

# Évaluation des ouvrages d'art sous le passage des convois exceptionnels

*Aix en Provence - 9 avril 2013*

*Le logiciel CONVOA*

*Nicolas Henry - Sétra*



# CONVOA



# CONTEXTE

Fort développement de la circulation des véhicules lourds ces dernières années (plus de 10 000 demandes d'autorisations de circulation de convois exceptionnels de 3ème catégorie par an).

Demande de la DIT de former un groupe de travail piloté par le Sétra et associant RST et DIR pour proposer une méthodologie globale cohérente pour les avis sur les passages de convois exceptionnels sur le réseau routier national.

Dans le cadre de ce groupe, demande des DIR de disposer d'un outil informatique permettant de répondre rapidement aux nombreuses demandes (jusqu'à une par jour à certaines périodes).

# CONTEXTE

L'outil CONVOA est destiné à assister le gestionnaire d'un patrimoine d'ouvrages d'art pour préciser les possibilités de passage de convois exceptionnels, en ce qui concerne la portance des ouvrages.

Il a été élaboré à la demande des gestionnaires et avec leur collaboration, notamment au niveau de la phase de test (DIR Atlantique – DIR Centre Est – DIR Est).

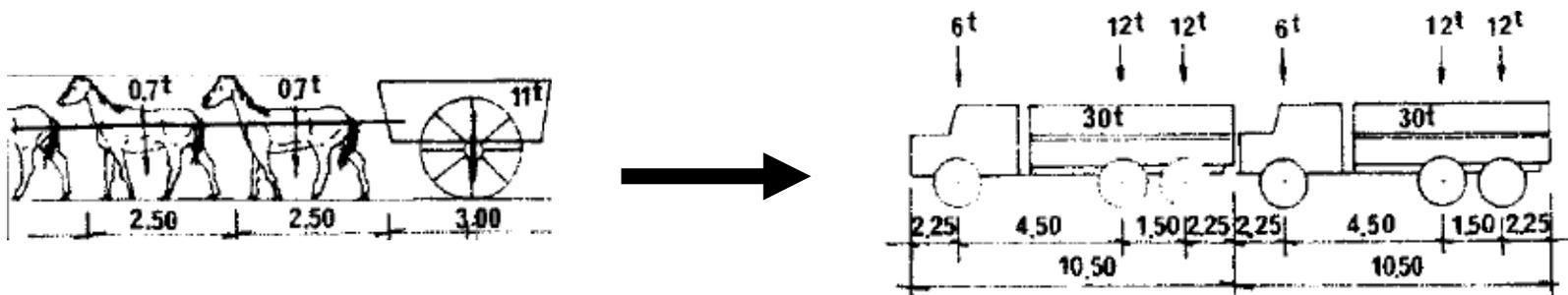
Il a été développé sous le pilotage du Sétra par un groupe de travail du RST composé des CETE du Sud Ouest et de l'Est ainsi que la DOAT de la DREIF.



# DEMARCHE

## Les difficultés :

- La multitude des règlements de charge, de matériaux et de calcul



- Le manque de connaissance sur les ouvrages



# DEMARCHE

## Les difficultés :

- Les différentes conditions de passage possibles :
  - mêlé à la circulation et à vitesse normale
  - seul sur l'ouvrage et à la vitesse normale
  - seul sur l'ouvrage, dans l'axe et à vitesse normale
  - seul sur l'ouvrage, dans l'axe et à vitesse inférieure à 10 km/h
  - le convoi ne doit pas circuler sur l'ouvrage.
- Le temps disponible pour une étude d'itinéraire



# DEMARCHE

## Niveau de vérification :

Quatre approches possibles :

- approche générale de type logigramme
- comparaison avec un véhicule ayant déjà franchi l'ouvrage
- calcul simplifié : comparaison des effets des charges de dimensionnement avec ceux du TE
- calcul complet



# DEMARCHE

## Niveau de vérification :

### Niveau 3 : calcul simplifié

Cette approche consiste à comparer les sollicitations dues au convoi exceptionnel pour des conditions de circulation données, aux sollicitations provenant des charges retenues à l'époque de la conception de l'ouvrage, en prenant en compte les coefficients de sécurité, de combinaison, de majoration dynamique, etc...

Cette méthode suppose une connaissance précise de la géométrie de la structure et une modélisation particulière à l'ouvrage.

