

# Journées Méditerranéennes de l'AIPCN et Assises du port du futur du Cerema 25 au 27 octobre 2023 à Sete France

**Détermination des impacts environnementaux d'une  
rénovation d'écluse en vue d'une écoconception des ouvrages**

Auteurs: Tiffany DESBOIS<sup>1</sup>, Anthony PETITPREZ<sup>2</sup>, Benoit THAUVIN<sup>1</sup>, Laurent LUCHEZ<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Cerema, <sup>2</sup>VNF

# CONTEXTE

## Politique

**Accord de Paris en 2015**

**Stratégie nationale Bas Carbone adoptée en 2015, révisée en 2018-2019**

**Plan climat de la France en 2017**

**Loi Transition Énergétique pour une Croissance Verte :**

-40% d'émission GES entre 1990 et 2030 et diviser par 4 les émissions de GES entre 1990 et 2050

Réduire la consommation énergétique finale de 50% en 2050, en visant un objectif intermédiaire de 20% en 2030 par rapport à 2012

**Loi Climat et résilience :** *A compter du 1er janvier 2030, l'usage des matériaux biosourcés ou bas-carbone intervient dans au moins 25 % des rénovations lourdes et des constructions relevant de la commande publique*

## Dans le domaine fluvial

**Mode de transport écologique : performance énergétique, carbone et environnementale**

**Infrastructure ?**

Impacts associés à la conception et à la modernisation : mal connus et documentés

Pacte d'engagement de l'IDRRIM de janvier 2021 : *développer une infrastructure bas carbone, en réduisant l'empreinte environnementale des infrastructures existantes sur la base d'une analyse de leur cycle de vie, en évitant ou réduisant les impacts et en développant des solutions de compensation des impacts*

**=> La réduction des émissions carbonées et des consommations des ressources fossiles est devenue un enjeu majeur des politiques publiques**

# COMMENT ABORDER CES ASPECTS ?

**Avec la performance et les coûts des projets, il faut désormais :**

- **Maîtriser les flux** : consommation d'eau, d'énergie, production de déchets
- **Maîtriser les impacts environnementaux** : impacts sur l'air, l'eau, les sols, l'homme

**Comment concilier tous ces objectifs, dans un contexte économique contraint ?**

**=> Utilisation de l'outil d'Analyse du Cycle de Vie**

**Identifier les processus déterminants pour**

- **Orienter les choix,**
- **Accompagner les décideurs publics dans des processus nouveaux et souvent complexes**

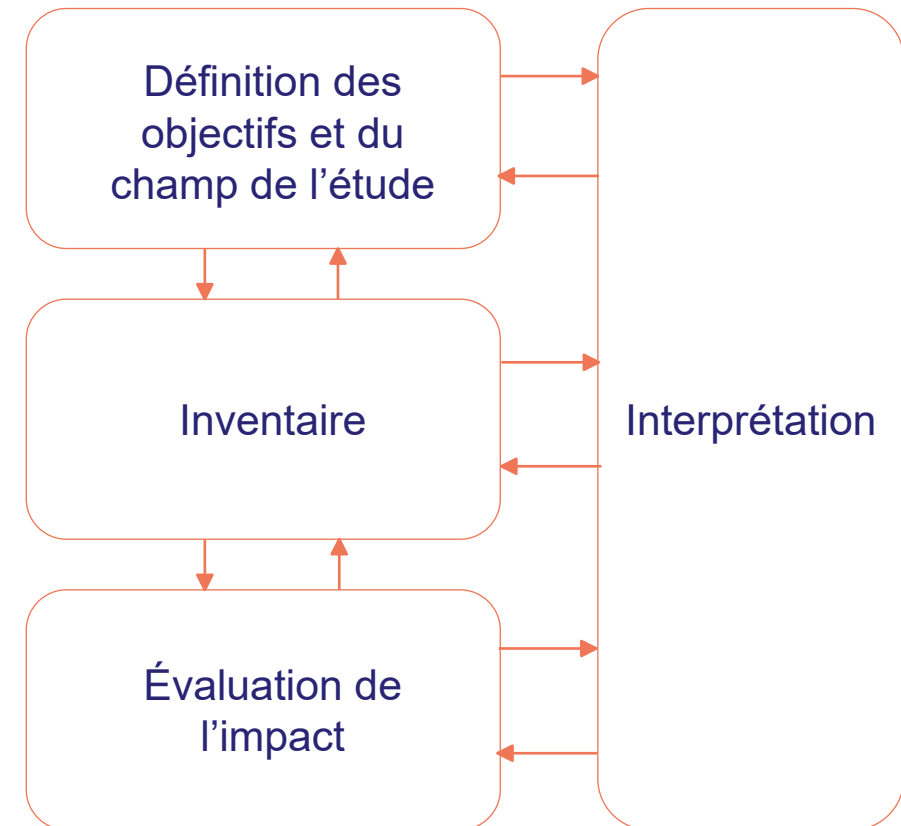
**Méthode multi-étapes** : examine tout le cycle de vie d'un produit ou d'un service

