

# Journées techniques Ouvrages d'Art 2013

Dijon, Mercredi 05 et Jeudi 06 juin

## Analyse du Cycle de Vie (ACV) de la construction d'un tunnel neuf : Application au tunnel de Talant de la LINO de Dijon

L. D'ALOIA, A. MOREL,  
M. RABIER, S. ZAPPELLI,  
F. ROBERT  
CETU, MEDDE  
6 juin 2013



IFSTTAR

# Plan



- Les objectifs de l'étude
- Le chantier support : Le tunnel de Talant
  - Quelques caractéristiques du tunnel de Talant
  - Le cycle de creusement à l'explosif / Les profils de soutènement
- L'Analyse du Cycle de Vie de la phase de construction (Etape creusement / soutènement)
  - La méthodologie / Les postes
  - Les données relatives aux différents postes
- L'évaluation des impacts
- Les conclusions et perspectives



# Les objectifs de l'étude



# Les objectifs de l'étude



- Réaliser l'ACV de la phase de construction du génie civil d'un tunnel neuf (données de site !)
- Donner des ordres de grandeur des impacts du « chantier » par rapport à ceux des « matériaux »
- Identifier les postes les plus impactants de la phase de construction
- Affiner la grille de collecte des données élaborée en parallèle par un cabinet spécialisé en ACV et éco-conception : Gingko 21



# Le chantier support : Le tunnel de Talant de la LINO



- Maîtrise d'ouvrage publique : DREAL Bourgogne
- Maîtrise d'oeuvre travaux : INEXIA
- Entreprise RAZEL-BEC
- Assistance à maîtrise d'ouvrage : CETE de Lyon / CETU



# Quelques caractéristiques du Tunnel de Talant

- Creusement en méthode traditionnelle (explosif – Pleine section)
- Bi-tube
  - Tube Nord 631 m (dont 612 m creusés)
  - Tube Sud 608 m (dont 586 m creusés)
- Largeur roulable : 8,50 m (2 voies/tube)
- Attaque descendante en tête Nord et contre-attaque montante en tête Sud



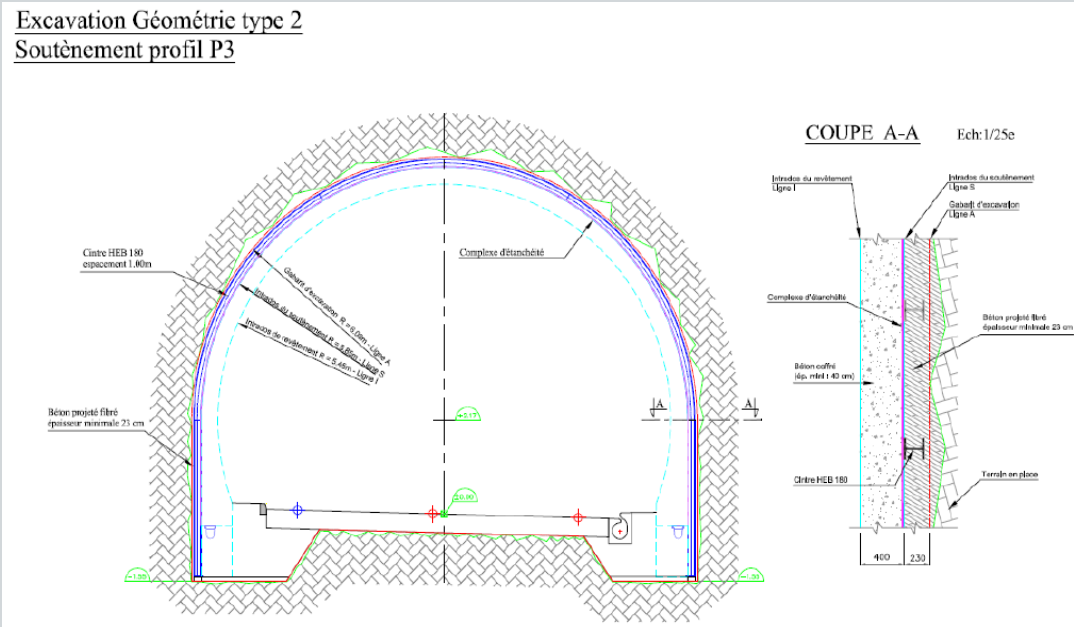
# Cycle de creusement à l'explosif

- Le forage de la volée
- Le chargement
- Le tir
- La ventilation
- L'excavation
- La purge et les finitions
- Le soutènement :
  - Béton projeté
  - Cintres ...