Cette méthode s'applique par exemple aux ouvrages existants, notamment ceux pour lesquels les plans de ferrailage et de câblage ne sont pas connus.

Elle ne donne pas en général de résultats intéressants pour les ouvrages conçus avant l'application du règlement de charge de 1958/1960.

**L'ouvrage doit être en bon état structurel.**

# DEMARCHE

## Parti pris pour CONVOA :

CONVOA répond aux principes suivants :

- Gestion par itinéraire, les ouvrages étant définis une fois pour toute
- Nombre de données volontairement très réduit à la base mais possibilité de compléter ces données lorsqu'on en a connaissance
- Couplage possible avec une base de données (actuellement LAGORA)
- Plusieurs niveaux de sortie allant d'un tableau synthétique avec codes couleur à des résultats détaillés

Conformément au souhait des gestionnaires :

- 5 minutes pour entrer les données pour tout un itinéraire
- 5 minutes pour les exploiter

# DEMARCHE

## Domaine d'emploi de CONVOA :

L'outil CONVOA est destiné à apporter une assistance au gestionnaire d'un patrimoine d'ouvrages d'art par une "**évaluation structurelle**", analyse faisant appel à un calcul de structures.

Cette approche est complémentaire de la connaissance de l'état apparent de l'ouvrage, "**évaluation de l'état**" qui est un élément pour apprécier l'aptitude de l'ouvrage à résister aux charges de dimensionnement.

L'utilisation de CONVOA est limitée aux convois exceptionnels de moins de **200 tonnes** et aux ouvrages conçus avec des règlements "modernes", c'est à dire depuis **1966**.

# DEMARCHE

## Ouvrages étudiés (Version 1) :

Chaque ouvrage est analysé par un outil adapté à son type :

- module CHAMOA du Sétra (programme de ponts types aux Eurocodes). Permet de traiter les ouvrages de type PIPO, PICEF, PSIDA, PSIDP et les poutrelles enrobées.
- module BUSE développé spécifiquement. Permet de traiter les ouvrages enterrés de type buse métallique ou buse béton.

Cette première version de CONVOA permet de traiter environ 75 % des ouvrages du réseau routier national.

# DEMARCHE

## Principe du calcul simplifié :

**Comparaison des effets du convoi aux effets des charges de dimensionnement de l'époque de construction**, dans différentes configurations de franchissement et pour les sections déterminantes suivantes :

Dalles, cadres et portiques	Ouvrages enterrés
Les moments longitudinaux à mi-travée et sur appuis Les moments transversaux L'effort tranchant sur appuis Les réactions d'appuis	Les pressions à la clé

- convoi mêlé à la circulation
- convoi seul à vitesse normale
- convoi seul et centré sur l'ouvrage

# FONCTIONNEMENT

## Données gérées :

CONVOA permet de gérer :

- les données **ouvrages d'art**
- les données **routières**

Ces données peuvent être entièrement saisies ou récupérées à partir d'une base de données.

La modification des données importées est également possible.

# FONCTIONNEMENT

## Données ouvrages d'art :

Nombre de données nécessaires aux calculs volontairement réduit :

- Année de construction de l'ouvrage
- Type d'ouvrage
- Ouverture ou longueurs de travées suivant le type d'ouvrage
- Largeurs utile et roulable (possibilité de déclarer des valeurs différentes entre le dimensionnement et la géométrie actuelle)
- État de l'ouvrage
- Biais de l'ouvrage

Les données puisées dans la base LAGORA sont exploitées, extrapolées si nécessaire.