**Méthode multicritères** : indicateurs d'impacts environnementaux, indicateurs de flux

**Objectif principal** : comparer des variantes de conception

# LES ÉTAPES DE L'ANALYSE DU CYCLE DE VIE

1. **Définition des objectifs et du champ de l'étude**
  - Délimitation des frontières du système étudié
  - Choix de l'unité fonctionnelle
  - Hypothèses sur le système
  - Public destinataire
2. **Inventaire du cycle de vie (ICV)** Identification et quantification des différents flux de matière et d'énergie rentrant et sortant dans le système considéré, choix de modélisation...
3. **Évaluation de l'impact** : Agrégation des différents flux recensés lors de l'ICV en impacts environnementaux; normalisation, pondération
4. **Interprétation**





# RESTAURATION DE L'ÉCLUSE

## Remplacement de la porte amont

- Génie civil
- Vantellerie et organes de manœuvre

## Remplacement de la porte aval

- Enlèvement des vantelleries actuelles
- Déconstruction des tours existantes
- Reconstruction de la nouvelle porte (Génie civil)
- Nouvelle vantellerie et organes de manœuvre

## Aménagement du sas de l'écluse

- Création de bollards flottants
- Condamnation de la porte intermédiaire
- Réfection des bajoyers
- Couronnement béton

## Équipements électriques et contrôle-commande

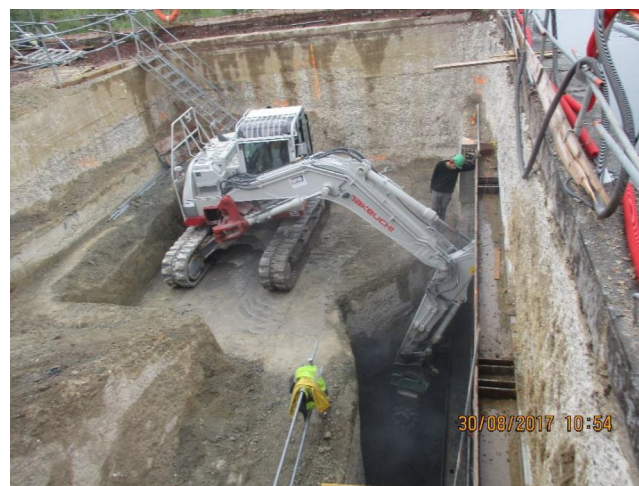
- Mise aux normes électriques
- Rénovation de l'éclairage
- Contrôle-commande