# Les profils de soutènement

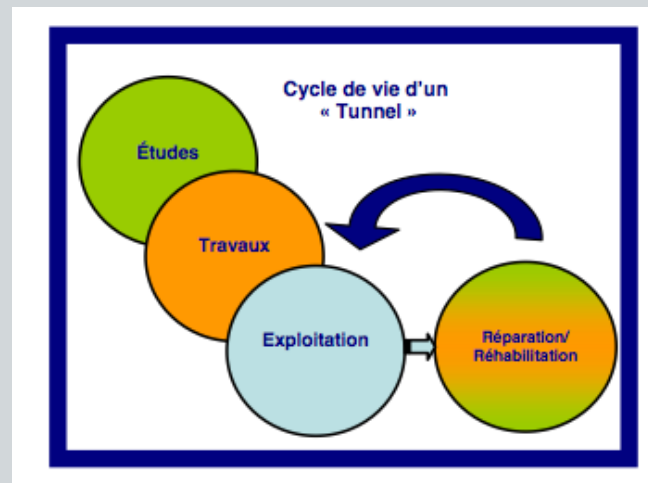
- Géologie → 3 profils principaux
  - P1 BP
  - P2 BP
  - P3 HEB faille, tête et Karst





# L'Analyse du Cycle de Vie de la phase de construction

(Phase creusement/soutènement)



# La méthodologie / Les postes

## ENGINS

Consommations énergétiques

Entretien

Amortissement

Transport

Transport Interne

## MATERIAUX

Quantités

Transport

## PERSONNEL

Déplacements

Base vie

## DECHETS

Déchets



# La méthodologie / Les postes

## ENGINS

Consommations énergétiques

Entretien

Amortissement

Transport

Transport Interne

- Poste « ENGIN » :

- **Consommations** : durées et consommations horaires (litre de gasoil ou MJ d'électricité)
- **Amortissement** : % de la longévité technique (X2 données catalogue FNTP), transformation en masse d'acier (kg d'acier)
- **Entretien** ...
- **Transport** : origine, masse, transport par camion (litre de gasoil)
- **Transport Interne** : non évalué



# La méthodologie / Les postes

- Poste « **MATERIAUX** » :
  - **Quantités** : Travaux antérieurs et modélisation sur profils réels (m<sup>3</sup> ou kg)
  - **Transports** : origine, quantités, transport par camion (litre de gasoil)

***MATERIAUX***

Quantités

Transport



# La méthodologie / Les postes

- Poste « PERSONNEL » :
  - **Déplacements** : catégories de déplacements, transport par voiture ou par train (litre de gasoil ou MJ d'électricité)
  - **Base vie** : pas de données

PERSONNEL

Déplacements

Base vie



# La méthodologie / Les postes

- Poste « DECHETS » :
  - **Déchets** : besoin de données (REX !) sur les scénarios