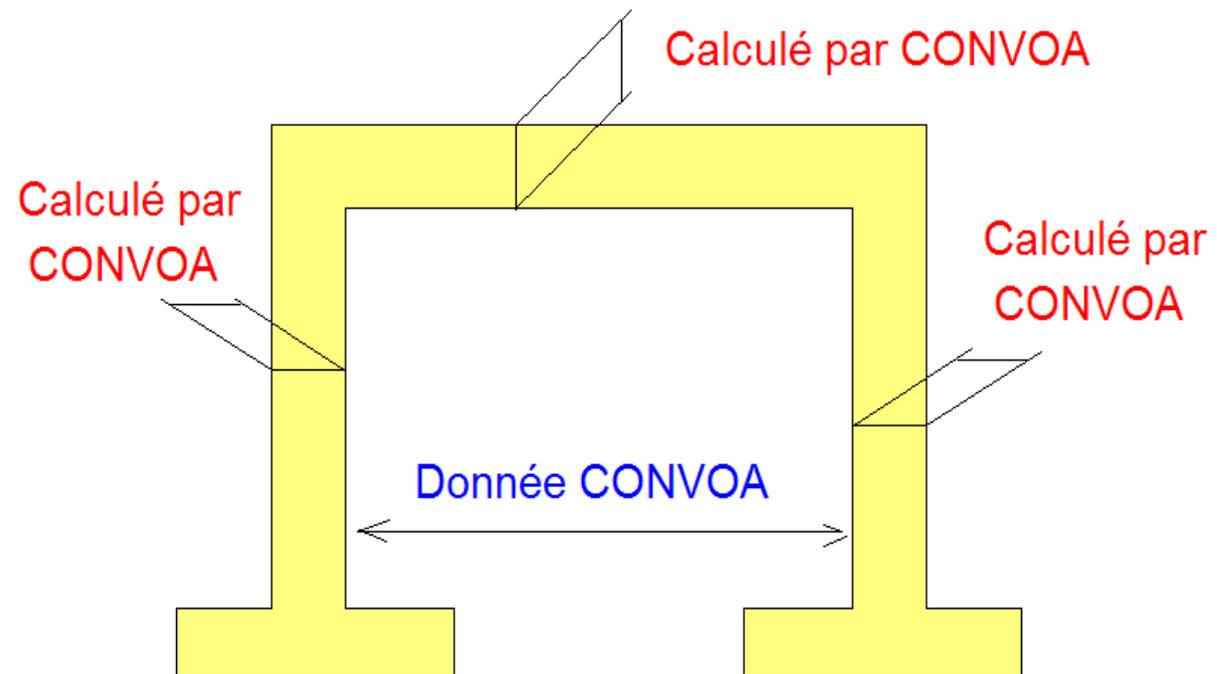
L'intervention de l'utilisateur est limitée aux données impératives.

# FONCTIONNEMENT

## Cas d'un PIPO :

Noms Champs CONVOA
IDENTIFIANT
NOM
FRANCHISSEMENT
DEPARTEMENT
<b>ANNEE</b>
PERIODE
COMMUNE
NOM VOIE
VOIE PORTEE
NUMERO_VOIE
PR
ABSCISSE
GESTIONNAIRE
CHARGE
ESSIEU
EXCEPTIONNEL
MILITAIRE
<b>TYPE_OA</b>
<b>LONGUEUR</b>
<b>OUVERTURE</b>
<b>LARGEUR</b>
<b>LARGEUR_R</b>
<b>LARGEUR_SR</b>
<b>NOMBRE</b>
<b>NOTE</b>
<b>MATERIAU</b>
LIMITATION

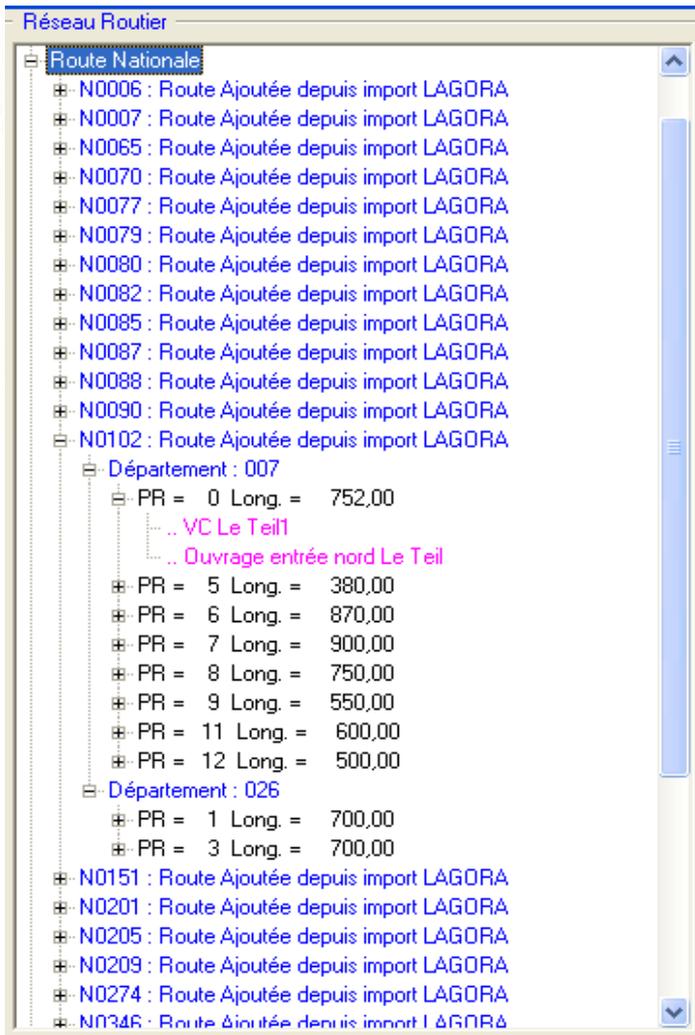
Données et dimensions calculées par CONVOA :