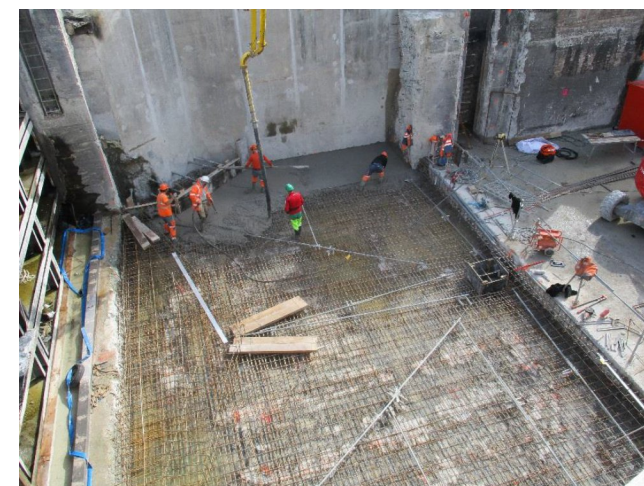
Ferrailage de la console



Vantaux amont avant la remise en eau



Démolition à la fraise jusqu'à 8m de profondeur



Réalisation du nouveau radier

Source des photos : BY TPRF

# RESTAURATION DE L'ÉCLUSE

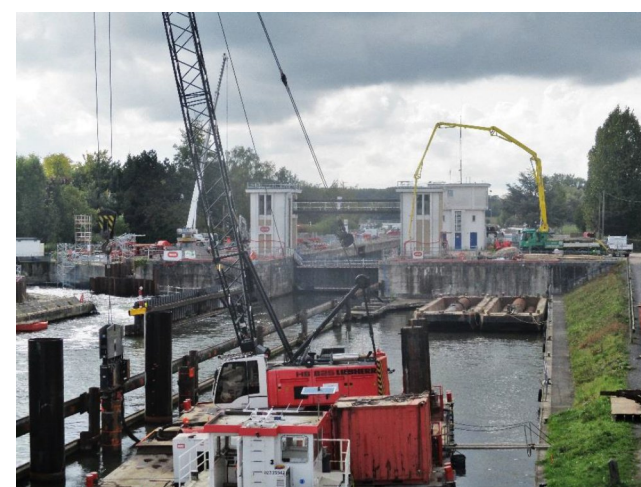
Réfection des terre-pleins de l'écluse  
Rénovation de la cabine de commande et des bâtiments  
Remplacement des estacades amont & aval



Battage des nouveaux tubes



Mise en place des nouvelles lisses



Mise en place des nouveaux tubes

Source des photos : BY TPRF

# RESTAURATION DE L'ÉCLUSE

## Station de pompage

- Génie civil, y compris refoulement et rejet
- Équipements pompage
- Équipements électriques et contrôle-commande

## Aménagement de la berge aval

- Aménagement des abords de la station
- Rescindement de la berge rive droite aval
- Vantellerie et organes de manœuvre