**DECHETS**

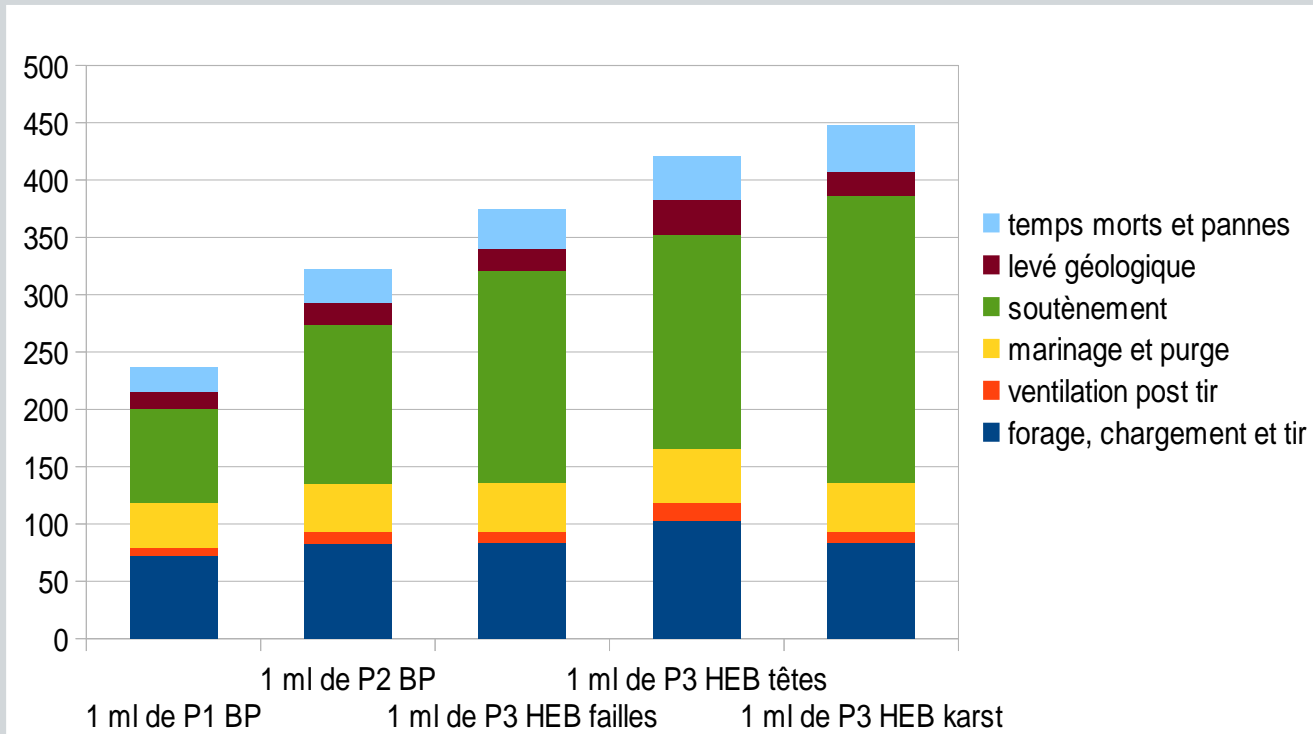
Déchets

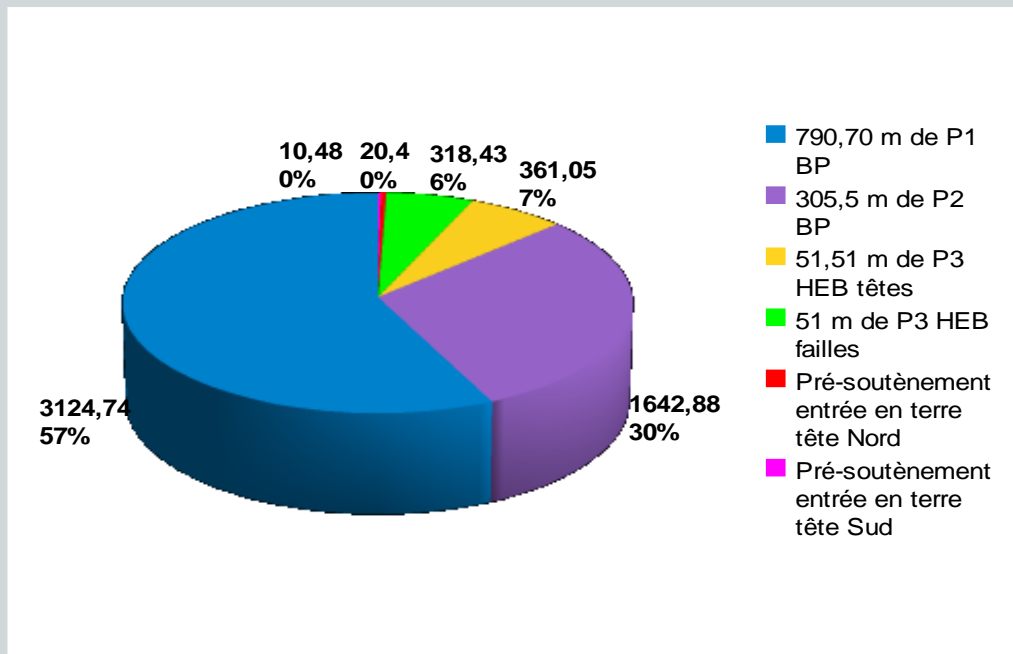
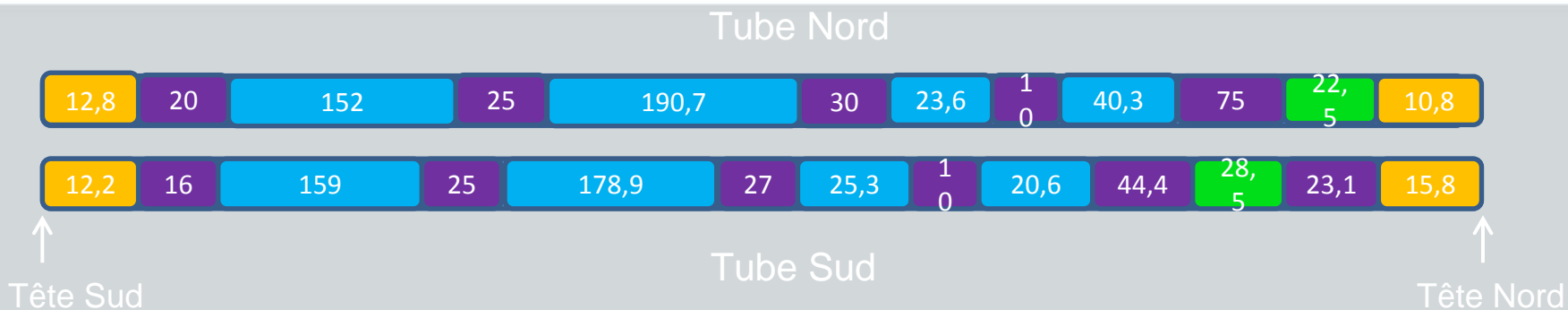


# Les données relatives au poste « Engins »

Estimation de la durée du cycle creusement/soutènement  
selon D-Tunnel (logiciel CETU)

*Durée du cycle  
(en minutes)*





Durée totale de la  
phase creusement /  
soutènement :  
48 semaines  
(soit 11 mois)