Semelles : valeur moyenne de rigidité retenue par CONVOA

# FONCTIONNEMENT

## Données routières :



Réseau Routier

- Route Nationale
  - N0006 : Route Ajoutée depuis import LAGORA
  - N0007 : Route Ajoutée depuis import LAGORA
  - N0065 : Route Ajoutée depuis import LAGORA
  - N0070 : Route Ajoutée depuis import LAGORA
  - N0077 : Route Ajoutée depuis import LAGORA
  - N0079 : Route Ajoutée depuis import LAGORA
  - N0080 : Route Ajoutée depuis import LAGORA
  - N0082 : Route Ajoutée depuis import LAGORA
  - N0085 : Route Ajoutée depuis import LAGORA
  - N0087 : Route Ajoutée depuis import LAGORA
  - N0088 : Route Ajoutée depuis import LAGORA
  - N0090 : Route Ajoutée depuis import LAGORA
  - N0102 : Route Ajoutée depuis import LAGORA
  - Département : 007
    - PR = 0 Long. = 752,00
      - .. VC Le Teil
      - .. Ouvrage entrée nord Le Teil
    - PR = 5 Long. = 380,00
    - PR = 6 Long. = 870,00
    - PR = 7 Long. = 900,00
    - PR = 8 Long. = 750,00
    - PR = 9 Long. = 550,00
    - PR = 11 Long. = 600,00
    - PR = 12 Long. = 500,00
  - Département : 026
    - PR = 1 Long. = 700,00
    - PR = 3 Long. = 700,00
  - N0151 : Route Ajoutée depuis import LAGORA
  - N0201 : Route Ajoutée depuis import LAGORA
  - N0205 : Route Ajoutée depuis import LAGORA
  - N0209 : Route Ajoutée depuis import LAGORA
  - N0274 : Route Ajoutée depuis import LAGORA
  - N0346 : Route Ajoutée depuis import LAGORA

Le réseau routier issu de la base de données LAGORA est décomposé en routes, tronçons classés par départements et contenant les ouvrages.

L'interface permet la création d'itinéraires à partir du réseau. Ces itinéraires sont stockés en mémoire et peuvent être réutilisés pour des demandes ultérieures.

# FONCTIONNEMENT

## Procédure :

Une fois que le réseau est créé, les différentes étapes du traitement des demandes passent par :

- la définition d'un convoi
- la sélection d'un itinéraire
- la génération des données pour le programme de calcul associé à chaque ouvrage
- le lancement du calcul
- la récupération des résultats dans une note de calcul.



# FONCTIONNEMENT

## Définition d'un convoi :

CONVOA permet également de gérer les données des **demandes d'autorisation** (description du convoi traité) sur la base des imprimés remplis par les transporteurs.

**Demande d'autorisation individuelle de transport exceptionnel**  
Arrêté interministériel du 4 mai 2006  
cerfa n° 12109\*02

Ministère des Territoires de l'Équipement et de la Mer

copie pour demande d'avis  
 demande modificative

Date de la demande : 30 / 11 / 2009

**1 - Identification du demandeur**

Pétitionnaire : nom, prénoms ou raison sociale : Sétra  
Adresse :  
Code postal : Commune :  
Pays : Téléphone : Télécopie :  
Adresse électronique :  
Profession ou nature de l'activité :  
Agissant :  pour compte propre  pour compte d'autrui N° SIREN :  
Mandataire (le cas échéant) : nom, prénoms ou raison sociale : Division des Grands Duvrages  
Adresse :  
Code postal : Commune :  
Pays : Téléphone : Télécopie :  
Adresse électronique :