Mise en place des palplanches



Terrassement et butonnage



Mise en place des palplanches par vibrofonneur fréquence variable



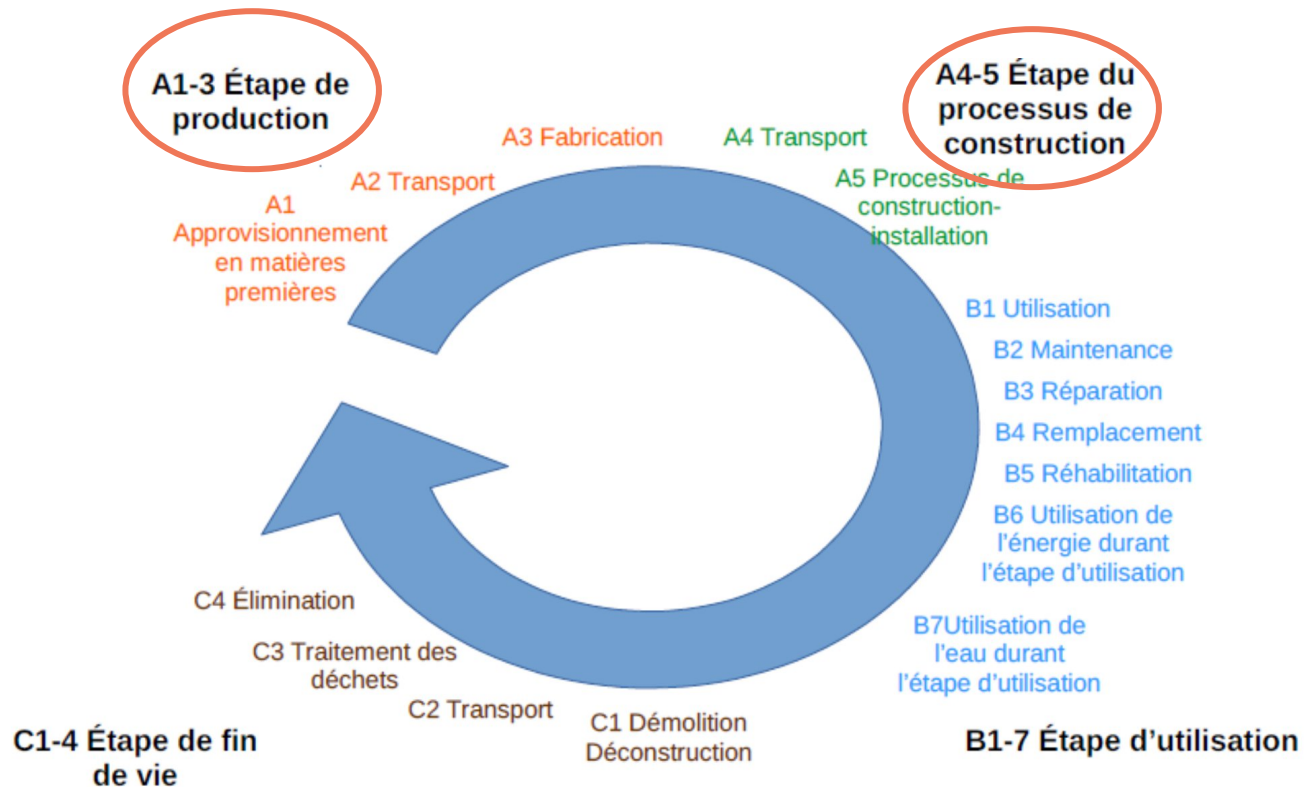
Mise en place de la lierne métallique à l'arrière des palplanches

Source des photos : BY TPRF



# 1. DÉFINITION DES OBJECTIFS ET DU CHAMP DE L'ÉTUDE

## Travaux de restauration de l'écluse, jusqu'à la réception du chantier



Étapes du cycle de vie d'après la norme NF EN 15804+A1

### Les flux pris en compte sont :

- Les matériaux utilisés ;
- Le transport des matériaux jusqu'au chantier ;
- Le transport des engins considérés dans les prix généraux ;
- L'utilisation des matériels et des engins ;
- L'électricité consommée sur le chantier ;
- Les déchets générés par le chantier avec leur transport et leur traitement.

**Logiciel utilisé :** OpenLCA (v.1.8.0)

**Base de données environnementales:** Ecoinvent (v.3.7)

## 2. INVENTAIRE DU CYCLE DE VIE

**Objectif** : recenser tous les entrants et les extrants du chantier

Collecte des données réalisées a posteriori à partir du DOE

**=> plus longue et moins précise qu'une collecte pendant les travaux, surtout sur le volet utilisation des engins**

Documents utilisés

- Sous-détails des prix
- Bons de livraison pour les bétons, remblais, lisses et tubes
- Bons de suivi des déchets pour les déblais et les déchets amiantés
- Demandes d'agrément
- Plans techniques
- Fichier de suivi du marché avec les quantités facturées
- ...