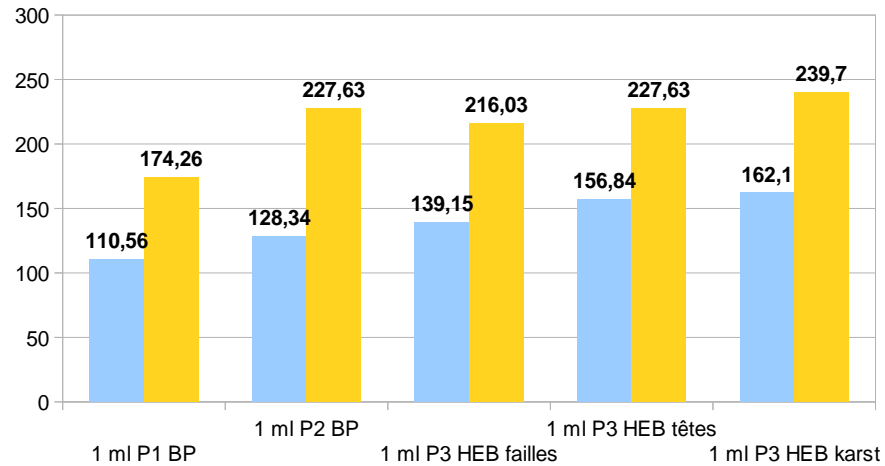




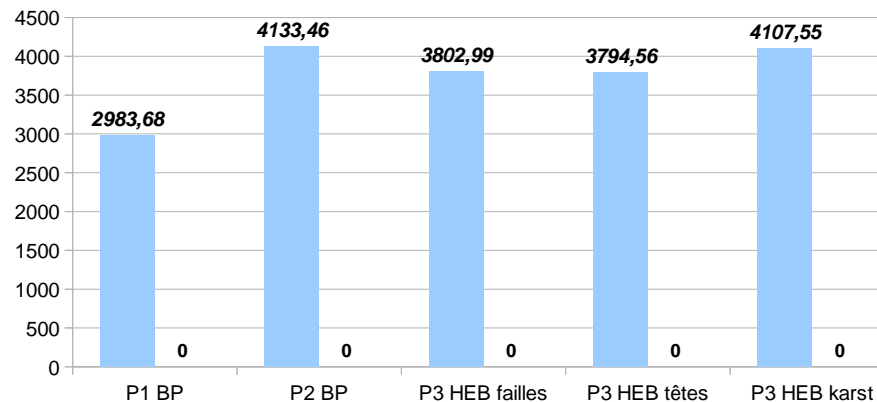
# Le calcul des consommations : poste « Engins »

