

Démolition des ponts et gestion de leurs déchets



Guide méthodologique

Démolition des ponts et gestion de leurs déchets

Rédacteurs

Ce document a été réalisé par un groupe de travail constitué de :

- Claude BUSCHENDORF (Entreprise CARDEM)
- Laurent LABOURIE (Cerema Nord-Picardie)
- Hervé MARNEFFE (Cerema Est - responsable du groupe de travail)
- Hervé DAVIAS (Cerema Ouest)
- Rodolphe MONTET (DIRIF)
- Céline MOREAU (Cerema Méditerranée)
- Fabien RIZARD (Cerema Infrastructures de transport et matériaux)
- Laurent SYLVESTRE (Cerema Est)
- Yannick TARDIVEL † (Cerema Infrastructures de transport et matériaux)
- Elise TRIELLI (Sétra puis Cerema Méditerranée)

Relecteurs

- Nies BOUSSIOUF (Cerema Infrastructures de transport et matériaux)
- Jean-Michel LACOMBE (Cerema Infrastructures de transport et matériaux)

Remerciements

Nous remercions les maîtres d'ouvrages, maîtres d'œuvre, bureaux d'études et entreprises suivants qui ont contribué directement au guide en fournissant des données ou des rédactions concernant des exemples de démolition de pont :

- Sté Vinci Autoroutes (ASF) : S. LOPEZ, Ph. BARRAY
- Sté Vinci Autoroutes (Cofiroute) : F. BEAUVALLET
- VNF / DT-NPC : C. BIZIEN
- CD Essonne : Mme LESNE
- CD Finistère : N. BAUDOT
- CD Gironde : B. PREVOST
- CD Hérault : F. AUDEMART
- CD Moselle : L. DUFLOT, S. HUMBERT
- CD Tarn et Garonne : T. SOUSBANC
- Ent. DDM France : K.VAN STAPPEN
- Ent. Demathieu et Bard : N. GOTTI, B. SCHERER
- Ent. Sita FD : J. DERAUGLAUDRE
- Ent. BE Acogec : C. LENOIR, A. OUAKED
- Ent. SNPE Reconversion : B. DUPONT

Sommaire

Avant-propos	7
Introduction	9
Contexte et objet du guide	9
Chapitre 1 - Généralités	11
1 - Définitions	11
1.1 - Démolition / Déconstruction	11
1.2 - Ponts, structures et équipements	11
1.3 - Déchets	12
2 - Contexte et motivations d'une démolition d'ouvrage	14
2.1 - Motivations d'une démolition d'ouvrage	14
2.2 - Statistiques sur la démolition d'ouvrages	15
2.3 - Éléments sur la durée de vie des ponts et leurs pathologies	16
3 - Contexte réglementaire relatif aux déchets	18
3.1 - Responsabilité des acteurs	18
3.2 - Objectifs assignés à la gestion des déchets	19
3.3 - Police applicable à la gestion illégale des déchets	20
Chapitre 2 - Principaux paramètres d'un projet de démolition	21
1 - Les différents types de ponts (mode de construction, pathologie)	21
2 - Déroulement d'une opération de démolition	28
2.1 - Étude d'opportunité	28
2.2 - Phase études (préliminaires et projet)	28
2.3 - Phase marchés et travaux	30
2.4 - Organisation d'une opération de démolition	32
2.5 - Gestion des déchets intégrée au projet	38
3 - Données et contraintes - Site et enjeux	41
3.1 - Données sur l'ouvrage	41
3.2 - Données de site	41
3.3 - Contraintes d'exploitation	42
4 - Investigations et diagnostic à mener	44
4.1 - Diagnostic structurel	44
4.2 - Diagnostic des matériaux et déchets générés par l'opération	45
5 - Réemploi des appuis - Étude d'opportunité	50
5.1 - Dossier de l'ouvrage	50
5.2 - Diagnostic des appuis existants	50
5.3 - Étude d'opportunité	50
5.4 - Conservation des appuis - exemple du Pont de Richemont	51
6 - Déchets des ouvrages - Typologie et filières de gestion	55
6.1 - Typologie des déchets rencontrés sur les OA	55
6.2 - Identification des filières de gestion de déchets	58

7 - Prise en compte et maîtrise des nuisances : vibrations, bruits, poussières, etc.	70
7.1 - Prise en compte des vibrations	70
7.2 - Prise en compte du bruit	72
7.3 - Prise en compte de surpressions aériennes	74
7.4 - Prise en compte des poussières	74
Chapitre 3 - Techniques de démolition : principes et exemples	75
1 - Spécificités des matériels de démolition	77
1.1 - Matériels de manutention	77
1.2 - Matériels de démolition	80
1.3 - Matériels de découpe et de tri	88
2 - Panorama des techniques de démolition	91
2.1 - Déconstruction à la grue (ou matériel assimilable)	91
2.2 - Déconstruction par dé-lancement	92
2.3 - Démolition en place par moyens mécaniques	93
2.4 - Démolition par déconstruction intégrale	94
2.5 - Démolition par explosifs	95
2.6 - Démolition par découpage ou hydrodémolition	96
2.7 - Démolition manuelle	97
2.8 - Démolition par expansion	97
3 - Technique de démolition - descriptions et exemples détaillés	97
3.1 - Déconstruction à la grue ou assimilable	97
3.2 - Démolition par dé-lancement	108
3.3 - Démolition mécanique intégrale en place	114
3.4 - Démolition par déconstruction intégrale	119
3.5 - Démolition par explosifs	129
3.6 - Démolition par découpages ou par hydrodémolition	148
Chapitre 4 - Instructions réglementaires pour un projet de démolition	154
1 - Au titre du Code de l'urbanisme (permis de démolir)	154
1.1 - Rappel du cadre règlementaire	154
1.2 - Conséquences pratiques	155
2 - Au titre du Code de la voirie routière	156
2.1 - Rappel du cadre règlementaire	156
2.2 - Conséquences pratiques (procédure)	156
3 - Au titre du Code de l'environnement	157
3.1 - Étude d'incidence Loi sur l'eau	157
3.2 - Évaluation environnementale	170
3.3 - Rubrique ICPE	172
4 - Autorisations annexes	175
4.1 - Affouillement ou exhaussements	175
4.2 - Défrichage	175

Chapitre 5 - Recommandations pour la consultation des entreprises	176
1 - Nature et conditions de la consultation	176
2 - Constitution d'un DCE	176
3 - Critères et choix des offres	186
Chapitre 6 - Recommandations pour la phase travaux	188
1 - Préparation du chantier	188
1.1 - Études d'exécution	188
1.2 - Organisation de la gestion des déchets	189
1.3 - Sensibilisation des acteurs (MOE, entreprises, riverains)	189
2 - Conduite des travaux	190
2.1 - Généralités	190
2.2 - Période de préparation	190
2.3 - Communication	190
2.4 - Points d'arrêts et contrôles	191
2.5 - Gestion des imprévus	191
2.6 - Réception	191
2.7 - Mise en œuvre et suivi de la gestion des déchets	191
2.8 - Mesures de réduction des impacts environnementaux	192
3 - Bilan des travaux	193
3.1 - Dossier de récolement	193
3.2 - Bilan de la gestion des déchets	193
3.3 - Bilan de la démolition	193
Annexes	194
Annexe 1 - Bibliographie	194
Annexe 2 - Crédits figures et photographies	195
Liste des annexes téléchargeables	200

Nota : Les parties concernant les déchets sont dans les paragraphes en orange.

Avant-propos

Le rapport d'information du Sénat du 8 mars 2017 constate que les réseaux routiers ont commencé à se détériorer depuis quelques années. Des ouvrages d'art doivent désormais être régulièrement remplacés, car ils ne peuvent plus garantir les qualités d'usage requises. Ces opérations de reconstruction se révèlent d'une grande complexité, car elles s'inscrivent dans un ensemble de contraintes pratiques, techniques, environnementales et économiques. Fortement tournée vers la construction d'ouvrages neufs depuis la fin de la deuxième guerre mondiale, l'ingénierie s'ouvre maintenant rapidement vers l'entretien et la réparation du patrimoine. Ce guide aborde la difficile question de la démolition d'ouvrages, qui mobilise des problématiques complexes liées à l'invention de techniques et procédés de démolition capables de garantir la sécurité des compagnons, respecter l'environnement, limiter les perturbations apportées aux usagers et aux riverains et les pertes économiques.

Le mot de démolition paraît souvent bien mal adapté, sa rudesse laissant entendre la facilité et la rapidité, alors qu'il s'agit pleinement d'une opération d'ingénierie de la déconstruction qui demande un savant phasage d'actes techniques et précis requérant une haute technicité. La démolition est une opération sur mesure qui doit prendre en compte le type d'ouvrage, son mode de construction, la nature des matériaux mis en œuvre, les contraintes d'accès, les nuisances sur les avoisinants, la gêne occasionnée à l'usager, le respect de l'environnement. Cette ingénierie de la démolition, encore jeune, dispose désormais avec ce guide d'un riche retour d'expériences permettant d'aborder bon nombre de situations complexes, et d'un référentiel pour la bonne gestion des déchets. Ces éléments sont essentiels pour appréhender la complexité des situations, établir le bon déroulé d'un projet, définir le rôle des acteurs, et mettre en évidence la diversité et l'ingéniosité des réponses qui peuvent être apportées.

Introduction

Contexte et objet du guide

Les années d'après-guerre ont connu un effort important de reconstruction des infrastructures. La création du réseau autoroutier français a conduit à une autre vague importante de construction d'ouvrages dans les années 60-70. Ce patrimoine, aujourd'hui âgé de plus de 50 ans, est particulièrement concerné par des interventions de réparations, de requalification et, pour le sujet qui intéresse ce guide, par des opérations de démolitions partielles ou totales.

Les ouvrages les plus anciens peuvent arriver (au bout de 100 à 120 ans en général) en fin de vie.

D'autres, plus récents et en service depuis plusieurs décennies, peuvent être victimes de défauts de conception, de défauts de construction ou d'altération des matériaux amplifiés par un entretien insuffisant.

Par ailleurs, la modification de l'environnement d'un ouvrage au cours de sa vie, l'évolution des conditions d'exploitation (par exemple intégration des modes doux, de transports en commun en site propre, etc.) et de l'espace public peuvent conduire à son inadéquation aux « usages » actuels ou futurs.

Pour ces ouvrages, après une période de diagnostic approfondi et d'études d'opportunités prenant en compte les différentes contraintes de réalisation, une solution de démolition/remplacement peut s'avérer plus pertinente, techniquement et financièrement, que tout autre scénario de réparation, renforcement, doublement ou de requalification.

Aussi, les opérations de démolition ou déconstruction, si elles demeuraient jusqu'à présent relativement rares, peuvent monter en puissance dans les années à venir compte-tenu de l'importance du patrimoine construit dans les années 50 et de son vieillissement. De plus en plus de gestionnaires peuvent être confrontés à ce problème de devoir reconstruire un pont, ce qui implique, de fait dans un premier temps, de devoir démolir le pont existant.

Or le processus de démolition a rarement (pour ainsi dire jamais) été prévu dès l'origine de la construction et il doit donc être conçu intégralement et spécifiquement pour chaque opération.

Enfin, les préoccupations environnementales (nuisances, traitement des déchets, etc.) sont croissantes et sont souvent dominantes pour le choix des techniques utilisées.

La démolition d'ouvrage est toujours de l'ordre du prototype (suivant les particularités du type d'ouvrage, de son état, enfin de son site) et il n'est pas possible de dresser un guide qui donnerait une solution unique pour chaque cas. Néanmoins, un certain nombre d'ouvrages ayant été démolis, les professionnels (RST du MEDDE, les maîtres d'œuvre, les bureaux d'études et les entreprises spécialisées) ont acquis une expérience qu'il est utile de faire partager.

Ce guide vise à rassembler les principales connaissances sur le sujet illustrées d'exemples détaillés.

Il est destiné aux maîtres d'ouvrage et gestionnaires ayant à gérer un patrimoine, aux maîtres d'œuvre et aux ingénieurs d'études ayant à concevoir et mener un projet de démolition. Il présente les éléments méthodologiques et techniques pour traiter la déconstruction d'un ouvrage d'art, en cernant les enjeux et les contraintes afin de cibler les techniques les mieux adaptées à la démolition ou déconstruction et à la gestion des déchets issus de l'opération.

Le présent document concerne des projets de démolition totale ou partielle. Il traite essentiellement de ponts routiers et de passerelles piétonnes.

Le présent guide est organisé en 6 chapitres

- Le premier chapitre prépare à la lecture du guide avec quelques définitions et constats, puis introduit le contexte et les éléments d'arbitrage d'une démolition d'ouvrage, ainsi que les limites de responsabilité vis à vis de la gestion des déchets ;
- le second chapitre passe en revue les différents paramètres d'un projet de démolition : l'ensemble des données et contraintes qui peuvent impacter **le projet**, les diagnostics et investigations à mener. Il aborde également la question des déchets générés et les filières de gestion ;
- un troisième chapitre traite des matériels et surtout des différentes familles **de techniques de démolition**. Il décrit des exemples concrets et met l'accent sur les avantages et contraintes de chacune d'entre elles ;
- le quatrième chapitre est consacré aux **procédures administratives** propres à la démolition ;
- un cinquième chapitre propose des recommandations pour **l'établissement d'un Dossier de Consultation des Entreprises**. Il présente les procédures et prescriptions spécifiques aux projets de déconstruction à intégrer dans les pièces de marché ;
- le sixième et dernier chapitre traite de points particuliers en **phase travaux**.

Des annexes viennent compléter ces chapitres, réparties en trois parties

- L'annexe A consigne des données sur : la nomenclature déchets, certains matériels de démolition, des exemples commentés d'études de stabilité (poutre au grutage, mur avec une poussée de grue), des points particuliers de la démolition à l'explosif ;
- l'annexe B comprend des exemples détaillés de démolition : vingt monographies de cas de démolition, et un exemple détaillé en tant que focus sur la problématique de la conservation des appuis dans un projet de démolition ;
- l'annexe C, spécifiques au volet « déchets », rassemble des documents supports. L'annexe C1 se focalise sur la problématique « déchets », avec des clauses types à intégrer aux pièces écrites à différents stades de l'opération. L'annexe C2 met à disposition des formulaires types à utiliser.

Lecture du guide et modalités d'entrée

Le guide forme un tout mais peut être abordé partiellement selon le domaine plus particulier que le lecteur souhaite approfondir.

Ainsi :

- si le lecteur cherche des données « déchets », il se reportera à chacune des parties déchets des chapitres 1 à 6 (couleur orange au sommaire) ;
- si le lecteur cherche des informations sur une technique particulière applicable à un type d'ouvrage, il se reportera au chapitre 3 (revue des matériels, panorama des techniques et puis aux exemples détaillés, et enfin monographies de l'annexe B) ;
- si le lecteur s'intéresse au phasage ou s'intéresse à une phase particulière du projet de démolition, il se reportera au chapitre 2 (2-les logigrammes) puis au chapitre de la phase visée (étude de faisabilité, procédures administratives, DCE, travaux).

Chapitre 1

Généralités

1 - Définitions

Afin d'avoir une lecture partagée, les termes génériques utilisés dans le présent guide, et leurs définitions, sont rappelées dans ce premier paragraphe.

1.1 - Démolition / Déconstruction

Le terme de démolition peut encore véhiculer une image de travaux expéditifs et grossiers. Or l'acte de la démolition fait appel de nos jours à des méthodes complexes et spécifiques avec un phasage de travaux très étudié, tout en intégrant dès le projet les notions de développement durable, les obligations réglementaires en matière de respect de l'environnement et les exigences de sécurité concernant les personnes et les biens.

Si la démolition comprend souvent une part de déconstruction, le terme de « déconstruction » sera réservé, dans ce guide aux cas où la démolition est, au sens propre, une déconstruction en sens inverse de la construction de l'ouvrage.

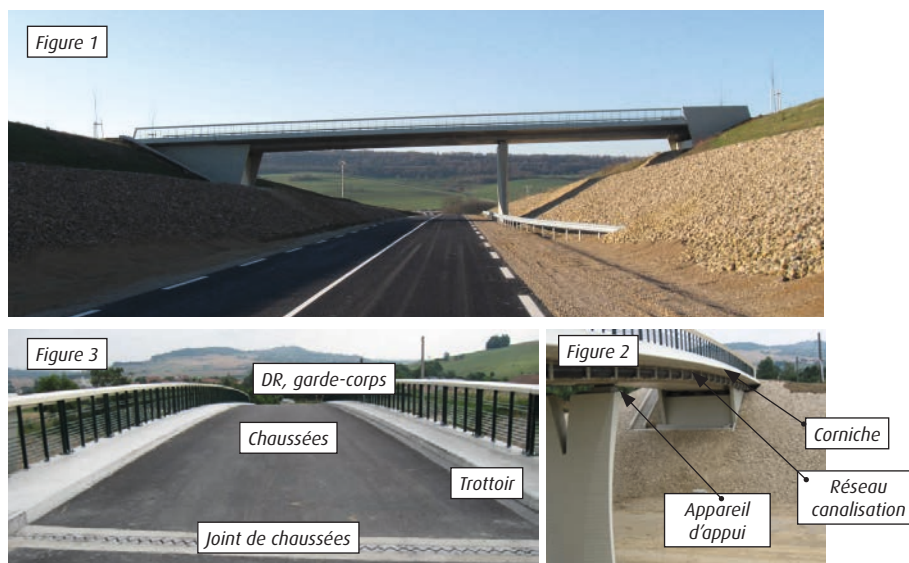
1.2 - Ponts, structures et équipements

On distingue pour un pont :

- la structure ;
- les équipements (*) ;
- les équipements annexes.

(*) **Nota** : On utilise aussi le terme de **superstructures**.

Pour tous les aspects de terminologie, on se reportera au DICTIONNAIRE DE L'ENTRETIEN ROUTIER VOLUME 5 : Ouvrages d'art.



Structure

La **structure** : c'est l'ensemble des parties constitutives d'un pont qui reçoit les charges et les transmet au sol de fondation.

Sauf pour les voûtes ou buses, la structure est en général constituée d'un tablier reposant sur des appuis (culée, pile).

Nota : On considère à ce titre que les appareils d'appui font partie de la structure. Néanmoins, il était aussi d'usage courant de les compter au titre des équipements.

Le patrimoine ouvrages d'art est constitué d'un panel de structures, que l'on peut définir suivant :

- leur typologie et leur fonctionnement : pont dalle, à poutres, caissons, cadres, à câbles (haubans et suspendus), voûtes, etc. ;
- le(s) matériau(x), les constituants : béton (armé ou précontraint), métal, béton et métal (structures mixtes), bois, aluminium, maçonnerie, etc. ;
- leur mode de construction : coulés en place, préfabriqués, lancés, poussés, grutés, assemblés sur place.

Équipements

Les **équipements** : c'est l'ensemble des dispositifs qui permettent l'utilisation de l'ouvrage, son inspection et sa pérennité.

Nota : Certains équipements contribuent à la sécurité (dispositifs de retenue, trottoirs), d'autres à l'intégrité-fonctionnement de l'ouvrage et au confort des usagers (système d'étanchéité, couche de roulement, dispositif d'assainissement, joints de chaussée, ou encore à l'esthétique de l'ouvrage (corniches).

Équipements annexes

L'ouvrage peut supporter des **équipements annexes** :

- réseaux portés (câbles, canalisations, conduites) ;
- portiques, potence, mâts d'éclairage et de signalisation (s'ils sont attachés au pont) ;
- écrans acoustiques (s'ils sont attachés au pont).

Superstructures

Superstructures : ce terme regroupe tous les dispositifs qui permettent l'utilisation de l'ouvrage (dispositifs de retenue, trottoirs, joints de chaussée, couche de roulement, corniches, dispositif d'assainissement). Il recoupe le terme d'équipements. Il est d'usage d'utiliser aussi bien les deux termes. Le terme superstructures ne comprend pas par contre les équipements annexes (réseaux, écrans, etc.).

1.3 - Déchets

La démolition-déconstruction d'un pont produit des matériaux de démolition issus du pont démoli. Toutefois, tous ces matériaux ne sont pas nécessairement des déchets. Ce chapitre introductif propose une définition des termes clés relatifs aux déchets au sens de la réglementation.

1.3.1 - Qu'est-ce qu'un déchet ?

Un **déchet** est défini par l'article L541-1-1 du Code de l'environnement comme « toute substance ou tout objet, ou plus généralement tout bien meuble, dont le détenteur se défait ou dont il a l'intention ou l'obligation de se défaire ».

Deux typologies de déchets sont définies à l'article R541-8 du Code de l'environnement :

- les déchets dangereux (DD) ;
- les déchets non dangereux (DND), dont les déchets inertes.

1.3.2 - Typologie des déchets

Un déchet est dangereux s'il présente au moins une propriété de danger qui rend le déchet dangereux. Il est signalé par un astérisque* dans la liste unique des déchets à l'annexe de la décision 2000/532/CE de la Commission. Le cas échéant la dangerosité est précisée par une ou plusieurs des 15 « propriétés de danger » énumérées par la directive cadre déchets (2008/98/CE), révisée par le règlement 1357/2014/UE et la décision 2014/955/UE :

- (Hp1 à Hp3 : dangers physiques ; Hp4 à Hp12 : dangers pour la santé humaine ; Hp13 et Hp14 : dangers pour l'environnement).

H1	- Explosif
H2	- Comburant
H3	- Inflammable
H4	- Irritant : irritation cutanée et lésions oculaires
H5	- Toxicité spécifique pour un organe cible (STOT) / toxicité par aspiration
H6	- Toxicité aiguë
H7	- Cancérogène
H8	- Corrosif
H9	- Infectieux
H10	- Toxique pour la reproduction
H11	- Mutagène
H12	- Dégagement d'un gaz à toxicité aiguë
H13	- Sensibilisant
H14	- Écotoxique
H15	- Déchet capable de présenter une des propriétés dangereuses susmentionnées que ne présente pas directement le déchet d'origine

Figure 4 : Propriétés de danger selon la directive cadre déchets (2008/98/CE), révisée par le règlement 1357/2014/UE et la décision 2014/955/UE

Les méthodes d'évaluation de la dangerosité d'un déchet sont décrites dans le rapport d'étude de l'INERIS "Classification réglementaire des déchets - Guide d'application pour la caractérisation en dangerosité".

A *contrario* de la définition du déchet dangereux, **un déchet non dangereux** ne présente pas de propriétés de danger (article R541-8 du Code de l'environnement). Parmi les déchets non dangereux, on distingue : les déchets inertes, les déchets non inertes.

Un déchet inerte est, selon l'article R541-8 du Code de l'environnement, « *tout déchet qui ne subit aucune modification physique, chimique ou biologique importante, qui ne se décompose pas, ne brûle pas, ne produit aucune réaction physique ou chimique, n'est pas biodégradable et ne détériore pas les matières avec lesquelles il entre en contact d'une manière susceptible d'entraîner des atteintes à l'environnement ou à la santé humaine* ».

L'arrêté du 12 décembre 2014 relatif aux conditions d'admission des déchets inertes dans certaines installations de traitement et de stockage présente dans son annexe 1 la liste des déchets admissibles sans procédure d'admission préalable des déchets.

Dans le cas où le déchet n'est pas présent dans la liste, il est obligatoire de réaliser une procédure d'acceptation préalable qui contient au minimum une évaluation du potentiel polluant du déchet.

L'annexe 2 de l'arrêté du 12 décembre 2014 récapitule les paramètres à analyser et les valeurs limites à respecter pour l'admission de déchets inertes en Installation de Stockage de Déchets Inertes. Cela se traduit par un essai de conformité par lixiviation mené selon la norme NF EN 12457-2.

Un déchet non dangereux et non inerte est un déchet qui n'est pas dangereux (c'est à dire qui ne présente aucune des propriétés de danger définies par la directive cadre déchets 2008/98/CE révisée) et qui n'est pas inerte (c'est à dire non rattachable à la nomenclature des déchets inertes admissibles en ISDI et/ou au caractère inerte vérifié par des tests de lixiviation).

Le tableau ci-dessous illustre quelques exemples de déchets dangereux et non dangereux (inertes ou non inertes) issus de la déconstruction d'ouvrages d'art, qui seront détaillés dans la suite du guide.

Partie de l'ouvrage	Déchet Non Dangereux (DND)		Déchet Dangereux (DD)
	inerte (DND i)	non inerte (DND)	
Structure de l'ouvrage	Béton	Bois bruts ou faiblement adjuvantés Métaux	Bois traités en profondeur par imprégnation et en fonction du biocide utilisé. Certaines peintures
Voirie	Enrobés et produits à base de bitume ne contenant pas de goudron	Déchets verts	Enrobés, mélanges bitumineux et produits contenant du goudron
Équipements annexes	Garde-corps en béton	Écrans acoustiques en polycarbonate	Coffrages perdus, descentes d'eau en fibrociment (amiante)

Figure 5 : Exemples de déchets issus de la déconstruction d'un ouvrage d'art (liste non exhaustive)

Référence des textes réglementaires

Directive 2008/98/CE du Parlement Européen et du Conseil du 19 novembre 2008 relative aux déchets et abrogeant certaines directives.

Code de l'environnement : Articles R 541-7 à R 541-11-1.

Arrêté du 12 décembre 2014 relatif aux conditions d'admission des déchets inertes dans les installations relevant des rubriques 2515, 2516, 2517 et dans les installations de stockage de déchets inertes relevant de la rubrique 2760 de la nomenclature des installations classées.

2 - Contexte et motivations d'une démolition d'ouvrage

Une démolition totale ou partielle d'ouvrage doit prendre en compte plusieurs paramètres, qui peuvent être :

- le type et l'état de l'ouvrage concerné ;
- la nature du site ;
- les contraintes d'exploitation de la voie franchie ou portée imposées ;
- les contraintes d'occupation du sol ;
- les règles relatives au respect de l'environnement (notamment respect de la Loi sur l'eau) ;
- la sécurité des personnels et des usagers ;
- le cas échéant, la nature du nouvel ouvrage à reconstruire (et, le cas échéant, la conservation d'une partie de l'ouvrage existant, notamment ses appuis) ;
- le financement de l'opération.

La démolition d'un ouvrage d'art - infrastructure existante en service - doit donc répondre à des enjeux diversifiés : techniques (faisabilité), financiers (coût des travaux), environnementaux (respect de l'environnement, valorisation des déchets) et des contraintes liées à l'exploitation des voies portées ou franchies et l'évacuation des déchets produits.

2.1 - Motivations d'une démolition d'ouvrage

Une démolition résulte d'un arbitrage entre démolir, transformer ou réparer. Le projet de démolition est aussi un élément de cette décision.

Ce choix se fait en tenant compte des coûts et des contraintes des opérations de réparation et de leur niveau de fiabilité structurelle, des contraintes d'exploitation (délais), des gênes à l'usager et des contraintes environnementales des différentes solutions. Une analyse du cycle de vie (ACV), un calcul de gain de durée de vie et de gain sur l'usage, de gain sur les coûts et les contraintes des futures opérations d'entretien / réparation ultérieures peuvent également contribuer à l'analyse multicritère indispensable. La suite de ce guide s'inscrit dans la logique d'un arbitrage déjà rendu par le maître d'ouvrage.

Pour mémoire, les motivations d'une démolition d'ouvrage peuvent être les suivantes.

2.1.1 - Fin de vie d'un ouvrage / pathologie

Il s'agit ici de supprimer (et remplacer) un ouvrage très pathologique présentant un risque pour les usagers et/ou qui ne peut plus être entretenu correctement.

Les raisons qui conduisent à cette démolition sont multiples et le choix de la démolition intervient souvent après une longue phase d'études de divers scénarios itératifs de réparations ou de démolitions.

2.1.2 - Changement d'usage

Il s'agit de supprimer / modifier / remplacer un ouvrage ne répondant pas/plus à l'usage requis :

- voie(s) portée(s) : insuffisante, besoin d'élargissement de la voie pour modes doux, nouvelles voies, transports en commun en site propre, trafics plus importants, portance insuffisante pour les besoins de la voie, défaut d'implantation par rapport à son environnement. Son élargissement ou sa transformation ne sont pas techniquement envisageables ;
- voie(s) franchie(s) : modification de la plateforme de la voie franchie (élargissement, rectification de tracé), modification du plan de circulation d'un nœud routier ou d'un carrefour urbain.

2.2 - Statistiques sur la démolition d'ouvrages

Les informations ci-après relatives aux « motivations d'une démolition » sont issues du document « Recueil de statistiques - construction des ouvrages d'art - Année 2006 », publié par le Sétra en septembre 2008, et complétés des statistiques parues dans les éditions de ce recueil sur les années 2002 à 2005.

Ces recensements portent sur les ponts routiers de l'État et, pour 70 % d'entre eux, des conseils départementaux.

2.2.1 - Les motifs de démolition

Les résultats présentés dans la figure 6 ci-après concernent les ouvrages remplacés de 1978 à 2006 (recensement Sétra).

Motifs de démolition depuis 1978	Effectif	Pourcentage
Désordre	890	37,3
ouvrages en métal	300	
ouvrages en maçonnerie	266	
ouvrages en béton armé	204	
ouvrages en béton précontraint	26	
Changement de géométrie	824	34,5
Changement de portance	161	6,7
Accident	64	2,7
Fait de guerre ⁽ⁱ⁾	80	3,4
Autres et Non renseigné	368	15,5
Ensemble	2 387	100,0

(i) Après la seconde guerre mondiale, les ponts ont été reconstruits assez rapidement soit de manière définitive, soit provisoirement. L'Etat a ensuite alloué des crédits pour reconstruire définitivement ces ponts. (Le plus récent date de 2005 en Moselle)

Figure 6 : Tableau des motifs de démolition de pont

Il est tout à fait intéressant de noter que sur cette longue période, les démolitions sont pratiquement aussi souvent motivées par un changement d'usages que par une pathologie.

Toutefois, lors du dernier recensement de 2006, 47 % des démolitions effectuées étaient consécutives à des désordres, et seulement 24 % à des changements de géométrie.

Nous ne disposons pas de chiffres globaux récents, mais on peut estimer le nombre de démolitions de ponts de l'ordre de 30 unités par an sur les réseaux RN et RD.

2.2.2 - Démolition en fonction de l'âge et des matériaux

Sur 2387 ouvrages remplacés, 1427 seulement sont renseignés quant à leur âge : ainsi 46 % d'entre eux ont un âge compris entre 50 et 100 ans, et seulement 27 % de plus de 100 ans.

Les ouvrages démolis, recensés sur la période 1978-2006, se répartissent de la manière suivante au regard de leur durée de vie : [graphes issues du document « Recueil de statistiques - construction des ouvrages d'art - Année 2006 », publié par le Sétra en septembre 2008.].

* Ouvrages en maçonnerie

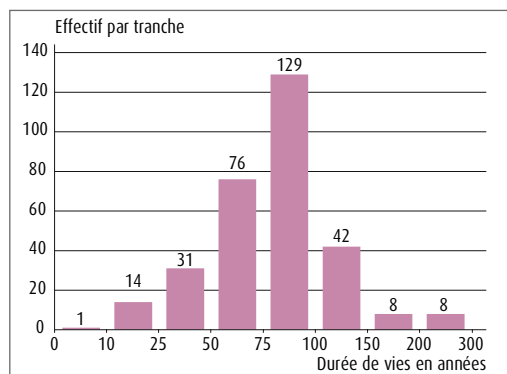


Figure 7

* Ouvrages métal ou mixtes

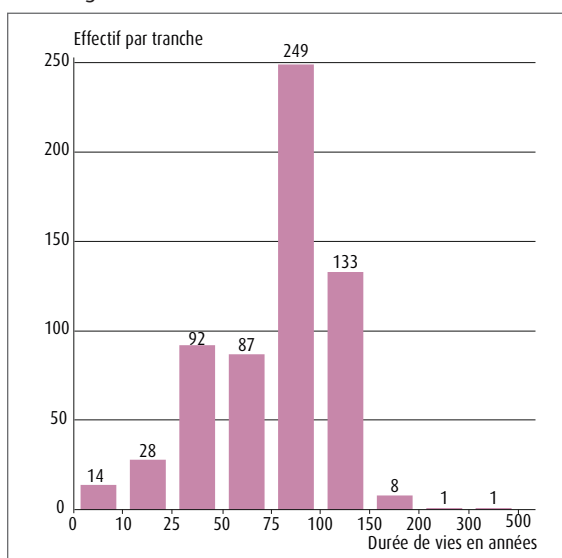


Figure 9

Nota : Les ponts en béton précontraint sont des ouvrages « récents » puisque construits après la seconde guerre mondiale.

* Ouvrages en béton précontraint

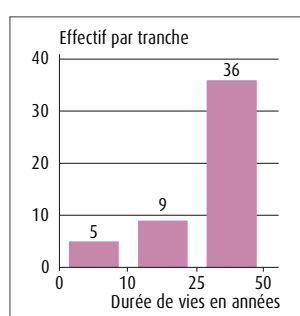


Figure 8

* Ouvrages en béton armé

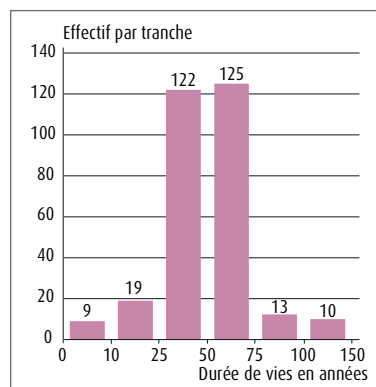


Figure 10

2.3 - Éléments sur la durée de vie des ponts et leurs pathologies

Référence : « durée de vie des ponts du réseau national » - article du CTOA de 2007

Les ponts comme toutes les constructions ne sont pas « éternels ». On conçoit donc bien que l'on puisse parler d'une « durée de vie » d'un pont : la durée de vie d'un ouvrage est le temps écoulé entre sa construction et le moment où il nécessite des travaux de réhabilitation importants.

Cette durée de vie dépend du type de structure, du matériau et de l'époque de construction, compte non tenu, pour chaque ouvrage, du soin apporté à sa construction et à son entretien.

Aujourd'hui les connaissances en calcul de structure, les connaissances sur les matériaux, sur leur comportement, sur leur vieillissement, et l'application des règles de l'art récentes permettent pour les ouvrages neufs de prétendre à une durée de vie de 100 ans (Eurocode 0 et 1, normes EN sur les matériaux).

Mais quelle est la durée de vie des différents ouvrages en service ?

Durée de vie d'après l'âge à la démolition

La démolition pour raison de pathologie rédhibitoire à son maintien est une donnée objective de cette durée de vie. À partir de l'analyse des démolitions de pont sur RN et RD de 1975 à 2005, il est possible d'aboutir aux valeurs suivantes par familles de pont :

Familles de pont	Âge moyen des ponts	Âge moyen de démolition des ponts
Béton armé	24 ans	51 ans
Béton précontraint	26 ans	31 ans
Maçonnerie	141 ans	86 ans
Métal	33 ans	82 ans

Figure 11 : Durée de vie des ponts par famille

[Population de ponts RN+RD = 40 000 en 1975, nombre de démolition sur ces 30 ans : 1250 (pathologie et non renseigné), répartis en : 300 ponts en béton armé, 50 ponts en béton précontraint, 600 ponts métalliques et 300 ponts en maçonnerie]. Ces données ne permettent absolument pas d'établir une durée de vie probable pour les ouvrages actuellement en service.

Durée de vie d'après l'analyse de leur état

Une autre approche de la durée de vie fut menée dans le cadre du projet BRIME (Bridge Management In Europe) à partir de l'analyse de l'état des ouvrages. Les recherches menées dans ce cadre montrent que les ouvrages du patrimoine français souffrent des mêmes causes de dégradation que ceux de la plupart des pays d'Europe :

- la qualité insuffisante du béton, d'où résultent la carbonatation et la pénétration des chlorures jusqu'au niveau des armatures et accentué potentiellement par une dégradation liée aux cycles de gel /dégel ;
- le manque d'enrobage des aciers passifs, qui, combiné avec la mauvaise qualité du béton, conduit à la corrosion des armatures ;
- la corrosion des câbles de précontrainte, résultant souvent d'une mauvaise injection des gaines de précontrainte ;
- les défauts d'étanchéité et d'évacuation des eaux (l'eau reste l'ennemi n°1 du gestionnaire !).

Ces constatations ont conduit un panel d'experts du RST à réviser à la baisse la durée de vie théorique des ouvrages. Leur avis en est résumé dans le tableau ci-dessous (2007). La colonne de droite indique les pathologies principales incriminées par type d'ouvrage.

Familles de pont	Âge moyen des ponts	Durée de vie théorique	Durée de vie réduite	Commentaires
Béton armé	24 ans	100 ans	80 ans	Carbonatation et corrosion armatures
Buses béton	17 ans	70 ans	70 ans	Idem béton armé
Buses métalliques	26 ans	70 ans	35/45 ans	Corrosion précoce des buses construites avant 1980
Béton précontraint	26 ans	100 ans	70 ans	Corrosion des armatures de précontrainte des ponts anciens
Maçonnerie	141 ans		250 ans	
Métal	33 ans	100 ans	70 ans	Fatigue
Mixte acier-béton	21 ans	100 ans	100 ans	

Figure 12 : Durée théorique et ajustée des ponts par famille

3 - Contexte réglementaire relatif aux déchets

Le contexte réglementaire relatif aux déchets est un « fil conducteur » incontournable du projet de démolition. Cependant, les spécialistes du génie civil maîtrisent peu ces sujets ; aussi, la problématique de la gestion des déchets issus de la déconstruction a été intégrée et est omniprésente tout au long de ce guide.

La législation sur les déchets est régie par le Code de l'environnement (Livre V, Titre IV, articles L 541-1 à L 541-50).

3.1 - Responsabilité des acteurs

L'article L541-2 du Code de l'environnement détermine les responsabilités des producteurs et des détenteurs de déchets :

- ils sont tenus d'en assurer ou d'en faire assurer la gestion ;
- ils sont responsables de la gestion de ces déchets jusqu'à leur élimination ou valorisation finale, même lorsque le déchet est transféré à des fins de traitement à un tiers ;
- ils s'assurent que la personne à qui ils les remettent est autorisée à les prendre en charge.

Les définitions du producteur et détenteur de déchets sont indiquées dans l'article L541-1-1 du Code de l'environnement :

- **producteur de déchets** : toute personne dont l'activité produit des déchets (producteur initial de déchets) ou toute personne qui effectue des opérations de traitement des déchets conduisant à un changement de la nature ou de la composition de ces déchets (producteur subséquent de déchets) ;
- **détenteur de déchets** : producteur des déchets ou toute autre personne qui se trouve en possession des déchets.

Le tableau ci-dessous précise les obligations du producteur ou détenteur des déchets :

Référence du Code de l'environnement	Obligations du producteur ou détenteur de déchets
L541-2-1	Les producteurs, outre les mesures de prévention des déchets qu'ils prennent, et les détenteurs de déchets organisent la gestion des déchets en respectant la hiérarchie des modes de traitement, avec dans l'ordre: la prévention, la réutilisation, le réemploi, la valorisation et en dernier recours l'élimination. Cette hiérarchie peut être modifiée pour certains types de déchets si cela est prévu par le plan régional de gestion et de prévention des déchets
L541-7-1	Les producteurs ou les détenteurs de déchets doivent caractériser leurs déchets
L541-21-2	Tout producteur ou détenteur de déchets doit mettre en place un tri des déchets à la source et, lorsque les déchets ne sont pas traités sur place, une collecte séparée de leurs déchets

Application du principe de responsabilité à la déconstruction d'un ouvrage d'art

Responsabilité du maître d'ouvrage

Le producteur des déchets de conception (c'est-à-dire les matériaux de démolition de l'ouvrage) est le maître d'ouvrage. À ce titre, il doit être en mesure de prouver qu'il a pris toutes les dispositions susceptibles d'assurer une gestion correcte des déchets au travers notamment du choix des entreprises, des clauses figurant aux contrats, et du montant prévu pour la gestion des déchets.

Responsabilité du maître d'œuvre de travaux

Le maître d'œuvre est en charge de la réalisation du chantier. À ce titre, il conçoit le projet en fonction de la politique menée par le maître d'ouvrage.

Responsabilité des entreprises de déconstruction d'un ouvrage d'art

Les entreprises réalisent les travaux. À ce titre, elles sont donc en charge de l'organisation de la gestion des déchets et doivent informer le maître d'ouvrage et le maître d'œuvre de l'application des règles définies.

Les entreprises peuvent également produire des déchets issus de leurs interventions (par exemple : emballages, reste de repas, huiles usagées). Elles doivent gérer ces déchets conformément aux documents contractuels du marché.

La responsabilité commence dès que le déchet est produit et ne cesse qu'une fois le déchet complètement et correctement éliminé. La responsabilité du producteur ne cesse pas une fois le déchet remis à un tiers, elle reste conjointe à celle des tiers qui assurent l'élimination. (cf. Figure 13).

	Maître d'Ouvrage	Entreprises de démolition	Entreprises de transport	Entreprises de traitement
CHANTIER	+++	++		
TRANSPORT	+	++	+++	
TRAITEMENT	+	++	++	+++

+ Niveau de responsabilité

Figure 13 : Grille de lecture sur la responsabilité des acteurs

3.2 - Objectifs assignés à la gestion des déchets

L'article L541-1 du Code de l'environnement précise les dispositions relatives à la gestion des déchets à savoir :

- l'assurance que la gestion se fait sans mettre en danger la santé humaine et sans nuire à l'environnement ;
- l'organisation du transport des déchets et la limitation en distance et en volume ;
- l'information du public ;
- la mise en place de priorités de traitement (cf. Figure 14).

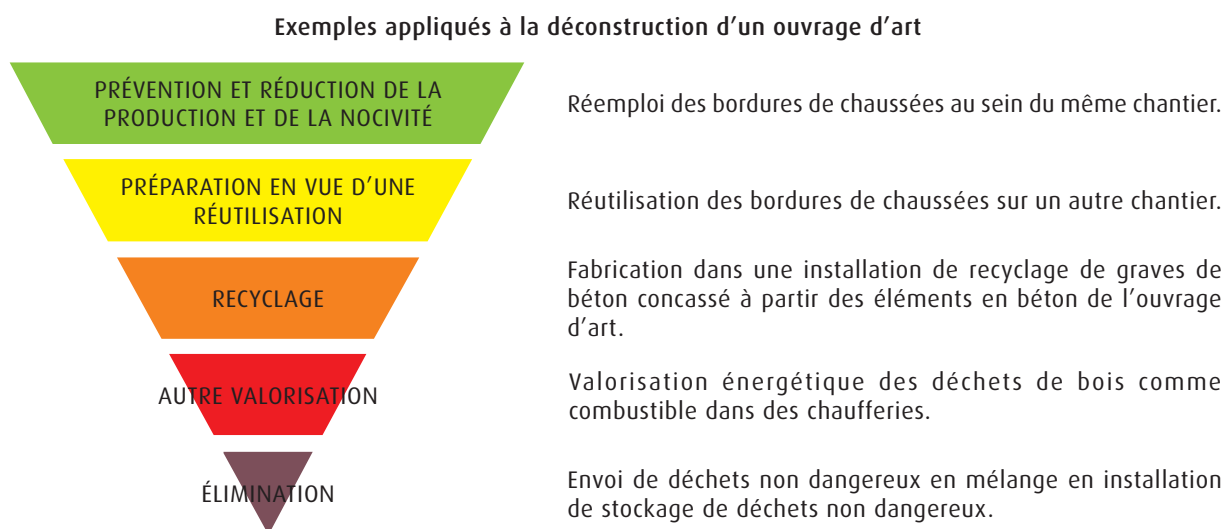


Figure 14 : Hiérarchie des filières de gestion des matériaux ou déchets générés lors d'une déconstruction d'un ouvrage d'art

La Loi du 17 août 2015 relative à la Transition Énergétique pour la Croissance Verte (LTECV) introduit des objectifs chiffrés en matière de réemploi et de valorisation. Ces objectifs s'appliquent au plus tard en 2020 à l'État et aux collectivités territoriales. Ils s'intègrent dans l'objectif Européen réemployer ou valoriser sous forme matière 70 % des matières et déchets issus des TP à l'exclusion des terres et cailloux ne contenant pas de substances dangereuses.

En complément des objectifs réglementaires, certains acteurs du secteur du BTP se sont engagés pour la prise en compte du développement durable dans leurs activités. Les acteurs de conception, de réalisation et de maintenance des infrastructures routières, voirie et espace public urbain ont signé, le 25 mars 2009, une convention d'engagement volontaire afin, notamment, de préserver les ressources non renouvelables.

Concernant les déchets, deux objectifs majeurs sont fixés :

- 1 - Valoriser 100 % des matériaux géologiques naturels excavés sur chantier ;
- 2 - Atteindre un recyclage de 100 % des routes.

Dans le cadre d'un chantier de déconstruction d'un ouvrage d'art, le maître d'œuvre et les entreprises devront proposer les filières visant le recyclage maximisé de l'ouvrage.

3.3 - Police applicable à la gestion illégale des déchets

Une mauvaise gestion des déchets peut entraîner des sanctions pour le producteur ou détenteur des déchets.

L'article L541-3 du Code de l'environnement précise les sanctions administratives que l'autorité compétente de police peut appliquer lorsque des déchets sont abandonnés, déposés ou gérés contrairement aux prescriptions des textes et règlements en vigueur. Les sanctions administratives pour infraction à la loi en matière de déchets peuvent aller jusqu'à 150 000 € d'amende.

L'article L541-46 du Code de l'environnement précise les sanctions pénales. En matière de déchets, elles peuvent aller jusqu'à 2 ans de prison et 75 000 € d'amende.

Il existe d'autres textes et règlements (notamment Code pénal, Code de la santé publique, règlement départemental sanitaire) pouvant être appliqués en matière de mauvaise gestion des déchets ; le tableau ci-dessous en donne quelques exemples.

Infractions	Réglementation	Sanctions encourues
Déposer, abandonner, jeter ou déverser des déchets en lieu public ou privé à l'exception des emplacements désignés à cet effet par l'autorité compétente	Règlement sanitaire départemental Article R632-1 du Code pénal	Amende 2 ^e classe + confiscation
Abandon de déchets apportés à l'aide d'un véhicule sans l'accord de l'exploitant	Article R635-8 du Code pénal	Amende 5 ^e classe + confiscation
Refuser de fournir à l'administration les bordereaux de suivi des déchets dangereux	Article L541-78 du Code de l'environnement Article L541-46 du Code de l'environnement	Amende 4 ^e classe 2 ans d'emprisonnement et 75 000 € d'amende
Abandonner, déposer ou faire déposer des déchets dans des conditions contraires à la réglementation	Article L541-46 du Code de l'environnement	2 ans d'emprisonnement et 75 000 € d'amende
Remettre ou faire remettre des déchets à tout autre que l'exploitant d'une installation agréée		
Éliminer ou récupérer des déchets ou matériaux sans satisfaire aux prescriptions concernant les caractéristiques, les quantités, les conditions techniques et financières de prise en charge des déchets ou matériaux et les procédés de traitement mis en œuvre		
Impact sur les eaux	Article L 216-6 du Code de l'environnement	
Protection de la faune piscicole et de son habitat	Article L 432-2 du Code de l'environnement	2 ans d'emprisonnement et 18 000 € d'amende
Brûler des déchets Exception (article L 133-5 du Code de la construction et de l'habitation) : en cas de démolition totale ou partielle d'un bâtiment situé dans des zones contaminées ou susceptibles de l'être à court terme par des termites ou d'autres insectes xylophages	Règlement sanitaire départemental Code de l'environnement Article 46 de l'arrêté du 2 février 1998	Amende de 3 ^e classe minimum, variable selon la nature du déchet
Non déclaration de brûlage ou de traitement avant transport de matériaux termités	Article R 133-6 du Code de la construction et de l'habitation	Amende de 4 ^e classe
Non brûlage ou traitement avant transport de matériaux termités	Article R 133-6 du Code de la construction et de l'habitation	Amende de 5 ^e classe

Figure 15 : Tableau des infractions et peines encourues (liste non exhaustive et susceptible d'évoluer en fonction de la réglementation)

Chapitre 2

Principaux paramètres d'un projet de démolition

Une démolition totale ou partielle de pont dépend de plusieurs paramètres longuement évoqués dans ce guide ; en tout état de cause, comme les démolitions s'apparentent de plus en plus à des déconstructions (du fait des nombreuses contraintes à respecter), le type d'ouvrage concerné et la façon dont il a été construit sont des données fondamentales.

1 - Les différents types de ponts (mode de construction, pathologie)

Pour étudier une démolition de pont il est donc indispensable d'appréhender les différentes familles d'ouvrages et surtout leurs modes de construction.

Ces familles de pont se distinguent par :

- le type de matériau (maçonnerie, béton armé, béton précontraint, métal, bois) ;
- le type de structure et la morphologie (voûte, buse, cadre fermé, portique ouvert, dalle, pont à poutre, caisson, pont à câbles). Le nombre de travées et la gamme de portée sont des paramètres fondamentaux ;
- le mode de construction (cintre au sol, préfabrication, équipage mobile, encorbellement, poussage, rotation).

Nous dressons ci-après une présentation de chacune des familles de ponts en soulignant les modes de construction et quelques éléments de réflexion sur leurs pathologies ou des éléments influant sur les possibilités et contraintes de démolition.

BUSES métal (ou béton)



Figure 16
Les buses métalliques sont constituées d'éléments de tôles assemblés par boulonnage.
Portée : de 2 à 8 m (rarement plus)

La buse est un passage inférieur, réalisé dans le même temps que les terrassements. On ne construit plus guère de « buses métalliques » mais il en existe un très grand nombre ; les buses métalliques ont été supplantées par les « buses préfabriquées en béton armé ». Les buses en béton armé, récentes et en bon état, sont rarement démolies. Les buses métalliques sont souvent démolies du fait de leur vétusté. **Mode de construction des buses métalliques** : les buses métalliques comprennent un assemblage (par boulonnage) souple de tôles nervurées galvanisées, qui tiennent la forme de voûte et d'ouvrage grâce aux remblais. L'ensemble remblais/buses est indissociable.

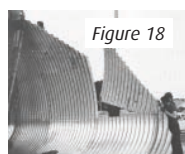
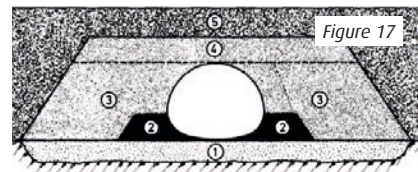


Figure 18
Montage des plaques



Figure 19
Remblaiement - compactage (NB : engins adaptés à proximité)



Figure 20

Pathologie : Les buses métalliques vieillissent assez mal du fait de la corrosion parfois aggravée par les circulations des sels de déverglaçage et/ou d'insuffisance de la galvanisation. Sous certaines conditions, il est possible de « chemiser » une buse métallique afin d'éviter sa démolition.

Caractéristiques à souligner en cas de démolition : ouvrages de faibles portées mais de grande déformabilité dont la tenue à toutes les phases doit être garantie par la symétrie des remblais.

PONT MAÇONNERIE

Pont voûte

Les ouvertures de voûtes peuvent aller de 5 (ou moins) à 30 m



Figure 21

Mode de construction : Les ponts maçonnerie sont souvent très anciens (plus de 100 ans). Ils ont été construits sur cintre (en bois) qui permettait d'assembler les pierres et le mortier jusqu'au « clavage » de la clef de voûte. Celle-ci devient alors auto stable, après garnissage des joints et il est alors possible de « décentrer ». On distingue les voûtes suivant leur forme (plein cintre, anse de panier, surbaissée, etc.). Il existe des ouvrages multi-travées ; pour ces dernières chaque arc n'est stable que grâce aux arcs adjacents.



Figure 22



Figure 23



Figure 24

Pathologie : Les ponts en maçonnerie sont robustes. Cependant, sous l'effet de la percolation de l'eau (étanchéité défailante) et du gel, les joints ou les pierres peuvent s'altérer : (1) Sous l'effet du trafic, les poussées peuvent entraîner des fissures et déplacements des tympans, (2) Sous l'effet d'affouillement ou perte de portance d'un appui, la voûte peut se fissurer-fracturer jusqu'à ruine.

Caractéristiques à souligner en cas de démolition : l'ouvrage ne tient qu'une fois « assemblé ». Tout retrait d'une section entraîne la ruine de l'ouvrage. Dans le cas d'une déconstruction, il faut donc utiliser un cintre comme à la construction. À défaut, il faut le démolir par une méthode d'ensemble (BRH, effondrement, explosif) avec interruption et protection de l'obstacle franchi des chutes de gravats.

CADRES (PIPO/POD/PICF)



Figure 25

PIPO : portique béton armé ouvert monolithique, portée : 8 à 20 m

POD : portique ouvert double béton armé, portée : 2 x 2 à 20 m

PICF : portique béton armé fermé monolithique, portée : 2 à 15 m.

Les cadres sont des ouvrages très courants qui se distinguent des autres types d'ouvrages par l'encastrement du tablier sur les piédroits (ponts intégraux). Ils sont ouverts ou fermés. Ils sont monolithiques et leur démolition doit se concevoir en conséquence. Remarque : par leur mode de fonctionnement et mode de construction, les cadres « fermés » sont très proches des buses en béton.

Mode de construction :

- ouvrages coulés en place ou ouvrages préfabriqués (tout ou certains éléments comme les piédroits et murs de tête) ;
- construction sur cintre en sur-gabarit (plutôt POD) ;
- constructions récentes par préfabrication latérale et mise en place par ripage (fonçage horizontal ou auto-fonçage ou déplacement sur coussin d'air).

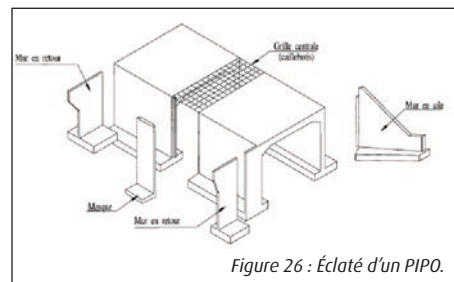


Figure 26 : Éclaté d'un PIPO.

Pathologie : Ce sont des ouvrages très robustes et il est rare de devoir les démolir si ce n'est parce qu'ils présentent problèmes très spécifiques de dégradation des bétons (RAG, ou autre). Ils peuvent techniquement être renforcés (TFC, LFC) ou élargis.

Caractéristiques à souligner en cas de démolition : monolithisme (traverse liée aux piédroits), béton armé avec ferrailage important, portée faible, hauteur faible.

PONT DALLE Béton Armé



Figure 27

Ponts à une ou multi travées continues entièrement en béton armé. Portée de travée principale : 8 à 18 m. En coupe transversale, ils sont rectangulaires ou comportent une nervure.

Mode de construction :

Le phasage de construction comporte deux options relatives aux culées :

- culées réalisées avant terrassement et remblayées (plutôt en fondations superficielles) ;
- culées réalisées après remblaiement (forage des pieux au travers des remblais).

Après construction des appuis, le tablier en béton armé est coulé en place sur un cintre (éventuellement hors gabarit avant un vérinage).



Figure 28 : Coupe transversale dalle BA

Pathologie : Ce sont des ouvrages très robustes et il est rare de devoir les démolir si ce n'est parce qu'ils présentent problèmes très spécifiques de dégradation des bétons (RAG, ou autre). Ils peuvent être renforcés (TFC) mais leur élargissement est délicat.

Caractéristiques à souligner en cas de démolition : démolition du tablier par partie possible (mais à étudier). Ferrailage de la dalle du tablier généralement très important (150 k/m³ à 200 kg/m³). Tablier et appuis indépendants.

PONT À POUTRES Béton Armé P(SI)BA

Le tablier n'est plus une dalle en béton mais est constitué de poutres béton armé avec un hourdis général. Le tablier est plus épais mais la portée possible est un peu plus importante qu'avec une dalle. Les plus anciens sont discontinus sur pile ; les plus récents sont rendus continus après pose des poutres préfabriquées. Gamme de portée : 10 à 20 m

Mode de construction :

- construction des fondations et des appuis (idem ponts dalles) ;
- tablier coulé en place sur cintre (les plus anciens) ou poutres préfabriquées grutées ;
- hourdis coulé sur place.

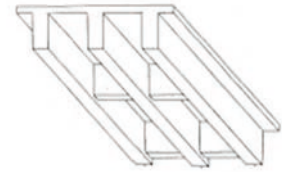


Figure 29 : Coupe transversale type d'un PSIBA

Pathologie : Ce sont des ouvrages robustes ; sauf pour les plus anciens (avant 1950) du fait d'insuffisances structurelles et de l'état des bétons, il est rare de devoir les démolir. Ils peuvent être renforcés par du tissu de fibre de carbone (TFC) mais leur élargissement est délicat. **Caractéristiques à souligner en cas de démolition** : démolition du tablier par partie possible (mais à étudier). Tablier et appuis indépendants. Ferrailage très important.

PONT DALLE PRÉCONTRAINT

Tabliers monolithiques à une ou plusieurs travées continues. Morphologies similaires au P(SI) DA mais portées de travée principale : 18 à 25 m (suivant la coupe transversale). Les dalles sont rectangulaires ou à nervures (larges encorbellements).



Figure 30

Mode de construction :

- construction des fondations et des appuis (idem ponts dalles) ;
- tabliers coulés en place sur cintre ou en sur-gabarit en une seule fois et précontraint en une ou deux phases (coffrage, ferrailage + gaines, passage câbles, bétonnage, délai, première mise en tension câbles, décoffrage, pose des superstructures, deuxième mise en tension des câbles) ;
- à signaler, certaines constructions récentes (rares) par dalle poussée (construction de la dalle sur rive sur « rails », câblage spécial antagoniste de poussage, poussage, et détensions des câbles provisoires.).



Figure 31



Figure 33 : Bétonnage + vue des câbles



Figure 32 : Vues de têtes d'ancrage et du système de vérins de poussage

Pathologie : Plutôt robustes mais peuvent présenter des pathologies liées à la mise en œuvre de la précontrainte (mauvaise injection des gaines, déficits de précontrainte pour les plus anciens) ou de pathologies de bétons (RAG, ou autre). Ils sont difficiles à renforcer et très difficiles à élargir.

Caractéristiques à souligner en cas de démolition : Tablier indépendant des appuis, qui doit être considéré (démoli) sur toute sa longueur (BP<->BA). Précontrainte plus ou moins importante (25 kg à 40 kg/m³) ferrailage passif modéré (80 à 120 kg/m³) sauf aux abouts et sur appuis.

PONT À POUTRES PRAD

Poutres précontraintes par adhérence.

La précontrainte par adhérence est appliquée par une pré-tension des câbles (sur banc de préfabrication) en usine. Portée de 15 à 30 m.

Il existe aujourd'hui une grande variété de formes des poutres qui sont toujours quasiment préfabriquées en usine. L'apparence peut être celle d'un pont dalle dans le cas de poutres jointives. Les plus anciens sont discontinus sur piles ; les plus récents sont rendus continus.



Figure 34

Mode de construction :

- construction des appuis (idem ponts dalles).
- préfabrication des poutres précontraintes en usine (exceptionnellement sur place).
- mise en place des poutres sur appuis par grue, ferrailage et coulage des entretoises de chaînage puis du hourdis (sur dallettes de coffrage perdu).



Figure 35 : Poutres - about



Figure 36 : Coupe transversale type

Pathologie : Ce sont des ouvrages robustes, peu pathologiques. Par contre les poutres de rive sont sensibles aux chocs de poids lourds hors gabarits et certains ouvrages peuvent être tellement endommagés qu'il est nécessaire de les démolir en totalité. Ils sont difficilement élargissables.

Caractéristiques à souligner en cas de démolition : une démolition-enlèvement par paquet de poutres groupées est à conseiller en assurant la stabilité des poutres pendant les transferts et les transports. Précontrainte modérée et ferrailage relativement important (surtout la dalle).

PONT À POUTRES VIPP

Viaduc à travées indépendantes et poutres précontraintes par post-tension.



Figure 37

Les « VIPP » sont les ancêtres des PRAD mais les poutres sont ici préfabriquées sur place et précontrainte par post-tension.

Portée de 30 à 50 m, grande longueur totale des ouvrages (jusque 1 000 m). Ce type d'ouvrage n'est plus réalisé de nos jours mais il en existe un très grand nombre datant des années 60-70.

Mode de construction des piles : les piles, parfois de grande hauteur, peuvent avoir été réalisées, elles-mêmes, en béton précontraint mis en œuvre en plusieurs phases de précontrainte et il faut alors en tenir compte lors de la déconstruction.

Mode de construction du tablier : La préfabrication des poutres est réalisée sur une aire dédiée (coffrage, ferrailage, bétonnage, mise en tension de quelques câbles, libération du coffrage, stockage des poutres). Puis les poutres sont mises en place sur appuis définitifs par grue, hissage ou portique lanceur.

Après coulage des entretoises (qui peuvent être précontraintes), coffrage, ferrailage, bétonnage du hourdis, une deuxième famille de câbles est mise en tension et, le cas échéant, une précontrainte transversale de hourdis. Les plus anciens VIPP sont discontinus sur appuis mais peuvent avoir été rendus continus par leurs gestionnaires.



Figure 38 : Vue câblage et ferrailage poutre



Figure 39 : Coffrage



Figure 40 : Poutre lanceur



Figure 41 : Réalisation du hourdis

Pathologie : Ces ouvrages sont anciens et nombreux sur les réseaux structurants. Bien que de principe assez robuste, ils ont souvent mal vieilli du fait de défauts de précontrainte (injection insuffisante ou mal maîtrisée, précontrainte déficiente), de ferrailage passif parfois inexistant dans certaines zones (talons des poutres, zones d'abouts) ou d'agressions chimiques.

Caractéristiques à souligner en cas de démolition : le phasage de construction des appuis et du tablier est à reconnaître finement afin de se prémunir d'une instabilité du fait de déchargements dissymétriques. Les poutres isolées doivent être stabilisées. La présence de précontrainte dans toutes les directions doit être considérée.

PONT À POUTRELLES ENROBÉES (PPE)



Figure 42

Des poutrelles laminées sont enrobées de béton grâce à un coffrage perdu sur semelles inférieures. La dalle béton est coulée en deux phases ou une seule phase. Portées de 10 à 28 m.

Mode de construction :

- Construction des fondations et des appuis (idem ponts dalles).
 - Tablier : construit sans étaielement : les poutrelles sont grutées sur les appuis puis elles sont raboutées (soudure, boulons suivant technologie). Les coffrages perdus sont mis en place entre les poutrelles, le ferrailage transversal est enfilé, et des coffrages spécifiques de rive sont mis en place. Le tablier est coulé en une ou deux phases.
- L'ouvrage terminé est monolithique. Toutefois les plus anciens ne sont pas continus sur appuis.



Figure 43



Figure 44



Figure 45



Figure 46

À signaler toutefois, l'existence de ponts de technologies ou d'allures similaires :

- Ceux construits dans les années 1930 qui se caractérisent par des poutrelles beaucoup plus espacées que les ponts PPE modernes et qui ne comportent qu'un ferrailage transversal très symbolique : ces ouvrages sont généralement insuffisants vis-à-vis des règlements modernes.
- Quelques rares ouvrages à précontrainte transversale gainée graissée : P(SI)PAP

Pathologie : Sauf pour les ouvrages des années 1930, les ouvrages construits après 1950 ne présentent aucune pathologie spécifique si ce n'est une corrosion très lente des semelles inférieures (non pathologique) ou de très rares problèmes de béton (RAG, ou autre). En fait, ces ouvrages sont très rarement démolis et ils peuvent être élargis assez facilement par ajouts de poutrelles enrobées.

Caractéristiques à souligner en cas de démolition : Fort monolithisme du tablier multi-travées constitué de béton, de poutrelles métalliques et d'un ferrailage important dans le sens transversal.

PONTS BOW-STRING

Figure 47



Nous évoquons ici la famille des ponts bow-string anciens (1920-1960) en béton armé et non les bow-string métalliques récents.

Ces ouvrages sont très répandus surtout au-dessus des cours d'eau du fait de leur faible épaisseur sous chaussée. Portées de 20 à 50 m (pour une seule travée).

Appuis et fondations : Les appuis et fondations sont des parties d'ouvrages massives dont la démolition complète est rarement possible surtout si elle compromet la stabilité des ouvrages connexes (berges, bâtiments, etc.).

Mode de construction du Tablier : La structure comprend deux arcs latéraux liaisonnés chacun (par une culasse) à une poutre tirant. Ainsi le tirant reprend la composante horizontale et on profite d'une poussée d'arc (arc auto-ancré) tout en ayant une descente de charge verticale sur appui. L'ouvrage est monolithique. Le tablier est réalisé par coffrage général sur étaievements (ferraillage, bétonnages par parties).

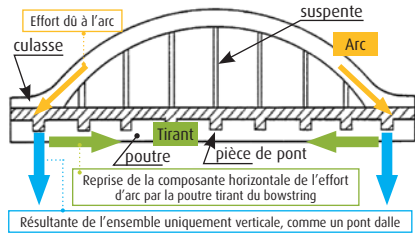


Figure 48



Figure 49

Pathologie : Ce sont des ouvrages robustes qui peuvent, en vieillissant, présenter des pathologies classiques de bétons. Par ailleurs, les hourdis sont généralement insuffisants vis-à-vis des charges actuelles. La largeur utile du tablier est bloquée par les arcs et ces ouvrages ne sont donc pas élargissables. En plus, ils peuvent présenter une insuffisance de capacité portante pour des trafics actuels et/ou les convois exceptionnels. Ces ouvrages assez anciens sont finalement rarement transformés ou lourdement réparés mais le plus souvent démolis.

Caractéristiques à souligner en cas de démolition : monolithisme de l'arc, instabilités potentielles, taux de ferraillage très élevés engendrant des masses volumiques élevées (à prendre en compte si grutage et aussi vis-à-vis des moyens de démolition employés), difficultés de démolir entièrement les culées massives et leurs fondations.

PONT MIXTE [ossature acier + dalle béton]



Figure 50

Les tabliers sont constitués de poutres métalliques reconstituées soudées (PRS) ou de caissons métalliques. La dalle en béton est connectée à l'ossature métallique.

Les travées sont continues.

Portée de 30 à 90 m (si poutres) voire 110 m si caisson ou poutres H variables.

Hauteurs poutres/caissons : 1 à 4 m, élancement courant 1/28°.

Mode de construction :

Appuis et fondations : Les piles, parfois de grande hauteur, peuvent avoir été réalisées, en béton précontraint mis en œuvre en plusieurs phases de précontrainte et il faut alors en tenir compte lors de la déconstruction.

Tabliers : La mise en place de l'ossature métallique et sa forme peuvent être très variées : **grutage** de poutres livrées par tronçon puis grutées sur appuis et assemblées (raboutage + éléments transversaux) ; **lancement** : poutres livrées par tronçons, assemblées sur une aire sur certaine longueur au niveau d'une culée, puis ossature lancée d'une travée et assemblage par tronçons successifs ; hissage sur barge (**voie d'eau**) : arrivée de l'ossature complète (ou presque) et grutage ou hissage sur appuis. Ensuite, le ferraillage est mis en place et la dalle est coulée par plots à l'aide d'un équipage mobile.



Figure 51 : Lancement ossature



Figure 52 : Connecteurs (goujons)



Figure 53 : Équipage mobile pour coulage dalle par plot

Pathologie : Ouvrages robustes. Quelques dalles trop fissurées transversalement pour les premières réalisations.

Caractéristiques à souligner en cas de démolition : S'inspirer du mode de construction. Soit enlever l'ensemble "dalle + ossature" si c'est possible, soit démolir la dalle et puis enlever l'ossature.

PONT À CAISSON PRÉCONTRAIT

Pont caisson à voussoir en béton précontraint.



Portée de 40 à 80 m si hauteur constante, de 50 à 200 m si hauteur variable.



Appuis et fondations : Les piles, parfois de grande hauteur, peuvent avoir été réalisées, en béton précontraint mis en œuvre en plusieurs phases de précontrainte et il faut alors en tenir compte lors de la déconstruction.

Mode de construction du tablier : Il existe une grande variété de types d'ouvrages et de modes de construction mais les deux modes de construction les plus fréquents sont les suivants :



Pont construit par encorbellements successifs : à partir de chaque pile (d'un voussoir sur pile) les voussoirs sont réalisés symétriquement par paire (Figure 54). Ces voussoirs peuvent être soit coulés en place par un équipage mobile, soit préfabriqués puis amenés (grutage, hissage, etc.).

Un câblage de fléau les assemble. L'opération se répète jusqu'à aboutir à ce que les $\frac{1}{2}$ travées des piles successives se rejoignent (Figures 55 et 56) en un voussoir de clavage. Un câblage de continuité de l'ensemble est mis en œuvre.

Pont caisson poussé (Figure 57) : à partir d'une zone en arrière d'une culée est réalisé un tronçon du pont caisson (un certain nombre de voussoirs, assemblés par câblage à ce qui est déjà réalisé), puis le pont est poussé d'appui en appui. Un câblage spécifique à ce poussage est nécessaire. L'opération (coulage-poussage) se répète jusqu'à la réalisation totale.



Pathologie : Il s'agit d'ouvrages en nombres importants dont les pathologies sont presque aussi variées que les typologies d'ouvrages existants. D'une façon générale, pour les ouvrages des années 1970, les pathologies sont liées à une insuffisance de l'estimation de certains effets tels que le fluage, les gradients thermiques, la relaxation des armatures, la diffusion des efforts, etc. Il s'ajoute aussi à ces pathologies des problèmes de réalisation ou de matériaux (injection insuffisante, corrosion des câbles ou attaques chimiques, etc.). Cependant, il est assez rare de les démolir et on cherche plutôt à les réparer (un seul cas de démolition référencé est décrit dans ce guide).

Caractéristiques à souligner en cas de démolition : Complexes à démolir, ils le sont tout autant à déconstruire. Il est important de connaître leur morphologie, le processus de construction et les pathologies.

PONT À CÂBLES

La technique à câbles permet de construire des ouvrages de très grande portée.

On distingue :

Les Ponts suspendus : Autrefois utilisés pour des portées modestes (< 50 m), les ouvrages restant en service aujourd'hui sont de grandes ou très grandes portées. Ces ouvrages ont été supplantés par les ponts à haubans.



Figure 58

Ponts à haubans : Cette technique s'est vraiment développée à partir de 1955. Ces ouvrages peuvent être adaptés à une très grande gamme de portées (à partir de 80 m, plus couramment supérieure à 150 m et beaucoup, plus), etc.



Figure 60

Mode de construction :

Appuis et fondations :

Les pylônes, appuis et fondations sont des ouvrages complexes, massifs qu'il est difficile de démolir en totalité. La connaissance des modes de construction des appuis est utile à la démolition du tablier.

Tabliers

Ponts suspendus : À partir des câbles porteurs, les éléments de la structure du tablier métallique reliés par les suspentes sont mis en place au fur et à mesure puis assemblés. La câblerie (suspentes-câbles) est constamment réglée pendant ces opérations. Le hourdis de la dalle est réalisé par plots (toujours avec un réglage du câblage).

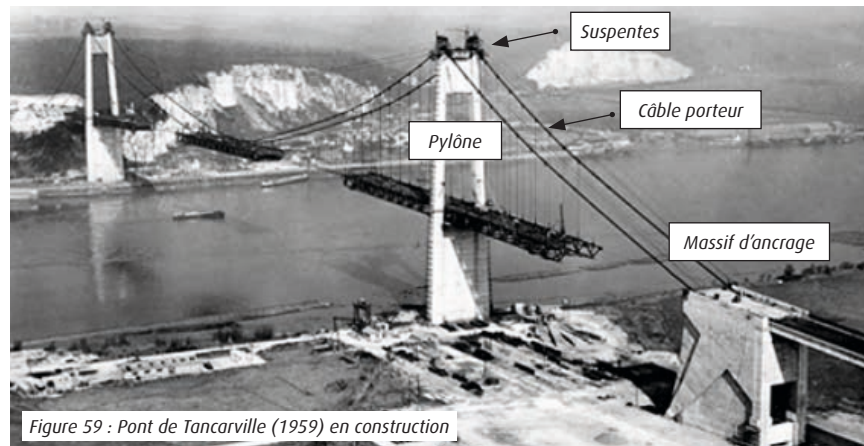


Figure 59 : Pont de Tancarville (1959) en construction

Ponts à haubans : Le tablier est réalisé par éléments symétriquement de part et d'autre de chaque pylône (par encorbellements successifs) et les haubans sont mis en œuvre au fur et à mesure. Le voussoir de clavage réunit l'ensemble de 2 ½ travées.



Figure 61

Pathologies :

Ponts suspendus : Les ponts suspendus sont les plus anciens. On dénote des soucis de corrosion interne des câbles ou des éléments d'attache, et pour certains des soucis de fragilité d'acier notamment des tirants d'ancrages (entre les câbles porteurs et les culées). Ainsi certains ouvrages ont fait l'objet de réparation des tirants voire de changement complet du câblage. Enfin, pour d'autres, leurs caractéristiques ou leur gabarit sont devenus inadaptés au trafic actuel ce qui a conduit à les démolir.

Ponts à haubans : Ce sont des ouvrages beaucoup plus récents, importants et qui sont surveillés étroitement depuis leur construction. Même si les plus anciens, en béton précontraint, souffrent de pathologies similaires à celles des ponts caissons ou de pathologies de câbles connues, à ce jour, aucune démolition n'a été entreprise.

Caractéristiques à souligner en cas de démolition : Une vingtaine de pont suspendus a dû être démolie en France. Le plus souvent, ils sont démolis par déconstruction, à rebours de leur construction. La démolition de la dalle au-dessus de brèches sensibles, la stabilité des pylônes pendant les différentes phases sont les aspects sensibles d'une telle opération. Comme il est souvent très difficile de démolir les appuis en totalité, ce qui rend d'autant plus pertinent la recherche de solutions de ré-emploi.

Pour tous les aspects de terminologie, on se reportera au Dictionnaire de l'entretien routier - Volume 5 : Ouvrages d'art.

2 - Déroulement d'une opération de démolition

2.1 - Étude d'opportunité

Le lancement de l'opération de démolition doit s'appuyer sur une phase préalable que constitue l'étude d'opportunité. Celle-ci, menée par le maître d'ouvrage, doit définir le contexte et les enjeux conduisant à la décision de démolition d'un ouvrage.

Le dossier d'étude d'opportunité doit présenter les arguments techniques et financiers des scénarios envisageables - *statu quo*, réparation et/ou renforcement, démolition - en examinant les aspects suivants :

- coûts d'opération ;
- fiabilité structurelle ;
- contraintes d'exploitation (délais, gêne à l'utilisateur) ;
- contraintes environnementales majeures ;
- gains attendus : durée de vie, usages (modes doux, gabarits, etc.), contraintes et coûts d'entretien.

La démolition d'un ouvrage intervient rarement de façon isolée mais cela peut néanmoins se produire (par exemple, un ouvrage n'ayant jamais été utilisé ou très pathologique). Le plus souvent la démolition fait partie d'un projet d'aménagement ou de réaménagement plus ou moins important.

L'intégration de la démolition dans le projet général se pose de façon différente, mais dépendante, à deux étapes distinctes :

- « avant travaux » : l'étude de la démolition proprement dite et les interactions de la démolition avec le projet d'aménagement et ses différentes phases d'exécution ;
- « marché et travaux » : le lotissement des marchés de travaux et le projet d'exécution de la démolition.

2.2 - Phase études (préliminaires et projet)

La démolition est une étape cruciale d'un projet qui est souvent déterminante sur la faisabilité, l'exploitation et les délais de réalisation. Les principes généraux de démolition sont donc évalués dès les études préliminaires de l'aménagement ; le maître d'ouvrage inclut donc le projet de démolition au programme de son opération et confie les études à sa maîtrise d'œuvre « études ».

2.2.1 - Modalités de conduite de l'étude de démolition

Deux cas de figures principaux peuvent se présenter :

- cas 1 - la démolition représente une simple « ligne » dans le détail estimatif et quelques paragraphes dans le cahier des charges ;
- cas 2 - le projet de démolition fait l'objet d'une étude de démolition, plus ou moins approfondie.

La difficulté réside dans le fait que la plupart des bureaux d'études de génie civil généralistes, ne sont pas en mesure de conduire une étude de méthode complète et détaillée quant à une déconstruction, notamment parce qu'une déconstruction se conçoit à l'aide d'outils, de méthodes et de matériels « d'entreprises ».

Les maîtres d'ouvrage auront intérêt à définir le mieux possible, en amont (au stade du programme), les données essentielles telles que rappelées au paragraphe 2.1 et à distinguer au niveau du cahier des charges de l'étude ou du concours, une « étude de démolition » en définissant leurs attentes ; ceci facilitera la prise en compte de la démolition dans le déroulement de l'étude et si nécessaire l'intégration d'un bureau d'études compétent.

Le maître d'œuvre aura quant à lui la responsabilité de prescrire les investigations complémentaires indispensables à l'issue des études préliminaires ou de l'avant-projet, telles que détaillées dans les paragraphes suivants (cf. § Données nécessaires pour une démolition), sachant que la disponibilité de données détaillées incite en général à un approfondissement des études.

2.2.2 - Niveaux d'approfondissement des études

Une étude de démolition décrit essentiellement les méthodes et les interactions/interfaces avec l'environnement et l'exploitation alors qu'une construction décrit essentiellement le produit « fini ».

Le principe que l'on peut recommander et qui est souvent applicable est le suivant :

- **Au niveau de l'étude préliminaire, une étude de faisabilité** liste et compare les méthodes de démolitions envisageables.

Pour chaque méthode, l'étude de faisabilité porte sur le respect des conditions suivantes, et éventuellement des avantages ou gains sur chacune :

- délais imposés, délais de procédures,
- contraintes d'exploitations,
- possibilités de tri des déchets de la méthode de démolition,
- emprises disponibles et circuits de stockage-tri-évacuation des déchets de démolition,
- résistance de l'ouvrage et parties d'ouvrages en cours de déconstruction,
- conservation intègre de certaines parties d'ouvrage liées au projet (si reconstruction par exemple), notamment des appuis (étude d'opportunité de conservation des appuis),
- engins utilisables (disponibilité) et stabilité,
- contraintes de sites (ouvrages avoisinants, capacités des sols, cours d'eau, etc.),
- sécurité,
- coût estimé de la démolition.

Une analyse multicritères est établie. L'étude propose au maître d'ouvrage une ou plusieurs solutions à retenir.

- **Au niveau projet**, le maître d'ouvrage retient pour le projet au moins une solution de démolition parmi les solutions envisageables. La définition de celle-ci est précisée quant aux aspects réalisation technique, phasage, coûts, impact environnemental.

Dans tous les cas, une attention particulière sera portée à l'estimation des délais de réalisation du projet de démolition intégrant les différents délais d'instruction de procédures réglementaires.

Dans le cas, très fréquent, où la conservation de tout ou partie de l'ouvrage existant est envisagée ; il convient de définir avec précision ce qui fait l'objet de la démolition proprement dite et le niveau de préparation des parties d'ouvrages réutilisées ou laissées en place.

Dans le cas de démolition utilisant des explosifs ou d'autres méthodes impliquant des qualifications spécifiques, le recours à un bureau d'étude spécialisé ou à un maître d'œuvre spécialisé en démolition est recommandé.

S'il s'agit d'une démolition mécanique, la faisabilité est le plus souvent liée aux emprises disponibles, à la possibilité de circulation et à la stabilité des engins de manutention : les catalogues des constructeurs de matériels permettent de vérifier rapidement le respect de ces contraintes.

2.2.3 - Entrants nécessaires au projet

Avant toute étude de démolition, il convient de recueillir un ensemble de données et contraintes, qui sont à annexer au programme du maître d'ouvrage :

- données sur l'ouvrage ;
- données de site ;
- contraintes d'exploitation.

Ces éléments supposés acquis et disponibles avant le démarrage de l'étude, sont listés en détail dans le paragraphe 3 du présent chapitre.

Des diagnostics et compléments d'investigations sont à prévoir par le maître d'œuvre pour compléter les données, en fonction des orientations techniques émergeant lors de l'étude préliminaire. Ils sont à effectuer de manière exhaustive à l'issue des études préliminaires et pendant l'avant-projet :

- diagnostic structurel ;
- diagnostic matériaux et déchets ;
- diagnostics spécifiques à certaines substances dangereuses.

Cependant, pour ce qui concerne les substances dangereuses, il peut être indispensable de démarrer les diagnostics spécifiques (notamment amiante) dès les études préalables, afin de sécuriser l'intervention des agents, usagers, et riverains lors des investigations semi-destructives (ex : carottages pour mesure d'épaisseur, pose de jauges ou capteurs nécessitant d'évacuer localement le revêtement anticorrosion, etc.).

Ces aspects sont détaillés aux paragraphes 4 et 5 du présent chapitre.

2.3 - Phase marchés et travaux

2.3.1 - Modalités de consultations des entreprises et passation du marché

Dans le cas général, il n'y pas lieu d'imposer au marché une méthode de démolition par rapport à une autre, pourvu qu'il soit démontré qu'au moins une méthode permet de respecter les contraintes imposées. Compte-tenu de l'importance des moyens de l'entreprise dans la bonne réalisation des travaux, il est pertinent de rechercher une contractualisation favorisant le dialogue avec les entreprises.

La solution de base de démolition est alors décrite au projet joint au dossier de consultation suivant les modalités exposées ci-avant et toutes les données utiles à la déconstruction, sont jointes au DCE.

Suivant le niveau de difficulté et de criticité de la démolition, celle-ci :

- est intégrée au marché de travaux de l'aménagement ;
- fait l'objet d'un marché séparé.

Les maîtres d'ouvrages et maîtres d'œuvre préfèrent souvent appliquer le premier cas afin de laisser l'unique entreprise titulaire du marché gérer le planning de l'ensemble des travaux. Dans le cas du réemploi des piles et/ou des culées, le choix d'un marché séparé est à éviter.

Dans tous les cas, l'entreprise chargée de la démolition sera spécialisée dans ce type de travaux.

Les entreprises remettent, avec leur offre, une note méthodologique (demande explicite du DCE) qui fait l'objet d'une évaluation en phase de jugement des offres ; cette note méthodologique décrit les principales phases, les méthodes et matériels utilisés. Un ou plusieurs critères de jugement sont associés : la pondération des critères est à caler en fonction du niveau de criticité de la démolition.

(Le chapitre 5 traite plus précisément du DCE d'une opération de démolition.)

2.3.2 - Préparation des travaux - Études d'exécution

La démolition fait l'objet d'un projet d'exécution détaillé qui décrit les méthodes et matériels utilisés et justifient les ouvrages existants (au moment de la démolition, c'est à dire y compris les ouvrages neufs), les ouvrages provisoires éventuels et les ouvrages à démolir, et ce pour les différentes phases des travaux. Ce projet peut être décliné en différentes procédures exhaustives intégrées au Plan d'Assurance Qualité (PAQ). Ces procédures décrivent par phase ou type de travaux tous les aspects : les vérifications de structure et stabilities, les moyens matériels, les moyens humains, les points critiques, les points d'arrêts, les aspects environnement, déchets ; hygiène et sécurité, les durées et le phasage, le processus qualité et les traitements de non-conformité. Ce projet décrit également les interfaces avec les exploitants, gestionnaires de réseaux, etc.

Au titre de sa mission DET, le maître d'œuvre s'assure que les documents produits « sont conformes aux contrats et ne comportent ni erreur, ni omission, ni contradiction normalement décelable par un « homme de l'art ».

Si la vérification de cette conformité implique des « contrôles » (contrôles de notes de calculs, contrôles *in situ*, etc.), le maître d'ouvrage doit inclure cette prestation dans la mission DET du maître d'œuvre ou prévoir une mission complémentaire spécifique. Dans ce cas, le maître d'œuvre assure alors le « contrôle » détaillé de ces documents. Cette mission peut également être confiée à un tiers pour tout ou partie suivant la compétence du maître d'œuvre vis-à-vis, par exemple, de l'emploi de techniques spéciales, etc.

Durant la période de préparation, l'entreprise prouve au maître d'œuvre qu'elle a prévu et réservé les matériels (grues importantes, bigues, autres matériels rares).

Parallèlement, ce projet est soumis au Coordonnateur de la Sécurité et Protection de la Santé (CSPS) (Code du travail, article L4532-2) qui remet son avis au maître d'ouvrage et au maître d'œuvre.

À l'issue ou au cours de cette période, le maître d'ouvrage assure la communication avec le public.

2.3.3 - Conduite des travaux de démolition

Avant démarrage des travaux : l'entreprise et le maître d'ouvrage font procéder aux états des lieux, constats voire instrumentations (suivi des constructions avoisinantes) et fait procéder aux référés préventifs nécessaires.

Pour les chantiers, un coordonnateur SPS intervenant intégré au démarrage du projet (niveau APS) va s'assurer concrètement des règles d'hygiène et sécurité et de la coactivité des entreprises.

De même pour les chantiers importants, il peut être intégré la présence d'un spécialiste (coordonnateur « environnement-déchet », voire d'un maître d'œuvre « amiante »).

Le démarrage des travaux est conditionné à la validation des documents d'exécution (y compris procédures d'exécution).

Des réunions hebdomadaires pilotées par le maître d'œuvre sont assurées avec visite du chantier. Elles permettent de suivre l'avancement, d'assurer un retour d'information, de prévenir, programmer, décider. Un certain nombre d'indicateurs chiffrés peuvent être décidés (planning et ligne rouge du calendrier, respect des contraintes et engagements).

Les règles de gestion des imprévus sont établies et suivies (procédure d'alerte des intervenants).

Le respect des contraintes est suivi.

Points d'arrêt. Nous pouvons conseiller les points d'arrêts suivants :

- visa des documents d'exécution (en phase de préparation) ;
- différentes autorisations d'aménagements et installations d'engins (si terrain préparé, si zones protégées, si planning assuré, si niveau de vibration ou bruit respecté) ;
- différentes autorisations de démolition de parties d'ouvrage (exemple : démolition si mise en œuvre des protections des voies franchies ; sciage si système de récupération d'eau et/ou si dispositif de stabilité en œuvre ; levage si absence de gêne et si dépose prévue ; démolition si tri assuré) ;
- réception partielle de telle ou telle parties conservées.

Le maître d'œuvre doit s'assurer de la réalité et de la pertinence des contrôles intérieurs de l'entreprise. Il peut à cet effet s'entourer des compétences d'un contrôle extérieur des mesures environnementales (respect de la Loi sur l'eau, respect du tri des déchets selon leur nature, respect de la géométrie, respect des niveaux de nuisances, respect des consignes de sécurité vis-à-vis de la stabilité des ouvrages).

À la fin des travaux, il doit être procédé aux opérations préalables à la réception portant sur : la démolition des ouvrages prévus, l'intégrité des parties conservées prévues, l'état des lieux des constructions avoisinantes.