## 2. INVENTAIRE DU CYCLE DE VIE

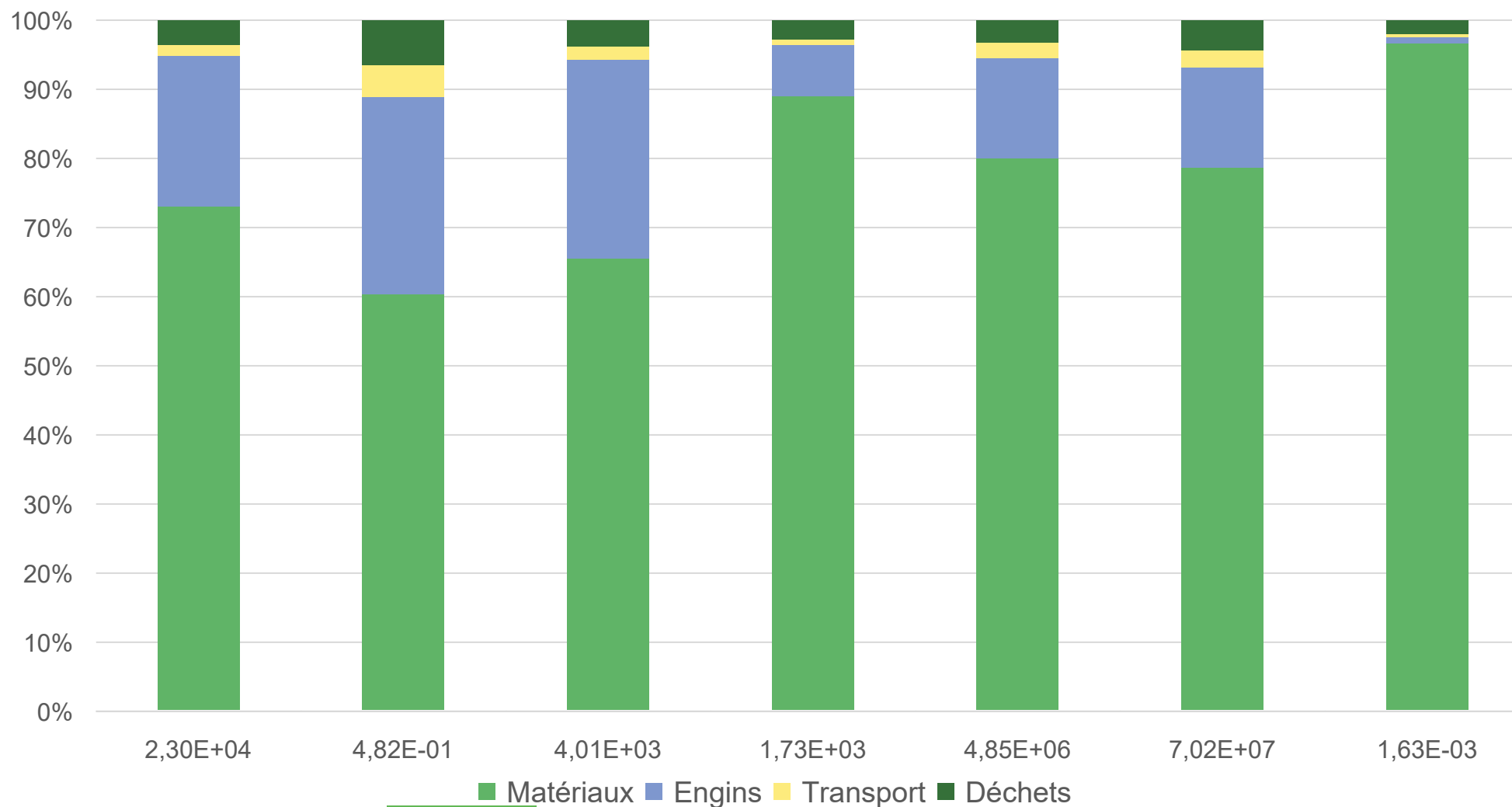
Quelques chiffres relatifs au chantier

	Famille	Dénomination	Quantité	Distance aller parcourue par les camions (km)
Données sur les matériaux issues des bons de livraison	Bétons	CEM I 52,5	649 m <sup>3</sup>	6 513
		CEM III/A 42,5	1 760 m <sup>3</sup>	
	Remblais	Calcaire 0/32	2 840 T	19 720
		Calcaire 0/120	1 961 T	
		Grave ternaire	1 205 T	
	Aciers	Lisses	251 T	35 416
Tubes		474 T	5 778	
Données sur les déchets issues des bordereaux de suivi des déchets	Ferraille amiantée		354 T	9 355
	Inertes	Déblais	6 854 T	5 963
		Sablon B2	541 T	
		Traitement 0/100	270 T	
		Traitement 0/80	31 T	
		Traitement terre	60 T	
		Traitement concassé recyclé 0-120	124 T	