*Consommations  
thermiques  
(en l/ml)*

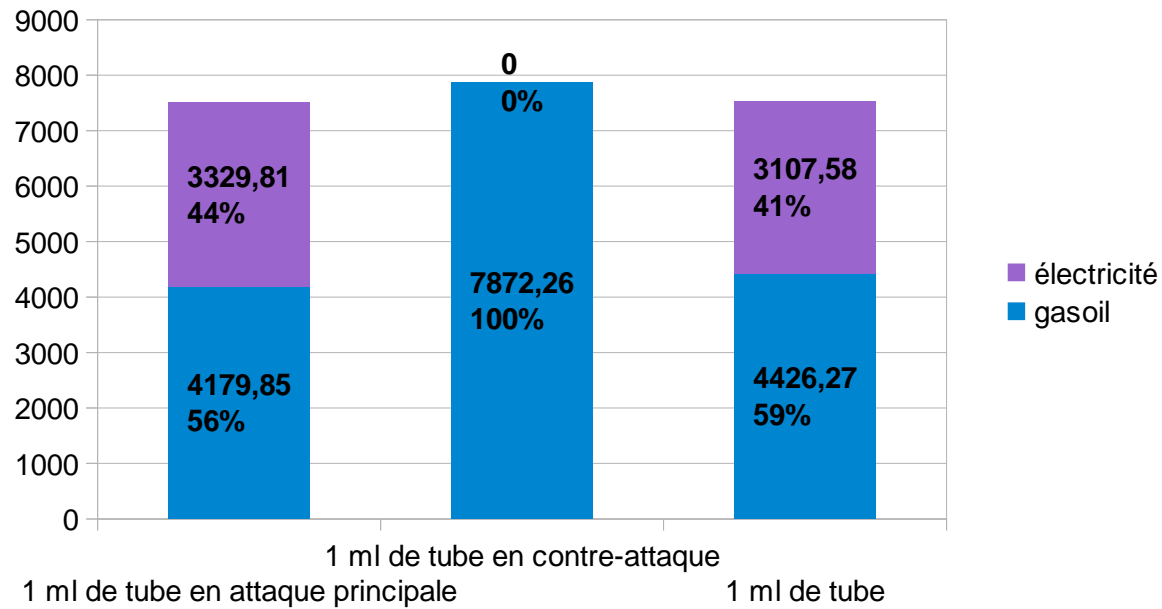
■ attaque principale  
■ contre-attaque

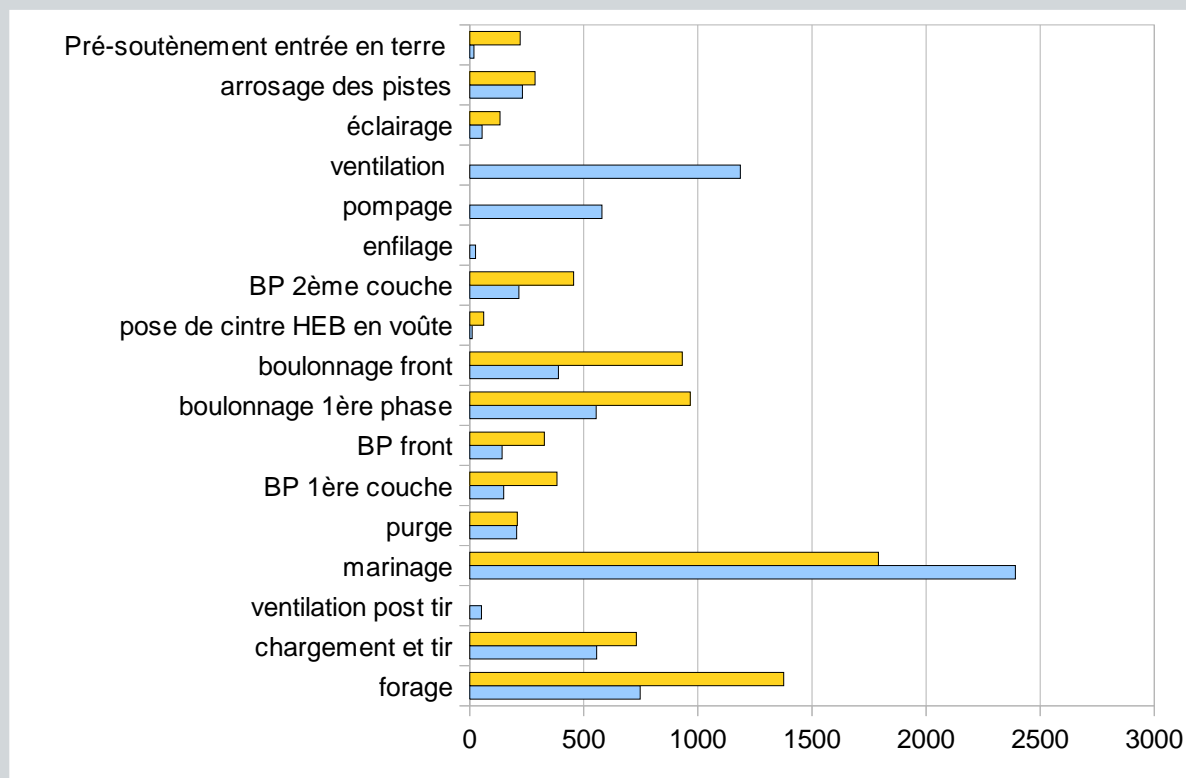


*Consommations  
électriques  
(en MJ/ml)*



*Consommations  
énergétiques  
(en MJ/ml)*





■ 1 ml en attaque principale  
■ 1 ml en contre-attaque

Consommations  
énergétiques (en MJ/ml)



# Le poste « Engins »

<i>Consommations globales</i>	<b>Consommations énergétiques</b>	<b>Amortissement</b>	<b>Transport</b>
Consommation thermiques (en L)	149700	0	4800
Consommation électriques (en MJ)	3725100	0	0
Consommations d'acier (en kg)	0	64300	0



# Le poste « Matériaux »

Estimation selon E-Tunnel – Stade PRO (logiciel CETU)

<i>Consommations globales</i>	<b>Quantités</b>	<b>Transports (en l)</b>
Béton projeté	6700 m <sup>3</sup>	2700
Ciment	2700 t	20000
Sable	8000 t	0
Granulats	4000 t	0
Cintres HEB	330 t	2500
Boulons Swellex	120 t	1000
Barres d'enfilage	120 t	1000



# Le poste « Personnel »

- Plusieurs types de déplacements:
  - Déplacements en semaine du personnel du chantier
  - Déplacements pour réunions MOA/AMO
  - Déplacements pour réunions MOA/AMO/MOE
  - Déplacements le week-end pour :
    - le personnel moyen déplacement
    - le personnel grand déplacement
- 2 hypothèses pour le personnel grand déplacement

<i>Consommations globales</i>	<b>Déplacements du personnel</b>
Consommation thermique (en l)	19400
Consommation électrique (en MJ)	33550



# L'évaluation des impacts



# Les indicateurs d'impacts

sigle	indicateur	unité
EP	Énergie primaire totale	MJ/UF
ADP	Épuisement des ressources	kg éq. Antimoine (Sb)/UF
CC	Changement climatique	kg éq. CO <sub>2</sub> /UF
AA	Acidification atmosphérique	kg éq. SO <sub>2</sub> /UF
PA	Pollution de l'air	m <sup>3</sup> /UF
PE	Pollution de l'eau	m <sup>3</sup> /UF
FOP	Formation d'ozone photochimique	kg éq. éthylène/UF