**Transport de marchandise : caractéristiques maximales du chargement et du convoi**

Chargement	Nature : Convoi type de première catégorie	masse (kg)	longueur (m)	largeur (m)	hauteur (m)	nombre de pièces (par voyage)
- unique						
- multiple						
<b>Convoi</b>	<b>masse totale (kg)</b>					
- à vide						
- en charge		43000				

**2 - Ou circulation d'engin : caractéristiques maximales**

Nature :	masse totale (kg)	longueur (m)	largeur (m)	hauteur (m)	dépas. avant (m)	dépas. arrière (m)

**3 - Nature et durée de l'autorisation demandée**

Autorisation permanente	Catégorie	Date de début	Durée	
- sur réseau carte nationale	<input type="checkbox"/> 1 <sup>ère</sup> <input type="checkbox"/> 2 <sup>ème</sup>			
- sur réseau routier du département	<input type="checkbox"/> 1 <sup>ère</sup> <input type="checkbox"/> 2 <sup>ème</sup>			
- rattachement de départ au réseau carte nationale	<input type="checkbox"/> 1 <sup>ère</sup> <input type="checkbox"/> 2 <sup>ème</sup>			
- rattachement de départ au réseau du département	<input type="checkbox"/> 1 <sup>ère</sup> <input type="checkbox"/> 2 <sup>ème</sup>			
- rattachement seul en complément au réseau carte nationale/département				
autorisation n° : valable jusqu'au :				
Autorisation au voyage	Catégorie	Date de début	Durée	N° voyages
- sur itinéraire précis	<input type="checkbox"/> 1 <sup>ère</sup> <input type="checkbox"/> 2 <sup>ème</sup> <input type="checkbox"/> 3 <sup>ème</sup>	25 / 12 / 2009	200	1 (jours)
- rattachement seul en complément au réseau carte nationale/département				
autorisation n° : valable jusqu'au :				

**Fiche d'ensemble routier**  
Éléments techniques d'un ensemble routier pour la délivrance d'une autorisation individuelle de transport exceptionnel  
Arrêté interministériel du 4 mai 2006  
cerfa n° 12110\*02

Ministère des Territoires de l'Équipement et de la Mer

Nom du pétitionnaire : Sétra

1 - Libellé de la configuration d'ensemble routier : Cat\_1\_2

2 - Détail de la configuration n° :

Dimensions en millimètres, masses en kg, essieux numérotés de l'avant vers l'arrière

**1<sup>ère</sup> PARTIE : Caractéristiques du convoi**

Caractéristiques à vide	catégorie : <input type="checkbox"/> code de la route <input type="checkbox"/> 1 <sup>ère</sup> <input type="checkbox"/> 2 <sup>ème</sup> <input type="checkbox"/> 3 <sup>ème</sup>
longueur hors tout :	largeur hors tout : hauteur hors tout :
PV véhicule tracteur :	véhicules tractés 1 <sup>er</sup> : 2 <sup>ème</sup> : 3 <sup>ème</sup> :
PTAC véhicule tracteur :	véhicules tractés 1 <sup>er</sup> : 2 <sup>ème</sup> : 3 <sup>ème</sup> :
PTRA :	masse à vide du convoi :
Chargement	si lest masse P <sup>1</sup> : masse chargement P :
<b>Caractéristiques en charge</b>	catégorie : <input checked="" type="checkbox"/> 1 <sup>ère</sup> <input type="checkbox"/> 2 <sup>ème</sup> <input type="checkbox"/> 3 <sup>ème</sup>
longueur hors tout : 8770	largeur hors tout : 2500 hauteur hors tout :
dépassement à l'avant : 1000	dépassement à l'arrière :
PTC véhicule tracteur :	véhicules tractés 1 <sup>er</sup> : 2 <sup>ème</sup> : 3 <sup>ème</sup> : PTR :

**2<sup>ème</sup> PARTIE : Répartition des charges**

Nombre total d'essieux : 3

Caractéristiques géométriques					
e1 > e2 :	e2 > e3 :	e3 > e4 :	e4 > e5 :	e5 > e6 :	
4970	1800				
e6 > e7 :	e7 > e8 :	e8 > e9 :	e9 > e10 :	e10 > e11 :	
e11 > e12 :	e12 > e13 :	e13 > e14 :	e14 > e15 :	e15 > e16 :	
D11 :	D12 :	D111 :	D112 :	D41 :	
D21 :	D22 :	D211 :	D212 :	D42 :	
D423 :	D424 :	si lest D'1 :		D'2 :	