# 3. ÉVALUATION DE L'IMPACT

Indicateurs d'impact	Unité	Description
Réchauffement climatique	kg CO <sub>2</sub> éq.	Prend en compte les émissions des gaz à effet de serre qui contribuent au réchauffement climatique à un horizon de 100 ans
Appauvrissement de la couche d'ozone	kg CFC <sup>-11</sup> éq.	Prend en compte toutes les substances qui contribuent à l'appauvrissement de la couche d'ozone stratosphérique
Acidification des sols et de l'eau	kg SO <sub>2</sub> éq.	Liée à la pollution atmosphérique. L'acidification des sols génère un dépérissement des arbres. L'acidification de l'eau provoque une diminution de la biodiversité et augmente le risque de saturnisme et d'intoxication par l'aluminium
Eutrophisation	kg PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> éq.	Eutrophisation de l'eau. Introduction de nutriment dans les milieux aquatiques qui conduit à leur modification et à leur dégradation (augmentation de la production d'algues vertes)
Formation d'ozone photochimique	kg éthène éq.	Oxydants photochimiques responsables de la formation d'ozone au niveau de la troposphère (smog de pollution au dessus des villes en période estivale). Les substances à l'origine de cet impact sont le plus souvent les émissions de COV, CO et NOx.
Épuisement des ressources abiotiques (éléments)	kg Sb éq.	Inclut toutes les ressources non renouvelables de matières abiotiques à l'exception des ressources fossiles (ex. : la consommation de minerais)
Épuisement des ressources abiotiques (combustibles fossiles)	MJ, pouvoir calorifique inférieur	Inclut toutes les ressources fossiles (charbon, gaz naturel, pétrole brut)

# 4. INTERPRÉTATION



- Les matériaux représentent une part très importante des impacts suivis de l'utilisation des engins
- Le matériau à fort impact environnemental est l'acier

# CONCLUSIONS (1/2)

- **L'évaluation environnementale du chantier montre que les impacts sur l'environnement sont principalement dus à la production des aciers (lisses, tubes et palplanches)**
  - => Les efforts pour réduire ces impacts doivent donc porter sur la solution technique, sous l'angle des matériaux utilisés**
- **Les éléments en acier ont à chaque fois été considérés bruts, sans mise en forme.** Il est probable que pour les portes, cela sous-estime fortement les consommations énergétiques liées à l'acier. Il conviendrait que ce point soit approfondi dans une future étude à dire d'experts ou dans l'idéal en obtenant des données par l'usine (manutentions, oxycoupages, assemblages par soudures, etc.).

# CONCLUSIONS (2/2)

- **Cette étude a été menée a posteriori :**

- certaines données s'avèrent imprécises, comme celles relatives à l'utilisation des engins
- le transport des engins a dû être en partie écarté puisque le DOE ne comprenait pas d'informations permettant de déterminer d'où les engins provenaient (quel loueur)
- le transport des personnels a aussi dû être écarté.

⇒ **Il conviendrait donc que des évaluations environnementales soient menées sur d'autres chantiers pour fiabiliser et consolider les données, avec dans l'idéal une récolte des données nécessaires en parallèle de l'avancement du chantier (démarche en cours avec VNF).**

⇒ **La mutualisation de telles démarches dans le domaine des ouvrages portuaires et fluviaux permettrait de mieux outiller les décideurs pour une réduction des impacts de leurs travaux**



**Merci de votre attention**

Contact sur l'étude :  
[tiffany.desbois@cerema.fr](mailto:tiffany.desbois@cerema.fr)