(Le chapitre 5 traite plus précisément de la phase travaux d'une opération de démolition.)

2.4 - Organisation d'une opération de démolition

2.4.1 - Schéma des points clés d'une opération de démolition

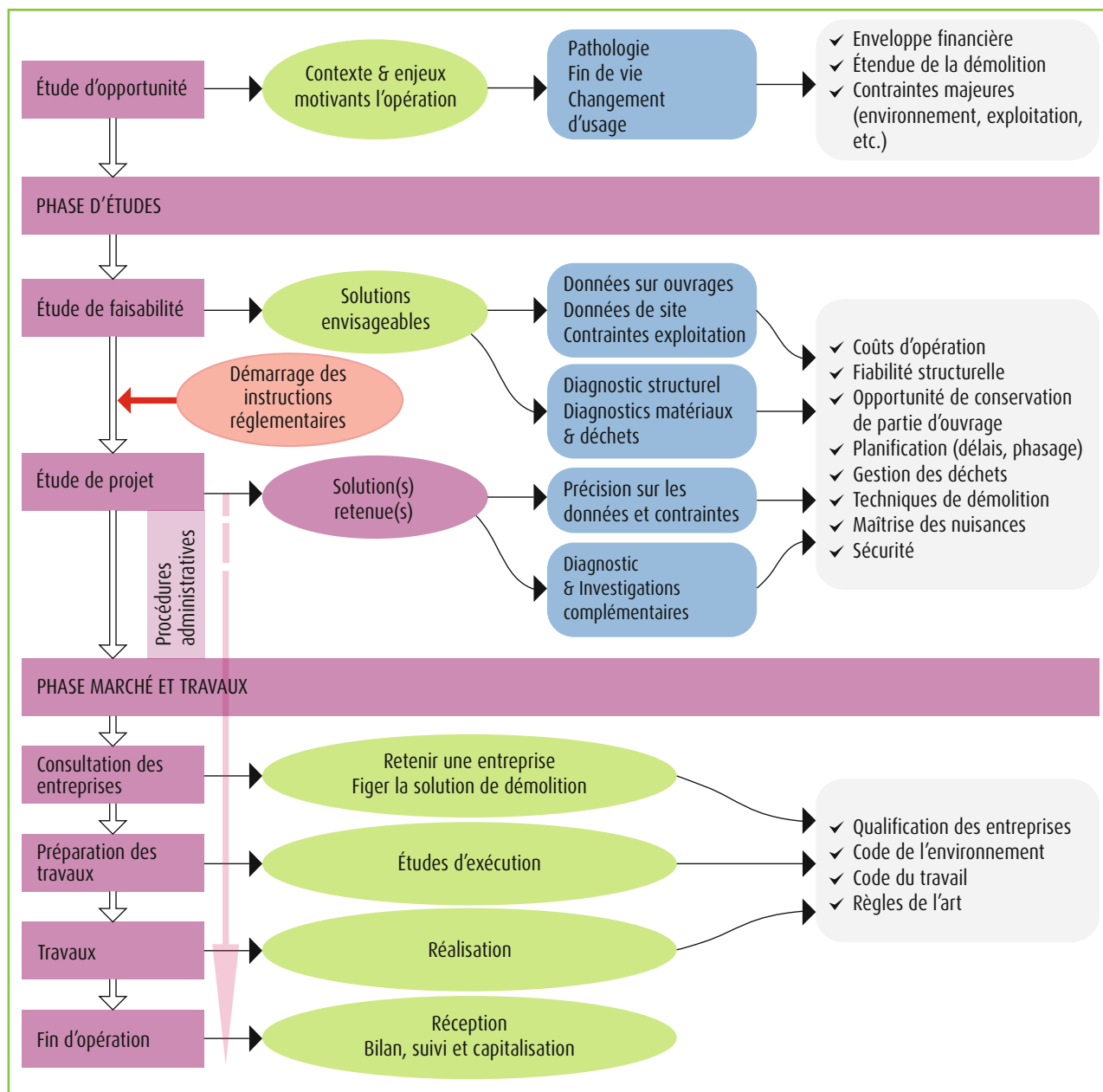


Figure 62 : Schéma des points clés d'une opération de démolition

2.4.2 - Les acteurs d'une opération de démolition de pont

Maître d'ouvrage

Le maître d'ouvrage prend la décision de démolir. Il est le plus souvent le propriétaire de l'ouvrage ou l'ayant droit. Il est le responsable de l'opération de démolition et va conclure un ou plusieurs contrats (éventuellement par l'intermédiaire d'un mandataire) pour réaliser celle-ci.

Rappelons l'article 2 de la loi MOP (*Loi n° 85-704 du 12 juillet 1985 relative à la maîtrise d'ouvrage publique et à ses rapports avec la maîtrise d'œuvre privée*) : Il appartient au maître d'ouvrage, après s'être assuré de la faisabilité et de l'opportunité de l'opération envisagée, d'en déterminer la localisation, d'en définir le programme, d'en arrêter l'enveloppe financière prévisionnelle, d'en assurer le financement, de choisir le processus selon lequel l'ouvrage sera réalisé et de conclure, avec les maîtres d'œuvre et entrepreneurs qu'il choisit, les contrats ayant pour objet les études et l'exécution des travaux.

Le maître de l'ouvrage peut confier à un **mandataire** certaines de ses attributions :

- définition des conditions administratives et techniques de l'ouvrage ;
- préparation, signature gestion du contrat de maîtrise d'œuvre (après approbation du choix par le MO) ;
- approbation des avant-projets et accord sur le projet ; préparation, signature contrat de l'entrepreneur (après approbation du choix par le MO) et gestion du contrat de travaux ;
- versement de la rémunération de la mission de maîtrise d'œuvre et des travaux ;
- réception de l'ouvrage.

Le maître de l'ouvrage peut recourir à l'intervention d'un **conducteur d'opération** pour une assistance générale à caractère administratif, financier et technique.

Le maître de l'ouvrage peut aussi choisir s'adjoindre les services d'un **assistant à maître d'ouvrage** (AMO) qui le conseille ponctuellement ou lui prépare des documents (soit l'équivalent d'un conducteur d'opération ponctuel).

Maître d'œuvre

La mission de maîtrise d'œuvre a pour objet de permettre d'apporter une réponse architecturale, technique et économique au programme du MO.

Une opération de démolition est assimilée à une opération de rénovation d'infrastructure et les missions sont alors distinguées comme suit :

- études de diagnostic et de faisabilité (DIAG) ;
- études d'avant-projets (AVP) ; études de projet (PRO) ;
- assistance apportée au MO pour la passation du contrat de travaux (ACT) ;
- études d'exécution (EXE) (s'il les réalise) ou visa de celles qui ont été faites par l'entrepreneur (VISA) ;
- direction de l'exécution du contrat de travaux (DET) ;
- ordonnancement, le pilotage et la coordination du chantier (OPC) ;
- assistance au MO lors des opérations de réception et pendant la période de garantie (AOR).

Coordonnateur SPS

Le Code du travail prévoit un certain nombre de dispositions concernant la coordination des mesures de prévention pour les opérations de bâtiment et de génie civil (articles R. 4532-1 à R. 4532-98). Ces dispositions sont issues de la loi 93-1418 du 31 décembre 1993 (transposant la directive 92/57/CEE).

Un coordonnateur est missionné par le maître d'ouvrage, qui doit lui donner l'autorité et les moyens d'exercer ses fonctions.

Le Code du travail précise : les obligations du maître d'ouvrage (articles R. 4532-4 à R. 4532-10), les missions du coordonnateur SPS, les conditions et modalités d'exercice de ses missions, les compétences qu'il doit avoir et la formation nécessaire pour acquérir ces compétences (articles R. 4532-11 à R. 4532-37).

Le coordonnateur SPS a pour rôle de veiller : au respect des règles de prévention édictées par le Code du travail, à la sécurité des travailleurs du chantier lui-même, à la sécurité des personnes par l'interdiction d'accès, à la sécurité de ceux qui seront appelés à intervenir ultérieurement sur l'ouvrage.

Sa présence est obligatoire si les conditions suivantes sont réalisées :

- (1) le chantier est clos et indépendant ;
- (2) deux entreprises au moins coexistent ;
- (3) des risques liés à la coactivité doivent être mis en évidence. Pour un chantier de démolition de pont c'est toujours le cas et sa présence est obligatoire.

La coordination de sécurité est organisée en fonction de trois catégories d'opérations (article R. 4532-1).

- <i>Catégorie 1</i> : opérations de plus de 10 000 hommes x jour (soit plus de 80 000 h ou environ 4 M €) avec au moins 10 entreprises pour les opérations de bâtiment ou 5 pour les opérations de génie civil
- <i>Catégorie 2</i> : opérations de plus de 500 hommes x jour (soit 4 000 h ou environ 300 000 €) ou chantier de 30 jours avec un effectif en pointe supérieur à 20 salariés et hors catégorie 1
- <i>Catégorie 3</i> : autres opérations

Les obligations suivantes en découlent :

Catégorie	1	2	3
Principes généraux de prévention	X	X	X
Registre journal, Inspection commune	X	X	X
Dossier d'intervention ultérieur	X	X	X
Plan général de coordination (PGCSPS)	X	X	
Plan particulier de coordination (PPCSPS)	X	X	
Collège interentreprises de sécurité, de santé et des conditions de travail (CISST)	X		

On distingue les missions au niveau des études de l'ouvrage et les missions au niveau de sa réalisation.

Aux trois catégories d'opérations correspondent trois niveaux de compétences de coordonnateurs SPS. Le maître d'ouvrage cherchera un coordonnateur ayant déjà eu une ou des expériences en chantier de démolition d'infrastructures ou de bâtiments.

Bureaux d'études

Des bureaux d'études peuvent intervenir à différents stades :

- en études en amont du DCE pour le maître d'ouvrage ou d'œuvre (au niveau DIAG, AVP, PRO) ;

Il faut prendre en compte, notamment pour établir le planning de l'opération, le fait que les bureaux d'études compétents en démolition de pont sont peu nombreux, et encore moins nombreux pour des démolitions spécifiques telles que la démolition à l'explosif. Ils sont donc peu disponibles.

- en études d'exécution pour le compte du maître d'ouvrage ou du maître d'œuvre (au niveau EXE) ;

Ce n'est pas la pratique en France où les études d'exécution sont confiées aux entreprises. Néanmoins, cette façon de procéder n'est pas à exclure si le processus de démolition est original et unique en son genre.

- en études d'exécution pour le compte des entreprises.

Les entreprises de démolition disposent pour la plupart de compétences historiques internes fortes (bureaux méthodes) d'autant plus que les techniques de démolitions sont intimement liées aux « matériels » utilisés. Par ailleurs, les entreprises peuvent faire appel à des bureaux d'études extérieurs pour des vérifications : de parties d'ouvrages conservées (fondations, élévations), des ouvrages annexes sollicités par la démolition (soutènement ou ouvrages enterrés), des parties d'ouvrage devant être sollicitées pendant la démolition (stabilité des poutres, dimensionnement des dispositifs assurant telle ou telle stabilité, etc.).

Contrôleurs

Le « contrôle technique » de la construction est encadré par la loi du 4 janvier 1978. Le contrôle technique et la fonction de contrôleur technique concernent essentiellement les bâtiments et sont essentiellement liés aux obligations d'assurance décennale. Dans ce contexte il n'y a aucune obligation d'y recourir pour les démolitions de bâtiment et encore moins pour les démolitions d'infrastructures. En outre, il n'existe pas d'agrément spécifique de contrôleur pour cette mission (**Nota** : la fonction de contrôleur répond à des agréments par missions).

Ceci n'exclut pas qu'il faille recourir dans certains cas à un « contrôle extérieur », en phase projet, pour s'assurer de sa faisabilité mais il est préférable, dans ce cas, de ne pas invoquer la notion de contrôle technique qui répond à des normes spécifiques inapplicables dans ce contexte.

De même un « contrôle externe », à charge de l'entreprise, peut être exigé pour le contrôle de certains types d'ouvrages provisoires. Dans ce cas, l'entreprise fait appel à un bureau d'études « tiers » indépendant.

Enfin, dans le cas où le maître d'ouvrage souhaiterait prendre une assurance responsabilité civile pour la durée des travaux, l'assurance peut lui imposer un contrôle spécifique.

Entreprise(s)

Désigné par le maître d'ouvrage après mise en concurrence (selon les différentes modalités prévues par le Code des marchés publics), l'entreprise (ou groupement d'entreprises) est chargée de l'exécution des travaux de démolition dans le respect de son contrat.

L'entreprise doit être compétente, qualifiée et disposer des assurances requises pour l'exécution de l'ensemble de l'opération. Elle doit mettre en œuvre tous les moyens humains, matériels et techniques pour répondre au marché.

Dans le contexte d'une démolition, l'entreprise a par ailleurs un devoir de conseil particulier eu égard à sa compétence et à sa qualification professionnelle.

Institutionnel(s)

➔ Le préfet

Le préfet est habilité à prendre toutes mesures relatives de salubrité, de sûreté et de tranquillité publique pour le département ou sur plusieurs communes. Il ne peut exercer ses pouvoirs vis-à-vis d'une commune qu'après mise en demeure sans réponse du maire.

Son accord est indispensable pour utiliser des **explosifs**. Le préfet de département donne les autorisations d'acquisition des explosifs ; il peut supprimer ou limiter temporairement la délivrance des différentes autorisations d'acquisition (certificat d'acquisition valable au maximum un an ou bon de commande valable trois mois et deux maximum par an).

Il délivre également l'autorisation d'utilisation – dès réception - des explosifs en quantité supérieure à 25 kg ou à 500 détonateurs ; cette autorisation est valable pour deux ans au maximum renouvelable sur cinq ans. Cette autorisation n'est pas nécessaire pour des quantités inférieures sauf si le préfet en décide autrement. Les autorisations d'utilisation dès réception peuvent être retirées par le préfet sans mise en demeure ni préavis.

Le préfet du département est chargé de l'habilitation des personnes responsables de la garde et de la mise en œuvre des explosifs et de leur tir après avoir pris avis des services de gendarmerie ou de police (préfet du domicile des personnels concernés).

Enfin, le préfet coordonne les opérations aux niveaux de la police, de la protection civile, des pompiers et tous les services de l'État éventuellement concernés par l'exécution d'une démolition.

➔ Les services de l'État (DREAL, DDT, etc.)

Ces services interviennent à différentes phases des procédures : délivrance des procédures et autorisations (Loi sur l'eau, ICPE, études d'impact, etc.) et lors de contrôles des autorisations précédentes. Ils interviennent aussi dans la gestion, le transport, et le traitement des déchets.

➔ La municipalité, le Maire

Le maire délivre le permis de démolir si celui-ci est requis (*cf.* chapitre IV). L'intervention des différents services techniques municipaux est aussi souvent nécessaire pour les réseaux publics (éclairage public, réseaux d'assainissement). Le maire est chargé, sous le contrôle du préfet, de l'exercice des pouvoirs de police dans les conditions prévues par les articles L. 2212-1 et suivants du Code général des collectivités territoriales.

La collaboration du maire est donc indispensable pour l'organisation des restrictions de circulation, le recensement des populations à prévenir ou à évacuer (pour la démolition à l'explosif), les nettoyages, la concertation, etc.

➔ Les concessionnaires

Ils sont nombreux à être concernés : distributeurs d'énergies, réseaux téléphoniques et câblés, opérateurs de téléphonie mobile, SNCF, RATP, réseaux urbains (voiries, égouts, etc.), réseaux de gaz industriels, etc.

Ces entités doivent impérativement être informées et consultées par le maître d'ouvrage et son maître d'œuvre en amont de l'opération puis par les entreprises lors des travaux (y compris les entreprises réalisant des sondages) par « déclaration de travaux à proximité de réseaux (DT-DICT) ».

2.4.3 - Opération de démolition : objectifs, moyens et acteurs par étapes

	Étapes	Objectifs et moyens	Acteurs
Opportunité de la démolition	Étude d'opportunité	OBJECTIFS : Définition du contexte et des enjeux conduisant à la décision de démolition d'un ouvrage, et au lancement des études	MOA (+ AMO)
		MOYENS : établissement d'un dossier d'étude d'opportunité, présentant les arguments techniques et financiers des scénarios envisageables: <i>statu quo</i> , réparation et/ou renforcement, démolition	MOA (+ AMO)
Phase études	Étude de faisabilité	OBJECTIFS : recensement et comparaison des méthodes de démolitions envisageables sur la base d'une analyse multicritère. L'étude propose au maître d'ouvrage une ou plusieurs solutions à retenir	MOA (+ AMO)
		MOYENS : établissement d'un dossier d'étude de faisabilité, présentant les solutions techniques envisageables, s'appuyant sur les éléments suivants : <ul style="list-style-type: none"> • Données et contraintes : sur la base du dossier de l'ouvrage, de relevés <i>in situ</i>, d'archives, les éléments suivants sont à recueillir (cf. détails § 3) : <ul style="list-style-type: none"> • données sur l'ouvrage ; • données de site ; • contraintes d'exploitation. • Diagnostics : marché(s) relatif(s) aux diagnostics - réaliser et/ou faire réaliser Les diagnostics doivent être programmés en amont des études préliminaires. Ils sont à compléter parallèlement à l'avancement des études : <ul style="list-style-type: none"> • diagnostic structurel (cf. détails § 4.1) ; • diagnostic matériaux et déchets, notamment dangereux (cf. détails § 4.2). • Investigations : marché(s) relatif(s) aux investigations complémentaires - réaliser et/ou faire réaliser (cf. détails § 4.3) 	+ MOE + BE spécialisés
	Instructions réglementaires	OBJECTIFS : Inscription du projet dans le cadre des instructions réglementaires	MOA (+ AMO)
		MOYENS : Lancement des procédures administratives: Loi sur l'eau, études d'impact, etc. (cf. chapitre IV)	+ MOE
Étude de projet	OBJECTIFS : Choix à l'issue de l'étude de faisabilité d'un parti de démolition, et étude technique fine de la (les) solution(s) envisagée(s) Affichage des objectifs de la MOA relatifs à la gestion des matériaux générés	MOA (+ AMO)	
	MOYENS : réalisation d'un dossier d'étude de projet sur la solution retenue à l'issue de l'étude de faisabilité : <ul style="list-style-type: none"> • étude techniquement détaillée sur la solution ; • complétude des données et contraintes, diagnostics et investigations ; • maîtrise des nuisances. ⇒ Procédures administratives : poursuite et complétudes des procédures administratives (dossier Loi sur l'eau, information des riverains, arrêtés, etc.) pour être calé en amont de la consultation des entreprises. ⇒ Diagnostics et Investigations complémentaires : à compléter	MOE + BE spécialisés	

	Étapes	Objectifs et moyens	Acteurs
Phase marché & travaux	Dossier de consultation des entreprises (DCE) Analyse des offres	OBJECTIFS : retenir l'entreprise la « mieux-disante », figer définitivement la solution de travaux de démolition dans ses détails	MOA (+ AMO)
		MOYENS : établissement d'un dossier de consultation des entreprises, éventuellement ouvert à variante (cf. chapitre V) La solution retenue à l'issue du projet peut être présentée soit en solution de base contractuelle (bordereau 1), soit en solution indicative (bordereau 2) Le DCE doit : <ul style="list-style-type: none"> • imposer à l'entreprise la remise d'une note méthodologique détaillée (phases, méthodes, matériels utilisés, délais, nuisances, impact sur les riverains et/ou les conditions d'exploitation) ; • définir les critères de choix des offres des entreprises (coût, technique, délai, gêne, déchet-environnement). Mise au point du marché : il s'agit de figer la solution de démolition dans ses détails et rendre contractuel les engagements de l'entreprise	MOE
	Période de préparation	OBJECTIFS : établissement de tous les documents d'exécution et de méthode relatifs à la démolition, réalisation des contrôles des documents et obtention des visas, avant le démarrage des travaux	MOE (visas) ENTREPRISES
		MOYENS : Réalisation d'un constat état initial du site, du bâti environnant, des ouvrages à démolir et conservés Établissements des documents d'exécution (plans, notes de calculs et modes opératoires) pendant la période de préparation (en cours d'exécution, il est trop tard pour déceler et résoudre un problème) Définition des dispositions pour la sécurité des personnes, la gestion des déchets	AMO MOE ENTREPRISES CSPS
	Travaux	OBJECTIFS : mise en œuvre des documents d'exécution approuvés	MOE
		MOYENS : Contrôles de la bonne réalisation des procédures de démolition, et du respect des documents d'exécution visés. Convenances, point d'arrêt, surveillance et réceptions partielles des parties à conserver Suivi du respect des engagements quant au site, constructions et réseaux avoisinantes et à l'environnement, suivi et contrôle la bonne gestion des matériaux et des déchets (respect du SOPRE, du code du travail) Sécurité des personnes	MOE + AMO ENTREPRISES CSPS
	Fin d'opération	OBJECTIFS : réception de l'opération, vérification du respect des engagements	MOA / MOE
		MOYENS : (cf. chapitre VI) Réception des travaux de démolition (site, bâti, ouvrages conservés) Bilan des quantités de déchets et de leur gestion Capitalisation des connaissances Solde du marché	MOE + ENTREPRISES +MOA

Figure 63 : Tableau objectifs, moyens et acteurs par étapes

2.5 - Gestion des déchets intégrée au projet

Tous les intervenants à l'acte de construire / déconstruire sont, sans exception, concernés et impliqués dans la gestion des déchets. En conséquence, les maîtres d'ouvrage, les maîtres d'œuvre, les entreprises et industriels font partie d'une « chaîne économique et technique » où la formation et l'information tiennent une place essentielle. C'est à l'ensemble de cette chaîne que revient la responsabilité de gérer la réduction à la source, le tri, le traitement et l'élimination des déchets, d'en assurer la traçabilité ainsi que de former et d'informer l'ensemble des acteurs de la filière.

Si la problématique des déchets n'est pas abordée dès l'élaboration de la proposition, la prise en compte de cette démarche et son impact sur l'organisation du chantier peuvent avoir une incidence financière importante.

L'ensemble des indications portées ci-après s'appuient et s'inspirent très largement des documents suivants :

- « Guide de recommandations pour les maîtres d'ouvrages et pour les maîtres d'œuvre - extrait du Plan départemental de gestion des déchets du BTP » (§ 4) (<http://www.dechetsbtp-limousin.org/>) ;
- « Les déchets du BTP / Chartes de bonnes pratiques - Marchés publics - Prescriptions types » (disponibles sur le site <http://www.orne.equipement-agriculture.gouv.fr> - rubrique Gestion des déchets).

Il est toutefois important de souligner qu'en matière de déchets, il existe un risque lié à la découverte de **nouvelles problématiques** suivant les évolutions de la connaissance des produits et de leurs effets sur la santé ou l'environnement. Ces évolutions conduisent à des évolutions constantes de l'approche technique et de la réglementation.

2.5.1 - Les acteurs pour la gestion des déchets du projet

Maître d'ouvrage

Le maître d'ouvrage joue un rôle central car il est responsable de l'opération de démolition et a différentes obligations en matière de protection de la santé des risques professionnels. Tout au long de l'opération et avec l'assistance de son coordonnateur SPS, il analyse les risques et prend les mesures appropriées.

Il appartient donc au maître d'ouvrage, en tant que « producteur de déchets », de définir la nature et la quantité des composants de l'ouvrage à démolir aussi précisément que possible. Il lui est recommandé, lors de la programmation de l'opération, de réaliser ou faire réaliser un « diagnostic déchets » de l'ouvrage à démolir (ce diagnostic est de toute façon obligatoire avant travaux).

Le maître d'ouvrage :

- **fournit** aux entreprises l'ensemble des informations techniques nécessaires à la bonne réalisation du chantier: audit préalable des ouvrages, du site, liste des installations d'accueil des déchets, etc. ;
- **intègre** dans son programme la réduction à la source des déchets du BTP et des prescriptions environnementales comprenant la gestion des déchets ;
- **exige** que la proposition de l'entreprise fasse apparaître de manière bien individualisée le coût de gestion des déchets ainsi que le mode opératoire envisagé pour leur gestion ;
- **prévoit**, dans son enveloppe d'opération, les moyens financiers nécessaires pour permettre aux entreprises de gérer leurs déchets conformément à la réglementation en vigueur, dans les conditions technico-économiques et locales du moment. Il doit également prévoir un suivi du respect des prescriptions.

Aussi, le maître d'ouvrage précise aux professionnels du BTP (maître d'œuvre, intervenants, entreprises, etc.) ses exigences en matière de traitement et d'élimination des déchets. Il les informe également que l'intégration des recommandations et prescriptions du maître d'ouvrage dans les offres formulées par chacun d'eux est nécessairement un critère de choix. *In fine*, il s'assure que les moyens financiers alloués sont suffisants.

Il appartient au maître d'ouvrage d'inciter les entreprises à prendre en compte les nouvelles conditions de gestion et d'élimination des déchets, et à rechercher dès le départ, les solutions respectueuses de la réglementation les plus économiques, en exigeant que la proposition de l'entreprise fasse apparaître de manière bien individualisée le mode opératoire envisagé pour la gestion et l'élimination des déchets de chantier, ainsi que le coût correspondant.

Il doit prévoir de donner aux entreprises du BTP, les moyens, notamment financiers mais également en terme d'organisation et de délai leur permettant de gérer les déchets de chantier en respectant la législation relative à la protection de l'environnement.

Ceci peut se faire dans le cadre des responsabilités contractuelles et notamment suivant les documents généraux comme la norme AFNOR NF P 03-001. **Le transfert de responsabilité en matière de gestion des déchets de la maîtrise d'ouvrage aux entreprises est ainsi possible à la condition que les clauses relatives aux déchets soient précisées.**

Maître d'œuvre

Le maître d'œuvre a la responsabilité de mettre en œuvre les techniques appropriées à une bonne gestion des déchets.

Le maître d'œuvre :

- **optimise** le projet afin que son impact en terme de déchets produits soit minimisé : préférence des produits et techniques les moins nocifs pour l'environnement, calepinage, mouvements de terre, choix des dépôts définitifs, etc.
- **intègre** les recommandations de la maîtrise d'ouvrage dans les documents contractuels de marché de travaux ;
- **prépare** et organise le chantier en liaison avec les entreprises. Cette organisation doit notamment prendre en compte les modalités de déconstruction, les possibilités de tri sur le chantier, les filières de valorisation ou élimination, les coûts qui en résultent, etc.

Le maître d'œuvre a aussi, parmi ses objectifs, de réaliser une **mission de coordination « déchets »**. Cette mission qui peut être « complémentaire » ou incluse dans les missions générales doit être précisée à son cahier des charges. Elle consiste à :

- appliquer les dispositions du Schéma d'Organisation et de Suivi de l'Élimination des Déchets de chantier qui concernent la maîtrise d'œuvre, selon les engagements de la maîtrise d'ouvrage. Ces dispositions consistent à transcrire dans les pièces de marché la prise en compte des déchets, en y insérant des clauses contractuelles ;
- proposer des critères de sélection des entreprises qui intègrent la prévention et la gestion des déchets, puis sélectionner l'entreprise ;
- assurer le suivi de la mise en œuvre des engagements de l'entreprise (notamment traçabilité avec remise de bordereaux, paiement contre justification) ;
- réaliser un bilan de l'opération.

Coordonnateur SPS

Il est désigné par le maître d'ouvrage, et est présent dans toutes opérations où interviennent plusieurs entreprises ou travailleurs indépendants. Les engagements du coordonnateur SPS doivent rejoindre ceux de la maîtrise d'œuvre.

Le chantier étant soumis à un tri sélectif des déchets, le coordonnateur devra :

- **participer** au choix du mode de tri du chantier en fonction des filières de traitement et de valorisation existante ;
- **définir** les sujétions liées à ce tri sélectif, en particulier au niveau du **PGCSPS** ;
- **réaliser** également les plans d'installation de chantier en définissant à chaque étape les zones de stockage possibles, conjointement avec la maîtrise d'œuvre ;
- **organiser** la gestion des déchets de chantier qui devra être mise au point et arrêtée avec les entrepreneurs à l'issue de la période de préparation du chantier ;
- **faire respecter**, pendant la durée des travaux, les consignes et obligations de tri et proposer au maître d'œuvre les pénalités par infraction constatée.

Entreprises

Les entreprises sont responsables de la gestion des déchets devant le maître d'ouvrage :

- **elles ont en charge** la gestion, l'élimination et la valorisation des déchets suivant la réglementation en vigueur ;
- **elles proposent** et mettent en œuvre les solutions techniques permettant à la fois de répondre aux prescriptions du maître d'ouvrage et d'assurer une gestion optimisée des déchets ;
- **elles appliquent** les réglementations en vigueur (et doivent donc en avoir une bonne connaissance) ;
- **elles doivent** identifier les coûts liés à ce poste, les intégrer à l'offre et prévoir un suivi des déchets.

2.5.2 - Déchets de démolition : objectifs, moyens et acteurs par étapes

	Étapes	Objectifs et moyens	Acteurs
Opportunité	Étude d'opportunité Volet déchets	OBJECTIFS : prendre en compte la politique du maître d'ouvrage relative aux déchets et au développement durable	MOA (+ AMO)
		MOYENS : revue des données bibliographies et documentaires sur les déchets potentiels de l'opération, charte développement durable et déchets Valorisation comparative des différentes solutions	MOA (+ AMO)
Phase études	Étude de faisabilité Volet déchet	OBJECTIFS : identification et quantification des déchets pouvant être générés par l'opération Évaluation des modalités de gestion envisageables, privilégiant la valorisation et le réemploi Identification des procédures réglementaires spécifiques et identification des besoins d'investigation ou de reconnaissance supplémentaires	MOA (+ AMO)
		MOYENS : réalisation d'une étude préalable sur le volet déchets comportant 3 niveaux d'investigations (cf. détails § 4) <ul style="list-style-type: none"> • recensement des matériaux constitutifs de l'ouvrage • diagnostic déchets : localiser, identifier et caractériser les matériaux, proposer et définir les modalités de gestion envisageables, notamment pour les déchets dits dangereux • diagnostics réglementaires spécifiques à certaines matières dangereuses (amiante, plomb, termites) 	+ MOE + BE spécialisés
	Étude de projet Volet déchets	OBJECTIFS : Choix des modalités de gestion des déchets , indications détaillées sur déchets générés et sur les filières de gestion envisagées Affichage des objectifs de la MOA relatifs à la gestion des matériaux générés et rappel des responsabilités de chacun des acteurs	MOA (+ AMO)
		MOYENS : précisions et compléments du diagnostic déchets <ul style="list-style-type: none"> • localisation, identification et caractérisation fines des matériaux (cf. § 6.1) • identification des filières de gestion (cf. § 6.2) • <u>Diagnostiques déchets</u> : à compléter 	MOE + BE spécialisés
Phase marché & travaux	Dossier de consultation des entreprises (DCE) Analyse des offres	OBJECTIFS : contractualiser les objectifs de la MOA pour la gestion des déchets générés par l'opération	MOA (+ AMO)
		MOYENS : Intégrer la gestion des déchets dans les pièces de(s) marché(s) Définir des critères de choix des offres des entreprises intégrant les volets « Développement Durable et Déchets » Intégrer les clauses de pénalités en cas de dégression Amiante : si présence d'amiante, le MOA doit rédiger un PGC-SPS	MOE MOA
	Période de préparation	OBJECTIFS : définition des dispositions du SOSED , et approbation des dispositions, avant le démarrage des travaux	MOE (visas) ENTREPRISES
		MOYENS : Élaborer un Schéma d'Organisation et de Suivi de l'Élimination des Déchets de chantier (SOSED) préparatoire relatif aux déchets de déconstruction de l'ouvrage et aux déchets des entreprises Assurer la traçabilité des matériaux réemployés, et des déchets valorisés et/ou éliminés Procédures spécifiques déchets dangereux: Assurer les filières = Certificat d'acceptation préalable pour les Déchets Dangereux + Pour l'amiante (Plan de retrait, visa de la Caisse d'Assurance Retraite et de la Santé Au Travail (CARSAT), formation amiante)	MOE ENTREPRISES CSPS
	Travaux	OBJECTIFS : mettre en place et assurer le respect des dispositions définies dans le SOSED	MOE
		MOYENS : mettre en application le SOSED Former les acteurs intervenant sur le chantier Suivre et contrôler la bonne gestion des matériaux et des déchets	MOE + AMO ENTREPRISES
Fin d'opération	OBJECTIFS : contrôle <i>a posteriori</i> du respect des engagements, organisation du suivi de la traçabilité	MOA / MOE	
	MOYENS : (cf. chapitre VI) Évaluation de l'efficacité de l'opération de déconstruction vis-à-vis des quantités déchets réellement générés, et de la mise en œuvre des modes de gestion Procédure d'archivage pour le suivi des déchets dangereux (le MOA reste responsable) Capitalisation des connaissances	MOE + ENTREPRISES + MOA	

Figure 64 : Tableau objectifs, moyens et acteurs par étapes (volet déchets)

3 - Données et contraintes - Site et enjeux

Comme pour tout projet d'infrastructure, il est nécessaire de recueillir un ensemble de données et contraintes suffisamment complet pour pouvoir étudier finement les solutions pouvant répondre le mieux à la problématique posée.

Si l'aspect structurel de l'ouvrage est une donnée importante pour le projet de déconstruction/démolition, l'environnement de l'ouvrage et sa cinématique de construction sont des aspects qui peuvent être tout aussi impactants.

Il convient donc de recueillir les éléments propres à l'ouvrage, mais également les éléments liés à son environnement et son fonctionnement.

Avant toute étude de démolition, on suppose acquis et disponibles les éléments suivants annexés au programme du maître d'ouvrage.

3.1 - Données sur l'ouvrage

Ces éléments peuvent être obtenus à partir de documents d'archives (récolement), de rapports d'inspections et d'investigations réalisées au cours de la vie de l'ouvrage, de visites *in situ*, d'investigations complémentaires :

- **matériaux constitutifs de l'ouvrage** : l'ensemble des matériaux constitutifs de l'ouvrage devra être connu pour évaluer les volumes de matériaux/déchets générés, et pour déterminer l'éventuelle présence de matériaux pouvant présenter un risque pour la santé et l'environnement. Ces entrants alimenteront le diagnostic de matériaux générés par l'opération de démolition ;
- **données structurelles** : plans et notes de calcul (ou de recalcul) des ouvrages à démolir ; si ces documents ne sont plus disponibles, un relevé de géomètre portant sur l'implantation de l'ouvrage et un relevé des principales dimensions et caractéristiques (degré de corrosion, d'altération, relevé de ferrailage, tension-état-section des aciers de précontrainte) doit être réalisé ;
- cinématique de construction.

Des données plus fines et précises peuvent être nécessaires au diagnostic structurel et au choix des matériels et engins de démolition :

- relevés détaillés des dimensions des éléments porteurs et des poids des superstructures de l'ouvrage à démolir ; cette précaution peut s'avérer indispensable même si l'on dispose de plans afin d'éviter toute mauvaise surprise sur les poids et dimensions lors de la manutention de parties d'ouvrages ;
- relevés détaillés des ouvrages métalliques (cas où le « dé lancement » d'un ouvrage métallique est envisagé) ; dans le cas où des plans sont disponibles, il s'agira d'une simple confirmation des indications portées sur les plans dans la mesure où les documents d'exécution anciens ne sont pas toujours très fiables, etc. ;
- caractéristiques des matériaux (résistance des bétons, caractéristiques des aciers, matériaux composites, etc.), relevés (ou vérification) des câblages pour les ouvrages précontraints.

État de l'ouvrage : rapports d'inspections ou d'expertises des ouvrages, (tablier, appuis, fondations, etc.) pour l'évaluation et la description des éventuelles pathologies.

Ces éléments alimenteront le diagnostic structurel :

- **historique des travaux** de construction, d'entretien, de réparation sur l'ouvrage ;
- **recensement des réseaux** présents sur ouvrage et sur la zone d'étude.

3.2 - Données de site

Si l'aspect structurel de l'ouvrage est une donnée importante pour le projet de déconstruction, l'environnement de l'ouvrage est un aspect tout aussi impactant sur l'élaboration du projet.

3.2.1 - Contraintes d'emprises

Comme pour tout chantier, il convient d'étudier :

- les accès, notamment pour certains engins spécifiques (grues, barges, etc.), franchissement provisoire en phase travaux, etc. ;
- les zones d'installation de chantier possibles ;
- les zones d'implantation, de circulation, de manutention des matériels et engins ;
- les zones de stockage des matériaux générés, avec plateforme de tri.

Un relevé topographique précis sur une zone d'étude suffisamment étendue est nécessaire ; il devra préciser l'implantation de l'ouvrage dans son environnement, ainsi que l'implantation des constructions et des réseaux.

Une attention particulière sera portée à la présence de talus, terrains en pente, soutènements, etc. à proximité desquels la stabilité des engins de manutention sera à vérifier.

3.2.2 - Contraintes d'environnement

L'environnement de l'ouvrage est à considérer au sens large du terme, sans se limiter au milieu naturel.

Milieu naturel

La présence de cours d'eau, de zones à enjeux environnementaux, etc. impliquera une étude d'impact, associée le cas échéant à une instruction répondant à la « Loi sur l'eau ». Ces études et procédures fourniront les recommandations et obligations concernant les mesures conservatoires et/ou compensatoires à prendre en compte. Ces procédures et études requérant un délai important, il convient de les planifier suffisamment en amont pour disposer des entrants pouvant impacter les choix techniques.

Dans le cas spécifique d'une voie d'eau impactée par le projet, la procédure Loi sur l'eau nécessitera une instruction plus ou moins longue (selon les rubriques de la procédure auxquelles se rattachent les travaux envisagés). La correspondance des travaux avec ces rubriques est à caler avec l'autorité assurant la police de l'eau et l'instruction du dossier, la Mission Inter-Services de l'Eau et la Nature (MISEN) (cf. chapitre 4 procédures administratives). Pour exemple, les contraintes imposées au chantier peuvent être :

- des périodes de travaux imposées pour les occupations du lit mineur et majeur (éviter l'étiage pour des raisons de reproduction piscicole, éviter les périodes de plus hautes eaux pour éviter d'augmenter le risque de crues) ;
- ne remblayer que partiellement le cours d'eau (procéder par phases), et avec des matériaux déterminés ;
- assurer la « submersibilité » des remblais ;
- éviter tout rejet ou pollution.

La nature des sols, et la présence éventuelle de spécificités géologiques, impliqueront une mission spécifique (géologique/géotechnique) pour notamment caractériser la portance des sols vis-à-vis des engins et matériels requis pour les solutions envisagées. En cas de terrassement, la caractérisation des sols est à mener pour déterminer la présence ou non de pollution de ceux-ci.

Constructions avoisinantes et réseaux

Le respect de l'intégrité des constructions, ouvrages et réseaux présents sur la zone d'étude peut impacter le choix ou l'utilisation de certains engins et matériels, voire empêcher l'utilisation de grues mobiles ou d'autres engins de chantier.

L'intégrité des constructions avoisinantes sera à assurer vis-à-vis des vibrations pouvant être produites par des techniques de démolition utilisant l'explosif, ou produisant des vibrations plus ou moins importantes (canalisations, activités industrielles sensibles, etc.), des charges pouvant être apportées par la circulation ou le positionnement d'engins et matériels en phase travaux, des aires de manipulation de certains engins (survol, gabarit à respecter, etc.). Certaines techniques envisagées peuvent être limitées, et le panel d'engins utilisable réduit, pour respecter cette intégrité des constructions (méthode explosif, Brise Roche Hydraulique (BRH) de plus faible puissance, etc.).

Activités humaines

La présence humaine ou l'activité humaine imposera bien sûr de limiter les nuisances sonores, les vibrations, la pollution de l'air, et d'assurer des cheminements.

3.3 - Contraintes d'exploitation

Sur un ouvrage existant, les contraintes d'exploitation sont des données fortes du projet de déconstruction. Toute intervention sur l'ouvrage va impacter le fonctionnement des voies et réseaux portés et franchis qui peuvent être de nature très différentes (route, cours d'eau navigable, voie ferrée, gazoduc, etc.).

La prise en compte des contraintes d'exploitation permet de cadrer leur impact financier (mesures compensatoires, mesures en phase travaux, signalisation, déviation, etc.), et leur impact en terme d'organisation (phasage des travaux compatible avec les contraintes d'exploitation, etc.).

En préalable au projet de démolition, il convient de recueillir auprès de tous les gestionnaires concernés, les contraintes d'exploitation afférentes à leurs réseaux (et éventuellement les latitudes quant à celles-ci).

Les coûts induits par les contraintes d'exploitation (déviation, ralentissements, coupures, pertes d'exploitation, etc.) doivent être chiffrés et intégrés au coût du projet. Tous les éléments nécessaires seront à recueillir auprès des gestionnaires afin de caractériser qualitativement et quantitativement chacune des solutions envisageables.

Interactions avec les gestionnaires et exploitants de voies

Les interactions avec l'exploitation des voies franchies ou du franchissement sont multiples, et il est difficile d'être exhaustif, mais c'est un sujet qui conditionne les techniques applicables, voire la faisabilité, et les coûts.

Les réflexions intégreront toutes les infrastructures de transport situées dans le périmètre d'influence des travaux (voies ferrées, tramway, métro, etc.).

Les contacts avec les exploitants, qui doivent se faire **le plus en amont possible**, font partie des étapes clés de tout projet de démolition ; le maître d'ouvrage intègre alors tout ou partie des contraintes d'exploitation au programme de son opération. Par la suite, le maître d'œuvre affine le phasage de la démolition en relation avec les exploitants et le maître d'ouvrage.

La continuité de l'exploitation des voies circulées peut nécessiter la réalisation d'ouvrages provisoires dont l'implantation doit rester compatible avec toutes les contraintes de la démolition (et au-delà de la réalisation de l'aménagement).

Les gestionnaires de voies présentes dans la zone d'étude seront notamment interrogés sur les données suivantes : trafic, maintien de circulation, restrictions, coupures possibles, réduction de gabarits, déviations provisoires, mesures de sécurité en phase travaux, contraintes SNCF. Sur certaines voies (ferrées ou voies d'eau), les créneaux d'interventions peuvent être à programmer environ trois ans à l'avance !

Nota : Sur un plan technique, la fermeture de l'exploitation des voies franchies lors de la déconstruction est recommandée ; cela peut paraître évident mais ne l'est pas toujours notamment lorsqu'un « dé lancement » est envisagé. Dans ce cas, les phases de fermetures de l'exploitation peuvent se limiter aux périodes pendant lesquelles l'ouvrage est en mouvement ; si l'ouvrage se trouve en porte-à-faux mais à l'arrêt, l'exploitation peut reprendre si l'équilibre statique et la résistance ultime de la structure sous l'effet de son poids propre et du vent sont assurés suivant les normes en vigueur. *A priori*, toute circulation à proximité de pièces en mouvement est à proscrire.

Spécificités sur les contraintes d'interactions avec certaines voies

- **Voies ferrées** : il faut caler les périodes d'intervention et les modalités avec l'exploitant. Sur certaines voies très circulées (dont les LGV) il faut réserver des créneaux **trois ans à l'avance**.

Le respect de ces créneaux est crucial. S'il y a perturbation du trafic, l'exploitant en fera porter la responsabilité financière sur le maître d'ouvrage. Si ces créneaux ne sont pas suffisants, les créneaux suivants seront à recalculer deux ans après, etc. Il faut donc se garantir une marge sur ces phases dans la planification de l'opération (marge au planning) et une sécurité quant à la réalisation des travaux (matériels et équipes de secours). Les pénalités du CCAP doivent être bien adossées à ces risques de même que les dédommagements de l'exploitant).

Les modalités d'intervention possibles amènent souvent à des phases très courtes de travaux qui imposent des choix techniques de démolition-déconstruction. De même la présence de caténaires, interdira certains types de matériels.

- **Voies navigables** : afin de permettre la maintenance et les travaux sur ouvrages, les voies navigables sont soumises à des périodes dites de « chômage ». Ces périodes sont programmées **deux ans à l'avance** (suivant une pré-programmation sur 10 ans) sur les cours d'eau internationaux (Rhin, Moselle, Meuse, Lys, Escaut.). Il faut donc se renseigner auprès de VNF sur ces périodes de chômage et caler ses travaux sur ces périodes. Les durées de chômage sont variables suivant les voies et les travaux programmés. Elles peuvent aller de 10 jours pour les voies à grand gabarit (parfois une année sur deux) à des durées de l'ordre de 1 mois et plus pour les voies « petit gabarit » peu fréquentées. Les pénalités du CCAP doivent bien intégrer ces risques (et intégrer les dédommagements répercutés par l'exploitant).

S'il en est besoin, les conditions de navigation peuvent être aménagées : limitation des vitesses des bateaux, restriction des passes navigables. Il faut là encore les définir bien en avance, car elles doivent faire l'objet de signalisation et d'informations. Des travaux de protections des ouvrages provisoires de chantier (échafaudages, appuis provisoires, etc.) peuvent être nécessaires. Ces travaux sont très coûteux et sont à étudier dès l'étude de faisabilité.

- **Routes** : les contraintes imposées par une route franchie dépendent beaucoup de l'importance de la route. De l'autoroute à la voie communale (suivant les possibilités de déviation) les cas de figure sont multiples. Les contraintes porteront sur : les périodes de fermeture à la circulation de la voie franchie, les travaux de restriction des voies (pour accès aux piles en terre plein central (TPC) ou autres, les modalités d'intervention, le maintien de certaines circulations (véhicules d'urgence, piétons, etc.).

Interactions avec les gestionnaires de réseaux

Le maître d'œuvre doit définir le périmètre d'influence des travaux. La localisation des réseaux conditionne les délais d'intervention, les implantations d'ouvrages provisoires, définitifs ou d'engins de manutention mais également l'emploi de techniques créant des vibrations.

Le relevé sommaire des réseaux existant doit être réalisé en amont de l'opération et être joint, autant que possible au programme de l'opération. Par la suite, ce recensement est complété (par enquête DICT et visite-relevé sur place) à l'issue des études préliminaires ou de l'avant-projet en fonction de l'orientation des études.

La continuité de l'exploitation des réseaux peut nécessiter la réalisation d'ouvrages provisoires dont l'implantation doit rester compatible avec toutes les contraintes de la déconstruction (et au-delà, de la réalisation de l'aménagement).

Les gestionnaires de réseaux seront interrogés sur les contraintes suivantes (non exhaustive) : coupures ou déplacements, gabarits particuliers (phase travaux, phase définitive), impact économique éventuel (*), etc.

(*) Suivant la nature de l'opération : entretien ou investissement, le coût des travaux est à la charge du concessionnaire ou du maître d'ouvrage. Si le coût des travaux de déplacements de réseaux est à la charge du concessionnaire (par exemple dans le cas du remplacement d'un pont vétuste), le concessionnaire doit être informé très en amont de l'occurrence de l'opération afin de programmer les dépenses correspondantes.

4 - Investigations et diagnostic à mener

Suivant les orientations techniques, des compléments d'investigations sont à prévoir par le maître d'œuvre de manière exhaustive, après les études préliminaires et lors de l'avant-projet.

Cependant pour ce qui concerne les substances dangereuses, il peut être indispensable de démarrer les diagnostics spécifiques (notamment amiante) dès les études préalables, afin de sécuriser l'intervention des agents, usagers, et riverains lors des investigations semi-destructives (ex : carottages pour mesure d'épaisseur, pose de jauges ou capteurs nécessitant d'évacuer localement le revêtement anticorrosion, etc.).

4.1 - Diagnostic structurel

Le projet de déconstruction d'un ouvrage existant doit s'appuyer sur un diagnostic structurel de l'ouvrage, notamment si l'opération envisage la conservation voire la réutilisation de certaines parties d'ouvrage :

- **tablier** : la nature et l'état du tablier de l'ouvrage peuvent peser sur les solutions techniques proposées pour le projet de déconstruction, notamment pour le phasage des travaux de déconstruction du tablier. Les opérations telles que délancement, démolition par pianotage, requièrent un dimensionnement ;
- **appuis** : la conservation des appuis de l'ouvrage existant peut être envisagée en fonction des contraintes du site (libération d'emprises), et des besoins fonctionnels (reconstruction d'un ouvrage). Un dimensionnement doit être mené sous les différentes sollicitations en phase travaux et sous la future configuration de l'ouvrage ;
- **fondations** : comme pour les appuis, si la conservation des seules fondations est envisagée, Un dimensionnement doit être mené sous les différentes sollicitations en phase travaux et sous la future configuration de l'ouvrage.

Le paragraphe 5 suivant s'intéresse de manière détaillée aux études d'opportunité de réutilisation des appuis.

4.2 - Diagnostic des matériaux et déchets générés par l'opération

Le diagnostic des matériaux et déchets générés par l'opération peut s'articuler autour de 3 niveaux d'investigations :

- un recensement des matériaux ;
- le diagnostic déchet ;
- les diagnostics réglementaires spécifiques à certaines substances dangereuses.

4.2.1 - Recensement des matériaux

La structure à déconstruire, ainsi que les travaux associés à l'opération comme les terrassements, vont générer des déchets divers, en quantités plus ou moins importantes.

Le recensement des matériaux et déchets générés peut s'appuyer sur une recherche documentaire (plans, dossier d'exécution, etc.) complétée par une visite de l'ouvrage à démolir ou des sondages, afin de vérifier les informations recueillies et d'identifier les déchets générés en dehors de l'ouvrage lui-même (ex : déchets verts et terres excavées générés par l'aménagement de pistes d'accès à l'ouvrage).

Les données sur les matériaux constitutifs de la structure, des sols remaniés, des ouvrages annexes éventuellement impactés, sont importantes comme entrant de l'étude pour :

- **détecter l'éventuelle présence de matériaux pouvant présenter un risque pour la santé et l'environnement**, notamment l'amiante très présente dans les ouvrages et infrastructures. En effet, le choix des modes de déconstruction pourra être contraint en conséquence. Le coût de l'opération sera également très dépendant de la présence de ce type de polluants générateurs de déchets dangereux ;
- **évaluer les volumes de matériaux / déchets générés** par l'opération de déconstruction. Cette donnée est nécessaire pour évaluer les besoins techniques nécessaires à la gestion des déchets sur le chantier (installation de chantier), la recherche des filières locales en capacité de recevoir ou non ces déchets.

Ces éléments participent de l'élaboration du diagnostic déchets.

4.2.2 - Diagnostic déchets

Le maître d'ouvrage doit compléter les éléments recueillis lors de l'étude historique et visite de chantier, par un diagnostic déchet établi dans le cadre d'une mission spécifique. En l'absence de réglementation spécifique ouvrages d'art, il pourra s'appuyer sur les éléments du *décret n° 2011-610 du 31 mai 2011 relatif au diagnostic portant sur la gestion des déchets issus de la démolition de catégories de bâtiments*, faisant suite à l'engagement 256 du Grenelle de l'environnement.

L'objectif de ce diagnostic est d'apporter des éléments précis sur les déchets générés par la déconstruction de l'ouvrage. Il consiste à :

- localiser :
 - les matériaux par parties de l'ouvrage,
 - les matériaux susceptibles de présenter un caractère dangereux,
 - les autres matériaux et déchets générés lors du chantier (exemple : bois issus du défrichage, déblais de terrassement pour la construction d'une piste d'accès) ;
- **qualifier** les déchets (déchet inerte, non dangereux ou dangereux) ;
- **quantifier** chaque type de déchets dans l'unité (m³, tonne, unité, etc.) la plus adéquate pour l'évaluation chiffrée de son traitement ;
- **proposer** des filières de gestion : réemploi, tri et valorisation de matériaux, évacuation ;
- **estimer** les coûts associés.

4.2.3 - Diagnostics réglementaires pour certaines substances dangereuses

Selon le type d'ouvrage, des investigations complémentaires doivent réglementairement être diligentées pour préciser/confirmer la présence dans la structure de l'ouvrage de matériaux pouvant être dangereux pour la santé et l'environnement.

Certaines études sont nécessaires pour évaluer la classe de dangerosité de certains déchets avant la phase travaux :

- les déchets classifiés comme « entrée miroir » dans la classification des déchets (c'est-à-dire des déchets ayant deux codes similaires dans la classification des déchets – article R541-8 du Code de l'environnement - l'un affecté d'un astérisque et l'autre sans astérisque) ;

- les déchets d'amiante présents un peu partout et de façon parfois inattendue : peinture, enrobés, canalisations, dalles, coffrages perdus et même tubes de maintien des coffrages, etc. ;
- les déchets contenant du plomb : primaire contenant du tétra oxyde de plomb appelé minium de plomb, etc. ;
- les déchets contenant du goudron ou brai de houille, en fait des Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP) : enrobés, protection d'anciens câbles, etc.

Ces diagnostics contribuent à répondre à plusieurs enjeux que sont :

- **la prise en compte de la problématique de gestion des déchets** dès les études amont pour mieux anticiper, mieux chiffrer, mieux valoriser et mieux tracer ;
- **la prévention de la santé** des travailleurs et riverains en apportant des éléments de connaissance sur la présence de matériaux nocifs ;
- **la responsabilité des différents acteurs** (maîtres d'ouvrage, maîtres d'œuvre et entreprises).

Rappel :

Il est indispensable de démarrer ces diagnostics spécifiques (notamment amiante) dès les études préalables, afin de sécuriser l'intervention des agents, usagers, et riverains lors des investigations semi-destructives (ex : carottages pour mesure d'épaisseur, pose de jauges ou capteurs nécessitant d'évacuer localement le revêtement anticorrosion, etc.) et aussi d'orienter les études en conséquences vers les solutions appropriées.

Diagnostic Amiante

L'article L4412-2 du code du travail impose au maître d'ouvrage de faire rechercher la présence d'amiante avant toute opération comportant des risques d'exposition des travailleurs à l'amiante. Les conditions de cette recherche sont prévues par l'article R4412-97 du code du travail et précisées par arrêté pour 6 domaines d'activités. Les ouvrages d'arts et travaux connexes (chaussées, terrassements, etc.) sont inclus dans le second domaine : « Autres immeubles tels que terrains, ouvrages de génie civil et infrastructures de transport ». À ce titre, fin 2018 la norme NF X 46-020 doit être adaptée pour apporter un socle technique aux repérages préalables de l'amiante avant travaux pour les ouvrages d'arts et les chaussées.

La mission de repérage préalable de l'amiante avant travaux de démolition d'ouvrages d'arts permet de préciser les enjeux sanitaires et environnementaux de l'opération afin :

- de définir les modalités de prélèvements et d'analyse des matériaux en cohérence avec le sous-domaine d'activité des ouvrages d'arts et la réglementation ;
- d'établir un rapport qui précise la nature et la localisation des matériaux ou des produits contenant de l'amiante en vue de leur retrait, leur gestion et de leur élimination ;
- de concourir à la définition des mesures de protections individuelles et collectives du chantier.

Le rapport alors produit et relatif au repérage préalable est complété du diagnostic déchet voire le cas échéant du dossier technique amiante spécifique au bâtiment (article R1334-29-4 à R1334-29-6 du code de la santé publique).

Ces documents sont transmis par le maître d'ouvrage à toute personne physique ou morale appelée à intervenir sur l'ouvrage notamment via le Dossier de Consultation des Entreprises (DCE).

Le maître d'ouvrage doit s'assurer que les repérages sont réalisés par un opérateur qualifié et qui dispose des moyens nécessaires à cette mission au titre de l'article R4412-97-1 du code du travail (CT). La qualification de l'opérateur de repérage s'apprécie d'abord au regard de son expertise en génie civil.

Par ailleurs le maître d'ouvrage a la faculté, lorsqu'il ne peut pas faire autrement, de procéder au repérage au fur et à mesure de l'avancement des travaux (article R4412-97-4 du CT) :

- lorsque le repérage ne peut être dissocié de l'engagement de l'opération ;
- pour des raisons techniques communiquées par l'opérateur de repérage ;
- conformément à l'arrêté correspondant au second domaine d'activité.

Enfin lorsque le repérage ne peut être réalisé pour des raisons d'urgence, de sécurité ou d'évaluation du premier niveau d'empoussièrement comme mentionnés à l'article R4412-97-3 du CT, « la protection individuelle et collective des travailleurs est assurée (...) comme si la présence de l'amiante était avérée ».

Il est donc important d'engager très en amont le repérage préalable de l'amiante avant travaux afin d'évaluer le risque sanitaire ainsi que les filières d'élimination, et éviter tout risque d'arrêt de chantier (droit de retrait).

Rappel sur l'amiante : l'amiante a été industriellement exploité de multiples façons. Utilisé en vrac, en feuilles, en plaques, tressé ou tissé, incorporé dans des liants divers comme du ciment (dalles, canalisations, éléments de préfabrication), des résines (dalle vinyle amiante), des bitumes (étanchéité, enrobés), des peintures, des caoutchoucs, etc. On peut le trouver partout en bâtiment et, en petite quantité, mais un peu partout en ouvrages d'art. Le tableau 1 et l'annexe 4 du guide IRNS « Exposition à l'amiante lors du traitement des déchets » donnent une liste assez complète (mais non exhaustive) des produits pouvant contenir de l'amiante.

L'amiante est à l'origine un matériau naturel. Aussi il est possible de le retrouver en quantité variable dans certains sols et roches (dans les granulats et pierres utilisés en construction par exemple). Pour les terrains amiantifères il est possible de se référer au guide de prévention publié par l'INRS « Travaux en terrain amiantifère. Opérations de génie civil de bâtiment et de travaux publics ».

En génie civil et plus particulièrement pour les ponts, on peut en trouver lié dans : des dalles, des coffrages perdus ou des éléments de préfabrication, des tubes de réservations de coffrages laissés en place, des résines de joint de chaussée, des canalisations, des gaines électriques, des peintures épaisses (très fréquentes en milieu maritime), des feuilles d'étanchéité et des enrobés bitumineux.

Pour ce qui concerne les enrobés bitumineux jusqu'en 1995, certaines couches de roulement ont été réalisées avec des enrobés contenant des fibres d'amiante. Le problème est que, du fait de l'incorporation potentielle d'agrégats issus d'anciennes couches de chaussée en contenant, tous les enrobés, quel que soit leur âge, sont susceptibles d'en contenir et doivent donc être diagnostiqués. Pour plus de données, on se reportera :

- au Décret du 9 mai 2017 relatif au repérage de l'amiante avant certaines opérations et ses arrêtés d'application ;
- à la Circulaire du 15 mai 2013 portant instruction sur la gestion des risques sanitaires liés à l'amiante dans le cas de travaux sur les enrobés amiantés du réseau RN non concédé ;
- aux notes et documents IDRRIM notamment du 27-12-13.

Précisions sur le diagnostic Plomb

Rappel sur les peintures au plomb : Le plomb et ses composés ont été souvent utilisés dans les peintures comme inhibiteurs de rouille ou de micro-organismes, et comme pigments. Dans le terme « peinture au plomb », il convient de distinguer :

- le plomb métallique [(Pb), $T_{\text{fusion}}=327\text{ °C}$] en tant que tel ;
- la céruse (appelée aussi blanc de plomb) ou hydroxycarbonate [(PbCO₃, Pb(OH)₂), $T_{\text{fusion}}=400\text{ °C}$] poudre blanche utilisée en pigment mais surtout pour son amélioration de la résistance à tous les agents de destruction notamment tels que l'humidité et les micro-organismes et sur tous les supports bois, plâtre, métaux et pierres. Cette céruse se rencontre dans les bâtiments en extérieur et intérieur. La céruse a été interdite en 1948 ;
- le minium de plomb (appelé mine orange) ou tétraoxydétetra oxyde de plomb [(Pb₃O₄, Pb(OH)₂), $T_{\text{fusion}}=830\text{ °C}$] pigment couleur rouge-orange brillant utilisé surtout sur les alliages ferreux pour ces propriétés antirouille, mais aussi sur les bois (en tant que fongicide et insecticide surtout pour les bateaux). Ce minium se rencontre sur nombre d'anciens ponts métalliques ou sur les équipements métalliques en couche primaire de couleur orange. Aujourd'hui le minium n'est plus utilisé. Cependant il ne nous est pas possible de donner une date clef comme pour la céruse, à partir de laquelle le minium a été interdit formellement et à partir de laquelle on puisse dire que les nouveaux ponts métalliques sont exempts de ce risque. En effet, l'arrêté du 01/02/1993 sur l'interdiction de mise sur le marché et l'emploi de certaines substances et préparations dangereuse indique l'interdiction des peintures contenant du carbonate anhydre neutre (PbCO₃), de l'hydrocarbonate de plomb (2PbCO₃ Pb (OH)₂), ou des sulfates de plomb (PbSO₄) mais ne cite pas le tétraoxydétetra oxyde de plomb ((Pb₃O₄, Pb(OH)₂) minium). Et l'arrêté du 07/08/1997 interdit en annexe III tous les composés de plomb, mais il s'agit d'une interdiction de mise sur le marché et d'importation à destination du public, et il ne vise pas les produits destinés à être utilisés dans le cadre d'un usage professionnel. C'est pourquoi tout pont construit ou repeint doit être suspecté ;
- d'autres composés comme le jaune de chrome ou le rouge de molybdène employés en pigment.

On confond trop souvent céruse et minium : La nocivité de la céruse est liée à son aptitude à former des poussières et surtout à sa grande solubilité dans le suc gastrique. La céruse, le sulfate de plomb et l'huile de lin plombifère ont été interdits en 1948. Il reste que la céruse a été très couramment employée en bâtiment, ainsi 32% du parc national des logements datant d'avant 1949 sont concernés.

La toxicité de manière générale du plomb et de ses composés dans les peintures se fait par inhalation de fumées ou de poussières, ingestion de particules (nourritures ou visages ou mains salies lors de travaux). La toxicité est sournoise parce que cumulative, sans trouble apparent à court terme, et se traduit en terme de maladie (appelée saturnisme) par des troubles du système nerveux, de l'anémie, des insuffisances rénales, l'altération de la fertilité et des risques potentiels de cancers. La toxicité est particulièrement augmentée pour les femmes enceintes (leur fœtus) et les jeunes enfants. Le minium est bien sûr concerné par cette toxicité.

Le risque de cette toxicité du minium existe lors des travaux suivants :

- décapage mécanique [*grattage, piquage, sablage, grenailage, eau HP*] : par dégagement de poussière ;
- décapage thermique [chalumeau (l'usage des brûleurs flamme nue est à proscrire), air chaud, induction] : par dégagement de poussière ;
- décapage chimique : par dégagement de poussière après volatilisation du décapant ;
- prélèvements ou tests sur les peintures (lors d'inspections, lors de diagnostics) ;
- contacts sur des ouvrages ou équipements dont le primaire est à nu (on pense au contact manuel sur garde-corps) ;
- travaux de démolition par des dégagements de fumées et poussières lors des découpes des aciers, par contacts directs.

Toutefois, vis-à-vis de la santé publique, lorsque la concentration en plomb total des peintures ne dépasse pas 1 mg/cm², celles-ci sont considérées comme sans risque potentiel d'intoxication.

Concernant la protection des travailleurs on distinguera : la réglementation des expositions des professionnels (cf. les articles R4412-156 à 160 Code du travail), la métrologie de l'exposition, les mesures de prévention collectives, les mesures d'hygiène, les EPI, et la surveillance médicale des travailleurs exposés au plomb.

Bibliographie : Code du travail, site internet OPPBTP, site INRS

Diagnostic Plomb

Le maître d'Ouvrage doit réaliser un diagnostic de présence de plomb préalablement à tous travaux sur des peintures de bâtiments (et d'infrastructures) construits avant 1948. Il en sera de même, en cas de doute, pour ceux construits dans les années suivantes (Source : INRS, Interventions sur les peintures contenant du plomb – prévention des risques professionnels, 2004).

L'arrêté du 25 avril 2006 relatif au constat du risque d'exposition au plomb (CREP) a été abrogé au 1^{er} janvier 2012 par l'arrêté du 19/08/11 relatif au diagnostic du risque d'intoxication par le plomb des peintures.

L'arrêté du 19/08/11 relatif au diagnostic du risque d'intoxication par le plomb des peintures décrit les modalités de réalisation du diagnostic du risque d'intoxication par le plomb des peintures (DRIPP) qui consiste à :

- rechercher des revêtements dégradés contenant du plomb, à décrire le type de dégradation (écaillage, cloquage, faïençage, craquage, peintures pulvérulentes, usure par friction, traces de chocs, fissuration, grattages, etc.), à localiser les dégradations, à mesurer la surface de dégradation, à identifier la nature du substrat (bois, métal, etc.) ;
- effectuer des mesures de la concentration en plomb de tous les revêtements présentant des dégradations avec un appareil portable à fluorescence X (contenant une source radioactive) capable d'analyser au moins la raie K du spectre de fluorescence émis en réponse par le plomb (ce procédé est rapide, non destructif, il peut détecter et mesurer la concentration surfacique de plomb sous jusqu'à 25 couches de peinture) (cf. la fiche radioprotection de l'INRS sur le sujet) ;
- pratiquer, si nécessaire, un prélèvement pour analyse chimique selon la norme NF X 46 031 d'avril 2008 relative à l'analyse chimique des peintures pour la recherche de la fraction acido-soluble du plomb ;
- établir un rapport à l'issue du diagnostic.



Figure 65 :
Appareil portable
de mesure du
plomb

Diagnostic HAP

HAP est l'acronyme d'Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques. Ce sont des composés organiques issus de la combustion incomplète de matière organique à haute température. Leur structure comprend au moins deux cycles aromatiques. S'il existe plus de 1000 HAP, en France seuls 16 d'entre-eux sont analysés pour caractériser les déchets (Norme NF EN 15527). Les goudrons et dérivés houillers (brai de houille) qui parfois ont été employés en génie techniques routières et génie civil contiennent de fortes concentrations de HAP. Ces hydrocarbures aromatiques polycycliques peuvent être à l'origine de certains cancers (cutanés, pulmonaires, vessie). Les maladies provoquées par les produits dérivés de la houille peuvent faire l'objet d'une prise en charge au titre des tableaux 16 et 16bis des maladies professionnelles du régime général de la sécurité sociale. L'exposition aux HAP peut surtout avoir lieu par voie cutanée ou par inhalation de fumées lorsque les liants sont chauffés (mais leur présence dans les poussières de rabotage ne peut être exclue).

En génie civil, on risque de rencontrer les HAP principalement dans deux cas :

- surtout dans d'anciennes couches d'enrobé ou d'anciens enduits (éventuellement dans de plus récents en cas d'utilisation d'agrégats les contenant). Le goudron utilisé en tant que liant routier a été marginal à partir de 1975 et définitivement stoppé à partir de 1993 ;
- dans les protections épaisses internes des câbles (ou d'autres organes) de ponts suspendus. Ces protections étant faites de brai de houille. Tous les anciens ponts suspendus doivent être suspectés (il ne faut pas se satisfaire de la dénomination « brai » et bien distinguer le brai de houille et le brai de bitume).

Les goudrons ne sont plus utilisés depuis 1992-93 et les dérivés houillers depuis 2005.

Pour les enrobés, la connaissance de la teneur en HAP est nécessaire pour savoir si l'enrobé en place peut être recyclé dans un enrobé à chaud ou à froid. Elle est donc nécessaire s'il est envisagé une réutilisation ultérieure. Si le dosage en HAP n'a pas d'incidence sur la méthodologie de rabotage ou de démolition, il peut contraindre les mesures protections individuelles et collectives (aspersion, masques, etc.).

Pour les câbles de ponts suspendus. La connaissance de la teneur en HAP a une incidence à la fois sur la caractérisation des déchets de câbles et la filière de traitement, mais aussi sur la méthode de démolition (découpe à froid, protection des travailleurs etc.).

Diagnostic HAP : la présence d'HAP se signale déjà, en général, par une forte odeur de « goudron ».

- Le premier test qui peut être pratiqué est le test au pak-maker. C'est une bombe de réactif que l'on pulvérise et qui passe au jaune en présence de HAP. Avec un seuil de détection de 100 mg/Kg et une interprétation visuelle des résultats, ce test est utile pour identifier sommairement des zones polluées. Pour la caractérisation d'un déchet il est nécessaire de procéder à une analyse chimique ;
- le deuxième est l'analyse quantitative selon norme EN 15527. Il est procédé pour l'enrobé au broyage de l'ensemble du prélèvement à 4 mm au maximum. Un échantillon de 10 g minimum est extrait du broyage. L'analyse de l'extrait est réalisée suivant la norme EN 15527 (dosage HAP dans les déchets par Chromatographie en phase gazeuse et par spectrométrie de masse). La limite de quantification maximale est de 0,5 mg/kg pour chaque HAP (16 HAP sont dosés). Pour les protections de câbles anciens, nous conseillons de faire systématiquement cette analyse d'un coût faible (une centaine d'euros). Si le brai de houille a été utilisé en produit de protection, la valeur du total de HAP sera forte (plusieurs milliers de mg/kg). Les câbles du fait de leur protection interne contenant du brai de houille sont alors des produits dangereux. Les travaux les concernant imposent une méthodologie particulière (des découpes à froid, etc.) et une protection des travailleurs et de l'environnement.



Figure 66 :
Test HAP au Pak-marker

Remarque :

Pour les enrobés, la problématique HAP vient, en terme de démarche, après avoir répondu à la problématique « amiante ». L'ensemble de la démarche pour les enrobés est expliquée par les documents de l'IDRRIM (cf. site internet et note d'information de Décembre 2013, Guide d'aide à la caractérisation des enrobés bitumineux, présence d'amiante ou de HAP en forte teneur).

En termes de déchets, les filières de traitement sont expliquées au paragraphe 6.2.3 filière de traitement.

Concernant les filières de traitement ou recyclage des enrobés, on peut indiquer qu'actuellement la teneur HAP de 50 mg/kg est la limite autorisée pour un recyclage à froid ou à chaud. Et qu'au-delà de cette teneur, il n'y a pour l'instant pas d'indication si ce n'est une mise en centre de stockage. Au-delà de 50 mg, une deuxième limite autorisant pour les dosages intermédiaires les réutilisations à froid (recyclage à l'émulsion ou mousse de bitume, utilisation comme grave non traitée, GNT) pourrait voir le jour.

Précision sur le diagnostic Termites

En présence de composés bois sur l'ouvrage à démolir, un diagnostic « termites » est à mener si la zone d'études est concernée par un arrêté préfectoral délimitant les zones infestées par les termites.

Lorsque, dans une ou plusieurs communes, des foyers de termites sont identifiés, un arrêté préfectoral délimite les zones contaminées ou susceptibles de l'être à court terme. L'arrêté et ses annexes éventuelles peuvent être consultés dans les mairies des communes concernées ainsi qu'à la préfecture.

La validité de l'état relatif à la présence de termites est de 6 mois.

Il sera procédé comme pour les bâtiments.

Obligation en cas de démolition : en cas de démolition totale ou partielle d'un bâtiment situé dans les périmètres délimités par l'arrêté préfectoral, les bois et les matériaux contaminés doivent être incinérés sur place ou traités avant tout transport si leur destruction par incinération sur place n'est pas possible. On peut aussi envisager une solution de transport en éléments confinés jusqu'à un lieu de destruction par incinération.

Obligation de déclaration des opérations d'incinération et de traitement des matériaux : les opérations d'incinération sur place ou de traitement avant transport des bois et matériaux contaminés par les termites doivent faire l'objet d'une déclaration en mairie par la personne qui doit y procéder.

Cette déclaration est adressée au maire de la commune du lieu de situation de l'immeuble par lettre recommandée avec demande d'avis de réception ou bien déposée contre récépissé à la mairie.

Elle précise l'identité de la personne qui procédera aux opérations et mentionne les éléments d'identification de l'immeuble d'où proviennent les bois et matériaux de démolition contaminés par les termites ainsi que la nature des opérations d'incinération ou de traitement réalisées et le lieu de stockage des matériaux. Elle est datée et signée par le déclarant.

(Source : <http://www.developpement-durable.gouv.fr/Termites-et-autres-insectes>)

5 - Réemploi des appuis - Étude d'opportunité

La démolition d'un pont est souvent justifiée par l'état très dégradé du tablier (qui même avec des réparations ne pourrait satisfaire à son rôle avec le degré de sécurité nécessaire). Cet état dégradé et insuffisant ne se retrouve pas forcément au niveau des appuis (piles et culées) du pont et il se pose alors la question de la conservation de ses appuis dans le cadre de la reconstruction d'un nouveau pont.

La réponse à cette question va nécessiter de faire une **étude d'opportunité** de la réutilisation de ceux-ci qui comportera :

- l'étude du dossier de l'ouvrage (recherche d'archives) ;
- un diagnostic des appuis existants ;
- une étude d'opportunité.

Le mode de démolition est lié à la conservation des appuis. Les délais d'interruption de trafic, les contraintes environnantes peuvent alors impacter le choix de telle ou telle solution de tablier.

Si les appuis sont conservés et réaménagés, ils doivent être vérifiés pour le nouvel ouvrage en service mais aussi pendant les différentes phases de travaux (déconstruction et déchargement, reconstruction, lancement, chargement partiel).

Ainsi il convient d'envisager : des solutions de tabliers avec conservation et adaptations des appuis, des solutions de tabliers avec conservation des fondations mais reconstruction des appuis, des solutions de pont avec appuis totalement reconstruits.

5.1 - Dossier de l'ouvrage

Il est impératif de chercher (dans toutes les archives disponibles) dans le DOE d'époque et surtout le dossier de récolement les données géotechniques d'époque, les notes de calcul des fondations, les notes de calcul des appuis, les rapports sur l'exécution des fondations, les plans d'exécution (coffrage, ferrailage) des fondations et des appuis (plans visés et de dernière version).

5.2 - Diagnostic des appuis existants

Un diagnostic de l'existant est nécessaire et repose, notamment, sur une inspection détaillée récente des parties terrestres et une inspection subaquatique si les appuis sont en rivière. Si les plans laissent un doute, il faut prévoir la reconnaissance de la géométrie (par géomètre) et du ferrailage (par Ferroskan™, profomètre, radar).

Sauf si les données recherchées sont disponibles, une reconnaissance des fondations est requise : si celles-ci sont des semelles cette reconnaissance se fait au moyen d'un carottage dans chaque semelle (pour vérifier la qualité du béton) et au-delà sous la semelle (pour estimer le niveau d'assise). De même il faut prévoir la réalisation (sur 1,5 x la largeur de la semelle) d'un sondage pressiométrique pour s'assurer de la qualité du sol à prendre en compte dans les nouveaux calculs.

5.3 - Étude d'opportunité

Cette étude regroupe plusieurs éléments ici fortement imbriqués.

Dans le cadre d'une reconstruction de pont, les données générales et la géométrie du nouveau pont sont « imposées » mais fortement interdépendantes avec le parti de conservation des appuis, voire des fondations :

- **la géométrie du nouveau tablier** : si le pont est plus large, les appuis (les culées notamment avec leurs murs de front et murs en retour) vont être – au moins géométriquement – insuffisantes. Par ailleurs, la hauteur du nouveau tablier est également contrainte par les raccordements du profil en long en extrémité d'ouvrage ;

- **les charges d'exploitation** : si elles sont plus lourdes (Eurocodes, TE ou ne serait-ce que par l'élargissement du tablier) vont imposer des descentes de charges ou des efforts horizontaux (freinage, type d'appareils d'appui) plus forts. Les fondations et les appuis doivent être recalculés en fonction du nouveau pont et ces recalculs risquent de ne pas être satisfaisants ;
- **le type de tablier** et la compatibilité avec la géométrie des piles : on peut par exemple vouloir un pont à 3 poutres alors que le pont précédent n'était qu'à 2 poutres avec des piles constituées de fûts placés sous ces 2 poutres. Cette compatibilité difficile (que ce soit en géométrie ou calcul de résistance et ferrailage) peut imposer des structures de tablier peu optimisées ;
- **la distribution des travées** : dans le cadre de l'étude d'une nouvelle structure de tablier, la bonne distribution des travées peut conduire à envisager de ne pas conserver des appuis (et fondations) et d'en construire entièrement des nouvelles suivant une « meilleure distribution ». Il s'agit vraiment alors d'une construction totalement nouvelle qui impose une libération des emprises des nouveaux appuis et les contraintes administratives qui s'y rattachent (DUP, Loi sur l'eau, etc., par exemple).

Le mode de démolition du tablier est influencé par la conservation des appuis. Les délais d'interruption de trafic, les contraintes environnantes peuvent grever telle ou telle solution de tablier. Si des appuis neufs sont à étudier, il faut étudier la possibilité de laisser en place les fondations car il est souvent difficile de les retirer. Si les appuis sont conservés et réaménagés, ils doivent être vérifiés pour le nouvel ouvrage en service mais aussi pendant les différentes phases de travaux (déconstruction donc déchargement/reconstruction, lancement, chargement partiel).

Ainsi il est possible d'envisager :

- des solutions de tabliers avec conservation et adaptations des appuis ;
- des solutions de tabliers avec conservation des fondations mais reconstruction des appuis ;
- des solutions de pont avec appuis totalement revus.

Au total, chacune des solutions doit être étudiée complètement et comparée quant à : la faisabilité technique (calculs et plans), la robustesse du pont, la faisabilité administrative, le mode de démolition, la durée d'interruption de trafic, la durée de chantier et bien sûr l'estimation du coût global.

Dans l'hypothèse du réemploi des appuis, il est préférable d'envisager un seul marché intégrant les travaux de démolition et de reconstruction. Dans le cas contraire (allotissement), une réception contradictoire avec notamment relevé des fissurations sera réalisée avant et après intervention du second lot. Dans les deux cas, un état des lieux précis avant travaux sera réalisé et consigné dans le DCE assortis des précautions à respecter.

5.4 - Conservation des appuis - exemple du Pont de Richemont

Cet exemple est présenté de façon plus détaillée en annexe B1.

L'ouvrage existant

L'ouvrage date de 1966. Il permet à l'A31 sens plus (Sud-Nord) de franchir la Moselle. Le tablier existant est constitué de deux structures différentes : un ouvrage principal en dalle métallique orthotrope de 164 m en trois travées et un ouvrage d'accès de type VIPP de 3 travées de 30 m chacune.

Décision de démolition

Le remplacement de l'ensemble des tabliers du sens « moins » a été décidé du fait de leur pathologie et de l'absence de solution de réparation viable. S'est posée alors la question de l'opportunité de conserver les appuis. Une étude a donc été menée, intégrant bien sûr le type d'ouvrage neuf possible en fonction de cette conservation.



Figure 67 :
Coupe longitudinale

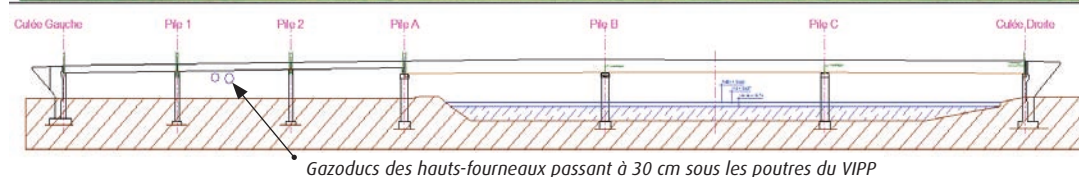


Figure 68 :
Vue générale

Les appuis existants



Figure 70 : Pile VIPP d'accès. (Lit majeur d'inondation de la Moselle). On note la présence du double gazoduc (gaz CO). Les piles sens + et sens- sont séparées. Les piles sont en bon état si ce n'est que le chevêtre ne fait que 50 cm de haut et ne permet aucun appui latéral. Chaque poutre est à l'aplomb d'un fût.



Figure 69 : Pile Dalle orthotrope (pont principal). La pile est un voile commun au sens + et -. On comprend qu'il n'est pas envisageable de faire une autre pile juste pour le sens +, et ce dans le lit mineur et navigué de la Moselle. Les piles sont en bon état.

Le nouvel ouvrage projeté

Nouveau tablier envisagé (si appuis conservés).

Dans les différents cas de solutions de reconstruction étudiés, les cas « avec conservation » guident un certain nombre de choix de tablier. En effet de par leur géométrie et leur capacité portante, de par leur possibilité de renfort ou réaménagement partiel, les appuis influent sur le type et la géométrie de tablier possible. Ainsi :

- le **nouveau pont d'accès** sera un ouvrage mixte à 5 poutres de 3 travées continues (on supprime ainsi 2 joints de chaussée) de 30 m, ce qui ne donne pas un balancement optimal. La conservation des piles de types à fûts circulaire sous poutre impose de s'appuyer à l'aplomb de ces 5 fûts, d'où le « quinquapoutres ». L'épaisseur de tablier est contrainte entre le profil en long à raccorder et le dessus des gazoducs qui sont très proches de l'intrados actuel, ce que n'aurait pas permis un bi-poutre ;
- le **nouveau pont principal** sera un bi-poutre mixte de 164 m en 3 travées (52,20 – 58 – 52,65). Avec la reprise des appuis, le balancement des travées n'est pas optimal. En revanche, la hauteur bien que contrainte (gabarit fluvial) est bien suffisante pour optimiser la structure métallique.

Phase études

Il a été procédé au diagnostic complet des appuis.

Données sur les fondations

- Données sur les sols : Les essais d'époque étaient disponibles mais des essais complémentaires furent entrepris. Au final, il convient de connaître la nature des sols sous les semelles (au moins à 1,5 B sous la fondation) et le niveau d'assise et la qualité du contact fondation/sol. Il faut procéder ainsi pour tous les appuis et s'assurer de la variabilité transversale, ce qui in fine, représente un nombre assez significatif de reconnaissances (cf. Annexe B1).
- Géométrie et qualité des semelles : les plans d'exécution d'époque étaient disponibles. Les PV d'essais sur les bétons, les cahiers de chantier, voire les photos de chantier d'époque (comme ici), sont très précieux pour avoir une idée précise de la forme des semelles.



Figure 71 : Photo lors de la construction d'une pile en 1964

Des carottages permettent de valider (ou non) les hypothèses de géométrie, qualité du contact sur sol et résistance du béton (essai de compression) pour les recalculs. Le programme de ces carottages est ajusté en fonction des premiers résultats.

Données et état des appuis

- Plans disponibles : quasiment tous les plans d'exécution (coffrage et ferrailage) des huit appuis avaient été retrouvés ;
- qualité des bétons : les tableaux des essais de compression d'époque étaient disponibles et montraient que les bétons respectaient les exigences du marché ;
- nature des aciers et position : les plans de ferrailage d'exécution (de dernière version) étaient disponibles. Quelques éléments peuvent être vérifiés sur les photos de chantier d'époque. De plus, quelques reconnaissances de type Ferrosan™ ou radar ont permis de se rassurer. Enfin, il est important de noter qu'à l'époque, les « fers à béton » étaient pour bon nombre des aciers lisses (Fe235). Il faut en tenir compte pour les recalculs ;
- bilan des inspections détaillées des élévations : les inspections anciennes et récentes ne révèlent pas de pathologie sur les appuis.

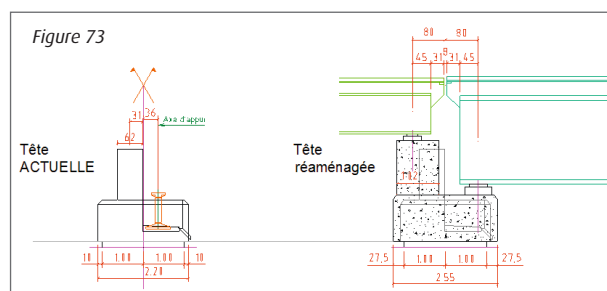
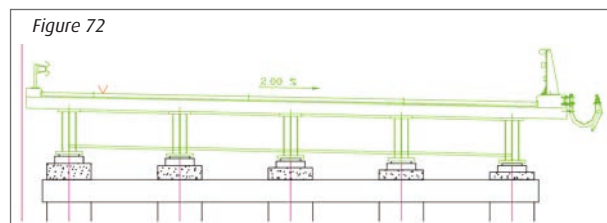
Faisabilité technique de la conservation des appuis

Recalcul des appuis

Les fondations et les élévations ont été recalculées dès le stade EPOA. Les calculs avec les nouveaux tabliers étaient satisfaisants. Ils ne conduisaient pas à des renforts de fondations (type injection ou micropieux), ni à des renforts des élévations.

Aménagements nécessaires des appuis

- **Piles 1 et 2** : les poutres du nouveau tablier sont implantées transversalement à l'identique de l'existant. L'ouvrage est moins épais. Le réaménagement des têtes d'appui consiste en la démolition des dèss existants, la réalisation des « galettes » de rattrapage de hauteur puis de nouveaux dèss d'appui. Ces réaménagements de têtes d'appui ne peuvent se faire qu'une fois le VIPP enlevé.
- **Pile-culée A** : L'espace d'about à l'arrière des 2 axes des tabliers existants est insuffisant. Il est donc apparu nécessaire d'araser la tête d'appui et d'en reconstruire une autre offrant une place suffisante pour des abouts de bonne conception.
- Culée rive gauche, culée rive droite, pile B et C : cf. Annexe B1.



Phase travaux



Figure 74 : Pile type du pont d'accès. Photo du réaménagement de tête. Nota : les camarteaux sont en attente de l'ossature 5 poutres (qui pour le lancement ne s'appuie que sur 3 poutres).



Figure 75 : Pile-culée. La tête de pile a été démolie et refaite à partir du haut du fût. Nota : les camarteaux en attente.

5.4.1 - Synthèse, éléments à retenir quant à la conservation des appuis

Lorsque le tablier d'un pont doit être reconstruit, il est souvent intéressant de réutiliser les appuis et fondations de l'ouvrage existant. Ce principe ne fait pas obstacle à ce qu'une solution d'ouvrage entièrement neuf soit étudiée afin de pouvoir mener une comparaison.

En tout état de cause, il faut viser une qualité et une durabilité équivalente à celle d'un ouvrage neuf. Aussi, il est primordial que les appuis et les fondations de ce pont soient connus et « sûrs ». Il convient donc d'élaborer une démarche de diagnostic qui lève tous les doutes et vérifie pleinement les appuis sous les nouvelles charges du nouveau pont selon les normes actuelles sans restriction. Il faut donc s'appuyer sur les documents d'exécution avérés, faire des reconnaissances pour s'assurer que l'exécution a été correcte, (béton, aciers, géométrie de fondations) ou pour compléter les données, faire des sondages et essais de sol. Enfin, il convient de concevoir les aménagements et de calculer les appuis avec le nouveau pont.

5.4.2 - Travaux de confortement des appuis, des fondations

Il faut parfois conforter les appuis ou les fondations afin de les réutiliser. Différentes techniques sont applicables telles que : renforcements locaux de structure par **tissus ou lamelles composite** (TFC, LFC), aciers scellés, voile bétonnée, ou encore barres courtes de précontraintes, injections, renforcements de fondations par micropieux, etc.