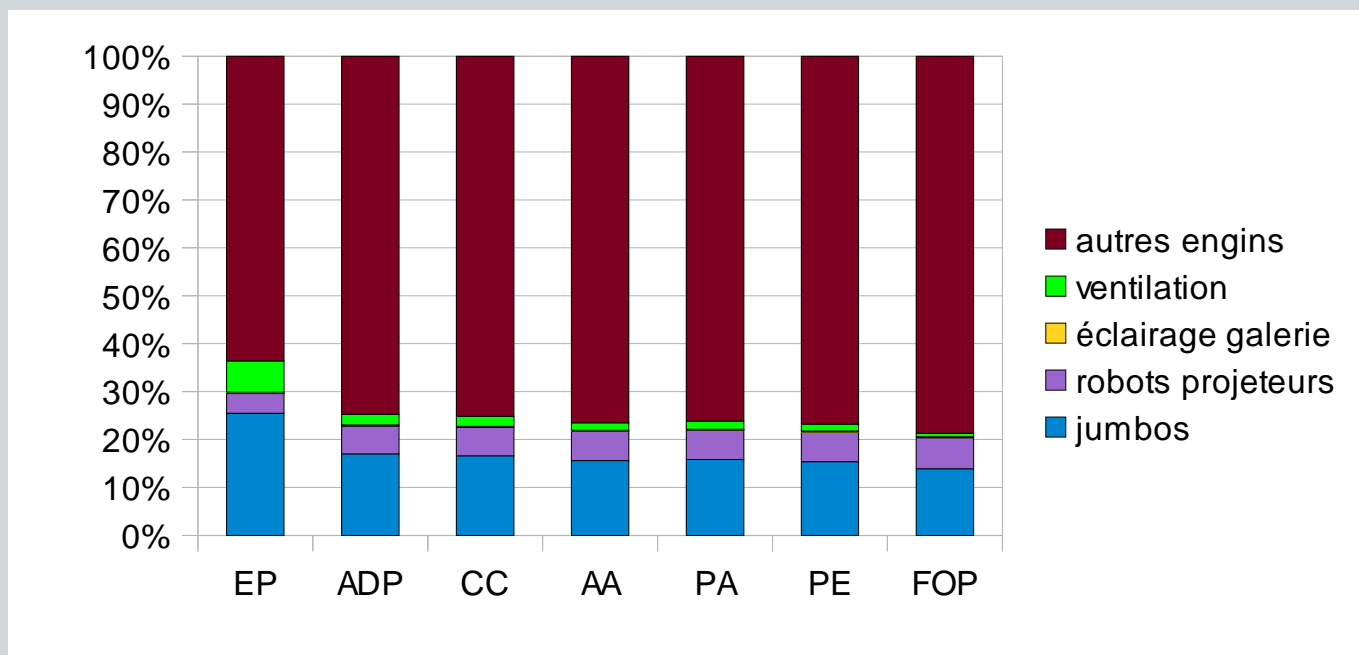
Logiciel ACV : TEAM

Bases de données : Syndicats professionnels et associations, DEAM, Ecoinvent

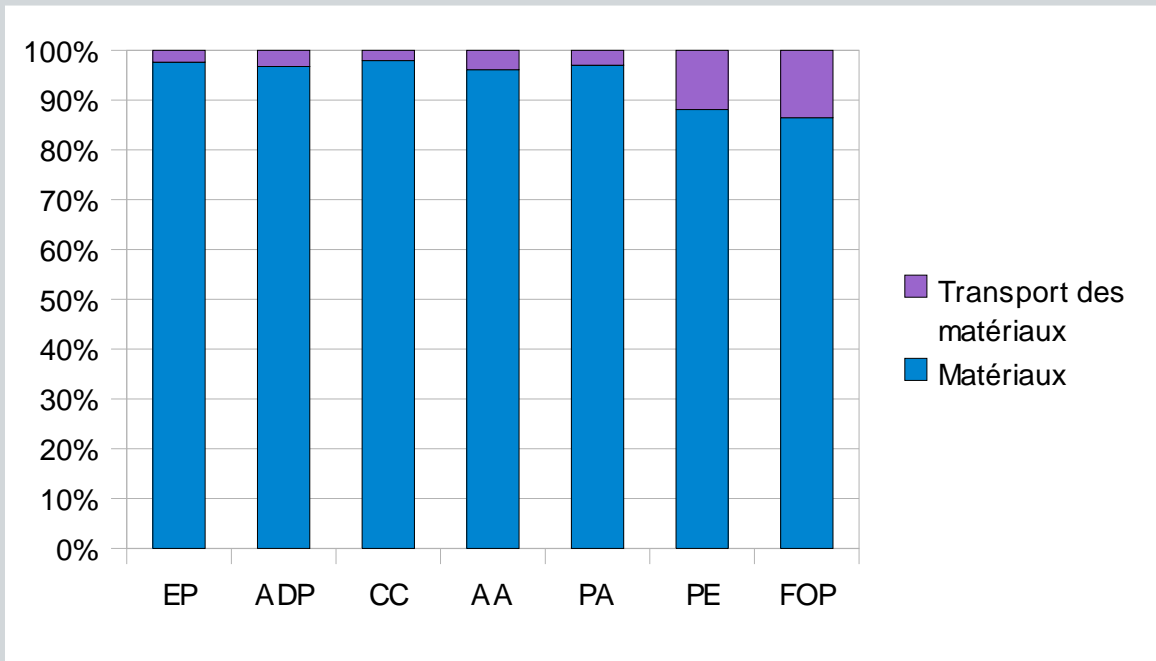


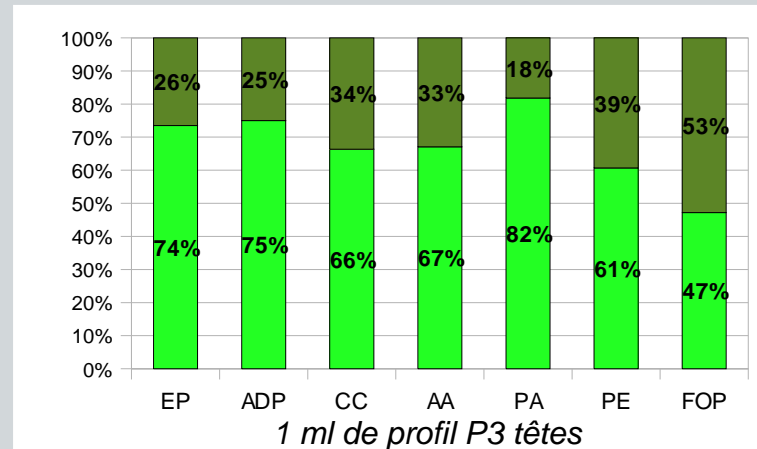