**Positionnement de la charge**

D1 : D2 :

**Charge sur les essieux**

numéro essieu	e1	e2	e3	e4	e5	e6	e7	e8
type assieu/roues	A/R5 =	A/RJ = E	A/RJ = E					
largeur voie	2200	2050	2050					
Entraxe DT								
charge portée								
masse totale	13000	15000	15000					

# FONCTIONNEMENT

## Résultats et indicateurs :

Pour chacune des sollicitations calculées, CONVOA évalue un indicateur pour chacune des charges de dimensionnement (civiles, militaires...) et pour chaque configuration de franchissement :

$$I_{X,ncouv,ndim}(x) = \frac{X_{ncouv}(x)}{X_{ndim}(x)}$$

L'indicateur peut être considéré comme **satisfaisant**, **critique** ou **limite**.

L'ensemble des indicateurs est alors résumé dans un tableau synthétique :

	REACTIONS				EFFORT TRANCHANT				MOMENT FLECHISSANT				MOMENT TRANSVERSAL			
	CIV	EPR	MIL	EXC	CIV	EPR	MIL	EXC	CIV	EPR	MIL	EXC	CIV	EPR	MIL	EXC
Convoi rapide accompagné	1,20	1,72	--	0,00	1,20	1,72	--	0,00	1,10	1,57	--	0,00	1,26	1,80	--	0,00
Convoi rapide seul	0,71	1,02	--	0,00	0,71	1,02	--	0,00	0,79	1,13	--	0,00	0,89	1,27	--	0,00
Convoi lent seul centré	0,59	0,84	--	0,00	0,59	0,84	--	0,00	0,65	0,94	--	0,00	0,74	1,06	--	0,00

# FONCTIONNEMENT

## Plusieurs niveaux de sortie :

Note de synthèse :

Identifiant OA	Nom ouvrage	Mélé à la Circu.	Seul à Vitesse Normale	Seul au pas et centré	Note IQA
212000131171887	N274PI40-Ouvrage Numéro 1 de.	1,26	0,89	0,74	Note 2
211000131852104	N274 00S-OA 00SUD - TYPE PSID.	1,17	0,51	0,36	Note 2
211000131852100	N274 00N-OA 00NORD - TYPE PSI.	0,99	0,51	0,36	Note 2
211000131204338	N274PI4E-Ouvrage Numéro 1 de.	0,99	0,51	0,36	Note 2

Note détaillée :

OA : 212000131171887 - N274PI40-Ouvrage Numéro 1 de N274PI40

Résultats Calculs : procédure CHAMOA

	REACTIONS				EFFORT TRANCHANT				MOMENT FLECHISSANT				MOMENT TRANSVERSAL			
	CIV	EPR	MIL	EXC	CIV	EPR	MIL	EXC	CIV	EPR	MIL	EXC	CIV	EPR	MIL	EXC
Convoi rapide accompagné	1,20	1,72	--	0,00	1,20	1,72	--	0,00	1,10	1,57	--	0,00	1,26	1,80	--	0,00
Convoi rapide seul	0,71	1,02	--	0,00	0,71	1,02	--	0,00	0,79	1,13	--	0,00	0,89	1,27	--	0,00
Convoi lent seul centré	0,59	0,84	--	0,00	0,59	0,84	--	0,00	0,65	0,94	--	0,00	0,74	1,06	--	0,00

Indicateurs convoi :

- rapide accompagné = 1,26
- rapide seul = 0,89
- lent seul centré = 0,74

Lien vers fichier resultats C3 : [OA\\_212000131171887\\_C3\\_NDC.txt](#)

# EVOLUTION

Actuellement, la version V1 est utilisée dans les DIR depuis fin 2010.

Une version 2 est en chantier avec pour objectifs :

- extension du domaine d'emploi à de nouvelles structures :
  - ponts à poutres béton : PIBA, PRAD, VIPP
  - grands ouvrages d'inertie variable : mixte, caisson BP
  - ouvrages en maçonnerie
- amélioration du fonctionnement de l'outil :
  - convivialité de l'interface
  - temps de calcul
- compatibilité avec d'autres bases de données que LAGORA, notamment dans le but de proposer l'outil aux collectivités territoriales.



# Merci pour votre attention