Figure 76 : Rapilly (CG57-2013). Renfort des fondations de pile par injection. NB : ces injections se font en sous-œuvre, en temps masqué alors que le tablier de l'ancien pont est encore en place

À titre indicatif, dans l'exemple précédent, un renforcement a été réalisé pour le haut du voile d'une pile où le ferrailage existant était insuffisant vis-à-vis de la diffusion des efforts concentrés.

Ci-dessous, nous présentons un exemple de renforcement par injections et micropieux pour le confortement des culées et des piles lors de la reconstruction de pont suspendu de Rapilly en Moselle en 2013. (Pont suspendu de 108 m de portée centrale démoli, remplacé par un bow-string mixte.)

Ces travaux sont réalisés par des entreprises spécialisées. Les injections doivent faire l'objet de contrôles continus (pressions, phases, quantités, carottages, etc.).

Les micropieux nécessitent des essais préalables (essais de convenance) comprenant des « essais de traction ». Ainsi, les capacités mécaniques de ces micropieux sont donc vérifiées *in situ*.



Figure 77 : Rapilly (CG57-2013). Renfort des fondations des culées par micropieux (liaisonnés). NB : ces injections se font en sous-œuvre, en temps masqué alors que le tablier de l'ancien pont est encore en place



Figure 78 : Rapilly (CG57-2013). Essais de traction de contrôle des micropieux. Le pieu central est testé (cf. le vérin) en frottement latéral. Le massif de réaction est constitué des deux pieux adjacents

6 - Déchets des ouvrages - Typologie et filières de gestion

6.1 - Typologie des déchets rencontrés sur les OA

Conformément à l'article L541-7-1 du Code de l'environnement, le maître d'ouvrage, en tant que producteur de déchets doit caractériser ou faire caractériser les différents matériaux et déchets du chantier de démolition de l'ouvrage.

Un chantier de démolition d'un ouvrage d'art génère différents matériaux et déchets classés en trois grandes familles :

- les matériaux et déchets de structure ;
- les matériaux et déchets d'équipements et équipements connexes ;
- les matériaux et déchets connexes à l'ouvrage.

6.1.1 - Matériaux et déchets de structure

La démolition de la structure de l'ouvrage est l'étape qui génère le volume le plus important de déchets.

Le tableau ci-après liste les déchets de structure pouvant être générés par la démolition d'un ouvrage. Cette liste est non exhaustive et est à compléter en fonction des caractéristiques de l'ouvrage.

Type d'ouvrage	Déchets générés		
	Nature	Classification (1)	
Pont en maçonnerie	Pierre d'origine naturelle	17 05 04	DND i
	Béton	17 01 01	DND i
	Brique	17 01 02	DND i
	Matériau de remplissage en sable, gravier, grave limoneuse avec le système d'étanchéité	17 05 04	DND i
	Matériau de remplissage en matériaux issus de terrils miniers	17 05 03 * 17 05 04	DD DND i
Pont en béton armé	Structure en béton armé	17 01 01	DND i ou DND (2)
	Acier	17 04 05	DND
	Problématique de la couche de protection des parements en béton (imprégnation, peinture, lasure, revêtement)		(6)
Pont en béton précontraint	Structure en béton armé	17 01 01	DND i ou DND (2)
	Toron ou fils en acier entourés d'une protection en cire pétrolière, résine époxy, graisse ou produit bitumineux et d'une enveloppe extérieure en PEHD ou acier	17 04 10 *	DD (7)
	Toron ou fils en acier entourés d'une protection en coulis de ciment et d'une enveloppe extérieure en PEHD ou acier	17 04 11	DND
	Coffrage perdu (ou pré-dalle) en fibrociment (présent notamment sur les ponts VIPP, PRAD et PPE) contenant de l'amiante	17 06 05 *	DD
Pont à câbles	Câbles en acier	17 04 11	DND
	câbles en acier avec protection (interne) de brai de houille	14 04 10 *	DD (5)
Pont métallique	Structure en acier, fer ou fonte protégée de peintures anticorrosion	17 04 07 (ou 17 04 09 *)	DND (ou DD) (3) (4)
Pont en bois	Bois traité en profondeur par imprégnation (créosote, PCP, CCA, CC, CCB, CCF)	17 02 04 *	DD (8)
	Bois faiblement adjuvanté protégé par des matériaux non dangereux (couverture métallique)	17 02 01	DND
Tout type de pont Mais spécialement PPE, PRAD	Dallettes de coffrage perdu contenant de l'amiante (amiante liée)	17 06 05 *	DD (9a)

(1) Liste des déchets en annexe de la décision n° 2000/532/CE. Le code 17 xx xx correspond aux déchets de construction et démolition.

(2) Le déchet étant en mélange, il est considéré inerte ou non inerte en fonction de la proportion de chaque matériau.

(3) La protection anticorrosion de certains ouvrages contient des substances dangereuses, le MOA doit s'assurer que le déchet généré n'est pas classé comme déchet dangereux. Il peut même être envisagé de décaper la peinture contenant du plomb avant la démolition de l'ouvrage ([GENEVE, 2009] (Service de Toxicologie de l'Environnement Bâti STEB en collaboration avec le Service de Géologie, Sols et Déchets GESDEC).



Les principales peintures contenant des substances dangereuses sont les suivantes :

- peinture amiantée ;
- peinture glycérophthalique (contient du plomb) ;
- peinture époxy zinc (contient du zinc) ;
- peinture brai-époxy (contient des HAP) ;
- peinture brai vinylique (contient des HAP).

* Peintures contenant du plomb : actuellement, en France, les dispositions réglementaires n'imposent pas de plan de retrait des matériaux contenant du plomb. L'établissement d'un plan d'intervention contre les risques d'ingestion et inhalation de particules de plomb pendant les travaux est néanmoins recommandé par l'OPPBT (Organisme Professionnel de Prévention du Bâtiment et des Travaux Publics). De plus, il convient de privilégier le démontage par déboulonnage ; parfois, il faut recourir à l'utilisation de chalumeau oxydo-réducteur (déconseillé) qui provoque des dégagements de vapeurs de plomb.

S'agissant de la procédure de gestion des déchets d'une structure métallique intègre recouverte d'une protection anticorrosion au plomb, l'OPPBT indique que, compte tenu de la nature du support, le déchet peut être considéré comme non dangereux et stocké, après ensachage, en ISDND.

* Peintures contenant des PCB : Les structures métalliques d'ouvrage d'art (ponts et viaducs) sont parfois revêtues d'une protection anticorrosion telle que le vernis au caoutchouc chloré qui contient des métaux lourds et jusqu'à 10 % de PCB. Ces peintures de protection sont utilisées jusqu'en 1972. Dans ce cas, l'enlèvement de ce revêtement par des méthodes thermiques, le démontage de structures au chalumeau ou le recyclage de l'acier peut dégager des composés organochlorés hautement toxiques (dioxines et furanes). Ainsi, les déchets résultants de ces activités doivent être éliminés dans de bonnes conditions dans des filières de traitement adaptées : par exemple, pour recycler l'acier, il faut au préalable enlever le revêtement de l'acier par des méthodes adéquates (à froid).

(4) L'étude historique des matériaux de construction du pont permettra au Maa d'identifier le(s) substance(s) dangereuse(s) utilisée(s). En absence d'information, une caractérisation sera nécessaire selon la méthodologie [INERIS, 2016].

(5) HAP: les HAP (Hydrocarbure Aromatiques Polycycliques) peuvent provenir de la présence de goudron, fluxants ou autres dérivés houillers présents dans certains liants d'enduisage. Les goudrons ne sont plus utilisés depuis 1993, et les dérivés houillers depuis 2005.

(6) Le béton peut être protégé des agressions extérieures et de la dégradation par l'application d'une couche de protection (Guide technique du LCPC « Protection des bétons par application de produits à la surface des parements » - 2002) : imprégnations, lasures, peintures, revêtements.

(7) La cire pétrolière (mastic bitumineux) principalement utilisée en France « INJECTELF est composée à 96 % de cire microcristalline et d'huile minérale ; le reste étant des additifs (Revue Ouvrage d'art n° 51 du Sétra + demande de brevet européen EP 0 170 563 A1). Il s'agit d'une substance dangereuse.

(8) Déchets de ponts en bois lamellé-collé. À noter que la colle la plus couramment utilisée est de la colle résorcine (= résorcinol phénol formol). Le bois traité peut être un déchet dangereux en fonction de la concentration en substances dangereuses : concentration > 3 % de substances dangereuses toxiques ; concentration > 0,1 % de substances dangereuses cancérigènes.

(9a) Déchets de démolition contenant de l'amiante.

Figure 79 : Déchets par type d'ouvrage

Retour d'expérience CETE Sud-Ouest : Étude de faisabilité de la démolition reconstruction de la passerelle piétonne de LAMEILHE à Castres construite en 1970) :

- identification (carottage du hourdis et mesure de la concentration d'amiante par un laboratoire spécialisé) de la présence d'amiante au-delà du seuil de 0,1 % dans les coffrages perdus du pont qui sont constitués de plaques ondulées de fibrociment (12 % d'amiante) ;
- estimation des matériaux de démolition du pont à 450 m³ dont 0,014 à 0,20 % de matériaux amiantés ;
- il semblait impossible de déconstruire le pont en différenciant les éléments amiantés et non amiantés. Ainsi, il avait été préconisé que l'ensemble des matériaux de démolition soit envoyé dans une alvéole spécifique amiante dans une Installations de Stockage de Déchets Non Dangereux (ISDND) (CET classe 2) (NB cf. le § 6.2.3 illustration filière déchets amiantés).

6.1.2 - Matériaux et déchets d'équipements

Un ouvrage d'art comprend un certain nombre d'équipements qui vont générer les déchets tels que :

- les déchets de signalisation verticale et d'éclairage public ;
- les déchets d'écrans acoustiques, gardes corps, dispositif de retenue et corniches ;
- les déchets de voirie ;
- les déchets de réseaux.

Les déchets issus des équipements sont générés souvent en faible quantité mais sont de différentes natures. Ils peuvent être produits en mélange (par exemple, les réseaux électriques composés de cuivre et d'une gaine en plastique). Ils peuvent être ancrés dans la structure de l'ouvrage (par exemple, les écrans acoustiques). Ces éléments peuvent complexifier la gestion sur chantier.

Le tableau ci-dessous liste d'autres déchets pouvant être générés par la démolition d'un ouvrage. Cette liste est non exhaustive et est à compléter en fonction des caractéristiques de l'ouvrage.

	Déchets générés		
	Nature	Classification (1)	
Signalisation verticale et éclairage public	Éclairage et partie électrique des signalisations à message variable (DEEE)	16 02 14	DND
	Panneau et support de panneau en aluminium en acier	17 04 02 17 04 05	DND
	Balisés plastiques	17 02 03	DND
Écrans acoustiques, gardes corps, dispositifs de retenue et corniches	Dispositif de retenue, corniche, garde-corps acier aluminium béton armé polyester renforcé de fibres de verre	17 04 05 17 04 02 17 01 01 17 02 03	DND
	Éléments de corniches et gardes corps contenant de l'amiante [FRAGNET, 2001]	17 06 05 *	DD (9b)(10)
	Éléments d'écrans acoustiques contenant de l'amiante [FRAGNET, 2001]	17 06 05 *	DD
	Mélanges de matériaux non dangereux d'écrans acoustiques (acier, aluminium, polycarbonate, bois, matériau absorbant, etc.) Attention, souvent le bois est traité dans les panneaux acoustiques (Question de coûts et de la filière courante d'utilisation d'essences non durables avec traitement)	17 09 04	DND
Voirie	Enrobé bitumineux avec le système d'étanchéité (asphalte, bitume)	17 03 02	DND
	Enrobé bitumineux avec le système d'étanchéité (résine polyuréthane ou époxydique)	17 09 03 *	DD
	Enrobé et/ou étanchéité contenant du goudron	17 03 03 *	DD (5)
	Béton (trottoir, couche de roulement)	17 01 01	DND i
	Joint de chaussées - mélanges de matériaux non dangereux (métaux, caoutchouc, béton)	17 09 04	DND (2)
	Enrobé et/ou étanchéité amianté	17 06 05 *	DD (11)
Réseaux	Canalisation en fonte en PVC	17 04 05 17 02 03	DND
	Canalisation en fibrociment et/ou avec flocage amiante, dalles de couvertures	17 06 05 *	DD
	Éléments en béton, ciment verre, etc.	17 01 01	DND i
	Câble électrique, téléphonique	17 04 11	DND

(1) Liste des déchets en annexe de la décision n°2000/532/CE. Le code 17 xx xx correspond aux déchets de construction et démolition.

(2) Le déchet étant en mélange, il est considéré inerte ou non inerte en fonction de la proportion de chaque matériau.

(5) HAP: les HAP (Hydrocarbure Aromatiques Polycycliques) peuvent provenir de la présence de goudron, fluxants ou autres dérivés houillers présents dans certains liants d'enduisage. Les goudrons ne sont plus utilisés depuis 1993, et les dérivés houillers depuis 2005.

(9b) Autres éléments contenant de l'amiante (superstructures et équipements) : flocage de protection contre le bruit ou le feu en intrados de tablier ou de canalisations ; procédé d'étanchéité comportant une armature amiante (procédé Permabit-Permathield) ; tubes de réservation pour passage de tiges de maintien des banches de coffrage.

(10) L'étude historique des matériaux de construction du pont permettra au maître d'ouvrage d'identifier la présence de substances dangereuses. En l'absence d'information, une caractérisation sera nécessaire.

(11) Amiante : de 1970 jusqu'en 1995, certaines couches de roulement ont été réalisées avec des enrobés contenant des fibres d'amiantes. Cependant compte tenu depuis de l'incorporation d'agrégats d'enrobé pouvant en contenir, tous les enrobés sont à considérer (sauf donnée avérée contraire) comme susceptible de contenir de l'amiante et doivent être diagnostiqués. Pour plus de données, on se reportera : à la circulaire amiante du 15 mai 2013 portant instruction sur la gestion des risques sanitaires liés à l'amiante dans le cas de travaux sur les enrobés amiantés du réseau RN non concédé ; aux notes et documents IDRRIMM notamment du 27-12-13 ; et au document [FRAGNET, 2001] : FRAGNET M., L'amiante dans les ponts ou comment s'en débarrasser ? Bulletin Ouvrage d'Art n°39, Décembre 2001, pp.19-22.

Figure 80 : Déchets non dangereux non inertes par type d'ouvrage

6.1.3 - Matériaux et déchets connexes

La déconstruction d'un ouvrage peut s'accompagner de travaux préparatoires (défrichage, excavation de terre pour la réalisation d'une plate-forme de stockage temporaire ou d'une piste d'accès au chantier).

Des déchets de terres et des déchets verts peuvent être générés. Ils sont à intégrer à la gestion des déchets.

6.2 - Identification des filières de gestion de déchets

Cette partie a pour objectif de définir les différents modes de gestion des déchets et de présenter les principaux traitements disponibles pour les déchets de démolition d'un ouvrage d'art incluant des fourchettes de coût associées.

6.2.1 - Définition des modes de gestion

L'article L541-1-1 du Code de l'environnement précise la définition de la gestion des déchets qui consiste en la collecte, le transport, la valorisation et, l'élimination des déchets et, plus largement, toute activité participant de l'organisation de la prise en charge des déchets depuis leur production jusqu'à leur traitement final, y compris les activités de négoce ou de courtage et la supervision de l'ensemble de ces opérations.

La collecte

La **collecte** est définie à l'article L541-1-1 du Code de l'environnement comme toute opération de ramassage des déchets en vue de leur transport vers une installation de traitement de déchets.

Le transport

Le **transport** correspond aux opérations de collecte, chargement, déplacement et déchargement entre le chantier et le(s) site(s) de traitement. C'est une étape importante dans la gestion des déchets puisqu'il intervient à plusieurs étapes - en amont et en aval de chaque opération.

Les déchets produits par la démolition d'un pont ne peuvent généralement pas être traités ou éliminés sur le chantier ; ils doivent donc être transportés du chantier vers un site de regroupement/transit voire vers la destination finale.

Le transport de ces déchets est soumis à deux réglementations :

- la réglementation relative au transport de matières dangereuses ;
- la réglementation relative au transport de déchets.

Le maître d'ouvrage doit s'assurer, dans le cadre de la bonne gestion des déchets, que les entreprises disposent des déclarations adéquates pour les déchets transportés. En effet, selon l'article R541-50 du Code de l'environnement, toute entreprise qui transporte par route des déchets doit déposer une déclaration (valable pour une durée de 5 ans) auprès du préfet du département pour tout chargement :

- supérieur à 0,1 t de déchets dangereux,
- supérieur à 0,5 t de déchets non dangereux non inertes.

L'arrêté du 29 mai 2009 modifié relatif aux transports de marchandises dangereuses par voie terrestre (dit arrêté TMD) – version modifiée 30 mai 2013-08-19 s'applique au transport par route, par voies ferrées et par voies de navigation intérieures effectué en France.

Le règlement n°1013/2006 intègre les dispositions de la Convention de Bâle s'applique aux transferts de déchets entre États membres, importés exportés ou transités par la Communauté Européenne. Il définit trois listes de déchets :

- la « liste verte » (annexe III) : les déchets soumis uniquement à information ;
- la « liste orange » (annexe IV) : les déchets soumis à notification et consentement ;
- les déchets dont le transfert est interdit (annexe V).

Le réemploi

Le **réemploi** est défini comme toute opération par laquelle des substances, matières ou produits qui ne sont pas des déchets sont utilisés de nouveau pour un usage identique à celui pour lequel ils avaient été conçus.

Le traitement

Le **traitement** est défini à l'article L541-1-1 du Code de l'environnement comme toute opération de valorisation ou d'élimination, y compris la préparation qui précède la valorisation ou l'élimination.

Plus précisément, ces opérations de traitement vont être :

- 1/ la valorisation « toute opération dont le résultat principal est que des déchets servent à des fins utiles en substitution à d'autres substances, matières ou produits qui auraient été utilisés à une fin particulière qui comprend dans l'ordre :
 - a) la préparation en vue de la réutilisation qui regroupe l'ensemble des opérations de contrôle, de nettoyage ou de réparation de déchets (substances, matières ou produits) en vue d'une réutilisation,
 - b) la réutilisation correspond à « toute opération par laquelle des substances, matières ou produits qui sont devenus des déchets sont utilisés de nouveau »,
 - c) le recyclage : est défini comme « toute opération de valorisation par laquelle les déchets, y compris les déchets organiques, sont retraités en substances, matières ou produits aux fins de leur fonction initiale ou à d'autres fins,
 - d) les autres formes de valorisations que le recyclage, tels que la valorisation énergétique des déchets, la conversion des déchets en combustible et les opérations de remblaiement ;
- 2/ l'élimination, « qui n'est pas de la valorisation même lorsque ladite opération a comme conséquence secondaire la récupération de substances, matières ou produits ou d'énergie ».

Le schéma suivant récapitule les différentes opérations définies ci-dessus.

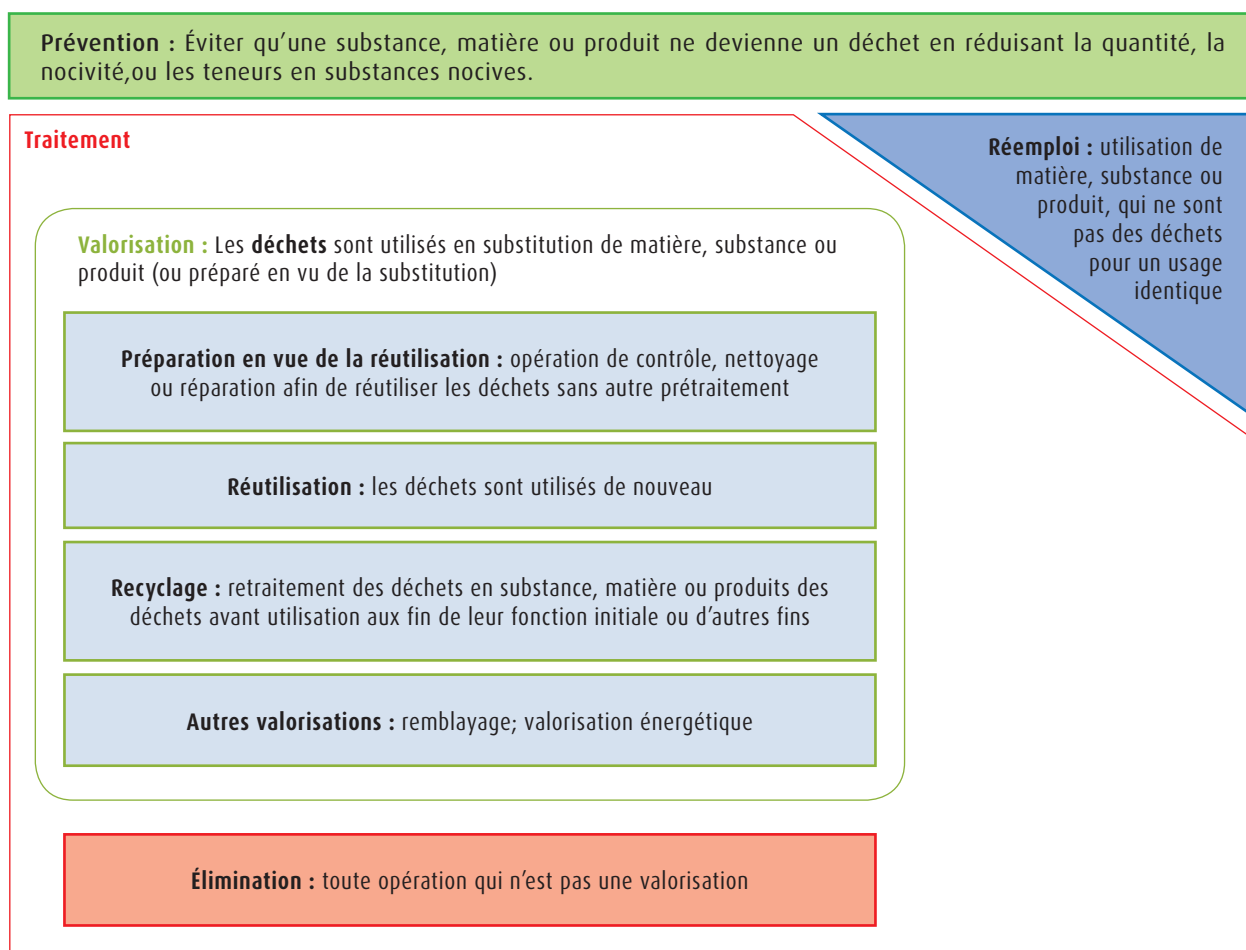


Figure 81 : Organisation des différentes opérations de gestion des déchets

Dans le cadre de son chantier, le maître d'ouvrage est susceptible d'être soumis à la réglementation des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE) :

- 1/ sous la rubrique 2515 Broyage, concassage, criblage, ensachage, pulvérisation, nettoyage, tamisage, mélanges de pierres, cailloux, minerais et autres produits minéraux naturels ou artificiels ou de déchets non dangereux inertes ;
- 2/ sous la rubrique 2517 Station de transit de produits minéraux ou de déchets non dangereux inertes autres que ceux visés par d'autres rubriques.

Quelques rappels sur :

Les emballages

Les emballages industriels et commerciaux (palettes non consignées, cartons, films, fûts vides et propres, emballages bois) doivent être valorisés (recyclage matière ou incinération avec récupération d'énergie) conformément aux dispositions des articles R543-66 à R543-72 du code de l'environnement.

Néanmoins le producteur de déchets d'emballage peut s'affranchir de cette obligation :

- lorsque la production est inférieure à 1 100 litres par semaine et que ces déchets sont collectés par le service public de collecte ;
- pour les emballages constitués de matières explosibles, et d'une manière générale souillés par des substances dangereuses qu'il s'agit d'éliminer dans les filières propres aux déchets dangereux.

Le transport des déchets

Pour pouvoir transporter des quantités supérieures à 500 kg de déchets non dangereux ou à 100 kg de déchets dangereux (cf. ci-dessus), il faut avoir fait une déclaration en préfecture valable cinq ans, dont un double doit être conservé dans le véhicule servant au transport. La gendarmerie peut demander ce double à tout moment depuis le 1^{er} janvier 1999.

Le transport de matériaux inertes (donc triés préalablement) n'est pas concerné par cette déclaration.

La limitation de la mise en décharge des déchets recyclables

Depuis 1992, seuls les déchets ultimes qui n'auront pas pu être valorisés (recyclés ou incinérés avec récupération d'énergie) dans des conditions économiques acceptables pourront être mis en décharge. Cet objectif est toujours poursuivi, avec pour conséquence une augmentation régulière du coût de mise en décharge afin de favoriser l'émergence de solutions de recyclage.

Le tri

Le tri, lorsqu'il est techniquement réalisable, réduit de manière significative les coûts relatifs à l'élimination des déchets et facilite leur valorisation. L'article L541-21-2 du Code de l'environnement exige que les producteurs ou détenteurs de déchets mettent en place un tri des déchets à la source, voire lorsqu'ils ne sont pas traités, une collecte séparée.

Les bordereaux

Aujourd'hui, seule l'élimination de trois types de déchets doit obligatoirement être accompagnée d'un document écrit :

- les déchets dangereux (certaines peintures, hydrocarbures ou terre polluée) qui font l'objet d'un bordereau de suivi ;
- les déchets d'amiante dont la traçabilité est assurée par un bordereau spécifique ;
- les déchets d'emballages pour lesquels l'entrepreneur doit conserver une trace écrite de leur élimination (contrat avec l'éliminateur agréé).

Pour les autres déchets, et bien que cela ne soit pas obligatoire, il est de l'intérêt des entreprises de garder la trace écrite de leur élimination au travers justement de bordereau de déchets. Le registre des déchets instauré par l'article R541-43 du Code de l'environnement est à tenir.

Les bordereaux ont pour objet de transférer la responsabilité du gestionnaire du déchet (en l'occurrence l'entreprise) à l'éliminateur.

Les bordereaux sont fournis en annexe du guide, et sont téléchargeables <http://vosdroits.service-public.fr/professionnels-entreprises/R14334.xhtml> et ils sont téléchargeables dans la rubrique Documentation du site www.dechets-chantier.ffbatiment.fr.

6.2.2 - Identification des filières en fonction de la nature des déchets

Le choix des filières de gestion des déchets par le maître d'ouvrage dépend de :

- la réglementation (notamment au regard de la hiérarchie des modes de traitement) ;
- la politique de prise en compte de l'environnement portée par le maître d'ouvrage et plus particulièrement en matière de gestion des déchets (taux de valorisation, limitation du transport, traçabilité, etc.), si elle est plus exigeante que la réglementation ;
- les aspects économiques (transport, valorisation et/ou élimination, location de matériel, etc.) ;
- le maillage des installations et les objectifs de planification au niveau du territoire (plan régional de prévention et de gestion des déchets, schéma régional des carrières) ;
- l'article R541-43 du code de l'environnement.

Le schéma Figure 82 présente les différentes possibilités de gestion des matériaux et déchets lors de la déconstruction d'un ouvrage d'art.

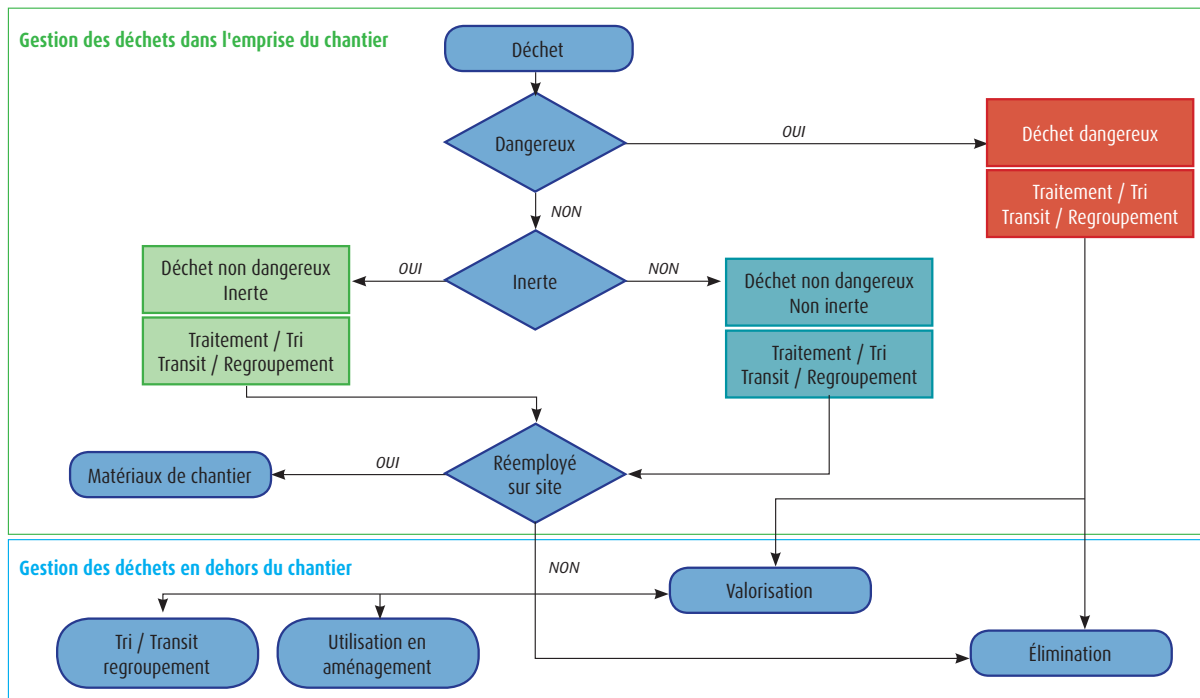


Figure 82 : Possibilités de gestion des déchets

Le tableau ci-dessous présente quelques exemples de filières par nature de déchets.

Déchets	Types de traitement	Exemples	Coût hors transport (€ HT / tonne) ⁽³⁾
DND i (bétons, pierres, matériaux remplissage, enrobés, etc.)	1/ Réemploi	Concassage criblage sur site en vue d'une utilisation sur le chantier (remblai, béton de trottoir ou bordures, etc.)	10 - 40
	2/ Valorisation matière	Concassage criblage (sur site ou hors site) en vue d'une utilisation en technique routière ⁽¹⁾ (hors site)	10 - 40
	3/ Élimination	Installation de Stockage de Déchets Inertes (ISDI)	10 - 30
DND (métaux, plastiques, bois, peinture, etc.) ⁽⁴⁾	1/ Réemploi	Le maître d'ouvrage étudiera les possibilités de réemploi de certains éléments produits lors de la démolition de l'ouvrage	
	2/ Valorisation matière	Broyage en vue du compostage (bois)	0 - 90
		Broyage en vue d'une réincorporation dans un process (bois, plastique)	0
	3/ Valorisation énergétique	Traitement thermique avec valorisation énergétique (incinération, chaufferie bois, cimenterie, pyrolyse)	30 - 180
4/ Élimination	ISDND	80 - 120	
DD (amiante, peinture, etc.)	1/ Valorisation matière	Vitrification des déchets d'amiante en vue d'une utilisation en technique routière ⁽²⁾	1300 - 2000
	2/ Élimination	ISDD	150 - 550 suivant densité

(1) Les typologies d'usages routiers possibles sont indiqués dans les guides relatifs à l'acceptabilité environnementale des matériaux alternatifs en technique routière publiés par le Cerema ainsi que certains guides régionaux.

(2) La vitrification est un procédé de stabilisation des déchets dangereux qui consiste à introduire les déchets dans un four chauffé à la torche à plasma. Par réaction thermochimique, les déchets sont portés en fusion à une température de 1400 - 1600 °C.

(3) Les coûts de traitement hors transport sont issus d'un recensement au niveau national. Il s'agit d'un coût à titre indicatif puisque le coût du traitement varie en fonction de deux paramètres que sont la qualité du déchet en entrée et les quantités traitées [ADEME, 2009] ; [BRGM, 2010] ; [CETE Lyon, 2006].

(4) Le cas particulier des emballages n'est pas traité par le tableau. Leur valorisation est obligatoire. Soit par recyclage, soit par incinération (coût de 60 à 110 € HT/tonne)

Figure 83 : Tableau exemples de filières de gestion par nature de déchets et indication de coût

6.2.3 - Illustrations des filières possibles

6.2.3.1 - Pour les déchets de démolition : béton, pierres, brique, tuiles, enrobés

Ces déchets de démolition sont valorisés de manière générale sous forme de grave de recyclage.

Les déchets de béton peuvent être valorisés spécifiquement en tant que granulats de béton recyclés (la norme EN206 prévoit en annexe l'utilisation de granulats de béton recyclés). Cependant cela reste rare et de l'ordre encore de la recherche alors que dans bien d'autres pays, cette filière de valorisation et fabrication de béton est établie avec des normes indiquant le pourcentage de granulats recyclés accepté suivant le type de granulat recyclé et l'environnement de destination du futur béton (les classes d'exposition). Un Projet National de Recherche et Développement – PN RECYBETON- vise principalement à changer la tendance au niveau national en favorisant la réutilisation de l'intégralité des produits issus des bétons déconstruits. On trouvera toute la documentation sur ce projet et les bétons recyclés sur le site : <http://www.pnrecybeton.fr/>.

Pour ce qui est de la filière courante actuelle, les déchets (béton, pierres, brique, tuiles, enrobés) sont donc dirigés vers des plateformes de recyclage en vue d'élaboration de diverses graves de recyclages employées ensuite en techniques routières (VRD, remblais, couches de forme ou d'assises de chaussées). Au niveau des plateformes de recyclage, on distingue les plateformes fixes et les plateformes mobiles. Celles-ci sont simplement des installations qui sont saisonnières et que l'on installe dès que le stock de matériau sur un dépôt à traiter dépasse 10 à 15 000 tonnes. Ces installations mobiles visent à minimiser les coûts de traitement et à développer les plates-formes de regroupement suivant les besoins locaux dans le souci de limiter le transport routier des matériaux recyclables. Une installation mobile peut se faire ponctuellement sur un chantier.



Figure 84 : Installation de recyclage mobile



Figure 85 : Étape 1 :
réception, tri à l'entrée
de la plateforme



Figure 86 : Installation de recyclage fixe



Figure 87 : Étape 2 : Prétraitement

Les étapes de recyclage : on distingue 5 étapes :

- 1 - Réception et tri des matériaux : stockés en fonction de leur nature (béton, briques, enrobés, etc.) et du prétraitement qu'ils devront recevoir : brise roche hydraulique, pinces à ferrailles, tri manuel (des plastiques, bois, etc.).
- 2 - Prétraitement : il consiste à réduire les plus gros éléments (au BRH), et à couper les éléments les plus longs (à la cisaille hydraulique) notamment lorsqu'ils sont ferrillés.
- 3 - Tri avant concassage : pour l'élimination des bois, plastiques, ferrillage. Ce tri est souvent manuel avant l'entrée dans le 1^{er} concasseur. Il peut être mécanisé (principe de flottaison pour les bois).
- 4 - Concassage – Criblage – Scalpage : le criblage ou le scalpage, consiste à éliminer la fraction fine dans laquelle le risque de présence d'argile est le plus grand. Le concassage consiste à fragmenter et réduire les matériaux jusqu'à un diamètre D préalablement défini.
- 5 - Déferrailage : le déferrailage est réalisé en sortie de concasseur par bande électromagnétique (overband). Une ou plusieurs bandes sont disposées au long du processus de production en fonction de la granulométrie (les premiers overbands plus puissants sortent les grosses ferrailles, les 2^e, 3^e sortent les plus petites ferrailles libérées au concassage en de plus faible granulométrie).



Figure 89 : Étapes 3+4 : Tri, Concassage, Criblage, Scalpage



Figure 88 : Étape 5 : déferrailage par Overband

À l'issue de ces étapes, on obtient une grave de recyclage.

On distingue les graves suivant leur granulométrie (G1, G2) et leur type de constituant :

- M : Grave Recyclée Mixte avec 30 % d'enrobés au maximum
- B : Grave Recyclée Béton avec au min. 90 % de béton et au max. 5 % d'enrobés
- E : Grave Recyclée Enrobé avec au min. 80 % d'enrobés

D'autres éléments (% fines, VBS, LA, MDE, teneur en sulfate soluble (plâtre), % plastiques + imputrescibles + métaux) sont aussi suivis et contrôlés.

Ces graves trouvent de nombreux emplois : Remblais généraux, Remblais de fouilles, Couches de forme, et poutres de rives, Couches d'assises, Couches de réglage : trottoirs, accotements, voiries piétonnes.

Des guides spécifiques sur cette filière de recyclage et ses matériaux existent. On citera :

- la note n°22 de février 2011 : Classification et aide au choix des matériaux granulaires recyclés pour leurs usages routiers hors agrégats d'enrobés ;
- Acceptabilité environnementale de matériaux alternatifs en technique routière - Les matériaux de déconstruction issus du BTP ;
- des guides d'utilisation régionaux et notamment celui de la Lorraine : Guide d'utilisation des matériaux lorrains en technique routière – Guide matériaux de démolition du CETE de l'Est.

6.2.3.2 - Pour les éléments amiantés

➔ Généralités

On distingue les deux catégories principales de déchets d'amiante suivantes :

1/ Les déchets d'amiante "lié" à des matériaux inertes ayant conservés leur intégrité (code 17 06 05*) et **les déchets de terres amiantifères** (naturel) (code 17 05 03*).

Dans les formes les plus fréquentes de déchets d'amiante lié à des matériaux inertes ayant conservé leur intégrité, on retrouve l'amiante ciment utilisé pour des canalisations, des bardages, des éléments de couverture, des gaines, des tubes de réservation de coffrages, des produits de cloisonnement. Il convient d'ajouter les dalles de coffrage perdu en fibrociment qui concernent spécifiquement un certain nombre de ponts.

Les déchets d'agrégats d'enrobés bitumineux amiantés qui proviennent des opérations de rabotage et de fraisage des chaussées en font partie.

Pour ces déchets, le risque de dispersion des fibres peut se produire à l'occasion de travaux de rabotage, de sciage, de casse, de démolition ou lors de la manipulation sans précaution de ces déchets pendant leur transport et leur élimination.

Au regard des risques faibles qu'ils présentent pour l'environnement et la santé humaine, ils peuvent être éliminés dans des installations de stockage de déchets non dangereux sous réserve :

- qu'ils conservent leur intégrité ;
- qu'ils ne contiennent pas d'autre substance dangereuse.

2/ Les déchets d'amiante libre (le code 17 06 xx regroupe les matériaux d'isolation et matériaux de construction contenant de l'amiante. Le code 17 06 01* concerne les matériaux d'isolation contenant de l'amiante.)

Ce sont notamment les déchets de matériaux friables (amiante utilisé en tant que matériau de flochage et de calorifugeage.), seuls ou mélangés, les déchets de matériels et d'équipements (sacs d'aspirateurs, bâches, films, chiffons, EPI), les poussières, débris, boues pouvant contenir de l'amiante. Ces déchets sont les plus dangereux pour l'homme et l'environnement, du fait de leur caractère volatile.

Les EPI contaminés à l'amiante répondent à la codification des déchets 15 02 02* « absorbants, matériaux filtrants (y compris les filtres à huile non spécifiés ailleurs), chiffons d'essuyage et vêtements de protection contaminés par des substances dangereuses ».



GR 1 M GR 1 B	D ≤ 80 mm
GR 2 M GR 2 BE	D ≤ 31,5 mm
GR 2 E	D ≤ 31,5 mm
Scalpage	0 / D

Figure 91

➔ Remarques

Il y a lieu de rappeler que, en terme d'élimination :

- Les dalles en vinyle amiante ne peuvent être considérées comme inertes.
- Les déchets issus du nettoyage de chantier de désamiantage (poussières collectées par aspiration, boues, résidus de balayage, sacs d'aspirateurs, outils et accessoires non décontaminés, filtres usagés du système de ventilation, bâches, chiffons, matériel de sécurité (masques, gants, vêtements jetables...) sont éliminés comme les déchets de flochage et de calorifugeage.
- Les supports inertes (béton, ...) revêtus de colle amiantée ainsi que les agrégats d'enrobé contenant de l'amiante sont considérés à ce jour comme des déchets d'amiante "lié" à des matériaux inertes ayant conservés leur intégrité.

➔ Élimination

On pourra se reporter à l'arrêté du 15 février 2016 relatif aux installations de stockage de déchets non dangereux (ISDND) pour ce qui concerne les possibilités de dépôts de certains déchets d'amiants liés.

Pour les autres formes de déchets d'amiante (essentiellement ceux relevant de la codification 17 06 01 « matériaux d'isolation contenant de l'amiante »), l'élimination se fait dans des filières spécifiques.

Il est par ailleurs envisageable de procéder à l'inertage par vitrification de ces déchets contenant de l'amiante. Néanmoins au vu des coûts élevés de cette méthode, cette modalité d'élimination n'est pertinente aujourd'hui que pour les flux de déchets dont l'élimination par stockage n'est pas pérenne.

Recyclage, valorisation, réemploi : les déchets amiantés (industriel) ou amiantifères (naturel) ne sont pas réutilisables ou recyclables. Le réemploi est uniquement envisageable pour les éléments pollués par l'amiante et laissés en place dans leur fonction initiale (pas de déplacement ou de dépose) à conditions : qu'il n'y ait pas de risque pour la santé des travailleurs et de la population validé par une évaluation des mesures d'empoussièrément environnementales (art. R1334-28 du code de la santé publique) et que leur traçabilité soit assurée.

L'élimination des déchets pollués par l'amiante en ISDD ou ISDND (suivant le type de déchets), ou l'inertage restent les filières à privilégier.

➔ Modalités

Classement : en tout état de cause quelle que soit sa nature (amiante lié ou amiante libre), les déchets amiantés (industriel) ou amiantifères (naturel) sont dans tous les cas classés "déchets dangereux".

Bordereau : quelle que soit sa nature (amiante lié, amiante libre) le producteur est tenu d'établir un bordereau de suivi des déchets contenant de l'amiante (BSDA) qui accompagne chaque lot depuis son lieu de production jusqu'à son élimination finale (décret n°77-974 du 19 août 1977 relatif aux informations à fournir au sujet des déchets générateurs de nuisances et imprimé CERFA 11861*01).

Manutention : à toutes les étapes, la manutention des déchets doit être organisée de façon à éviter la libération de fibres. L'utilisation de moyens adaptés d'aide à la manutention ou au levage est à rechercher. Le nettoyage des surfaces, outils, engins, véhicules sera effectué par humidification et aspiration avec du matériel adapté (soufflettes à proscrire). Les salariés doivent être informés des risques qu'ils encourent et formés aux moyens de prévention (modes opératoires, EPI, règles d'hygiène).

Conditionnement des déchets dès leur production : quel que soit le type de déchets (amiante lié ou libre), l'entreprise doit les conditionner dans des emballages fermés étanches et portant l'étiquetage réglementaire amiante. Ces emballages doivent être décontaminés extérieurement (par lavage notamment), avant d'être entreposés ou transportés pour traitement.

Mesures à prévoir pour le conditionnement des déchets amiantés

- Amiante lié :
 - canalisations : conditionnées en racks (de taille supérieure ou égale aux canalisations), filmées et scotchées ;
 - plaques : palettisées (sur des palettes plus grandes que les plaques à stocker) et filmées de façon étanche ;
 - autres : pour les déchets qui le permettent, mise en « big-bag 1 m3 » avec double sac étanche.
- Amiante libre :
 - Conditionnement dans un double sac étanche lui-même placé dans un emballage supplémentaire (big-bag), scellé et numéroté.

Étiquette : quelle que soit sa nature, le déchet amiante doit avoir l'étiquette amiante (décret n°88-466 du 28 avril 1988 modifié) et être fermé au moyen d'un scellé numéroté (art 44 de l'arrêté du 30/12/2002) indiquant :

- le n° Siret de l'entreprise ayant effectué les travaux et le conditionnement ;
- le n° d'ordre permettant l'identification univoque du conditionnement ;
- le scellé est obligatoire pour l'amiante libre. Son numéro doit être indiqué sur le BSDA.

Entreposage temporaire et transport : qu'il s'agisse d'amiante lié ou libre, l'entreprise peut entreposer ces déchets dans une zone isolée, signalisée, close et surveillée du chantier. Leur transfert est à effectuer dès que possible vers un centre de traitement adapté. Si le transport est confié à un transporteur extérieur, un protocole de sécurité doit être établi.

Mesures à prévoir pour le transport des déchets amiantés : il est obligatoire d'assurer le respect du règlement transport des matières dangereuses par route (ADR : « Accord for Dangerous goods by Road »), impliquant de nombreuses obligations et le recours à un conseiller à la sécurité pour le transport de marchandises dangereuses.

Les déchets de matériaux contenant de l'amiante étant classés comme marchandises dangereuses de classe 9 « matières et objets dangereux divers » par le règlement ADR, tous les acteurs de la filière d'élimination (emballeur, expéditeur, chargeur, transporteur, destinataire final) doivent respecter ce règlement chacun en ce qui le concerne.

Toutefois, pour les déchets d'amiante lié, la disposition 168 du paragraphe 3.3.1. de l'ADR permet d'exempter l'application de l'ADR à l'emballage et au conditionnement des déchets. L'emballage et le conditionnement des déchets doivent être réalisés de manière à éviter la libération de fibres pendant les différentes phases du transport (chargement, transport, déchargement) (cf. conditionnement).

Certificat d'acceptation préalable : ce certificat doit être obtenu auprès du centre d'élimination des déchets et obtenu avant d'entreprendre tous travaux.

Contrôle : si le contrôle des installations de transit, stockage ou d'élimination de déchets relève de la compétence de l'État (Inspecteur des installations classées ICPE), le producteur des déchets amiantés doit s'assurer que l'établissement a une autorisation d'exploitation compatible avec les résidus à éliminer. Les ISDND ne sont ainsi pas toutes habilitées à recevoir des déchets amiantés.

Admission : en installation de stockage ISDND et ISDD :

- un certificat d'acceptation préalable (CAP) doit être délivré par l'installation de stockage de déchets avant tout apport ;
- un bordereau de suivi (BSDA) doit accompagner le chargement. Ce BSDA attestera d'une prise en charge conforme à la réglementation et sera renvoyé au producteur de déchets et à l'entreprise de travaux dans un délai d'un mois après réception.

➔ Filières

On distingue les trois filières d'élimination suivantes :

1/ L'élimination (enfouissement) en installation de stockage de classe 2 (ISDND)

(Cf. : Arrêté du 09/09/97 relatif aux installations de stockage de déchets non dangereux et arrêté du 15 février 2016 relatif aux installations de stockage de déchets non dangereux)

Il existe un peu plus de 200 ISDND en France mais toutes n'ont pas de capacité et d'autorisation pour accepter ce déchet. Bien que classé dangereux, les déchets d'amiante liés à des matériaux inertes sont admis en ISDND, suivant un processus spécifique.



Figure 92 : Recouvrement - Alvéole pour amiante lié, ISDND de Saint Laurent - site internet du syndicat intercommunal des déchets de la Dordogne

Le stockage se fait en alvéole dédiée à ces déchets d'amiante « lié » (inerte et intègre). Cela implique pour l'exploitant de mettre en œuvre, sous sa propre responsabilité, un certain nombre de mesures de nature à limiter les risques liés à la gestion de ces déchets.

Le coût de l'enfouissement des déchets d'amiante en ISDND est de l'ordre de 80 à 120 € HT / tonne pour les déchets conditionnés.

2/ L'élimination (enfouissement) en installation de stockage de classe 1 (ISDD)

(Cf. Arrêté du 30 décembre 2002 modifié fixant les dispositions relatives aux ISDD- cf. titre VI)

Cette filière concerne tous les déchets d'amiante (lié, libre) mais principalement et obligatoirement les déchets d'amiante libre (matériau de flocage et de calorifugeage, déchets de matériels et d'équipements), catégorie la plus dangereuse du fait de leur caractère volatile.

Les ISDD sont des installations répondant à des critères plus nombreux, sévères et spécifiques. Le nombre d'ISDD est réduit (une quinzaine de sites répertoriés en France en 2018).



Figure 93 : Acheminement et manutention - Centre d'Enfouissement Technique dédié à l'Amiante lié de Lannemezan.- site internet de l'ent. PSI



Figure 94 : Déchargement de camion (les doubles emballages doivent être intègres, les palettes doivent avoir été disposées et acheminées à plat en un seul niveau) - ISDD de Drambon (site de SITA-FD)



Figure 95 : Entrée et contrôle des camions (contrôle visuel et administratif CAP, BSDA, scellés ; pesage PL, test contrôle lixiviat ; pour l'amiante pesage et vérification des différents colis correspondant aux différents BSDA) - ISDD de Drambon (site de SITA-FD)

Le stockage : La zone d'exploitation doit être à plus de 200 m de toute habitation. Un niveau de sécurité passive est constitué soit du terrain naturel en l'état, soit du terrain naturel remanié d'épaisseur minimum 5 mètres. La perméabilité de cette formation géologique est inférieure ou égale à 1.10-9 m/s. Chaque alvéole représente ensuite une autre barrière d'isolement (géotextile épais étanche et matériau anti poinçonnement). Ces sites disposent de moyens de suivi (des lixiviats, etc..) et sont contrôlés.

Le coût de l'enfouissement des déchets d'amiante en ISDD est de l'ordre de 150 à 550 € HT / tonne pour les déchets conditionnés en fonction de la densité des déchets qui peut être très variable.

3/ La vitrification

La vitrification consiste à mélanger de l'amiante avec des matériaux inertes et du ciment, à porter ce mélange dans un four à une température de 1400 – 1600 °C jusqu'à la fusion pour détruire les fibres d'amiante et transformer ce mélange en vitrifiat, une roche silicatée non toxique.

Le vitrifiat produit (nom commercial « cofalit ») est un déchet non dangereux et inerte (déchets vitrifiés : rubrique 19 04 01). La vitrification (dite aussi inertage) permet donc de détruire définitivement l'amiante et sa dangerosité pour l'homme.

Le coût de traitement par vitrification est d'environ 1300 € HT/tonne (élimination totale de l'amiante).



Figure 96 : « cofalit » (matériau issu de la vitrification d'amiante) (INERTAM)

Références bibliographiques :

1. <u>Bordereau de suivi des déchets contenant de l'amiante</u> (cerfa n°11861*03	https://www.formulaires.modernisation.gouv.fr/gf/cerfa_11861.do
2. <u>Annexe au bordereau en cas d'entreposage des déchets</u>	https://www.formulaires.modernisation.gouv.fr/gf/getNotice.do?cerfaNotice=11861*03&cerfaFormulaire=11861
3. <u>Notice explicative relative au bordereau de suivi des déchets contenant de l'amiante</u>	https://www.formulaires.modernisation.gouv.fr/gf/getNotice.do?cerfaNotice=50844%2303&cerfaFormulaire=11861
4. <u>Arrêté du 12 mars 2012 relatif au stockage de déchets d'amiante</u>	http://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte. o?cidTexte=JORFTEXT00025634289&dateTexte=&categorieLien=id
5. <u>Arrêté du 15 février 2016 relatif aux installations de stockage de déchets non dangereux</u>	https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000025634289&fastPos=1&fastReql=1440687161&categorieLien=cid&oldAction=rec
6. <u>Décret n°96-1133 du 24 décembre 1996 relatif à l'interdiction de l'amiante, pris en application du Code du travail et du Code de la Consommation</u>	https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT00000734637&fastPos=1&fastReql=1029959604&categorieLien=cid&oldAction=rechTexte
Site : http://www.inrs.fr/accueil/produits/mediatheque/doc/publications.html?refINRS=ED%206028 et son guide Exposition à l'amiante lors du traitement des déchets	
Guide de gestion des déchets amiantés - DREAL Grand Est	http://www.grand-est.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/20170321-plaq_guide-amiante-v4-web.pdf
Site : http://www.ineris.fr/aida	

6.2.3.3 - Pour les éléments métalliques en général

La qualité de la « ferraille » issue de la démolition d'un pont (aciers issus du tri et du déferrailage du béton armé, aciers de structure métallique, etc.) est variable.

Les aciers issus du tri et du déferrailage du béton armé ou de structure métallique subissent des opérations de tri plus poussées comme les autres ferrailles de récupération (selon la taille et la composition chimique) avant d'être acheminé vers des filières adaptées de valorisation.

Ces filières de valorisation comprennent la production d'acier soit par la filière haut fourneau (un peu de chutes d'acier est introduit dans le processus), soit principalement la filière électrique qui consiste à fondre la ferraille dans un **four à arc électrique** pour obtenir de l'acier. L'acier est donc ici typiquement recyclé en le produit initial (comme peut l'être le verre).



Figure 97 : Exemple : Le site de prétraitement des ferrailles de Fretin (PRE FER Nord) traite 80 000 t/an de ferraille ; en sortie 46 000 t/an de ferraille enrichie (d = 0,8 - 90 % de fer)

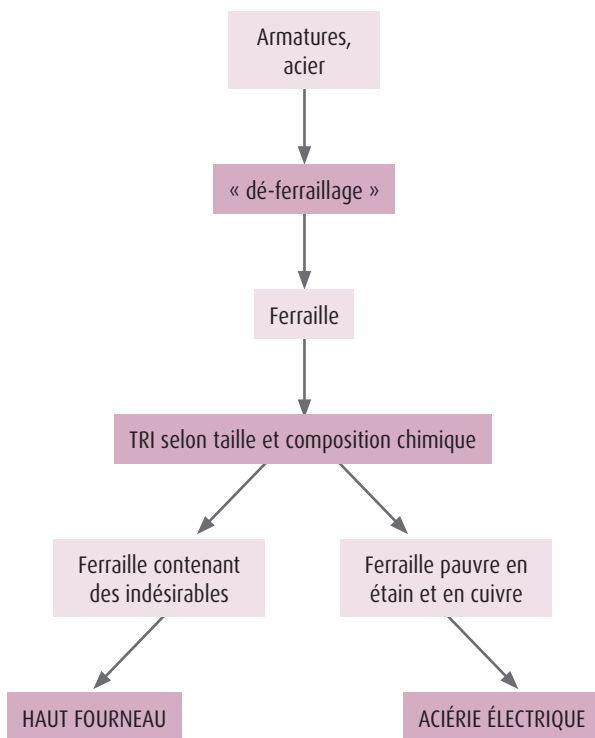


Figure 98 : Schéma de la filière de valorisation des aciers



Figure 99 : Transport ferraille par mode fluvial



Figure 100 : Vue d'un four électrique

Processus de la filière électrique : Dans le four à arc électrique, le bain métallique assure le contact électrique entre des 3 électrodes entre lesquelles se crée un arc produisant de la chaleur.

- dans une première phase, une charge solide, constituée de chaux, de minerai, de ferrailles de récupération est mise en fusion ;
- dans une deuxième phase, caractéristique du procédé, une désoxydation et une désulfuration poussées du métal se font par formation d'un laitier réducteur et basique que l'on obtient par ajout d'antracite et de coke ;
- de la chaux est alors introduite et un jet de fonte vient ensuite mélanger l'ensemble. La fonte est utilisée comme source d'énergie, elle permet d'améliorer la qualité de l'acier en diminuant le taux d'impuretés.

Focus 1 : Pour les déchets métalliques recouverts de peinture au plomb.

Un rappel sur le minium de plomb (et la distinction avec la céruse) est fait au § 4.2.3 Diagnostics réglementaires pour certaines substances dangereuses. Rappelons que tous les ponts métalliques ou équipements métalliques recouverts d'un traitement anticorrosion doivent faire l'objet d'un diagnostic « plomb ». Si celui-ci est positif (teneur en plomb lixivié > 0,5 mg/kg) :

- 1/ le processus de démolition devra en tenir compte
- 2/ les déchets métalliques recouverts de ces peintures sont classés déchets dangereux.
- 3/ Concernant le processus de démolition : La découpe des aciers se fera par des opérateurs formés au risque « plomb » et dotés des EPI (combinaison jetable, gants, bottes, cagoule). Des mesures collectives seront prévues (zone interdite matérialisée, condition de vent). Des mesures d'hygiène seront aussi prévues (vestiaires doubles, zone de lavage) et les travailleurs exposés seront suivis. Notons qu'il n'apparaît pas nécessaire de décaper les zones de découpe.
- 4/ Concernant les éléments métalliques. Bien que cela soit onéreux, il convient d'évacuer les éléments de charpente en grandes dimensions (afin d'éviter les coupes sur site), vers un centre de traitement ou un atelier de chantier spécifique. Les aciers sont ainsi ensuite découpés dans de meilleures conditions. Il n'est pas nécessaire et pas raisonnable de décaper l'ensemble de ces aciers car la proportion de plomb est, en regard du poids d'acier, suffisamment faible, si bien que ceux-ci peuvent être orientés vers la filière de recyclage par four électrique. Il convient cependant de s'en assurer auprès de l'aciériste et qu'il identifie ceux-ci en un stock distinct.

Reste les (autres) déchets :

- a - les EPI souillés, chiffons, sacs et filtres des systèmes d'aspiration, protection de sols et bâches ;
- b - les sables ou grenailles (ou boue si décapage HP ou UHP) ;
- c - les résidus et débris de peintures décapés ;
- d - les poussières récupérées.

Pour les déchets a (EPI, chiffons, etc.), ceux-ci sont évacués vers un centre d'enfouissement de déchets dangereux.

Pour les déchets b,c,d, un test de lixiviation est réalisé pour chacun (cf. description ci-après).

Si la teneur en Pb lixiviable dépasse 50 mg/kg, les déchets sont orientés vers un centre de traitement spécialisé afin d'obtenir une teneur inférieure à 50 mg/kg.

Si la teneur en Pb lixiviable inférieure à 50 mg/kg, les déchets sont orientés vers un enfouissement en ISDD.

Rappel concernant la réglementation et la protection des travailleurs : cf. guide INRS « interventions sur les peintures contenant du plomb – prévention des risques professionnels ».

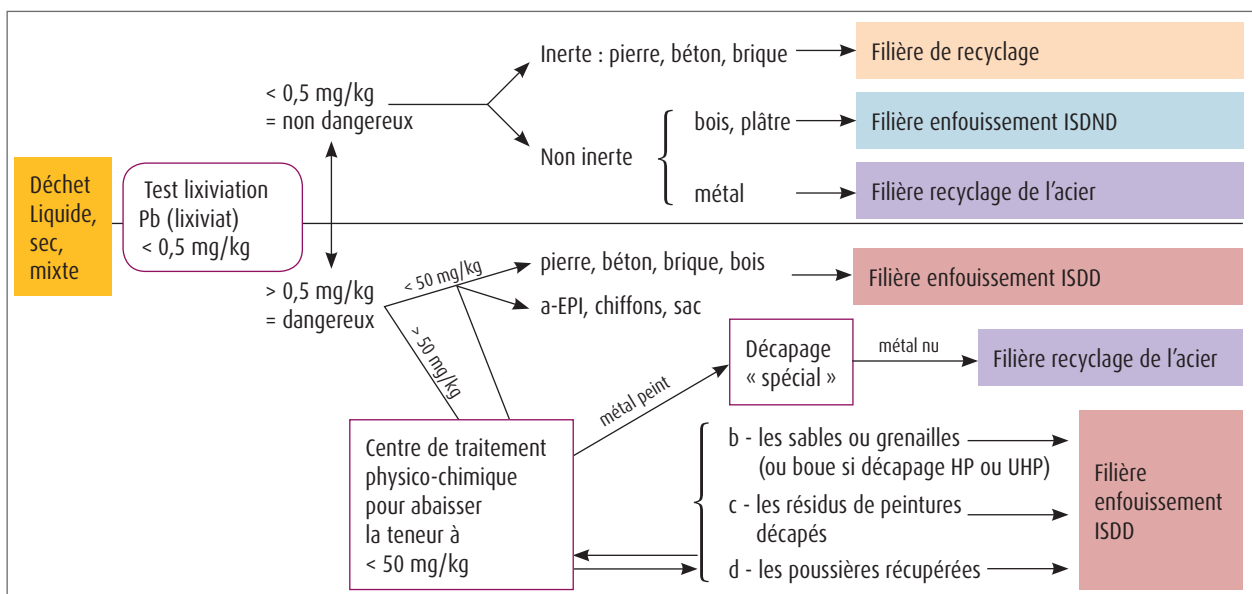


Figure 101 : Logigramme du traitement des déchets contenant du plomb
 Description de l'essai de lixiviation (norme EN 12457-2.) : un échantillon de déchets broyés et passé au tamis de 4 mm, est mélangé à l'eau pure à raison de 100 g/litre d'eau. Il est ensuite mis sous agitation permanente à raison de 60 tours/min pendant 24h. L'éluat (lixivié) obtenu est dosé pour le paramètre plomb par spectrométrie d'émission plasma à couplage inductif (ICP)

Focus 2 : Pour les câbles avec brai de protection interne ou externe contenant des HAP.

Rappelons que tous les câbles anciens sont suspects et que ces aciers recouverts sont des déchets dangereux (17 04 10* = Déchets de construction et de démolition - Câbles contenant des hydrocarbures, du goudron ou d'autres substances dangereuses). Les HAP présentant une dangerosité H7 Cancérogène.

En cas de suspicion, il est recommandé de procéder à une recherche de fibres d'amiantes, ajoutées afin d'offrir une meilleure tenue aux températures élevées.

Leur découpe ne doit se faire que par technique « froide » (sauf EPI avec cagoule adaptée) et leur manipulation requiert une protection des personnes et une méthode adaptée (gants, emballage, BSDD, nettoyage des personnes, des matériels).

En tant que déchet dangereux, ils pourraient être orientés vers la filière « enfouissement en ISDD », cependant cela génère des volumes importants et représente un gaspillage de matière recyclable (l'acier). Des processus existent pour valoriser ces câbles revêtus de brai contenant des HAP, à condition qu'il n'y ait pas d'amiante.

Remarque :

tout processus d'élimination doit être validé par l'autorité environnementale (la DREAL) (Pour le chantier ou précédemment lorsqu'on utilise un processus déjà validé).

Premier traitement : (processus proposé et mis en œuvre) Les câbles sont sectionnés à froid et mis dans des bennes spécifiques. Ces mêmes bennes sont placées dans un four à pyrolyse contrôlée, au gaz naturel (200 mbars de pression). La procédure de mise en température du four est la suivante :

Le four est appauvri en oxygène avant de monter en température, ce qui pyrolyse les matières organiques. Le contrôle de la teneur en Composé Organique Volatile (COV) dans le four permet de déterminer la fin d'un cycle. L'incinération va décaper la ferraille et permettre la destruction de la part organique. La température en post combustion est de 850 et 1150 °C. En sortie de four, il ne reste que la benne qui contient de la ferraille suffisamment propre pour être recyclée vers sur filières agréées. C'est une solution garantissant un moindre impact environnemental et un moindre risque hygiène/santé qui permet sans manipuler les pièces de leur enlever la partie de brais/goudrons.

Second traitement : (processus proposé mais non mis en œuvre). Les câbles sont coupés en petit tronçons et « détoronnés ». Dans une enceinte, ils sont nettoyés à l'eau sous pression par un technicien équipé et spécialisé. Ainsi nettoyés, décapés, les aciers peuvent être recyclés sur des filières agréées. La boue souillée de brai de houille sera récupérée et incinérée.

6.2.3.4 - Pour les éléments en bois

Le traitement et/ou la valorisation du bois sont conditionnés par le type de bois (bois non traités / bois traité). On distingue :

- les bois propres non souillés ou **bois de classe A**, ou bois « liste verte » sont principalement utilisés comme combustibles pour les chaudières alimentant les réseaux de chaleur communaux et les chaudières thermiques ou électriques des industriels. Ces bois peuvent aussi suivre une filière compostage ; compost valorisé comme amendement ;
- les **bois de classe B** ou bois « liste orange » (bois faiblement adjuvantés provenant des panneaux de process ou de démolition). Leur valorisation a un coût non négligeable, principalement dû à la préparation du déchet avant valorisation : tri, broyage, broyage fin mélange.

La principale filière de valorisation est le recyclage en panneaux de particules.

L'autre filière peut être la filière traitement thermique dans les incinérateurs d'industriels avec récupération d'énergie (fonctionnant par biomasse). Elle peut en mélange du bois de classe A être admise en chaudières bois, soit industrielles équipées de systèmes de traitement de fumées adéquats, soit collectives dans le secteur de l'habitat (avec l'accord des autorités de contrôle concernées).

Les bois souillés ou bois de classe C ou bois « liste rouge » (traverses de chemins de fer, poteaux télécoms, etc.) qui sont des déchets dangereux et doivent suivre les filières agréées de traitement de déchets dangereux.

Installations de Stockage

Le stockage ou enfouissement correspond à l'opération d'élimination ultime des déchets qui ne peuvent pas être valorisés ou transformés (valorisation matière, valorisation énergétique) dans les conditions techniques et économiques du moment. On distingue 3 types d'installations de stockage.

Installations de Stockage de Déchets Inertes (ISDI)

Les ISDI étaient également appelées Centre de Stockage de Déchets de classe 3 (CSD 3) ou Centre d'Enfouissement Technique de classe 3 (CET 3) ou de classe 3.

Installations de Stockage de Déchets Non Dangereux (ISDND)

Les ISDND étaient appelées Centre de Stockage de Déchets de classe 2 (CSD 2) ou Centre d'Enfouissement Technique de classe 2 (CET 2) ou de classe 2.

Installations de Stockage de Déchets Dangereux (ISDD)

Les ISDD étaient appelées Centre de Stockage de Déchets de classe 1 (CSD 1) ou Centre d'Enfouissement Technique de classe 1 (CET 1) ou de classe 1.

Bibliographie : Certains des éléments indiqués ci-après s'appuient sur le document « Références - Lexique à l'usage des acteurs de la gestion des déchets » édité en mai 2012 par le CGDD et la DGPR.

7 - Prise en compte et maîtrise des nuisances : vibrations, bruits, poussières, etc.

7.1 - Prise en compte des vibrations

Dans un projet de démolition, la protection de l'environnement contre les vibrations, amène à réaliser de manière exhaustive le recensement des sources vibratoires et des contraintes, lors d'une étude amont puis à appliquer des mesures spécifiques.

Des éléments sur les vibrations sont traités ici. D'autres éléments sont exposés au chapitre III – 3.5.4.

Le recensement des sources et des contraintes

Les sources sont diverses et dépendent des moyens mis en œuvre lors des phases :

- de préparation du chantier (aménagement de pistes ou de plateformes) avec l'utilisation de véhicules lourds sur pneus ou chenilles, d'engins de forte puissance (compacteurs vibrants, vibrateurs, trépideurs, pilonneuse, etc.) ;
- de démolition à proprement parler en fonction des méthodes spécifiques décrites dans le guide (explosifs, engins mécaniques, chutes de blocs, etc.) ;
- de réhabilitation du site.

Le recensement des contraintes garantit la pérennité de l'existant. Les contraintes sont multiples et dépendent de l'environnement de chaque chantier. Un listing exhaustif doit amener à :

- la protection contre les dommages du bâti (habitations, bâtiments historiques, bâtiments industriels, etc.), des ouvrages routiers et ferroviaires, des réseaux enterrés, etc. ;
- la protection contre les perturbations des équipements ou des activités sensibles (établissements hospitaliers, centres de recherche, d'analyse ou d'étalonnage, industries de pointe, écoles, etc.) ;
- la protection contre la gêne, vis-à-vis des personnes mais également vis-à-vis des animaux (perte d'individus ou de productivité dans les élevages due au stress).

Le périmètre de recensement est fonction du contexte géologique, des structures existantes et des moyens mis en œuvre, selon l'expérience acquise, pouvant varier de 0 à 150 mètres des travaux (présence d'établissements sensibles à proximité) en cas d'utilisation d'engins de forte puissance, à 250 mètres en cas d'utilisation d'explosif. Le périmètre de recensement sera reconsidéré en cas de présences d'équipements sensibles à un périmètre plus large.



Figure 102 : Réalisation de planches d'essai d'un vibreur lors de la réalisation de mur soutènement à proximité d'habitations



Figure 103 : Réalisation de planches d'essai d'un compacteur évoluant à proximité de conduites de transport de gaz



Figure 104 : Suivi vibratoire d'équipement et de structures SNCF lors de la démolition d'ouvrage

Cas particulier

L'emploi d'explosif ou d'engins de forte puissance, respectivement à moins de 200 et 50 mètres d'installations SNCF, doit obtenir l'approbation de la SNCF. En tout état de cause, tous les travaux à proximité d'installations ferroviaires doivent faire l'objet d'une Notice Particulière de Sécurité Ferroviaire.

Généralités

Une vibration est définie comme un mouvement oscillatoire d'une particule ou d'un corps à partir de sa position de repos, caractérisée par son amplitude en fonction du temps et sa durée.

Son amplitude est caractérisée par 3 grandeurs physiques :

- le déplacement (d en μm) est caractérisé par l'élongation de la particule effectué dans le temps à partir de sa position d'équilibre ;
- la vitesse particulière (V en mm/s), est la vitesse de déplacement d'une particule. Elle correspond mathématiquement à la fonction dérivée du déplacement ;
- l'accélération (A en mm/s^2), est la variation de la vitesse particulière dans le temps. Elle correspond mathématiquement à la fonction dérivée de la vitesse ;
- la durée d'oscillation est décrite par la fréquence (F) en Hertz (Hz) correspondant au nombre de cycle par seconde.

Réglementation

Il n'existe pas de réglementation spécifique applicable aux vibrations émises dans l'environnement d'un chantier. Seules les carrières sont soumises à une réglementation sur les vibrations produites par les tirs de mines. Toutefois, il convient de faire application, par défaut, des normes, circulaires et recommandations suivantes :

- arrêté 22 septembre 1994, modifié par l'arrêté du 5 mai 2010, relatif aux exploitations de carrières et aux installations de premier traitement des matériaux de carrières, qui dans son article 22, traite du problème des vibrations générées par les tirs de mines en carrières sur les bâtiments occupés, habités ou affectés à une activité humaine, et les monuments ;
- la circulaire du 23 juillet 1986 du Ministère de l'Environnement relative « aux vibrations mécaniques émises dans l'environnement par les installations classées pour la protection de l'environnement » appliquée par défaut pour les études vibratoires associées aux travaux. Le document définit le mode opératoire de la mesure, une méthodologie de classification des structures en fonction de leur sensibilité et les seuils préconisés en suivant des caractéristiques de la source (vibrations impulsionnelles à impulsions répétées ou continues ou assimilées) ;
- la norme NF E90-020 de juillet 2007, « vibrations et chocs mécaniques – Méthode de mesurage et d'évaluation des réponses des constructions, des équipements sensibles et des équipements » définit les méthodes de mesurage des vibrations et de leur traitement afin d'évaluer la réponse vibratoire des constructions et les effets sur le matériel et leurs occupants, ce qui constitue de fait l'obligation de mesure ;

- la norme ISO 8569 de septembre 1996, « vibrations et chocs mécaniques – Mesurage et évaluation des chocs et des vibrations sur les équipements sensibles dans les bâtiments » définit les appareillages à considérer comme des « équipements sensibles » aux vibrations, un mode opératoire de la mesure et son interprétation. La norme s'applique à toutes les sources vibratoires s'appliquant aux équipements sensibles ;
- les normes ISO 2631 « vibrations et chocs mécaniques – Évaluation de l'exposition des individus à des vibrations globales du corps » définissent les effets des vibrations sur les personnes. Les textes internationaux disposent de méthode de mesurage et d'interprétation ainsi qu'une description générale des effets des vibrations sur les personnes. Cependant, ces normes ne sont pas homologuées NF, car les tolérances réglementaires aux vibrations sont variables, et sont propres à chaque pays ;
- note d'information du Sétra de mai 2007 « Compactage des remblais et des couches de forme – Prise en compte des nuisances vibratoires liées aux travaux » propose des éléments méthodiques aux concepteurs de projet routier pour recenser, en phase amont et pendant le projet de terrassement, tout ce qui pourrait être sensible aux vibrations liées à l'utilisation de compacteurs. Par défaut, il convient d'adapter les propositions de la note d'information sur les chantiers où sont employés des engins de forte puissance.

Ces textes et normes ne sont pas obligatoires, mais sont généralement pris comme référence en cas de litige. Il n'y a pas d'obligation à les appliquer sauf s'ils sont mentionnés dans les pièces du marché, ce que nous recommandons.

Certains organismes possèdent leur propre procédure pour la protection de leurs équipements face à la nocivité des vibrations. La procédure interne à la SNCF IN1226 de septembre 2009 « protection des infrastructures ferroviaires lors de travaux à l'explosif ou avec engins mécaniques puissants » se prémunit des risques vibratoires sur son emprise, et des travaux extérieurs pouvant impacter ses installations (périmètres respectivement de 50 et 200 mètres suivant les travaux mettant en œuvre des engins de forte puissance et d'explosif).

7.2 - Prise en compte du bruit

Principes et aspects réglementaires

Le bruit des chantiers peut relever de deux réglementations différentes :

- la réglementation « gêne de voisinage » qui s'applique pour les chantiers publics ou privés, hors chantiers des infrastructures de transports terrestres ;
- la réglementation sur le bruit des infrastructures de transports terrestres qui intègre la phase chantier.

Réglementation « gêne de voisinage »

Toutes les nuisances sonores autres que celles générées par les infrastructures de transports et les ICPE (hors activités militaires) sont gérées par le *décret n°2006-1099 du 31 août 2006* relatif à la lutte contre les bruits de voisinage introduit dans le Code de la santé publique (articles R 1334-31 à 37), qui réglemente les bruits de comportements et les bruits provenant des activités (activités professionnelles ou activités sportives, culturelles ou de loisir organisées de façon habituelle), ainsi que les bruits provenant des chantiers (sauf chantiers infrastructures de transports). Les textes précisent notamment que « aucun bruit particulier ne doit, par sa durée, sa répétition ou son intensité, porter atteinte à la tranquillité du voisinage ou à la santé de l'homme, dans un lieu public ou privé, qu'une personne en soit elle-même à l'origine ou que ce soit par l'intermédiaire d'une personne, d'une chose dont elle a la garde ou d'un animal placé sous sa responsabilité ».

Pour le cas des chantiers de travaux publics ou privés ou des travaux intéressant les bâtiments et leurs équipements soumis à une procédure de déclaration ou d'autorisation (article R1334-36), l'atteinte à la tranquillité du voisinage ou à la santé de l'homme est caractérisée par l'une des circonstances suivantes :

- le non-respect des conditions fixées par les autorités compétentes en ce qui concerne soit la réalisation des travaux, soit l'utilisation ou l'exploitation de matériels ou d'équipements ;
- l'insuffisance de précautions appropriées pour limiter ce bruit ;
- un comportement anormalement bruyant.

Les autorisations délivrées en droit de l'urbanisme, comme le permis de construire, sont implicitement des autorisations. Il en va de même des déclarations de travaux prévues à l'article L. 422-2 du Code de l'urbanisme.

Le maire peut, « par arrêté motivé, soumettre à des prescriptions particulières relatives aux conditions d'horaires et d'accès à certains lieux et aux niveaux sonores admissibles les activités s'exerçant sur la voie publique, à l'exception de celles qui relèvent d'une mission de service public » (article L. 2213-4 du Code général des collectivités territoriales).

Réglementation « bruit des infrastructures de transports terrestres »

Cette réglementation est intégrée dans le Code de l'environnement (articles R571-44 à R571-52-1) et le bruit du chantier est intégré dans l'article R571-50 :

Préalablement au démarrage d'un chantier de construction, de modification ou de transformation significative d'une infrastructure de transports terrestres, le maître d'ouvrage fournit au préfet de chacun des départements concernés et aux maires des communes sur le territoire desquelles sont prévus les travaux et les installations de chantier les éléments d'information utiles sur la nature du chantier, sa durée prévisible, les nuisances sonores attendues ainsi que les mesures prises pour limiter ces nuisances. Ces éléments doivent parvenir aux autorités concernées un mois au moins avant le démarrage du chantier.

Au vu de ces éléments, le préfet peut, lorsqu'il estime que les nuisances sonores attendues sont de nature à causer un trouble excessif aux personnes, prescrire, par un arrêté motivé, pris après avis des maires des communes concernées et du maître d'ouvrage, des mesures particulières de fonctionnement du chantier, notamment en ce qui concerne ses accès et ses horaires.

Faute de réponse dans le délai de quinze jours suivant la demande du préfet, cet avis est réputé favorable.

Lorsque les travaux concernent plusieurs départements, l'arrêté est pris conjointement par les préfets de ces départements.

Le maître d'ouvrage informe le public de ces éléments par tout moyen approprié.

Le cas de la construction des grandes infrastructures de transports terrestres fait donc l'objet de mesures visant à prévenir que le chantier de construction n'engendre pas de nuisances excessives.

En pratique, la loi ne reconnaît aucun seuil de décibel auquel le chantier doit se conformer. Elle propose toutefois de sanctionner les activités par leurs caractères « anormalement » bruyants. En cas d'infraction sur les émissions sonores des engins de chantier, les autorités administratives compétentes peuvent immobiliser les objets ou dispositifs non homologués ou ne présentant pas la certification prévue dans l'article L. 571-2. Une suspension de l'activité peut être ordonnée tant que l'exécution des mesures prescrites n'a pas été effectuée.

Chantier en zone sensible

Dans le cas d'un chantier en zone sensible (proximité d'hôpitaux, d'écoles, de maisons de repos), le paramètre bruit doit être intégré dès la préparation du DCE : en effet, certains choix au niveau de chantier (organisation, matériel utilisé, etc.) peuvent avoir une incidence sur le coût des travaux.

Les différentes réglementations (présentées au paragraphe précédent) ne définissent pas de seuils mais demandent tout de même de prendre en compte les nuisances sonores.

Selon la sensibilité du site, différentes solutions peuvent être préconisées pour gérer ces nuisances :

- limiter les périodes de chantier à la journée ;
- organiser la communication avec les riverains en prévenant à l'avance des périodes avec les phases les plus bruyantes ;
- éventuellement imposer l'utilisation de matériel ou techniques particulières qui seraient moins bruyantes ;
- prévoir des mesures lors des phases les plus bruyantes ;
- pour des chantiers longs, on peut envisager une surveillance continue du bruit, avec des seuils d'alertes qui déclenchent l'intervention d'un « référent » environnement.

Les moyens de mesure

Un suivi ou des mesures ponctuelles peuvent être mis en place.

Les moyens de limitation

Afin de limiter les bruits sur les chantiers, nous pouvons lister les quelques conseils techniques suivant :

- utiliser des groupes électrogènes isolés ;
- utiliser des pelles sur pneus ;
- disposer de matelas de matériaux pour amortir (amortit les vibrations et les bruits) ;
- utiliser des pinces à béton plutôt que des BRH ;
- diminuer la puissance des BRH.

Références bibliographiques

Deux guides relativement récents ont été publiés sur ce sujet :

- Guide du CNB (Conseil National du Bruit) : Bruits des chantiers - Missions incombant aux acteurs d'une opération de construction pour limiter les nuisances ;
- Guide Sétra de Novembre 2011 : Maîtrise du bruit des chantiers de construction des infrastructures de transports terrestres.

7.3 - Prise en compte de surpressions aériennes

Cette nuisance est propre à la démolition à l'explosif et est traité au chapitre 3.5.4.

7.4 - Prise en compte des poussières

Les poussières générées lors d'un chantier de démolition peuvent être comme pour les chantiers de construction une nuisance qu'il faut anticiper et maîtriser.

Ces nuisances des poussières se posent pour les constructions avoisinantes, pour les riverains et pour les personnels du chantier. Ces derniers peuvent (doivent) certes être dotés d'EPI mais si les nuisances peuvent être limitées pour s'en dispenser, cela est plus pratique et confortable.

Comme pour les chantiers de construction, les pratiques pour maîtriser cette nuisance sont :

- d'identifier les opérations générant beaucoup de poussières en amont ;
- de les lier à des conditions limites de vitesse et/ou d'orientation du vent ;
- de disposer des séparations masques le long de la zone émettrice ;
- d'arroser les zones émettrices ;
- pour les démolitions à l'explosif, de disposer de piscines d'eau qui en jaillissant font barrage au nuage de poussière.



Figure 105 : Brumisateurs dirigés vers la source de poussières (photo Ent. DSD, SMD)

Chapitre 3

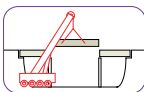
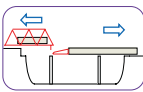
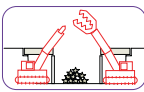
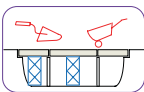
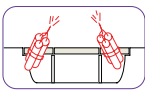
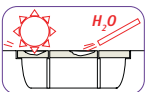
Techniques de démolition : principes et exemples

Ce chapitre comprend :

- 1 – une revue des matériels spécifiques à la démolition ;
- 2 – la présentation succincte des différentes techniques de démolition ;
- 3 – des exemples détaillés de démolition de ponts.

Ce chapitre 3 est aussi exhaustif que possible et s'efforce de présenter un exemple de chaque type de démolition et un exemple d'application par type de famille d'ouvrage.

Le lecteur peut se repérer entre les différentes techniques et les types d'ouvrage suivant ce tableau :

Type de pont	Mode de démolition					
	 Démolition par grutage ou autre moyen de levage § 3.1	 Démolition par délaçement § 3.2	 Démolition intégrale mécanique en place § 3.3	 Déconstruction Intégrale § 3.4	 Démolition à l'explosif § 3.5	 Hydrodémolition Découpage § 3.6
VIPP 1 VIPP 2 VIPP 3 Autre VIPP	§ 3.1.1 § 3.1.2, Mo 1 envisageable	envisageable	envisageable § 3.3.1 Mo 12		envisageable	(en partiel)
Pont Poutres BA PRAD	Mo 6, 5, 11 Mo 7		Mo 11,13		envisageable	(en partiel)
Pont dalle béton précontraint	envisageable	§ 3.2.2, Mo 9	envisageable		§ 3.5.1	(en partiel)
Bow-string béton	§ 3.1.2, Mo 2	§ 3.2.2, Mo 10	Mo 14		envisageable	(en partiel)
Pont maçonnerie			envisageable	§ 3.4.3, Mo16	envisageable	(en partiel)
Pont métallique 1 Pont métallique 2 Pont métallique 3	§ 3.1.2, Mo 3 § 3.1.2, Mo 4	envisageable § 3.2.1				(en partiel)
Pont caisson en BP				§ 3.4.2, Mo 15	envisageable	(en partiel)
Pont suspendu				§ 3.4.1 + Mo 17, 18, 19		(en partiel)
Culée de pont			envisageable		envisageable	§ 3.6.1

Mo = Monographie : référence à des cas de démolition traités sous forme de monographie en annexe B2.

Remarque :

Bien entendu, pour chaque exemple proposé, il n'est pas exclu qu'un autre type de démolition soit possible. C'est l'objet de l'étude de faisabilité (inspirée par les différents exemples présentés) que de statuer sur les modes de démolition envisageables.

Le lecteur trouvera dans ce guide un bon nombre de cas de démolition exposés soit au travers des exemples ci-après (chapitre 3.3), soit au travers des monographies de l'annexe B. A cet effet, nous indiquons ci-après la liste des ouvrages des exemples du chapitre 3.3 et des monographies de l'annexe B2 :

Liste des cas de démolition du guide traités en exemple dans le guide ou en monographie dans l'annexe B2 :

Nom de l'ouvrage	Type de pont	Famille de démolition	Chapitre	Annexe monographie n°
Pont de Merlebach	VIPP	Démolition par grutage	3.1.1	
Pont de Richemont (accès)	VIPP	Démolition par grutage	évoqué au 3.1.2	1
Pont St Pierre Lacourt	Bow-string	Démolition par grutage	évoqué au 3.1.2	2
Pont de Richemont (principal)	Pont métallique (dalle orthotrope)	Grutage par bigue fluviale	évoqué au 3.1.2	3
Pont-gazoduc	Pont métallique treillis	(Grutage) Enlèvement par barge	évoqué au 3.1.2	4
Pont FB2 de Rosbruck	Bow-string	Enlèvement par porteur multi-essieux	évoqué au 3.1.2	5
Passerelle sur la Garonne	Passerelle BA	Démolition par grutage		6
Pont de Doulagne	Pont à poutres BA	Grutage par bigue fluviale		7
A10 PS 226/24 - RD18	PRAD	Démolition par grutage		8
Pont d'Athies	Passerelle « mixte »	(grutage) Enlèvement à la pelle		9
Pont d'Auxonne	Pont métallique	Déplacement par cintre délaceur	3.2.1	
Pont Churchill à Strasbourg	Pont Dalle BP	Déplacement	évoqué au 3.2.2	10
Pont A7/Drôme	VIPP	Démolition mécanique en place	3.3.1	
Pont de Bétheny	Portique multiples poutres BA	Démolition mécanique en place (et grutage)		11
Pont du Jäi	VIPP	Démolition mécanique en place (sur platelage), démolition mécanique des appuis		12
Pont de Massy	Portique multiples poutres BA	Démolition mécanique en place		13
Pont d'Algrange	Bow-string	Démolition mécanique en place		14
Pont de Térénez	Pont suspendu	Déconstruction intégrale	3.4.1	
Pont de Beaucaire	Pont à voussoir BP	Déconstruction intégrale	évoqué au 3.4.2	15
Pont de Gercy	Voûte maçonnerie	Déconstruction intégrale	évoqué au 3.4.2	16
Pont du gué de Sénac	Pont suspendu	Déconstruction intégrale		17
Pont de Pailhès	Pont suspendu	Déconstruction intégrale		18
Pont Rapilly	Pont suspendu	Déconstruction mais sur palées		19
Pont de Courtabœuf	Pont Dalle BP	Démolition à l'explosif	3.5.2	

Nom de l'ouvrage	Type de pont	Famille de démolition	Chapitre	Annexe monographie n°
Culée pont de Mondelange	Culée BA	Démolition par découpage et hydrodémolition	3.6.1	
Viaduc de Drancy	Pont à voussoir BP	Démolition partielle par hydrodémolition	3.6.2	
Regroupement de diverses démolitions		Dépose-enlèvement pas bigue, par portique, par porteurs multi-essieux, démolition à l'explosif		20

1 - Spécificités des matériels de démolition

La connaissance des matériels de démolition et leur capacité est indispensable à la réalisation d'une étude de faisabilité.

Les matériels sont présentés ci-après dans l'ordre de distinction suivant :

- les matériels de manutentions (grues, bigues, barges équipées) ;
- les matériels de démolition (brise-roche, pinces pour broyer et cisailer, les robots, le matériel d'hydrodémolition) ;
- les matériels de découpe et de tri (scies, pinces à trier, procédés thermiques).

1.1 - Matériels de manutention

1.1.1 - Les grues mobiles

Un pont est une structure qui permet de franchir une brèche ; l'ouvrage se situe donc en élévation (au-dessus du sol). Lors des démolitions, il est souvent nécessaire de gruter des parties d'ouvrages pour les déposer au sol. Cela constitue un mode ou une étape principale de la démolition.