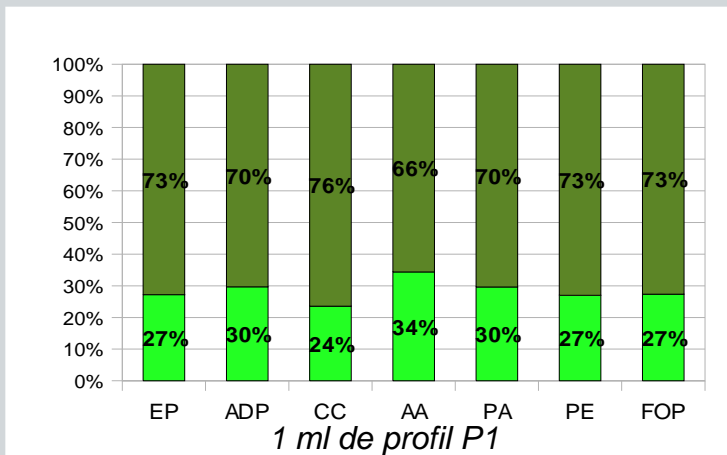


# Le poste « Engins »

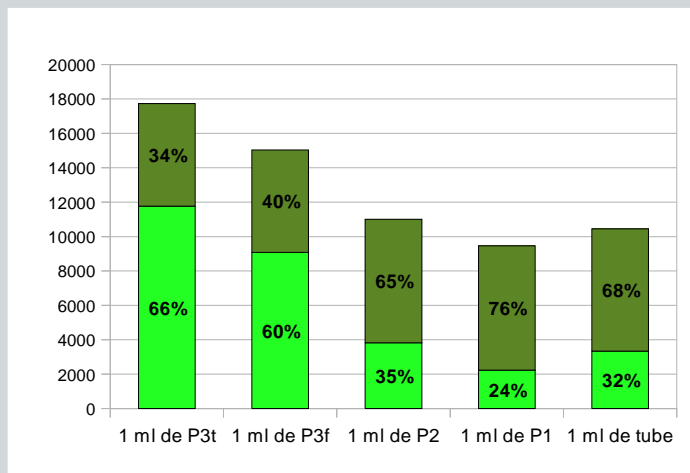


# Le poste « Matériaux »





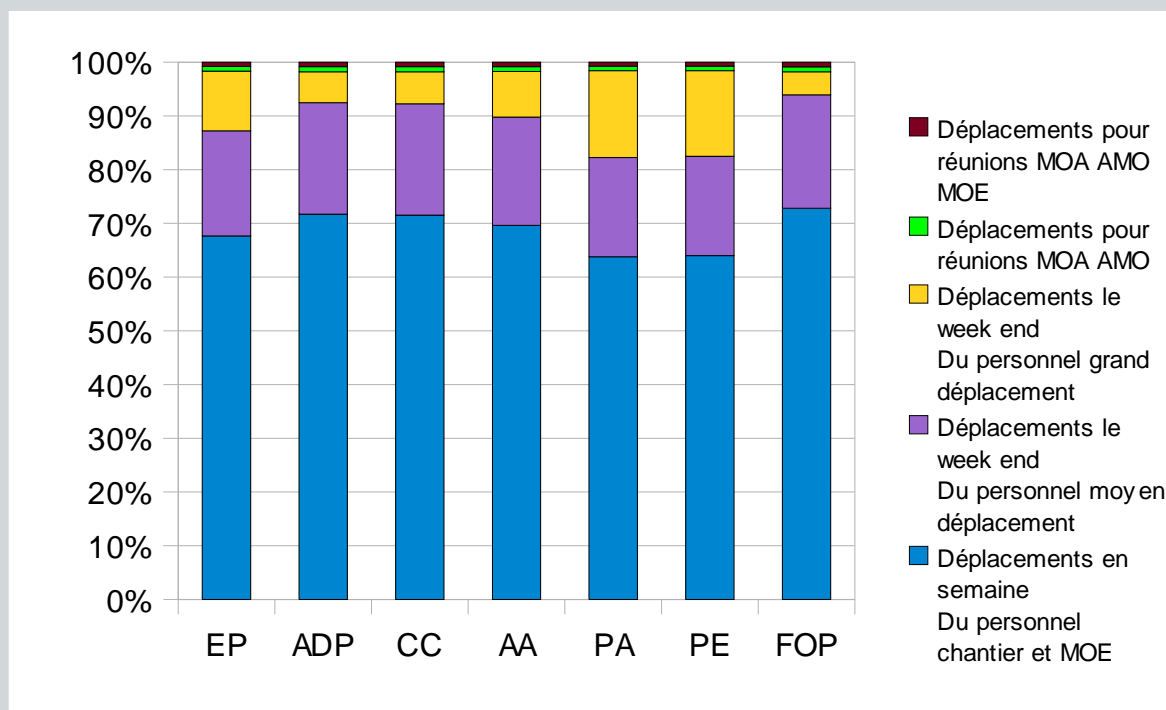
Changement Climatique CC (en kg éq. CO2/ml)