Dans ce contexte, les **grues mobiles** sont quasiment indispensables à la réalisation des démolitions.

Caractéristiques des grues mobiles

Une large gamme de grues existe sur le marché. Les caractéristiques de ces grues sont aisément obtenues auprès des fournisseurs. Les noms des grues comportent souvent une indication quant à leur capacité de levage maximum en pied de grue (à 3 m - flèche réduite, avec contrepoids maximum).

Grues sur pneus

La flèche télescopique est en plusieurs parties, avec une fléchette additionnelle en treillis. La grue ne peut lever que patins dépliés et appuyés (ce qui impose un certain encombrement); la prise du « colis » et sa dépose sont donc limités à la course de la flèche selon la capacité de grue (cf. doc Annexe A - Utilisation d'une grue). Des contrepoids peuvent être disposés pour augmenter la capacité de levage. Des systèmes de sécurité assurent la stabilité de la grue pendant les phases de levage.

Les capacités de chaque grue peuvent être déduites de deux schémas principaux : **la géométrie de la grue et l'abaque de capacité de levage/portée**.

Plusieurs tableaux sont donnés dans les dossiers techniques en fonctions des contrepoids installés et de la flèche en treillis additionnelle (cf. doc Annexe A).

La gamme des grues disponibles (suivant capacité) dépend du constructeur.



Figure 106 : Grue sur roues. Ces grues ont le grand avantage de pouvoir circuler sur les routes, c'est à dire qu'elles respectent le poids de 13,5 t à l'essieu (les contrepoids sont véhiculés à part). Ici, grue « 700 », de capacité 700 t à 3 m (avec contrepoids de 140 t), 9 essieux

Grues sur chenilles

Bien que leur usage soit moins courant, des grues sur chenilles peuvent également être employées. Leur gamme est étendue.

Critères de choix

Le choix d'une grue ou de plusieurs grues mobiles n'est évidemment pas du ressort des études de projet. Cependant, il est intéressant, voire indispensable, de s'assurer de l'existence d'une possibilité de grutage au niveau de l'étude de faisabilité. Démontrer la faisabilité de grutage consiste à s'assurer qu'il existe des grues de la capacité requise et que celles-ci pourront être acheminées et se mouvoir près de l'ouvrage. De plus compte tenu du faible nombre de grues de forte capacité (au-delà de 500 t) sur le marché, cela permettra aussi de mieux estimer leur coût très élevé (cf. Annexe B3) et d'envisager des options de réservations.

Le choix d'une grue (ou de deux grues cf. chapitre 3.1.1, grutage à une ou deux grues d'une poutre) dans la gamme répondra alors à plusieurs paramètres : masse à soulever, portée à la pose et à la dépose, place disponible patins déployés, capacités du sol à supporter les patins même dotés de plaques de répartition.

L'annexe A propose pour exemple quelques fiches techniques commentées de grues.

Plaques de répartition

L'utilisation d'une plaque de répartition sous les patins de grues mobiles permet d'atténuer la pression au sol. La rigidité du platelage de répartition doit être déterminée après une étude de dimensionnement prenant en compte les caractéristiques du sol support. À titre indicatif, la rigidité d'un platelage (en bois ou métallique) doit être telle que sa flexion sous la charge maximale n'excède pas 1 % sur sa portée.

En tout état de cause, il convient de prendre garde aux cavités et réseaux, et aux têtes de talus à proximité (cf. Annexe A – vérification de stabilité).

1.1.2 - Bigues et barges

Caractéristiques

Les bigues sont ici des grues flottantes. Il existe des bigues maritimes et des bigues fluviales. Les bigues fluviales sont au gabarit fluvial (grand gabarit). Elles sont composées d'une barge principale et de caissons secondaires qui se déploient. Le mât de levage est aussi à déploiement.

Elles ont une assez forte capacité de levage (100 à 300 t), mais une portée assez réduite. Le tirant d'eau au levage est de l'ordre de 2,5 m à 3,5 m en mode levage et il faut donc l'assurer dans la zone élargie où la bigue saisit le colis et sur le trajet jusqu'à la zone de dépose. Le cas échéant, ces grues flottantes peuvent être stabilisées par des pieux battus provisoires.

Ces bigues fluviales sont souvent utilisées en milieu maritime et certains Grand Port Maritimes en possèdent et peuvent les louer. En annexe A, figurent les caractéristiques techniques de la bigue (ci-dessous) utilisée pour le levage de l'exemple 4 du chapitre 3.



Figure 107a : Bigue fluviale de capacité 300 t - Arrivée pliée, ici, phase de montage

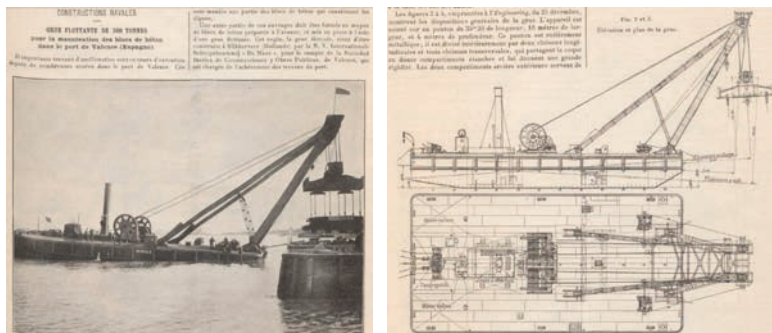


Figure 108 : Bigue de 300 t – Revue « le génie Civil » de 1926



Figure 107b : Bigue fluviale de capacité 300 t - Chargement d'une traverse de 53 m d'un pont métallique

Critères de choix

Ces bigues sont très intéressantes pour tous les ponts à déconstruire ou reconstruire sur les voies navigables (y compris même si des zones sont à draguer localement pour les rendre accessibles). Il faut néanmoins s'assurer des possibilités d'acheminement (passage des écluses, etc.).

L'utilisation de barges est bien sûre envisageable sur les voies navigables, les structures étant prises en charge par véringage.



Figure 109 : Enlèvement par barge d'un tablier

1.1.3 - Porteur multi-essieux pendulaires

Caractéristiques

Ces porteurs sont des véhicules multi-essieux équipés de vérins hydrauliques permettant de répartir les charges uniformément (à l'instar de grands nombres de remorques de convois exceptionnels) ; ils sont très maniables (les roues peuvent pivoter à 90 °) et capables de porter des charges très lourdes. Ils permettent de soulever et de déplacer des objets massifs en dépit de légers dénivelés. Ces porteurs sont souvent connus par leurs noms de marques tels que : Kamagstm, Éléphantstm, etc. mais il en existe de différents types.

Par exemple, dans le cadre d'un remplacement de pont, ils permettent de soulever l'ancien pont en une seule pièce pour le porter sur une zone de démolition et de mettre très rapidement en place, intégralement, le nouveau pont qui aura été construit à proximité sur une zone de chantier hors circulation.

Un ou plusieurs porteurs multi-essieux peuvent être employés. Quasiment toutes les configurations peuvent être envisagées pourvu que le support terrestre se prête au trajet et déplacement de ces porteurs multi-essieux.

Selon les constructeurs un module comprend 4 à 6 essieux. La capacité de charge par essieu est de 30 voire 43 tonnes mais sur une hauteur assez faible, de l'ordre 500 mm qui suffit généralement à dégager un ouvrage de ses appareils d'appuis.

Enfin par l'adjonction de bâtis, de colonnes à vérins ou autres matériels, ces engins offrent une très forte gamme de manipulations de charges lourdes.



Figure 110 : Assemblage de deux éléments Kamag. Cf. le poste de contrôle et le boîtier de commande. - Capacité de 134/170 tonnes



Figure 111 : Chaque élément est livré par PL



Figure 112 : Pont RN 1 / tramway Saint Denis-Sarcelles à Pierrefitte-sur-Seine. Enlèvement de l'ancien pont (650 t) au moyen de 4 Kamags de 48 roues chacun. Pose du nouveau pont (1 000 t plus large et long), interruption de la RN1 pendant 4 jours, la pose du nouveau pont ne prenant que 1 nuit

Critères de choix

Ces porteurs multi-essieux et les structures ou portiques que l'on peut leur ajouter leur donnent des possibilités infinies.

1.1.4 - Cintre lanceur

Caractéristiques

Un certain nombre d'ouvrage de type VIPP (ponts à poutres précontraintes) ont été construits et mis en place grâce à un **cintre lanceur** (sorte de pont roulant). Il s'agit d'un ensemble de 2 poutres à treillis (ou pleine) de longueur de l'ordre de deux travées, permettant de faire franchir successivement plusieurs travées à chaque poutre.

[Principe (cf. photo) : la poutre repose sur les appuis de travée n ; le cintre règne sur la travée n et n+1 ; la poutre portée par le cintre chemine jusqu'à la travée n+1 puis est reposée sur les appuis de la travée n+1 ; le cintre est avancé d'une travée et l'ensemble des phases précédentes est reproduit.]



Figure 113 : Cintre lanceur

Critères de choix

La mise en place par cintre dit « auto-lanceur » se pratiquait pour des ouvrages hauts et longs de plusieurs travées, en particulier les VIPP dans les années 1970. Ce type de construction a été abandonné par les entreprises de même que les matériels correspondants.

Néanmoins, lors de l'étude de faisabilité, il ne faut pas perdre de vue qu'une démolition grâce à ce type d'engin peut être une solution technique en particulier pour les ouvrages ayant utilisé ce processus à la construction. Cela s'est présenté pour des ponts trop « hauts » pour être à portée des grues mobiles, des ouvrages longs, des travaux au dessus de voies franchies dont le gabarit ne peut être réduit (ou la circulation interrompue : exemple : voies ferrées, cf. 3.2.2 - exemple 2 - Démolition grâce à un cintre délanceur - le pont rail d'Auxonne).

1.2 - Matériels de démolition

1.2.1 - Brise-roche

Caractéristiques

Un BRH (Brise-Roche Hydraulique) est un outil se connectant à l'extrémité du bras articulé d'une pelle hydraulique, destiné à la destruction d'obstacles durs, rocheux ou en béton dans les travaux de terrassement. Il agit à la manière d'un marteau-piqueur de grande taille.

La gamme est très étendue. On trouve des BRH pour des mini pelles (0,7 t à 10 t), puis pour des pelles moyennes (10 à 25 t), enfin pour des pelles très lourdes (20 à 90 t).

Les principales caractéristiques des brises roches sont :

- le poids du marteau ;
- sa hauteur ;
- son diamètre ;
- sa cadence de frappe (300 à 1 000 cp/mn voire plus pour les petits modèles) ;
- l'énergie par coup (la Snct distingue une 1^{re} catégorie de BRH d'énergie de frappe < 180 J/coup, une 2^e catégorie pour les BRH d'énergie entre [1 800 et 2 500 J/coup], une 3^e catégorie pour les BRH d'énergie > 2 500 J/coup. À ces catégories correspondent des éloignements imposés des infrastructures (30 m pour la catégorie 2) et des contrôles des vibrations sur infrastructures) ;
- la pression de fonctionnement ;
- le porteur.



Figure 114 : BRH

Critères de choix

Le choix des BRH est du ressort des entreprises. Il dépend de la taille des blocs à fracturer, de la densité du béton ou de la roche, du délai alloué et du matériel disponible. Mais le contexte (du maître d'ouvrage) de limitation des vibrations ou des nuisances sonores peut imposer de réduire les engins ou leur mode de percussion. À l'inverse un délai court peut imposer que l'entreprise mette en œuvre des BRH plus performants.

1.2.2 - Pinces pour broyer et cisailer

Caractéristiques

Ces pinces permettent de broyer une certaine épaisseur de béton. En général, elles disposent en fond de gorge d'une cisaille qui permet de cisailer les fers à béton.

La gamme de ces pinces ne cesse de gagner en performance.

Les principales caractéristiques des pinces à broyer sont :

- la forme de pince ;
- le poids de la pince ;
- le porteur nécessaire ;
- l'ouverture maximale ;
- la force d'écrasement mini et maxi (à relier à l'épaisseur de dalle de béton broyable) ;
- le temps de fermeture ;
- le temps d'ouverture (le total cernant la cadence du nombre d'écrasement) ;
- la pression et le débit hydraulique.

On peut distinguer :

- les pinces à broyer appelées aussi « croc-béton ». Ce sont les plus usuelles. Elles permettent de broyer des sections pour amoindrir et découper en gros blocs une structure. Elles permettent aussi dans un second temps de broyer et réduire les blocs afin de préparer le transport et le recyclage (cf. Figure 115) ;
- les cisailles à béton de forme plate qui tranchent ou broient localement les sections pour découper rapidement des sections en gros blocs (cf. Figure 116) ;
- les cisailles pour matériaux métalliques (cf. Figure 117).



Figure 115



Figure 116



Figure 117

Critères de choix

Le choix se fait en fonction du matériau (fer, béton armé) des épaisseurs à démolir, du rendement attendu, des pelles affectées, de la réduction voulue des blocs, de la méthodologie de démolition, d'une nécessité de polyvalence : en résumé de la méthodologie de démolition.

Il est intéressant de souligner que par rapport au BRH, les pinces permettent une démolition avec beaucoup moins de vibrations, nonobstant la chute de parties d'ouvrages ou de blocs (qu'il faut prévoir et amortir par des matelas de matériaux ou gravats).

1.2.3 - Robots

Caractéristiques

Il est intéressant d'évoquer l'existence de Robots électriques, manipulés à distance à l'aide d'un boîtier de commande. Ils peuvent aller d'un poids de 500 kg pour les démolitions à l'intérieur de petit bâtiment à un poids de 11 tonnes avec une portée de 9,6 m. Ces engins sont de faible encombrement (peuvent passer dans des ouvertures de 80 cm). Leur capacité est très variable. Le bras télescopique allié à la télécommande à distance, permet de travailler sans échafaudage ni protection excessive, à plus de 5 m de hauteur et jusqu'à 42 cm d'épaisseurs.



Figure 118 :
robot de démolition

Critères de choix

Ces robots ont l'avantage de préserver l'opérateur des dangers et nuisances mais également produisent peu de bruit, peu de poussière, peu de vibrations et fonctionnent à l'électricité (sans dégagement de gaz d'échappement).

1.2.4 - Matériels d'hydrodémolition

Caractéristiques et principe

Le terme « hydrodémolition » est employé pour décrire l'utilisation de jet d'eau à très haute pression (500 à 3000 bars) pour enlever du béton. Il s'agit d'une technique précise, qui par action d'un jet d'eau à grande vitesse (600 à 900 m/s) de faible diamètre (celui de la buse : 0,05 à 0,5 mm) désagrège la pâte de ciment sans provoquer de dégâts ni aux granulats ni aux armatures existantes. Ceci permet de laisser intact le support de fond, destiné à recevoir par exemple un nouveau matériau de réparation.

On peut distinguer :

- les lances simples qui sont tenues par un opérateur ;
- les machines multi-buses qui sont sous cloche, sont mécanisées voire « robotisées ».

Critères de choix

L'hydrodémolition est surtout employée en démolition partielle. Elle permet de démolir un béton détérioré, de garder les armatures existantes, au besoin de les compléter, puis de couler un béton ou produit de réparation neuf.

Les épaisseurs de béton à traiter peuvent varier de 0 cm à plus de 100 cm en surface horizontale, verticale.

Avantage : contrôle de la profondeur, précision des jets, aucune vibration, (en principe) pas de microfissurations, pas de déplacement ni déformations des armatures, pas de détérioration des structures à conserver, adhérence restaurée.

Pas de poussière, pas de nettoyage complémentaire, sécurité des opérations, robotisation possible pour un rendement plus élevé.

Inconvénient : grande quantité d'eau, projection d'eau (problème si proximité de voiries et surtout de caténaires), souci de récupération des eaux, bruit. Enfin, si le procédé est mal réglé (robot mal réglé avec pression trop forte et trop longtemps appliqué) on peut avoir un peu de microfissuration, un lissage ou une diminution de section des armatures.

Quelques chiffres clés d'un chantier important : environ 220 m³ de béton à hydrodémolir manuellement sur une profondeur moyenne de 7 cm ; 5 000 m² de décapage Ultra Haute Pression ; 5 unités Ultra Haute Pression ; 2500 bars de pression 20 l/min. Le rendement du décapage UHP est d'environ 20 m²/h.

1.2.5 - Le boulet

Le boulet ou boule de démolition est une masse importante en acier en forme de poire ou sphérique pendue à une grue à treillis ou mobile (pas à tour). La boule fait de 50 à 200 kg. Elle est suspendue à la grue par deux câbles (un principal et un de rappel). Les percussions de démolition peuvent être verticales (pour les poutres et dalles) avec la



Figure 119 : lance d'hydrodémolition



Figure 120 : machine d'hydrodémolition

chute de la boule sur une certaine hauteur ou latérales (pour les parois et poteaux) avec un mouvement pendulaire de la boule suspendue. Il faut reconnaître que cette méthode n'est guère utilisée en ouvrage d'art mais elle peut néanmoins être envisagée sur certains chantiers de génie-civil. Très utilisée auparavant en bâtiment, le boulet a été supplanté par les méthodes à pinces ou « croc-béton ». En outre cette méthode peut être sujette à des restrictions ou interdictions locales.



Figure 121



Figure 122



Figure 123

Figures 121 à 123 : Démolition d'un immeuble de bureau à Bagneux par Croq'béton

1.2.6 - Les éclateurs

Caractéristiques et principe

Les éclateurs sont utilisés pour le recépage de pieu ou des démolitions partielles. Le principe est, à l'image d'un coin pour fendre le bois, de faire éclater le béton par augmentation de la contrainte de traction au moyen d'un coin mécanique actionné par un vérin.

Suivant la gamme, la force peut atteindre 400 tonnes. En général pour assurer une démolition suivant un plan déterminé, on perce en plusieurs points la section puis on installe et actionne simultanément plusieurs éclateurs.

Ci-contre est présenté l'éclateur de type **Darda**. Son fonctionnement consiste en un coin central poussé sous l'action d'un vérin situé entre deux coques métalliques qui s'écartent sous cette poussée.

D'autres procédés d'éclateurs existent, notamment le type **Roc Jack**. Pour celui-ci, ce sont des petits « postons » qui sont alignés et provoquent un écartement égal de deux cales le long du trou de foration.



Figure 124 : Recépage démolition par éclateur d'une tête de pieu (ph. ent. Durmeyer)

Critères de choix

Avantage : Absence de vibration, rapidité.

Inconvénient : Les armatures de béton armé gênent la séparation et l'enlèvement du bloc béton que l'on veut démolir.

Nota : En recépage de pieu, les armatures sont sur la hauteur à recéper emballées de mousses, si bien qu'elles n'adhèrent pas au béton et ne font pas obstacle à l'enlèvement du bloc séparé.



Figure 125

1.2.7 - Les fraiseuses

Caractéristiques et principe

Les fraiseuses sont utilisées comme outils de démolition de parois rocheuses (façonnage de surface ou tranchées) et trouvent leur emploi selon la dureté de la paroi entre l'outil godet (proche tendre) et l'outil BRH (roche plus dure) (cf. site de fabricants pour les « duretés » qui se situent entre 20 et 70 MPa).

Elles sont aussi utilisées en travaux de démolition, pour des démolitions partielles, par exemple sur une certaine profondeur des élévations d'appui en maçonnerie ou en béton non armé.

Ci-contre est présentée une fraiseuse démolissant les parties altérées d'une écluse en vue de sa réhabilitation.

Avantage : Faible niveau de bruit et de vibration. Rapidité.



Figure 126 : Fraiseuse servant à démolir en général les parties altérées des maçonneries d'écluse

1.2.8 - Le matériel et les dispositifs pour démolition à l'explosif

Les explosifs font l'objet d'une présentation complète en annexe A3.

Un **explosif** est une substance ou un mélange de substances susceptibles de se décomposer par réaction chimique entraînant en un temps très court le dégagement de gaz à très haute température, à haute pression et à grande vitesse. Cela signifie une libération brutale d'une grande quantité d'énergie. Le mode de décomposition est fonction de la nature du produit, mais aussi de la nature et de la puissance de l'amorçage de la réaction. Un produit peut avoir plusieurs modes de décomposition (combustion, déflagration, détonation) et, dans certaines conditions, il peut passer d'un mode à l'autre.

L'utilisation des explosifs est particulièrement complexe, soumise à des règles précises et réservée à des entreprises spécialisées. Nous ne présentons ci-après que certains aspects utiles à connaître pour le maître d'œuvre.

Les explosifs

Famille d'explosifs

Il existe une grande variété d'explosifs.

- 1/ **Les dynamites** contiennent de 10 à 90 % de nitroglycéroglycol (NGL), mélange de nitroglycérine et de dinitroglycol. Les autres composants sont des combustibles (tourbe, farine de bois, aluminium, etc.) et des comburants (nitrate d'ammonium). En travaux publics, on rencontre surtout les dynamites plastiques ou dynamites gommées, contenant plus de 20 % en masse de NGL, commercialisées en cartouches de diamètres compris entre 25 et 90 mm.
- 2/ **Les explosifs nitrés** sont à base de nitrate d'ammonium (80 % environ en masse) et d'un explosif pur (trinitrotoluène (TNT) seul ou mélangé avec de la penthrite). On les trouve sous différentes formes : en granulés pour les nitrates-fiouls, en pâte pour les gels et, également en liquide pour les émulsions.

Les nitrates-fiouls ordinaires sont constitués de nitrate d'ammonium et d'huiles minérales, en général du fioul domestique, dans une proportion voisine de 94 % de nitrate d'ammonium, 6 % de fioul par exemple. Ils sont conditionnés, uniquement en vrac, en sacs de papier multicouches de 25 kg. Ils sont utilisés principalement en mine et carrière.

Les nitrates-fiouls alourdis sont les explosifs de la génération la plus récente. Ils sont constitués par du nitrate-fioul (25 à 75 %) enrobé dans une matrice d'explosif d'émulsion (25 à 75 %).

Les émulsions sont des mélanges intimes composés de deux phases : une phase aqueuse à base de nitrate d'ammonium (dite phase discontinue) et une phase continue ne risquant pas de se décomposer par self excitation à base : d'huile minérale, de fiouls, de lubrifiants, paraffine liquide, toluène, etc.

- 3/ **Les autres explosifs spéciaux** utilisés sur les chantiers de travaux publics :

- le **Cisalex**, explosif nitré allégé présenté sous forme de cartouches rigides diamètre 13 ou 17 mm emboîtables (Lg cartouche = 500 mm) avec centreurs et espaceurs ; cet explosif est utile pour les travaux de démolition.

Pour les **démolitions**, on utilise de préférence des charges en cartouches de dynamites ou des charges de Cisalex 13 ou 17. Les cartouches de Cisalex non explosées après tir dans les gravats présentant l'avantage d'être sans danger (si les amorces ont explosé).

Caractéristiques des explosifs

Plusieurs critères caractérisent les explosifs. Ils permettent de connaître :

- les effets attendus d'un explosif (énergie choc, énergie gaz, etc.) pour rechercher un rendement maximum ;
- leur sécurité d'emploi en évitant les ratés ;
- leur sécurité de transport et de stockage.

Les performances des explosifs sont caractérisées par, la densité, la résistance à la chaleur, la résistance au froid, la résistance à l'eau, la durée limite de conservation, les propriétés de sensibilité, la vitesse de détonation, l'énergie dégagée par l'explosif, le diamètre critique, la sensibilité à l'amorçage, le coefficient de self-excitation (ou CSE), la résistance à la compression.



Figure 127 : Cartouche de dynamite gomme (<> calibre), ici l'Eurodyn 2000 de Titanobel (site internet). C'est cette dynamite qui a été utilisée dans l'exemple de démolition exposé au chapitre III 3.5.1. Sous forme pâteuse de couleur rose, encartouchées soit en gaine plastique clippée aux deux extrémités, soit en papier paraffiné. Elle est livrée en carton de 25 kg

Réglementation

Les produits explosifs mis sur le marché doivent être certifiés CE. Ils doivent, en outre, être autorisés à l'emploi (décret n° 2010-455 du 4 mai 2010 relatif à la mise sur le marché et au contrôle des produits explosifs).

Le décret n° 2012-1238 du 07 novembre 2012 relatif à l'identification et à la traçabilité des explosifs à usage civil complète les dispositions relatives à l'identification. La partie Identification des explosifs, est entrée en vigueur le 5 avril 2013. Les dispositions relatives à la traçabilité entrent en vigueur le 5 avril 2015.

Effets sur la santé

Les explosifs sont des composés chimiques qui peuvent provoquer des effets indésirables sur la santé au contact de la peau ou par inhalation, mais également par la production de gaz toxiques lors des explosions (cf. fiche OPPBTP citée en bibliographie).

Concernant les dynamites

La manipulation de la dynamite engendre, soit par inhalation, soit par contact cutané, des symptômes, tels que de violents maux de tête, contre lesquels il convient de se prémunir. Le port de gants est impératif. Un syndrome de surcharge ou d'accoutumance à la nitroglycérine peut également apparaître. La manipulation de l'explosif doit se faire dans un lieu aéré et correctement ventilé.

La concentration de nitroglycérine doit être inférieure à la valeur moyenne d'exposition (VME) suivante :

VME nitroglycérine = 0,1 ppm (1 mg/ml).

Les salariés doivent également respecter les règles d'hygiène élémentaires, telles que se nettoyer régulièrement les mains et ne pas manger à proximité de matière explosive.

Concernant les explosifs nitrés

La nocivité des explosifs à base de nitrate d'ammonium réside essentiellement dans les gaz qui résultent de l'explosion de ces produits. Ils provoquent des vapeurs nitreuses NOx (vapeurs nitreuses NOx = NO + NO₂) extrêmement toxiques et une production importante de dioxyde et de monoxyde de carbone. Il est important de ne pas respirer les gaz issus de l'explosion (ne pas se placer sous le vent lors de l'explosion). Il faut attendre l'évacuation totale des gaz en lieu confiné et le temps réglementaire minimum avant toute reconnaissance aérienne.

Il est également essentiel de considérer la toxicité des gaz d'explosion lors de tirs souterrains. L'usage des émulsions peut engendrer des dégagements d'ammoniac dès le chargement (réaction de l'émulsion avec la chaux des bétons), dans les fumées et durant les phases de marirage, dans le cas des travaux souterrains.

Les accessoires de mise à feu et amorçage

Les accessoires (ou artifices) du tir sont fondamentaux dans la réussite d'un tir puisque ce sont eux qui apportent l'énergie au démarrage de la réaction chimique des produits explosifs.

Cordeaux détonants

Il s'agit d'un explosif qui se présente sous la forme d'un cordeau plastifié, dont le rôle est de transmettre la détonation initiée par un détonateur à une charge d'explosif. Il est également utilisé comme explosif de chargement (pour les tirs de post- ou pré-découpage). Il contient de la pentrite (vitesse de détonation 7000 m/s).

La quantité d'explosif (pentrite) contenue dans le cordeau détonant varie de 3 à 70 g/ml. Le plus fréquemment utilisé contient 12 g/ml.



Figure 128 : Cordeaux détonants. Site Ent. Tinatite

Détonateurs pyrotechniques et électroniques

Les détonateurs initient une détonation dans les explosifs contigus à l'aide d'une charge amorçante de 0,6 g de pentrite, elle-même activée par un explosif primaire très sensible (capable de passer d'une combustion ordinaire à une détonation).

Les détonateurs permettent d'effectuer un amorçage ponctuel des explosifs ; ceux-ci pourront être mis en fond de trou de chantiers souterrains ou dans certains chantiers à ciel ouvert. L'amorçage ponctuel permet d'obtenir généralement un meilleur rendement des explosifs.

Tous les détonateurs (sauf électroniques) comportent une poudre retardatrice, dont la durée de combustion s'échelonne :

- pour les courts retards (CR), de 0 à 2 000 ms par pas de :
 - 25 ms pour les détonateurs n^{os} 1 à 20, (un n^o 4, signifie que le micro retard sera de 4 x 25 = 100 ms),
 - 100 ms pour les détonateurs n^{os} 24 à 40,
 - 200 ms pour les détonateurs n^{os} 48 à 80 ;
- pour les détonateurs à retard (R), par pas de 500 ms du n^o 1 au n^o 12.

Détonateurs électriques

On distingue les types de détonateurs suivant leur sensibilité électrique : moyenne intensité, haute intensité et très haute intensité.

Il ne faut pas confondre sensibilité électrique et sensibilité électromagnétiques. La sensibilité électromagnétique est faite suivant 4 classes (I (le moins sensible), II, III et IV (le plus sensible et proscrit en démolition)).

Les couleurs de fils des détonateurs donnent des indications de leur nature :

Couleur fil liée à la sensibilité	Couleur fil liée au temps de fonctionnement
moyenne intensité (couleur verte)	Instantané (couleur rouge)
haute intensité (couleur blanche)	Micro-retard (couleur rose)
très haute intensité (couleur bleue)	Retard (couleur jaune)

Le détonateur moyenne intensité à microretard (Figure 129) est le plus courant en démolition.

Détonateurs électroniques

Les détonateurs électroniques diffèrent essentiellement des détonateurs pyrotechniques par le retard qui est généré et contrôlé par un circuit électronique.

Pour les démolitions :

Les cordons détonants les plus utilisés sont les type 10 à 12 (10 ; 12 g/m de pentrite) de vitesse de détonation 7000 m/s.

Les détonateurs sont de type électrique ou électronique.

Les explosifs

L'exploseur assure la décharge électrique initiatrice aux différents détonateurs électriques. L'exploseur séquentiel, ci-contre, à pas variables, est un exploseur contenant 10 condensateurs qui sont chargés par un kit de batteries internes (rechargeables ou alcalines).

La décharge dans chacun des 10 circuits peut être retardée individuellement entre 5 et 999 ms par pas de 1 ms (retard entre deux circuits) à partir du panneau de contrôle.

Dispositif d'ensemble pour une démolition à l'explosif

Suivant le type de démolition (séparation-amenée au sol ou réduction totale (dénommée aussi foudroyage total)) la charge totale et le dispositif de charge sera différent.

Le schéma type d'un dispositif de démolition à l'explosif est le suivant :

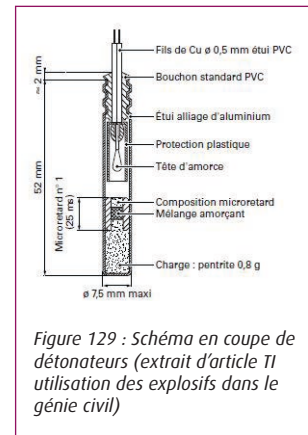


Figure 129 : Schéma en coupe de détonateurs (extrait d'article TI utilisation des explosifs dans le génie civil)

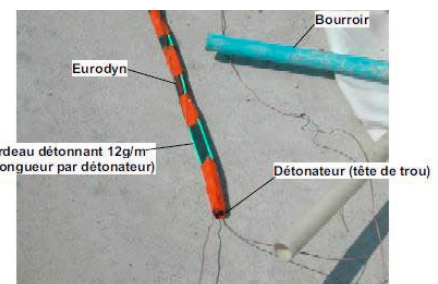
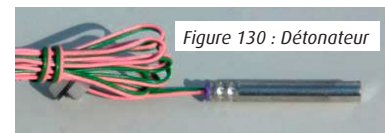


Figure 131 : Ensemble détonateur, cordeau détonant + bourroir

Quelques principes

La charge totale, la charge unitaire, la disposition et la répartition des charges, les retards et le dispositif sont des données complexes à étudier. Nous donnons quelques principes ci-après :

- la charge unitaire est la quantité d'explosif mise à feu par retard en une seule fois ;
- pour une même charge totale explosive, le principe de séquencer et retarder les charges unitaires permet de fortement diminuer les nuisances et d'induire une cinématique de ruine ;
- les retards entre charges doivent être suffisamment courts et étudiés.

1/ Pour que explosions de chaque charge ne soient pas perturbées,

2/ pour que les protections ne soient pas endommagées par un tir adjacent,

3/ pour que la cinématique soit respectée.

Pour éviter les charges non explosées, la première explosion ne doit se faire qu'après passage du courant dans toutes les lignes d'exploseurs. Ainsi, pour par exemple un exploseur avec 5 lignes ayant chacune 10 ms de retard entre lignes, ce qui aboutit à un courant dans la 5^e ligne au bout de $0+4 \times 10$ ms. Il faut que la première explosion (ligne 0) ne soit initiée qu'après ces 40 ms, soit un choix de détonateurs avec un retard minimum numéro 2 de 2×25 ms = 50 ms.

Au final, les retards courts actuels génèrent des vibrations ou ondes de hautes fréquences qui sont moins dommageables que les retards plus importants.

Les vibrations liées à la chute des blocs (surtout en foudroyage partiel) sont autant ou plus dommageables. La taille des blocs doit être calibrée et les protections amortissantes doivent être dimensionnées en conséquence.

Calculs et logiciels

Le plan de tir doit être établi. Le mode de démolition, la cinématique et la taille des blocs démolis, les nuisances peuvent être calculés ou modélisés par logiciel dédié.

Protections

Les protections pour contenir les matériaux explosés et éviter les projections, ou pour protéger les réseaux ou constructions avoisinantes sont traitées au chapitre 3.5 (dédié à la démolition à l'explosif).

Les sécurités et procédures spécifiques sont aussi traitées dans ce chapitre, ainsi qu'au chapitre 2 (rôles des intervenants).

1.2.9 - Le matériel et les dispositifs pour démolition par expansion

Les ciments expansifs : il s'agit de ciments à base de chaux vive ayant un fort pouvoir d'expansion. Des trous de mine de 40 mm de diamètre sont remplis du coulis de ce ciment. Suivant la nature du produit et la température, la pression atteint de l'ordre de 10 à 15 MPa après 6 à 18 h (fin de réaction à 24 h) ce qui permet de fissurer par traction les roches et les bétons (ordre de grandeur : fissuration roche dès 5 MPa, fissuration béton à partir de 8 MPa).

Nota : Pour accélérer la cinétique, des fils de résistance chauffante peuvent être introduits dans les trous). Cette technique de ciment expansif est employée pour des séparations de gros blocs de pierre.

Suivant la forte résistance de la pierre ou du béton et le fait qu'il soit armé, les distances entre trous sont à diminuer (les fabricants de ciment donnent des indications sur ces inter-distances) et donc la consommation de produit augmente.

Le fait que le bloc à démolir soit enclavé ou libre sur un ou des faces influe aussi. Pour indication :

- bloc de béton non armé enclavé ou peu dégagé, maillage des trous 30 x 30 cm et consommation 10 kg/m³ ;
- bloc de béton armé enclavé ou peu dégagé (le pire), maillage 20 x 20 cm et consommation 23 kg/m³.

Ce dernier cas est le plus délicat pour ce type de démolition, du fait des armatures qui gênent fortement la démolition du bloc ensuite.

Avantages : hormis lors des forations (par machine foreuse dite de surface), cette technique ne génère pas de poussière et pas de vibration.

Inconvénients : les forations sont délicates du fait du ferrailage et peuvent même se révéler impossible en cas ferrailage dense.

Procédé Cardox™ : Le procédé agit au moyen d'une détente brusque au fond d'un trou de mine, d'anhydride carbonique fortement comprimé. Le procédé est fourni sous forme de cartouche à introduire dans les trous. Le déclenchement se fait par mise à feu électrique. Cela produit un effet de choc mais le temps d'action 20 à 40 ms est plus élevé et le distingue d'un explosif.

1.3 - Matériels de découpe et de tri

1.3.1 - Scies

Caractéristiques

➔ Scies circulaires

Pour scier des voiles ou des dalles de béton ou des enrobés, des scies circulaires à disque diamanté de forte capacité et gros diamètre existent. Elles vont des scies classiques de TP courant, aux scies de gros diamètre (jusqu'à 2 m) avançant sur rails.

On les utilise pour des épaisseurs jusqu'à 80 cm, au-delà on utilise des scies à câbles.

➔ Scies à câbles

Le principe consiste à faire circuler un câble serti de « perles » diamantées tendu suivant un parcours correspondant à la section à découper. Le câble est actionné par une roue motrice et circule entre des roues de guidage. Un vérin maintient la tension (sans excès). Un tracé d'amorce pour engager le câble est nécessaire.



Figure 132



Figure 133



Figure 134 : Scie à câble - vue d'ensemble

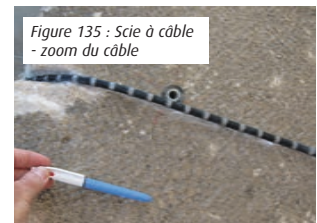


Figure 135 : Scie à câble - zoom du câble

Ces scies permettent de scier des épaisseurs importantes, de contour complexe et des pièces assez peu accessibles sur leur pourtour.

Critères de choix

Le rendement pour une scie à disque est de l'ordre de : 30 minutes pour sciage d'une dalle de 3 x 0,25 m (non compris l'installation de la machine).

Le rendement pour une scie à câbles est de l'ordre de : 1 h pour sciage d'un bloc 2 x 1 m (non compris l'installation de la machine).

Maîtrise : les scies circulaires sont des engins devant être maîtrisés car potentiellement fort dangereux. Les scies à câble sont moins dangereuses à l'exception des éléments rotatifs.

Scies circulaires et scies à câbles ont l'avantage d'être des moyens de démolition par découpe ne générant pas de vibrations.

1.3.2 - Pinces à trier

Caractéristiques

Les pinces à trier (Figure 136) à monter sur pelle ou mini pelle, permettent de saisir les matériaux de démolition tout en effectuant une réduction et un certain tri. Les modèles peuvent équiper des pelles de 2 à 40 tonnes.

Les grappins à ferraille (Figure 137) : ce type d'outil se rencontre uniquement en cas de démolition de charpentes métalliques et de chargement de pièces de ferraille.

Critères de choix

Les pinces à trier répondent à l'exigence de sélectionner des matériaux empilés, qui peuvent arriver d'une démolition, comme déchets de chantier ou ordures en vrac. Elles sont très faciles à utiliser, et sont devenues des instruments indispensables dans les décharges ou pour la démolition contrôlée. Elles ont une grande utilité pour la phase de réduction et de tri des aciers par rapport aux bétons enchevêtrés.



Figure 136



Figure 137

1.3.3 - Découpes thermiques

On distingue pour les chantiers : la découpe par chalumeau oxyacétylénique, la découpe par chalumeau à poudre, la découpe par lance thermique à oxygène.

Les procédés de découpe thermique étaient utilisés auparavant exclusivement pour la découpe de ferraille. Aujourd'hui, compte tenu de leurs évolutions, certains peuvent être utilisés pour la découpe de béton.

Nota : Cas particulier : pour la découpe de charpente ou de câbles revêtus ou contenant des brais de houille (donc HAP) ces procédés de coupes thermiques sont à proscrire (du fait de la volatilisation des HAP) et on préférera la découpe mécanique à froid.



Figure 138 : Découpe par chalumeau d'oxycoupage. © Ent. ARCEMOLITION

Découpe par chalumeau d'oxycoupage

Principe

Ce procédé est le plus courant. Il utilise une buse comportant deux parties. Après avoir chauffé (par la partie périphérique de la buse) le métal à 1300°C (température d'amorçage (ou d'ignition)) par le principe du chalumeau, l'opérateur met en route un jet d'oxygène pur continu (partie centrale de la buse), qui permet la combustion du métal en oxydes dans la saignée et sur toute l'épaisseur à couper (la réaction chimique d'oxydation $2Fe+3/2O_2 \rightarrow Fe_2O_3$ exothermique de 198 kilocalories entretient alors la température). Le jet d'oxygène central, qui permet la combustion dans la saignée, a un rôle mécanique de souffle et d'élimination des oxydes formés (scories) ; il creuse la saignée (la pression d'oxygène est de plusieurs bars (de 3 à 10 bars suivant le diamètre de buse)).

Le gaz de chauffe est généralement le propane. Il peut être éventuellement l'acétylène (plus cher mais plus énergétique donc plus rapide, mais plus dangereux) : T flamme acétylène : 3 100 °C ; T flamme propane : 2 850 °C.

L'efficacité de la coupe sera améliorée par un haut degré de pureté de l'oxygène (au moins 95 %). Notons que la mise en route du jet d'oxygène s'accompagne visuellement de projections des oxydes. Les têtes de buses sont choisies en fonction des épaisseurs à découper (*voir catalogue des fabricants*).

Critères de choix

L'oxycoupage permet de couper des métaux ferreux dont la quantité de carbone ne dépasse pas 1,97 %. En fait il ne peut être utilisé que pour des aciers doux ou faiblement alliés. Les épaisseurs découpables peuvent aller de quelques millimètres à près d'un mètre pour les pièces les plus massives. Le procédé est relativement rapide, facile et peu coûteux.

Rendements : Exemple de vitesse de coupe au chalumeau coupeur acétylénique : tôle de 50 mm : 178 mm/min ; tôle de 100 mm : 127 mm/min.

Avantage : le procédé de découpe thermique n'engendre ni bruit important, ni vibration.

Principales limites de l'oxycoupage oxyacétylénique : - Il ne convient pas au coupage des alliages non ferreux, - l'oxycoupage des fontes et des aciers inoxydables ne peut pas se réaliser sans avoir recours à des procédures spéciales.

Limites valables pour les trois procédés thermiques : - les revêtements (peinture) sont localement brûlés et en partie volatilisés, - l'oxycoupage implique flamme et chaleur ce qui peut être un risque à proximité de certains réseaux ou installations.

Découpe par chalumeau à poudre

Principe

De fines particules (granulométrie comprise entre 0,05 et 0,15 mm) d'un mélange de fer et d'aluminium (85 % Al, 15 % Fe) sont projetées à proximité du dard de chauffe d'un chalumeau oxyacétylénique. Ces particules viennent brûler à la périphérie du jet d'oxygène en élevant très fortement la température de ce dernier. L'oxydation d'un kilogramme d'aluminium produit 30 000 kJ alors que la combustion d'un kilogramme de fer ne produit que 7 200 J environ.

La poudre métallique joue un triple rôle : thermique, chimique, cinétique.

Rôle thermique : sa combustion élève la température du jet d'oxygène (4 000 à 5 000 °C), ce qui facilite l'oxydation des composants du matériau à découper.

Rôle chimique : elle apporte des oxydes réfractaires qui jouent un rôle de fondant ; ces oxydes abaissent la fusion du béton à 1 700 °C alors qu'elle se situe normalement aux environs de 3 000 °C.

Rôle cinétique : les particules projetées nettoyant la saignée agissent comme du sable.

Critères de choix

Par sa forte température, ce procédé permet de découper tous les métaux (non ferreux, alliages spéciaux, inox, etc.). Ce procédé peut aussi être utilisé pour la découpe de béton armé ou non sur de fortes épaisseurs.

Inconvénient : Compte tenu de la température élevée, il est nécessaire de protéger le personnel et l'environnement des étincelles et, dans le cas de découpe de béton, de l'écoulement du laitier dont la température est de l'ordre de 1 900 °C.

Les inconvénients du risque lié aux bouteilles d'oxygène et d'acétylène (retour de flamme, explosion) sont à rappeler.

Découpe par lance thermique

Principe

De l'oxygène pur est injecté sous pression dans un tube métallique composé de fils en acier. L'extrémité de ce tube est allumée par chauffe, généralement par un chalumeau oxyacétylénique, un arc électrique ou une cartouche pyrotechnique. Une fois la réaction amorcée, la lance allumée permet la découpe et le perçage rapide de presque tous les matériaux grâce à sa température de combustion élevée (supérieure à la température de fusion de beaucoup de matériaux) et car les matériaux percés servent de combustible à l'oxygène de la lance.

Le forage est obtenu en appliquant, contre l'ouvrage à découper, l'extrémité portée au rouge de la gaine métallique à l'intérieur de laquelle est injecté de l'oxygène. Le tube et les fils peuvent être composés d'alliages métalliques divers en fonction des matériaux sur lesquels la lance thermique est utilisée ainsi qu'en fonction de la réaction chimique souhaitée. La température à laquelle brûle une lance thermique varie de 2 730 °C à 4 500 °C, suivant son environnement et la nature du matériau à percer.

La lance thermique lors de sa combustion génère trois actions :

- action thermique. Cette réaction permet la fluidification des oxydes puis celle du laitier. Cette action thermique est relativement limitée autour du diamètre de la barre (quelques centimètres dans le cas de bétons) ;
- action chimique. Les éléments des matériaux percés sont combinés aux apports des oxydes de la barre. Les oxydes réfractaires formés jouent le rôle de fondant et abaisse la température de fusion du béton ;
- action cinétique. La pression de l'oxygène pulvérise le laitier et permet de le dégager du trou.

Critères de choix

Ce procédé permettant à l'origine de percer la ferraille est employé désormais pour percer le béton ou la pierre. Une découpe se fera donc par forages successifs. Les trous peuvent être tangents ou un peu espacés.

Avantage : ni bruit important, ni vibration. Découpe de matériaux multiples. Utilisable pour la découpe de béton armé ou précontraint.

Inconvénient : Découpe moins précise qu'avec une découpe par outils diamantés. Émissions de fumées toxiques (protection de l'opérateur). Projections et coulées de laitier. Coût élevé des lances.

Matériel utilisé :

Un chantier de forage thermique à la lance thermique comprend :

- les bouteilles à oxygène et leur circuit de distribution ;
- un porte-lance et sa lance ;
- un écran métallique de protection.

Les tubes utilisés ont un diamètre de 13 mm, 17 mm ou 21 mm.

Dans le cas où l'on désire réaliser des forages plus importants, il est possible de relier plusieurs lances entre elles.

Autres procédés

Bien d'autres procédés de découpe de métaux existent (laser, découpe plasma, voire arc'air, etc.) mais ne sont pas abordés car non employés (ou non encore employés) en chantier de démolition de génie civil.

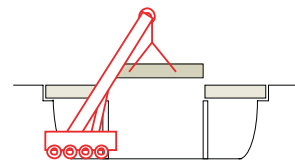


Figure 139 : Exemple chalumeau coupeur à poudre et sa réserve (marque « CGE »)

Figure 140 : Zoom lance

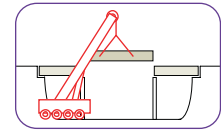


Figure 141 : Lance thermique après l'allumage - wikipédia - © Sauerstoffkernlanze CC-BY-SA-2.0



2 - Panorama des techniques de démolition

2.1 - Déconstruction à la grue (ou matériel assimilable)



Principes généraux

Un pont est une structure qui permet de franchir une brèche et qui, de ce fait, se situe en élévation au-dessus du sol. Lors des démolitions, il est souvent nécessaire de gruter des parties d'ouvrages pour les déposer au sol. Cela constitue un mode ou une étape principale de la démolition. Pour ce faire des grues mobiles peuvent être employées. Les étapes du grutage vont dépendre entre autres paramètres du type de structure, de la portée du pont et des capacités des grues. Il se posera souvent la question d'un grutage à une ou deux grues.

Ainsi, un petit ouvrage ou un ouvrage léger (pont métallique de faible ou moyenne portée) peut être gruté d'un seul tenant. Il est cependant souvent utile d'alléger un ouvrage avant de le gruter (par exemple en démolissant au préalable la chaussée, les équipements, voire le hourdis, etc.).

Pour les autres ouvrages plus importants, on est conduit à prévoir des coupes longitudinales ou transversales en 2 ou 3 parties d'ouvrage. Par exemple, la découpe peut suivre les poutres (ou éléments de dalle) qui le constituent sous réserve que le hourdis intermédiaire soit déjà évacué par « dallots » (cf. § 3.1.1 exemple 1 – VIPP de Merlebach).



Figure 142 : Merlebach, grutage d'une poutre de VIPP

Longitudinalement, on peut découper l'ouvrage en deux morceaux suivant une découpe biaisée dans le plan vertical permettant l'appui d'une partie sur une autre. En général, il faut disposer de deux grues, l'une tenant une $\frac{1}{2}$ travée et l'autre levant l'autre $\frac{1}{2}$ travée (cf. § 3.1.2 exemple 2 du bow-string de Lacourt Saint-Pierre).

Quelquefois, une structure peut être grutée encore équipée de ses superstructures. L'ouvrage à déconstruire peut alors être déposé en dehors des zones à fortes contraintes d'exploitation ; le démantèlement est plus aisé, et le tri des matériaux favorisé.

La dépose par **bigue fluviale** peut être assimilée à un grutage (la bigue étant ici une grue flottante), en notant la particularité que la bigue se déplace tout en portant la charge (cf. § 3.1.2 ex 4 dalle orthotrope de Richemont).

Nous incluons dans cette famille :

- la dépose-enlèvement par **barges** (§ 3.1.2. exemple 5 pont gazoduc) ;
- la dépose-enlèvement par **porteur multi-essieux pendulaires**. L'exemple présenté dans ce guide est le pont de Rosbruck (§ 3.1.2 exemple 6 voir annexe "pont sur voies ferrées"). Ce dernier mode de démolition avec ce type d'engins est extrêmement intéressant. Il permet, moyennant un accès par le dessous et un cheminement à aménager, d'enlever très rapidement un tablier.

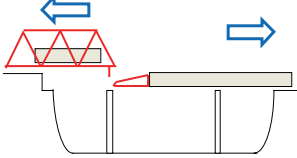


Figure 143 : Rosbruck - enlèvement par porteur multi-essieux pendulaires

Contraintes particulières

Les critères ou contraintes importantes pour l'étude d'un grutage sont les suivants :

- amenée et emplacement des grues successives avec plusieurs paramètres :
 - s'assurer de la possibilité effective de cheminement de la grue jusqu'au lieu de dépose, étude du convoi exceptionnel,
 - se positionner au plus près de la charge car la capacité décroît proportionnellement à la distance (ainsi si on doit gruter une travée centrale d'un ouvrage à trois ou plus travées sans pouvoir s'approcher, la portée rendra ce grutage impossible),
 - évaluer le survol d'obstacle (route en circulation, bâti, réseaux aériens, etc.),
 - prévoir le lieu de dépose,
 - ne pas multiplier les montages-démontages (pour les grues les plus importantes, un montage-démontage avec contrepoids prend plusieurs heures) ;



- assurer la stabilité de l'ouvrage déposé : par exemple, un système de stabilisation provisoire par chevalets qui assure la possibilité et la sécurité permettant l'enlèvement des sabots et élingues et assurent la stabilité avant la « mise en morceaux » ;
- assurer la stabilité des poutres au grutage : cf. Annexe A2 ;
- assurer la stabilité des grues quant à la portance du sol et la présence d'ouvrage enterrés : exemple de détermination de la charge maximale par appui au cours du levage et stabilité d'un soutènement (cf. Annexe A2) ;
- réserver les grues longtemps à l'avance si les grues sont de très fortes capacités.

Critères de choix

En général, tous les ponts peuvent faire l'objet d'une étude de démolition par grutage. La faisabilité et l'intérêt de ce mode de démolition est fonction du poids de l'ouvrage, de l'impossibilité d'approcher certaines parties (travées très hautes, ou éloignées sur cours d'eau). Un découpage en morceaux à gruter peut-être envisagé mais une précontrainte ou le mauvais état du pont peuvent être rédhibitoires.

Les ponts à poutres, ponts dalle, ponts métalliques, se prêtent bien au grutage.

Suivant les sites : il faut pouvoir accéder au site et s'assurer la topographie et le sol permettent l'accès et la stabilité des grues.

En cas d'ouvrage sur voie navigable, l'enlèvement par bigue est à étudier (selon capacité des bigues, découpage de l'ouvrage en morceaux, possibilité de déplacement, tirant d'eau nécessaire, zones de déposes, possibilité d'accès, coût et possibilité de réservation en amont). Ce type de solution se conçoit dans le détail compte tenu de la faible disponibilité des bigues et des difficultés de cheminement.

2.2 - Déconstruction par délancement

Principes généraux

Le « délancement » consiste à faire cheminer le tablier d'un pont d'appui en appui jusqu'à se retrouver sur la rive de la brèche franchie.

Un certain nombre de structures porteuses ont été mises en place par lancement (en général les ponts métalliques ou les ponts mixtes). Il est dès lors logique, à rebours de leur construction, que ce mode d'enlèvement de la structure soit un mode de démolition envisagé et pratiqué. Cependant la démolition par délancement nécessitera des travaux préalables et suppose que différentes conditions soient remplies (cf. § ci-après).

Il faut rappeler que certaines structures porteuses ont été « alourdies » après leur mise en place : coulage des hourdis, mise en place de superstructures, etc. D'une façon générale, le phasage de construction n'est pas du tout neutre vis-à-vis des possibilités de délancement.

Le déplacement du tablier pourrait être assuré de différentes façons à l'instar de mode de mise en place initial. Mais il est plus fréquent et aisé de recourir à des « porteurs » mobiles qui vont aider au cheminement du tablier (appui mobile sur la voie d'eau, appui mobile de type tour sur « porteur » sur voie terrestre).

Enfin, ce mode de déconstruction peut aussi être pratiqué grâce à un cintre de délançage.

Contraintes particulières

Les contraintes particulières de « faisabilité technique » d'une telle opération sont les suivantes :

- lors d'une construction par lancement, les gardes-grèves ne sont pas construits et les remblais d'accès sont en deçà de leur altimétrie finale (on lance un tablier à un niveau qui correspond au niveau des têtes d'appui augmenté des dispositifs de lançage). De même le tablier d'un pont mixte n'est constitué que de l'ossature métallique (légère et résistante) sans sa dalle de béton armé et sans les superstructures (chaussée, dispositifs de retenue, etc.) qui sont des charges et n'apportent pas de résistance ;

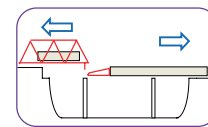
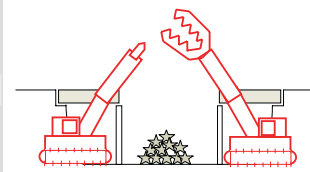


Figure 144 : Délancement du pont Churchill



Ces préalables permettent de comprendre que pour délançer un tablier même construit par lancement, il faut d'abord, soit démolir une partie des garde-grèves et terrasser les remblais à l'arrière des culées sur une certaine longueur, soit opter pour un vérinage (en plusieurs phases) de l'ouvrage à un niveau au-dessus des culées au moyen de camarteaux ou de tours en tête d'appuis ;

- ensuite, pour permettre le délançement, il faut que la structure résiste à toutes les phases suivant le schéma statique au cours de l'opération. Il faudra donc concevoir le délançement et vérifier la structure (et les appuis) pour toutes les phases du délançement. Il faudra pratiquer par approche successives pour définir les allègements nécessaires (allègement de la chaussée, des trottoirs, des dispositifs de retenue, de tout ou partie de la dalle) pour que le tablier soit justifié au délançement.

Si le tablier n'a pas été mis en place par lancement, le délançement est encore plus complexe à concevoir et à justifier : par exemple, le « délançement » (le terme est impropre dans ce cas) d'un pont dalle précontraint construit sur cintre nécessitera une précontrainte additionnelle de délançement ce qui est une opération coûteuse.

De même la justification de la structure impose de bien connaître sa capacité, ce qui n'est pas facile si l'ouvrage est très dégradé.

Toutefois, les critères de justification peuvent être moins sévères que pour une structure neuve. Effet, le tablier ne doit pas subir d'instabilités mais étant voué à la démolition, il peut encaisser des fissurations ou des dépassements de contraintes. Ces hypothèses particulières seront à faire valider par le maître d'ouvrage :

- un avant bec est assez souvent nécessaire. Sa mise en place pour la première phase nécessite aussi d'intervenir sur la culée opposée (sauf si l'ouvrage est vériné) ;
- le délançement-cheminement par des moyens terrestres ou sur voie d'eau entraînera des gênes à la circulation admise sur la voie franchie.

Critères de choix

Le choix de ce type de démolition résulte de l'étude de faisabilité, selon les particularités exposées ci-dessus.

La gêne apportée à la voie franchie est très réduite dans le cas d'un délançement pur (ou sur cintre de délançement). Elle est un peu plus forte si le délançement utilise des appuis mobiles terrestres ou sur voie d'eau.

L'ouvrage à déconstruire étant déposé en dehors des zones à fortes contraintes d'exploitation, le démantèlement peut alors être plus aisé, et le tri des matériaux favorisé.

Ce type de démolition se prête bien :

- type de pont : pont mis en place par lancement, pont métallique ;
- type de site : en délançement pur, tout type de site. En délançement sur appuis mobiles, les sites où la hauteur de l'ouvrage n'est pas trop importante.

2.3 - Démolition en place par moyens mécaniques

Principes généraux

Il s'agit de démolir l'ouvrage en place.

Il faut pour cela que l'ouvrage soit accessible (à éviter sur une voie d'eau sauf si celle-ci peut être couverte), et que l'obstacle franchi puisse être condamné temporairement. Il faut en général que l'ouvrage ne soit pas trop haut (pour rester accessibles aux engins depuis le sol, et aussi pour que les hauteurs de chute des gravats ou morceaux de pont restent raisonnables).

Les moyens mécaniques mis en œuvre en place peuvent être :

- godet d'une pelle ou d'un chargeur (pour une petite partie d'ouvrage à démolir) : l'ouvrage ou partie d'ouvrage est abattu par poussée, par traction ;
- pince pour broyer (croc-béton) ou cisailer : l'ouvrage est « grignoté » suivant une méthodologie établie (grignotage en vue d'affaiblir des sections spécifiques puis chute, ou grignotage et allègement général) ;
- brise-roche hydraulique : L'ouvrage est démolé par chocs suivant une méthodologie établie (etc.) ;
- boulet : l'ouvrage est démolé en le frappant à l'aide d'un lourd boulet métallique par oscillation ;
- câbles : l'ouvrage ou partie d'ouvrage est abattu par traction.

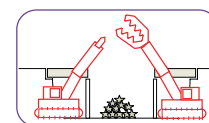
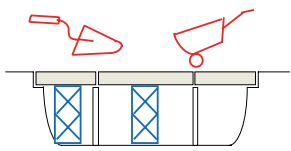


Figure 145 : Démolition d'un pont à Massy en 2009 (CG91)



Contraintes particulières

La zone à démolir est limitée au rayon d'action des bras des engins.

La place disponible pour les engins est un critère pouvant restreindre le nombre d'engins et donc allonger le délai de réalisation.

L'ensemble des équipements et superstructures doit être démonté au préalable, pour favoriser le tri des matériaux.

Un matelas de terre doit protéger la voie franchie, des circulations des engins et surtout des chutes de morceaux de ponts.

Ce mode de démolition peut produire de la poussière qui a différentes conséquences sur la santé et sur la visibilité.

Un périmètre de sécurité important doit être mis en place lors d'une démolition par câbles.

Lors de l'utilisation du boulet, aucun autre intervenant ne peut se trouver sur l'ouvrage pendant l'opération.

Critères de choix

L'obstacle franchi doit permettre ce type de démolition (pas de cours d'eau, pas de Voies Ferrées avec caténaires, accès possible sous le pont, etc.).

L'utilisation de pinces (à béton ou ferraille) est privilégiée (par rapport au BRH) en site urbain, car générant relativement peu de bruit et pas de vibration.

Moyennant plusieurs Croc-bétons ou BRH (nombre cependant limité par la gêne qu'ils peuvent s'occasionner mutuellement), la démolition peut ne durer que quelques heures (24h pour un PS type autoroutier). La démolition est alors économique.

Ce type de démolition se prête bien :

- type de pont : tout type (cadre, dalle BA ou BP, VIPP, etc.) ;
- type de site : pont accessible depuis le sol, obstacle franchi dont l'exploitation peut être interrompu et qui peut être couvert de protection ou gravats (pas de cours d'eau ou petit, pas de VF électrifiées).

2.4 - Démolition par déconstruction intégrale

Principes généraux

Pour certains ponts, la meilleure et parfois la seule solution de démolition est de les déconstruire intégralement à rebours de leur construction. Ce mode de démolition est particulièrement complexe et fait appel à différentes techniques.

Il s'impose souvent pour des ponts suspendus enjambant des voies sur lesquelles on ne peut mettre des appuis pour aider à la démolition du tablier (bras de mer, fleuve à grand gabarit, brèche de grande hauteur). Il peut s'imposer aussi pour des ponts en maçonnerie qui risquent de s'écrouler si on enlève une partie de la voûte. Il doit s'envisager aussi pour le cas d'un pont à voussoir en béton précontraint. Ces trois cas détaillés de démolition par déconstruction intégrale sont présentés ci-après.

Une démolition par déconstruction intégrale comprend de nombreuses phases où l'ouvrage est, au fur et mesure, déconstruit. Les études doivent prendre en compte et justifier toutes ses phases et configurations de l'ouvrage (en intégrant, le cas échéant, l'état réel – souvent dégradé – de l'ouvrage). Le comportement du pont doit être maîtrisé à chaque phase.

Contraintes particulières

Les critères ou contraintes particulières :

- maîtrise du comportement de l'ouvrage : Ce mode de démolition s'applique à un ouvrage qui peut encore être justifié par le calcul, au moins sous son poids propre lors des différentes phases de cette démolition ;
- le cas échéant, des renforts locaux peuvent être envisagés ou encore des dispositifs (blocages, vérins, etc.) aidant à maîtriser le comportement de l'ouvrage ;
- délai : ce mode de démolition par déconstruction est assez long. En contrepartie, ce mode de démolition permet un tri soigné des déchets de démolition.

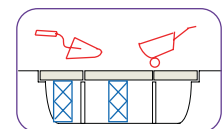
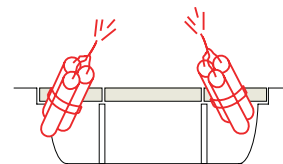


Figure 146 : Démolition du pont Pailhes (CG30)



Critères de choix

Cela a été évoqué, ce mode démolition assez long et détaillé s'envisage quand d'autres modes plus rapides ne sont pas eux possibles.

Ce type de démolition se prête bien :

- type de pont : pont suspendu, pont maçonnerie, pont à voussoir en béton précontraint ;
- types de sites : brèche importante, cours d'eau ou voie sur lequel on ne peut intervenir ou que l'on ne peut entraver.

2.5 - Démolition par explosifs

Principes généraux

Il s'agit de démolir l'ouvrage en place au moyen d'explosifs. La démolition à l'explosif est spectaculaire mais dangereuse et d'une grande technicité.

On peut distinguer deux grands principes de démolition :

- la séparation-amenée au sol : le principe de démolition est ici de diviser le pont en grosses parties et de faire en sorte que ces parties retombent au niveau terrain naturel, à l'issue du tir, pour devenir accessibles aux engins de découpe-réduction puis d'évacuation ;
- la réduction totale : le principe de démolition est ici que le tir réduise la totalité du pont en petits éléments directement évacuables.



Figure. 147 : Démolition à l'explosif d'un pont sur l'A10 (Dirif)

Les plans de tir, les localisations, les charges sont bien sûr différentes pour ces deux types de démolition à l'explosif. Parfois il existe des solutions dite « mixtes », c'est-à-dire que l'on dépose ou déconstruit le tablier mais on « expose » les culées-appuis, si ces appuis sont massifs.

La localisation des explosifs diffère suivant le type d'ouvrage : sur les ouvrages massifs (ouvrages en maçonnerie, en béton), l'explosif est introduit dans un trou préalablement foré et va faire éclater le matériau. Sur les ouvrages métalliques l'explosif est appliqué contre la structure et va cisailer les profilés.

La démolition à l'explosif peut aussi s'envisager pour la démolition partielle de pièces massives (par exemple massif de semelle de culée, massif d'ancrage de câble, etc.).

Les contraintes de site sont particulièrement prégnantes pour ce type de démolition. Des limitations des vibrations et effets de surpression peuvent être étudiés suivant l'occupation des sites.

Contraintes particulières

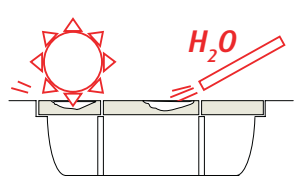
L'utilisation de techniques par explosifs est régie par une réglementation spécifique et est réservé à des personnels spécialisés.

Le « plan de tir » doit être adapté à l'environnement :

- définition d'un périmètre de sécurité ;
- définition/optimisation des charges d'explosifs (entreprise spécialisée) pour minimiser les impacts dans le périmètre de sécurité ;
- mobilisation d'engins pour le dégagement / nettoyage / balayage de la voie franchie après tir ;
- évacuation temporaire de toutes les personnes dans ce périmètre ;
- coupure de circulation / Protection des voies franchies ;
- présence des forces de l'ordre, pompiers et SAMU ;
- feu vert pour le tir ;
- dégagements des gravats ;
- réouverture de la circulation.

Critères de choix

La démolition à l'explosif est de moins en moins utilisée du fait des contraintes d'emploi et de la réticence des tiers ; en outre, les gros matériels de démolition ont désormais des capacités et des rendements très importants qui permettent de procéder à des démolitions tout aussi rapides.



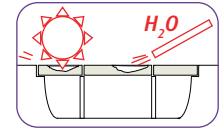
Cette technique doit être étudiée par les bureaux d'études spécialisés, et peut s'avérer parfois comme la meilleure.

Ce type de démolition se prête bien :

- type de pont : pont en maçonnerie, pont en béton armé, précontraint. En démolition partielle de pièces massives ;
- types de sites : site peu construit.

2.6 - Démolition par découpage ou hydrodémolition

Principes généraux



Sont regroupés ici les démolitions par découpage y compris celles par hydrodémolition.

Les techniques de découpage se présentent sous deux formes : les découpages à l'aide de fluides, et celles par moyens mécaniques. Les découpages sont très souvent utilisés lors d'opérations de démolition pour des enlèvements de parties du pont (découpages de hourdis de béton, de parties de voiles ou massifs de béton).

Les découpages peuvent être associés à d'autres techniques de démolition.

- découpage à l'aide de fluide :
 - au **chalumeau** d'oxycoupage : Démolition ou démontage d'ouvrages à structure métallique. Rapide, c'est la technique consacrée pour ce type de démolition,
 - à la **lance-thermique** : Découpage des matériaux (béton, pierre) obtenu par fusion à l'aide d'une lance à oxygène. Rapide et précis. Comporte des risques,
 - à l'eau sous pression (> 1 000 bars) – il s'agit ici de découpe par hydrodémolition ;
- découpage mécanique :
 - par **carottage** : permet de percer un hourdis pour faire passer des élingues ou de découper des éléments de construction en pratiquant une série de trous tangents à l'aide d'une carotteuse + arrosage,
 - par **scie à lame circulaire** munie de dents à pastilles de carbure ou diamantées : assure un découpage soigné pour dalles ou voiles en béton armé (épaisseur < 80 cm),
 - par **scie à câble diamanté** : permet de découper des éléments de forte épaisseur ;
- Hydro démolition :
 - à l'**eau sous pression** (> 1 000 bars (voire 2 à 3 000)) : Technique qui permet de désagréger le béton tout en récupérant les aciers de ferrailage si l'on veut à nouveau ferrailer et bétonner. Technique demandant des précautions d'emploi. Elle peut se faire par lance ponctuelle ou par machine multi buses.

Contraintes particulières

Les techniques de découpage requièrent une main d'œuvre spécialisée, voire très spécialisée (lance-thermique, robot d'hydrodémolition). Pour ces techniques, l'opérateur manipule des matériels dangereux et est proche des zones à démolir. Il faut donc se prémunir des accidents (brûlures, projections, coupures, etc.) par la prévention, la qualification, un matériel adapté, des EPI, et des dispositions collectives.

Un certain ordre de découpage doit être respecté afin d'assurer la stabilité de l'ouvrage.

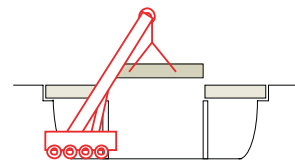
Les techniques de découpage thermique provoquent la fusion locale des matériaux. Elles présentent un risque d'émanation de fumées toxiques notamment en présence de plomb dans les peintures ou de HAP (masque ventilé en EPI obligatoire et autres dispositions).

Les techniques par découpage mécanique nécessitent une adduction d'eau pour éviter l'émission de poussières et refroidir les éléments de découpe. Cette eau comme celle de l'hydrodémolition doit être récupérée (filtrée).

Critères de choix

Ces techniques permettent des interventions de précision parfaitement maîtrisées (pour découper ou démolir de manière circonscrite à proximité d'un obstacle ou d'une partie d'ouvrage que l'on veut préserver).

Les techniques de découpage mécaniques ou par fluide sont des procédés qui peuvent être mis en œuvre en limitant les poussières, les vibrations et le niveau acoustique de l'intervention.



2.7 - Démolition manuelle

Principes généraux

Un grand nombre de tâches physiques et pénibles sont aujourd'hui évitées grâce à l'utilisation d'engins mécaniques et de techniques de démolition sophistiquées. Toutefois, la démolition « manuelle » reste indispensable pour des démolitions partielles et limitées, et/ou pour des zones inaccessibles par des engins même de taille réduite.

Les outils utilisés sont des pics, des masses ou des marteaux pneumatiques.

Contraintes particulières

La démolition manuelle présente des contraintes particulières pour le personnel l'exécutant. Les risques doivent être maîtrisés suivant les outils utilisés, en prenant en compte les risques de chutes ou de projections de matériaux de démolition. Elle est également synonyme de « pénibilité » si elle est exécutée sur une durée trop longue et si elle n'est pas exécutée avec les bonnes postures, formations et préparation, et des EPI adaptés.

Critères de choix

La démolition manuelle doit donc rester rare et ponctuelle. Ce type de démolition, qui n'est pas spécifique aux ouvrages d'art, n'est pas décrit dans ce guide.

2.8 - Démolition par expansion

Principes généraux

La démolition par expansion est un « moyen de démolition partiel ». Cette technique est méconnue et peu utilisée. On regroupe ici les démolitions utilisant :

- **les éclateurs hydrauliques** : il s'agit de faire éclater les ouvrages béton (ou en maçonnerie) en introduisant dans un trou foré un système tendant à s'écartier sous l'action d'une pression de vérin hydraulique ;
- **les explosifs lents** : il s'agit aussi de faire éclater le matériau mais sous l'action de matériaux expansifs.

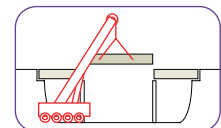
Contraintes particulières

La manière dont l'ouvrage ou la partie d'ouvrage va éclater doit être bien étudiée. Ces techniques nécessitent une bonne maîtrise des matériaux de la zone à démolir pour atteindre l'objectif assigné.

Critères de choix

Les éclateurs ou explosifs lents ont l'avantage d'éliminer les nuisances de bruit, de vibrations et de poussières (hormis les perçages préalables). Ce type de démolition étant très ponctuel pour les ouvrages d'art, il n'est pas figuré ci-après d'exemple détaillé hormis ceux présentés au niveau des matériels au 1.2.6 et 1.2.8.

3 - Technique de démolition - descriptions et exemples détaillés



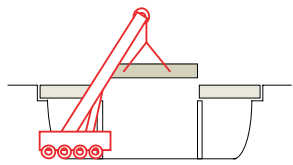
3.1 - Déconstruction à la grue ou assimilable

La technique de démolition à la grue est présentée de manière détaillée au travers d'une opération de démolition d'un pont de type VIPP :

- Exemple 1 - VIPP de Merlebach.

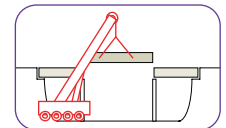
Ensuite, sont présentés succinctement (les présentations détaillées étant faites dans les monographies proposées en annexe) quatre autres exemples de démolition par grutage ou assimilable :

- Exemple 2 : le VIPP de Richemont en tant que grutage de VIPP par paquet de poutres ;
- Exemple 3 : le bow-string de Saint-Pierre Lacourt en tant que démolition par grutage d'un bow-string ;



- Exemple 4 : dalle orthotrope de Richemont parce qu'il s'agit d'une démolition par bigue fluviale, ce type d'engin étant « assimilable » à une grue flottante ;
- Exemple 5 : ponts treillis sur le Moselle parce qu'il s'agit d'un enlèvement par barges spéciales, ce type de « démolition » par dépose ou enlèvement étant logiquement rattaché à ce chapitre démolition par grutage et permettant ici de souligner que les engins de types barges spéciales ou bigues sont parfaitement adaptés pour des ponts sur voie d'eau ;
- Exemple 6 : pont de Rosbruck en tant qu'enlèvement par porteur multi-essieux pendulaires.

3.1.1 - Exemple 1 - VIPP de Merlebach



Présentation du projet de démolition

L'ouvrage

Le VIPP de Merlebach, est situé à Freyming - Merlebach. Il permet à l'autoroute A320 de franchir une succession de 5 petits obstacles : la rue du moulin, la Rosselle canalisée, les voies ferrées HBL, la rue de Betting (CD80) et la rivière « Rosselle ».

Il s'agit d'un VIPP construit en 1968. Chaque ouvrage de chaque sens de l'autoroute est indépendant et dispose de ces propres appuis.

L'ouvrage se compose de 6 travées isostatiques de portée 32,50 m sans entretoises intermédiaires. Transversalement l'ouvrage comporte cinq poutres espacées de 3,15 m, d'une hauteur de 2,10 m, reliées entre elles par un hourdis de 1,65 m de largeur et de 0,18 m d'épaisseur.



Figure 148 : VIPP Merlebach - vue générale des 2 tabliers

Précontrainte transversale

L'ouvrage comporte de la précontrainte transversale, au niveau du hourdis (12 ϕ 8 au pas de 70 cm), et des entretoises d'about.

Précontrainte longitudinale

Le système de précontrainte longitudinal est de type STUP. La poutre de rive du côté du terre-plein central comporte 9 câbles 12 ϕ 8. Les quatre autres poutres comportent 10 câbles 12 ϕ 8. Six câbles sur 10 sont ancrés aux abouts de la poutre, les autres étant relevés dans le hourdis supérieur. Tous les câbles sont tendus par les 2 côtés. Les câbles ont été tendus à 133 kg/mm².

Le dossier d'ouvrage est complet (notes de calcul et plans d'exécution, rapport chantier). Ces informations permettent de retracer le mode de réalisation de l'ouvrage. Les poutres ont été coulées et précontraintes, dans une première phase, sur l'aire de préfabrication. Elles ont été mises en place à l'aide de poutres de lancement selon le procédé « Trépart ». Les cinq poutres indépendantes ont été reliées entre elles en deuxième phase par l'intermédiaire du hourdis coulé entre les ailes des poutres. L'ensemble a été précontraint transversalement. Les derniers câbles de précontrainte longitudinaux ont alors été tendus, puis les superstructures ont été réalisées.

Diagnostic / Pathologie

Une inspection réalisée en 1999, avec ouverture de quelques fenêtres de précontrainte, montrait un état du câblage très inquiétant (cf. 2 photos ci-contre) pour cet ouvrage précontraint à travées isostatiques.

De manière générale et en particulier sur la fenêtre de la photo ci-contre, on constate à droite qu'un câble peut être sain à une abscisse et très altéré 2 m plus loin. Cette variabilité d'une section à une autre augmente ainsi encore l'incertitude. Une campagne complète d'investigations et d'essais fut réalisée (gammagraphies, nivellement, fenêtres de précontrainte, essais à l'arbalète, essais de chargement, courburemétrie, analyse des bétons, analyse des prélèvements de câbles et coulis) et a permis de se rendre compte de l'état de dégradations du pont et de donner des hypothèses utiles au recalcul.

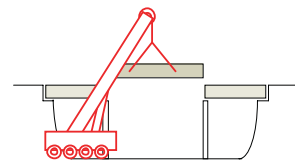


Figure 149



Figure 150

Figures 149-150 : VIPP Merlebach - Pathologie



Vingt fenêtres de reconnaissance de précontrainte permirent de déterminer que l'ouvrage avait perdu jusqu'à 35 % de la section des câbles (perte par corrosion, allant de la diminution de section de fil, jusqu'à des ruptures de fils).

Six poutres furent mises sous télésurveillance acoustique. En deux mois, quatre alertes (dont deux graves) furent enregistrées concernant la même poutre de rive (alerte correspondant à des ruptures d'un fil voire pour les plus graves de plusieurs fils). La voie de droite fût interdite à la circulation et cette poutre fit l'objet d'un étaielement de sécurité.

Décision de démolition

Solutions envisagées

Compte tenu de la perte de section des câbles par corrosion avancée, et des alertes de la télésurveillance, l'ouvrage ne pouvait être durablement renforcé. Il fut décidé de renforcer provisoirement le pont [renforcement précontrainte extérieure [cf. ITBTP n°4 de septembre 2004 sur l'étude de diagnostic, les recalculs, l'étude de renforcement et les travaux de renforcement], le temps d'étudier les solutions de démolition et surtout de reconstruction de l'ouvrage.

Une étude de différentes solutions de démolition fut réalisée. Nous exposerons ci-après uniquement la solution de démolition mise en œuvre.

Solution retenue

L'étude de faisabilité de la démolition aboutit à une démolition poutre par poutre à l'aide de deux grues mobiles. C'est cette solution qui fut décrite en bordereau 2 du DCE et la solution de travaux finalement retenue par l'entreprise confirma cette solution.

La démolition poutre par poutre est en effet un processus bien maîtrisé mécaniquement. Il impose des gênes limitées et maîtrisées. Le site est assez plat, l'ouvrage peu haut et donc accessible aux grues. Les poutres une fois au sol seront réduites en gros éléments qui seront chargés et évacués par piste vers une aire de réduction et de tri.

Réalisation du projet

Phase études

Choix des grues :

les capacités des grues ont été déterminées en fonction du poids de poutre à lever et en fonction de la distance du centre de gravité de la charge au début de levage et en fin de levage (cf. Annexe A2 -détermination de la capacité de levage d'une grue). La capacité des grues, leurs emplacements successifs, leur stabilité sur le sol (planéité, portance du sol, présence de réseau ou d'ouvrages, ici d'un mur de palplanches, des gardes-grèves de culée), leur trajet et le lieu de dépose ont été soigneusement étudiés.

Remarques sur le grutage à 2 grues : le grutage à deux grues permet une meilleure résistance de la poutre au levage car il n'y a pas d'effort de compression dû à l'inclinaison longitudinale des élingues (effort qui se rajoute lors de la vérification au déversement). Il permet une réduction de la capacité des grues. Les grues jusqu'à 350 t sont « courantes » alors que les grues de 500 à 800 t sont des grues exceptionnelles qui doivent être réservées longtemps à l'avance. Le grutage à deux grues, impose une coordination des deux grues.

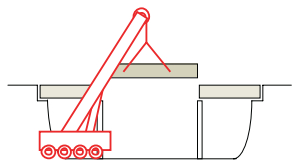
Pour chaque travée et pour chaque sens, il avait été déterminé deux positions de grues : une pour lever les poutres coté extérieur, une seconde pour lever les poutres vers le TPC. Le grutage est détaillé par phases : position des patins de grue, trajet du corps de grue, prise de la poutre, trajet et dépose de la poutre. Ce travail, réalisé par les services de l'État pour l'étude de faisabilité, a été repris et affiné par l'entreprise au niveau des études d'exécution, études qui furent produites et visées par le maître d'œuvre pendant la période de préparation.

Pour mémoire, l'étude de faisabilité avait envisagé les deux possibilités (une grue, deux grues) avec pour chacune, l'étude de la faisabilité technique, des contraintes, les délais et l'estimation correspondante.

Phase travaux

En phase travaux, sept grandes étapes peuvent être identifiées :

- 0) la dépose de précontrainte extérieure de renfort ;
- 1) l'allègement de la structure ;
- 2) la démolition du hourdis intermédiaire ;
- 3) la démolition des entretoises ;
- 4) le grutage des poutres ;
- 5) la démolition des poutres ;
- 6) la démolition des appuis.



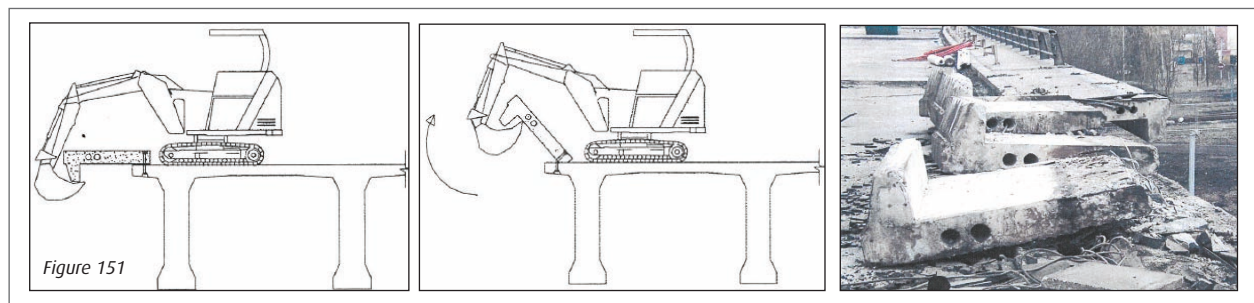
0) dépose de précontrainte extérieure de renfort

Les poutres avaient été renforcées provisoirement de 8 T15 gainés graissés extérieurs. Cette précontrainte a été chauffée-découpée depuis le tablier au travers de trous de carottage (le tablier servait ainsi de protection). À noter qu'il était craint un recul d'ancrage et un « fouettage » de ces T15, mais que ces deux phénomènes furent très faibles grâce à l'effet de chauffe avant découpe et du fait de torons gainés graissés.

1) allègement de la structure

Le but de cette étape est l'allègement de la structure. Ainsi les poutres défaillantes sont allégées et donc sécurisées. Le poids des poutres destinées à être grutées par grue mobile est par ailleurs diminué.

Cette étape s'est traduite par le fraisage de l'enrobé et de la chape, la dépose des garde-corps et des barrières, et la démolition des corniches. Ces corniches béton étaient peu solidarisiées et leur démolition fut facile (cf. ci-dessous).



2) démolition du hourdis intermédiaire

Le hourdis intermédiaire doit être démolé pour, d'une part séparer chaque poutre et d'autre part les alléger. Toutefois, les amorces du hourdis sur les poutres ont été conservées car elles participent à la résistance des poutres et à leur stabilité.

La démolition du hourdis intermédiaire implique :

- que les engins (BRH ou disceuse) doivent le parcourir à rebours (une fois démolé, l'ouvrage n'est plus circulaire) ;
- que les poutres soient stabilisées une fois (et avant) que le hourdis soit retiré ;
- que les voies ou obstacles franchis soient fermés et protégés des chutes de matériaux : un matelas de protection a été mis en œuvre.

Le hourdis intermédiaire est précontraint, mais il n'y a pas de ferrailage passif traversant les tables supérieures des poutres comme c'est souvent le cas sur les ouvrages de cette époque. Son « démontage » fut net entre poutres et assez facile. La précontrainte transversale s'est libérée au début de la démolition au BRH sans à-coups ou problème de stabilité (matériel de démolition : pelle de 7,5 t équipée d'un BRH de 355 kg).



3) démolition des entretoises

Le pont ne possédait pas d'entretoise intermédiaire mais uniquement des entretoises d'about. La démolition de l'entretoise d'about se fera depuis le sol par un BRH. La précontrainte transversale interne par 3 câbles s'est libérée au début de la démolition au BRH sans à-coups ou problème de stabilité.

Ces entretoises d'about étant les derniers éléments de stabilisation (au renversement) des poutres, un système de stabilisation provisoire a été mis en place entre chaque poutre. Ce système est constitué de barres boulonnées. Ce système ne sera démonté, poutre par poutre, juste avant levage, que lorsque la chaque poutre sera maintenue par les élingues de levage.

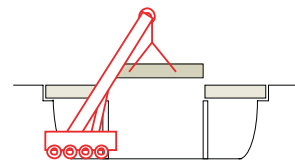


Figure 153 : Maintien entre poutres ET maintien au sommier. Croix et barre transversales

4) grutage des poutres

C'est une phase critique de ce mode de démolition.

Le grutage est prévu à deux grues pour le premier ouvrage détruit (Sud) alors que le grutage du 2^e ouvrage (Nord) s'est fait avec une seule grue. Chaque poutre dégarnie pèse 77 tonnes.



Pour chaque travée et pour chaque sens, il a été déterminé deux positions de grues (Nous soulignons ci-dessous les étapes importantes pour l'étude de ce grutage).

Le phasage et les conditions du grutage répondent à plusieurs contraintes :

- être au plus près de la charge, évaluer le survol d'obstacle, prévoir le lieu de dépose, ne pas multiplier les montages/démontages (surtout avec les contrepoids) ;
- l'emplacement de dépose de chaque poutre doit avoir été prévu ainsi que les modalités de stabilisation : ici, un système de stabilisation provisoire (chevalets) assure la possibilité et la sécurité pour l'enlèvement des sabots et élingues et assure la stabilité avant la « mise en morceaux » ;
- assurer la stabilité des poutres au grutage à la fois au renversement et au déversement. Le grutage se fait avec des palonniers sous le talon de poutre et les élingues assurent par frottement sur le hourdis supérieur la stabilité au renversement. Celle au déversement a été vérifiée par calcul (cf. Annexe A2) ;
- assurer la stabilité des grues quant à la portance du sol et la présence d'ouvrages enterrés. Il convient de déterminer la charge maximale par appui au cours du levage, surtout dans le cadre de la vérification de stabilité d'un soutènement ou d'une culée (cf. Annexe A2).

Extrait de l'étude comparative de l'étude de faisabilité :

Grutage à 1 grue

Choix de la grue : Poids de poutre dégarnie : 77 t

Choix d'une grue de 500 t (capacité à 3 m). Avec une flèche haute de 45,1 m, un contrepoids de 140 t, elle permet de lever 80 t à une portée de 19 m. Cela permettrait dans une position face à l'axe de mi-travée de gruter les 5 poutres. Mais, les contraintes de position obligeront la plupart du temps à procéder en 2 positions.

Positionnement de la grue :

Des planches des positions de la grue travée par travée pour le grutage de chaque tablier avec les explications sur le déroulement de ce grutage, sont dressées au projet et même dès l'étude de faisabilité. Il y avait 2 planches : planche position 1 puis position 2 (pour gruter les 2 poutres vers le TPC)

Ci-dessous, la planche position 1. Le grand cercle tracé pour chaque position est la portée maximum et permet de juger des poutres (1,2,3) que la grue peut saisir.

On s'aperçoit que la grue est très encombrante et qu'il faut aussi prévoir l'aire de dépose. Pour les travées 5 et 1, le positionnement est difficile. Pour la travée 5, on s'approche beaucoup du canal de décharge. Les patins avant de la grue en charge représentant quasiment la somme du poids de la grue (avec contrepoids, ici de 140 t) et de la poutre, le butonnage de ce rideau devra être vérifié. Pour la travée 1, il est très difficile en position 2 de ne pas mettre les 2 patins avant dans le petit cours d'eau.

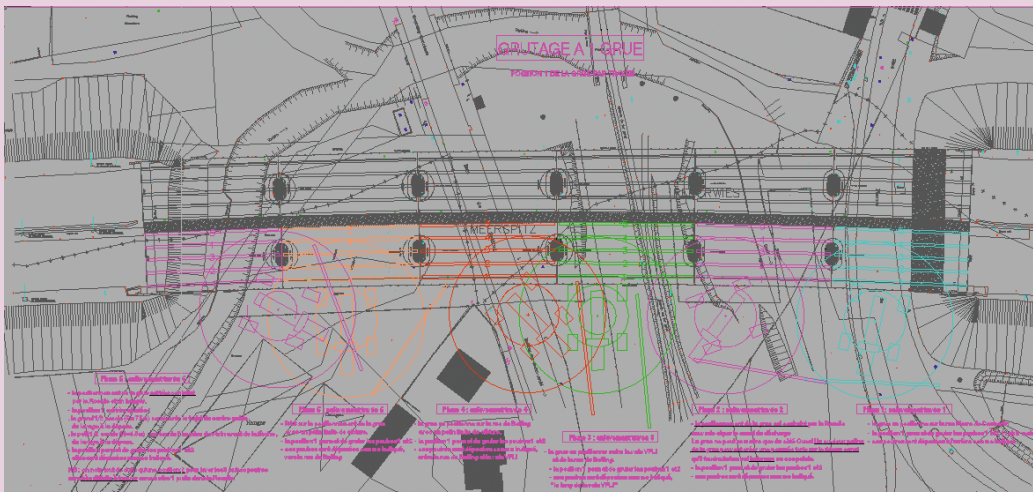
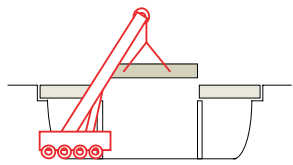


Figure 154 : Planche d'étude du grutage (ci-dessous) : à réaliser dès l'étude de faisabilité

Grutage à 2 grues

Choix des grues et positionnement des grues :

comme pour l'étude « grutage à 1 grue », les mêmes étapes de réflexion sont menées. Les contraintes, les phases, les impossibilités sont exposées. Des planches similaires à la précédente sont dessinées.



Grues utilisées lors des travaux :

- ouvrage sud : levage à deux grues (300 t et 350 t pour les travées 1 et 2 (compte tenu de contraintes de positionnement éloigné par des obstacles et la pente du perré ; 200 t et 350 t pour les autres travées) ;
- ouvrage nord : levage à 1 grue de 700 t.

Caractéristiques des grues : grue de 300 t (poids à vide : 70 t ; contrepoids : 65 t : données de circulation grue + 3 semi-remorques), grue de 350 t (poids à vide : 72 t ; contrepoids : 70 t : données de circulation grue + 4 semi-remorques), grue de 700 t (poids à vide : 112 t ; contrepoids : 140 t), portance du sol nécessaire : 225 kg/m².

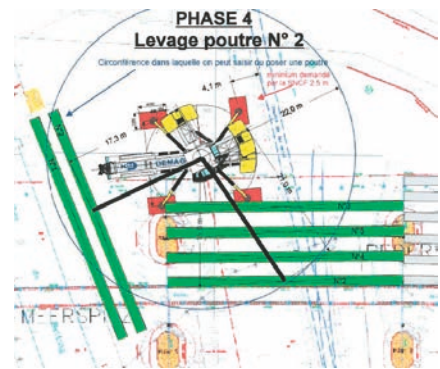
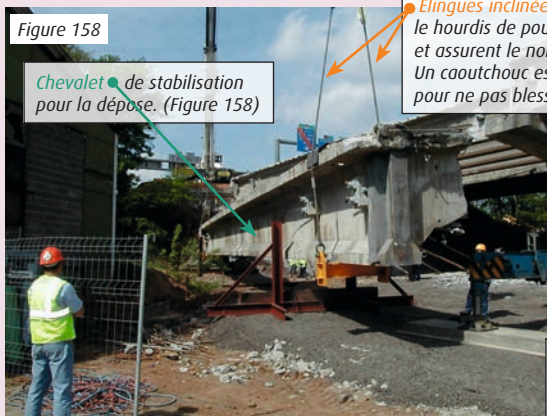
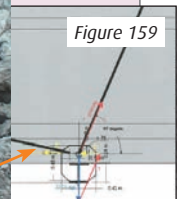
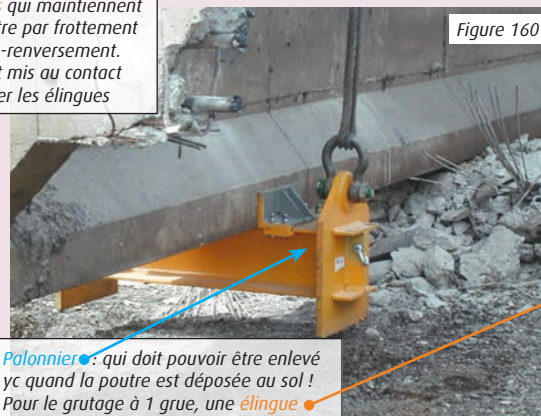


Figure 155 : Exemple schéma (PAQ entreprise) du positionnement de grue. NB : ouvrage Nord, 1 grue de 700 t, autre travée. Système boulonné

Quelques photos du chantier :



Elingues inclinées qui maintiennent le hourdis de poutre par frottement et assurent le non-renversement. Un caoutchouc est mis au contact pour ne pas blesser les élingues



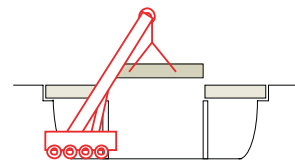


Figure 164

Les pincettes à béton réduisent rapidement la poutre en gros morceaux (Figure 164)

5) Démolition des poutres

Sitôt les poutres dans les chevalets de stabilité, les sabots de levages et élingues sont enlevés et les croc-béton ou pincettes viennent réduire la poutre en 5 à 6 gros morceaux.

Ces gros morceaux sont chargés sur dumpers et évacués sur une aire de stockage et traitement de 10 000 m² (terrain libre des houillères à 200 m du pont).



Figure 163

... les gravats des poutres précédentes font que la poutre ici ne descend pas bien sur le chevalet et la table supérieure est au-dessus des montants du chevalet. Ceci sera corrigé (nettoyage systématique des gravats avant repose de poutre suivante) (Figure 163)

6) Démolition des piles

Les piles ne sont pas conservées, mais les fondations sont laissées en place.

Ces piles présentent deux particularités :

- la fondation est très spécifique. Compte tenu du terrain soumis à affaissement minier, les fondations sont constituées de semelles posées sur un très large puit de palplanches remblayées. La pile repose par un socle sur cette semelle et cette semelle dispose tout autour de niches permettant le vérinage de la pile et le rattrapage des affaissements. Ces fondations lourdes sont conservées pour réemploi. La disposition présente un avantage pour la démolition, car la pile n'est pas solidaire de la fondation ;
- le chevêtre des piles a été précontraint en deux phases à la construction avant et après pose du tablier. De ce fait, la pile ne supporte pas l'enlèvement du tablier sans dommage. De plus une détente des câbles à rebours en deux phases n'est pas possible.

La tenue de la pile après allègement de l'ouvrage et à la dépose des poutres a imposé un phasage de dépose des poutres particulier. Il a fallu faire une dépose des poutres, non suivant un avancement poutres 1,2,3,4,5 mais suivant l'ordre 1,2,5,3,4. D'autre part, ces piles sont lourdes (140 t) avec des éléments massifs (chevêtre de section 2 x 2 m).

Les piles elles-mêmes sont levées de leur fondation (à 2 grues de 200+350 t pour le pont Sud et à une grue de 700 t pour le pont Nord) et déposées à proximité. Elles sont ensuite attaquées au BRH et à la pince pour être réduites en gros morceaux.



Figure 165 : Vue du socle des piles (avec niches de vérinage)

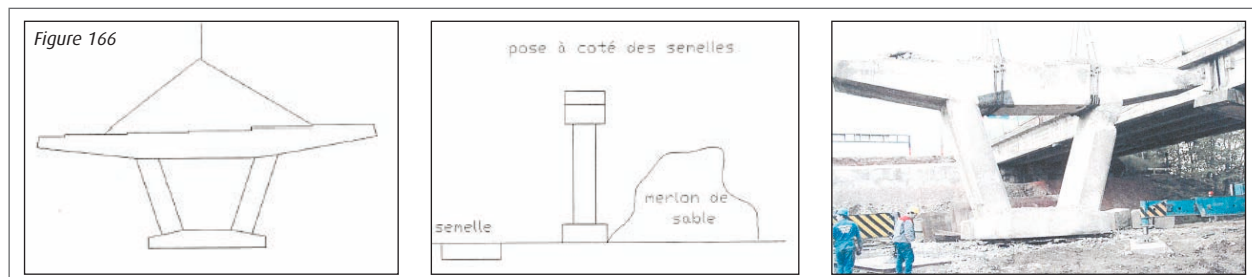
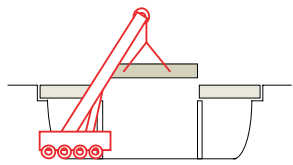


Figure 166



Bilan de l'opération

Coût de l'opération

260 000 € HT par ouvrage (dépose des glissières, garde-corps, joint de chaussée : 14 k€ ; rabotage : 6 k€ ; démolition dalle transition murs en retour : 16 k€ ; démolition du tablier et des piles : 138 k€ ; réduction, évacuation des produits de démolition : 86 k€). Non compris travaux préparatoires de protection pour un montant de 48 k€.

Planning et phasage de l'opération

- Durée totale de démolition : 10 semaines ;
- Préparation, protection : 1 semaine ;
- Rabotage enrobé : 1 semaine ;
- Démolition des superstructures, corniches : 9 j ;
- Démolition hourdis, séparation poutres : 12 j ;
- Grutage poutre : 2 jours par travée (5 poutres) : total 12 j (car 6 travées) ;
- Grutage pile : 1 j / pile au fur et à mesure de leur libération ;
- « Croquage », évacuation gros éléments : 2 j par travée (5 poutres) en temps masqué ;
- Réduction, démolition, trie sur aire de stockage : 4 semaines.

Cette opération de démolition prenait place dans une opération globale de démolition-reconstruction. Les délais imposés étaient les suivants : période de préparation 4,5 mois pour la tranche ferme qui correspond au tablier nord (2 mois pour le tablier sud) + 13,5 mois d'exécution T Ferme (11 mois pour la TC) avec des délais distincts par tranche pour les coupures : Voies ferrées HBL 4 jours consécutifs y compris un week-end, 1 semaine pour chacune des 2 rues communales. La coupure de l'autoroute étant de 9 mois / tranche.

Matériels mobilisés

4 pelles équipées de BRH ou pince ou broyeur à béton ; 2 nacelles ; 1 grue automotrice 700 t ; camions 6*4 ; 2 dumpers.

Gestion et traitement des déchets.

Quantités par ouvrage (Sud, Nord) : béton : 2 000 m³ ; acier : 100 t ; 400 m de PVC + joint de chaussée.

La réduction des matériaux (séparation bétons, aciers, etc.) se fait d'abord au BRH puis à la pince et au treillis.

Les aciers ont été chargés pour un recyclage dans la filière « électrique » de production de nouvel acier.

Les éléments de béton réduits ont été orientés vers une filière de production de grave de recyclage type GRB (B = béton) utilisé en couche de forme de chaussée ou en couche de fondation ou base (trafic =< T3).



Figures 167-168 :
Photos zone de stockage et réduction des déchets de démolition

Intervenants :

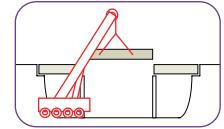
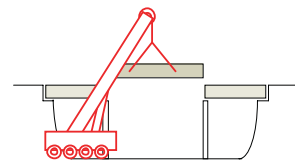
Maître d'ouvrage : État - Ministère Équipement - DDE Moselle.

Maître d'œuvre : DDE Moselle/SGT.

Bureau d'études : Arcadis (béton) et Richard Ducros (métal).

Entreprise (grpt) : Demathieu et bard + Richard Ducros.

Entreprises de démolition : Stips + Melchiorre.



3.1.2 - Autres exemples de démolition à la grue ou assimilable

Afin d'illustrer les options techniques que peut recouvrir la démolition par grutage, nous exposons rapidement ci-dessous quelques photos ou éléments à propos d'autres exemples de démolition. Ces exemples couvrent soit l'utilisation de matériels différents, soit selon des modalités différentes, soit enfin d'autres types de pont. Les quatre exemples suivants sont dûment détaillés sous forme de monographies en annexe du guide.

Exemple 2 : VIPP de Richemont – grutage par paquet de poutres

Le VIPP de Richemont est constitué de 3 travées de 30 m. Large de 12 m, avec 5 poutres d'entraxe 2,5 m, il porte le sens Nord-Sud de l'autoroute A31 en Moselle. Le grutage s'est fait ici par paquet de poutres, c'est à dire que le tablier a été scié longitudinalement et qu'il y a eu grutage du tablier en uniquement deux parties : une partie constituée de trois poutres (celles les plus proches des grues) et l'autre partie constituée de deux poutres.

Cette modalité ou option technique d'un grutage de plusieurs poutres présente plusieurs avantages :

- 1) les poutres ne sont pas séparées une à une et il y a donc beaucoup moins de problèmes d'instabilité ;
- 2) les phases de découpe et grutage sont moins nombreuses, donc la démolition est plus rapide ;
- 3) Elle présente en contrepartie la sujétion de devoir faire appel à des grues de bien plus fortes capacités (ici deux grues de 700 t) donc rares (il faut les réserver longtemps à l'avance) et coûteuses.



Figure 169



Figure 170

Figures 169-170 : Grutage par paquet de poutres VIPP de Richemont

Le paquet de 3 poutres (le plus lourd) est bien sûr celui le plus près des grues. Celui de 2 poutres est le plus éloigné.

Nota : Cet exemple fait l'objet en annexe de la monographie (détaillée) n°1 « VIPP de Richemont ».

Exemple 3 : bow-string béton de Lacourt Saint-Pierre

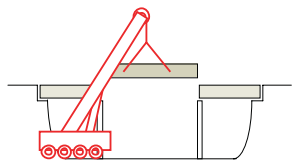
Les ouvrages de type bow-string en béton armé ont eu un bel essor dans années 1930-1960, leur gamme de portée s'étend de 20 à 50 m. Ils sont répandus au-dessus des voies d'eau (canaux) ou dans des sites plats ; en effet la structure porteuse étant au-dessus du tablier, cela assure de passer l'obstacle en respectant un gabarit minimal sans remblais d'accès de grande hauteur. Les bow-string en béton armé sont à travée unique mais on peut rencontrer une succession de plusieurs bow-string (chacun étant une travée isostatique indépendante).

Nombre de ces ouvrages ont été ou doivent être démolis : soit pour des raisons de largeur roulable insuffisante, soit par manque de capacité portante (notamment en ce qui concerne les hourdis de faible épaisseur), soit du fait d'une altération de la structure devenue pathologique (carbonatation du béton, circulation d'eau puis corrosion des aciers avec perte de section engageant la sécurité de l'ouvrage) ou encore lors des opérations de requalification des voies hydrauliques qu'ils franchissent.

Les modes de démolition dépendent de l'état du pont, de sa portée et des contraintes d'exploitation. Globalement, la démolition fait souvent intervenir le grutage des poutres latérales soit en totalité soit en grosses parties, c'est pourquoi la démolition de bow-string béton est classée dans la famille des déconstructions à la grue.



Figure 171 : Mise en place de la scie pour sciage biais en 2 1/2 travées de la poutre-arc



Le bow-string en béton armé de Lacourt Saint-Pierre dans le Tarn-et-Garonne, d'une portée de 25 m date des années 1930.

Il permet à la route RD39 de franchir le canal de Montech large de 15 m (qui relie le Tarn au canal latéral à la Garonne).

Le tablier est composé de deux arcs de 25 m. Transversalement le tablier de 5,20 m de largeur, est constitué d'un hourdis (12 cm environ) en béton sur des pièces de pont à l'aplomb des suspentes. Les ferraillasses passifs des arcs, tirants et suspentes sont importants.



Figure 172 : Grutage du 1^{er} demi arc

Après sciage et grutage du hourdis et des pièces de pont, après stabilisation des arcs (au niveau des culées), le premier arc est successivement scié en deux demi-travées chacune maintenue par une grue sur chaque rive. Ces deux demi-arcs sont grutés sur rive. Le second arc est ensuite démonté de la même manière.

Difficultés pouvant être rencontrées pour le démontage de ce type d'ouvrage :

- maintien et stabilité des arcs : le maintien et la stabilité des arcs doivent être étudiés soigneusement. D'un point de vue travaux, il faut souligner la nécessaire synchronisation des deux grues afin d'éviter le blocage des disques durant la phase de sciage ;
- estimation du taux de ferraillassage passif : le taux de ferraillassage passif des bow-string béton est en général important. C'est un point de vigilance qui impose une reconnaissance préalable détaillée et complète. En effet ce taux de ferraillassage peut poser des soucis quant aux choix des moyens de démolition (scies, BRH, pinces), aux rendements et délais alloués (qui peuvent être plus importants) et aux moyens de levage qui peuvent se révéler insuffisants (d'où une remise en cause des plages ou délais de coupure). En effet, la densité de certains éléments à gruter peut atteindre 2,8 à 2,9 t/m³ sur les bow-string (au lieu des 2.5 t/m³ généralement pris en compte). Dans le cas du bow-string de Lacourt Saint Pierre, le taux de ferraillassage déterminé lors des études n'a pas posé de souci particulier ;
- conditions d'appuis : certains bow-string peuvent avoir été « scellés » au niveau des appuis entre les culasses et le sommier d'appui des culées. Une vérification des plans d'origine et surtout de la réalité sur place s'impose, pour ne pas avoir à gérer un blocage lors du grutage ;
- approche des grues : la stabilité des culées doit être vérifiée sous les cas de charges de grutage.

Nota : Cet exemple fait l'objet en annexe de la monographie (détaillée) n°2 « bow-string béton de Lacourt Saint-Pierre ».

Exemple 4 : Démolition grâce à une bigue fluviale d'un pont métallique

Il s'agit là d'une démolition apparentée à la démolition par grutage en ce sens qu'une bigue est assimilable à une grue sur l'eau. Une bigue fluviale est parfaitement adaptée à la prise en charge et au déplacement de colis lourds sur voie d'eau (notons qu'il existe aussi des bigues maritimes). Il convient donc de penser à ce type d'engin très performant lorsqu'on doit démolir un pont sur une voie d'eau.

Le pont principal de Richemont date de 1966 et permet à l'A31 sens plus (Sud-Nord) de franchir la rivière Moselle. Large de 12 m, le tablier de ce pont principal est constitué d'une dalle métallique orthotrope de 164 m en trois travées continues (52,65 m + 58 m + 52,65 m). Le tablier sera scié (oxycoupage) en trois travées (découpes légèrement au-delà des appuis, et biaisées pour permettre l'appui d'une travée sur l'autre). Les trois parties seront prises en charge par la bigue et amenée jusqu'à un portique (pieu H et profilés horizontaux) spécialement réalisé pour la dépose (cf. Figure 173-174). Chaque travée est ensuite rapidement découpée et libère le portique.



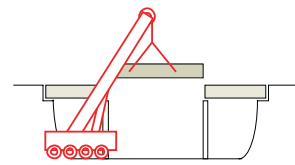
Figure 173



Figure 174

Figure 174 : Colis (travée) levé par la bigue. Recul et début du trajet jusqu'au portique de dépose

Nota : Cet exemple fait l'objet en annexe de la monographie (détaillée) n°3 « Dalle orthotrope de Richemont ».



Exemple 5 - Enlèvement par barges spéciales de deux ponts-gazoducs

Deux ponts gazoduc (pont supportant des gros tuyaux d'amenée de gaz à des centrales électriques) sont ici enlevés et évacués très rapidement au moyen de deux barges spéciales équipées de portiques avec traverses levées par vérins à câbles. Ce dernier exemple montre l'emploi d'engins encore plus spéciaux et particuliers que les bigues.

Le premier pont gazoduc avait une longueur de 170 m et pesait 800 t.

Le deuxième pont gazoduc avait une longueur de 140 m et pesait 600 t.



Figure 175 : Vue plus précise des barges spéciales



Figure 176 : Mise en place des barges équipées de portiques avec traverses levées par vérins à câbles. Traverses hautes, l'ouvrage est soulevé et déplacé de ses appuis

Nota : Cet exemple fait l'objet en annexe de la monographie (détaillée) n°4 « Enlèvement de deux pont-gazoduc ».

Exemple 6 - VIPP de Rosbruck

L'ouvrage est un VIPP avec hourdis inférieur partiel, de 44,50 m de portée avec un biais important. Il franchit un ensemble de voies ferrées. Son enlèvement (plutôt que délancement) s'est fait au moyen de porteurs multi-essieux.

Ci-contre une photo caractéristique de ce délancement-enlèvement.



Figure 177 : Vue du tablier en cours déplacement par les porteurs multi-essieux

Nota : Cet exemple fait l'objet en annexe de la monographie (détaillée) n°5 « Pont FB02 de Rosbruck ».

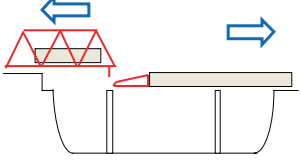
3.1.3 - Synthèse quant aux démolitions à la grue (ou assimilables)

Ce chapitre a décrit trois modes de démolition à la grue : (1) le grutage par grues mobiles ; (2) grutage ou enlèvement sur voie d'eau par bigue ou barge ; (3) enlèvement par porteur multi-essieux pendulaires sur voies terrestres.

Compte tenu des capacités actuelles des grues mobiles, le grutage est un mode de démolition très courant car il permet en un temps court de déposer un tablier (intégralement ou découpé) sans occuper la ou les voies franchies ou bien avec une occupation très courte.

Le choix des engins (grues, bigues, porteurs multi-essieux) et le mode de démolition est imposé :

- par les voies franchies (voie terrestre (route ou fer), voie d'eau) ;
- par la hauteur de brèche ;
- par les obstacles et l'accessibilité ;
- par le poids de l'ouvrage (allégé de ses superstructures) qui pourra suivant le cas être découpé longitudinalement ou transversalement ;
- par l'état de l'ouvrage (un état trop dégradé peut imposer un enlèvement au lieu d'un grutage).



Le choix des grues dépend principalement du poids de la charge et de la distance du centre de gravité de la charge au début de levage et en fin de levage. La capacité des grues, leur acheminement, leur stabilité sont à étudier dès l'avant-projet (faisabilité) et ensuite lors des études d'exécution. Pour les engins de types bigues, barges, Kamags™, on peut lister le même type de conditions.

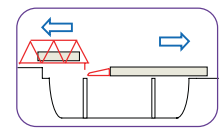
Remarques sur le grutage à 2 grues. Il préserve mieux l'intégrité de la poutre au levage du fait de l'absence d'effort de compression dû à l'inclinaison longitudinale des élingues. Il permet une réduction de la capacité des grues : les grues jusqu'à 350 t sont « courantes », par contre, les grues de 500 à 800 t sont des grues qui sont en petit nombre et qui doivent être réservées longtemps à l'avance. Le grutage à deux grues, impose une coordination des deux grues.

Le grutage (ou l'enlèvement par engin spécial) doit être étudié par phases (position des patins de grue, trajet du corps de grue, prise de la poutre, trajet et dépose de la poutre) dès l'étude de faisabilité. Le projet est alors affiné par l'entreprise au niveau des études d'exécution.

La stabilité des poutres (ou ouvrage) au grutage doit être vérifiée en tenant compte de leur géométrie réelle et de leur état réel dégradé.

3.2 - Démolition par délancement

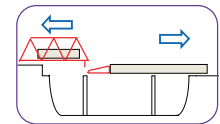
Préambule : Ce mode de déconstruction consiste à enlever le tablier par un « délancement » de celui-ci d'appui en appui suivant un processus inverse (à rebours) de celui de la construction.



Pour permettre le délancement, on peut ajouter un avant bec à la structure pour lui permettre de dés-accoster progressivement des appuis (ce qui permet une diminution des efforts dans le tablier). Dans le même esprit, on peut placer des appuis intermédiaires (éventuellement « flottant » dans le cas d'un pont sur voie d'eau « navigable » sous réserve d'un schéma statique maîtrisé).

Les tabliers métalliques, mixtes ou les bow-string métalliques sont *a priori* les tabliers qui se prêtent le mieux au délancement. Dans tous les cas, un aménagement préalable de la culée est nécessaire : il faudra choisir entre soit démolir le garde-grève de la culée et terrasser à l'arrière une longueur de plateforme de l'ordre de deux fois la longueur de travée principale, soit véliner et surélever tout le tablier (rehausse d'appui) pour « délancer » au-dessus du grade-grève.

3.2.1 - Exemple 1 - Démolition grâce à un cintre délanceur - le pont rail d'Auxonne



Généralités

Le viaduc d'Auxonne fait partie des nombreux ouvrages métalliques vieux de 100 à 150 ans encore en exploitation. Ces tabliers ont été construits avec du fer puddlé ou de l'acier ancien peu ductile et subissent depuis des années une augmentation des charges et des vitesses. Après avoir été fortement circulés, on relève pour ces tabliers corrodés et dégradés, des endommagements significatifs en fatigue, qu'ils soient théoriques (endommagement calculé) ou réels (amorçage et développement de fissures visibles). À ce titre, le viaduc d'Auxonne a été intégré à un vaste programme de remplacement qui a débuté dans les années 80.

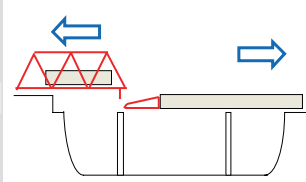
L'ouvrage



Figure 179 : Vue du dessus des voies et de l'intrados



Figure 178 : Vue latérale du viaduc



Présentation

Le viaduc d'Auxonne est répertorié (publications RFF) dans la catégorie des « Ponts et viaducs d'exception » aux côtés de 10 autres ouvrages d'art tels que le viaduc de Garabit. Il est situé à proximité de la gare d'Auxonne (21) sur la ligne de Dijon à Vallorbe. Il est composé d'un ensemble de 20 tabliers métalliques (10 par voie). Tous des tabliers sont isostatiques à une voie, non ballastés, à deux poutres latérales basses à âmes pleines, avec pièces de pont, quatre files de longerons et platelage. Ils sont tous en aciers doux, assemblés par rivets et en pose de voie directe. Le trafic était composé en 2012 de 54 trains/jour sur la voie V1 et 52 trains/jour sur la voie V2. Le viaduc se répartit en 3 grandes familles :

	PRA sur la Saône	PRA sur le Pertuis	PRA sur le Canal
Pont rail sur	une zone non navigable de la Saône	une zone non navigable de la Saône	un canal latéral navigable de la Saône
constitué de	8 travées	1 travée	1 travée
Soit (1 tablier par voie)	16 tabliers sensiblement identiques	2 tabliers sensiblement identiques	2 tabliers sensiblement identiques
Masse approximative d'un tablier	58 t	60 t	81 t
Portée d'un tablier	17,40 m	18,20 m	21,50 m
Biais	100 grades	85 grades	72 grades
Entraxe V1 et V2 en alignement	3,74 m	de 3,77 m à 3,85 m	de 4,32 m à 4,49 m



Figure 180 : Exemple régime de crue



Figure 181 : Vue longitudinale (étiage)

Diagnostic / Pathologie

Ces tabliers présentait des pathologies courantes pour ce type d'ouvrage :

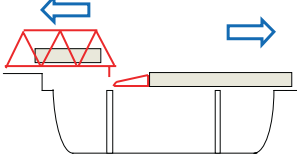
- corrosion jusqu'à la perforation sur les âmes des longerons, au droit des attaches de pièce de pont et sur les cornières inférieures des pièces de pont ;
- déconsolidation des cornières des membrures supérieures des longerons ;
- blocage des appuis mobiles ;
- insuffisance en fatigue.

Raisons et décision de démolition du pont

À la suite de multiples campagnes d'inspection et de maintenance mettant à jour l'aggravation de l'ensemble des anomalies, la vitesse de circulation des trains a tout d'abord été réduite sur les ouvrages de 160 km/h à 140 km/h. Les rapports d'inspection de 1999 ont mis en avant que toutes les parties métalliques étaient touchées et ils ont conclu que les solutions de réparation étaient à écarter.



Figure 182 : Vue de l'état de l'intrados du tablier



Réalisation du projet de démolition - Phase études

Contraintes de démolitions

Le viaduc est soumis à plusieurs contraintes de site orientant la réalisation de la démolition et la conception des ouvrages neufs :

- l'ouvrage est situé pratiquement en bout des quais de la gare d'Auxonne avec présence d'usagers ;
- les possibilités d'accès routiers autour de l'ouvrage sont quasi nulles (uniquement par un chemin de halage de petit gabarit pour le PRA sur le Canal) ;
- présence d'un barrage hydraulique en amont (PRA Saône) ;
- tous les ouvrages surplombent un cours d'eau avec parfois un faible tirant d'eau (0,50 m à 1,75 m pour le PRA sur la Saône) et des crues importantes (PRA sur la Saône) ;
- ouvrages situés au-dessus d'une centrale hydroélectrique (PRA Pertuis) ou ouvrages situés au-dessus d'un canal de navigation (PRA Canal) ;
- présence de lignes électriques haute-tension en aval de l'ouvrage ;
- piles en maçonnerie ancienne ;
- possibilité d'une seule aire de démantèlement d'un seul côté du viaduc.

L'exploitation ferroviaire doit être maintenue. Pour cela, chaque voie était interrompue à tour de rôle (1,5 mois par voie pour les travaux d'OA et 0,5 mois par voie pour les travaux connexes), l'autre voie restant circulée.

Le viaduc est donc soumis à plusieurs contraintes d'exploitations orientant la réalisation de la démolition :

- délais court (1,5 mois pour le remplacement de 10 tabliers) ;
- succession des ouvrages à déposer (200 m) sur une seule et même voie (1 seule voie d'accès d'un unique côté) ;
- impossibilité d'engager le gabarit ferroviaire de la voie adjacente maintenue circulée ;
- présence d'une zone de risque électrique importante en raison de la caténaire sous tension de la voie adjacente maintenue circulée.

Choix des méthodes de démolitions

La méthode de dépose puis repose par levage a été immédiatement écarté en raison de contraintes majeures telles que les accès étriqués ou la présence des lignes électriques.

La méthode initialement envisagée prévoyait une dépose des ouvrages existants par barge (par-dessous) avec une repose des ouvrages neufs par engin ferroviaire (type « hydrocampe » par le dessus).

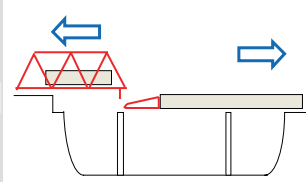
Les contraintes et sujétions liées à cette solution étaient les suivantes :

- problématiques liés à la Loi sur l'eau ;
- incertitude des niveaux d'eau pouvant compromettre les délais ;
- nécessité de dragage de certaines zones à faible tirant d'eau ;
- superposition des tâches de dépose et de pose nécessaires pour la circulation des engins ferroviaires. Le tablier neuf devait être approvisionné (suspendu) au-dessus de l'ouvrage ancien avant la dépose de celui-ci.

L'entreprise (Demathieu & Bard) a donc proposé la mise en œuvre d'un lanceur particulier permettant de réaliser l'ensemble des tâches. Cette solution innovante a été acceptée par la maîtrise d'œuvre et donc retenue (ce type de lanceur fait l'objet d'un brevet).

Les atouts de cette solution sont :

- un outil unique conçu et dédié au chantier, permettant la dépose des tabliers existants, mais également la pose des sommiers et des futurs tabliers ainsi que tout levage de fournitures ;
- aucune intervention par navigation ;
- pas d'engagement du gabarit de la voie adjacente en toute phase du chantier ;
- aucune voie provisoire nécessaire par utilisation des rails de la voie existante uniquement ;
- évacuation et approvisionnement par un seul côté de l'ouvrage de l'ensemble des tabliers et fournitures ;
- travail possible pour un vent allant jusqu'à 60 km/h ;
- accès facilité des personnels de part et d'autre des brèches.



Par un jeu de trois palées amovibles (avant / centrale / arrière), et un maintien de l'équilibre statique en toute circonstance, ce lanceur peut donc :

- lever l'ancien tablier au-dessus des tabliers adjacents ;
- translater le tablier supporté ;
- poser le tablier sur des lorrys spécifiques ;
- dégager l'emprise avant pour permettre la circulation des lorrys pour évacuation ;
- livrer des matériaux, fournitures et matériels de part et d'autre de la brèche à l'aide d'un pont roulant intégré ;
- effectuer toutes ces opérations en ordre inverse pour la pose des tabliers neufs.



Figure 183 : Vue longitudinale du lanceur (de gauche à droite : la palée arrière amovible proche de la palée centrale, le pont roulant, le tablier en cours de levage et la palée avant escamotable)



Figure 184 : Vue transversale du lanceur



Figure 185 : Vue du lanceur (depuis l'arrière) sous circulation

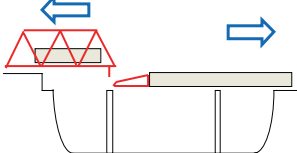
Phases travaux - Les étapes de la démolition

La partie démolition d'un tablier se décompose ainsi :

- mise en place du lanceur (le lanceur roule sur les rails existants) en alignant les tiges de préhension avec les zones de fixation sur le tablier ;
- décollement du tablier par vérin posés sur appuis ;
- accrochage des palonniers au tablier (par encerclage d'une pièce de pont) (Figure 186) ;
- levage du tablier à l'aide des vérins disposés dans la poutre principale ;



Figure 186



- translation de l'ensemble ;



Figure 187



Figure 188



Figure 189

Figures 187-188-189 : Translation de l'ensemble au-delà de la brèche. Le lanceur ne porte que sur la palée arrière et sur la palée avant qui roule sur les rails

- pose du tablier sur des lorrys spécifiquement développés pour ce transport et sortie du tablier ;



Figure 190 : Pose du tablier sur les lorrys



Figure 191 : Sortie du tablier. Le lanceur ne porte alors que sur la palée arrière et centrale

- transport du tablier vers la zone de démantèlement (Ph21) ; mise en stock puis démantèlement ;



Figure 192



Figure 193

- dépose des anciens appareils d'appuis et nettoyage des têtes des piles à l'aide du pont roulant intégré.

Bilan et données de l'opération

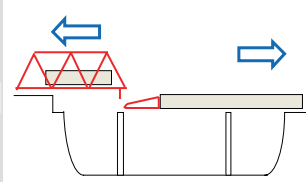
Cadre contractuel

Solution de base parfaitement définie mais appel d'offre avec variante autorisée, prix unitaires et forfaits partiels.

Planning et phasage de l'opération

Année de démolition : 2012-2013.

Remplacement d'un tablier complet (après mise en place du cycle) : 20 heures (1 journée avec 2 postes de 10 heures).



Coût de l'opération

18 millions d'€ pour l'ensemble du remplacement des 20 tabliers métalliques.

Matériels mobilisés

Mise en stock des vérins hydrauliques permettant le ripage et le vérinage des ouvrages sur l'aire de préfabrication ;
Une pelle hydraulique équipée de cisaille et de pince pour la découpe et le chargement des déchets ferreux ;
Un chariot télescopique de 10 tonnes pour le chargement des sommiers ; Mini pelle BRH, etc.

Contraintes d'exploitation

Très nombreuses contraintes (voir description ci-dessus).

Gestion et traitement des déchets

Environ 1 000 tonnes d'acier à découper sur site et évacuer.

Intervenants

Maître d'ouvrage : RFF.

Maître d'ouvrage mandaté : SNCF - Infra.

Maître d'œuvre : SNCF (IGOA).

Autre gestionnaire intervenant : VNF.

Bureau d'études : DIP / direction technique DB.

Entreprises chargées de la démolition : Demathieu et Bard.

Démolition, découpes : Sté MIELLE groupe DESPLAT.

3.2.2 - Autres exemples

Exemple 2 - Pont Churchill à Strasbourg – Dalle précontrainte

L'ouvrage est un pont dalle en béton précontraint (précontrainte longitudinale et transversale) de 700 m de long (en 5 tabliers distincts) et de 20 m de largeur.

L'OA 3 : une travée sur un boulevard urbain (BD des Alpes, 5000 véh/j) et une travée sur le canal navigable de liaison du Rhône au Rhin, seront « enlevées » par délancement au moyen d'une barge équipée sur canal et d'un porteur multi-essieu pour l'appui terrestre.

Ci-contre une photo caractéristique de ce délancement.



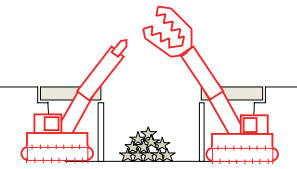
Nota : Cet exemple fait l'objet en annexe de la monographie (détaillée) n°10 « Pont Churchill à Strasbourg ».

3.2.3 - Synthèse quant à la déconstruction par délancement

Ce mode de démolition est peu courant et est complexe techniquement. Dans le cas d'un vrai délancement, le pont démolé est fortement sollicité et doit être alors vérifié suivant différentes configurations en intégrant son état réel dégradé. Dans le cas d'un délancement avec cintre, le cintre est un matériel spécifique à mettre au point spécialement pour l'opération.

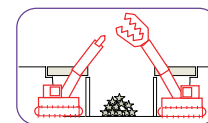
La démolition par délancement trouve son intérêt lorsque les contraintes d'exploitation des voies franchies sont très fortes, sous réserve que la structure s'y prête.

Il faudra souvent chercher à optimiser le poids de la structure à dé-lancer par allègement de structure (en déposant les superstructures et en séparant les éléments à dé-lancer par « morceaux » d'ouvrage).



3.3 - Démolition mécanique intégrale en place

La « démolition mécanique intégrale en place » consiste à démolir le pont en place par des moyens mécaniques, en général des engins de type pince, croc-béton et BRH. Un exemple est détaillé ci-après.



3.3.1 - Exemple - démolition mécanique d'un VIPP (A7 / Drôme)

Présentation du projet de démolition

L'ouvrage

Ouvrage ASF de l'A7 sur la Drôme.

Structure type VIPP : longueur = 180 m en 5 travées - largeur de tablier de 14,75 m (3 voies) - 6 poutres - précontrainte transversale - 4 entretoises par travées (2 d'about et 2 intermédiaires).

Date de construction 1965.

Diagnostic / Pathologie

Anomalies structurales suspectées

Bien qu'aucune anomalie pathologique grave (fissuration spécifique des poutres) n'ait été constatée au cours du temps lors des diverses inspections détaillées, des insuffisances ont été constatées dans les calculs initiaux du fait de règlements de calcul moins avancés qu'aujourd'hui.

Suivant le procédé de précontrainte

Des sondages, répartis judicieusement sur l'ouvrage concerné, ont permis de mettre en évidence l'existence sur l'ouvrage d'anomalies d'injection avec des carences récurrentes d'injection allant d'un remplissage partiel au manque complet (de l'ordre de 30 % pour l'ouvrage), avec la présence d'eau dans un nombre important de zones présentant un manque de coulis. Sur un échantillonnage significatif de sondages, la rupture de fils est constatée sur 10 % des câbles.

Distribution de la pathologie

Aucun élément ne permet d'affirmer la répartition systématique ou aléatoire des anomalies et/ou si le phénomène de corrosion est stabilisé. Il est toutefois pris en compte une suspicion d'évolutivité, mais sans pouvoir la caractériser précisément.

De ce fait, il s'avérerait impossible de caractériser la résistance résiduelle et de garantir la pérennité de l'ouvrage.

Décision de démolition

Des travaux de mise en sécurité des zones considérées les plus fragiles furent entrepris à savoir un renforcement par collage de tissu de fibres de carbone sur les abouts des trois poutres les plus sensibles de chaque travée (deux sous BAU, et une en TPC).

Il a ensuite été étudié une solution de réhabilitation par précontrainte extérieure et une solution de démolition/reconstruction. La reconstruction du tablier a été préférée étant donné la difficulté de caractérisation des défauts et de leur évolutivité. Une reconstruction par un tablier mixte à 4 poutres a alors été décidée, les piles étant conservées.

Le trafic élevé de 72400 véh/j (2 sens) dont 20,3 %, de PL, l'absence d'itinéraire de substitution (sauf à saturer immédiatement les réseaux secondaires) et l'inaptitude des poutres à supporter un basculement de circulation avec utilisation des BAU ont débouché sur la nécessité d'une déviation provisoire locale avec réalisation d'un pont mobile provisoire construit spécialement.

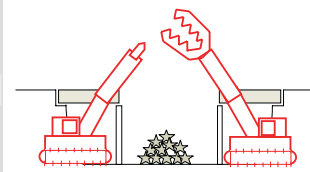
Date de démolition : 2002

Réalisation du projet

Phase études

Études hydrauliques

Ces études ont été nécessaires du fait de l'impact des appuis provisoires d'une part et d'autre part du fait de l'ensemble des sujets liés au respect de la Loi sur l'eau.



Pont provisoire

Il a été décidé une implantation parallèle à l'autoroute, immédiatement en aval (par rapport au sens d'écoulement de la Drôme – Est / Ouest). L'ouvrage provisoire a imposé des occupations temporaires de parcelles contiguës à l'autoroute, permettant la réalisation des bretelles nécessaires à son raccordement à l'autoroute. Sa travure a été définie par les études hydrauliques : d'une valeur de 35 m, elle était similaire à celle de l'ouvrage existant.

Quelques organismes spécialisés (CNPS ou autres, etc.) ont été consultés pour la location et la mise en œuvre des moyens matériels requis, à savoir : un pont de dimensions répondant aux objectifs de circulation de 35 000 v/j en moyenne sur le sens rétabli.

Le choix s'est finalement porté sur l'offre de la société Janson Bridging qui prévoyait une structure entièrement métallique, obtenue par l'assemblage de modules identiques, comportant des dispositifs de retenue latéraux de niveau N.

Les appuis retenus étaient constitués de pieux métalliques battus dans le lit de la Drôme, chacun supportant un chevêtre de type PRS, défini pour supporter la structure de l'ouvrage. Chaque appui a fait l'objet d'une protection immergée en enrochements (de niveau inférieur à celui du fil d'eau).

Phase travaux (après mise en place du pont provisoire)

Les travaux de démolition

Ils ont été conduits par phases successives, en commençant par l'ouvrage aval du fait de sa moindre sensibilité vis-à-vis des embâcles et des crues (protection par le tablier amont existant et l'ouvrage provisoire).

1) Aménagement de la Drôme

Il a consisté en l'aménagement d'une piste d'accès au lit, la démolition d'infrastructures résiduelles de la construction, le nivellement du lit de la Drôme (sauf au droit du lit mineur), permettant l'écoulement de la rivière (altitude définie par la Mission Inter-Services de l'Eau et de la Nature (MISEN), l'aménagement d'un chenal de déviation du lit mineur (longueur 300 ml environ, largeur 10 ml et profondeur de 2 m).

Cet aménagement a été complété par :

- la création de la piste de franchissement avec 6 buses de diamètre 1 000 mm et 5 buses de 900 mm (des aménagements complémentaires ont été nécessaires en cours de travaux pour absorber le débit de la Drôme à une période de fortes précipitations) ;
- une mise en eau pilotée à la demande, selon la progression de la démolition de l'ouvrage ;
- la réalisation d'un matelas récepteur au droit de chaque travée, avec matériaux d'apport extérieur (séparation des matériaux du lit par géotextile, largeur 17 ml environ, épaisseur de l'ordre de 0,25 m).

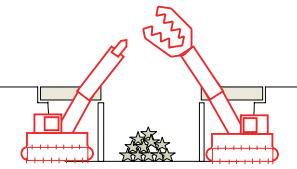
2) Travaux préparatoires

Cette phase a intégré plusieurs interventions, à vocation diverses :

- pour assurer la sécurité de circulation des usagers sur l'ouvrage maintenu en service :
 - du fait de la suppression des dispositifs de retenue en tpc (lié à leur montage sur des dispositions reliées aux 2 tabliers), il a été mis en œuvre une file d'éléments de type smv (séparateurs modulaires de voie),
 - pour éviter la curiosité, cause de comportement dangereux : la mise en œuvre, en rive de l'ouvrage maintenu en service, d'une clôture opaque de hauteur 1,50 m (poteaux supportant, entre 2 couches de grillage, un filet opaque) ;
- afin de faciliter les opérations de démolition :
 - allègement de l'ouvrage de charges permanentes (chaussée, superstructures, dispositifs de retenue et caillebotis, etc.). Cette intervention contribue également à éliminer les facteurs potentiellement parasites dans le contrôle des opérations. De plus, ces travaux permettent un tri en amont des déchets ou matériaux plus simple et plus efficace,
 - protection des appuis existants, conservés, par installation d'éléments de bois sur l'extrados des chevêtres afin d'assurer leur protection, mise en œuvre de remblai à la base de chaque fût de pile (afin d'éviter le heurt des poutres sur le béton du fût dans leur chute).



Figure 195



3) Démolition du hourdis

Cette démolition a été réalisée par une pelle équipée de BRH. L'engin est positionné sur le tablier, toujours sur une zone où la précontrainte transversale n'est pas détruite. L'intervention se fait en « rétro » (à reculons), en conservant les entretoises et des bandes de hourdis de 50 cm tous les 6 ml (ceci permettant le maintien d'une rigidité suffisante de la structure lors de la démolition des poutres) et avec suppression de la précontrainte transversale au fur et à mesure de la progression de l'opération.

À l'issue de la démolition du hourdis, il ne reste plus que les poutres (leur talon et leur âme) maintenues par les entretoises.

4) Démolition des poutres. Elle se fait en deux phases :



Figure 196 : Démolition du hourdis entre poutres au BRH par-dessus l'ouvrage en reculant. Les entretoises (d'about et intermédiaires) sont conservées

Figure 197



Figure 198



Figures 197-198 : Il ne reste donc plus que les poutres (leur talon et leur âme) maintenues par les entretoises. On note la quantité de matériaux réduits (gravats)

Figure 199



Figure 200

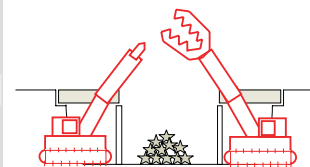


Figures 199-200 : Deux croc'béton démolissent symétriquement la poutre par le dessus. Un coup de pince au niveau des ancrages des câbles de 2^e famille est appliqué. Puis ils détruisent et éliminent le béton de l'âme sur la longueur de poutre (en remontant à partir des entretoises intermédiaires pour suivre le tracé des câbles). Enfin, ils démolissent les entretoises et attaquent les câbles d'extrémités jusqu'au « pliage » accompagné de la poutre. À ce stade, les croc'béton éliminent les entretoises qui liaient cette poutre à la suivante. Ensuite, un croc'béton détruit le milieu de poutre. Quand il arrive au talon, la poutre commence à se ruiner et à fléchir, et il peut alors, d'un coup à l'horizontale vers l'arrière, la tirer pour la dégager de l'appui

Démolition partielle des poutres

La démolition se fait depuis le lit de la rivière au moyen de deux pelles, chacune étant équipée d'une pince hydraulique, en partant de l'axe de chaque poutre, avec une intervention autant que possible symétrique, en allant vers les extrémités de chacune, selon le principe suivant :

- destruction de la partie supérieure (les ancrages des câbles de 2^e famille (ceux débouchant en hourdis supérieur) sont ici détruits) ;



- conservation intégrale du talon (qui concentre les câbles de précontrainte sur les 2/3 environ de la travée), ainsi que des entretoises, l'ensemble permettant de maintenir un squelette résistant de l'ouvrage ;
- la limite inférieure des démolitions est imposée par le tracé des câbles, ce qui conduit à conserver une partie de plus en plus importante de l'âme entre l'entretoise intermédiaire et l'extrémité de chaque poutre.

Démolition complète de l'ouvrage (d'une travée) selon le phasage suivant :

- en commençant par la première poutre de rive ;
- en intégrant le béton des entretoises intermédiaires, mais sans cisaillement de la précontrainte transversale qu'elles contiennent (ceci permettant d'assurer une détente progressive) ;
- avec sectionnement à la pince des liaisons entre le talon de la poutre et les entretoises ;
- en conservant les entretoises d'extrémité, afin d'assurer la stabilité des poutres restantes ;
- la « détension » des câbles longitudinaux se fait un par un, par pince, depuis les extrémités de la poutre ;
- coupure (à la pince) des derniers câbles simultanément avec le talon de la poutre, conduisant à la chute de sa structure résiduelle.

5) Réduction, tri et évacuation des produits de démolition

L'évacuation n'intervient qu'après démolition complète de la travée afin d'éviter une coactivité (proscrite) entre engins de démolition et engins d'évacuation.

Elle est organisée systématiquement après la démolition de chaque travée, pour restituer la liberté totale du lit en cas de précipitations d'importance et de crue éventuellement associée.

Du fait d'une démolition réalisée à la pince, la taille d'une très grande majorité des blocs de béton demeure restreinte (de 20 à 30 dm³ environ), les rendant « évacuables » directement avec chargeur (ou pelle équipée de godet).

Les éléments de taille plus importante sont issus du talon des poutres. Leur chargement est assuré par les pelles équipées d'une pince, qui assurent également leur morcellement lors de la mise en benne.

Afin de faciliter leur chargement, les câbles assurant la liaison des différents morceaux des poutres sont coupés à la pince ou au chalumeau.

6) Conservation des appuis

La chute des poutres a toujours été maîtrisée afin d'éviter d'endommager les appuis. Ceux-ci font l'objet, une fois libérés, des travaux suivants :

Auscultations spécifiques : qualification du béton, contrôles des enrobages et de l'état de corrosion des armatures des chevêtres « marteaux » très sensibles du fait d'armatures de fort diamètre, d'enrobages faibles, de pollution par les écoulements de la chaussée, etc.

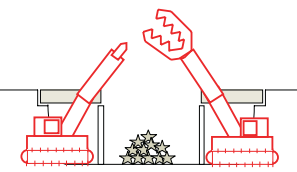
Réparations : améliorations de la pérennité, engraissement de la couverture des armatures en extrados (réfection en profondeur (7 à 10 cm) des parties hautes de chevêtre), mise en place des bossages de la structure nouvelle.



Figure 201 : Vue de l'ossature métallique du nouveau tablier mixte



Figure 202 : Le tablier est entièrement détruit, et évacué. Les piles peuvent être réutilisées



Bilan de l'opération

Les points qui ont concentré le plus d'attention concernaient :

- les périodes d'intervention dans le lit de la Drôme, avec les potentialités d'arrêt de chantier, sur une durée indéterminée, par la fluctuation du débit (paramètre qui a perturbé plusieurs fois le chantier) ;
- le respect de l'ensemble des paramètres environnementaux.

Ces difficultés ont été surmontées grâce à une étude de faisabilité très complète.

Coût de l'opération

Le coût de la démolition est resté contenu à environ 10% du coût de la construction.

Planning et phasage de l'opération

PM : construction du pont provisoire et mise en place déviation de circulation

La phase démolition s'est déroulée :

- pour le tablier Ouest (Aval) sur 10 semaines (Janvier – Mars 2002) ;
- pour le tablier Est (Amont), sur 7 semaines (Septembre – Octobre 2002).

Matériels mobilisés

Démolition de l'ouvrage : deux pelles sur chenille Liebherr équipées d'une pince (modèles 944 & 932), une pelle sur pneus Liebherr 912 équipée d'un BRH.

Réduction, évacuation : les matériels précédents et une pelle sur chenille Liebherr 934, un chargeur Caterpillar 963 équipée d'une pince et un bulldozer (Caterpillar D5), cinq semi-remorques.

Gestion et traitement des matériaux de démolition, des déchets

Initialement, il était prévu la réutilisation des matériaux issus de la démolition pour le renforcement (immédiat ou différé) des digues de la Drôme (sollicitation de l'AFR – Association Foncière de Remembrement).

Toutefois, en référence à la circulaire 2001-39 du 18 juin 2001, cette destination imposait au préalable le passage par une installation de recyclage et une caractérisation des matériaux, permettant de les déclarer comme inertes. Considérant l'impact de délais supplémentaires qui en résultaient, notables pour la gestion des travaux, cette opportunité a dû être écartée.

Intervenants

Maître d'ouvrage : ASF (Autoroutes Sud de France / Vinci)

Assistance Maîtrise d'Ouvrage :

Litaudon (analyse de la valeur)
PX DAM Consultants (M. Xercavins pour la partie AVP)
Jean Muller International
SETEC Organisation (procédures, etc.)

Maître d'œuvre études et travaux : Scetauroute

Confortement ouvrage existant : Ent. Freyssinet
Pont Provisoire (Appuis provisoires : Maia Sonnier, ouvrage : Janson Bridging)
Déviation provisoire : Guintoli
Démolition : EGT – Grenoble

3.3.2 - Autres exemples

Quatre autres exemples de démolition mécanique intégrale sont présentés en monographie en annexe. Il s'agit de deux ponts dalle, d'un VIPP et d'un bow-string.

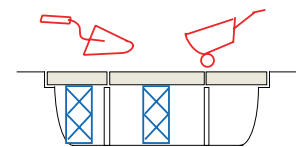
Cf. en annexe les monographies n°11 « Pont de Bétheny », n° 12 « Pont du Jai », n° 13 « Pont de Massy » et n°14 « bow-string d'Algrange ».

3.3.3 - Synthèse quant à la démolition intégrale mécanique en place

La démolition intégrale mécanique en place est la démolition telle qu'on l'entend couramment.

Compte tenu du développement des engins à forte capacité et haut rendement, elle est très efficace et rapide. Elle trouve donc souvent son emploi aujourd'hui dans beaucoup de projets de démolition de pont.

Les conditions d'emploi de cette technique sont que le pont puisse être démolé par ces engins (tablier accessible, pas trop haut, voies franchies accessibles, etc.) et que les matériaux de démolition puissent chuter en place (ce qui est difficilement praticable en milieu hydraulique si la voie d'eau ne peut être couverte).

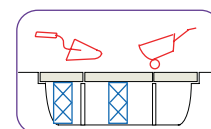


Les protections des voies franchies sont à concevoir en conséquence : protection efficace, facile à mettre en œuvre et à enlever.

Les étapes préalables consistent en l'enlèvement des superstructures (enrobés, GC, GS, joints de dilatation) pour se prémunir d'un tri plus difficile après démolition du pont.

Une procédure précise doit être élaborée en précisant les engins employés et de quelle façon la structure est progressivement grignotée et mise à terre (la structure doit être justifiée à chacune des étapes de démolition). L'évacuation doit être aussi bien prévue : nombre d'engins, de PL, rotations, etc.

3.4 - Démolition par déconstruction intégrale



Préambule

Différents ponts suspendus ont été détruits depuis les années 1990. Ainsi depuis l'inventaire des ponts suspendus réalisé en 1988, sur les 129 ponts répertoriés, 19 ont été démolis. Ces ouvrages comportent de grandes travées au-dessus de cours d'eau ce qui complique l'accès aux sections à démolir.

Les démolitions antérieures à la parution de la Loi sur l'eau étaient peu contraintes par les procédures ; elles appliquaient alors des procédés très directs, proches de l'effondrement.

Ci-dessous un exemple démolition de ce type en 1989 :



Figure 203 :
Vue générale

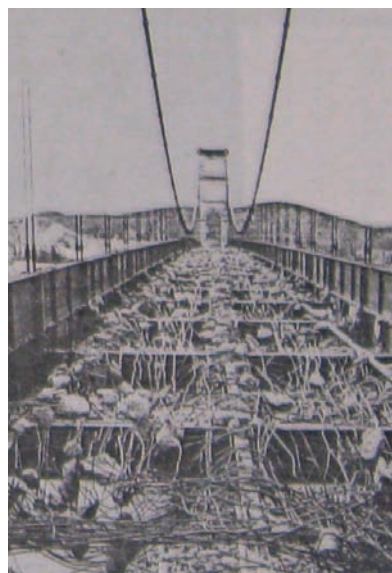


Figure 204 : Démolition de la dalle béton au brise roche (allègement du pont et amoindrissement de sa résistance)

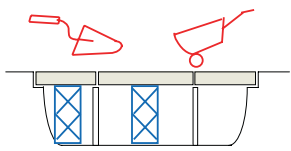


Figure 205 :
Découpe des câbles (oxyacétylage) au niveau des massifs d'ancrages des câbles

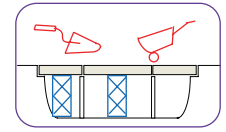


Figure 206 :
Effondrement général du pont. Découpe et évacuation des matériaux de démolition dans le lit (mineur et majeur) de la rivière

Il n'est évidemment plus possible de pratiquer de cette façon et les procédés sont de plus en plus complexes. Nous allons étudier ci-après un exemple récent.



3.4.1 - Exemple – démolition-déconstruction intégrale de pont suspendu – le pont de Térénez



Présentation du projet de démolition

L'ouvrage

Il s'agit du pont suspendu de Térénez à Argol / Rosnoën (Conseil Général 29) démoli en 2014.

Caractéristiques : cet ouvrage permet à la RD 791 (accès à la presqu'île de Crozon depuis Brest) de franchir l'Aulne à Térénez ; l'ouvrage d'origine a été construit en 1925 et détruit en 1944 pendant la seconde guerre mondiale. Il a été reconstruit en 1952 et comportait une travée centrale suspendue de 272 m, des travées de rive de 68 m et 90 m en béton armé et maçonnerie pour une longueur totale de 430 m ; le tablier central suspendu est métallique de type Warren double (dalle BA et chaussée sur tablier métallique avec poutres de rigidité, entretoises transversale et poutres longitudinales). La hauteur des pylônes est de 65 m. La longueur développée des câbles porteurs est de 900 m. Le nombre de suspentes est de 58. Les constructeurs étaient l'entreprise Fives Lille (travée métallique) et l'entreprise Limousin (Pylônes et travée BA).

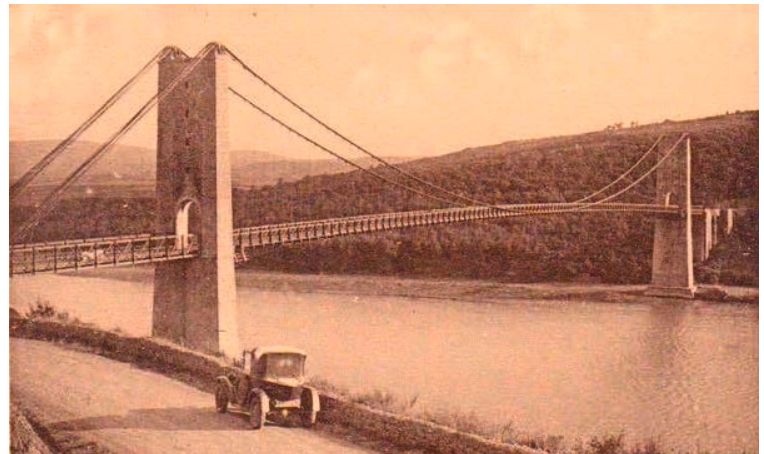


Figure 207 : Ouvrage d'origine de 1925 – Pont suspendu (détruit en 1944)

Diagnostic / Pathologie

Des signes de pathologie constatés depuis le début des années 1980, permettent de diagnostiquer en 1992 un phénomène d'alcali-réaction affectant le béton des pylônes.

Un programme de consolidation est mis en place en 1998. Ces travaux sont très coûteux (1,4 M€ en 10 ans) et imposent la fermeture occasionnelle du pont à la circulation.



Figure 208 : Second ouvrage reconstruit en 1952 – Pont suspendu (démoli en 2014)

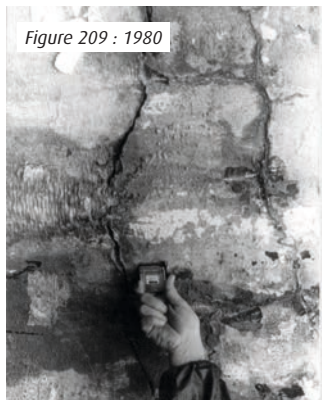


Figure 209 : 1980



Figure 210 : 2005

Figures 209-210 : Photos des pathologies – Pylône Rive Gauche : évolution des fissurations

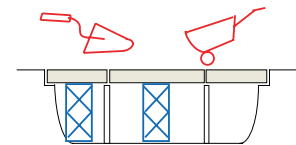


Travaux de Réparation – Pylône Rive Gauche

Figure 211 : Renforcement par corseutage de tirants précontraints en 2000



Figure 212 : Renforcement par TFC (Tissu Fibre Carbone) en 2006



Décision de démolition

En parallèle aux travaux de renforcement, le CG29 décide de mettre le pont de Térénez sous surveillance renforcée en 1994 et sous haute surveillance (télésurveillance) en 2001. Ce suivi de l'ouvrage est réalisé par le Laboratoire Régional des Ponts et Chaussées de Saint-Brieuc.

Le nouveau pont de Térénez : Après plusieurs années d'études, le Conseil général décide en 1998 de reconstruire un pont à proximité de l'ancien et de démolir ce dernier. Un arrêté de DUP pour la construction d'un nouvel ouvrage et la démolition de l'ancien pont de Térénez est obtenu en 2004. Le Service d'Études Techniques des Routes et Autoroutes (Setra), l'architecte Charles Lavigne et l'ingénieur Michel Virlogeux conçoivent le premier pont courbe à haubans de France dont la première pierre sera posée en 2007 et qui sera inauguré en 2011.



Figure 213 : Nouveau et Ancien Pont de Térénez en 2011

Réalisation du projet de démolition de l'ancien pont

Phase études

Les objectifs généraux exprimés par le maître d'ouvrage étaient :

- déconstruction maîtrisée, assurant la sécurité du personnel en évitant toute chute de matériaux dans la rivière Aulne ;
- procédé évitant tout risque de pollution ou de contamination du milieu environnant (Site Natura 2000 – Aulne) ;
- recyclage et valorisation des matériaux (béton et acier) et tri des déchets à la source (imposé dans le marché de travaux) ;
- traçabilité des déchets imposée (fourniture de BSD et BSDA pour les matériaux contaminés par l'amiante) ;
- aménagement de belvédères sur chaque rive pour valoriser le site de Térénez, au droit des culées du pont démoli.

Les **contraintes particulières** à cette démolition étaient :

- les caractéristiques du pont suspendu tel que décrit ci-dessus ;
- l'état pathologique de l'ouvrage dû à la Réaction Alkali-Granulats (RAG) dans les pylônes ;
- la présence de plomb dans la peinture du tablier métallique et la présence d'amiante dans la protection en bitume des câbles porteurs.

Le déroulement des études, de la consultation des entreprises et de la réalisation du marché :

- Études de faisabilité avec scénarios de déconstruction, planning et estimation détaillée, réalisées par le bureau d'études INGEROP en 2012 en tant qu'assistant à maîtrise d'ouvrage du CG29 ;
- Validation de la faisabilité de déconstruction par la maîtrise d'ouvrage en juin 2012 ;
- Montage du marché de travaux et consultation des entreprises de septembre 2012 à début 2013 ;
- Négociation avec les entreprises de mars à juin 2013 et notification du marché de travaux en juillet 2013 ;
- Période de préparation des travaux de septembre à décembre 2013.

Phase travaux (principales étapes de la démolition)

Les travaux de déconstruction se sont déroulés de janvier 2014 à février 2015.

1) Travaux préparatoires

- Installation de chantier, installation du matériel sur l'ouvrage (2 nacelles de sécurité sous l'ouvrage) et grues mobiles ;
- zéro géométrique du pont et des pylônes et installation de 2 stations topographiques permanentes pour le suivi géométrique ;
- validation de la note de calcul et des procédures de cinématique de la déconstruction.

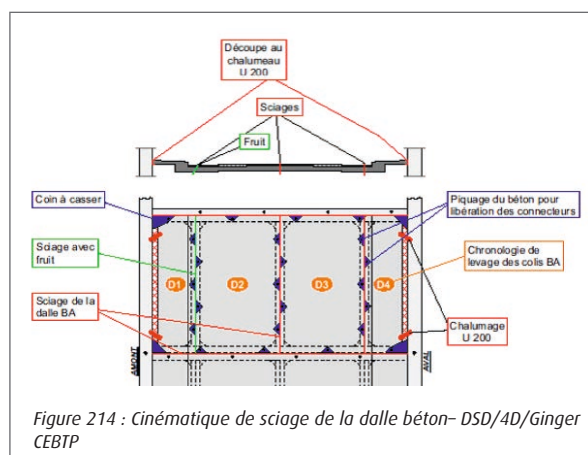
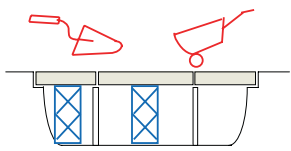


Figure 214 : Cinématique de sciage de la dalle béton – DSD/4D/Ginger CEBTP



2) Allègement de la structure

- rabotage de la chaussée (travée centrale) ;
- dépose des bordures de trottoirs et Glissière Béton Armé (GBA) ;
- dépose des réseaux et équipements divers (passerelle de visite, échelles).

3) Sciage de la dalle BA de la travée centrale à « l'avancement »

La dalle béton armé (épaisseur de 15 à 20 cm) de la travée centrale est sciée : latéralement tous les 4,50 m (au-dessus de chaque entretoise), longitudinalement tous les 1,50 m de la rive et en axe de la travée (au-dessus de chaque longerons). Soit au total 1 300 ml de découpe à la scie à béton.

4) Dépose de la dalle BA et de l'ossature métallique de la travée centrale à « l'avancement »

La déconstruction est menée simultanément et symétriquement du centre de l'ouvrage vers les deux rives par deux équipes. La dépose de l'ensemble est réalisée par demi-travée, selon l'implantation des suspentes reliées aux câbles porteurs, soit par 4,50 m de longueur de chaque côté, suivant la cinématique suivante (par demi-travée) :

- la dalle béton, préalablement sciée, est déposée en bloc de 3 et 5 tonnes à l'aide d'une grue de 35 t ;
- les longerons, entretoises et poutres de rives sont découpés au chalumeau et déposés à l'aide d'une grue de 35 t ;
- le tout est ensuite transporté sur les rives pour traitement avant évacuation dans les filières de recyclages.

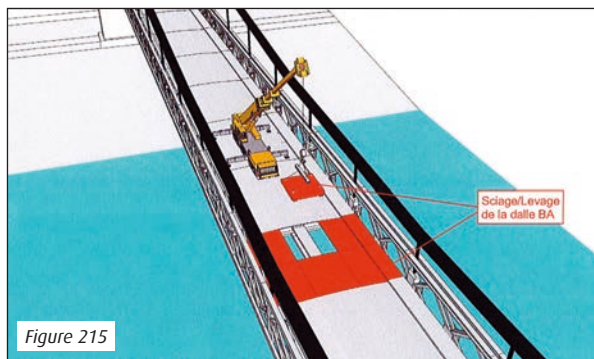


Figure 215

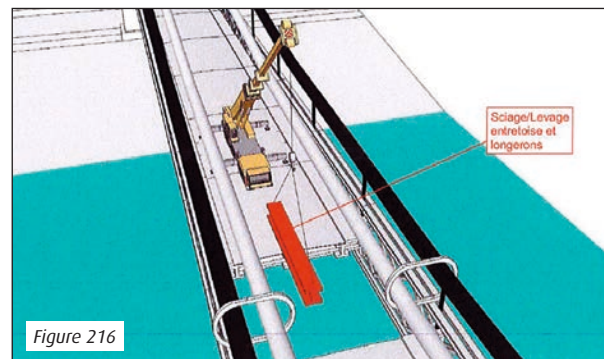


Figure 216

Figures 215 - 216 : Dépose et levage des dalles bétons, longerons et entretoises - DSD/4D/Ginger CEBTP

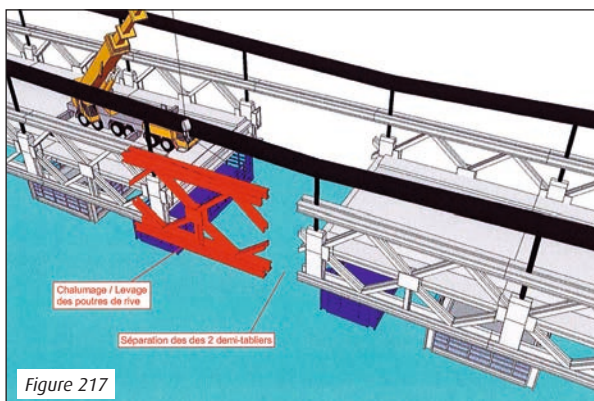


Figure 217

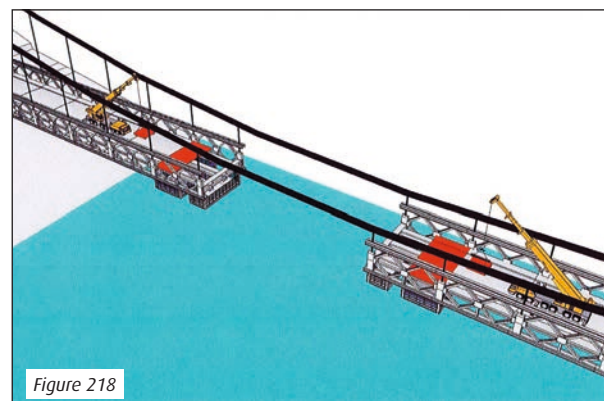


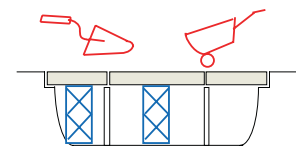
Figure 218

Figures 217 - 218 : Dépose et levage des dalles bétons et poutres de rives - DSD/4D/Ginger CEBTP

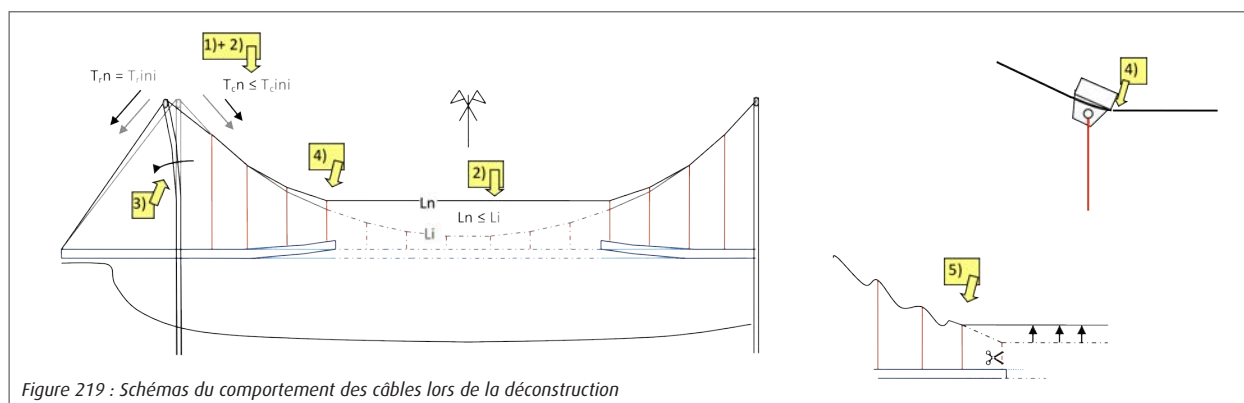
Particularités de la déconstruction d'un pont suspendu

Lors de cette déconstruction, il y a plusieurs phénomènes particuliers à maîtriser et compenser :

1. L'enlèvement des dalles et de la charpente diminue la charge permanente exercée sur la partie centrale donc la tension dans les câbles en partie centrale ;
2. La géométrie du câble change avec une chaînette coupée désormais d'une partie droite, ce qui réduit la longueur du tracé de câble (ainsi la longueur du câble est plus faible quoique celui-ci soit moins tendu du fait d'une charge diminuant, cf. remarque 1) ;



3. Suivant le blocage des selles ou chariots à rouleaux dans lesquels passent les câbles en tête de pylône, on peut avoir une tension telle qu'initiale pour la partie de câble de rive alors que la tension pour la partie centrale a diminué (cf. remarque 1 et 2) ;
4. L'enlèvement progressif des suspentes crée un rayon imposé très réduit (une cassure angulaire) entre la partie non démolie restée en tracé « de chaînette » et la quasi-horizontale formée par la partie de câble où les suspentes ont été coupées ;
5. La découpe des suspentes (au chalumeau ou à la pince) s'accompagne d'une détente brusque, d'un effet dynamique et d'oscillation du pont (en plus d'un certain relevé des 1/2 travées). Les personnes doivent être prévenues de cette phase (certaines évacuées si besoin) et les matériels sécurisés.



Il convient de maîtriser ces phénomènes et de compenser certains notamment par :

- a/ le recalage de la tension des câbles : le phénomène 3 engendre des efforts sur le pylône et des recalages de la tension des câbles sont nécessaires (par phases) pour limiter ces efforts. Il s'agit d'une détente de la tension dans la partie de rive pour rééquilibrer tension en rive et tension centrale. Cette détente se fait souvent en fonction de seuils de déplacement observés en tête de pylône (seuils calculés et justifiés). Un procédé de recalage est décrit ci-après ainsi qu'un autre en monographie n° 18 du pont de Pailhes avec un dispositif de shunt par mâchoires et vérins ;
- b/ un dispositif permettant un lâché progressif des suspentes. Si la détente générale préalable des suspentes et si le phénomène de détente brusque posent trop de risque, un dispositif de shunt par mâchoires et vérins peut être mis en œuvre.

Étapes intermédiaires – Détente des câbles porteurs :

lors du démontage de la travée centrale, la tension dans les suspentes et les câbles porteurs en rive s'est accentuée au fur et à mesure de l'avancée des travaux. Avec la surveillance géométrique de l'ouvrage, la déformation et le basculement en tête de pylônes sont contrôlés et une procédure était mise en place pour arrêter les travaux dès que le basculement en tête de pylônes étaient supérieurs à 50 mm par rapport à l'état zéro initial. Ensuite, une phase de détente des câbles porteurs était réalisée dans les chambres d'ancrages avec un déboulonnage à la clef hydraulique de chaque toron. Il y eut 3 phases de détente des câbles : en avril (15 jours), en juin (15 jours) et en juillet (7 jours) afin de rééquilibrer la tension des câbles porteurs et de limiter les déformations et les efforts appliqués aux deux pylônes (remise à la verticale initiale).

5) Dépose des suspentes et câbles porteurs

Les suspentes sont déposées au fur et à mesure de l'avancée de la déconstruction, elles sont coupées en partie haute et basse au chalumeau et déposées à la grue de 35 t, et ensuite évacuées sur les rives.

Les câbles porteurs sont déposés depuis les travées d'accès quand la travée centrale métallique est entièrement démontée.

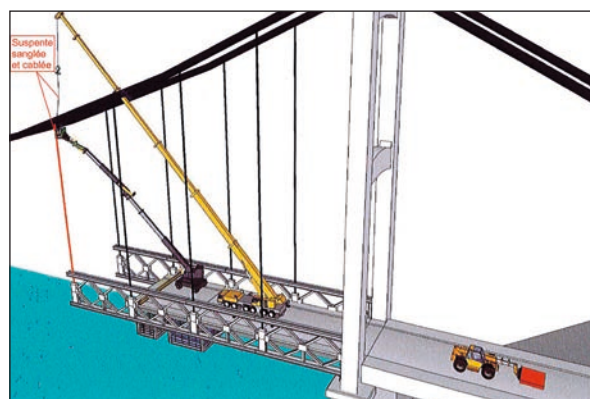
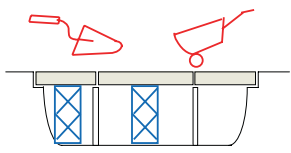
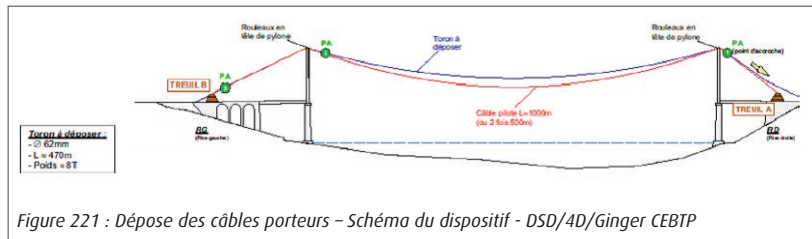


Figure 220 : Dépose des suspentes - DSD/4D/Ginger CEBTP



Ces câbles (19 torons de chaque côté) sont déposés toron par toron à l'aide d'un câble pilote et de 2 treuils fixés au sol sur chaque rive. De plus, afin de faciliter la traction des torons une pelle mécanique tire également ces torons qui sont ensuite évacués.



6) Démolition des pylônes

Depuis les travées d'accès, les pylônes sont grignotés au BRH du haut vers le bas à l'aide d'une pelle mécanique en 2 phases :

- une pelle mécanique de 120 t avec un bras de 40 m équipé d'un BRH, pour la partie haute ;
- une pelle mécanique de 55 t avec un bras de 15 m équipé d'un BRH, pour la partie basse.

7) Démolition des travées d'accès en BA

Les travées d'accès sont grignotées avec une pelle mécanique de 55 t muni d'une pince pour retirer le hourdis et les entretoises en béton et les 4 poutres longitudinales sont ensuite coupées et récupérées en contrebas.

8) Démolition des piles de maçonnerie

Les piles en maçonnerie sont ensuite broyées à l'aide d'une pince fixée sur une pelle mécanique, jusqu'à l'arasement des fondations.

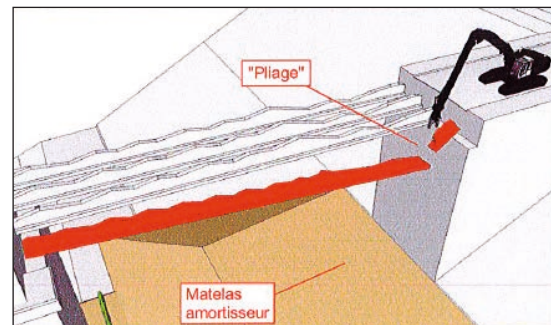


Figure 222 : Démolition des travées d'accès - DSD/4D/Ginger CEBTP

9) Aménagements des belvédères

Deux belvédères sont conservés et aménagés sur les deux rives sur les parties conservées (culée + travée maçonnée avec arches).

Planche de photos des étapes de la déconstruction du pont de Térénez

Crédits photographiques et données :
 © Conseil Général du Finistère / (Nicolas Boudot)



Figure 223 : Vue générale de l'ouvrage avant travaux

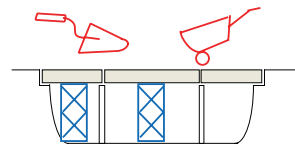


Figure 224 : Dépose des bordures et robotage chaussée



Figure 225 : Fixation des nacelles de sécurité sous ouvrage



Figure 226 : Sciage de la dalle béton – Travée centrale



Figure 227 : Levage et dépose dalle béton – Travée centrale



Figure 228 : Découpage et levage des longerons – Travée centrale



Figure 229 : Levage poutre de rives – Travée centrale



Figure 230 : Levage dalle béton – Travée centrale

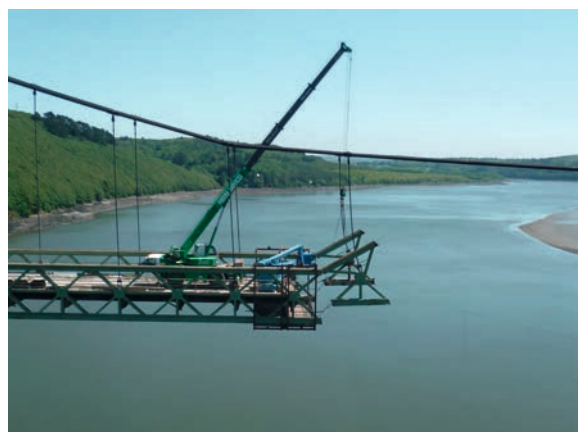


Figure 231 : Démontage – Travée centrale

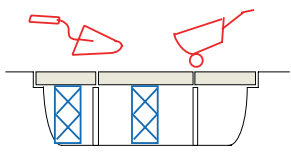


Figure 232 : Démontage – Travée centrale



Figure 233 : Démontage – Travée centrale



Figure 234 : Dépose des câbles porteurs



Figure 235 : Démolition des pylônes



Figure 236 : Démolition des travées d'accès en BA



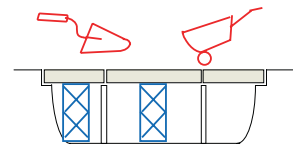
Figure 237 : Démolition des travées d'accès en BA



Figure 238 : Démolition des piles



Figure 239 : Évacuation des matériaux et aménagements des Belvédères (partie pont en maçonnerie conservée – Rive Nord)



Bilan de l'opération

Depuis la préparation des travaux à la phase travaux, toutes les étapes ont fait l'objet de procédures détaillées validées par le maître d'œuvre (suivi géométrique, note de calcul et procédures de cinématique de déconstruction). Les procédures traitaient pour chacune des questions de Méthodes, Matériels, Matériaux, Main-d'œuvre, Sécurité et protection des ouvriers, et de protection de l'environnement.

Il n'y a eu à déplorer aucun accident corporel sur ce chantier complexe. Quelques incidents techniques sont survenus tels que la rupture de suspentes trop rapide (mise en place d'amortisseur de choc), ou la casse de matériel ou blocage des câbles dans les selles d'appui en tête de pylônes. Les procédures de cinématique de déconstruction ont été suivies et adaptées à la marge.

Les travaux ont accusé deux mois de retard. Cela est dû au démontage de la travée centrale où trois phases successives de détente des câbles porteurs ont été réalisées et à la phase de dépose des câbles porteurs qui a été plus longue que prévue.

Il n'y a pas eu de surcoût.

Coût de l'opération

Coût de la démolition : 3 250 000 € HT, soit 3 900 000 € TTC.

Planning et phasage de l'opération

Durée totale des travaux : 14 mois

Durée des phases :

- travaux préparatoires : 1 mois – Janvier 2014 ;
- allègement de la structure : 1 mois – Février 2014 ;
- sciage de la dalle BA de la travée centrale : 3 mois – Février à Avril 2014 ;
- dépose de la dalle BA, de l'ossature métallique et des suspentes de la travée centrale : 5 mois – Mars à Juillet 2014 ;
- dépose des câbles porteurs : 2 mois – Août & Septembre 2014 ;
- démolition des pylônes : 3 mois – Octobre à Décembre 2014 ;
- démolition des travées d'accès en BA : 2 mois : Décembre 2014 & Janvier 2015 ;
- démolition des piles de maçonnerie : 2 mois - Décembre 2014 & Janvier 2015 ;
- aménagements connexes (création de belvédères) : 2 mois - Janvier & Février – 2015.

Gestion et traitement des matériaux et déchets

Tri des Déchets & Matériaux / Filière de recyclage

Lors de la déconstruction, l'entreprise a réalisé le tri à la source en déposant chaque matériau et déchet dans deux zones d'installation de chantier sur chaque rive : Gravats/Béton, Ferrailles/Aciers, DIB et Amiante.

Ensuite, chaque matériau est transporté en filière de recyclage dans le Finistère [Déchets chantiers DIB (déchets industriels banals) -> Évacuation chez Romi à Quimper (29) ; Broyage des bétons et gravats -> Évacuation à la carrière de Bronfz à Crozon (29) ; Mitraillage des ferrailles / Aciers ->Évacuation chez GDE à Guipavas (29)]

Taux de valorisation pour ces travaux :

- 600 t d'acier charpente métallique valorisées à 100 % ;
- 400 t d'acier des câbles et suspentes valorisées à 100 % (après désamiantage) ;
- 15 000 t de béton seront concassées sur place et valorisées à 90 % ;
- 800 t de pierres de maçonneries seront concassées et valorisées à 90 % ;
- 190 m³ d'enrobé seront rabotés sur place et valorisés à 90 %.

Intervenants

Maître d'ouvrage : CG du Finistère – Direction des Déplacements.

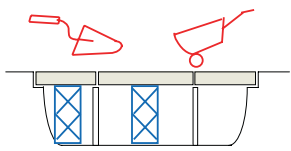
Maître d'œuvre : CG du Finistère – Direction des ATD / SPTRP / Cellule Ouvrages d'Art.

Assistant à Maîtrise d'œuvre : INGEROP (Rennes).

Coordination SPS : QUALICONSULT (Brest).

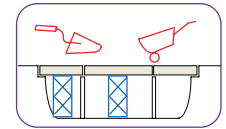
Entreprises : Groupement DSD Démolition / 4D Démolition / GINGER CEBTP Démolition (Marseille).

Sous-traitant : DEM 7 (Sciage) et DSD Firoc (Sciage), TERRAGONNE (Suivi Topographique), KERLEROUX TP (VRD).



3.4.2 - Autres exemples de démolition-déconstruction intégrale

Exemple 2 - Pont à voussoir en béton précontraint – le Pont de Beaucaire



La démolition d'un pont à voussoir en béton précontraint est rare et complexe. La démolition de ce type de pont nécessite généralement une déconstruction intégrale.

L'exemple de démolition présenté est traité complètement en monographie en annexe, il s'agit du pont de Beaucaire dans le Gard.

L'ouvrage, d'une longueur totale de 426 m, comprend 5 travées de longueurs respectives 83,70 m - 86,20 m x 3 - 83,70 m.

Il a été découpé et dé-hissé voussoir par voussoir comme le montre les deux photos ci-après :

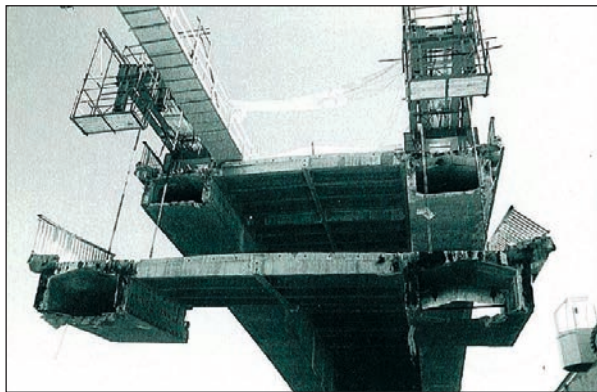


Figure 240 : Descente du voussoir

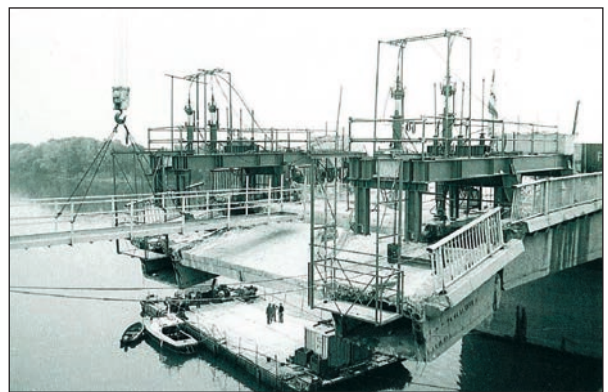


Figure 241 : Désolidarisation du voussoir

Nota : Cet exemple fait l'objet en annexe de la monographie (détaillée) n°15 « Pont de Beaucaire ».