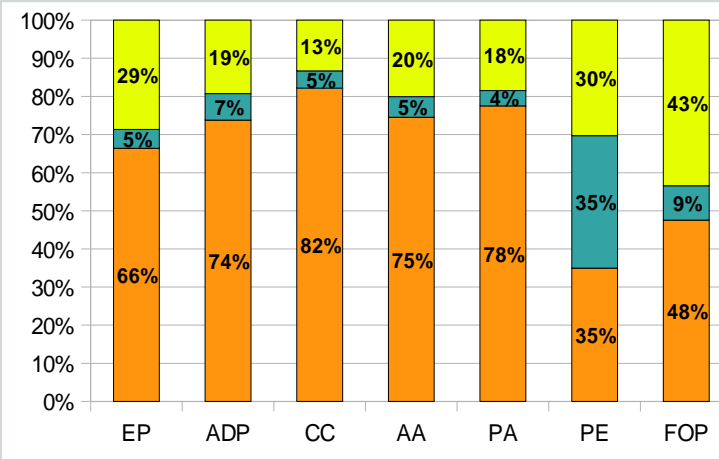
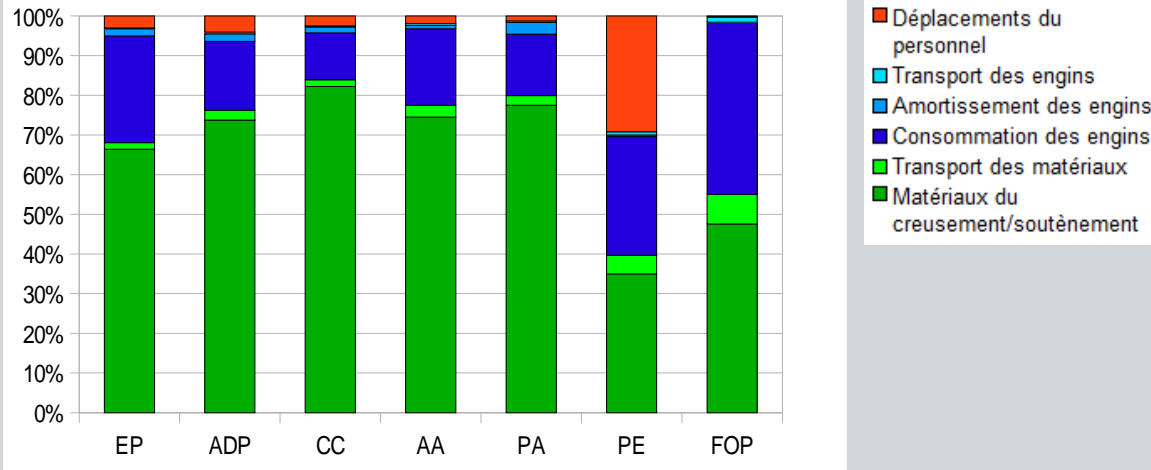
■ autres matériaux du génie civil  
■ matériaux du creusement/soutènement



# Le poste « Personnel »



# La comparaison des différents postes



# Les conclusions et perspectives



# Les conclusions et perspectives



- Bilan de l'étude :
  - Matériaux :  $\approx 75$  % des impacts
  - Engins :  $\approx 20$  % des impacts
  - Transports :  $\approx 5$  % des impacts
- Le poste « transports » a un impact modéré sur ce chantier (Attention à l'extrapolation à d'autres sites !)
- L'impact du poste « matériaux » peut fortement évoluer suivant la géologie du site
- Les engins de la phase « creusement/soutènement » représente la quasi-totalité des engins nécessaires à la réalisation du tunnel



# Les conclusions et perspectives



- Intérêts de l'étude :
  - Complète les études précédentes sur les « matériaux »
  - Permet d'affiner la grille de collecte de données (Gingko 21)
  - Alimente les travaux du GT41 de l'AFTES « Travaux souterrains et développement durable »
- Perspectives :
  - Contractualiser la collecte de données nécessaires à l'ACV sur les futurs chantiers / Evaluer les postes manquants par le REX
  - Généralisation de l'évaluation de la phase « chantier » (ensemble des profils types) – Etude de sensibilité (Transport ...) → En cours
  - Cas des autres méthodes de creusement : tunnelier ... ?
  - Définir dans le cadre du GT41 une méthodologie commune pour l'évaluation des impacts des travaux souterrains





Merci pour votre attention