Exemple 3 - Démolition du pont en maçonnerie de Gercy

Le pont de « Gercy » était un pont en maçonnerie de briques en plein cintre de 5.90 m d'ouverture et de 10 m de largeur totale, au-dessus d'un cours d'eau. Ce Pont a été démoli par déconstruction intégrale au-dessus d'un cintre.

Nota : Cet exemple fait l'objet en annexe de la monographie (détaillée) n°16 « Pont de Gercy ».

En plus des deux précédents, trois autres exemples de démolition par déconstruction intégrale sont présentés en monographie en annexe. Il s'agit de ponts suspendus. cf. en annexe les monographies n°17 « Pont du Gué de Sénac », n° 18 « Pont de Pailhes », n° 19 « Pont Rapilly ».



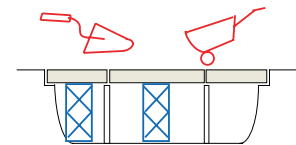
Figure 242 : Cintre pour démolition du pont de Gercy

3.4.3 - Synthèse quant à la démolition par déconstruction intégrale

La déconstruction intégrale est un mode de démolition précis mais long, puisqu'il s'agit non de démolir ou d'abattre un pont mais bien de le « déconstruire » pas-à-pas.

Il trouve son emploi pour les grands ponts (ponts suspendus, pont à voussoir en béton précontraint) ou pour les ponts qui ne tiennent qu'assemblé (pont en maçonnerie). C'est parfois le seul mode de démolition possible pour ce genre de structure.

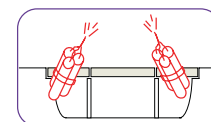
Notons que des appuis provisoires peuvent aider à la démolition de ce type de pont mais sont d'un coût rédhibitoire s'ils ne sont utilisés que pour la démolition.



La déconstruction intégrale (sans cintre) impose des vérifications et des recalculs qui porteront sur toutes les phases de configuration et comportement du pont en cours de déconstruction.

La déconstruction s'effectuant par phases bien progressives, elle facilite bien sûr l'enlèvement et le tri précis des matériaux.

3.5 - Démolition par explosifs



Généralités sur ce mode de démolition

La démolition à l'explosif a une réputation de démolition « à part », à la fois spectaculaire et « dangereuse ». C'est un mode de démolition effectivement très complexe techniquement qu'il convient de maîtriser parfaitement.

Au titre des raisons qui justifient cette réputation, on peut préciser que :

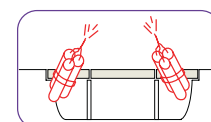
- la détention, le transport et l'emploi d'explosifs sont dangereux et sont particulièrement réglementés ;
- la technique d'exécution des tirs micro-retardés pour aboutir à une démolition maîtrisée et sécurisée, est complexe ;
- l'aspect irréversible, soudain, massif et énergétique de cette démolition impose des périmètres de sécurité, une préparation et un respect strict d'un planning à rebours dont le point d'orgue est le jour (l'heure, la minute) de l'explosion.

En démolition à l'explosif (rappel du § 2.5), on peut distinguer deux grands principes :

- la séparation-amenée au sol : le principe de démolition est de diviser le pont en grosses parties et de faire en sorte que ces parties finissent à l'issue du tir au niveau du terrain naturel pour devenir accessible aux engins de découpe-réduction puis d'évacuation ;
- la réduction totale : le principe de démolition est de faire en sorte que le tir réduise complètement le pont en petits éléments directement évacuables.

Les plans de tir, les localisations, les charges sont bien sûr différentes pour ces deux types de démolition. Parfois il existe des solutions dites « mixtes », c'est-à-dire que l'on dépose ou déconstruit le tablier mais on « explose » les culées-appuis, si ces appuis sont massifs.

3.5.1 - Exemple détaillé – Pont de l'A10 à Courtabœuf



Présentation de l'ouvrage, raisons de démolition du pont

Présentation du pont

Type : Passage Supérieur autoroutier.

Commune : Villebon sur Yvette (Essonne).

Voie portée : communale VC31.

Voie franchie : A10.

Structure : dalle précontrainte à encorbellements.

Précontrainte : 13 câbles 12T13.

Travées : 4 travées (14+23,75+23,75+14 m).

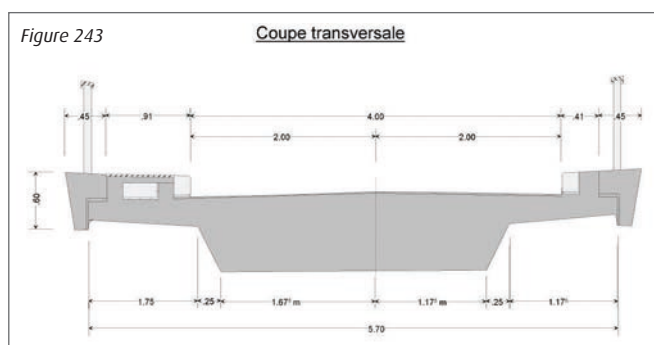
Biais : non (droit).

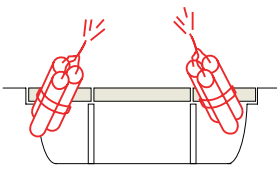
Largeur : 6,22 m hors tout (4 m de chaussée).

Gabarit : classique (4,86 m).

Appuis : piles-culées 1 et 5 avec chevêtre supporté par deux fûts et fondé sur un puits de 2 mètres de diamètre dans le sable de Fontainebleau) ;

Pile 2,3 et 4 (chevêtre - supporté par fût rectangle 0,50 m x 2,85 m et une fondation superficielle dans le sable de Fontainebleau).





Motivations de la démolition

La largeur de chaussée de l'ouvrage étant très faible, elle est devenue incompatible avec le trafic supporté.

De plus un nouvel ouvrage est nécessaire dans le cadre général de l'aménagement et de la desserte du parc d'activités de Courtabœuf.

Raisons de la démolition du pont par explosif

Plusieurs solutions avaient été étudiées et classées suivant leur faisabilité, coût, respect des contraintes d'exploitation lors de l'étude préliminaire (ou étude de faisabilité). Cette étude préliminaire a été faite en deux étapes avec un approfondissement pour les solutions les plus plausibles.

Démolition par délançage avec poutres sous tablier. Il s'agit de soulever le tablier par vérinage pour le placer sur un chemin de glissement à l'aide de profilés placés sous le tablier. Il est ensuite poussé sur l'une des rives, pour y être démolé mécaniquement.

L'absence de dégagement suffisant et la difficulté technique ont conduit à abandonner cette solution.

Démolition sur cintre par sciage / levage. La conservation du gabarit sous l'ouvrage impose son vérinage vertical pour mise en place d'un cintre platelage (14 profilés HEB600).

Le tablier, allégé de ses équipements et même de ces encorbellements, est scié en éléments de 1,25 m de long (pour limiter le poids à gruter à 15 t), levés à la grue, depuis les rives et une zone dans le TPC.

L'étude aboutit à un délai de 20 semaines et une estimation de travaux de 1 200 000 € HT.

Les plages de coupe pour les travaux de mise en place du cintre sous ouvrage n'avaient pas été quantifiées.

Démolition par explosif

Plutôt qu'une solution de « pulvérisation totale » de l'ouvrage, un temps envisagée, la solution étudiée en version approfondie consiste à faire chuter le tablier au sol en gros blocs au moyen du minage des piles et de l'affaiblissement du tablier par des lignes de pré-découpage à partir de carottages. La démolition mécanique du tablier au sol est ensuite réalisée à l'aide de pelles mécaniques équipées de pince à béton, cisailles et brises roche.

Des protections seront à mettre en place : sur les chaussées de l'A10 (matelas de sable de 0,80 m d'épaisseur), sur les 2 piles du nouvel ouvrage (pailles, géotextile), à la source sur les piles minées de l'ouvrage (paille + grillage + géotextile).

Les carottages et forations dans le tablier seront réalisés sans endommager la précontrainte, ce qui impliquera un repérage sur l'ouvrage de la position des câbles.

Il est envisagé la réalisation de 160 forages dans les piles (soit 160 détonateurs) représentant 200 ml de foration et 25 kg d'explosif.

Un périmètre de sécurité de 200 m de rayon est envisagé lors du tir.

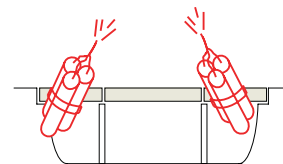
L'étude aboutit à : - un délai de travaux de 12 semaines ; 6 coupures pour les travaux préparatoires et 24 h de coupe totale pour le tir et l'évacuation des gravats ; - un coût de travaux de 400 000 € HT

Le minage complet pour réduction totale nécessitait 1740 charges explosives (soit 225 kg d'explosif) réparties de la façon suivante : 180 dans les piles (il n'est pas précisé si ce sont des forages verticaux ou horizontaux), 1560 dans le tablier suivant un maillage 0,50 x 0,60 m environ. Ce minage complet avait l'avantage de réduire l'ensemble de l'ouvrage, tablier compris, en gravats 0/200 mm environ. Le chargement et l'évacuation des gravats devant alors être très rapides.

Par contre, cette solution de réduction totale avait les inconvénients suivants :

- un linéaire de foration important sur toute la surface du tablier nécessitant des coupures de circulation. (En effet, il était acté que les forations en travées centrales, ne pouvaient être réalisées avec circulation sur l'A10, compte tenu du risque d'éclatement de béton en sous face du tablier) ;
- une quantité d'explosif importante dans le tablier rendant la durée de chargement en explosif importante, et les contrôles de ligne difficiles à réaliser après mise en place des protections sur l'ouvrage ;
- des protections, sur le tablier, difficiles à mettre en œuvre sans risquer de couper des fils électriques ;
- des risques de projection sur l'environnement importants du fait des charges explosives importantes et de la difficulté à protéger efficacement le tablier.

C'est pourquoi le choix s'est porté vers une solution avec minage des piles, séparation du tablier en 4 travées et amenée au sol.



Liste des contraintes ayant été intégrées à l'étude préliminaire puis au projet

Contraintes liées à l'environnement bâti

Pas d'immeuble d'habitation à proximité. Cependant plusieurs entreprises et une salle de spectacle sont situées autour de l'ouvrage à démolir. Un refuge pour animaux à proximité mais qui n'est plus en activité.

Deux des entreprises à proximité sont contactées au sujet des horaires de travail (travail de nuit, de jour, le week-end).

Un dépôt de véhicule de location est également présent (contact avec l'entreprise est prévu dans les semaines précédant le tir pour qu'ils aient le moins possible de véhicules sur site à déplacer).



Figure 244 : Vue aérienne de l'environnement bâti

Le Grand Dôme (salle de spectacle) est situé assez loin de la zone de tir. Cependant, celui-ci ne sera pas accessible depuis le pont à partir du démarrage des travaux. Ceci implique que la Protection Civile soit informée de la suppression de l'accès au Dôme par le PS16.

L'activité économique de la zone ne sera pas perturbée dans l'ensemble, l'accès se faisant principalement par le Nord.

Le choix de la date de tir, un week-end par exemple, pourra limiter la gêne à l'activité économique.

Contraintes de circulation

Trafic sur VC 31 : 5 000 véhicules / jour

Trafic sur A10 : 60 000 véhicules / jour. La Voie Communale 31 sera fermée depuis le démarrage des travaux de démolition jusqu'à la remise en service du nouvel ouvrage de l'Échangeur.

Contraintes d'exploitation de l'A10

Suite à concertation, il est envisageable :

- de couper une ou plusieurs voies de circulation de nuit, pour des travaux préparatoires ou pour la pose ou dépose de protections ;
- de couper totalement les deux sens de circulation pour une durée de 30 heures, le jour du tir.

Contraintes de réseaux sous l'ouvrage

Le plan des réseaux présents aux alentours de l'ouvrage fait apparaître la présence :

- du réseau SIRIUS le long des voies de circulation de part et d'autre de l'A10 ;
- d'une ligne GDF qui traverse l'A10 à environ 7 m de l'ouvrage à démolir ;
- d'un réseau d'eau potable à une distance de 7 m environ ;
- du réseau COLT.

Une étude et reconnaissance avec les exploitants fut nécessaire afin de connaître avec précision l'emplacement, la profondeur et la nature des réseaux afin de dimensionner les protections à mettre en place.

Contraintes de réseaux sur l'ouvrage : Quasiment sans objet

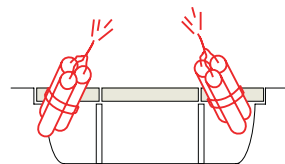
Risque de pollution

L'enrobé sera enlevé par rabotage avant la démolition et revalorisé en centre de recyclage.

Le maître d'ouvrage a fait réaliser un Diagnostic Amiante avant démolition par un organisme agréé.

Les DIB (PVC et autres) seront déposés avant démolition.

Il n'y a pas de risque spécifique de pollution engendrée par la démolition de l'ouvrage, hormis les risques inhérents à l'usage d'engins de travaux publics (fuites d'huile, etc.).



L'appel d'offre

L'appel d'offre ne porte que sur la démolition du pont (PS 16).

Le DCE est établi sur la solution de base d'une démolition à l'explosif selon la solution de l'étude projet. Le DCE définit point par point la solution (sans variante) en fournissant nombre de plans graphiques du projet y compris les plans de minage.

Au chapitre des qualifications – références, il est demandé aux entreprises de fournir :

- les Qualibat 1152 ou 1153 « Démolition par explosif » (ou références de travaux équivalentes) ;
- la qualification désamiantage pour l'entreprise ou son sous-traitant dans le cas de découverte de matériaux contenant de l'amiante ;
- il est demandé que l'entreprise ou le groupement se présente avec une qualification 1512 et 1513 ou équivalent AFAQ AFNOR ;
- l'entreprise devra également faire état de ses références en matière de démolition par explosifs, avec une gestion de déchets de démolition conforme à la réglementation. Elle devra, de même, joindre à l'appui de sa soumission, la liste de son matériel en précisant celui qu'elle compte utiliser pour mener à bien la démolition et l'évacuation dans le cadre des délais impartis.

Les mêmes qualifications et références seront exigées des éventuelles entreprises sous-traitantes en fonction des travaux sous-traités.

Description détaillée de la démolition du pont de l'A10 à Courtabœuf

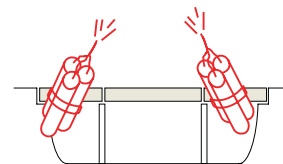
Les étapes de cette démolition par explosifs - plannings

Nous joignons ci-dessous à titre indicatif des (rétro) plannings des actions et travaux.

J-x jours	Date limite	Actions à mener
		Rencontre avec le Maître d'ouvrage
		Présentation du principe d'abattage
		Proposition du périmètre de sécurité
J-75		Réunion 1 avec autorités et services associés
		Réunion avec entreprises voisines
		Réunion Réseau
J-60		Demande d'acquisition pour les explosifs
		Demande d'arrêt préfectoral
J-45		Réunion 2 avec autorités et services associés
J-21		Présentation de la chronologie de J-5 à J
J-21		Dossier de presse
J-21		Mise en place des protections à la source
J-21		Terrassement + plate-forme
J-15		Réunion 3 avec autorités et services associés
J-15		Mise en place système d'atténuation des poussières
J-15		Note d'information des riverains
J-10		Note de sûreté
J-8		Réalisation des badges
J-8		Repérage des limites du périmètre/stockage des barrières
J-5		Accueil des artificiers
J-5		Prévisions météo
J-4		Mise en place du gardiennage renforcé
J-4		Livraison des explosifs/retour du trop perçu
J-4		Mise en place des explosifs
J-2		États des lieux des installations extérieures
J-1		
J		TIR
J+1		États des lieux des installations extérieures

Dates	Horaires d'intervention	Tâches à réaliser
J-2	13H00-18H00	Préparation des protections du tablier et de la jupe du pont
J-1	21H-23H00	Démolition encorbellement Culée 1, Pile 2, Culée 5, Pile 4
J-1	23H00	Fermeture Province -> Paris
J-1	23H00-23H30	Constat d'huissier
J-1	23H00-23H30	Dépose des BT4 par Aximum
J-1	23H30-1H00	Mise en place du matelas sous le pont
J	01H00	Fermeture Paris -> Province
J	01H00-01H30	Constat d'huissier
J	01H00-01H30	Dépose des BT4 par Aximum
J	01H30-02H00	Découpe des glissières extérieures côté Paris -> Province
J	02H00-04H00	Mise en place du matelas sous le pont
J	04H00-04H30	Protection du tablier
J	04H30-05H00	Mise en place de la jupe de protection sur la longueur du pont
J	04H30-05H00	Tirage des lignes
J	05H00-05H59	Vérification
J	06H00	TIR
J	06H00-06H15	Vérification du tir
J	06H15-06H20	Passage du gazier pour vérification conduite de gaz
J	06H15-06H30	Passage de la presse
J	06H30-08H00	Démolition au BRH du tablier à l'aide des pelles mécaniques
J	08H00-18H00	Évacuation
J	18H00-19H00	Balayage de l'autoroute
J	19H00-20H00	Constat d'huissier
J	23H00	Repose des BT4

Figure 245 : rétro-planning



Réalisation - Planche de photos et explications

Les étapes de cette démolition décrites et illustrées ci-après.

(Crédits photos et figures : © DRIEA - Ile de France et © Ginger-CEBTP/démolition)



Figure 246 : Ici restrictions à 2 x 2 voies de l'A10 (pour permettre les circulations, l'accès aux piles 2 et 4)

Étape 1 : Accès et installation chantier, restrictions à 2 x 2 voies de l'A10 (cf. Figure 246).

Étape 2 : sciage-lestage des parties d'encorbellements des piles de rives (= sans coupure de l'A10), dans le cadre de l'affaiblissement de ces sections pour l'amenée du tablier au sol en 4 parties.

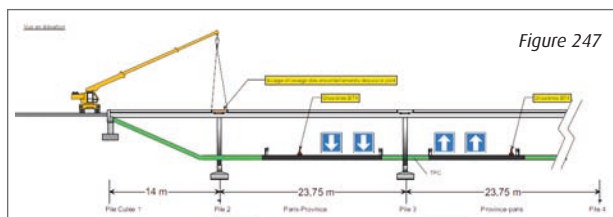


Figure 247

Étape 2bis : sciage-lestage des parties d'encorbellements de la pile centrale (= avec une coupure de nuit de l'A10).

Étape 3 : forations tabliers et piles (sans incidence sur l'A10, sauf pour la pile centrale qui fût faite en 2 nuits avec une coupure 1 sens, puis coupure autre sens).

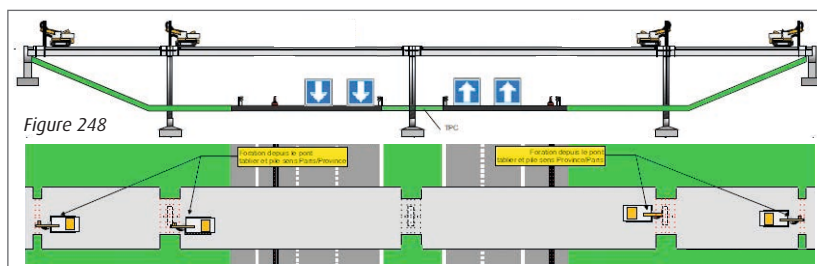


Figure 248

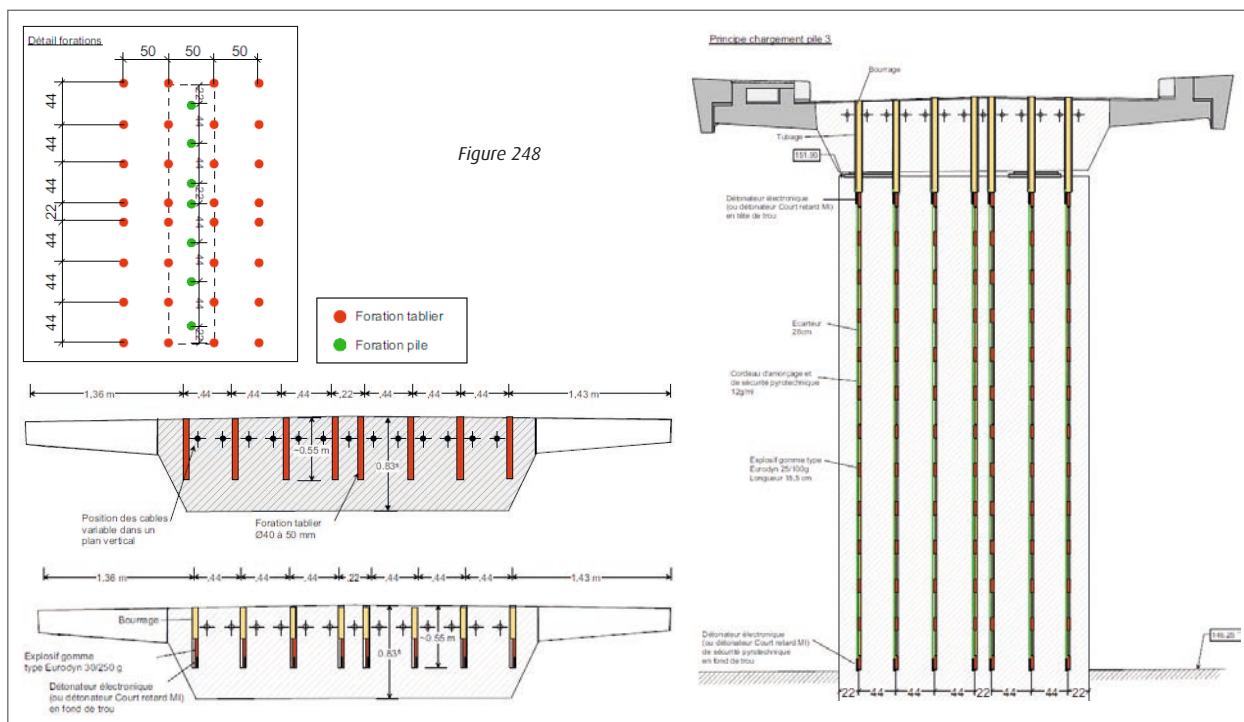
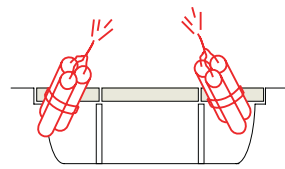


Figure 248



Étape 4 : Protections

Tapis de protection sous le pont

Sous l'emprise du pont avec un débordement de 5 m de part et d'autre sera mis en place une protection constituée d'un matelas de sablon sur une épaisseur de 0,8 m. Cette protection sera mise en place quelques heures avant le tir du pont, après coupure de la circulation sur l'autoroute A10 suivant le planning du chronogramme.

L'acheminement et l'approvisionnement du sablon sera assuré par la rotation de 10 semi-remorques. Le sablon sera étalé régulièrement sur le géotextile (400 g/m²) à l'aide d'un chargeur.

Une attention particulière sera portée aux grilles de caniveaux et avaloirs présents sous le matelas de tout venant à mettre en place. En cas de nécessité des équipements pourront être protégés par la mise en place de plaques métallique de répartition. Dans tous les cas ces grilles et avaloirs devront être recouvert d'un feutre géotextile et de grillage (maille 5 x 5) afin d'empêcher l'obturation du réseau avec le sablon.

Protection des appuis

Les protections prévues au DCE étaient à base de bottes de paille. Sur le chantier l'entreprise a préféré entourer les piles de grillage avec des géotextiles (la paille mélangée avec les gravats est plus difficile à gérer et trier).

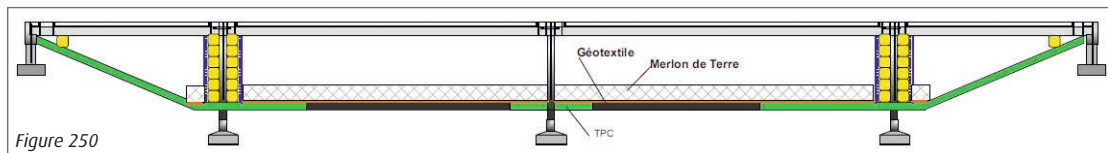


Figure 250

Les protections seront faites de géotextile (400 g/m²) fixé sur les rambardes métalliques restantes. De plus, le géotextile sera lesté au sol par le sablon du tapis de protection. Cette protection sera mise en place quelques heures avant le tir.

Étape 5 : mise en place des charges (plan de principe de minage).

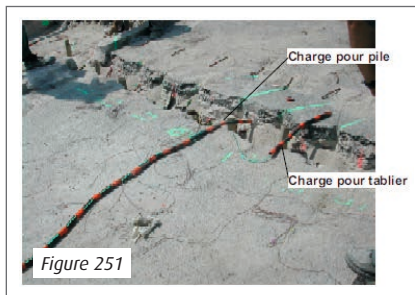


Figure 251

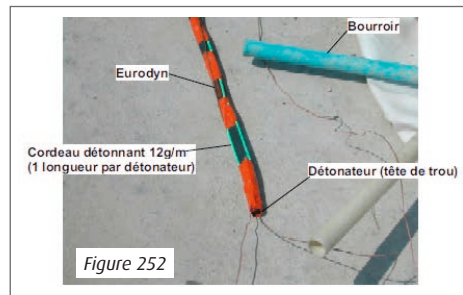


Figure 252

Étape 5b : plan de principe de la démolition à l'explosif.

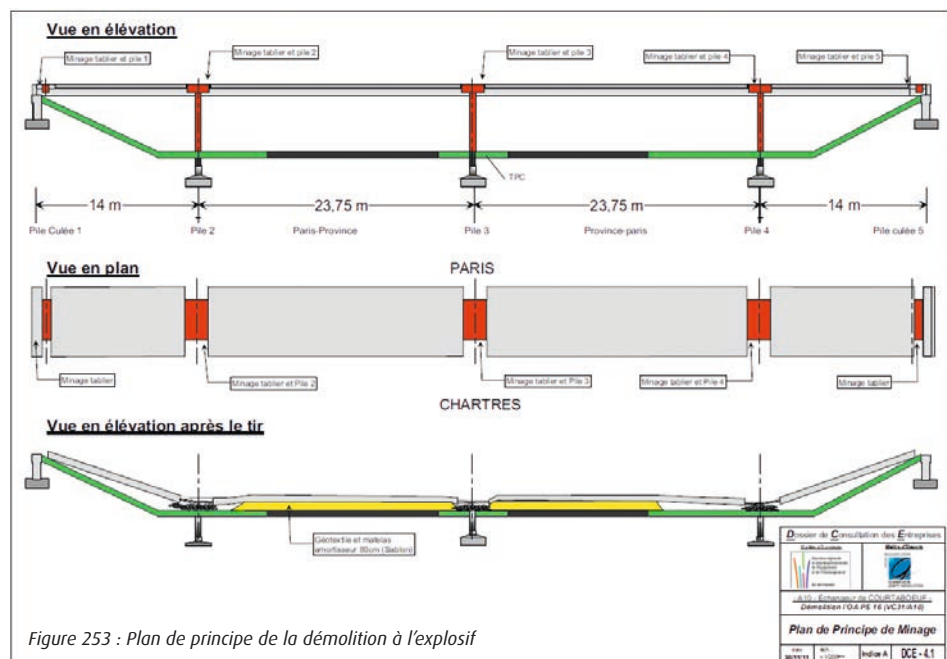
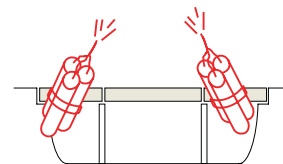
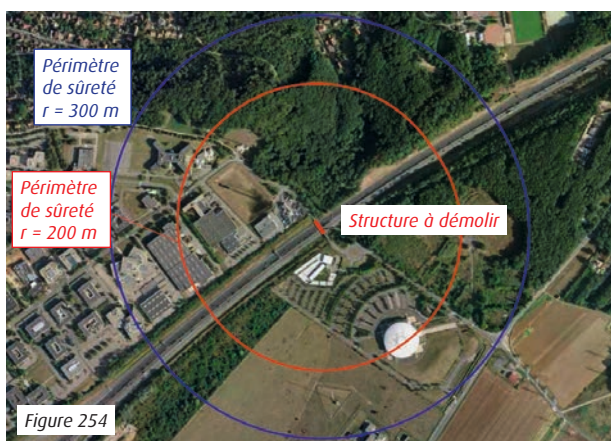


Figure 253 : Plan de principe de la démolition à l'explosif



Étape 6 : périmètres de sécurité.



Étape 7 : minage (NB. Coupure A10 pendant 24 h – minage et évacuation des gravats).



Figure 255 : Samedi 2012:06:23 -06:12:15
Démolition à l'explosif des piles, vue des protections



Figure 256 : Samedi 2012:06:23 -06:12:33
Vue du pont (plus visible) quelques secondes après minage



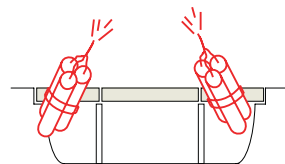
Figure 257 : Samedi 2012:06:23-06:12:33
Vue du pont abattu, inspection avant réduction + évacuation

Les quantités effectives pour ce minage :
53 kg explosifs,
158 détonateurs,
120 m de foration (35 à 50),
ratio de 1,5kg/m³ tablier (en général 0,7 kg/m³)

Étape 7b : vue du pont juste après le minage.



Figure 258 : Samedi 2012:06:23 06:32:44
Vue en long du pont avec le remblai de protection de chaussée



Étape 8 : réduction des éléments et évacuation des gravats de démolition.



Figure 259 : Samedi 2012:06:23 - 06:49:00 – Réduction de la taille des éléments



Les matériels mobilisés :

*4 brises roches
15 semi-remorques*

Il est bien sûr souhaité de maximiser les moyens pour minimiser le délai, mais il y a un maximum possible lié à la gêne et à l'organisation dans un espace réduit, comme le laisse deviner la photo.

Figure 260 : Samedi 2012:06:23 -07:16:30
Vue des BRH et cisailles (pour parties béton et métal)

Étape 9 : FIN des TRAVAUX : A10 rendue à la circulation – PS 16 démolit et évacué.

➔ Bilan de l'opération

Coûts

Suite à l'appel d'offres, le montant de l'opération s'élève à 288 k€ HT selon la ventilation suivante :

INSTALLATION DE CHANTIER / POSTES GÉNÉRAUX : 7,9 %

État et constat des lieux préalablement à l'installation.

Fourniture et installation d'une clôture grillagée de 2 m de haut, fichage et jambes de force, Fourniture et mise en place d'un portail de chantier, Fourniture et mise en place d'un panneau de chantier.

Amenée du matériel, bungalows, raccords divers, signalisation et mise en place sur le site de refuge.

TRAVAUX PRÉPARATOIRES : 2,9 %

Dépose de panneaux de signalisation aux abords de l'ouvrage.

Repérage des aciers de précontraintes pour les forages au Ferroskan, radar, et fourniture d'un rapport pour établissement du plan de tir.

Déconnexion et bouchonnage des réseaux – Mise en place des protections sur les réseaux à protéger.

TRAVAUX DE DÉCONSTRUCTION : 3,0 %

Dépose de l'enrobé sur tout l'ouvrage (470 m² environ), Dépose des équipements de sécurité (gardes corps, barrières véhicules, etc.).

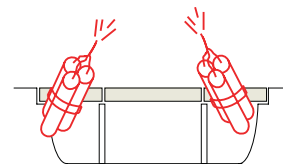
TRAVAUX DE DÉMOLITION : 73,5 %

Dépose de nuit des encorbellements de la pile centrale, Dépose des encorbellements des piles 2 et 4 de nuit, piles 1 et 5 de jour.

Foration à la foreuse de la pile 2, de la pile 3 (de nuit) de la pile 4.

Foration du tablier à la foreuse ou perforateur manuel (128 forages).

Protections des piles et culées minées par paille, grillage et géotextile.



Protection du tablier par bandes caoutchouc, sable ou tout autre méthode proposée et validée, Protection dans la zone des 50 m.

Fourniture et mise en place d'une couche de protection sur géotextile sur les voiries.

Fourniture et mise en œuvre des explosifs, fourniture d'une console de tir (cartouches de 30/250 : 128 environ, cartouches de 25/100 : 273 environ, détonateurs électroniques : 170 environ, cordeau 12 g/ml environ 110 m).

Gardiennage renforcé dès que les explosifs sont sur chantier, Mise en place de 70 gardiens pour la sécurisation du périmètre.

Démolition mécanique du pont après tir (engins, personnel), Nettoyage après le tir par trois arroseuses balayeuses des voiries et des abords.

Démolition des infrastructures des piles jusqu'au niveau 0,20 m par rapport au TN, Démolition des culées jusqu'aux têtes de massifs circulaires, Démolition des culées depuis les têtes de massifs circulaires jusqu'à - 2,00 m et talutage.

TRAITEMENT DES DÉCHETS : 8,3 %

Traitement des déchets de type DIB et DID, stockage, transport et élimination.

Chargement et transport des matériaux inertes et élimination.

REMISE EN ÉTAT DU SITE : 4,3 %

Fourniture et mise en place de deux signalisations de part et d'autre du VC31 (mâts, panneaux solaires, barrières véhicules).

Repliement des installations de chantier et de la clôture, Remise en état des abords (voiries, trottoirs, etc.), Fourniture d'un dossier des ouvrages exécutés, État et constat des lieux après la remise en état.

Nota : Le prix de l'explosif dans la démolition. Les ordres de prix sont les suivants : 10 € kg/TNT, détonateur : 3 à 4 €. (On distinguera les détonateurs. Ce qui fait que les fournitures en tant que telles ne sont pas un poste majeur.)

➔ Moyens matériels et humains

Démolition des encorbellements : 2 pelles mécaniques 40 t ; 2 pinces bétons ; 2 BRH.

Chargement : sur le chantier, les explosifs et détonateurs seront mis en œuvre par des personnes qualifiées disposant du Certificat Préposé au Tir (CPT) et seront sous la responsabilité d'un chef mineur qualifié. Le chargement est réalisé la veille du tir entre 21 h 00 et 3 h 00. Par mesure de sécurité, un double amorçage a été réalisé, conformément à la réglementation des tirs de mines, afin de prévenir toute défaillance. Les lignes ont été tirées vers le poste de tir à partir de 4 h 00 et les dernières vérifications s'effectueront dans le dernier quart d'heure.

Moyens humains : 1 conducteur de travaux disposant du CPT, 1 chef de chantier disposant du CPT, 8 opérateurs disposant du CPT.

Moyens matériels spécifiques pour la démolition à l'explosif :

Linéaire de foration : 219 m environ ; Nombre de forations : 158 unités.

Quantités d'explosifs : 53,4 kg (2 kg de cordeau détonant 12 g/m et 51,4 kg d'Eurodyn).

Chaîne pyrotechnique : 1 exploseur séquentiel avec 3 lignes de tir ; 158 détonateurs électriques court-retards moyenne intensité.

Durée de la rafale de tir : 317 ms.

Évacuation : Une fois le tir effectué et le pont foudroyé, le tablier sera démoli par fractionnement au BRH et par découpe des câbles de précontraintes à l'aide de cisailles hydraulique.

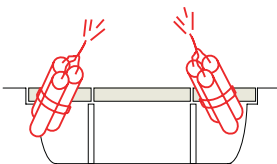
Moyens matériels : - 15 semi-remorques ; - 4 pelles mécaniques de 40 t (tantôt en BRH, broyeur, cisaille ou pelle) ; - 3 BRH, - 3 broyeurs bétons ; - 3 cisailles ; - 1 chargeur.

➔ Les intervenants

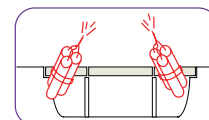
Maître d'ouvrage : DRIEA – Ile de France.

Maître d'œuvre : Ginger-CEBTP démolition.

Entreprise de démolition titulaire du marché : DSD démolition + Société Méditerranéenne de Démolition.



3.5.2 - Spécificités et problématiques inhérentes aux procédés de démolition par à l'explosif



Références : site AIDA à la rubrique explosifs à http://www.ineris.fr/aida/liste_documents/1/17988/1
Guide travaux de démolition à l'aide d'explosifs – Synduex, Sned, Oppbtp.

Les évaluations préalables des risques spécifiques

Évaluation du risque électromagnétique : Les courants vagabonds ou les courants induits peuvent perturber de manière sensible le fonctionnement des lignes de tir ou des dispositifs d'amorçage électrique ou électronique et générer un risque de mise à feu intempestif. Pour annihiler leurs actions, il est impératif d'utiliser les matériels les plus performants (exploseurs séquentiels, console de tir électronique, etc.). L'entreprise évaluera la présence des sources électromagnétiques : lignes électriques, antennes, source HF du site, etc. Les distances de sécurité seront adaptées en conséquence. Dans les sites urbains où l'environnement électromagnétique est complexe, une évaluation du niveau d'impact du site par APS (analyse de polarisation spontanée) est souhaitable.

Évaluation du risque chimique, biologique ou radiologique : la construction ne doit pas contenir certaines substances. Pour les ponts, ces substances sont l'amiante et le « goudron ».

Évaluation du risque d'explosivité : les risques d'explosibilité sont liés aux conduites de gaz même anciennes, à des cuves enterrées, aux silos, à d'éventuelles zones pouvant générer des atmosphères explosibles telles que les mines de charbon, les installations pétrochimiques, sidérurgiques et agroalimentaires. Ces risques liés aux lieux doivent être inventoriés avec le maître d'ouvrage.

Évaluation du risque dû à l'environnement urbain : en fonction de la proximité d'immeubles ou d'installations industrielles, des périmètres de sécurité suffisants seront définis pour prendre en compte l'évacuation des riverains et les protections spécifiques à mettre en place. Cela sera rappelé ci-après.

Évaluation du risque dû à une éventuelle malveillance (accès de folie, terrorisme, etc.) : dans toutes les opérations de tir en zone urbaine, le maître d'ouvrage imposera au concepteur du tir de prévoir un dispositif permettant de prévenir un départ intempestif du tir.

Les périmètres

Périmètre du chantier : Il délimite l'espace clos et indépendant où seules les personnes étant directement liées aux activités du chantier sont autorisées à pénétrer. Il est la limite physique du chantier. Il doit permettre d'éviter l'intrusion de personnes étrangères aux activités du chantier ou capables de malveillance. Ce périmètre peut évoluer en fonction des phases d'avancement du chantier.

Périmètre de sûreté ou périmètre de tir : Il est le périmètre nécessaire à la sûreté pour l'exécution du tir. Il englobe le périmètre de chantier. Il vise essentiellement à gérer l'influence du tir sur les éléments extérieurs : poussières, chutes des matériaux, projections, etc. Il délimite la zone où tous les riverains devront être évacués lors du tir. Il est en général de 150 à 200 m (il est déterminé empiriquement par les autorités et les spécialistes de la démolition à l'explosif).

La communication

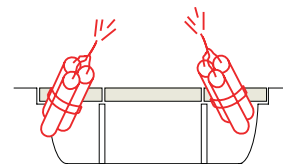
La démolition à l'explosif est un mode de démolition à part. La communication externe vis à vis des populations et des médias est un paramètre important dans la réussite de la démolition. Il s'agit de rassurer, informer et associer pour que les personnes à évacuer acceptent la gêne occasionnée, et qu'elles s'approprient et adhèrent à cet événement.

Plans de tir

Toute démolition est étudiée et est définie par des procédures d'exécution et des plans d'exécution. Pour la démolition à l'explosif, on distinguera :

Le plan de dégraissage : ce terme est utilisé en bâtiment pour définir les affaiblissements préalables de la structure (affaiblissements justifiés de points porteurs). Ce dégraissage correspond à des démolitions partielles préalables influant la cinématique de ruine lors du tir. (cf. exemple sciage des parties d'encorbellement du pont de Courtabœuf).

Le plan de foration : il doit comporter tous les paramètres des forations (position, espacement, diamètre, profondeur), sachant que la qualité de la foration et le respect des paramètres de géométrie conditionnent la réussite de la démolition à l'explosif.



Le plan de chargement : le plan doit préciser :

- les charges : nature et quantité d'explosifs par trou ;
- l'amorçage : nature, répartition et séquence de tir. L'amorçage doit tenir compte de la cinématique de chute de l'ouvrage et des contraintes environnementales, et être adapté aux charges explosives ;
- les bourrages : nature des bourrages.

Le plan des protections : les protections visent à maîtriser les projections à la source. Elles doivent être adaptées aux structures et au positionnement des ouvrages à conserver (cf. ci-après).

Cinématique de ruine

En préambule du chapitre sur la démolition à l'explosif, nous avons expliqué qu'il y avait deux grands principes : la réduction totale et la séparation-amenée au sol. Concernant ce dernier, l'amenée au sol se fait suivant une cinématique. Celle-ci est conçue et s'opère à partir des dégraissages de la structure, du choix des parties de structure minées et du séquençage. Au final, il faut amener l'ouvrage en une zone précise et suivant un découpage et une réduction adéquate. Pour le PS 19 de Courtabœuf, le dégraissage correspondait aux démolitions partielles d'encorbellement, et les parties minées et le séquençage ont abattu l'ouvrage du bord vers le centre.

Les matériels spécifiques à la démolition par explosif

Les matériels : explosifs, cordons détonants, détonateurs et exploseurs ont été décrits au chapitre III 1.2.7.

Quelques matériels spécifiques restent à présenter :

Le bourrage : pour qu'un explosif fonctionne correctement, il faut qu'un confinement minimum soit mis en place. C'est le rôle essentiel du bourrage qui immobilise également la charge dans le trou et évite son déplacement au moment des connexions des détonateurs. Il permet également de limiter la surpression aérienne, l'énergie de l'explosif étant alors mieux utilisée pour la fragmentation.

Le matériau de bourrage peut être :

- l'argile de poterie. Elle offre un bon confinement tant qu'elle est malléable (humide) mais elle devient totalement inefficace voire dangereuse (risque de projectiles) quand elle se durcit (rétrécissement dû au séchage) ;
- les mousses de polyuréthane qui présentent la meilleure alternative lorsque les explosifs restent en place plus de 24 heures.

Il s'agit de mousses de polyuréthane de fixation ayant en général, une sensibilité forte à la chaleur mais qui ne sont pas affectées par l'humidité.

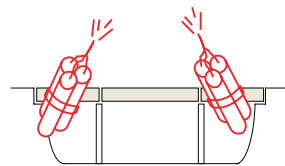
Lorsqu'on libère le produit, la mousse gonfle et dégage de la chaleur (réaction exothermique). Les produits utilisés dans les mousses doivent être tels que :

- il n'existe pas de réaction après mise en œuvre sur les fils des détonateurs ou sur les produits explosifs utilisés (pentrite des cordons, cassures du Cisalex, etc.) ;
- pendant la mise en place de la mousse, l'électricité statique doit être à un niveau tel qu'il n'y ait pas de risque de détonation intempestive des charges ;
- les mousses doivent être de préférence ininflammables. Par ailleurs, les mousses enferment bien l'explosif et offrent les meilleures garanties d'inviolabilité.

Les protections : Elles ont pour objectif la limitation des projections (objectifs de l'article 17 du décret no 87-231 du 27 mars 1987). Ces dispositifs de protections sont mis en place autour des trous de mine. Ils doivent contenir et amortir les projections. Ils peuvent être constitué de géotextile, de géotextile renforcé de grillage simple torsion, de merlons.

Les géotextiles doivent être certifiés selon la norme ISO 103 19 et 12236. Les géotextiles, généralement utilisés, sont des géotextiles non tissés aiguilletés dont le grammage varie de 350 à 700 g/m². Le choix se portera vers des géotextiles de fortes résistances à la traction et au poinçonnement lorsque des projections ou des éclats peuvent endommager des bâtiments et des ouvrages proches.

Ils doivent être ininflammables (anciennement M0 et M1) et peu sensibles à l'électrostaticité (les tissus à base de polypropylène ou de polyester ont une forte sensibilité à l'électrostaticité).



Les grillages utilisés doivent être capables de limiter la projection des éclats de béton (taille et résistance minimale). De ce fait, on utilisera de préférence des grillages simples torsion de maille 50 x 50 mm de fil métallique d'épaisseur 2,2 mm au moins. La fixation et surtout un recouvrement des panneaux de grillage doit assurer une absence d'ouverture prématurée lors du tir.

Les merlons, les murs forts et les écrans utilisés lors des opérations de démolition à l'aide d'explosifs ont pour objectif essentiel de contenir les gravois et non de protéger contre les projections. Ils minimisent et amortissent l'impact au sol de l'ouvrage.

Sureté du chantier

Le chantier doit être clos (clôture de 2 m voire 2,50 m infranchissable). Il doit être surveillé et gardienné impérativement jour et nuit à partir du moment où les explosifs sont présents sur le chantier (rappel : les sociétés de gardiennage sont agréées).

Les personnels intervenant dans l'opération de minage disposent des habilitations préfectorales spécifiques (cf. ci-après).

Les personnels accédant au chantier pour d'autres raisons que le minage, doivent être (re)connues par le responsable de chantier et leurs interventions autorisées sont prévues puis enregistrées.

Points d'arrêts

Les nombreuses étapes spécifiques évoquées doivent constituer des points d'arrêts (démolitions préalables, dégraissage, forations, protections, etc.).

Mise en œuvre des explosifs

Les explosifs doivent être conformes à ceux prévus. Un grand nombre de trous sont nécessaire. Pour des raisons de sécurité, chaque trou doit être amorcé par un détonateur. La réalisation des charges et leur mise en place doivent être assurées par des préposés au tir nommément désignés, placés sous la responsabilité d'un agent « boute-feu » (cf. le chapitre sur les personnels habilités ci-dessous) selon le plan de tir établi par le concepteur.

Les charges seront enfoncées dans le forage à l'aide d'un bourroir agréé.

En aucun cas les tiges des détonateurs et les lignes de tir ne doivent toucher des objets métalliques (grillages, fers à béton, conduite, etc.), car ces objets peuvent être des conducteurs électriques (risques liés aux courants vagabonds ou induits, etc.). Par ailleurs, ils peuvent constituer des éléments abrasifs des fils de détonateurs et engendrer des défauts électriques :

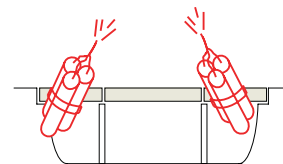
- fermeture des trous : lorsque la fermeture des trous est réalisée avec les mousses expansives, il convient de ne pas utiliser de mousses non prévues par le concepteur car elles peuvent engendrer soit des charges électrostatiques, soit des élévations de température non compatibles avec les explosifs, soit des problèmes de compatibilités de produits avec les explosifs ;
- mise en œuvre des exploseurs : pour ne pas être confronté à des dysfonctionnements du tir, il convient de s'assurer de la fiabilité et du bon fonctionnement des éléments de la chaîne pyrotechnique. Le contrôle des exploseurs doit être réalisé annuellement. L'entreprise doit donc posséder un certificat de contrôle de l'appareil. Pour l'exploseur séquentiel, ce certificat doit comporter les courbes ainsi qu'une attestation de vérification de ses câbles délivrés par un organisme compétent, avant chaque opération conséquente.

Exécution du tir

Mise en sécurité du site, évacuation du périmètre de sécurité du tir

Cette opération doit avoir été prévue au cours des réunions préparatoires en présence des autorités : Préfet, Mairies, etc. Les arrêtés d'évacuation, d'expropriation temporaire, de coupure de circulation / Protection des voies franchies, etc. doivent avoir été pris et les forces de l'ordre ont pour rôle, sous l'autorité du Préfet, de faire appliquer ces arrêtés et cette évacuation (voir ci-après : Maîtrise du périmètre du Tir).

L'information des populations est un facteur important pour préserver le calme et la sérénité de cette opération. L'évacuation doit être programmée avec une marge de manœuvre suffisante pour qu'elle s'effectue sans précipitation des riverains et permette aux autorités chargées de la sûreté, de visiter les bâtiments délaissés par leurs habitants à la recherche d'éventuels retardataires. Lorsque l'évacuation est réalisée, l'entreprise doit en être avertie officiellement à l'aide d'une procédure écrite bien identifiée.



Communication de sécurité

La communication doit être assurée à tout moment entre le boutefeux, le responsable du chantier, les autorités locales, les services de secours, etc. Les dispositifs de communication peuvent être des dispositifs à modulation sous réserve de la compatibilité avec les systèmes électro-pyrotechniques ou électroniques (la fréquence d'émission devra être de plus de 450 MHz).

Les services de sécurité ou les services de secours doivent pouvoir accéder sur le site le plus rapidement possible. Il est donc souhaitable que des accès spécifiques soient en place, de manière à leur faciliter le déplacement à travers une éventuelle foule.

Exécution du tir

Il est conseillé que l'entreprise soit prête au moins une heure à l'avance. La période précédant le tir est une période critique qui induit le stress des opérateurs. La foule, les médias, les officiels, etc. peuvent créer une distraction de la concentration des opérateurs, c'est pourquoi il convient de leur réserver des zones assignées et sécurisées où ils pourront assister à la démolition.

Les opérateurs doivent pouvoir être facilement identifiables. Les invités doivent être munis de badges d'accès, de casques et éventuellement d'équipements de protection individuelle.

Poste de commandement : Le boutefeux, responsable du tir se tient au poste de commandement (poste de commandement figurant sur le plan d'installation de chantier). La procédure d'annonce de tir et de mise à feu doit être formalisée.

Après le tir

Après le tir, la préoccupation principale est de gérer d'éventuels mouvements de foule (forces de l'ordre) et de vérifier la conservation du périmètre de chantier (remise en place des barrières du périmètre de chantier éventuellement tombées sous l'effet du souffle ou de la chute des matériaux). La zone de démolition est en général arrosée pour faire tomber les poussières.

Les vérifications obligatoires sont réalisées par les boutefeux. Il vérifie que toutes les charges ont explosé et que l'ouvrage est dans l'état attendu.

Les cas d'anomalies où des charges non explosées subsistent, ou bien lorsque l'ouvrage n'est que partiellement démoli, doivent avoir fait l'objet de procédures réfléchies en amont pour permettre de gérer ces situations difficiles.

Problèmes de sécurité liés à l'emploi des explosifs

a/ Formation, habilitation des intervenants travaillant avec les matières dangereuses

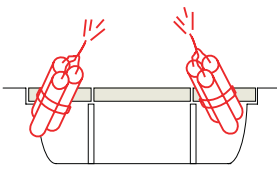
Une partie importante de la maîtrise des risques passe par la formation et l'expérience des personnels habilités à manipuler les explosifs, ainsi que par l'encadrement des activités liées aux explosifs.

Le chef d'un établissement de travaux publics utilisant la méthode des explosifs est tenu de respecter un ensemble d'obligations. Selon l'article 3 du décret n°87-231 du 27/03/1987, il est la personne qui organise le stockage, le transport et la mise en œuvre des produits explosifs. Le chef d'établissement a notamment pour devoir de :

- établir des notes de prescriptions à destination du personnel indiquant et commentant les règles à observer ;
- s'assurer de la diffusion et du suivi des prescriptions qu'il établit ;
- établir les plans de tir, tâche pour laquelle il peut faire appel à des bureaux d'études spécialisés ;
- assurer la formation du personnel préposé au stockage, au transport ou à la mise en œuvre d'explosifs ;
- prendre toutes les mesures nécessaires à la sécurité en cas d'accident, d'incident grave ou d'anomalie.

Sur un chantier de Tir, la personne en charge de la conduite du Tir est le « boutefeux ». Selon le décret n°87-231 du 27/03/1987, les missions du boutefeux sont les suivantes :

- planification du tir ;
- contrôle et acceptation des explosifs et des détonateurs ;
- mise en œuvre des explosifs-détonateurs-dispositifs de mise à feu ;
- contrôle de la mise en œuvre des dispositifs de mise à feu et vérification des circuits ;
- gestion des incidents et ratés ;
- sécurité des personnes.



Le boutefeu doit effectuer lui-même les opérations de mise en œuvre des explosifs ou peut se faire aider par des assistants boutefeu dont il surveille et supervise le travail.

Avant d'accéder à la fonction de boutefeu, les personnels assistants boutefeu manipulent les explosifs et dispositifs d'amorçages sous l'autorité et la surveillance d'un boutefeu confirmé. Pour pouvoir manipuler les explosifs l'aspirant boutefeu doit avoir préalablement obtenu le Certificat de Préposé au Tir (CPT), qui est un diplôme officiel créé par l'arrêté du 26/05/1997 et délivré par l'Éducation Nationale. Ce Diplôme est délivré à l'issue de la réussite d'un examen sanctionnant la formation. Toute personne travaillant à la garde, à la mise en œuvre d'explosifs ou au tir doit être titulaire d'une habilitation préfectorale ; *article R2352-87* du Code de la défense.

Pour devenir boutefeu, il faut se voir délivrer un Permis de Tir. Pour cela il faut satisfaire aux conditions énoncées dans l'arrêté du 10/07/1987 :

- être titulaire d'un Certificat de Préposé au Tir, (qui est à options : « tir électrique », « tir souterrain », etc.) ;
- avoir acquis une pratique suffisante dans la mise en œuvre des explosifs ;
- être titulaire d'une habilitation par le Préfet.

Les chefs d'établissements nomment les boutefeux dans le respect des conditions énoncées ci-dessus et leur délivrent le Permis de Tir, pièce nécessaire à l'exercice de la fonction.

b/ Risques liés à la sécurité des explosifs : traçabilité

La réglementation sur l'utilisation et le stockage des produits est très stricte à tous les niveaux. Le but des textes est d'assurer aux autorités d'avoir un regard et un contrôle complets de la chaîne producteurs/intermédiaires/utilisateurs et d'avoir l'assurance que les matières dangereuses ne sont pas détournables. À tous les niveaux, des habilitations obtenues auprès des autorités, sont nécessaires et un traçage des quantités est effectué. À tous les niveaux les autorités (Police ou Gendarmerie) peuvent effectuer des contrôles de suivi des installations de produits dangereux. Tous les agréments, habilitations, autorisations préfectorales peuvent être retirés.

Le Code de la Défense (*L+R 2352*), la *loi n°2005-1550 du 12 décembre 2005*, le *décret du 13 décembre 2005* et plusieurs autres textes sont à l'origine des fortes contraintes autour de la méthode des explosifs.

Font partie des missions du maître d'ouvrage et du maître d'œuvre qui opère pour lui :

- le contrôle du fait que les différents établissements et personnels intervenants dans le cadre du chantier aient toutes les habilitations requises ;
- de s'assurer que les démarches administratives relatives à l'emploi d'explosifs sur le chantier sont menées correctement et que toutes les autorisations nécessaires ont été obtenues.

Compte tenu de la complexité des textes, il est conseillé de prendre une AMO spécifique ou une maîtrise d'œuvre spécialisée pour suivre et viser les procédures spécifiques liées à l'emploi d'explosif.

c/ Maîtrise du périmètre du tir :

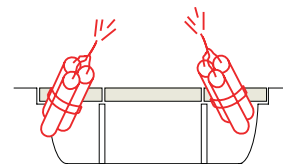
Il faut absolument s'assurer de l'absence de personnel dans la zone de tir. L'exposition de personnels aux ondes de choc, aux projections de matières solides et à l'énergie thermique rayonnée peut causer une grande variété de lésions graves, voire létales.

C'est pourquoi l'article 18 du *décret n°87-231 du 27/03/1987*, précise que le boutefeu en charge de la conduite du tir doit :

1. prendre toutes les mesures pour empêcher la circulation dans la zone où les projections peuvent se produire ;
2. s'assurer que toute personne est hors d'atteinte des projections et ne se trouve pas dans le périmètre de sécurité ;
3. s'assurer de ne pas infliger de dommages aux installations voisines ;
4. prendre les dispositions pour qu'aucune personne ne puisse respirer les fumées du tir.

S'assurer que le personnel de l'établissement en charge de l'exploitation des explosifs a évacué la zone, n'est pas la partie la plus difficile à gérer : normalement l'organisation mise en place par le boutefeu et le respect de la réglementation assurent la sécurité.

En revanche, assurer la sécurité des personnes non informées qui tenteraient de traverser la zone ou empêcher d'éventuels spectateurs curieux de s'approcher est plus compliqué.



En pratique le boufeveu va procéder comme suit :

1. définir un périmètre de sécurité. Le rayon est de 200 m dans l'exemple traité par le présent guide : c'est la distance minimale jusqu'à laquelle on admet généralement que peuvent avoir lieu des projections de béton comprimé jusqu'à l'éclatement (des périmètres plus larges peuvent être nécessaires suivant la nature des ouvrages et des explosifs) ;
2. prévoir un dispositif de sécurité assurant un bouclage imperméable de tout le périmètre et le contrôle des entrées et sorties lors de la phase précédant le tir ;
3. s'assurer que personne ne puisse se trouver dans le périmètre de sécurité au moment du tir. Par exemple : en faisant quadriller le périmètre sécurisé juste après sa fermeture, en contrôlant les entrées et sorties du périmètre, en faisant à nouveau quadriller le périmètre peu de temps avant le tir, et en s'assurant que toutes les personnes impliquées dans le chantier et présente sur site sont hors du périmètre de sécurité au moment de la mise à feu.

Si des riverains habitent dans le périmètre sécurisé, la tâche est encore plus compliquée. Il faut alors s'assurer soit que les riverains sont bien enfermés chez eux au moment du tir, ou alors s'assurer que la zone a bien été évacuée.

Le bon déroulement de la phase de tir passe par : le professionnalisme, une organisation rigoureuse du tir, une bonne coordination avec les autorités publiques et une bonne information des riverains-usagers de la route, etc.

Les Forces de l'Ordre sont incontestablement les mieux à même d'interdire formellement l'accès à un périmètre de sécurité ou, le cas échéant, de s'assurer que les habitations ont bien été évacuées. L'implication voire la participation de la Sécurité Civile doit également être envisagée.

3.5.3 - Nuisances inhérentes au procédé de la démolition par explosifs

(L'annexe A3 traite plus complètement le thème des « surpressions, vibrations et contrôles » exposé ci-dessous.)

a/ L'onde de surpression aérienne

Une explosion provoque une onde de surpression aérienne due à la détente des gaz lors du tir. Cette onde complexe dépend de nombreux facteurs (confinement des charges, charges unitaires, types d'explosifs, etc.). Elle est affectée en outre par les conditions météorologiques, le vent et les obstacles. Sa présence se traduit par une force qui s'applique sur les structures proportionnellement à leur surface. Dans le cas d'une démolition d'ouvrage avec des charges, cette surpression n'a normalement pas d'effet sur les structures des bâtiments et les réseaux, mais elle peut faire vibrer le second œuvre et constituer une gêne vis à vis des riverains. Des éléments tels vitres, tuiles, vaisselle, cloisons minces peuvent être mis en mouvement.

Le niveau de surpression aérienne généré par les détonations peut être modéré par un séquençage de tir adéquat : si les détonations ne sont pas trop rapprochées dans le temps, les fronts d'onde peuvent arriver de manière suffisamment décalée dans le temps au droit d'un bâtiment ou autre installation sensible.

Méthode d'évaluation de l'effet d'un tir

Au-delà de quelques mètres de la charge, l'onde de surpression se propage dans l'air à la vitesse d'environ 330 m/s (vitesse du son). La durée, et le niveau de la surpression dépendent de la charge Q (kg) et de la distance D (m) à la source. La durée de la surpression est de l'ordre de la milliseconde.

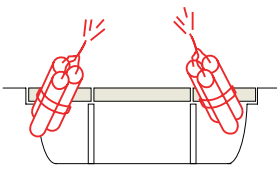
Pour avoir une indication du niveau de surpression à une distance donnée de la charge on utilise une formule empirique issue d'abaques d'essais. Cette forme générale a été vérifiée par plusieurs études lors d'essais à l'air libre. Il demeure néanmoins des facteurs qu'il n'est pas possible de prendre en compte de manière précise : la météo, l'atténuation exacte de l'onde de surpression par la fracturation du béton et le caractère non isotrope de la diffusion d'énergie vibratoire. Cette forme ne restitue pas non plus la complexité géométrie du problème : présence d'obstacle, de végétation, réflexions d'onde, etc. Des essais peuvent être effectués en vue d'évaluer les paramètres caractérisant le site.

Quoique très empirique et approximative, cette méthode permet néanmoins de quantifier de manière satisfaisante le problème des surpressions aériennes et reste à ce jour la seule méthode opérationnelle.

Seuils de surpression

Dans le cas de la démolition d'un ouvrage de Génie Civil ou d'un bâtiment il n'existe pas de seuils réglementaires à proprement parler. Il est toutefois possible de trouver une grande variété de seuils dans la littérature. Nous pouvons citer les valeurs mentionnées par le guide technique rédigé par le Comité Français des Techniques Routières (CFTR) et le Service d'Étude Technique des Routes et Autoroutes (Sétra) « Terrassement à l'explosif dans les travaux routiers » :

- à partir de 120 dB : 2 Pa, les éléments non structuraux ou des objets présents dans les bâtiments sont susceptibles de vibrer : vitres, portes, lustres, cloisons minces, assiettes, vases, etc. ;



- en deçà de 2 Pa, la surpression est imperceptible. Au-delà, et si les tirs sont répétitifs, ce qui n'est pas le cas en démolition de pont par explosifs, la gêne existe ;
- la circulaire du 2 juillet 1996 relative aux tirs en carrière recommande de limiter la surpression à 125 dB : 36 Pa. C'est la seule valeur à caractère réglementaire et à ce titre elle mérite d'être mentionnée, mais elle ne s'applique pas aux travaux publics ;
- à 140 dB : 200 Pa, les vitres se brisent.

Ces seuils ne sont donnés qu'à titre indicatif et ne sont en aucun cas applicables sans analyse spécifique au chantier de démolition à entreprendre.

Possibilités de modélisations numériques

Il existe des logiciels spécialisés permettant de modéliser la propagation d'un front d'onde en présence d'obstacle ou lorsque la propagation de l'onde est partiellement empêchée dans certaines directions (dans une rue, sous un tablier de pont). Ces modélisations sont plutôt réservées aux sites à risque, aux démolitions très délicates ou aux travaux de recherche.

b/ Les vibrations ou ondes sismiques

Les Tirs d'explosifs génèrent dans le sol des vibrations qui peuvent être dommageables pour le bâti.

Ces vibrations sismiques peuvent avoir trois origines :

- une explosion confinée dans le sol : minage d'une semelle superficielle ou d'une partie de voile enterrée ;
- la transmission d'une onde de choc au sol par des parties en béton : minage d'un fût de pile puis transmission par la semelle ;
- la chute d'une masse sur le sol : un tablier tombant depuis une hauteur donnée suite au foudroyage des piles.

Notons que le problème des vibrations engendrées par la chute d'une masse (morceau de pont) sur le sol peut aussi se rencontrer pour d'autres types de démolition que celle à l'explosif, le basculement ou démolition intégrale en place, par exemple. Les règles et principes exposés ci-après valent aussi pour les vibrations engendrées lors de ces démolitions.

Pour les deux premières origines, comme pour l'onde de surpression aérienne, un séquençage peut permettre de modérer l'amplitude des ondes sismiques. Pour la dernière origine, l'onde sismique correspond alors à la conversion de l'énergie cinétique du tablier chutant en énergie de déformation du sol sur un laps de temps très court : c'est une impulsion. Là encore le séquençage et l'amenée au sol du tablier en plusieurs parties de masses plus faibles peut permettre de modérer l'amplitude des ondes sismiques générées.

Une partie de l'énergie transmise au sol est dissipée par la plastification du « matelas » en terre amortissant la chute du tablier et par la plastification du sol à proximité immédiate du tablier effondré. La partie restante de l'énergie se diffuse au loin sous forme de vibrations sismiques à l'amplitude et au contenu fréquentiel dépendants de l'énergie de l'impulsion, du site, etc. C'est un problème très délicat à aborder (la propagation d'onde dans le milieu hétérogène qu'est le sol est plus complexe que la propagation des surpressions dans le milieu aérien), que seuls des spécialistes très expérimentés peuvent traiter.

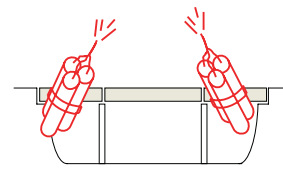
Méthode d'évaluation de l'effet d'un tir

Comme dans le cas de la surpression aérienne, la quantification du problème se fait de manière approchée par une méthode très empirique.

A/ La description du phénomène sismique engendré dans le sol par l'explosion d'une charge ponctuelle est très complexe. La modélisation rigoureuse du phénomène est impossible, ce qui conduit à employer des lois statistiques. Pour estimer l'effet d'une explosion confinée dans le sol, la loi générale $V = k.Q^a.D^{-b}$ (avec Q, la charge et D, la distance) est utilisée.

Dans la réalité les différents coefficients varient avec la distance. Par ailleurs, cette formule ne tient pas compte des particularités du site (présence d'un substrat rocheux réfléchissant les ondes partant en profondeur), de la présence des réseaux, des galeries souterraines (recensées ou non), des caves de bâtiments, etc.

B/ La loi précédente peut être adaptée pour décrire le phénomène le plus important lors la démolition d'un pont : l'onde sismique engendrée par la chute du tablier. L'énergie cinétique du tablier transmise au sol au moment du choc, qui est égale à l'énergie potentielle du tablier avant la chute, peut être fictivement assimilée à une impulsion générée par une charge explosive de masse adéquate.



Nuisances et seuils de vitesse particulière

Les vibrations peuvent engendrer des dommages aux bâtis, aux réseaux, aux équipements dits « sensibles » et aux constructions en cours (béton frais). De même les vibrations sont source de gêne aux personnes. Cependant dans le cas d'une démolition à l'explosif, les vibrations étant très ponctuelles car limitées à un tir isolé, ce dernier phénomène de gêne n'est pas véritablement une problématique (contrairement à la gêne due à des vibrations répétitives et continues).

La corrélation statistique entre les niveaux de vibrations et les dommages causés aux bâtis et aux réseaux a permis la mise au point de seuils à partir desquels les vibrations deviennent nuisibles. Il existe une multitude de valeurs seuils émanant : d'usages, d'études, de recommandations de groupe de travail spécifiques, ou d'usages internes à certains organismes (SNCF (*document IN1226*), GdF, EDF, etc.). Ces valeurs n'ont pas un caractère réglementaire.

Les seules valeurs à caractère réglementaire qui existent, sont données par l'*arrêté du 22 septembre 1994* relatif aux exploitations de carrières. Ces valeurs sont plutôt défavorables car elles sont fixées pour des tirs répétitifs, alors qu'une démolition d'ouvrage est un tir isolé.

Les vibrations sont étudiées et les seuils sont fixés en vitesse particulière, et en analyse fréquentielle :

- le « guide pratique de la démolition des bâtiments » des éditions Eyrolles donne des seuils courants utilisés pour les bâtiments (cependant ne connaissant pas les fréquences à l'avance pour une démolition, les seuils seront fixés par un expert) (*cf. Annexe A3 où sont indiqués quelques valeurs de seuil de ce guide*) ;
- vis-à-vis de leurs réseaux, Électricité de France et Gaz de France fixent les seuils à respecter, au cas par cas. (*cf. Annexe A3 où sont indiqués quelques ordres de grandeur courants*) ;
 - en milieu ferroviaire, des seuils de vitesses/fréquences figurent dans les recommandations du groupe de travail n°3 de l'Association Française de Travaux en Souterrain (AFTES). (*cf. Annexe A3 où sont indiquées les valeurs qui peuvent intéresser des démolitions d'ouvrage d'Art*),
 - les valeurs de l'article 22 de l'arrêté du 22 septembre 1994 sont présentées sous la forme de courbe en plan logarithmique. Ces valeurs sont assez sévères et sont trop restrictives vis-à-vis des travaux publics.

Pour ce qui concerne les textes de référence, et les normes, on pourra utilement se reporter à la note n°121 du Sétra « compactage des remblais et couche de forme », ce document étant un des plus récents.

Les seuils seront soit fixés par les maîtres d'ouvrage des infrastructures « à protéger » environnant le projet, soit fixés par des spécialistes au stade de l'étude de projet. Les conséquences de ces tirs sur les structures sont dépendantes de la méthode mise en œuvre, mais aussi du type de structure impactée.

Possibilités de modélisations numériques

Il existe des logiciels spécialisés permettant la modélisation dynamique. Cependant, de tels logiciels ne permettent pas de tenir compte du caractère plastique des sols en dynamique ou du fait que des impulsions trop rapprochées dans le temps peuvent finir par se superposer.

En fait, pour mieux connaître ces nuisances, il est aujourd'hui indispensable de mettre en œuvre des instrumentations permettant d'évaluer le niveau des nuisances vibratoires subies lors de ces travaux (*cf. ci-après : d/ Impact sur le bâti environnant et mesures de contrôle*).

c/ Nuisances secondaires pour les riverains

Dégagement de poussières et de fumées

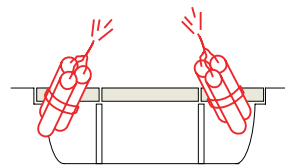
Ces désagréments sont inévitables. Le boufeu doit prendre les mesures nécessaires afin que personne ne puisse respirer les fumées produites par le tir ; *article 18, 19 et 21 du décret n°87-231 du 27 mars 1987*. Le plus simple est d'attendre qu'elles se dissipent avant que le personnel ne s'approche de la zone de tir ; un délai d'attente minimal de 5 min doit toujours être observé.

En ce qui concerne les nuages de particules de poussières, il est possible d'essayer de les « piéger » et de les ramener au sol au plus vite, en aspergeant le nuage au moyen de jets d'eau.

Risques de projections

La bonne maîtrise de la technique des explosifs permet de limiter les projections : la mise en place d'un chargement adéquat et le bon couplage explosif structure permet d'obtenir un foudroyage efficace et maîtrisé.

Il faut par ailleurs prévoir un confinement des parties minées. Celui-ci permet de bloquer les inévitables projections solides : bottes de paille, tours de géotextile et grillage, plaques d'acier, etc. mais en se méfiant du risque de transformer ces protections en projectiles.



d/ Impact sur le bâti environnant et mesures de contrôle

Afin de s'assurer que l'impact d'un tir sur les aménagements alentours est resté acceptable et qu'aucune personne physique ou morale ne puisse attribuer de dégâts aux travaux effectués, il faut procéder à des constats contradictoires, et à l'instrumentation des installations « à protéger » les plus sensibles. Ces instrumentations visent à évaluer le niveau des nuisances vibratoires subies lors de ces travaux.

État des lieux/Constat contradictoires

Afin de parer à toutes réclamations des riverains, particuliers ou entreprises, un état lieu et un constat doivent être dressés pour tous les bâtiments et installations susceptibles d'être concernés par les surpressions aériennes, les vibrations dans le sol et les projections. *A minima*, il faut effectuer cette démarche, d'une part pour toutes les installations se trouvant dans le périmètre de sécurité, et d'autre part pour les éventuelles installations sensibles à proximité.

Il faut faire procéder par un huissier de justice à un état des lieux contradictoire juste avant le tir, puis à un constat contradictoire juste après le tir. Cela permet de déterminer de manière formelle quels dommages peuvent être imputés au tir.

*Dans le cas de bâtiments, on s'attachera à relever les pathologies touchant la structure : fissures de poteaux, fissures de voiles en béton, etc.

*Dans le cas de pavillon on relèvera les tuiles mal posées, et les fissures dans le bâti.

*Dans tous les cas doivent être finement notés : les traces d'impacts sur les façades, les fissures et impacts sur les vitres et panneaux vitrés, etc.

Au-delà du constat d'huissier, il peut être pratiqué un référé préventif qui consiste à fixer un constat entre les parties en présence d'un expert diligenté par le tribunal administratif.

Instrumentation

Il est recommandé dans tous les cas (sauf impossibilité) d'instrumenter. Ceci a plusieurs objectifs.

Malgré un inventaire exhaustif, des défauts peuvent ne pas avoir été relevés, soit parce qu'ils n'ont pas été vus soit parce qu'ils ont volontairement été masqués. Pour parer à ces imprévus, il est possible de procéder à l'instrumentation des installations.

Il est admis que si les vibrations n'excèdent pas les seuils usuels, les défauts relevés, *a posteriori*, ne peuvent pas être imputés au tir. Par ailleurs lors d'un tir, il est possible que l'exploitation de certains réseaux doive être stoppée : Gaz, Eau. Afin de s'assurer que les conduites n'ont pas été endommagées par le tir et qu'il est possible de remettre ces réseaux en service dans les plus brefs délais, l'instrumentation devient un outil important. L'instrumentation proposée devra notamment respecter la norme NF E90-020.

Contrôle des surpressions aériennes

Afin de contrôler le niveau de surpression aérienne, il est possible de prévoir la mise en œuvre de microphones spéciaux basse fréquence et de les placer devant les bâtiments dont on veut s'assurer qu'ils reçoivent un niveau de surpression acceptable. La mesure s'effectue en Pascals (Pa).

Le mode d'enregistrement et les informations extraites du signal sont effectués de la même manière que lors des enregistrements des vibrations. En particulier, elles sont enregistrées de manière synchrone lors des enregistrements des vibrations, avec un microphone dont la position est issue de la normalisation des mesures de bruit, en l'absence de texte spécifique directement applicable.

Contrôle des vibrations dans le sol

Afin de contrôler le niveau des vibrations dans le sol, il est possible de déployer des boîtiers d'acquisition de vitesses particulières du sol. Les installations de contrôle doivent répondre aux prescriptions techniques suivantes :

Les capteurs seront constitués par des ensembles tri directionnels de mesure de vitesse de vibration fixés et parfaitement solidaires de la structure généralement devant un bâtiment ou sur une fondation.

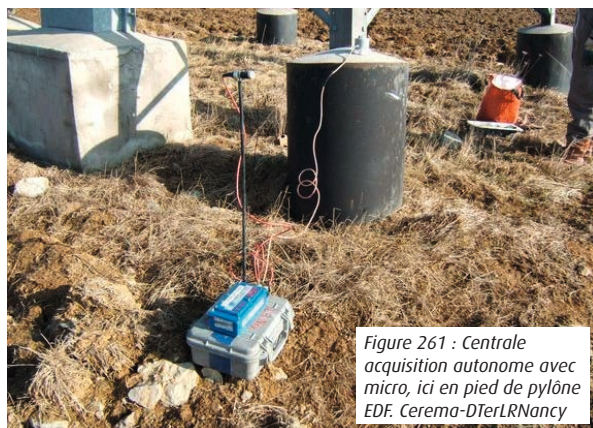
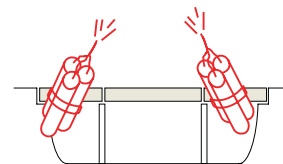


Figure 261 : Centrale acquisition autonome avec micro, ici en pied de pylône EDF. Cerema-DterLRNancy



3.5.4 - Synthèse, avantages, inconvénients, risques de la démolition à l'explosif

Avantages

- La démolition à l'explosif est très brève, ainsi si la gêne est forte (bruit, évacuation) elle est de courte durée (par exemple par rapport à une démolition par moyen mécanique en place avec BRH et croc'béton). Hormis l'évacuation des déchets, elle est concentrée dans le temps ;
- cependant l'avantage précédent est à relativiser, en ce sens que l'évolution des engins de démolition (BRH, pelles) avec des engins puissants et de grand rendement ont repoussé le seuil de comparaison avec une démolition à l'explosif ;
- elle peut s'imposer pour des ouvrages massifs, épais, (ponts en maçonnerie, massif de béton de culée ou d'ancrage) ou difficiles d'accès (hauteur, portée) ;
- la préparation de la démolition est longue mais peut la plupart du temps se faire en temps masqué sans gêne à la voie franchie, ni aux riverains. Il s'agit pour l'essentiel des perçages pour loger les charges (ordre de grandeur : trou phi 35 à 60 mm, nombre au m² : 0,6 trou).
Exemple : pour un PI, on coupe bien sûr la route au-dessus mais la circulation en dessous est maintenue. Les préparations chantier sont les suivantes (durée deux à trois semaines) :
 - 1^e étape : rabotage du tablier (comme pour toute déconstruction),
 - 2^e étape : traçage, avec repérage du ferrailage passif et actif,
 - 3^e étape : perçage avec machine (on peut compter 40 trous/h),
 - 4^e étape : protection, emballage par géotextile (400 gr à 1 000 gr/m²) + grillage ou par pneu. Nota, la grille a pour fonction de laisser passer le souffle mais d'arrêter les blocs,
 - 5^e étape : mise en place des charges,
 - 6^e étape : tir,
 - 7^e étape : évacuation des matériaux ;
- il n'y a pas d'amenée de très gros matériels de levage ou de démolition surtout dans le cas d'une démolition de type « réduction totale » ;
- le tir à l'explosif permet de démolir des éléments très épais. [À l'inverse, la démolition à l'explosif convient moins aux éléments trop fins (par exemple dalle de moins de 50 cm d'épaisseur) car les forages se tiennent moins et les projections seraient trop importantes au tir.].

Inconvénients

- la prise en compte de l'environnement et du bâti à proximité qui peut rendre impossible ce genre de démolition ;
- la difficulté (ou impossibilité) de conservation d'une partie du pont (appuis, semelles) en état intègre assuré en vue d'une reconstruction ;
- les gênes particulières : périmètre d'évacuation le jour du tir, périmètres de sécurité, les vibrations et les surpressions ;
- l'obligation de respect strict d'un planning à rebours dont le point d'orgue est le jour de l'explosion ;
- l'appréhension quant à cette technique de par son aspect irréversible, soudain, massif et énergétique. Il convient de mentionner quelques expériences, rares, non réussies.

Bibliographie, textes, guides

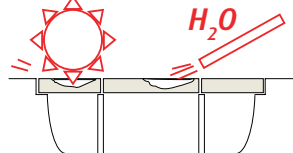
* Pour l'exemple détaillé de Courtabœuf :

Référence de l'étude projet, DCE et des schémas ou plans utilisés : CEBTP démolition.

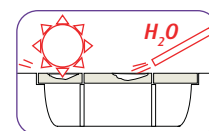
Procédures et bilan de données : DSD démolition et SMD.

* Bibliographie générale concernant la démolition à l'explosif :

- Guide Édition Eyrolles, sur la démolition à l'explosif. Plus édité mais dispo sur internet. Il donne des niveaux de surpression, les calculs de charges, de quantités, les vitesses particulières
- Travaux à l'explosif, fiches OPPBTP (CPT Généralités, CPT 1 Option travaux souterrains)
- Fiches préventions OPPBTP : Détonateurs électriques, Contrôle du circuit de tir lors du tir électrique, tir au cordeau détonant, tir électrique, tir à la mèche, tir non électrique
- Guide d'utilisation des explosifs. Synduex, Décembre 2008
- Guide de démolition à l'aide d'explosifs, Synduex + OPPBTP + SNED, Décembre 2003 (en cours de révision)
- Guide de mise en œuvre des explosifs en milieu subaquatique. Synduex, Décembre 2008
- Techniques des démolitions à l'explosif, revue Technique de l'Ingénieur
- Utilisation des explosifs dans le génie civil, revue Technique de l'Ingénieur



3.6 - Démolition par découpages ou par hydrodémolition



Généralités sur les découpes

Les techniques de découpage se présentent sous deux formes : les découpes à l'aide de fluide, et celles par moyens mécaniques. Les découpes sont très souvent utilisés lors d'opérations de démolition pour des enlèvements de parties du pont : découpes de hourdis de béton, de parties de voiles ou massifs de béton (cf. l'exposé de ces techniques au travers des matériels au chapitre 1).

Découpage mécanique

- par carottage : permet de percer un hourdis pour faire passer des élingues ou de découper des éléments de construction en pratiquant une série de trous tangents à l'aide d'une carotteuse avec arrosage ;
- par scie à lame circulaire munie de dents à pastilles de carbure ou diamantées : assure un découpage soigné pour des dalles ou voiles en béton armé (épaisseur < 80 cm) ;
- par scie à câble diamanté : permet de découper des éléments de forte épaisseur.

Découpage à l'aide de fluide

- au chalumeau d'oxycoupage : démolition ou démontage d'ouvrages à structure métallique. Rapide, c'est la technique consacrée pour ce type de démolition. Cette technique est en fait exposée aux chapitres III.1.3.3 (les matériels) et III.3.1.2 (exemple de démolition d'un pont-gazoduc en treillis métallique aussi en monographie n°4) ;
- à la lance-thermique : découpage des matériaux (béton, pierre) obtenu par fusion à l'aide d'une lance à oxygène. Rapide et précis, mais présentant des risques (cf. III.1.3.3) ;
- à l'eau sous pression – hydrodémolition : dite découpe par hydrodémolition. C'est une technique performante qui s'est beaucoup répandue, cf. ci-après III.3.6.1 et 3.6.2.

Zoom sur l'hydrodémolition

L'hydrodémolition permet grâce à un jet d'eau à très haute pression (2000 à 3000 bars soit 200 à 300 Mpa) de désagréger le béton sans provoquer de dégâts aux armatures et sans amorcer de fissures ou de micro fissures.

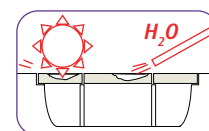
L'hydrodémolition est surtout employée en démolition partielle. Les épaisseurs de béton à hydrodémolir peuvent aller jusqu'à plus de 100 cm. Il est possible d'hydrodémolir, en surface horizontale, verticale ou intrados (plafond).

Cette technique est utilisée :

- afin de récupérer les armatures pour ensuite bétonner une nouvelle partie d'ouvrage solidaire ou pour réduire précisément une géométrie ;
- pour faire une fenêtre de reconnaissance d'armatures passives ou actives ;
- pour éviter toute vibration.

On distingue l'hydrodémolition par jet d'eau conduite manuellement, de l'hydrodémolition mécanique par robot. L'informatique des robots permet la programmation de plusieurs mouvements successifs et offre ainsi la possibilité de travailler plusieurs épaisseurs différentes en une seule passe de machine. De plus le recours au robot s'explique par le recul de lance qui à débit et pression élevés devient tel que la manutention par une personne n'est plus possible. Le choix entre technique manuelle ou robot se fait en fonction des volumes ou étendues de béton à démolir.

3.6.1 - Exemple – démolition d'une culée du pont de Mondelange par découpe et hydrodémolition



L'ouvrage

Le pont : RD8 / Moselle à Mondelange.

Obstacle franchi : canal Camifemo.

Structure : poutres latérales treillis en forme d'arc.

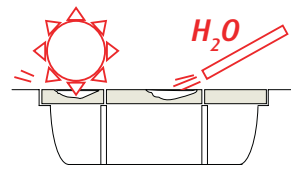
Longueur : 34 m.

Largeur : 0,9 + 5,5 + 0,9 m.

Date construction : 1947.



Figure 262 : Vue générale du pont de Mondelange (CG57)



Particularités : une canalisation N2 sous pression le long du tablier du pont poutre latérale amont, une canalisation O2 sous pression le long de la poutre aval.

Diagnostic / Pathologie

Le canal est très fréquenté avec un rétrécissement qui génère un effet de « pistonnage » qui, au fur et à mesure, a conduit à affouiller une des culées.

La culée s'est affaissée et s'est fortement fracturée avec menace de ruine. La RD8 a été immédiatement coupée.

La navigation a été maintenue car il n'y avait pas de déviation possible. De même la circulation de deux conduites de gaz sous-pression qui alimentait des usines a dû être maintenue. Une haute-surveillance avec seuils d'alerte (sur les déformations générales et sur les ouvertures de fractures) fut alors rapidement mise en place par télésurveillance.



Figure 263 : Vue de la culée fracturée et ruinée

Une première réparation d'urgence provisoire fût réalisée (à base de câbles ceinturant la culée et ancrés par des massifs en arrière de celle-ci), afin d'éviter le basculement des blocs supérieurs.

Raisons et décision de démolition

La réparation définitive de la culée, a consisté en la réalisation de :

- deux portiques de 4 pieux de part et d'autre du mur de front ;
- deux massifs avec deux corbeaux et une traverse métallique pour porter en amont la structure métallique ;
- la démolition de la culée fracturée ;
- d'un nouveau mur de front appuyé et liaisonné sur les deux massifs sur portiques, puis la repose de l'ouvrage suivant la ligne d'appui initiale.

Date démolition partielle : 2012

La démolition par découpes et hydrodémolition s'est imposée car il fallait limiter les vibrations et aussi les risques de chocs sur les canalisations N2 et O2.

Vue du Renforcement d'urgence provisoire :



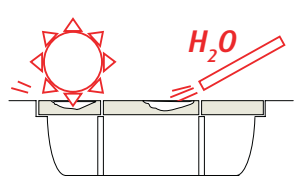
Figure 264 : NB : Système de retenue du mur de front. (vue partielle). Les câbles sont ancrés au-delà des déviateurs ruinés

Vue de la réparation définitive (en cours d'exécution) :



Figure 265 : NB : Appui provisoire du tablier à l'avant de sa ligne d'appui définitive le temps de démolir la culée fracturée

La démolition de la culée fracturée va s'avérer délicate pour ne pas la faire basculer mais surtout parce qu'une conduite de gaz sous pression est fixée le long de chaque mur en retour (N2 coté amont, O2 coté aval). Techniquement, il faut donc démolir la culée par « petits » blocs, suivant le phasage ci-après.



Hydrodémolition



Figure 266 : Hydrodémolition manuelle d'une partie peu accessible entre le pont actuel et les canalisations de gaz



Figure 267 : La surface est fortement décapée car le but n'était pas de récupérer le béton mais de démolir une zone difficilement accessible par d'autres méthodes. NB : Les parois attenantes et la canalisation doivent être protégées des éclats

Terrassement soigné (pas d'efforts trop importants) de l'arrière de la culée,

puis

Découpages (par plots des murs de front et murs en retour)



Figure 268 : Lance d'hydrodémolition manuelle



Figure 269 : Vue de l'intérieur de la culée décaissée



Figure 270 : Découpes à la scie à câbles, pour les épaisseurs > 80 cm



Figure 271 : Prise des plots découpés et éloignement de la conduite



Figure 272 : Découpe (ici à la scie circulaire) et enlèvement des plots du mur de front

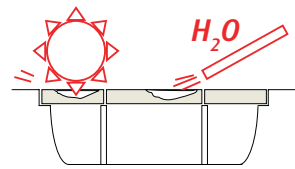


Figure 273 : Prise des plots découpés et éloignement de la conduite

Vue de la culée réparée



Figure 274 : Culée réparée et ouvrage rouvert à la circulation

3.6.2 - Autres exemples d'hydrodémolitions manuelles

D'autres cas d'utilisation d'hydrodémolitions sont à signaler :

- pour l'ouverture de fenêtre de précontrainte lorsqu'on souhaite sur de vieux ouvrages (exemple VIPP) avoir accès et inspecter directement les gaines et les fils ou torons de câbles. Cette technique doit être appliquée par passes et avec soin, afin de ne pas aller au-delà de la profondeur nécessaire ;
- pour le renfort de ferrailage ou de bétonnage (suite à pathologie) de zones ponctuelles et difficiles d'accès tels les dèd d'appui (cf. Figure 275) ;
- pour la démolition des bétons altérés sur une certaine profondeur dans le cadre de leur réparation ;
- pour la réparation des zones incendiées dégradées par écaillage de surface des bétons parfois jusqu'aux aciers.



Figure 275 : Hydrodémolition d'un déd d'appui

On peut citer : la réparation du Viaduc de Drancy A86, celui du viaduc de Vélizy, celui du pont Nelson Mandela à Ivry et du viaduc de Saint Cloud en 2013. Les travaux ont toujours lieu en intrados d'ouvrages.

La technique de l'hydrodémolition est utilisée ici sur une échelle très importante, mais sur de faibles épaisseurs : il s'agit de dégager des aciers en vue de les réenrober par du béton projeté (cf. Figures 276 et 277).



Figure 276

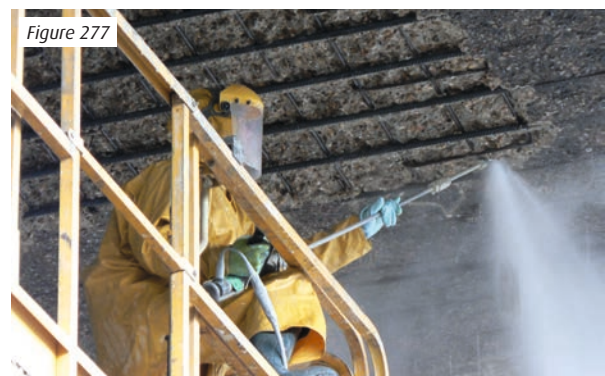


Figure 277

Figures 276-277 : Hydrodémolition viaduc de Drancy

3.6.3 - Autres exemples d'hydrodémolitions mécaniques

Les hydrodémolitions mécaniques peuvent être envisagées pour reconfigurer des bords de dalle pour, par exemple, pouvoir mettre des dispositifs de retenue plus performants (il faut en effet compléter le ferrailage existant et puis bétonner une nouvelle longrine) (cf. Figure 278). L'hydrodémolition mécanique est également adaptée à la réfection des solins de joints de chaussée avec conservation du ferrailage existant (cf. Figure 279).

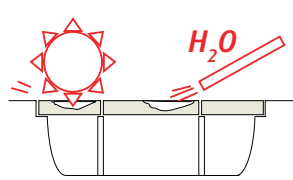


Figure 278 : Hydrodémolition de bord de dalle



Figure 279 : Hydrodémolition de solin de joint de chaussée

3.6.4 - Bilan, données et synthèse sur ces modes de démolition

Planning, phasage, rendement

Hydrodémolition manuelle : rendement de 0,3 à 0,4 m³/j (voire 0,5 si béton dégradé). L'hydrodémolition manuelle soignée préserve les aciers de ferrailage (Débit eau de l'ordre de 20 l/min).

Hydrodémolition mécanique : rendement de 1,5 à 2,5 m³/j. Pour les rendements élevés, l'hydrodémolition mécanique mal maîtrisée peut attaquer un peu les armatures (débit eau de l'ordre de 100 à 200 l/min). Plus la pression est élevée, plus le risque d'endommager les armatures augmente.

Sciage au disque : rendement de l'ordre de : 30 min pour sciage d'une dalle de 3 x 0,25 m (non compris l'installation de la machine).

Sciage au câble : rendement de l'ordre de : 1 h pour sciage d'un bloc 2 x 1 m (non compris l'installation de la machine).

Coût

Hydrodémolition manuelle : amenée-repli 1 000 €, puis de l'ordre de 4 000 €/m³.

Hydrodémolition mécanique : amenée-repli 3 000 €, puis de l'ordre de 2 à 3 000 €/m³.

Contraintes

- Hydrodémolition manuelle : la quantité d'eau produite est importante et sa récupération complète est difficile. Ce problème peut être rédhibitoire. Il est par exemple difficilement envisageable de faire de l'hydrodémolition au-dessus de caténaires. En cas de projections de gravats, il est nécessaire de bâcher la zone pour contenir ces projections ;
- Hydrodémolition mécanique : la quantité d'eau produite est encore plus importante qu'en hydrodémolition manuelle, mais les buses sont sous cloche, ce qui limite la dispersion. Projections de gravats : les buses sont sous une cloche et les projections sont donc limitées et les robots sont munis d'aspirateurs puissants.

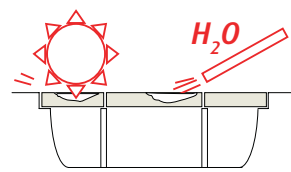
Autre contrainte et inconvénient : le camion d'alimentation en eau doit se situer à proximité des zones à traiter, ce qui peut poser problème pour des travaux en tête de pile.

Remarque :

Le confinement trop restreint de l'environnement de travail du porte lance, peut très rapidement être problématique car l'opérateur ne voit plus ce qu'il fait et la précision de la démolition devient très aléatoire.

Qualification : Les entreprises sont en général des entreprises spécialisées pour ces travaux. Les personnels doivent avoir une habilitation Très Haute Pression (THP) ou Ultra Haute Pression (UHP)..

Cf. guides INRS : guide « travailler en sécurité avec l'eau haute pression, conseils aux opérateurs » et guide « équipements à jets d'eau sous haute et très haute pression ».



Gestion et traitement des déchets

Les hydrodémolitions manuelles et mécaniques engendrent une eau chargée (laitance, fines) qui doit être récupérée, décantée, filtrée, et des matériaux (de faible granulométrie, de l'ordre du D20) issus de l'hydrodémolition du béton. Ce sont des déchets inertes (matériaux de démolition de béton) et ils trouvent facilement une filière de valorisation.

Le sciage au disque ou au câble engendre un peu d'eau chargée de laitance et des blocs découpés, qui sont en général de taille raisonnable. Ils peuvent être chargés à la pelle mécanique et être transportés par camion jusqu'à un lieu de réduction et séparation béton/fer (plateforme de recyclage de matériaux de démolition).

Synthèse

Ces techniques de découpage mécaniques ou par fluide permettent des interventions de précision et parfaitement maîtrisées (pour découper ou démolir de manière circonscrite à proximité d'un obstacle ou d'une partie d'ouvrage que l'on veut préserver). Elles peuvent être choisies pour limiter les poussières, les vibrations et le niveau acoustique de l'intervention. Dans ce champ d'activités, elles sont très performantes et couramment utilisées.

A priori, l'intérêt de l'hydrodémolition est de conserver le ferrailage et de permettre donc de réparer ou prolonger les sections de béton armé. Toutefois, pour éviter toute déconvenue, il convient de s'assurer du respect des objectifs assignés en pratiquant une « épreuve de convenance ».

En tout état de cause, le rendement est bien trop faible pour une démolition complète de pont.

Chapitre 4

Instructions réglementaires pour un projet de démolition

Un projet de démolition implique l'accomplissement de différentes procédures réglementaires avant tout commencement des travaux.

Il est important ici de rappeler le principe d'indépendance des codes. Ainsi, le maître d'ouvrage doit veiller à obtenir toutes les autorisations nécessaires à la réalisation de son projet (autorisation au titre de la Loi sur l'eau, étude d'impact, Déclaration d'Utilité Publique, etc.).

1 - Au titre du Code de l'urbanisme (permis de démolir)

1.1 - Rappel du cadre réglementaire

1.1.1 - Permis de démolir

Le permis de démolir résulte de l'application du Code de l'urbanisme. Les articles R 421-26 à 29 du Code de l'urbanisme donnent la liste des cas pour lesquels le permis de démolir est obligatoire.

- Article R421-26

« Les démolitions mentionnées aux articles R. 421-27 et R. 421-28 sont soumises à permis de démolir à l'exception de celles qui entrent dans les cas visés à l'article R. 421-29. »

- Article R*421-27

« Doivent être précédés d'un permis de démolir les travaux ayant pour objet de démolir ou de rendre inutilisable tout ou partie d'une construction située dans une commune ou une partie de commune où le conseil municipal a décidé d'instituer le permis de démolir. »

- Article R421-28

« Doivent en outre être précédés d'un permis de démolir les travaux ayant pour objet de démolir ou de rendre inutilisable tout ou partie d'une construction :

Située dans un secteur sauvegardé dont le périmètre a été délimité ou dans un périmètre de restauration immobilière créé en application des articles L. 313-1 à L. 313-15 ;

Inscrite au titre des monuments historiques ou adossée à un immeuble classé au titre des monuments historiques ;

Située dans le champ de visibilité d'un monument historique défini à l'article L. 621-30-1 du code du patrimoine dans une zone de protection du patrimoine architectural, urbain et paysager ou dans une aire de mise en valeur de l'architecture et du patrimoine ;

Située dans un site inscrit ou classé en application des articles L. 341-1 et L. 341-2 du code de l'environnement ;

Identifiée comme devant être protégée par un plan local d'urbanisme, en application du 7° de l'article L. 123-1-5, située dans un périmètre délimité par le plan en application du même article ou, dans une commune non dotée d'un plan local d'urbanisme ou d'un document d'urbanisme en tenant lieu, identifiée par délibération du conseil municipal, prise après enquête publique, comme constituant un élément de patrimoine ou de paysage à protéger et à mettre en valeur. »

1.1.2 - Champ d'application pour un pont (ou soutènement)

Le Code de l'urbanisme distingue les constructions et les infrastructures.

L'article R421-3 indique :

Sont dispensés de toute formalité au titre du présent code, en raison de leur nature, sauf lorsqu'ils sont implantés dans un secteur sauvegardé dont le périmètre a été délimité :

- a) les murs de soutènement ;
- b) tous ouvrages d'infrastructure terrestre, maritime ou fluviale tels que les voies, ponts, infrastructures portuaires ou aéroportuaires.

La notion de secteur sauvegardé étant, elle, définie par l'article L313-1, article long mais dont nous retiendrons que la création d'un secteur sauvegardé est soumis à l'avis de la Commission nationale des secteurs sauvegardés.

1.2 - Conséquences pratiques

Il est très rare qu'un pont soit soumis à la procédure du permis de démolir.

En effet, il résulte de l'article R421-3 qu'« un pont n'est soumis aux formalités du Code de l'urbanisme que s'il est implanté dans un secteur sauvegardé dont le périmètre a été délimité ». Ce cas est rare.

Nous déduisons et préconisons qu'un pont ne sera soumis en application du Code de l'urbanisme à l'obligation de permis de démolir que dans le cas des alinéas :

- a) secteur sauvegardé, et *a priori* des items suivants de l'article R421-28,
- b) un pont classé (ou adossé à un) monument historique,
- c) dans le champ de visibilité d'un monument,
- d) situé dans un site inscrit ou classé au Code de l'environnement (*cf.* les renvois au Code du patrimoine).

Étape 1 / En pratique, le maître d'ouvrage se renseignera au préalable auprès de la commune

Celle-ci pourra préciser l'éventuelle présence de secteurs inscrits, classés, etc. ou si elle a institué le permis de démolir (par mention dans son PLU si elle en est dotée - depuis 2007 - ou sinon par délibération du conseil municipal) sur l'ensemble du ban ou sur certains secteurs qui concerneraient la démolition envisagée. À noter que peu de communes ont institué le permis de démolir.

Si le permis de démolir est effectivement institué à ce niveau mais que le secteur n'est pas sauvegardé, le maître d'ouvrage informera alors la commune de la démolition du pont et mentionnera l'article R421-3 du Code de l'urbanisme pour justifier ces travaux sans permis de démolir.

Le maître d'ouvrage se rapprochera également du Service Territorial de l'Architecture et du Patrimoine (à l'attention de l'Architecte des Bâtiments de France) dans chaque département, pour demander si l'ouvrage qu'il prévoit de démolir répond aux items a), b), c), d) de l'article R421-28 (secteur sauvegardé, pont classé (ou adossé à un) monument historique, dans le champ de visibilité d'un monument, situé dans un site inscrit ou classé au Code de l'environnement).

Étape 2 / Si la démolition envisagée requiert un permis

Le dossier de demande d'un permis de démolir fait l'objet d'un formulaire Cerfa n° 13405*03.

Le **délai** d'instruction de droit commun est de **2 mois, durée qui peut être majorée d'un ou deux mois** ; le délai peut même être porté à 1 an lorsque la démolition doit être autorisée par le ministre de la défense ou le ministre chargé des sites. Les délais supplémentaires sont précisés aux articles R 423-24 et suivants du Code de l'urbanisme.

2 - Au titre du Code de la voirie routière

Par principe, les travaux de démolition de « ponts » impactent toujours plus ou moins des voies routières. Les contraintes d'exploitation des voies routières fixent donc très souvent des contraintes de réalisation et, in fine, les moyens de démolition à employer. L'obtention des autorisations auprès des gestionnaires va donc de pair avec l'élaboration des projets de démolition et il importe de s'en préoccuper dès le démarrage des études de faisabilité.

Il s'agit de mentionner ici les procédures de types arrêtés qui seront à solliciter pour :

- restreindre les voies routières ;
- occuper temporairement le domaine public ;
- limiter la circulation ou l'interdire.

Sont distingués les domaines :

Voies du domaine public (Code de la voirie routière)		Voies du domaine privé (Code rural, Code civil)		
<i>Nature</i>	<i>Gestionnaire</i>	<i>Nature</i>	<i>Propriétaire</i>	<i>Utilisation</i>
Autoroute concédée	État (Préfet) La société concessionnaire	Chemin rural	Commune	Publique
Route Nationale, Autoroute non concédée	État (Préfet)- les DIR	Rue privée, Chemin	Riverains, propriétaire du fond	Les ayants droits
Route Départementale	Conseil général	Chemin en servitude	Propriétaire du fond (servant)	Bénéficiaire de la servitude (dominant)
Voie communale	Conseil municipal			

2.1 - Rappel du cadre réglementaire

Les instructions réglementaires s'appuient sur 3 types de procédures :

- le **permis de stationnement** dans le cas d'occupation sans emprise au sol : installation d'échafaudage ou de palissade, pose de benne à gravats, dépôt de matériaux nécessaires à un chantier, stationnement provisoire d'engin (grue, etc.) de baraque de chantier, d'une camionnette, etc. ;
- la **permission de voirie** dans le cas de travaux qui modifient le domaine public : création d'accès à une propriété privée ou un garage, pose de canalisations et autres réseaux souterrains, installation de clôtures ou de palissades de chantier scellées dans le sol ;
- l'**arrêté de circulation** dans le cas où la réalisation de travaux nécessite d'interrompre ou de modifier la circulation de la voirie.

Dans le cas d'une démolition de pont au-dessus d'une voirie, c'est la procédure d'arrêté de circulation (voire de permis de stationnement) qui se révèle nécessaire ; les restrictions de circulation peuvent prendre l'une des formes suivantes : fermeture totale de la route à la circulation, circulation alternée par feux tricolores ou manuellement (neutralisation d'une voie), basculements de circulation sur la chaussée opposée pour les routes à chaussées séparées, limitations de vitesse, de gabarit, de poids, etc.

2.2 - Conséquences pratiques (procédure)

Il est recommandé de se rapprocher le plus tôt possible du gestionnaire ou propriétaire de la voirie.

Le maître d'ouvrage aura dès le début de l'élaboration du projet de démolition (au stade étude de faisabilité, puis au niveau du « projet ») pris l'attache des gestionnaires ou propriétaires des voiries concernées par la démolition.

Après concertation, il aura établi un programme de démolition qui rappelle les possibilités et contraintes concernant l'exploitation des voiries connexes (restrictions de voies, arrêts limités à des périodes précises, etc.).

Ces éléments de programme sont rappelés au DCE Travaux. Les contraintes de délais figurent à l'acte d'engagement, les pénalités éventuelles, en cas de non-respect, sont définies au CCAP et les contraintes techniques sont détaillées au CCTP (chapitre 1 article « contraintes particulières imposées au chantier ») et sur les plans du DCE.

Ensuite, il appartient à l'entreprise d'assurer la procédure de demande d'arrêté de circulation.

Nota : La démarche pouvant être faite soit par le maître d'œuvre, soit par l'entreprise (cas courant), il est important que le CCTP énonce clairement aux articles « contraintes imposées » du chapitre 1 du CCTP de qui cela relève.

La demande est déposée au moyen d'un formulaire Cerfa (n°14023*01) auprès de l'autorité administrative chargée de la police de la circulation (pour le permis de stationnement ou l'arrêté de circulation) :

- Mairie (ou communauté urbaine), s'il s'agit d'une voie communale ou du domaine public communal ;
- Conseil départemental s'il s'agit d'une route départementale ;
- Préfecture, s'il s'agit d'une route nationale ou certaines artères de ville, notamment une voie classée à grande circulation.

Si le chantier impacte la circulation publique, la demande doit être complétée par une demande d'arrêté de circulation, effectuée au moyen du formulaire Cerfa (n°14024*01).

Délai : Le délai d'instruction de la demande est généralement compris entre 2 semaines et 1 mois. Il ne peut pas dépasser 2 mois. En l'absence de réponse dans ce délai maximal, le permis est considéré comme refusé, l'arrêté est considéré comme non délivré.

Remarques concernant les arrêtés :

- pour les autoroutes concédées :
 - cas 1 - travaux « classiques » : les sociétés d'autoroutes disposent d'un arrêté permanent pour un certain nombre de situations classiques de travaux,
 - cas 2 - travaux à fort impact (notamment en cas de basculement de circulation, suivant la durée de fermeture) : un dossier d'exploitation spécifique est réalisé en vue d'un arrêté préfectoral spécifique. Ce dossier est réalisé à l'issue de réunions de concertation entre le maître d'ouvrage, l'entreprise (sauf si en amont du marché), la DDT (représentant le préfet), la police, les acteurs économiques impactés ;
- pour les routes nationales et les autoroutes non concédées :
 - cas 1 - travaux « classiques » : les DIR possèdent un arrêté permanent pour un certain nombre de situations classiques de travaux,
 - cas 2 - travaux plus impactant (phases de basculement, de fermeture, etc.) : un dossier d'exploitation spécifique est réalisé en vue d'un arrêté préfectoral spécifique. À noter que cet arrêté de niveau préfet peut être signé en DIR suivant les délégations accordées ;
- pour les routes départementales :
un arrêté du président du CD spécifique sera demandé sur la base d'un dossier d'exploitation bâti après concertation (demandeur, conseil départemental, communes, acteurs économiques) ;
- pour les routes communales :
un arrêté spécifique du Maire sera demandé sur la base d'un dossier d'exploitation bâti après des concertations (demandeur, commune, acteurs économiques).

3 - Au titre du Code de l'environnement

3.1 - Étude d'incidence Loi sur l'eau

(Source : cf. chapitre 3.1.6 Bibliographie et sources)

Les travaux de démolition sont susceptibles, dans la grande majorité des opérations, d'entraîner des incidences sur l'eau et les milieux aquatiques, particulièrement en phase chantier :

- interventions en lit mineur (i) de cours d'eau, en zone inondable, lit majeur (ii) ;
- interventions en zone de protection (zone humide, périmètre de captage, etc.) ;
- installations de chantier (zones de stockage, nettoyage, pollutions accidentelles, alimentation en eau du chantier, déchets, rejets provisoires, etc.) ;
- rabattement de nappes ;
- etc.

Le lit mineur (i) d'un cours d'eau est l'espace recouvert par les eaux coulant à pleins bords avant débordement.

Le lit majeur (ii) du cours d'eau est la zone naturellement inondable par la plus forte crue connue ou par la crue centennale si celle-ci est supérieure

Ils sont à ce titre généralement soumis à une étude d'incidence au titre de la Loi sur l'eau.

La procédure (déclaration ou autorisation) et le niveau d'exigence des études préalables ne dépendent pas de l'importance financière du chantier mais de ses effets prévisibles sur l'eau et le milieu aquatique et de leur sensibilité.

Pour un projet de démolition-reconstruction, on peut rencontrer différents cas (liste non exhaustive) plus ou moins impactant quant à la Loi sur l'eau :

- démolition-reconstruction du tablier sans impact sur le cours d'eau (par exemple, par grutage intégral depuis les berges ou délancement) sans démolition des appuis (seulement reconfigurés en tête). Il n'y a *a priori*, pas d'incidence sur le cours d'eau. Suivant la configuration des lieux, cet absence d'impact est toutefois à justifier à toutes les phases du projet ;
- démolition-reconstruction du tablier sans empiètement temporaire dans le cours d'eau mais avec des travaux au-dessus de celui-ci avec nécessité de protection, pour éviter les chutes de matériaux ;
- démolition-reconstruction du tablier avec nécessité de dragage pour faire accéder des engins sur barges ou bigues de levage ;
- démolition-reconstruction du tablier avec nécessité de remblaiements temporaires pour faire accéder des engins ;
- démolition-reconstruction du tablier avec détournement du cours d'eau ;
- démolition (sans reconstruction) du tablier et des appuis. La démolition se faisant sans reconstruction (en place), il faut prévoir la suppression des appuis ;
- démolition (avec reconstruction) du tablier et des appuis. Le projet du pont de remplacement se fait avec des appuis neufs implantés différemment des anciens qui sont démolis en tout ou partie, etc.

Rappel :

Les ponts anciens ne comportent pas toujours des dispositifs d'assainissement isolés de leur environnement. Dans le cas d'une reconstruction d'ouvrage, la collecte des eaux pluviales du tablier et un système d'assainissement sont nécessairement à prévoir. Cela implique de se préoccuper de l'aspect « rejets » suivant la nomenclature ci-après.

3.1.1 - Cadre réglementaire et législatif

La Loi sur l'eau de 1992 et les décrets d'application sont désormais intégrés au Code de l'environnement et remplacés par différents articles de ce code.

Le décret 93-743 du 29 mars 1993 établit la nomenclature des opérations assujetties au régime d'autorisation (impact fort) ou de déclaration (impact moyen) au titre de la Loi sur l'eau.

Les rubriques de la nomenclature sont des clés d'entrée destinées à déterminer le type de procédure (procédure d'autorisation ou de déclaration). La nomenclature constituant une grille de lecture à multiples entrées, une opération peut relever de plusieurs rubriques. Lorsque l'opération est soumise à déclaration par une rubrique, et au régime d'autorisation selon une autre rubrique, on retient alors le régime de l'autorisation pour la procédure.

Durant la période de chantier, puis durant l'exploitation de la route, le maître d'ouvrage ou son représentant doit tenir informée la MISE de tout incident sur le milieu aquatique.

Nomenclature

Les articles L.214-1 à L.214-11 du Code de l'environnement définissent les Installations, Ouvrages, Travaux et Activités (IOTA) et la procédure de déclaration ou d'autorisation qu'elles doivent suivre. La nomenclature, fixée par le décret 2006-881 du 17 juillet 2006, contient la liste des opérations classées en cinq titres correspondant à un type d'impact :

- 1/ Prélèvements ;
- 2/ Rejets ;
- 3/ IOTA ayant un impact sur le milieu aquatique ou intéressant la sécurité publique ;
- 4/ IOTA ayant un impact sur le milieu marin ;
- 5/ IOTA relevant aussi d'autres régimes d'autorisation valant autorisation au titre des articles L. 214-1 et suivants du Code de l'environnement.

Rubriques

Les différentes rubriques de travaux sont numérotées suivant leur objet et le régime applicable (Autorisation ou Déclaration).

Certaines rubriques fixent des seuils qui varient en fonction de la sensibilité du milieu (par exemple, les prélèvements sont analysés par rapport au débit d'étiage).

Les rubriques de la nomenclature susceptibles de concerner une opération de démolition (reconstruction) d'ouvrages d'art sont les suivantes (liste non exhaustive) :

Rubrique	Objet	Régime
1.1.1.0 1.1.2.0	Forage, sondage, prélèvement dans un système aquifère	(D) pour forage, sondage (D) pour prélèvement (10000 < P < 200000 m ³ /an) (A) pour prélèvement (> 200000 m ³ /an)
1.2.1.0	Prélèvement dans les eaux superficielles	(A) si P >= 8 m ³ /h (D) pour autres cas
3.1.1.0.	Installations, ouvrages, remblais et épis, dans le lit mineur d'un cours d'eau, constituant :	
	1° Un obstacle à l'écoulement des crues	(A)
	2° Un obstacle à la continuité écologique*	
	a) Entraînant une différence de niveau supérieure ou égale à 50 cm, pour le débit moyen annuel de la ligne d'eau entre l'amont et l'aval de l'ouvrage ou de l'installation	(A)
b) Entraînant une différence de niveau supérieure à 20 cm mais inférieure à 50 cm pour le débit moyen annuel de la ligne d'eau entre l'amont et l'aval de l'ouvrage ou de l'installation	(D).	
* Au sens de la présente rubrique, la continuité écologique des cours d'eau se définit par la libre circulation des espèces biologiques et par le bon déroulement du transport naturel des sédiments		
3.1.2.0.	Installations, ouvrages, travaux ou activités conduisant à modifier le profil en long ou le profil en travers du lit mineur d'un cours d'eau, à l'exclusion de ceux visés à la rubrique 3.1.4.0, ou conduisant à la dérivation d'un cours d'eau :	
	1° Sur une longueur de cours d'eau supérieure ou égale à 100 m	(A)
	2° Sur une longueur de cours d'eau inférieure à 100 m	(D).
3.1.4.0.	Consolidation ou protection des berges, à l'exclusion des canaux artificiels, par des techniques autres que végétales vivantes :	
	1° Sur une longueur supérieure ou égale à 200 m	(A)
	2° Sur une longueur supérieure ou égale à 20 m mais inférieure à 200 m	(D).
3.1.5.0.	Installations, ouvrages, travaux ou activités, dans le lit mineur d'un cours d'eau, étant de nature à détruire les frayères, les zones de croissance ou les zones d'alimentation de la faune piscicole, des crustacés et des batraciens, ou dans le lit majeur d'un cours d'eau, étant de nature à détruire les frayères de brochet :	
	1° Destruction de plus de 200 m ² de frayères	(A)
	2° Dans les autres cas	(D).

3.2.1.0.	Entretien de cours d'eau ou de canaux, à l'exclusion de l'entretien visé à l'article L. 215-14 (enlèvement des embâcles, débris et atterrissements, flottants ou non, par élagage ou recépage de la végétation des rives) réalisé par le propriétaire riverain, du maintien et du rétablissement des caractéristiques des chenaux de navigation, des dragages visés à la rubrique 4.1.3.0 et de l'entretien des ouvrages visés à la rubrique 2.1.5.0, le volume des sédiments extraits étant au cours d'une année :	
	1° Supérieur à 2 000 m ³	(A)
	2° Inférieur ou égal à 2 000 m ³ dont la teneur des sédiments extraits est supérieure ou égale au niveau de référence S1	(A)
	3° Inférieur ou égal à 2 000 m ³ dont la teneur des sédiments extraits est inférieure au niveau de référence S1 (*)	(D).

L'autorisation est valable pour une durée qui ne peut être supérieure à dix ans. L'autorisation prend également en compte les éventuels sous-produits et leur devenir.

(*) Les niveaux de référence R1, R2, S1, N1 et N2, les teneurs à prendre en compte ainsi que les conditions de dérogation sont fixés par arrêté conjoint du ministre chargé de la mer et du ministre chargé de l'environnement.

Rubrique	Objet	Régime
3.2.2.0.	Installations, ouvrages, remblais dans le lit majeur d'un cours d'eau :	
	1° Surface soustraite supérieure ou égale à 10 000 m ²	(A)
	2° Surface soustraite supérieure ou égale à 400 m ² et inférieure à 10 000 m ²	(D)

Au sens de la présente rubrique, le lit majeur (ii) du cours d'eau est la zone naturellement inondable par la plus forte crue connue ou par la crue centennale si celle-ci est supérieure. La surface soustraite est la surface soustraite à l'expansion des crues du fait de l'existence de l'installation ou ouvrage, y compris la surface occupée par l'installation, l'ouvrage ou le remblai dans le lit majeur.

5.1.1.0	Réinjection dans une même nappe	(A) si Réinjection ≥ 80 m ³ /h (D) si 8 > R > 80 m ³ /h
---------	---------------------------------	---

3.1.2 - Différences entre autorisation et déclaration

Suivant les dangers et les impacts qu'ils représentent et la gravité de leurs effets sur la ressource en eau et les écosystèmes aquatiques les projets sont donc soumis à deux types de procédures :

- ⇒ **Autorisation** pour les **impacts forts** : procédure **longue** avec enquête publique débouchant sur un arrêté d'autorisation ;
- ⇒ **Déclaration** pour les **impacts moyens** : procédure **simple** sans enquête publique débouchant sur un récépissé de déclaration avec possibilité d'opposition (y compris refus de réalisation de l'ouvrage ou des travaux).

Remarque :

Une déclaration « Loi sur l'eau » n'est pas un simple enregistrement, mais bien une véritable procédure qui implique la réalisation d'un acte administratif (éventuellement implicite).

	Incidences faibles <i>(en deçà des seuils « déclaration »)</i>	Incidences moyennes	Incidences fortes
	Libre (porté à connaissance si possible)	Déclaration	Autorisation
délai		2 mois	6 à 9 mois
dossier		3 exemplaires	7 exemplaires
phases			- Enquête publique ↓ - Passage en Comité départemental de l'Environnement des Risques Sanitaires et Technologiques
issue		Décision du préfet	Arrêté préfectoral

Précisément, il faut pour les différentes phases de démolition (reconstruction), analyser les rubriques de la Loi sur l'eau concernées (Chapitre ci-après). Ce sont celles-ci qui vont donner la marche à suivre quant aux procédures et contraintes à respecter.

Les **délais d'instruction** peuvent être relativement longs :

- 2 mois pour une déclaration (ou autorisation temporaire) ;
- 6 à 9 mois pour une procédure d'autorisation.

Les intervenants dans les deux régimes sont différents (avec ou sans enquête publique), et la procédure est donc plus longue et plus lourde dans le cas d'une autorisation. On comprend donc que les choix de modes de démolition doivent prendre en compte les paramètres de la Loi sur l'eau en tant que tels et aussi en terme de procédure (planning, mesures compensatoires, coût).

C'est pourquoi, il est fortement conseillé au maître d'ouvrage de se rapprocher du **service instructeur** - la Mission Inter-Services de l'Eau et de la Nature (MISEN) (au sein de la préfecture) - le plus en amont possible, au moins dès l'issue de l'étude de faisabilité, afin d'identifier tous les enjeux du milieu et les risques liés au projet de démolition.

Régime d'autorisation

Dans le régime de l'autorisation, le pétitionnaire doit obtenir au préalable le droit de réaliser une installation, un ouvrage, des travaux ou une activité par arrêté préfectoral, après en avoir fait la demande, en produisant un dossier comportant (voir contenu du dossier) :

- un certain nombre de renseignements sur le pétitionnaire et sur l'I.O.T.A. envisagé ;
- un document d'incidence (ou parfois une étude d'impact) ;
- une description des moyens de surveillance ou d'intervention en cas de danger.

Les étapes de la procédure sont destinées à assurer la sécurité juridique des autorisations délivrées.

La procédure d'autorisation est ouverte au public et contradictoire : il y a enquête publique, avec rapport du commissaire enquêteur.

Il y a aussi une enquête administrative auprès des différents services administratifs compétents.

Enfin, les éléments de ces enquêtes sont examinés en Comité Départemental l'Environnement des Risques Sanitaires et Technologiques.

À noter que si l'avis d'ouverture de l'enquête publique n'a pas été publié dans le délai de six mois à compter de la date à laquelle le dossier complet de la demande d'autorisation a été déposé, la demande est réputée rejetée.

Les travaux ne peuvent commencer avant délivrance de l'arrêté préfectoral d'autorisation.

L'arrêté préfectoral d'autorisation propre à chaque I.O.T.A. fixe les conditions de réalisation, d'aménagement et d'exploitation des ouvrages ou installations, d'exécution ou d'exercice de l'activité. Il fixe aussi la durée de validité de l'autorisation, les moyens de contrôle et de surveillance, notamment des effets sur l'eau et le milieu aquatique.

Régime de déclaration

Cette procédure se distingue essentiellement de la procédure d'autorisation par l'absence d'enquête publique, eu égard au moindre risque supporté par l'eau et le milieu aquatique.

La composition du dossier reste la même que pour l'autorisation. Le document d'incidences doit être adapté à l'importance du projet et de ses incidences sur l'eau et les milieux aquatiques. Il permet également de vérifier d'une part, la compatibilité du projet avec le SDAGE. et le SAGE. et d'autre part, que le projet ne porte pas, aux intérêts mentionnés à l'article L.211-1, une atteinte d'une gravité telle qu'aucune prescription ne permettrait d'y remédier.

Si le dossier est complet, le préfet adresse au déclarant, dans un délai de quinze jours suivant la réception de la déclaration, un récépissé de déclaration indiquant la date à laquelle, en l'absence d'opposition, l'opération projetée pourra être entreprise.

La délivrance de ce récépissé est de droit mais ne préjuge en rien de la suite donnée au dossier, appréciée à partir de l'examen des éléments de fond. Le récépissé est assorti d'une copie des prescriptions générales applicables à l'ouvrage ou à l'activité, lorsqu'elles existent.

Le service chargé de la police de l'eau examine alors la régularité du dossier de déclaration complet.

Accord sur la déclaration : 3 possibilités

- dans le délai de quinze jours, une décision explicite d'acceptation mentionnée dans le récépissé de déclaration, si la vérification de la complétude du dossier et de sa régularité a pu être effectuée ;
- dans le délai de deux mois, une décision explicite d'acceptation notifiant l'accord du préfet ;
- à l'issue du délai de deux mois, une décision implicite d'acceptation manifestant l'accord tacite du préfet.

Dans les trois cas, ces décisions permettent le démarrage de l'opération.

L'opposition à déclaration

Si l'opération est incompatible avec le S.D.A.G.E / S.A.G.E. ou porte aux intérêts mentionnés à l'article L.211-1 une atteinte d'une gravité telle qu'aucune prescription ne permettrait d'y remédier le préfet s'oppose à la déclaration, dans un délai de 2 mois à compter de la date de réception du dossier de déclaration par l'autorité compétente. Cette décision d'opposition doit être motivée.

Avant tout recours contentieux le déclarant qui se verra notifier une opposition devra saisir le préfet d'un recours gracieux et pourra se faire entendre devant le conseil départemental de l'environnement et des risques sanitaires et technologiques.

Nota : En cas d'autorisation et de déclaration au titre de la réglementation des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement, seule la procédure installations classées s'applique.

Procédure allégée d'autorisation temporaire

Autorisation temporaire (article R214-23) : pour des activités présentant un caractère temporaire et sans effet important et durable sur le milieu naturel, il est possible de demander une autorisation temporaire, sans enquête publique, pour une durée d'activité maximale de 6 mois, renouvelable une fois.

La demande ne fait pas l'objet d'une enquête publique mais est soumise pour avis au conseil départemental de l'environnement et des risques sanitaires et technologiques.

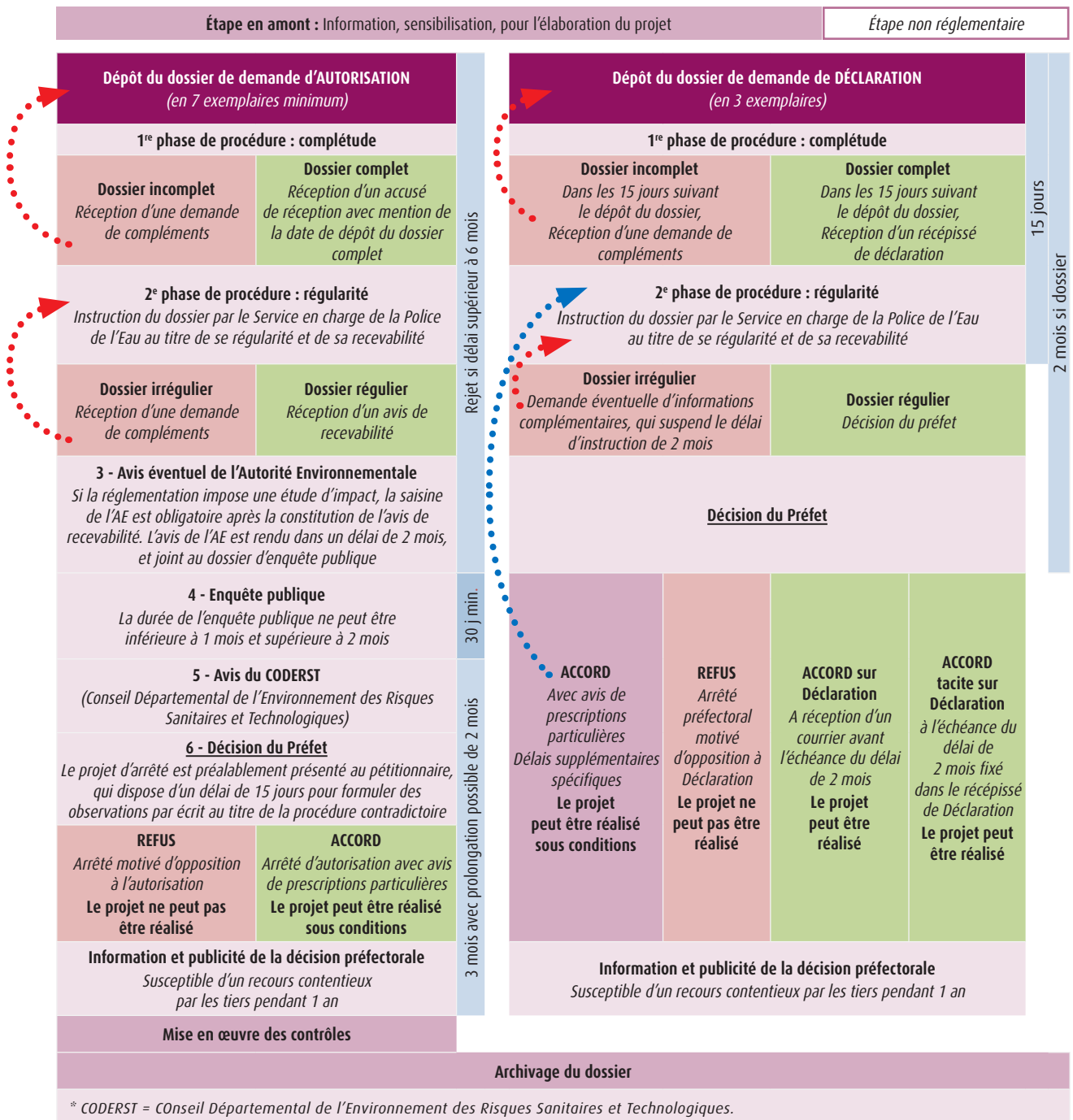
Le silence gardé plus de six mois à compter de la réception de la demande vaut décision de rejet.

Ceci s'applique par exemple pour une démolition-reconstruction qui n'apporte pas de changement (appuis, intrados tablier) à l'issue des travaux. Le maître d'ouvrage s'efforcera autant que possible à ce que les ouvrages « de chantier » (remblais, aménagement de berges, etc.) n'impactent que temporairement le site pour une durée inférieure à 12 mois.

Logigrammes des 2 procédures :

Logigramme « autorisation »

Logigramme « déclaration »



Nota : Les intervenants sont différents (enquête publique), et la procédure est donc plus longue et plus lourde dans le cas d'une autorisation. On comprend donc que les choix de modes de démolition doivent prendre en compte les paramètres de la Loi sur l'eau en tant que telle et aussi en tant que procédure (planning, mesures compensatoires, coût).

Contenu du dossier

Le contenu du dossier d'autorisation au titre de la Loi sur l'eau est défini à l'article R 214-6 du Code de l'environnement. Le contenu du dossier de déclaration est défini à l'article R 214-32 du Code de l'environnement mais il est « quasiment » identique.

Il comprend :

- la présentation du pétitionnaire ;
- l'emplacement des travaux ;
- la nature, la consistance, le volume et l'objet des travaux ;
- un document d'incidences (ou étude d'impact) indiquant ;
 - les incidences directes et indirectes, temporaires et permanentes, du projet sur la ressource en eau, le milieu aquatique, l'écoulement, le niveau et la qualité des eaux ;
 - l'évaluation des incidences du projet sur un ou plusieurs sites Natura 2000 ;
 - la justification de la compatibilité du projet avec le schéma directeur ou schéma d'aménagement et de gestion des eaux et avec les dispositions du plan de gestion des risques d'inondation ;
 - les mesures correctives ou compensatoires envisagées.
- les moyens de surveillance et d'intervention en cas d'incident ou accident prévisibles ;
- les éléments graphiques (plans, cartes) associés.

Le document d'incidences doit obligatoirement être joint à tout dossier de déclaration ou d'autorisation au titre du Code de l'environnement. Son objectif est d'analyser les incidences de l'opération projetée (IOTA : Installation, Ouvrage, Travaux ou Activité) sur la ressource en eau et le milieu aquatique dans toutes leurs composantes (écoulement, qualité, quantité, etc.), ainsi que sur le fonctionnement des éléments mentionnés à l'article L211-1 du Code de l'environnement (dont les écosystèmes aquatiques).

L'étude d'impact se substitue au document d'incidences lorsque la réglementation l'exige. Elle est plus détaillée et complète que le document d'incidences car elle aborde d'autres problématiques que celle de l'eau et des milieux aquatiques (air, santé humaine, etc.) mais vise les mêmes objectifs. Elle est obligatoire pour les aménagements, ouvrages et travaux, en général plus complexes, listés à l'annexe de l'article R122-2 CEnv, quel que soit le coût de leur réalisation.

3.1.3 - Exemples de prise en compte de la Loi sur l'eau sur les travaux

Il s'agit ci-après de donner, grâce à quelques exemples courants, des indications de conséquences du milieu hydraulique et de la Loi sur l'eau sur les contraintes imposées aux travaux lors d'un chantier de démolition de pont.

Accès dans le lit mineur. Cet accès est nécessaire par la démolition du tablier et de piles dans le lit mineur. On peut envisager l'accès pour faire ces démolitions :

- à partir de barges ;
- à partir d'un ponton avec appuis provisoires ;
- ou enfin de remblais (cas traité ci-après).

La réalisation des travaux à partir de barges est transparente car l'impact d'un ponton se réduit à ses appuis provisoires.



Figure 280 : Ponton d'accès provisoire (impact minimisé sur les milieux aquatiques et sur l'hydraulique)



Figure 281 : Plateforme flottante (caissons assemblés) sur appuis à fonder : permet l'accès et le travail d'engins (impact minimisé sur les milieux aquatiques et sur l'hydraulique)

Remblais. Les remblais d'accès aux appuis dans le lit mineur, rendus nécessaires à la démolition sont considérés comme temporaires (si démontés en fin de chantier).

Leur présence dans le lit est souvent soumise à la contradiction de n'être possible ni pendant la période de risque d'inondation, ni pendant la période de reproduction piscicole (en général l'étiage). Ces remblais sont généralement phasés : un premier remblai partiel à partir d'une rive pour accéder à la moitié d'ouvrage, puis démontage de ce remblai avant réalisation du second remblai à partir de l'autre rive. L'altimétrie de ces remblais est calée pour autoriser la submersion en cas de forte inondation, en se basant sur le calcul et la modélisation hydraulique des conséquences en amont, l'altimétrie étant calculé pour le risque inondation (remblai bas). Une autre possibilité est de faire un remblai avec des buses.

Les matériaux du remblai doivent être compatibles avec une utilisation en cours d'eau (à la fois de par leur nature exempte de tout risque de pollution, et de leur blocométrie adapté aux forces hydrauliques).

Les remblais peuvent être des remblais busés (buses accolées surmontées d'une couverture de remblais), ce qui permet une certaine transparence hydraulique (On veillera à ce que le géotextile de séparation, mis en œuvre en partie inférieure, soit bien ancré pour qu'il ne vienne pas boucher les buses lors des forts débits).



Figure 282 : Demi remblai jusqu'à mi-travée, situation normale



Figure 283 : Lors d'une inondation : le matériel est en cours d'évacuation, le remblai calé pour être submersible

Rejets. Une absence de rejets dans les cours d'eau est imposée, qu'ils soient issus de l'ouvrage (gravats, eau chargée de laitance) ou dus au chantier ou engins de chantier, ce qui impose des dispositifs de recueils (bâches, platelage local ou général, barge) sous ouvrage et sur l'ensemble du chantier. Le chantier doit comprendre :

- des dispositifs contre d'éventuelles pollutions du milieu ;
- des dispositifs contre les chutes de matériaux de démolition dans le lit mineur.



Figure 284 : Nécessité de prévoir un bac de rétention étanche sous le groupe électrogène pour éviter une pollution des sols par hydrocarbure lors du remplissage du réservoir



Figure 285 : Assainissement provisoire (sous-dimensionné ici) par bottes de paille (qui doivent être décompactés)



Figure 286 : Dispositif de décantation-filtration provisoire de chantier (géotextile + cailloux)



Figure 287 : Local avec compartiments étanches pour stockage des produits polluants



Figure 288 : Aménagement d'aire de lavage des toupies (lavage « sauvage » dans les cours d'eau strictement interdit)

Prélèvements. Gestion des prélèvements d'eau en rivière.



Figure 289 : Exemple de prélèvement autorisé uniquement si le niveau d'eau est supérieur à un seuil fixé, en conformité avec le dossier « Loi sur l'eau » (repère sur une tige jaugée plantée dans le lit du ruisseau)

Dragages. Des dragages peuvent être prévus pour permettre les accès d'engins flottant (barges, bigues). Les produits de dragage doivent être analysés très en amont pour statuer sur leur filière (DI, DNIND, DD). Pour des raisons d'écoulement hydraulique, le préfet peut décider qu'à l'issue des travaux, le lit soit laissé en l'état ou reconstitué.



Figure 291 : Dragage préalable à l'amenée d'une bigue fluviale

Modification des berges (débroussaillage, enrochement, ponton). Sauf à ce qu'un ponton ou les enrochements puissent intéresser un aménageur, et être validé par le dossier Loi sur l'eau, les berges sont reconstituées, y compris replantées d'espèces spécifiées.



Figure 292 : Berges remblayées et création d'un ponton d'accostage pour la bigue, et la dépose des tronçons d'ouvrage démoli

Installations de chantier. Celles-ci sont sur une zone à faible risque d'inondation (cf. Figure 293). De même les matériels, matériaux, produits à risques sont stockés sur une zone à faible risque d'inondation ou sont très rapidement évacuables.



Figure 294 : Poste électrique provisoire de chantier situé en zone inondable, et positionné au-dessus du niveau de crue

Figure 293 : Installations de chantier inondées

Mesures de surveillance - prélèvement et analyse d'eau.



Figure 295 : Prélèvement hydrobiologique en rivière pour suivre l'impact sur les milieux aquatiques

Ci-contre et ci-dessous, trois types de mesures de surveillance, auquel il faudrait ajouter celles relatives au risque de crue



Figure 296 : Mesure de turbidité avec le disque de Secchi©



Figure 297 : Prélèvement d'eau à des profondeurs différentes pour l'analyse des matières en suspension©

3.1.4 - Conséquences pratiques de la Loi sur l'eau dans la conduite du projet

Au niveau de l'étude de faisabilité

Il est important dans cette étude (qui correspond à l'étude préliminaire d'un ouvrage d'art non courant c'est à dire au niveau APS) de prendre en compte les contraintes du milieu hydraulique et de l'application de la Loi sur l'eau pour élaborer et comparer les scénarios des différentes solutions techniques.

Pour une prise en compte correcte, il convient de se rapprocher du service instructeur (DDT) et de s'adjoindre dès ce stade des études l'assistance d'un BE ou d'une unité interne spécialisés qui pourront assurer le montage du dossier « Loi sur l'eau ». Idéalement, les études hydrauliques sont conduites avant le commencement de l'étude technique ou bien cette dernière est itérative.

Les études identifient les cours d'eau concernés et les enjeux hydroécologiques. Ceci permet d'établir les principales contraintes de calage du projet et des installations ainsi que les obligations de débit minimal à maintenir et de dimensionnement des ouvrages en fonction de la période de retour retenue du débit du cours d'eau.

Les études doivent préciser la nature des enjeux des formations naturelles ainsi que leurs sensibilités/vulnérabilités.

Les principes suivants devront être respectés :

- *non-dégradation de la situation existante vis-à-vis des risques d'inondation* : l'aménagement ne doit en aucun cas provoquer la submersion d'un niveau plancher non inondé initialement par une crue de référence. L'exhaussement de la ligne d'eau, en considérant la crue de référence, doit être limité au maximum. « À la suite d'un aménagement, il ne pourra pas y avoir en zone à forts enjeux d'exhaussement de la ligne d'eau supérieur à la précision du modèle ». Une tolérance un peu plus large que la précision du modèle, à apprécier en fonction de chaque situation particulière, peut-être acceptée :
 - lorsque l'impact sur les hauteurs d'eau intervient hors de ces zones à forts enjeux ;
 - lorsque, dans les zones à forts enjeux le seuil de précision du modèle ne peut pas être atteint par des mesures correctrices sans porter gravement préjudice à d'autres intérêts environnementaux, ou du fait du niveau d'extrême contrainte du secteur, à condition que tous les tracés alternatifs aient été étudiés et que tout soit entrepris pour minimiser le dépassement du seuil ;
- *maintien des conditions d'écoulement* : si l'aménagement intercepte longitudinalement les axes d'écoulement du cours d'eau, ce qui est souvent le cas lorsqu'il s'agit de remblais partiels ou d'appuis dans un cours d'eau, il ne devra en aucun cas empiéter sur la zone inondable définie par la crue décennale (respect du libre écoulement de la crue, respect de l'espace de divagation du cours d'eau) ou sur toute zone couverte par plus de deux mètres d'eau par la crue de référence (respect de la capacité d'expansion de la crue) ;
- *préservation* de la morphologie du lit du cours d'eau ;
- *respect du milieu aquatique* : hydrobiologie, faune, flore, écosystèmes et zones humides, ressource en eau ;
- *qualité des eaux* : superficielles, souterraines, ruissellement.

Au niveau de l'étude de projet

Le parti de démolition a été choisi. Le projet de démolition reprend et détaille les prescriptions imposées ; il fournit également les éléments nécessaires pour la constitution du dossier police de l'eau.

Ce dossier fige les options d'aménagement prises et étudie les phases provisoires durant le chantier (assainissement, accès, etc.).

S'il n'est pas possible de fixer les données du projet de façon suffisamment précise lors de l'étude de faisabilité, c'est alors au stade projet que le dossier « Loi sur l'eau » est élaboré et est remis en préfecture tout en sachant qu'un refus, une demande de complément peut remettre en cause ce projet. Dans ce cadre, l'élaboration du dossier doit intégrer des échanges avec le service instructeur.

Au niveau du DCE :

Les dispositions précises conformes au dossier Loi sur l'eau instruit, sont prévues et intégrées dans les documents contractuels.

Les variantes ou dispositions qui peuvent remettre en cause les contraintes imposées ne sont pas admises ; ou alors si elles sont admises pour certaines contraintes qui résultent des procédés d'entreprises et si c'est l'intérêt du maître d'ouvrage, l'entreprise doit faire les démarches nécessaires : ce cas se limite exclusivement au cas où le régime de déclaration s'applique sans ambiguïté. Toutes ces dispositions éventuelles sont précisées au règlement de consultation.

Il convient de joindre au DCE une notice environnement, pièce contractuelle qui permet à l'entreprise de connaître les enjeux environnementaux identifiés lors des études préalables.

Le choix de la période de réalisation des travaux est souvent imposé ; l'entreprise doit alors en tenir compte dans son programme de réalisation. Selon le niveau de précision des études lors de l'enquête Loi sur l'eau, il peut aussi y avoir des phases détaillées imposées.

Le jugement des offres doit prévoir l'intégration de critères relatifs à la prise en compte des enjeux environnementaux traduite dans un Sopae (Schéma d'organisation du plan assurance environnement). Il va de soi que le critère de « respect de la loi » n'en est pas un. Toute proposition non conforme est, de droit, rejetée.

Il est utile que le CCAP prévoit des pénalités à appliquer dans le cas où certaines clauses de la notice environnementale (prescriptions Loi sur l'eau) ne seraient pas respectées. Ces pénalités doivent rester raisonnables pour être applicables.

Il est cependant plus efficace et motivant d'inclure, à la charge de l'entreprise, un ensemble de mesures de surveillance de l'efficacité de la préservation du milieu (turbidité, analyse des matières en suspension, etc.), des épreuves de convenances, etc.

Au niveau du CCTP, il convient d'intégrer les obligations suivantes :

Ouvrages provisoires en site aquatique

La réalisation des ouvrages provisoires relève des mêmes règles d'exécution que les ouvrages définitifs. Cependant des hypothèses spécifiques (moins sévères) peuvent être prévues selon la durée de service de ces ouvrages et des charges effectives qu'ils sont susceptibles de supporter, sauf pour ce qui concerne les sollicitations accidentelles.

Les « dérogations » éventuelles ne peuvent en aucun cas être opposables aux obligations de la Loi sur l'eau.

Pour plus de détail, on se reportera au guide technique Sétra « Cours d'eau et ponts », juillet 2007

Le dimensionnement est justifié à l'état limite de service, dans le cas d'un ouvrage provisoire dont une partie est destinée à rester incorporée à l'ouvrage définitif et aux états-limites ultimes de stabilité propre et de résistance pour chaque élément structural ou de stabilité générale au grand glissement pour l'ensemble de la structure. Ces ouvrages, soumis ou non au visa (le visa est recommandé), devront faire l'objet d'un examen attentif par le maître d'œuvre ; les réserves éventuelles sur l'ouvrage provisoire ou son mode de réalisation, seront formulées le plus tôt possible.

Dans le cas où les ouvrages provisoires relèvent de techniques de blindages ou de batardeaux en rivière (constitués de rideaux de palplanches ou de digues en terre), le maître d'œuvre doit s'assurer des conditions d'étanchéité et de stabilité de ces structures. Pour leur exécution et leur dimensionnement on se reportera aux documents suivants : cf. liste dans le guide technique Sétra « Cours d'eau et ponts » 2007 + Eurocodes.

Lorsque ces ouvrages provisoires (par exemple des palées) sont mis en œuvre à proximité d'une voie de navigation, ils doivent être dimensionnés selon les mêmes règles que les ouvrages définitifs, vis-à-vis du choc des bateaux de la classe la plus élevée, autorisée à circuler sur cette voie. Cependant, il faut mettre en garde le lecteur sur le fait que la mise en place de palées provisoires à proximité des chenaux de navigation pose deux problèmes majeurs :

- le risque de choc est beaucoup plus élevé sur un ouvrage ponctuel « inattendu » que sur un ouvrage définitif repéré par les navigants même si cet ouvrage est seulement en bordure du chenal ;
- la reprise de chocs de bateaux par des palées provisoires légères est quasiment impossible à assurer ; en outre, l'ouvrage qu'elles supportent est souvent vulnérable vis-à-vis d'effets dynamiques notamment dans le sens horizontal. Il y a là un risque d'accident majeur.

La seule réduction de la largeur du chenal de navigation n'est pas une garantie suffisante compte tenu du risque de dérive des barges.

Aussi, l'alternative est de réaliser des ouvrages de protection provisoires (ducs d'albes) afin de protéger les ouvrages provisoires des chocs éventuels ; il en résulte souvent une réduction du gabarit de navigation pendant les travaux. La mise en place d'alternats ou de dispositions de signalisation doit faire l'objet d'études spécifiques (trajectographies, avis de personnels de navigation, des services concernés, etc.). Dans ces conditions, il faut plutôt déconseiller de disposer des ouvrages provisoires à proximité de chenaux de navigation en service.

Protection du cours d'eau - Rejets

Mesures générales de protection

Les mesures générales de protection en cours de chantier concernent essentiellement les aménagements réalisés pour l'exécution des travaux dans le lit de la rivière (terrassements, plateformes de travail, fouilles, dérivation provisoire, busages, passages à gué, estacades, etc.) ou pour la commodité des conditions de vie sur le site (bureaux, base de vie, sanitaires et réfectoires, etc.).

Dans le premier cas, il s'agira de recueillir, par des fossés périphériques, les eaux de ruissellement afin de les traiter (décantation) avant rejet. Dans le second cas, il sera nécessaire de réaliser un système d'assainissement particulier, redirigé vers une unité de traitement adaptée ou vers une cuve de stockage régulièrement vidangée.

Mesures à prendre vis-à-vis des laitances, vis-à-vis des produits de forage

(cf. Guide technique Sétra « Cours d'eau et ponts », 2007)

Mesures à prendre vis-à-vis des hydrocarbures

L'omniprésence d'engins tirant leur énergie des hydrocarbures rend l'efficacité des mesures de protection extrêmement contraignante à atteindre. On s'attachera donc à centraliser la gestion de la pollution (atelier mécanique, citernes de stockage des carburants, zone de ravitaillement des engins, aires de lavage) aussi loin que possible du cours d'eau et en appliquant les dispositions préconisées par le document Sétra-Lcpc « Prise en compte de la législation sur l'eau et les milieux aquatiques lors de la réalisation des chantiers routiers ». Il devra être prévu, au voisinage de chaque point principal d'utilisation d'hydrocarbures, un dépôt de produits absorbants adaptés au type d'intervention, en cas de fuite.

Mesures à prendre vis-à-vis de polluants

Certaines matières dangereuses sont spécifiques aux chantiers de démolition ou d'entretien-réparation. C'est le cas de l'amiante et du plomb. On se reportera aux chapitres du guide consacrés à ces polluants qui ne doivent faire l'objet d'aucun rejet.

Au niveau du chantier

Le maître d'ouvrage et le maître d'œuvre veillent à l'application de toutes les mesures de surveillance.

Les mesures de surveillance concernent notamment (liste non exhaustive) :

- les prévisions de crues et les mesures de sauvegardes qu'il est prévu d'appliquer (procédures effectives : évacuation matériels, arrêts travaux, etc.) ;
- les lâchers de barrages, etc. ;
- la surveillance du cours d'eau (vérification des filtres avant rejets, prélèvements et mesures des matières en suspension (ou autres analyses).

3.1.5 - Aspect juridiques

Il est utile de rappeler les responsabilités et risques pénaux associés au non-respect des dispositions réglementaires.

- *article L. 216-6 du Code de l'environnement* : « Le fait de jeter, déverser ou laisser s'écouler dans les eaux superficielles, souterraines ou les eaux de la mer dans la limite des eaux territoriales, directement ou indirectement, une ou des substances quelconques dont l'action ou les réactions entraînent, même provisoirement, des effets nuisibles sur la santé ou des dommages à la flore ou à la faune, à l'exception des dommages visés aux articles L.218-73 et L. 432-2, ou des modifications significatives du régime normal d'alimentation en eau ou des limitations d'usage des zones de baignade, est puni de deux ans d'emprisonnement et de 75 000 euros d'amende.

Lorsque l'opération de rejet est autorisée par arrêté, les dispositions de cet alinéa ne s'appliquent que si les prescriptions de cet arrêté ne sont pas respectées. »

- *article L. 432-2 du Code de l'environnement* : « Le fait de jeter, déverser ou laisser s'écouler dans les eaux mentionnées à l'article L. 431-3, directement ou indirectement, des substances quelconques dont l'action ou les réactions ont détruit le poisson ou nuit à sa nutrition, sa reproduction ou sa valeur alimentaire, est puni de 2 ans d'emprisonnement et de 18 000 euros d'amende. » ;
- *article L. 432-3 du Code de l'environnement* : « Le fait de détruire les frayères ou les zones de croissance ou d'alimentation de la faune piscicole est puni de 20 000 euros d'amende, à moins qu'il ne résulte d'une autorisation ou d'une déclaration dont les prescriptions ont été respectées ou de travaux d'urgence exécutés en vue de prévenir un danger grave et imminent. »

En cas d'infraction la responsabilité pénale de l'entreprise qui a réalisé les travaux pourra être recherchée au même titre que celle du maître d'ouvrage ou du maître d'œuvre.

3.1.6 - Bibliographie et sources

Code de l'environnement (en vigueur au 1^{er} juillet 2014).

Guide « l'eau et la route » direction des routes, 2004.

Guide technique Sétra « Nomenclature de la Loi sur l'eau - Application aux infrastructures routières », 2004.

Guide technique Sétra « Chantiers routiers et préservation du milieu aquatique - management environnemental et solutions techniques », 2007.

Guide technique Sétra « Cours d'eau et ponts », 2007.

Site Internet DDT32, fiches thématiques, mises à jour 2011-2012.

3.2 - Évaluation environnementale

(Source : <http://www.developpement-durable.gouv.fr/L-evaluation-environnementale-qu.html>) (Source : site Internet DDT32, fiches thématiques, mises à jour 2011-2012) (Source : Instruction technique relative aux modalités d'élaboration des opérations d'investissement et de gestion sur le réseau routier national) (Source : Textes de référence : articles L122-1 à L122-3-5 et R122-1 à R122-15 du Code de l'environnement)

Par manque de recul et de jurisprudence, nous ne pouvons, à la rédaction de ce guide, être formels sur le fait que la démolition d'un pont soit soumise ou non à évaluation environnementale. Cela peut être le choix du maître d'ouvrage et par ailleurs, une démolition est souvent incluse dans une opération plus importante. À toute fin utile, nous retraçons ci-dessous cette procédure.

L'évaluation environnementale est une démarche visant à intégrer l'environnement dans l'élaboration d'un projet, d'un document de planification ou d'un plan ou programme, et ce dès les phases amont de réflexions.

L'évaluation environnementale est toujours réalisée par ou sous la responsabilité du maître d'ouvrage du projet.

Chaque maître d'ouvrage peut avoir ses propres procédures et objectifs environnementaux qu'il conviendra d'intégrer dans le cheminement de l'évaluation environnementale.

L'environnement doit y être appréhendé dans sa globalité : population, faune, flore, habitats naturels, sites et paysages, biens matériels, facteurs climatiques, continuités écologiques, équilibres biologiques, patrimoine, sol, eau, air, bruit, espaces naturels, agricoles, forestiers, maritimes et de loisirs, ainsi que les interactions entre ces éléments.

Les textes relatifs à l'évaluation environnementale établissent une liste des projets qui doivent faire l'objet d'une évaluation environnementale (respectivement le tableau annexé à l'article R. 122-2 du Code de l'environnement, l'article R. 122-17 du Code de l'environnement et l'article R. 121-14 du Code de l'urbanisme).

En se basant sur le tableau figurant en annexe à l'article R.122-2 (ci-dessous l'extrait concernant les ponts), le maître d'ouvrage doit apprécier si son projet relève de l'une ou de l'autre des deux procédures suivantes :

- la procédure pour les opérations obligatoirement soumises à étude d'impact ;
- la procédure d'examen au cas par cas. Cette procédure porte sur la nécessité de réaliser ou non une étude d'impact en fonction de la nature du projet, de sa localisation ou de la sensibilité du milieu. À cette fin, un formulaire de demande d'examen au cas par cas doit être rempli par les porteurs de projets et adressé à l'autorité environnementale.

Nature / Caractéristiques techniques / Sensibilité du milieu		
	Cas par cas	Etude d'impact automatique
	Décision de l'autorité environnementale . sensibilité environnementale du milieu . incidence potentielle du projet	
<i>Exemples : CATÉGORIES D'AMÉNAGEMENTS, d'ouvrages et de travaux (Extraits de l'annexe du décret) 7^e Ouvrages d'art</i>		
	a) Ponts d'une longueur inférieure à 100 m	a) Ponts d'une longueur supérieure à 100 m
	b) Tunnels et tranchées couvertes d'une longueur inférieure à 300 m	b) Tunnels et tranchées couvertes d'une longueur supérieure à 300 m

L'autorité environnementale

La désignation de l'autorité administrative de l'État compétente en matière d'environnement est prévue par le décret n° 2009-496 du 30 avril 2009 et la circulaire du 3 septembre 2009 relative à la préparation de l'avis de l'Autorité environnementale.

Les avis rendus par l'Autorité environnementale portent sur la qualité de l'évaluation environnementale faite par le maître d'ouvrage et sur la prise en compte de l'environnement par ce projet. Il vise également à garantir la bonne information du public sur les enjeux environnementaux et sanitaires.

Examen au cas par cas, formulaire à renseigner

Il appartient au maître d'ouvrage de remplir le formulaire d'examen au cas par cas (Cerfa 14734*01) de manière précise et circonstanciée, dans la mesure où les informations y figurant doivent permettre à l'Autorité environnementale d'apprécier les incidences éventuelles du projet sur l'environnement et la santé humaine, et de décider en conséquence si une étude d'impact doit être réalisée.

Examen au cas par cas, délai d'instruction

L'Autorité environnementale dispose d'un délai de 35 jours pour prendre sa décision, à compter de la réception du formulaire complet, pour informer, par décision motivée, le porteur de projet de la nécessité ou non de réaliser une étude d'impact. L'autorité environnementale peut retourner les formulaires si certains renseignements ou pièces sont manquants, dans un délai de 15 jours à compter de sa réception. Une absence de réponse dans ce délai vaut décision implicite de réaliser une étude d'impact.

Ce formulaire n'est pas applicable aux installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE).

Étude d'impact, cadrage préalable

Le pétitionnaire peut demander à l'autorité compétente un avis, appelé cadrage préalable, sur le degré de précision des informations à fournir dans l'étude d'impact, ainsi que les zonages, schémas et inventaires relatifs au projet.

Dans sa demande, le pétitionnaire doit fournir au minimum les éléments suivants : les principaux enjeux environnementaux, les principaux impacts du projet, et, le cas échéant, les informations relatives au programme de travaux dans lequel le projet s'insère. L'autorité compétente saisit ensuite l'autorité environnementale de la demande de cadrage préalable (articles L.122-1-2 et R.122-4 du Code de l'environnement).

Étude d'impact, saisine de l'autorité environnementale et délai d'instruction

L'Autorité environnementale dispose d'un délai de trois mois pour rendre son avis, à compter de la date à laquelle elle accuse réception du dossier d'études d'impact transmis. En l'absence de réponse dans ce délai, l'avis est réputé tacite et favorable.

3.2.1 - Contenu des dossiers d'évaluation environnementale

(Textes de référence : articles L.122-1 à L.122-3 et R.122-5 du Code de l'environnement)

Le dossier d'étude d'impact

Le contenu de l'étude d'impact est proportionné à la sensibilité environnementale de la zone affectée par le projet, à l'importance et à la nature des travaux et à ses incidences prévisibles sur l'environnement et la santé humaine. Le contenu plus précis de ce dossier est décrit à l'article R.122-5 du Code de l'environnement.

Domaines couverts - L'étude d'impact doit couvrir l'ensemble des domaines liés à l'environnement du projet :

- risques naturels et technologiques ;
- eau, sols ;
- air : éléments susceptibles d'affecter la qualité de l'air (exemple : pollution de l'air, salissures, poussières, émission polluantes des moteurs des engins de chantier) ;
- bruit : impact du bruit sur les riverains du chantier en termes de gêne, sur les travailleurs en terme de santé ;
- vibrations ;
- biodiversité (faune, flore), les habitats naturels remarquables (Natura 2000), les continuités écologiques, les équilibres biologiques (Exemples : dérangement temporaire de la faune utilisant les milieux situés à proximité des travaux avec arrêt potentiel de la fréquentation du site par les espèces les plus sensibles, etc., destruction d'habitats, d'écosystèmes et d'espèces animales et végétales dans l'emprise du chantier, etc., pollution des sols et des eaux) ;
- les facteurs climatiques ;
- la santé humaine ;
- le patrimoine culturel et archéologique ;
- les sites et paysages et les interactions entre ces facteurs ;
- la population ;
- les espaces naturels, agricoles, forestiers, maritimes ou de loisirs, etc. ;
- les biens matériels.

Le document d'incidences

Le contenu du document d'incidences est fonction de l'importance des travaux et aménagements projetés et de leurs impacts prévisibles sur l'environnement.

Domaines couverts : la ressource en eau, le milieu aquatique, l'écoulement, le niveau et la qualité des eaux, y compris de ruissellement, et ce en fonction : des procédés mis en œuvre, des modalités d'exécution des travaux ou de l'activité, du fonctionnement des ouvrages ou installations, de la nature, de l'origine et du volume des eaux utilisées ou affectées, des variations saisonnières et climatiques.

3.3 - Rubrique ICPE

(Source : <http://www.installationsclassees.developpement-durable.gouv.fr/-Installation-classee-.html>)

Un projet de démolition d'ouvrage d'art peut être assujéti à la réglementation concernant les ICPE (Installations Classées pour la Protection de l'Environnement - Livre V - Tit 1^{er}- article L.511 à L.517 du Code de l'environnement) suivant les installations auxquelles il fera appel (par exemple, une installation de concassage).

Les activités relevant de la législation des ICPE sont énumérées dans une nomenclature qui les soumet à un régime de déclaration, d'enregistrement ou d'autorisation, en fonction de l'importance des risques ou des inconvénients qui peuvent être engendrés :

- **déclaration** : pour les activités les moins polluantes et les moins dangereuses. Une simple déclaration en préfecture est nécessaire. Symbole (D) pour déclaration (un C peut être ajouté si l'installation est soumise au contrôle périodique par organisme agréé) ;

- **enregistrement** : conçu comme une autorisation simplifiée visant des secteurs pour lesquels les mesures techniques pour prévenir les inconvénients sont bien connues et standardisées. Ce régime a été introduit par l'ordonnance n°2009-663 du 11 juin 2009 et mis en œuvre par un ensemble de dispositions publiées au JO du 14 avril 2010. Symbole (E) pour enregistrement ;
- **autorisation** : pour les installations présentant les risques ou pollutions les plus importants. L'exploitant doit faire une demande d'autorisation avant toute mise en service, démontrant l'acceptabilité du risque. Le préfet peut autoriser ou refuser le fonctionnement. Symbole (A) pour autorisation, (AS) pour autorisation avec servitude d'utilité publique.

Le régime peut être une **autorisation temporaire** si la durée de fonctionnement est de 6 mois renouvelable 1 fois (donc durée maxi de 1 an) (Art R512-37).

La nomenclature des installations classées est divisée en deux catégories de rubriques :

- l'emploi ou stockage de certaines substances (ex. : toxiques, dangereux pour l'environnement, etc.).
- le type d'activité (ex. : agroalimentaire, bois, déchets, etc.).

Une installation classée peut être visée par plusieurs rubriques. C'est le régime de la rubrique le plus contraignant qui s'applique.

Chaque rubrique est identifiée par un numéro à 4 chiffres dont les 2 premiers caractérisent la famille de substance ou d'activité (cf. tableau ci-dessous). Chaque rubrique propose un descriptif de l'activité ainsi que les seuils éventuels pour lesquels sont définis un régime de classement. Il peut exister plusieurs seuils pour une même sous-rubrique.

Substances et préparations	Branches d'activités	Activités relevant de la directive sur les émissions industrielles
11 XX : Toxiques 12 XX : Combustibles 13 XX : Explosifs 14 XX : Inflammables 15 XX : Combustibles 16 XX : Corrosives 17 XX : Radioactifs 18 XX : Réactifs à l'eau	21 XX : Activités agricoles, animaux 22 XX : Agroalimentaire 23 XX : Textiles, cuirs, peaux 24 XX : Bois, papier, carton, imprimerie 25 XX : Matériaux, minerais et métaux 26 XX : Chimie, parachimie 27 XX : Déchets 29 XX : Divers	3 xxx

Figure 297

La législation des installations classées confère à l'État des pouvoirs d'autorisation ou de refus d'autorisation de fonctionnement d'une installation, de réglementation (imposer le respect de certaines dispositions techniques, autoriser ou refuser le fonctionnement d'une installation), de contrôle, de sanction.

Sous l'autorité du Préfet, ces opérations sont confiées à l'Inspection des Installations Classées (les inspecteurs des IC étant des agents assermentés de l'État).

Lors de la préparation du chantier, il faut donc vérifier ou obtenir les autorisations selon la loi sur les ICPE, d'après leur rubrique. La nomenclature des installations classées est publiée au Journal Officiel et reprise dans la brochure n°1001 des journaux officiels. Elle peut être consultée auprès de la Chambre de Commerce et d'Industrie, de la Préfecture ou de la DREAL. Le MEDDE édite une brochure mise à jour à chaque modification :

(http://www.ineris.fr/aida/liste_documents/1/18023/1). (NOTA: le Décret n° 2014-285 du 03/03/14 modifiant la nomenclature des installations classées pour la protection de l'environnement à partir du 01/01/2015)

Rubriques ICPE (pouvant concerner une opération de démolition)

(Annexe (4) à l'article R511-9)

Exemples (pouvant se rencontrer en travaux de démolition de pont)	Détail rubrique Code, libellé, seuils et procédures																																					
Installation de criblage/concassage (par exemple installation temporaire de concassage pour réduire sur place les blocs de béton)	2515 - Broyage, concassage, criblage, ensachage, pulvérisation, nettoyage, tamisage, mélange de pierres, cailloux, minerais et autres produits minéraux naturels ou artificiels ou de déchets non dangereux inertes <table border="1" data-bbox="419 432 1410 842"> <tr> <td data-bbox="419 432 1294 521">1. Installations de broyage, concassage, criblage, ensachage, pulvérisation, nettoyage, tamisage, mélange de pierres, cailloux, minerais et autres produits minéraux naturels ou artificiels ou de déchets non dangereux inertes, autres que celles visées par d'autres rubriques et par la sous-rubrique 2515-2. La puissance installée des installations, étant :</td> <td colspan="2" data-bbox="1294 432 1410 521">procédures</td> </tr> <tr> <td data-bbox="419 521 1294 566">a) supérieure à 550 kW</td> <td colspan="2" data-bbox="1294 521 1410 566">(A-2)</td> </tr> <tr> <td data-bbox="419 566 1294 611">b) supérieure à 200 kW, mais inférieure ou égale à 550 kW</td> <td colspan="2" data-bbox="1294 566 1410 611">(E)</td> </tr> <tr> <td data-bbox="419 611 1294 656">c) supérieure à 40 kW, mais inférieure ou égale à 200 kW</td> <td colspan="2" data-bbox="1294 611 1410 656">(D)</td> </tr> <tr> <td data-bbox="419 656 1294 745">2. Installations de broyage, concassage, criblage, mélange de pierres, cailloux, minerais et autres produits minéraux naturels ou artificiels ou de déchets non dangereux inertes extraits ou produits sur le site de l'installation, fonctionnant sur une période unique d'une durée inférieure ou égale à six mois. La puissance installée des installations, étant :</td> <td colspan="2" data-bbox="1294 656 1410 745"></td> </tr> <tr> <td data-bbox="419 745 1294 790">a) supérieure à 350 kW</td> <td colspan="2" data-bbox="1294 745 1410 790">(E)</td> </tr> <tr> <td data-bbox="419 790 1294 835">b) supérieure à 40 kW, mais inférieure ou égale à 350 kW</td> <td colspan="2" data-bbox="1294 790 1410 835">(D)</td> </tr> </table>			1. Installations de broyage, concassage, criblage, ensachage, pulvérisation, nettoyage, tamisage, mélange de pierres, cailloux, minerais et autres produits minéraux naturels ou artificiels ou de déchets non dangereux inertes, autres que celles visées par d'autres rubriques et par la sous-rubrique 2515-2. La puissance installée des installations, étant :	procédures		a) supérieure à 550 kW	(A-2)		b) supérieure à 200 kW, mais inférieure ou égale à 550 kW	(E)		c) supérieure à 40 kW, mais inférieure ou égale à 200 kW	(D)		2. Installations de broyage, concassage, criblage, mélange de pierres, cailloux, minerais et autres produits minéraux naturels ou artificiels ou de déchets non dangereux inertes extraits ou produits sur le site de l'installation, fonctionnant sur une période unique d'une durée inférieure ou égale à six mois. La puissance installée des installations, étant :			a) supérieure à 350 kW	(E)		b) supérieure à 40 kW, mais inférieure ou égale à 350 kW	(D)															
1. Installations de broyage, concassage, criblage, ensachage, pulvérisation, nettoyage, tamisage, mélange de pierres, cailloux, minerais et autres produits minéraux naturels ou artificiels ou de déchets non dangereux inertes, autres que celles visées par d'autres rubriques et par la sous-rubrique 2515-2. La puissance installée des installations, étant :	procédures																																					
a) supérieure à 550 kW	(A-2)																																					
b) supérieure à 200 kW, mais inférieure ou égale à 550 kW	(E)																																					
c) supérieure à 40 kW, mais inférieure ou égale à 200 kW	(D)																																					
2. Installations de broyage, concassage, criblage, mélange de pierres, cailloux, minerais et autres produits minéraux naturels ou artificiels ou de déchets non dangereux inertes extraits ou produits sur le site de l'installation, fonctionnant sur une période unique d'une durée inférieure ou égale à six mois. La puissance installée des installations, étant :																																						
a) supérieure à 350 kW	(E)																																					
b) supérieure à 40 kW, mais inférieure ou égale à 350 kW	(D)																																					
Emploi de matières abrasives (sable, grenailles)	2575 - Abrasives (emploi de matières) telles que sables, corindon, grenailles métalliques, etc., sur un matériau quelconque pour gravure, dépolissage, décapage, grainage, à l'exclusion des activités visées par la rubrique 2565 <i>La puissance installée des machines fixes concourant au fonctionnement de l'installation étant supérieure à 20 kW (D) (sinon RAS)</i>																																					
Atelier réparation et entretien engins	2930 - Ateliers de réparation et d'entretien de véhicules et engins à moteur, y compris les activités de carrosserie et de tôlerie (RAS si < 2 000 m ² , cas plus que général)																																					
Utilisation des explosifs	Sur les rubriques actuelles 13xx-explosifs (1310, 1311, 1312, 1313, 1320, 1321, 1330, 1331, 1332) le décret de 2014-285 supprime toutes ces rubriques sauf la 1312 : Produits explosifs (mise en œuvre de) à des fins industrielles telles que découpage, formage, emboutissage, placage de métaux																																					
La production, vente, acquisition, transport, stockage, utilisation des explosifs est par ailleurs soumise au Code de la défense (cf. chapitres 3.5.4) avec des autorisations au niveau de la préfecture à ce titre																																						
Stockage de déchets Vaut pour les produits de dragage Plusieurs rubriques possibles : (procédure D, E, ou A suivants des seuils de volumes. <i>N.B. : les ICPE pour déchets dangereux sont en A quel que soit le seuil)</i>	<table border="1" data-bbox="419 1290 1410 1671"> <thead> <tr> <th colspan="4" data-bbox="419 1290 1410 1335">Stations de Transit (des déchets)</th> </tr> <tr> <th colspan="2" data-bbox="419 1335 906 1413">Inertes</th> <th data-bbox="906 1335 1153 1413">Non Dangereux Non Inertes</th> <th data-bbox="1153 1335 1410 1413">Dangereux</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="419 1413 663 1514">ICPE 2516 etc. Sables, déchets NDI pulvérolents</td> <td data-bbox="663 1413 906 1514">ICPE 2517 etc. Produits minéraux, déchets NDI « autres »</td> <td data-bbox="906 1413 1153 1514">ICPE 2716</td> <td data-bbox="1153 1413 1410 1514">ICPE 2718</td> </tr> <tr> <td data-bbox="419 1514 663 1603">v > 25 000 m³ (E) 5 000 > v >= 5 000 m³ (D)</td> <td data-bbox="663 1514 906 1603">v > 30 000m³ (A) 10 000 > v >= 30 000m³ (E) 5 000 > v >= 10 000m³ (D)</td> <td data-bbox="906 1514 1153 1603">v > 1 000 m³ (A) 100 > v >= 1 000 m³ (DC)</td> <td data-bbox="1153 1514 1410 1603">v > 1t (A) v < 1 t (DC)</td> </tr> <tr> <td data-bbox="419 1603 663 1671">Ex dragage: sable fin, grossier</td> <td data-bbox="663 1603 906 1671">autre</td> <td data-bbox="906 1603 1153 1671">Ex dragage : « Boue, vase »</td> <td data-bbox="1153 1603 1410 1671">Ex dragage : Tout type mais * dangereux</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" data-bbox="675 1693 1410 2004"> <thead> <tr> <th colspan="3" data-bbox="675 1693 1410 1738">Terrains de dépôt définitif (des déchets)</th> </tr> <tr> <th data-bbox="675 1738 919 1805">Inertes</th> <th data-bbox="919 1738 1163 1805">Non Dangereux Non Inertes</th> <th data-bbox="1163 1738 1410 1805">Dangereux</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="675 1805 919 1883">ISDI L 541-30-1</td> <td data-bbox="919 1805 1163 1883">ICPE 2760-2</td> <td data-bbox="1163 1805 1410 1883">ICPE 2760-1</td> </tr> <tr> <td data-bbox="675 1883 919 1928">(A)</td> <td data-bbox="919 1883 1163 1928">(A)</td> <td data-bbox="1163 1883 1410 1928">(A)</td> </tr> <tr> <td data-bbox="675 1928 919 2004">Terres et cailloux non dangereux</td> <td data-bbox="919 1928 1163 2004">« Boue, vase »</td> <td data-bbox="1163 1928 1410 2004">Tout type, Tests ISDI + H14</td> </tr> </tbody> </table>			Stations de Transit (des déchets)				Inertes		Non Dangereux Non Inertes	Dangereux	ICPE 2516 etc. Sables, déchets NDI pulvérolents	ICPE 2517 etc. Produits minéraux, déchets NDI « autres »	ICPE 2716	ICPE 2718	v > 25 000 m ³ (E) 5 000 > v >= 5 000 m ³ (D)	v > 30 000m ³ (A) 10 000 > v >= 30 000m ³ (E) 5 000 > v >= 10 000m ³ (D)	v > 1 000 m ³ (A) 100 > v >= 1 000 m ³ (DC)	v > 1t (A) v < 1 t (DC)	Ex dragage: sable fin, grossier	autre	Ex dragage : « Boue, vase »	Ex dragage : Tout type mais * dangereux	Terrains de dépôt définitif (des déchets)			Inertes	Non Dangereux Non Inertes	Dangereux	ISDI L 541-30-1	ICPE 2760-2	ICPE 2760-1	(A)	(A)	(A)	Terres et cailloux non dangereux	« Boue, vase »	Tout type, Tests ISDI + H14
Stations de Transit (des déchets)																																						
Inertes		Non Dangereux Non Inertes	Dangereux																																			
ICPE 2516 etc. Sables, déchets NDI pulvérolents	ICPE 2517 etc. Produits minéraux, déchets NDI « autres »	ICPE 2716	ICPE 2718																																			
v > 25 000 m ³ (E) 5 000 > v >= 5 000 m ³ (D)	v > 30 000m ³ (A) 10 000 > v >= 30 000m ³ (E) 5 000 > v >= 10 000m ³ (D)	v > 1 000 m ³ (A) 100 > v >= 1 000 m ³ (DC)	v > 1t (A) v < 1 t (DC)																																			
Ex dragage: sable fin, grossier	autre	Ex dragage : « Boue, vase »	Ex dragage : Tout type mais * dangereux																																			
Terrains de dépôt définitif (des déchets)																																						
Inertes	Non Dangereux Non Inertes	Dangereux																																				
ISDI L 541-30-1	ICPE 2760-2	ICPE 2760-1																																				
(A)	(A)	(A)																																				
Terres et cailloux non dangereux	« Boue, vase »	Tout type, Tests ISDI + H14																																				

Figure 298 : Tableau des rubriques ICPE

Délais des procédures ICPE :

Régime	Délais d'instruction (après dépôt du dossier)	Documents remis
Déclaration	2 mois	Réception d'un récépissé de déclaration de la préfecture
Enregistrement (Art L512-46-18)	5 mois en théorie, 5 à 7 mois en pratique	Arrêté préfectoral (arrêté d'enregistrement ou de refus)
Autorisation		
Temporaire (pour une durée d'IC de 6 mois renouvelable 1 fois (donc pour une durée maxi en 1 an))	Sans enquête publique 3 mois + 3 mois Soit 6 mois en théorie, 8 à 10 mois en pratique	Présentation du projet d'arrêté au Coderst Arrêté préfectoral
Permanente (Art. L512-2-1)	Avec enquête publique 3 m + 2 m + 15 j + 15 j + 1 à 2 m + 45 j + 3 m Soit 12 mois en théorie, 15 à 20 mois en pratique	Présentation du projet d'arrêté au Coderst Arrêté préfectoral
Opérations non-ICPE soumises à autorisation du préfet Autorisation simple Utilisation des explosifs dès réception	15 jours à 1 mois	Certificat d'acquisition ou Autorisation temporaire ou Arrêté préfectoral d'autorisation Renvoi au chapitre sur les explosifs

Figure 299 : Tableau des délais de procédure ICPE

4 - Autorisations annexes

4.1 - Affouillement ou exhaussements

Si la surface est supérieure à 100 m² et que la hauteur ou la profondeur est supérieure à 2 m, il faut demander une autorisation au maire : Plans locaux d'urbanisme et Code de l'urbanisme.

4.2 - Défrichement

Les autorisations de défrichement relèvent du Code forestier.

L'article L 311-1 du Code forestier définit un défrichement comme toute opération volontaire ayant pour effet de détruire l'état boisé d'un terrain et de mettre fin à sa destination forestière ou toute opération volontaire entraînant indirectement et à terme les mêmes conséquences, sauf si elle est entreprise en application d'une servitude d'utilité publique.

Les démarches d'autorisations de défrichement peuvent être menées auprès des services de l'État suivants : DDAF, Office National des Forêts (ONF) et Centre Régional de la Propriété Forestière (CRPF), Code forestier.

Chapitre 5

Recommandations pour la consultation des entreprises

On trouvera dans les pages suivantes un certain nombre de recommandations pour établir le « dossier de consultation des entreprises » (DCE) d'un chantier de démolition d'ouvrages d'art et notamment, pour rédiger les pièces écrites de ce dossier.

Bibliographie : pour la rédaction du DCE et du marché, il convient de se référer :

- au CCTG travaux et aux fascicules du CCTG qui peuvent concerner l'opération notamment le fascicule 65 du CCTG ;
- au « guide d'harmonisation des clauses techniques contractuelles relatives aux documents concernant le management de la qualité et le respect de l'environnement à fournir par le titulaire d'un marché de travaux ».

Bien que ne portant pas sur des travaux de démolition, on pourra s'appuyer sur des pièces techniques (CCTP, BPU) rédigées avec le logiciel PETRA (conforme juridiquement aux normes, fascicules du CCTG, et règles de l'art).

1 - Nature et conditions de la consultation

Il appartient au maître d'ouvrage de décider des modalités de lancement de l'appel d'offres, de ses conditions de jugement et d'attribution. Celui-ci peut prévoir un découpage en tranches, (ferme et conditionnelle) ou en postes techniques. Dans le cas d'une opération de démolition puis de reconstruction ou dans le cas d'une opération de démolition complexe, selon la nature de l'opération, la forme de l'attributaire sera précisée à ce stade :

- soit une entreprise unique spécialisée en démolition ;
- soit un groupement d'entreprises dont une entreprise spécialisée dans le domaine de la démolition.

Le maître d'ouvrage peut exiger des qualifications (validation des candidatures) mais il doit s'assurer que celles-ci sont appropriées aux travaux et qu'elles ne sont pas trop restrictives vis-à-vis du nombre potentiel d'entreprises.

La spécialisation de l'entreprise de démolition sera appréciée pour le jugement des offres par la production de références probantes et par les CV des personnels d'encadrement.

2 - Constitution d'un DCE

Sauf cas très particuliers, les DCE sont constitués de trois sous-dossiers ou bordereaux.

Le sous-dossier n°0 est limité au règlement de la consultation (RC) et à l'avis d'appel public à concurrence (AAPC).

Le sous-dossier n°1 contient les pièces qui constitueront le marché. Il comporte les cadres de l'acte d'engagement (AE), du bordereau des prix (BP), du détail estimatif (DE), les CCAP et CCTP, les SOPAQ et SOSED.

Il comporte une série de documents annexes, notamment :

- le plan de situation ;
- les cadres de décomposition et de sous-détails des prix ;
- le plan général de coordination en matière de sécurité et de protection de la santé (PGCSPS) ;
- le cadre du mémoire technique ;
- le cadre du mémoire environnemental ;
- le plan de zonage des installations de chantier et de ses accès ;

- le diagnostic déchet, (cf. chapitre II 4.2.2) ;
- le diagnostic plomb, (cf. chapitre II 4.2.3) ;
- le diagnostic HAP (cf. chapitre II.4.2.3) ;
- le diagnostic amiante, (cf. chapitre II 4.2.3) ;
- les données du dossier « Loi sur l'eau », notamment les contraintes ou modalités imposées, liées à l'hydraulique et à l'environnement ;
- les données d'utilisation ou liées aux obstacles ou voies franchies (coupures de voies, utilisation de voies, survol, respect des chenaux de navigation, etc.).

Ces documents annexes ne font pas l'objet de développement dans le présent chapitre.

Le sous-dossier n° II est constitué par des documents n'ayant qu'un caractère informatif. Pour un chantier de démolition d'ouvrage d'art, ce sous-dossier comporte par exemple :

- le plan des réseaux des concessionnaires ;
- le plan de principe et les modalités de déconstruction de l'ouvrage ;
- des extraits du dossier d'ouvrage : notes de calcul, plans de l'ouvrage, rapports d'inspections et/ou de diagnostics, etc.

2.1.1 - Pièces administratives du DCE

Règlement de la consultation

Le règlement de la consultation décrit les caractéristiques du marché et détermine les conditions de jugement des offres. Dans le cadre de ce guide, nous avons fait le choix de souligner les points importants suivants :

- **compléments à apporter au CCTP** : ce sont des précisions que les entrepreneurs sont astreints à fournir dans leur offre et qui complètent la définition de la solution de base. En ce qui concerne un chantier de démolition d'ouvrage d'art, ces propositions techniques peuvent par exemple porter sur la méthode de démolition, sur les justifications de stabilité de l'ouvrage pendant les différentes phases de démolition ;
- **prise en compte du schéma d'organisation et de suivi d'élimination des déchets (SOSED)** : dans le règlement de la consultation, le maître d'ouvrage demandera à l'entreprise de joindre à son offre une note appelée « SOSED – Dispositions préparatoires », dans laquelle elle présentera les mesures qu'elle compte mettre en œuvre pour la gestion et l'élimination des déchets issus du chantier, (prévention et réduction de la production et de la nocivité des déchets / valorisation des déchets par réemploi, recyclage ou valorisation énergétique / stockage uniquement des déchets ultimes en installation de stockage / organisation des transports des déchets et limitation en volumes et distances). Ces mesures seront étayées de données et de renseignements factuels sur les filières prévues ;
- **critères de classement et de jugement des offres** : ces éléments sont développés dans l'article 5 de ce chapitre. néanmoins, il convient de rappeler ici les principaux critères qui seront pondérés selon la nature de l'opération : prix des prestations, valeur technique de l'offre (qualité du mémoire technique, technique de démolition), performances en matière de protection de l'environnement, délais d'exécution (planning détaillé), références des entreprises et moyens humains mis en place (références de chantiers de démolition, bureau d'études spécialisé en matière de démolition, CV et qualifications des personnels d'encadrement et de chantier, etc.), taux de valorisation des déchets (pourcentage minimum de valorisation en fonction de la typologie des déchets) ;
- **visite de site** : il est recommandé d'imposer dans le règlement de la consultation une visite de site, notamment dans le cadre de chantiers de déconstruction et de réhabilitation. Cette visite devra être attestée par la signature d'une fiche de visite, annexée au marché.

Acte d'engagement

L'acte d'engagement est la pièce signée par l'entreprise ou le groupement d'entreprises à un marché public dans laquelle le candidat présente son offre dans le respect des clauses du cahier des charges qui déterminent les conditions dans lesquelles le marché est exécuté. Cet acte d'engagement est ensuite signé par le maître d'ouvrage. Dans le cadre de ce guide, nous avons fait le choix de souligner les points importants suivants.

Délai de validité des offres

Les délais de validité des offres de chantiers de démolition d'ouvrages d'art peuvent être de l'ordre de 90 jours pour des ouvrages courants jusqu'à 200 jours pour des ouvrages plus complexes, afin que le maître d'œuvre puisse effectuer toutes les analyses et vérifications nécessaires.

Période de préparation

Afin d'éviter des périodes d'interruption du chantier, il est indispensable de prévoir une période de préparation pendant laquelle les bureaux d'études devront produire tous les documents nécessaires au bon déroulement de l'opération, (par exemple, production des notes de calculs vérifiant la stabilité de l'ouvrage à chaque étape de sa déconstruction, procédures de chaque phase de démolition, etc.). Il est conseillé que l'essentiel et même la totalité de ces documents soient visés avant la période d'exécution. (Un chantier de démolition peut aller très vite. Il est irréversible. La période d'exécution n'est pas propice à ces validations de documents qui doivent être pensés, discutés et validés pendant la période de préparation). Pour des ouvrages courants, une période de deux mois est généralement suffisante. Pour des ouvrages plus complexes, une période de préparation de quatre mois, peut être nécessaire.

Quelle que soit l'ampleur de l'ouvrage, cette période est aussi mise à profit pour instruire ou compléter l'instruction, et produire des documents tels que :

- le plan d'assurance de la protection de l'environnement (PAPE),
- le schéma d'organisation et de suivi de l'élimination des déchets (SOSED),
- les documents relatifs à la sécurité et à la protection de la santé (en particulier, le plan de retrait amiante),
- la Loi sur l'eau (si compléments),
- les nuisances,
- les réservations de matériels.

Délais distincts

Les délais distincts, (basculement ou coupure de circulation, par exemple) sont fixés en fonction des contraintes d'exploitation du maître d'ouvrage. Ces délais sont assortis de pénalités spécifiques fixées au CCAP.

Cahier des clauses administratives particulières

Le cahier des clauses administratives particulières est un document contractuel qui fixe les dispositions administratives propres au marché (conditions d'exécution des prestations, de règlement, de vérification des prestations, de présentation des sous-traitants, etc.). Dans le cadre de ce guide, nous avons fait le choix de souligner les points importants suivants.

Dispositions générales

En matière d'assurances, les titulaires et leurs sous-traitants, y compris bureaux d'études, doivent être garantis par une police destinée à couvrir leur responsabilité civile en cas de préjudices causés à des tiers, y compris le maître de l'ouvrage, à la suite de tout dommage corporel, matériel et immatériel consécutif, du fait de l'opération en cours de réalisation ou après sa réception.

En cas de travaux sur existant, ces garanties doivent être étendues aux dommages causés aux parties anciennes du fait de l'opération.

Est également recommandé que le maître d'ouvrage souscrive une assurance responsabilité civile pour la durée des travaux. (Les tiers peuvent en effet se retourner envers les entreprises mais aussi envers le maître d'ouvrage.)

Pièces générales constitutives du marché

La liste des pièces générales figurant dans le cahier des clauses administratives particulières (CCAP) doit comporter au minimum la référence au cahier des clauses administratives générales (CCAG) applicables aux marchés publics de travaux et approuvé par arrêté du 3 mars 2014. Cette liste peut également faire référence au Cahier des Clauses Techniques Générales (CCTG.), applicable aux marchés publics de travaux, ainsi qu'aux normes, guides et recommandations désignés au CCTP.

Le CCAP relatif à un chantier de démolition d'ouvrage d'art se doit de traiter particulièrement les aspects de protection de la santé du personnel intervenant (vis-à-vis de la nature des matériaux déconstruits tels que, par exemple, l'amiante et le plomb) et environnementaux (pour minimiser les nuisances puis assurer la traçabilité des déchets générés). Dans certains cas, des maîtres d'ouvrage peuvent faire référence à des cahiers des clauses particulières applicables à leurs marchés sur des volets sociaux (favoriser l'insertion professionnelle), environnementaux (formalisation de la prise en compte de l'environnement et de l'engagement de l'Entreprise à la respecter) ou relatifs à la qualité.

Ainsi, dans le cadre de la prise en compte du SOSED dans un CCAP type, dans l'article « Contenu des prix : Les prix du marché sont hors TVA et sont établis ».

Il peut être proposé l'ajout suivant :

« - en tenant compte des dépenses liées aux mesures engendrées par l'élimination des déchets conformément à la démarche SOSED (Schéma d'Organisation de Suivi et d'Élimination des Déchets). »

Et dans l'article « Période de préparation – programme d'exécution des travaux (etc.). Il est procédé au cours de cette période aux opérations suivantes : - par les soins du titulaire ».

Il peut être proposé l'ajout suivant :

« - établissement et présentation au visa du maître d'œuvre du SOSED – Dispositions Spécifiques qui annule et remplace le SOSED – Dispositions Préparatoires. »

Pénalités diverses relatives aux déchets

Ces pénalités ne doivent pas faire double emploi ou interférer avec la loi : l'article 3.3 « Police relative à la gestion illégale des déchets » du chapitre I de ce guide précise un certain nombre d'infractions et de sanctions encourues (références aux codes pénal, de l'environnement et de la santé publique).

En matière de gestion des déchets, il est possible d'intégrer des pénalités pour faire respecter les objectifs de la maîtrise d'ouvrage. Ces pénalités doivent être applicables et appliquées. Le maître d'ouvrage doit se donner les moyens de les faire appliquer concrètement.

- Par exemple : « En cas de non-respect des stipulations concernant le tri des déchets et le respect de l'environnement, l'entreprise en infraction encourt, sur constatation de la maîtrise d'œuvre ou du CSPS, avec mise en demeure préalable non suivie d'effets, une pénalité fixée à ... euros. ».
- Autre exemple : « Pour le solde des décomptes définitifs, l'ensemble des bordereaux de suivi des déchets devront être remis avec le DOE (dossier des ouvrages exécutés). En cas de non-fourniture de ces documents, le montant intégral de la partie « Gestion des déchets » du DPGF sera déduit du solde de tout compte dans l'attente de la production desdits documents. ».

Exemples de pénalités (à titre indicatif. Le rédacteur peut les fixer autrement en restant selon les catégories d'amende) :

- dépôt de déchet(s) dans une benne non appropriée : 500 euros H.T. ;
- dépôts sauvages, brûlage ou enfouissement de déchets : 10 000 euros H.T. ;
- stockage de produits ou matériels en zone interdite : 150 euros H.T. ;
- matériel de chantier non conforme : 150 euros H.T. par jour de présence.

Pénalité pour retard

Le maître d'ouvrage peut contractualiser une pénalité de retard dont le montant est fonction du préjudice des gestionnaires impactés.

Primes d'avance

Le maître d'ouvrage peut contractualiser le versement d'une prime dite d'avance si l'entreprise ou le groupement d'entreprises diminue les délais de réalisation de l'opération.

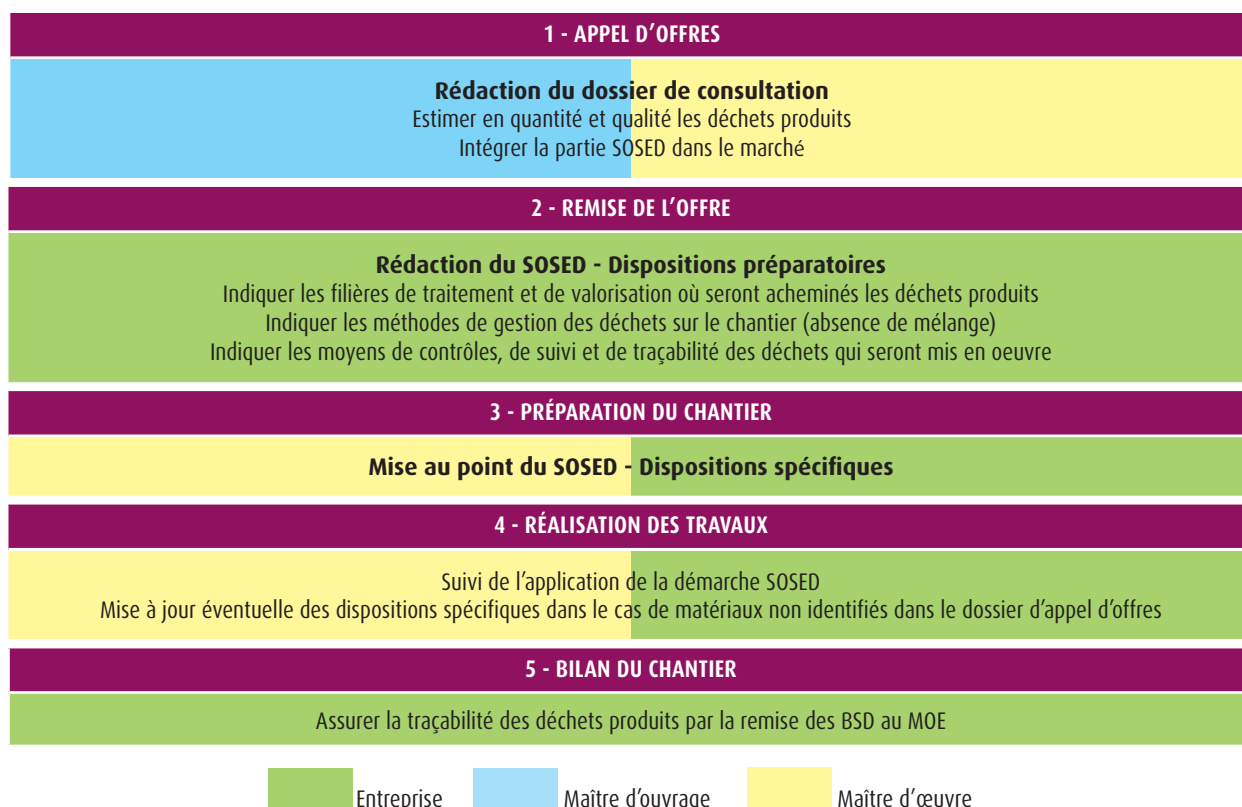
Schéma d'organisation et de suivi d'élimination des déchets

Le Schéma d'Organisation et de Suivi d'Élimination des Déchets (SOSED) décrit les processus et les moyens que l'entreprise se propose de mettre en œuvre en matière de traitement et d'évacuation des déchets. Le SOSED est une pièce particulière du marché, annexée au Plan d'Assurance Qualité (PAQ), soumise au visa du maître d'œuvre pendant la période de préparation.

Dans ce document, l'entrepreneur expose et s'engage sur :

- les installations de stockage et/ou installations de regroupement et/ou unités de recyclage vers lesquelles seront acheminés les différents déchets à évacuer, en fonction de leur typologie et en accord avec l'installation de stockage ou de regroupement ;
- les méthodes qui seront employées pour ne pas mélanger les différents déchets ;
- les moyens de contrôle, de suivi et de traçabilité qui seront mis en œuvre pendant les travaux ;
- le tri sur chantier des différents déchets de chantier à réemployer, valoriser ou évacuer (bennes, stockage, emplacement sur le chantier des installations, etc.) ;
- l'information du maître d'œuvre en phase travaux (composition, quantités, lieu de stockage envisagé, etc.).

Le SOSED est mentionné dans le Règlement de la Consultation et l'entreprise devra remettre lors de sa réponse à la consultation, une notice technique préfigurant le SOSED adapté à l'opération. Ce document est référencé également dans le bordereau des prix, dans le détail estimatif et dans le CCTP.



- Rappel des textes et règlements à respecter.

Le cadre législatif est mentionné au chapitre I, articles 1.3 et 3 de ce guide.

2.1.2 - Pièces techniques du DCE

Cahier des clauses techniques particulières

Le Cahier des Clauses Techniques Particulières (CCTP) fixe les dispositions techniques nécessaires à l'exécution du marché. Il contient des stipulations qui donnent une description précise des prestations à réaliser et permettent à la maîtrise d'œuvre de suivre le déroulement du marché et la bonne exécution de ces prestations. Dans le cadre de ce guide, nous avons fait le choix de souligner les points importants suivants des quatre parties traditionnelles d'un CCTP.

Préambule

Le CCTP décrit techniquement les travaux à réaliser.

Il doit aussi préciser un certain nombre de points qui peuvent être classés en deux catégories :

- la première est constituée par les éléments qui apportent des compléments aux fascicules du CCTG et aux normes applicables, soit parce que ces documents sont incomplets, soit parce qu'aucun d'entre eux ne couvre le domaine concerné ;
- la seconde est constituée par les éléments qui prennent parti sur les options proposées par ces textes.

Rappelons qu'il n'y a pas lieu de « recopier » dans le CCTP les exigences générales issues des normes et des fascicules du CCTG, car celles-ci sont opposables à l'entrepreneur dès que ces documents sont visés dans le CCAP et le CCTP du marché.

Description de l'ouvrage et des travaux (chapitre 1)

Le CCTP doit décrire l'état de l'ouvrage existant, (descriptif de la structure, géométrie, éléments des inspections détaillées, des diagnostics, renforcements réalisés au cours de la vie de l'ouvrage, etc.).

Il précise la consistance des travaux (« travaux compris dans le marché », « travaux non compris dans le marché »).

Préparation et organisation du chantier (chapitre 2)

➔ Intégration de la gestion des déchets au Plan Qualité

La démarche SOSED

L'élimination des déchets de chantier issus des Travaux Publics est soumise à l'obligation de prévention, de réduction et de valorisation prévue par le Code de l'environnement.

Le Schéma d'Organisation et de Suivi d'Élimination des Déchets (SOSED) décrit les processus et les moyens que l'entreprise se propose de mettre en œuvre en matière de traitement et d'évacuation des déchets. Le SOSED est une pièce particulière du marché, annexée au Plan d'Assurance Qualité (PAQ), soumise au visa du maître d'œuvre pendant la période de préparation.

La démarche SOSED se déroule en plusieurs temps et oblige chacun des intervenants du marché public à y participer :

- pour le maître d'ouvrage et le maître d'œuvre :
 - le préambule de cette démarche suppose une estimation des déchets dès l'élaboration du projet, en termes de nature et quantité (par l'intermédiaire d'un audit préalable déchet),
 - il convient ensuite de modifier les pièces contractuelles du marché pour y intégrer le SOSED,
 - enfin, chacun doit s'assurer du suivi de la bonne application du SOSED ;
- pour l'entreprise :
 - lors de son offre à un marché public, elle doit produire un document intitulé « SOSED – dispositions préparatoires », dans lequel sont exposées les mesures générales qu'elle s'engage à mettre en œuvre pour gérer les déchets,
 - pendant la période de préparation du marché, elle rédige un document détaillant les mesures préparatoires et appelé « SOSED dispositions spécifiques » qui annule et remplace le « SOSED – dispositions préparatoires »,
 - durant le chantier, l'entreprise doit s'assurer de la traçabilité des déchets et de la bonne application de la démarche SOSED en fournissant les bordereaux de suivi des déchets.

Dans la rédaction du CCTP type, dans le Titre I « Dispositions générales »

Il peut être proposé l'ajout suivant :

« Article 1.7 – Schéma d'organisation et de suivi de l'Élimination des déchets (SOSED) – Dispositions spécifiques.

Dans ce document, qui sera soumis au visa du maître d'œuvre pendant la période de préparation, l'entrepreneur expose et s'engage de manière détaillée et précise sur :

- les installations de stockage et/ou installations de regroupement et/ou unités de recyclage vers lesquelles seront acheminés les différents déchets à évacuer, en fonction de leur typologie et en accord avec l'installation de stockage ou de regroupement ;
- les méthodes qui seront employées pour ne pas mélanger les différents déchets ;
- les moyens de contrôle, de suivi et de traçabilité qui seront mis en œuvre pendant les travaux ;
- le tri sur chantier des différents déchets de chantier à réemployer, valoriser ou évacuer (bennes, stockage, emplacement sur le chantier des installations, etc.) ;
- l'information du maître d'œuvre en phase travaux (composition, quantités, lieu de stockage envisagé, etc.).

Toute référence à une élimination des déchets dans les articles qui suivent relève du présent article.

Est annexé au présent CCTP un dossier descriptif sur la nature et les quantités de déchets présents sur le chantier et rencontrés lors des travaux, qu'ils soient destinés à être évacués, valorisés ou réutilisés sur place, etc. »

Gestion des déchets

Le lecteur se référera à l'article 3.1 du chapitre I de ce guide en matière de responsabilité des différents acteurs et des obligations du producteur ou détenteur de déchets.

Transport

En cas de plateforme de tri nécessitant un premier transport depuis le chantier, l'entrepreneur s'assurera qu'il n'y a pas de risque de pollution du milieu environnant pendant celui-ci.

S'agissant du transport de déchets dangereux (amiante par exemple), il sera organisé, par l'entrepreneur, en respectant les règles de conditionnement et de transports prévus par la réglementation (chapitre 2, § 6.2.1).

Stockage provisoire

Le stockage provisoire de déchets sur le site devra être réalisé de manière à :

- respecter la santé et la sécurité des travailleurs ;
- éviter la pollution des sols et des eaux en respectant les règles de conditionnement, notamment pour les déchets dangereux ;
- éviter les mélanges ;
- identifier les déchets.

Réduction et tri des déchets

La réduction et le tri des déchets pourront se faire sur chantier sur une plateforme de travail aménagée par l'entrepreneur pour cette fonction. La conception, ainsi que l'assainissement, de cette dernière, seront proposés à l'agrément du maître d'œuvre.

Évacuation et valorisation

L'entrepreneur devra fournir au maître d'œuvre des bordereaux de suivi des déchets tant pour la valorisation que pour la mise en installation de stockage (CET : Centre d'Enfouissement Technique).

Les déchets seront évacués en respectant les règles de la législation en vigueur.

Dans le cadre d'une politique de développement durable menée par le maître d'ouvrage, il peut être demandé à l'entreprise, un réemploi et une valorisation maximisée des déchets, (par exemples, des taux *minima* de valorisation de 90 % pour la pierre ou les métaux ferreux, de 70 % pour le béton armé).

Dans ce cas, le diagnostic déchets et un tableau récapitulatif, par nature de déchets valorisables, les quantités estimées sont impérativement fournis par le maître d'ouvrage au stade du DCE.

Interdictions

La police relative à la gestion illégale des déchets est traitée dans le chapitre 1, article 3.3. Quelques exemples d'interdictions sont repris pour la rédaction de cette sous-partie :

Sur le chantier, il sera strictement interdit :

- de déposer, abandonner, jeter ou déverser des déchets en lieu public ou privé à l'exception des emplacements désignés à cet effet par l'autorité compétente ;
- d'abandonner des déchets apportés à l'aide d'un véhicule sans l'accord de l'exploitant ;
- de refuser de fournir à l'administration les bordereaux de suivi des déchets dangereux ;
- de remettre ou faire remettre des déchets à tout autre que l'exploitant d'une installation agréée ;
- d'éliminer ou récupérer des déchets ou matériaux sans satisfaire aux prescriptions concernant les caractéristiques, les quantités, les conditions techniques et financières de prise en charge des déchets ou matériaux et les procédés de traitement mis en œuvre ;
- de brûler des déchets.

➔ **Contraintes d'exploitation, contraintes imposées au chantier**

Celles-ci sont rappelées et spécifiées si besoin par un document annexé au CCTP.

Ces contraintes peuvent être liées au respect de la Loi sur l'eau pour un ouvrage sur un cours d'eau. Un document de synthèse de ces contraintes du dossier Loi sur l'eau est annexée au CCTP, le dossier Loi sur l'eau étant fourni en bordereau 2.

➔ Points d'arrêt et points critiques

Pour mémoire, il est rappelé les définitions suivantes :

- point critique : point sensible qui nécessite une information préalable du maître d'œuvre et donne lieu en outre à l'établissement d'un document de suivi ;
- point d'arrêt : point critique pour lequel un accord formel du maître d'œuvre est nécessaire à la poursuite de l'exécution.

La liste des points d'arrêt est fournie dans le DCE : elle est complétée par les délais de préavis et de levée. La liste des points critiques, assortie des délais de préavis du maître d'œuvre, est présentée par le titulaire dans le document d'organisation générale du Plan Qualité.

Des exemples de points d'arrêts sont indiqués au chapitre 2, 2.3.3.

➔ Programme des études d'exécution

Il faut accorder une très grande importance à la qualité des études et à leur déroulement. Sur ce dernier point, il est recommandé d'exiger de la part de l'entreprise qu'elle justifie des moyens et références de son bureau d'études et d'inclure au CCTP un article intitulé « Programme des études d'exécution » et libellé comme suit :

« L'entrepreneur doit fournir un programme des études d'exécution comprenant la liste et le calendrier prévisionnel des documents à établir dont l'exhaustivité est à valider par le maître d'œuvre.

La liste des documents est dressée en conformité avec le cadre des études tel qu'il est fixé par le marché.

Le calendrier prévisionnel comporte l'échéancier d'envoi des documents et les dates contractuelles prévues pour l'obtention des visas du maître d'œuvre, dans le respect des délais minimaux fixés par le CCAP. Il est représenté sous la forme d'un diagramme à barres faisant ressortir clairement les tâches critiques et leur enchaînement. ».

➔ Études d'exécution

Le CCTP doit préciser les études d'exécution et particulièrement dans le cadre d'un chantier de démolition, les études de déconstruction de l'ouvrage qui doivent comprendre :

- une note définissant les bases des études d'exécution ;
- les documents d'exécution des ouvrages provisoires ;
- les documents d'études d'exécution justifiant la déconstruction de l'ouvrage suivant la méthodologie retenue par l'entrepreneur (stabilité de l'ouvrage et des parties d'ouvrage dans toutes les phases de déconstruction, résistance des matériaux, etc.) ;
- des plans détaillant de manière précise toutes les phases de déconstruction (y c intégrant les différentes phases d'exploitation).

➔ Actions

Le CCTP doit préciser l'ensemble des actions à prendre en compte dans les calculs justificatifs de l'ouvrage :

- le poids propre des structures ;
- le poids des équipements du tablier ;
- le poids des engins et matériels de chantier ;
- le vent en phase de déconstruction * ;
- les effets thermiques généraux (gradient et variation uniforme) *.

** Il n'y a pas dans les Eurocodes d'indication spécifique sur les actions en cours de démolition, et on pourra dès lors prendre les actions applicables aux ouvrages « en cours de construction ».*

Pour les actions, combinaisons d'action et justifications des ouvrages existants, on peut se reporter à la note d'information Sétra de mai 2012 « méthodes courantes des réparations structurales des ouvrages existants » (pratiques du réseau scientifique et technique).

➔ Combinaisons d'actions

Le CCTP d'un chantier de démolition d'ouvrage d'art indique que les justifications de stabilité des parties en cours de démolition sont menées à partir de combinaisons d'actions à l'état limite ultime (ELU). En cas de réutilisation d'une partie de la structure, les vérifications devront être faites également à l'état limite de service (ELS).

➔ Justification

Le programme de justification doit faire l'objet d'une réflexion amont (phase PRO) par le maître d'œuvre.

Au regard de la méthodologie de déconstruction de l'ouvrage qu'il aura retenue, l'entrepreneur justifiera la stabilité de l'ouvrage existant où partie d'ouvrage (stabilité et résistance, déplacement), suivant chacune des phases de déconstruction.

Afin de valider ces éléments, une étude précise des sollicitations et des capacités résistantes des éléments sera réalisée aux différentes phases de déconstruction par l'entrepreneur.

Une instrumentation permet de valider et suivre les déplacements, les contraintes et d'autres paramètres afin de justifier de la stabilité de l'ouvrage (ou des ouvrages attenants) pendant les différentes phases de déconstruction.

Pour les ouvrages provisoires en site aquatique nécessaires au projet de démolition (batardeaux en rivière, palées provisoires, etc.) des indications sur leurs principes de justification sont données au chapitre IV .3.1.4.

Qualité et préparation des matériaux (chapitre 3)

Si on déroule le contenu d'un CCTP PETRA, il est logique d'aborder ici ce paragraphe.

Cependant dans le cadre d'une démolition, ce chapitre sera très limité. On peut néanmoins citer des spécifications sur :

- les scellements ;
- les clouages provisoires avec barres ;
- les mortiers de calage ;
- les renforcements provisoires (en vue du délancement du tablier ou du grutage de parties d'ouvrage).

On peut citer aussi la réalisation de charpente provisoire spécifique à la démolition de l'ouvrage.

Exécution des travaux (chapitre 4)

Les ouvrages provisoires

Il s'agit des plates-formes de travail (échafaudages, équipages mobiles, étais, etc.) et des moyens d'accès aux différentes parties de l'ouvrage, où des travaux sont à exécuter ainsi que des matériels de montage nécessaires à la complète réalisation des travaux.

Ces ouvrages comprennent également tous les dispositifs de protection destinés à assurer la préservation de l'environnement. La constitution de ces ouvrages est laissée à l'initiative de l'entrepreneur, en fonction des besoins découlant du processus des travaux de déconstruction qu'il aura choisi. L'entrepreneur sera tenu d'apporter à ces ouvrages, à ses frais, les modifications qui seraient prescrites en cours de travaux par le maître d'œuvre et le coordonnateur SPS (voire le contrôleur technique) dans l'intérêt de la sécurité ou de l'environnement.

Ils doivent être conformes aux prescriptions du chapitre 5 du fascicule 65 du CCTG.

Les ouvrages provisoires sont répartis en deux catégories suivant leur complexité et le niveau de risque vis-à-vis de la sécurité au travail, des tiers ou de l'ouvrage définitif. Les ouvrages simples à faible niveau de risque sont rangés dans la deuxième catégorie. Les autres ouvrages provisoires sont rangés dans la première catégorie qui inclut en particulier les matériels spéciaux (dans la plupart des cas, l'existence d'un risque pour les tiers est liée à la réalisation de travaux dans une zone ouverte au public). En l'absence d'une répartition figurant au sein des pièces du marché, la liste répartissant les ouvrages provisoires par catégories (selon le risque associé vis-à-vis de la sécurité au travail, des tiers ou de l'ouvrage définitif) est fournie et justifiée par le titulaire en même temps que le programme d'exécution. Cette liste est soumise au visa du maître d'œuvre.

Les ouvrages provisoires sont mis en place et utilisés sous la responsabilité entière de l'entreprise titulaire. Ils doivent à ce titre être réceptionnés, avant toute utilisation par le chargé des ouvrages provisoires (COP) de l'entreprise.

En plus du contrôle effectué par le COP, il pourra être demandé à l'entrepreneur de faire procéder à un contrôle externe des ouvrages provisoires de 1^{re} catégorie (échafaudage, équipement mobile, etc.). Ce contrôle portant sur la conception et l'exécution sera réalisé par un organisme de contrôle compétent soumis à l'acceptation du maître d'œuvre.

Travaux de démolition/déconstruction

La rédaction suivante peut être proposée pour cette partie :

« Les méthodes et moyens, mis en œuvre pour la déconstruction de l'ouvrage, devront être adaptés au site, aux contraintes et exigences indiquées dans le CCTP, et respecter la réglementation française du travail.

L'ensemble des matériaux issus des démolitions sera réemployé, valorisé ou récupéré, chargé et évacué vers des centres de stockage aux seuls frais de l'entreprise.

L'Entrepreneur prendra toutes les dispositions nécessaires afin d'empêcher toute pollution accidentelle du milieu environnant. Il tiendra compte de la présence de produits dangereux (amiante, plomb, HAP) pour la définition :

- de l'identification *in situ* des zones polluées ;
- des méthodes de travail et des autorisations (plan de retrait d'amiante et instruction auprès de l'inspection du travail) ;
- des équipements de protection individuels des travailleurs, de la formation du personnel et de leur surveillance médicale ;
- des dispositifs de protection de l'environnement et de stockage des déchets.

Aucuns travaux ne pourront démarrer sans les autorisations réglementaires et l'accord du maître d'œuvre sur les procédures de déconstruction proposées. »

Bordereau des prix unitaires

Nous ne listerons pas ici tous les prix nécessaires à la démolition d'un ouvrage d'art, mais uniquement les prix spécifiques suivants :

Prix généraux

Équipements, installations, forfait pour amenée/montage/repli, et un prix mensuel permettant de gérer les éventuels dépassement de délais)

Études d'exécution de déconstruction de l'ouvrage (Forfait) (le BPU veillera à donner un descriptif complet)

Protection de l'environnement, organisation des déchets, contrôles et suivi liés aux produits dangereux (Forfait)

Surveillance, instrumentation des ouvrages (Forfait)

Travaux préparatoires

Réalisation d'ouvrages provisoires ou de renforts nécessaires à la démolition (Forfait)

Retrait d'amiante sur partie d'ouvrage (Forfaits partiels)

Travaux de déconstruction

Dépose des superstructures (ml ou Unité)

Démolition de chaussée (m²)

Démolition de la structure (Forfait)

(on peut distinguer des parties d'ouvrages, notamment un prix pour le tablier et un prix pour les appuis)

Réduction des produits de démolition – béton armé*

(le prix comprend la réduction en éléments permettant la séparation et le tri entre matériau béton et les aciers de béton armé)

* soit, cette réduction est séparée, soit elle est intégrée dans le forfait de la démolition de la structure. Cela vaut aussi pour la réduction des parties de charpente (prix séparé, prix intégré).

Gestion des déchets – Transport, valorisation

Béton (déchet inerte) (Tonne)
Métaux ferreux (déchet non inerte non dangereux) (Tonne)
Acier de charpente (peinture au plomb – déchet dangereux) (Tonne)
Déblais de sols pollués (Tonne)
Déchets amiantés (Tonne)
Autres déchets dangereux

Dans le cadre d'une politique de développement durable du maître d'ouvrage, demandant à l'entreprise, un réemploi et une valorisation maximisée des déchets, (par exemple, des taux *minima* de valorisation de 90 % pour la pierre ou les métaux ferreux, de 70 % pour le béton armé), on distinguera au BP pour chaque déchet des prix de déchets valorisés et des prix de déchets non valorisés. Des sous-détails de prix seront fournis pour permettre d'apprécier l'impact de la revalorisation.

Nota : Ajouter dans tous les prix incluant une élimination des déchets : « Élimination suivant les dispositions prévues dans le cadre de la démarche SOSED (cf. article xxx du CCTP) ».

Pour une meilleure prise en compte des déchets dans les prix, il est recommandé d'établir des prix unitaires et non pas un prix global et forfaitaire.

Prix unitaires

L'article 10.2 alinéa 3 du CCAG Travaux de 2009 dispose que : « est prix unitaire tout prix qui n'est pas forfaitaire (...), notamment, tout prix qui s'applique à une nature d'ouvrage ou à un élément d'ouvrage dont les quantités ne sont indiquées dans le marché qu'à titre prévisionnel. »

L'entreprise sera donc rémunérée sur la base des quantités réellement éliminées et justifiées par un bordereau de suivi des déchets, qu'elles soient supérieures ou inférieures aux quantités estimées pendant la phase projet par le maître d'œuvre.

3 - Critères et choix des offres

Critères de jugement

Les entreprises remettent dans leur offre une note méthodologique (demande explicite du DCE) qui fait l'objet d'une évaluation en phase de jugement des offres. Cette note méthodologique décrit les principales phases, les méthodes et matériels utilisés ainsi que les principales références des entreprises dans le domaine de la déconstruction.

Les schémas organisationnels (exemple : SOSED ou SOPRE ou SOE ou SDDD ou SOPAE) sont des pièces obligatoires de l'offre qui sont évaluées et notées lors du jugement des offres.

Un ou plusieurs critères de jugement sont associés, tels que la valeur technique qui peut être déclinée par exemple en plusieurs sous-critères tels que le Schéma Organisationnel du Plan d'Assurance Qualité, le volet purement technique, le volet relatif à l'hygiène et à la sécurité sur le chantier, le planning des travaux et le volet environnemental.

La pondération de ces critères est à caler en fonction du niveau de criticité de la déconstruction.

D'autres critères, comme les performances en matière d'insertion professionnelle des personnes en difficulté, peuvent être appréciés au regard des annexes à l'acte d'engagement.

Les principaux critères de jugements des offres seront souvent :

- le prix des prestations ;
- la valeur technique de l'offre. Elle sera appréciée au vue :
 - de la qualité du mémoire technique, des choix techniques de démolition, des descriptifs des phases, des choix et justificatifs des matériels, des premières justifications ou au moins liste des justifications que l'entreprise prévoit de faire, des mises en exergue des points techniques délicats, etc. (à ces éléments, se joignent : références des entreprises et moyens humains mis en place (références de chantiers de démolition, bureau d'études spécialisé en matière de démolition, CV et qualification des personnels d'encadrement et de chantier, etc.)),
 - du PAQ, des moyens prévus, du planning détaillé des études et travaux,
 - peut se rajouter : un critère propre sur le gain de délai ;
- les performances en matière de protection de l'environnement et de gestion des déchets. Elles seront appréciées au vue :
 - du SOSED, de la prise en compte du dossier Loi sur l'eau, des mesures pour maîtriser les nuisances, etc.,
 - des modalités de gestion des déchets, des actions de prévention quantitative et qualitative, des taux de réemploi et réutilisation des déchets, des taux de valorisation matière et énergétique des déchets, de la qualification des agents en matière de gestion des déchets, des références de l'entreprise en matière de gestion des déchets, des moyens humains et matériels mis en place pour la gestion des déchets, etc.

Pour les opérations complexes, il est recommandé de privilégier le critère de qualité technique et de performance environnementale devant le critère prix.

Qualifications des entreprises de démolition

Le maître d'ouvrage peut demander à l'appui des candidatures des certificats de qualification professionnelle ou de conformité à des spécifications techniques délivrés par des organismes indépendants dans la mesure où ils sont nécessaires à l'appréciation des capacités des candidats, des attestations de bon déroulement de chantier de clients récents.

Le certificat Qualibat atteste de la conformité d'une entreprise aux exigences du référentiel pour l'attribution et le suivi d'une qualification professionnelle d'une entreprise.

QUALIBAT	FNTP	SNCF
111 Travaux de démolition 1111 - Technicité courante 1112 - Technicité confirmée 1113 - Technicité supérieure	21 Démolition, abattage	02 Travaux de régénération d'ouvrages d'art
114 Démolition par carottage ou sciage 1142 - Technicité confirmée 1143 - Technicité supérieure	11 Ouvrages d'art et de génie civil industriel (béton et acier-béton)	
115 Démolition par explosifs 1152 - Technicité confirmée 1153 - Technicité supérieure	12 Ouvrages métalliques	
	13 Autres ouvrages	
1552 «Traitement de l'amiante » obligatoire pour tous les travaux sur produit amiante (pas de distinction friable, non friable)		

À défaut de qualification, l'entreprise peut apporter la preuve de sa capacité suffisante par tout moyen équivalent.

Les qualifications (ou équivalent) seront intégrées dans la notation du critère technique, mais ne devront pas être bloquantes dans la phase sélection des candidatures car l'absence d'une qualification (non obligatoire hormis pour l'amiante) n'implique pas forcément un défaut de compétence.

Chapitre 6

Recommandations pour la phase travaux

On trouvera dans les pages suivantes un certain nombre de recommandations pour la phase travaux.

Des indications ont d'autre part déjà été données aux chapitres suivants :

Chapitre II. Paramètres d'une opération de démolition	II.2.3 - Déroulement phase marché et travaux
	II.2.4.3 - Opérations de démolition : objectifs, moyens et acteurs par étapes
	II.2.7 - Maîtrise des nuisances
Chapitre III. Exemples détaillés	Tous les exemples (+ § spécificités de la démolition à l'explosif)
Chapitre IV. Instructions réglementaires	IV.3.1.3 Exemples de la prise en compte de la Loi sur l'eau sur les travaux

1 - Préparation du chantier

1.1 - Études d'exécution

Pour mémoire, les études de projet (phase PRO) permettent de déterminer le périmètre de la démolition, les procédés et méthodes utilisables dans le contexte et de démontrer la possibilité de réutiliser des parties d'ouvrages. Le niveau de précision de la phase PRO est suffisant pour permettre la consultation des entreprises mais reste insuffisant vis-à-vis de l'exécution proprement dite (suivant les moyens employés). Parfois, les données d'entrée de la phase PRO sont insuffisantes du fait de la méconnaissance de certaines données géométriques alors inaccessibles ; à cet égard, le PRO doit alors lister les données à reconnaître.

C'est pourquoi les études d'exécution sont importantes : elles ont pour objet de vérifier, dans le détail, l'adéquation des moyens d'exécution proposés par l'entreprise, la stabilité des ouvrages à démolir ou des ouvrages connexes, aux différentes phases, suivant ces moyens et les conditions d'exploitation imposées. Le cas échéant, la stabilité des parties d'ouvrages conservées en vue d'une réutilisation ultérieure fait l'objet d'une justification prenant en compte les résultats des études d'exécution des ouvrages neufs.

Au stade de l'étude d'exécution, si cela n'a pas pu être effectué préalablement de manière suffisamment exhaustive ou ciblée (en fonction du mode de démolition choisi), il est nécessaire d'effectuer des reconnaissances précises des caractéristiques géométriques des ouvrages concernés : cela peut recouvrir de simples levés topographiques mais aussi des reconnaissances de la position d'armatures ou des sections en place, de la position de câbles de précontraintes, de levés de sections de charpentes métalliques (par exemple si l'entreprise propose un « délançage »), de coffrages des ouvrages en béton (par exemple pour en connaître le poids), de reconnaissance de conditions d'appuis.

Les études d'exécution couvrent également la définition des moyens et méthodes utilisés pour la surveillance de la stabilité des ouvrages et la définition des seuils d'alerte ou d'alarme éventuels.

Les études d'exécution sont réalisées par l'entreprise et font l'objet d'un contrôle extérieur puis d'un visa du maître d'œuvre. Si des ouvrages provisoires sont prévus, ils peuvent faire l'objet d'un contrôle externe, à charge de l'entreprise, par un organisme compétent.

Il est enfin à noter que, dans le cas d'une démolition, les études d'exécution doivent être achevées avant tout commencement de travaux.

1.2 - Organisation de la gestion des déchets

Mise en place de zone de traitement et de stockage temporaire

S'il y a un coordinateur sécurité, ce qui est en général le cas pour un chantier de démolition de pont, le maître d'ouvrage doit, selon l'article L 4532-8 du Code du travail faire établir dès la phase de conception, d'étude et d'élaboration d'un projet, un PGCSPS (Plan Général de Coordination Sécurité et Protection de la Santé).

Les articles R4532-42 à R 4532-76 du Code du travail précisent le contenu et les exigences du PGCSPS. Il a pour objectif de décrire toutes les conditions techniques et mesures d'organisation générale nécessaires au chantier (caractéristiques géotechniques des terrains, démolition, modalités de gestion des déchets, sécurité des travailleurs, emprise du chantier).

Le PGCSPS doit par exemple indiquer dans ce document :

La délimitation et l'aménagement des zones de stockage et d'entreposage des différents matériaux, en particulier s'il s'agit de matières ou de substances dangereuses

- les conditions de stockage, d'élimination ou d'évacuation des déchets et des décombres ;
- les conditions d'enlèvement des matériaux dangereux utilisés.

Sont joints au PGCSPS les dossiers techniques regroupant les informations relatives à la recherche et à l'identification des matériaux contenant de l'amiante (article R 1334-22, R 1334-27 et R 1334-28 du Code de la santé publique).



Figure 301 : Bennes de tri des déchets de chantier

Mise au point du Schéma d'Organisation et de Suivi de l'Élimination des Déchets de chantier

Après avoir remis dans son offre une notice technique préfigurant le SOSED (appelé « SOSED – dispositions préparatoires »), l'entreprise retenue doit mettre au point pendant la période de préparation le SOSED (appelé « SOSED – dispositions spécifiques »).

Le contenu du SOSED est décrit au chapitre V. 2.1.1.

Durant le chantier, l'entreprise doit s'assurer de la bonne application de la démarche SOSED. (Inspection interne, relevés et preuves, fourniture des bordereaux de suivi des déchets, etc.).

1.3 - Sensibilisation des acteurs (MOE, entreprises, riverains)

La sensibilisation des acteurs se fait pour chacun à des niveaux d'implication et d'information différents.

Les entreprises sont tenues aux obligations réglementaires et à celles du marché. L'entreprise titulaire est responsable et doit assurer le niveau d'implication de ses sous-traitants quant à la gestion des déchets.

Vis à vis des riverains, le maître d'ouvrage consacra une partie de ses présentations d'information aux riverains à la thématique « déchets », en informant sur la nature et la bonne gestion des déchets. Il donnera des consignes aux entreprises pour que cette bonne gestion des déchets soit affichée. L'entreprise veillera d'autre part à sécuriser la zone de stockage des déchets afin de se prémunir des venues et risques de blessures, des dégradations, pollutions accidentelles ou des vols de métaux.

2 - Conduite des travaux

2.1 - Généralités

Il convient de rappeler que la réussite de ce type de chantiers est largement liée à la qualité des études « amont » en particulier à la reconnaissance des contraintes de toute nature et des moyens applicables. Outre l'intérêt de la qualité et de l'exhaustivité des études amont vis-à-vis du déroulement du chantier, des études amont bien conduites permettront aussi de sélectionner les entreprises les plus compétentes suivant le contexte.

Par ailleurs le maître d'œuvre et les gestionnaires doivent aussi se préparer à l'exécution ; en effet, les chantiers de déconstructions/démolitions se déroulent souvent dans des conditions difficiles : sous exploitation partielle, la nuit, le week-end, dans des délais courts, etc. Aussi, ces chantiers requièrent une bonne disponibilité de l'ensemble des différents intervenants. La préparation de l'équipe de maîtrise d'œuvre qui associe également les bureaux d'études de contrôles, les gestionnaires, les laboratoires de contrôles est donc à considérer comme critique ; l'ensemble de l'équipe devra être prête et ses membres désignés avant de lancer l'ordre de service du démarrage des travaux.

Il n'existe pas de fascicule du CCTG ou de guide existant dédiés à la démolition des ouvrages d'art ou la déconstruction. Dès lors, la rédaction du DCE est d'une grande importance pour régir de façon saine les rapports entre les intervenants. Toutefois, les définitions relatives à la gestion de la Qualité, aux ouvrages provisoires et d'une façon générale toutes notions relatives aux ouvrages en béton ou au matériau béton peuvent faire référence (moyennement des vérifications de cohérence) au fascicule 65 du CCTG dédié à l'exécution des ouvrages de génie civil en béton.

2.2 - Période de préparation

La période de préparation, d'une durée pouvant aller de deux mois pour un ouvrage courant à 5 mois pour un ouvrage atypique, est mise à profit pour :

- la réalisation des études d'exécution y compris relevés préalables comme indiqué ci-dessus ;
- la mise en place (éventuelle) des dispositifs de surveillance de la stabilité des ouvrages à démolir ou connexes, la vérification du bon fonctionnement de ces dispositifs ;
- la reconnaissance de la capacité des sols en place à supporter les engins de levage prévus ;
- la mise en place du « laboratoire de chantier » qui comprend au moins les moyens de mesures des conditions météorologiques mais également les moyens d'essais et de stockage des prélèvements ou éprouvettes de contrôles ;
- la préparation et l'initiation des conditions d'exploitation sous chantier (mise en place des déviations, alternats, etc.) ;
- la préparation du chantier proprement dite : rédaction des documents méthodes (procédures diverses), gestion de la qualité, essais préalables ou convenances éventuels, etc. ;
- la rédaction finale des notices de sécurité ferroviaire (ou autres selon les gestionnaires) suivant les moyens employés, les instructions correspondantes auprès des autorités ferroviaires (ou autres) ;
- et bien entendu, toutes opérations classiques requises lors de la préparation d'un chantier de génie civil.

2.3 - Communication

Comme pour un chantier de construction, la communication sur un chantier de démolition est particulièrement importante.

Elle est du ressort du maître d'ouvrage et on distinguera différentes communications suivant les interlocuteurs : les institutionnels (en général associés), les médias, les riverains, etc.

La communication aura bien sûr commencé très en amont des travaux (avec ce qui est plutôt une concertation).

Concernant les riverains et les médias locaux, une information sera faite avant l'installation de l'entreprise et le démarrage des travaux. Elle traitera des finalités du projet de démolition, mais aussi et surtout car cela est craint par les riverains des nuisances (bruit, poussière, vibration, etc.) et des déchets. Les mesures de préventions et de suivi (constat d'huissier, instrumentation) seront mises en œuvre rapidement. Un contact (téléphone et physique) sera assuré pour être à l'écoute des éventuelles doléances et pouvoir les traiter rapidement. Enfin, la démolition étant assez souvent spectaculaire avec par exemple une étape clef (levage par bique, effondrement final), des zones permettant aux riverains de suivre les travaux seront prévues, ceci afin qu'ils se sentent considérés et associés.

Si la communication semble difficile ou si le maître d'ouvrage le préfère, il peut recruter une société spécialisée qui assurera celle-ci.

2.4 - Points d'arrêts et contrôles

La définition des points d'arrêt est propre à chaque opération mais, de toute évidence, le commencement d'une opération de déconstruction totale ou partielle d'un ouvrage doit faire l'objet d'un point d'arrêt levé par le maître d'œuvre ; les conditions de « levée » du point d'arrêt sont explicitées au DCE (cf. chapitre V.2.1.2).

Il en est de même de chaque début de phase qui engage la stabilité ou l'intégrité d'un ouvrage ou d'une partie d'ouvrage identifié comme particulièrement importante vis-à-vis de la sécurité, de l'exploitation ou du résultat final.

Le cas échéant, les points d'arrêts (et les points critiques) permettent la réalisation de contrôles extérieurs spécifiques (prévus au DCE) et/ou d'examiner les résultats des contrôles intérieurs de l'entreprise.

2.5 - Gestion des imprévus

Sur un chantier de déconstruction, les imprévus concernent surtout la découverte d'ouvrages non conformes aux dossiers disponibles ou à l'idée que l'on pouvait s'en faire en phase PRO : par exemple, un ouvrage plus lourd que prévu, une condition d'appuis non identifiée, un ouvrage plus ou moins résistant, etc.

La découverte d'un polluant non identifié est aussi un imprévu rencontré mais qui renvoie évidemment à la qualité et l'exhaustivité des diagnostics préalables. On ne peut ici qu'insister sur la criticité de ces diagnostics.

À défaut de prévoir « l'imprévisible », il est au moins nécessaire de l'envisager sérieusement : le positionnement judicieux de points d'arrêts permet alors de limiter les conséquences des « imprévus » lorsque ceux-ci font suite à des investigations programmées (lors de la préparation du DCE ou du chantier).

Le respect des procédures de traitement des anomalies avec fiches de non-conformité, analyse et propositions de l'entreprise permettent dans ces cas de cadrer la réaction face à l'imprévu.

Quoiqu'il en soit, la réactivité et la disponibilité des différents intervenants est essentielle pour débloquer une situation qui peut s'avérer très complexe (par exemple dans le cas d'une exploitation connexe).

2.6 - Réception

En cours de travaux, il est souvent nécessaire de faire des « réceptions techniques » des ouvrages déconstruits : il ne s'agit pas de réceptions au sens du CCAG mais plutôt de points d'arrêt spécifiques de vérification de la conformité des ouvrages ou du site aux spécifications du marché. Ces phases nécessitent souvent la réalisation de levés géométriques.

Le principe et les modalités de la réception finale, contractuelle, se déroule de la même façon que pour toute opération de génie civil.

Le cas échéant, les entreprises en charge de la poursuite des travaux (à l'issue des démolitions), sont invitées à réceptionner à leur tour le site et les ouvrages.

2.7 - Mise en œuvre et suivi de la gestion des déchets

La mise en place d'une mission de coordonnateur environnement-déchet est recommandée pour les chantiers d'une certaine importance et/ou suivant les caractéristiques et la criticité des polluants. Cette mission est confiée à un spécialiste qui intervient en tant qu'assistant au maître d'ouvrage. Il doit être associé au déroulement du chantier (au même titre que le coordonnateur sécurité).

Traçabilité

Les bordereaux de suivi de déchets ne sont obligatoires que pour les déchets dangereux et pour les déchets amiantés. Le BSDD, respectivement le BSDA, permet aujourd'hui de tracer le déchet car il doit être renseigné par tous les intermédiaires. Ce document clarifie les responsabilités de chaque intervenant (producteur, transporteur, traiteur, éliminateur) vis à vis du déchet. Il comporte toutes les indications sur la provenance des déchets, leurs caractéristiques, les modalités de collecte, de transport et d'entreposage, l'identité des entreprises concernées et la destination des déchets. Les bordereaux doivent être conservés 5 ans par le producteur et 3 ans par les collecteurs et transporteurs.

Dans le cas des déchets non dangereux ou des déchets inertes, nous recommandons la pratique des bordereaux de suivi de déchets. D'autant que ces derniers peuvent être exigés notamment par certains producteurs de matériaux qui, souhaitant s'assurer de la bonne provenance des déchets, ont inclus dans leurs contrats d'approvisionnement un article sur la traçabilité ce qui leur facilite par ailleurs la tenue de leur registre déchets. En effet l'*arrêté du 29 février 2012* fixe le contenu des registres qu'ont obligation de tenir l'ensemble des parties tout au long de la chaîne de valeur du déchet, en l'occurrence les exploitants des établissements produisant ou expédiant des déchets, les collecteurs, les transporteurs, les négociants et les exploitants des installations de transit, de regroupement ou de traitement de déchets.

Les déchets d'amiante sont soumis aux dispositions du règlement ADR sur le transport des marchandises. Ils peuvent en être exemptés au titre de la disposition spéciale 168 à conditions que l'amiante soit fixé dans un liant en conditionnement étanche dans des conditions normales de transport.

Récapitulatif des contraintes pour le transport des déchets

	BSD	Déclaration en préfecture pour transport (d'une validité de 5 ans, copie du récépissé à conserver à bord de chaque véhicule et à présenter à toute réquisition des agents chargés du contrôle)
Déchets Inertes	Recommandé (BSDC)	Exempté
Déchets Non Dangereux	Recommandé (BSDND)	Exempté si : - transport de ses propres déchets - ou chargement < 0,5 t
Déchets Dangereux	Obligatoire (BSDD)	Exempté si : - transport de ses propres déchets - chargement < 0,1 t
Déchets contenant de l'Amiante	Obligatoire (BSDA) + étiquetage spécifique amiante + conditionnement étanche double	

Figure 302 : Récapitulatif des contraintes pour le transport des déchets

Suivi

Les suivis des procédures, quantité, nature, filière déchets, etc. est un point à aborder à chaque réunion de chantier.

2.8 - Mesures de réduction des impacts environnementaux

Des mesures de suivi et de réductions des impacts environnementaux ont été fixées au marché (suivi de la qualité des eaux, suivi des bâtiments ou installations sensibles, etc.). Il importe de veiller à ce qu'elles soient réalisées et conservées par l'entreprise et le maître d'ouvrage, dans le cadre de contrôle des autorités (inspecteur de la DREAL ou DDT, etc.) ou d'éventuels recours.

3 - Bilan des travaux

3.1 - Dossier de récolement

À l'issue d'une démolition/déconstruction, un dossier de récolement est réalisé. Dans les cas les plus simples, il est constitué de simples relevés topographiques du site. Le cas échéant, il est complété par des levés des ouvrages partiellement démolis et laissés en place.

Le CCTP peut éventuellement prévoir des relevés spécifiques permettant la poursuite des travaux, toutefois, le dossier de récolement ne devrait concerner que les travaux réalisés par l'entreprise titulaire du marché de démolition/reconstruction.

Les divers essais réalisés en cours du chantier peuvent être ajoutés au dossier d'ouvrage si cela a un sens par rapport à sa gestion.

3.2 - Bilan de la gestion des déchets

À l'instar de ce qui est requis par l'arrêté du 19 décembre 2011 (relatif au diagnostic portant sur la gestion des déchets issus de la démolition de catégories de bâtiments), l'entreprise réalise un bilan de la gestion des déchets et le fournit au maître d'ouvrage.

Ce bilan en forme de récolement reprend les contenus demandé dans l'*arrêté du 19/12/2011* et s'inspire du formulaire Cerfa 14498 (www.service-public.fr) pour le cadre à remplir.

Le maître d'ouvrage le valide et l'envoie à l'ADEME ainsi qu'au Cerema Infrastructures de Transport et Matériaux.

Ce bilan est réalisé au plus tard six 6 mois après la fin des travaux.

3.3 - Bilan de la démolition

Dans le cadre de la suite de ce guide, afin de pouvoir capitaliser les connaissances sur le sujet de la démolition des ponts et la gestion des déchets de démolition, au profit de tous (maîtres d'ouvrages, d'œuvres, BE, entreprises), les maîtres d'ouvrage pourront établir un bilan sous forme de monographie (cf. Annexe B2) et enverront celui-ci au Cerema Infrastructures de Transport et Matériaux.

Ce bilan est peut-être réalisé en même temps que le bilan de la gestion des déchets.

Annexes

Annexe 1 – Bibliographie

Références réglementaires

Directive cadre déchets 2008/98/CE - transposée dans le Code de l'environnement

Guide d'harmonisation des clauses techniques contractuelles relatives aux documents, concernant le management de la qualité et le respect de l'environnement, à fournir par le titulaire d'un marché de travaux

Recommandations n°T2-2000 aux maîtres d'ouvrage publics relative à la gestion des déchets de chantiers du bâtiment - préparée par le GPEM « travaux et maîtrise d'œuvre » et adoptée le 22 juin 2000 par la section technique de la Commission centrale des marchés

Décret n°94-1159 du 26 décembre 1994 relatif à l'intégration de la sécurité et à l'organisation de la coordination en matière de sécurité et de protection de la santé lors des opérations de bâtiment ou de génie civil et modifiant le Code du travail - PGCSPS

Diagnostic déchets

Arrêté du 19 décembre 2011 - relatif au diagnostic portant sur la gestion des déchets issus de la démolition de catégories de bâtiments (NOR: DEVL1134503A)

Décret n°2011-610 du 31 mai 2011 relatif au diagnostic portant sur la gestion des déchets issus de la démolition de catégories de bâtiment (NOR: DEVL1032789D)

Amiante et déchets dangereux

Décret n°2012-639 du 4 mai 2012 relatif aux risques d'exposition à l'amiante (NOR: ETST1208459D)

Décret n°2005-635 du 30 mai 2005 relatif au contrôle des circuits de traitement des déchets (NOR: DEVP530001D) - BSDA (! abrogé par décret 2007-1467 du 12 octobre 2007) - Mais les formulaires Cerfa y faisant référence sont les seuls toujours en ligne (<http://vosdroits.service-public.fr/professionnels-entreprises/R14335.xhtml>)

Arrêté du 15 février 2016 relatif aux installations de stockage de déchets non dangereux

Arrêté du 12 mars 2012 relatif au stockage des déchets d'amiante

Nota : Ces références réglementaires sont à jour à la date de rédaction du guide mais sont susceptibles de changement, aussi le lecteur doit-il vérifier leur validité et leur évolution.

Documents, guides ou liens utiles

Sétra, Guide technique « Maîtrise du bruit des chantiers de construction des infrastructures de transports terrestres » (Novembre 2008)

Sétra, Guide technique « Chantiers routiers et préservation du milieu aquatique - Management environnemental et solutions techniques » (Juillet 2007)

Sétra, Guide technique « Nomenclature de la Loi sur l'eau - Application aux infrastructures routières » (Juin 2004)

CETU, Dossier pilote des tunnels « Document n°8: environnement » (Juillet 2011)

Guide MEMOAR (Cerema (Sétra)) fiche XIX : La gestion des déchets

« Lexique à l'usage des acteurs de la gestion des déchets » édité en mai 2012 par le CGDD et la DGPR

Plaquette d'information CNIDEP (Chambre de métiers de Meurthe-et-Moselle) « Prescrivez le tri des déchets de chantier sur vos opérations »

Bibliographie concernant la démolition à l'explosif au chapitre III - 1.2.7 et fin du III - 3.5.2, notamment les guides du SYNDEUX (syndicat des utilisateurs d'explosifs)

Liens utiles : http://www.ineris.fr/aida/liste_documents/1/17988/1

Pour la démolition à l'explosif une bibliographie est proposée au sein du guide à la fin du chapitre 3.5.

Annexe 2 – Crédits figures et photographies

Crédits - photos et figures	Organisme	Personne
Photo couverture	DDE Moselle	Hervé Marneffe
Chapitre I		
Photos 1 à 3 : pont PS type (déviation de l'Amezule)	Cerema DT Est/LRNancy	Frédéric Judon
Figures 4 et 5	Cerema Dtec ITM et Dter IdF	Elise Tieilli, M.C. Brennotot
Figure 6	Cerema Dtec ITM et DT Est	MC Brennotot, H. Marneffe
Figures 7 à 10	Cerema Dtec ITM (Sétra) - Stat constructions ponts	
Figures 11 et 12	Cerema Dtec ITM (Sétra) - données durée de vie	
Figures 13 à 15	Cerema Dtec ITM et Dter IdF	Elise Tieilli, M.C. Brennotot
Chapitre II		
Photo 16 : buses métalliques - vue générale	Cerema DT Est/LRNancy	Faycal Oulabas
Photos 17 à 20 : buses métalliques	guide Sétra « règles de l'art et recommandations »	
Photo 21 : pont maçonnerie - vue générale	Cerema DT Est/LRNancy	Hervé Marneffe
Photos 22 à 24 : pont maçonnerie	Cerema DT Est/LRNancy	Frédéric Judon
Photo 25 : cadres (PIPO/POD) - vue générale	guide Sétra « conception - cadres et portiques »	
Photo 26 : cadres (PIPO) - éclaté	guide Sétra « conception - cadres et portiques »	
Figures 27 et 28 : ponts dalle béton armé - schéma général + coupe	guide Sétra « conception - ponts dalle »	
Photo 29 : ponts à poutres béton armé - schéma	catalogue IQOA	
Photo 30 : ponts dalle précontrainte - vue générale	Cerema DT Est/LRNancy	Frédéric Judon
Photos 31 à 33 : ponts dalle précontrainte	DDE Moselle	Hervé Marneffe
Photo 34 : pont à poutres PRAD - vue générale	guide Sétra « conception - PRAD »	
Photos 35 et 36 : pont à poutres PRAD	guide Sétra « conception - PRAD »	
Photo 37 : pont à poutres VIPP - vue générale	Cerema DT Est/LRNancy	Hervé Marneffe
Photos 38 à 41 : pont à poutres VIPP	guide Sétra « conception - VIPP de 1996 »	
Photo 42 : pont à poutrelles enrobées - vue générale	Cerema DT Est/LRNancy	Hervé Marneffe
Photos 43 à 46 : pont à poutrelles enrobées	guide Sétra « conception des ponts à poutrelles enrobées »	
Photo 47 : pont bow-string - vue générale	CG Moselle	Laurent Dufлот
Figure 48 : pont bow-string - schéma	Cerema DT Est/LRNancy	Hervé Marneffe
Photo 49 : pont bow-string - photo historique coffrage Algrange	CG Moselle	Laurent Dufлот
Photos 50, 51 : pont mixte - vue générale et lancement (viaduc des Chatelles 88)	Cerema DT Est/LRNancy	Hervé Marneffe
Photos 52, 53 : pont mixte - connexion + équipage (Merlebach 57)	DDE Moselle	Hervé Marneffe
Photos 54 à 56 : pont à caisson précontraint - pont sur le Rhin	Cete Est/DOA	Yves Simon
Photo 57 : pont à caisson précontraint - pont d'accès au pont sur le Rhin	Cete Est/DOA	Yves Simon
Photo 58 : pont à câbles - vue générale - pont Châtillon sur Loire 45	Cerema DT Est/LRNancy	Hervé Marneffe
Photos 59, 60, 61 : pont à haubans	Sétra guide « les ponts suspendus », guide « ponts à haubans »	
Figure 62 : schéma des points clefs d'une opération de démolition	Cerema DT Med	Céline Moreau

Figure 63 : tableau objectifs, moyens et acteurs par étapes	Cerema DT Med	Céline Moreau
Figure 64 : tableau objectifs, moyens et acteurs par étapes (volet déchets)	Cerema DT Med, Cerema/ DT IdF/LEM	C. Moreau, M.C. Brennetot
Photo 65 : appareil diagnostic plomb	Fabricant Oxford instruments et fiche radio protection de l'INRS	
Photo 66 : bombe Pak-maker pour diagnostic des HAP	Cerema DT Est/LRNancy	Hervé Marneffe
Photo 67, 69, 70 : pont de Richemont	DDE Moselle	Hervé Marneffe
Figure 68 : pont de Richemont - extraits plans	DDE Moselle	Dominique Gaillard
Photo 71 : pont de Richemont - photo 1964 construction de la pile B	archive DDE Moselle	
Figures 72, 73 : pont de Richemont - extraits plans	DDE Moselle	Dominique Gaillard
Photos 74, 75 : pont de Richemont - travaux - reconfiguration des têtes d'appui	DDE Moselle	Hervé Marneffe
Photos 76 à 78 : pont Rapilly (CG57) - travaux - confortement des fondations d'appui	Cerema DT Est/LRNancy	Hervé Marneffe
Figure 79 : déchets par type d'ouvrage	Cerema DT Med, Cerema/ DT IdF/LEM	C. Moreau, M.C. Brennetot
Figure 80 : déchets non dangereux non inertes par type d'ouvrage	Cerema DT Med, Cerema/ DT IdF/LEM	C. Moreau, M.C. Brennetot
Figure 81 : organisation des opérations de gestion des déchets	Cerema/ DT IdF/LEM	Marie-Claire Brennetot
Figure 82 : schéma des possibilités de gestion des déchets	Cerema/ DT IdF/LEM	Marie-Claire Brennetot
Figure 83 : tableau des coûts indicatifs des traitements des déchets	Cerema/ DT IdF/LEM	Marie-Claire Brennetot
Photos 84 à 91 : plateforme de recyclage de déchets du BTP (ici Cogesud 54)	Cerema DT Est/LRNancy	Hervé Marneffe
Photo 92 : centre enfouissement classe 2 - acheminement et manutention - amiante	entreprise PSI (site internet)	
Photo 93 : centre enfouissement classe 2 - recouvrement alvéole-amiante	syndicat intercommunal des déchets de Dordogne (site internet)	
Photo 94 : centre enfouissement classe 3 - amiante - contrôle entrée	Sita-FD - site de Drambon	Hervé Marneffe
Photo 95 : centre enfouissement classe 3 - amiante - déchargement	Sita-FD - site de Drambon	Hervé Marneffe
Photo 96 : vitrification - amiante - vue du produit final « Cofalit »	ent. Inertam (site internet)	
Photo 97 : site de prétraitement des ferrailles à Fretin (ent. PRE FER Nord)	Cerema/ DT IdF/LEM	Marie-Claire Brennetot
Figure 98 : schéma de la filière de valorisation des aciers	Cerema DT Est/LRNancy	Hervé Marneffe
Photo 99 : transport ferraille par péniche (ici 2 000 tonnes)	VNF/DTNE	
Photo 100 : recyclage ferraille par filière électrique - four	ent. Riva (Neuves Maisons 54)	
Figure 101 : logigramme du traitement des déchets contenant du plomb	Cerema DT Est/LRNancy	Hervé Marneffe
Photo 102 à 104 : vibrations - instrumentations et suivi	Cerema DT Est/LRNancy	Laurent Sylvestre
Photo 105 : brumisateurs pour chantier BTP	ent. DSD (site internet)	
Chapitre III		
Pictogrammes familles de démolition	Cerema DT Est/LRNancy	Hervé Marneffe
Photo 106 : grue sur roues	Cerema DT Est/LRNancy	Hervé Marneffe
Photos 107a et 107b : bigue fluviale	Cerema DT Est/LRNancy	Hervé Marneffe
Figure 108 : bigue fluviale de 1926	Revue « le génie Civil » de 1926	
Photo 109 : utilisation de barges	Cerema	Pierre Corfdir
Photos 110, 111 : porteur multi-essieux pendulaire (Kamags de l'ent. Sarens)	Cerema DT Est/LRNancy	Hervé Marneffe
Photo 112 : porteur multi-essieux pendulaires (de l'ent. Mammoet)	ent. Mammoet	

Photo 113 : cintre lanceur - pont rail d'Auxonne	ent. Demathieu et Bard	Nicolas Gotti
Photo 114 : BRH	CG Moselle	Serge Humbert
Photos 115 à 117 : pinces pour broyer et cisailles	Cerema DT Est/LRNancy	Hervé Marneffe
Photo 118 : robot pour démolition	ent. Brokk (site internet)	
Photos 119, 120 : lance et machine d'hydrodémolition	DIRIF/SIMMER/DIOA	Rodolphe Montet
Photos 121 à 123 : démolition immeuble célèbre à Bagneux	Cerema/DTech ITV	Fabien Rizard
Photo 124 : éclateurs	ent. Durmeyer	
Photo 125 : éclateurs - préparation des aciers de tête de pieu	Cerema DT Est/LRNancy	Pascal Naudin
Photo 126 : fraiseuse hydraulique démolissant des maçonneries altérées d'écluse	VNF/DTNE	Alain Chartier
Photo 127 : cartouches de dynamite gomme	ent. Titanobel (site internet)	
Photo 128 : cordeaux détonants	ent. Tina(tite)Nobel (site internet)	
Figure 129 : schéma en coupe de détonateurs	revue TI utilisation des explosifs dans le génie civil	
Photo 130 : détonateur moyenne intensité à micro retard	ent. Titanobel (site internet)	
Photo 131 : ensemble détonateur, cordeau détonant + Bourroir	DIRIF/SIMMER/DIOA	Rodolphe Montet
Photos 132, 133 : scies circulaires	DDE Moselle	Hervé Marneffe
Photos 134, 135 : scies à câbles	CG Moselle	Laurent Dufлот
Photos 136, 137 : pinces à trier	Cerema DT Est/LRNancy	Hervé Marneffe
Photo 138 : découpe par chalumeau d'oxycoupage	ent. Arcdémolition	
Photo 139 : chalumeau coupeur à poudre et sa réserve	ent. CGE (site internet)	
Photo 140 : lance thermique	ent. Cholansky-oki (site internet)	
Photo 141 : lance thermique	wikipédia : CC-BY-SA-2.0-DE. (Starwhooper)	
Photo 142 : exemple grutage - VIPP Merlebach	Cerema DT Est/LRNancy	Hervé Marneffe
Photo 143 : exemple dépose enlèvement - pont de Rosbruck	Cerema DT Est/LRNancy	Hervé Marneffe
Photo 144 : exemple délancement - pont Churchill	ent. Cardem	Claude Buschendorf
Photo 145 : exemple démolition intégrale - pont à Massy	CG Essone	Mme Lesne
Photo 146 : exemple déconstruction intégrale - pont de Pailhes	CG Hérault	Frédéric Audemard
Photo 147 : exemple démolition explosif - pont A10 de Courtabeuf	DIRIF/SIMMER/DIOA	Rodolphe Montet
Photo 148 : VIPP de Merlebach - vue générale des 2 tabliers	Cerema DT Est/LRNancy	Hervé Marneffe
Photo 149, 150 : VIPP de Merlebach - pathologie	Cerema DT Est/LRNancy	Hervé Marneffe
Figure 151 : enlèvement des corniches-trottoirs	ent. Demathieu et bard	
Photo 152 : enlèvement des hourdis intermédiaires et maintien des poutres	DDE Moselle	Pierre Stumpel
Photo 153 : maintien entre poutres ET maintien au sommier	DDE Moselle	Hervé Marneffe
Figure 154 : planche d'étude du grutage	DDE Moselle	Hervé Marneffe
Figure 155 : planche positionnement grue	gpt. Demathieu et bard + STIPS + Melchiorre	
Photos 156 à 165 : travaux de démolition du VIPP de Merlebach	DDE Moselle	Hervé Marneffe
Figure 166 : enlèvement des piles - schémas de procédure	ent. Demathieu et bard	
Photo 166 : enlèvement des piles	DDE Moselle	Pierre Stumpel
Photos 167, 168 : zone de réduction et tri des déchets	DDE Moselle	Hervé Marneffe
Photos 169, 170 : grutage du VIPP de Richemont	DDE Moselle	Hervé Marneffe

Photos 171, 172 : démolition par grutage du Bow-string de Lacourt Saint-Pierre	CG Tarn et Garonne	Thierry Sousbanc
Photos 173, 174 : enlèvement par bigue du pont à dalle orthotrope de richemont	DDE Moselle	Hervé Marneffe
Photos 175, 176 : enlèvement par barges spéciales de deux ponts-gazoducs	ent. DDM	Kurt Van Stappen
Photo 177 : enlèvement par porteurs multi-essieux du pont de Rosbruck	Cerema DT Est/LRNancy	Hervé Marneffe
Photos 178, 179 : pont rail d'Auxonne - vue de dessus et latérale	ent. Demathieu et Bard	Nicolas Gotti
Photos 180, 181 : pont rail d'Auxonne - vue générale Saone	ent. Demathieu et Bard	Nicolas Gotti
Photo 182 : pont rail d'Auxonne - vue intrados	ent. Demathieu et Bard	Nicolas Gotti
Photos 183 à 186 : pont rail d'Auxonne - vue du (dé)lanceur	ent. Demathieu et Bard	Nicolas Gotti
Photos 187 à 193 : pont rail d'Auxonne - les phases d'enlèvement d'une travée	ent. Demathieu et Bard	Nicolas Gotti
Photo 194 : pont Churchill - démolition par délancement	ent. Cardem	Claude Buschendorf
Photos 195 à 200 : pont A7 sur la Drôme - étapes de la démolition intégrale en place	Sté ASF	S. Lopez, Ph. Barry
Photo 201 : pont A7 sur la Drôme - tablier démolé et gravats évacués	Sté ASF	S. Lopez, Ph. Barry
Photo 202 : pont A7 sur la Drôme - vue nouvelle ossature sur pile	Sté ASF	S. Lopez, Ph. Barry
Photos 203 à 206 : ancien mode de démolition d'un pont suspendu en 1989	Archives	Hervé Marneffe
Photos 207, 208 : pont de Térénez - vues générales - archives	CG Finistère	Nicolas Baudot
Photos 209, 210 : pont de Térénez - pathologie des piles	CG Finistère	Nicolas Baudot
Photos 211, 212 : pont de Térénez - réparations des piles	CG Finistère	Nicolas Baudot
Photo 213 : nouveau pont de Térénez	CG Finistère	Nicolas Baudot
Figure 214 : cinématique de sciage des dalles béton	grt : DSD/4D/Ginger CEBTP	
Figures 215 à 218 : cinématique dépose et levage des dalles béton	grt : DSD/4D/Ginger CEBTP	
Figure 219 : schémas du comportement des câbles lors de la déconstruction	Cerema DT Est/LRNancy	Hervé Marneffe
Figures 220, 221 : dépose des suspentes, dépose des câbles porteurs	grt : DSD/4D/Ginger CEBTP	
Figure 222 : démolition des travées d'accès	grt : DSD/4D/Ginger CEBTP	
Photo 223 : ancien pont de Térénez - vue avant travaux	CG Finistère	Nicolas Baudot
Photos 224 à 231 : ancien pont de Térénez - phases des travaux de déconstruction	CG Finistère	Nicolas Baudot
Photos 232 à 239 : ancien pont de Térénez - phases des travaux de déconstruction	CG Finistère	Nicolas Baudot
Photos 240, 241 : pont de Beaucaire - déconstruction des voussoirs	Archives -Bulletin OA et CG 30	Céline Moreau
Photo 242 : pont de Gercy - cintre pour travaux de démolition	Cerema DTer NP	Laurent Labourie
Figure 243 : pont de Courtabeuf - coupe transversale	DRIEA IF/DiRIF	Rodolphe Montet
Photo 244 : pont de Courtabeuf - vue aérienne bâti environnant	DRIEA IF/DiRIF	Rodolphe Montet
Figure 245 : pont de Courtabeuf - planning	Ginger-CEBTP démolition	
Photo 246 : pont de Courtabeuf - début travaux préparation	DRIEA IF/DiRIF	Rodolphe Montet
Figures 247, 248 : pont de Courtabeuf - schémas sciage, forations	Ginger-CEBTP démolition	
Figure 249 : pont de Courtabeuf - forations pour explosifs (tablier et piles)	Ginger-CEBTP démolition	
Figure 250 : pont de Courtabeuf - schéma des protections	Ginger-CEBTP démolition	
Photos 251, 252 : pont de Courtabeuf - mise en place des charges	DRIEA IF/DiRIF	Rodolphe Montet

Figure 253 : pont de Courtabeuf - plan de principe effondrement	Ginger-CEBTP démolition	
Figure 254 : pont de Courtabeuf - périmètre de sécurité	Ginger-CEBTP démolition	
Photos 255 à 260 : pont de Courtabeuf - étapes de la démolition	DRIEA IF/DiRIF	Rodolphe Montet
Photo 261 : matériel de mesure	Cerema DT Est/LRNancy	Laurent Sylvestre
Photo 262 : pont de Mondelange - vue générale	Cerema DT Est/LRNancy	Hervé Marneffe
Photo 263 : vue de la culée fracturée et ruinée	Cerema DT Est/LRNancy	Hervé Marneffe
Photos 264, 265 : vue de la culée fracturée et de la réparation d'urgence	CG Moselle	Laurent Dufлот
Photos 266 à 268 : (Mondelange) démolition partielle par hydrodémolition	CG Moselle	Laurent Dufлот
Photos 269 à 274 : démolition de culée par sciage (disque/câble)	CG Moselle	Laurent Dufлот
Photo 273 : vue de la culée reconstruite	CG Moselle	Laurent Dufлот
Photo 275 : hydrodémolition manuelle d'un dé d'appui	ent. Hubert Etter et fils	
Photos 276, 277 : hydrodémolition viaduc de Drancy - (ent. THP)	DRIEA IF/DiRIF	Rodolphe Montet
Photos 279, 278 : hydrodémolition mécanique	ent. Hubert Etter et fils	
Chapitre IV		
Photo 280 : ponton d'accès	Cerema DT Est/ADD/ENV	Marc Gigueux
Photo 281 : plate-forme flottante	Cerema DT Est/LRNancy	Hervé Marneffe
Photos 282, 283 : 1/2 remblai submersible d'accès	Cerema DT Est/LRNancy	Hervé Marneffe
Photo 284 : dispositifs pour les rejets	Cerema DT Est/ADD/ENV	Marc Gigueux
Photos 285 à 288 : dispositifs pour les rejets	Cerema DT Est/ADD/ENV	Marc Gigueux
Photo 289 : exemple prélèvement d'eau en rivière	Cerema DT Est/ADD/ENV	Marc Gigueux
Photo 290 : dragage préalable	Cerema DT Est/LRNancy	Hervé Marneffe
Photo 291 : dragage préalable - vue du ciel de la raison de ce dragage	leuropeveduciel	
Photo 292 : modifications des modifications de berges nécessaires aux travaux	Cerema DT Est/LRNancy	Hervé Marneffe
Photo 293 : installations de chantier en zone inondable	Cerema DT Est/ADD/ENV	Marc Gigueux
Photo 294 : poste électrique de chantier en zone inondable	Cerema DT Est/LRNancy	Hervé Marneffe
Photo 296 : disque de Secchi	ent. Secchi	
Photos 295, 297 : prélèvements hydrobiologique et prélèvement d'eau	Cerema DT Est/ADD/ENV	Marc Gigueux
Figure 298 : code rubrique ICPE	Cerema DT Est/LRNancy	Hervé Marneffe
Figures 299, 300 : rubrique ICPE, délais procédures ICPE	Cerema DT Est/LRNancy	Hervé Marneffe
Chapitre V		
Figure 301 : Sosed et responsabilités des acteurs sur un chantier	Cerema Dtec ITM et Dter IdF	Elise Tieilli, M.C. Brennotot
Chapitre VI		
Photo 302 : bennes de tri sur un chantier	Cerema DT Est/LRNancy	Hervé Marneffe
Figure 303 : tableau des contraintes pour le transport de déchets	Cerema Dtec ITM et Dter IdF	Elise Tieilli, M.C. Brennotot

Liste des annexes téléchargeables

ANNEXES
Annexes A
• A1 – Nomenclature déchet (déchet inerte admissible en ISDI), caractérisation des propriétés dangereuses
• A2a – Matériels de démolition : bigues fluviales et grues mobiles
• A2b – Choix et utilisation d'une grue Fiche technique expliquée, descente de charge par patin, stabilité d'un mur sous la poussée d'un patin de grue, stabilité d'une poutre au grutage (exemple appliqué de vérification)
• A3 – Démolition par explosifs – Suppression – Vibrations. Nuisances inhérentes au procédé de la démolition par explosifs.
Annexes B
• B1 – Exemple détaillé de la problématique de la conservation des appuis
• B2 – Monographies (20 monographies de démolition de pont)
• B3 – Mercuriales de prix
Annexes C
• C1 – Cadres types de cahier des charges - partie déchets - Prog
• MOA, SPS, MOE,
• C2 – Synthèse du diagnostic, BSDA, BSDD, formulaire de récolement

© 2018 - Cerema

Le Cerema, l'expertise publique pour le développement et la cohésion des territoires.

Le Cerema est un établissement public qui apporte un appui scientifique et technique renforcé dans l'élaboration, la mise en œuvre et l'évaluation des politiques publiques de l'aménagement et du développement durables. Centre de ressources et d'expertise, il a pour vocation de produire et de diffuser des connaissances et savoirs scientifiques et techniques ainsi que des solutions innovantes au cœur des projets territoriaux pour améliorer le cadre de vie des citoyens. Alliant à la fois expertise et transversalité, il met à disposition des méthodologies, outils et retours d'expérience auprès de tous les acteurs des territoires : collectivités territoriales, services de l'État et partenaires scientifiques, associations et particuliers, bureaux d'études et entreprises.

Toute reproduction intégrale ou partielle, faite sans le consentement du Cerema est illicite (loi du 11 mars 1957). Cette reproduction par quelque procédé que se soit, constituerait une contrefaçon sanctionnée par les articles 425 et suivants du Code pénal.

Coordination et suivi d'édition › Cerema Infrastructures de transport et matériaux, Département de la valorisation technique, Pôle édition multimédia.

Mise en page › Drapeau Graphic - Parc Éco 85 - 27 impasse Louis-Marie Barbarit - 85000 La Roche sur Yon

Impression › Jouve - 1, rue du Docteur Sauvé - 53100 Mayenne - Tél. 01 44 76 54 40

Cet ouvrage a été imprimé sur du papier issu de forêts gérées durablement (norme PEFC) et fabriqué proprement (norme ECF). L'imprimerie Jouve est une installation classée pour la protection de l'environnement et respecte les directives européennes en vigueur relatives à l'utilisation d'encre végétale, le recyclage des rognures de papier, le traitement des déchets dangereux par des filières agréées et la réduction des émissions de COV.

Achevé d'imprimer : novembre 2018

Dépôt légal : novembre 2018

ISBN : 978-2-37180-304-6

ISSN : 2276-0164

Prix : 72 €

Éditions du Cerema

Cité des mobilités

25 avenue François Mitterrand

CS 92803

69674 Bron Cedex

Pour commander nos ouvrages › www.cerema.fr

Pour toute correspondance › Cerema - Bureau de ventes - 2 rue Antoine Charial - CS 33927 - 69426 Lyon Cedex 03

ou par mail › bventes@cerema.fr

www.cerema.fr › Nos publications

La collection « Références » du Cerema

Cette collection regroupe l'ensemble des documents de référence portant sur l'état de l'art dans les domaines d'expertise du Cerema (recommandations méthodologiques, règles techniques, savoir-faire...), dans une version stabilisée et validée. Destinée à un public de généralistes et de spécialistes, sa rédaction pédagogique et concrète facilite l'appropriation et l'application des recommandations par le professionnel en situation opérationnelle.

Démolition des ponts et gestion de leurs déchets

Ce guide vise à rassembler les principales connaissances sur le sujet de la démolition des ponts et la gestion de leurs déchets.

Il est basé et illustré de nombreux exemples détaillés.

Il est destiné :

- aux maîtres d'ouvrage et gestionnaires ayant à gérer un patrimoine ;
- aux maîtres d'œuvre et aux ingénieurs d'études ayant à concevoir et mener un projet de démolition.

Il présente les éléments méthodologiques et techniques pour traiter la déconstruction d'un ouvrage d'art, en cernant les enjeux et les contraintes afin de cibler les techniques les mieux adaptées à la démolition dé-construction et à la gestion des déchets issus de l'opération.

Le présent document concerne des projets de démolition totale ou partielle. Il traite essentiellement de ponts routiers et de passerelles piétonnes dans un contexte où les préoccupations environnementales liées notamment à la gestion des déchets, à la protection de l'environnement sont croissantes et de plus en plus complexes à maîtriser.

Aménagement et cohésion des territoires - Ville et stratégies urbaines - Transition énergétique et climat - Environnement et ressources naturelles - Prévention des risques - Bien-être et réduction des nuisances - Mobilité et transport - Infrastructures de transport - Habitat et bâtiment

Prix 72 €

ISSN : 2276-0164

ISBN : 978-2-37180-304-6



9 782371 803046

Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement - www.cerema.fr

Infrastructures de transport et matériaux - 110 rue de Paris - 77171 Sourdun - Tél. +33 (0)1 60 52 31 31

Siège social : Cité des mobilités - 25, avenue François Mitterrand - CS 92 803 - F-69674 Bron Cedex - Tél. +33 (0)4 72 14 30 30