

Thème 2 *Environnement*

Laetitia D'Aloia (CETU)

Bruno Barroca (LEESU, UPEM)

Projet National Ville10d – Ville d'Idées

Journée d'échanges

« Penser la ville avec son sous-sol »



02/02/2016

Projet National Ville10d - Thème *Environnement*



- ▶ Fournir des éléments de compréhension, d'évaluation et de démonstration des apports du souterrain et de l'intérêt d'une meilleure articulation avec les aménagements de surface
- ▶ Appréhender ces éléments à plusieurs échelles :
 - L'échelle de l'aménagement ponctuel → apports et impacts de proximité
 - A l'échelle de l'agglomération urbaine → évaluation d'une politique d'aménagement ou d'un schéma directeur
- ▶ Répondre au besoin de développement de méthodologies et d'outils appropriés aux différentes échelles

► L'organisation des travaux

- **Axe 1** : Connaissance et amélioration des relations de l'aménagement souterrain avec son environnement
- **Axe 2** : Conception environnementale des ouvrages et valorisation des ressources offertes par les aménagements souterrains
- **Axe 3** : Bilan environnemental des ouvrages et des aménagements souterrains :
 - aspects méthodologiques et prise en compte des effets d'échelle

► Les partenaires impliqués

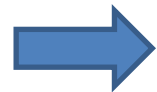
- Bouygues Construction, BRGM, CETU, CIMBETON, Cycleco, Ecole des Mines de Nancy/Université de Lorraine, ENPC, EIVP, IAU Île de France, IFSTTAR, INERIS, LEESU/Université Paris Est , RescueSolutions, Systra

▶ La tranche 1

- Des études bibliographiques et préparatoires
- Le soutien à des travaux de thèse

▶ La tranche 2

- La poursuite et la finalisation des études initiées en tranche 1
- Le lancement de nouvelles études



Réflexion sur le développement d'indicateurs

▶ Focus

- **Résilience des infrastructures de transports guidés**
Michaël GONZVA (UPEM/SYSTR)
- **Géothermie basse température en ville**
Olivier FOUCHE (LEESU/Ecole des Ponts)

Résilience des systèmes de transport guidé en milieu urbain face à différents risques naturels

Projet National Ville10d – Ville d’Idées

*Journée d’échanges
« Penser la ville avec son sous-sol »*



02/02/2016

Projet National Ville10d - Thème *Environnement* (M. Gonzva)



► Thèse M. Gonzva

- « Résilience des systèmes de transport guidé en milieu urbain face à différents risques naturels, technologiques et d'exploitation : approche quantitative et stratégies de protection »
- 2013-2016 sous financement CIFRE
- Encadrement : UPEM (Y. Diab & B. Barroca) & SYSTRA (P.-E. Gautier)



► Objectifs (sur les 3 ans)

- Caractérisation de la **vulnérabilité** de systèmes de transport guidé face à des risques naturels ;
- Mise en évidence des **spécificités** de la construction en souterrain de systèmes de transport public urbains et interurbains dans leurs effets sur la résilience face à des risques naturels ;
- Détermination de **préconisations générales** d'implantation de systèmes en souterrain ou en surface selon le contexte climatique local et selon les spécificités du système.

► Livrables

- Rapports d'avancement de thèse à 12, 24 et 36 mois

TRANCHE 1 – RÉSULTATS PRODUITS (1)

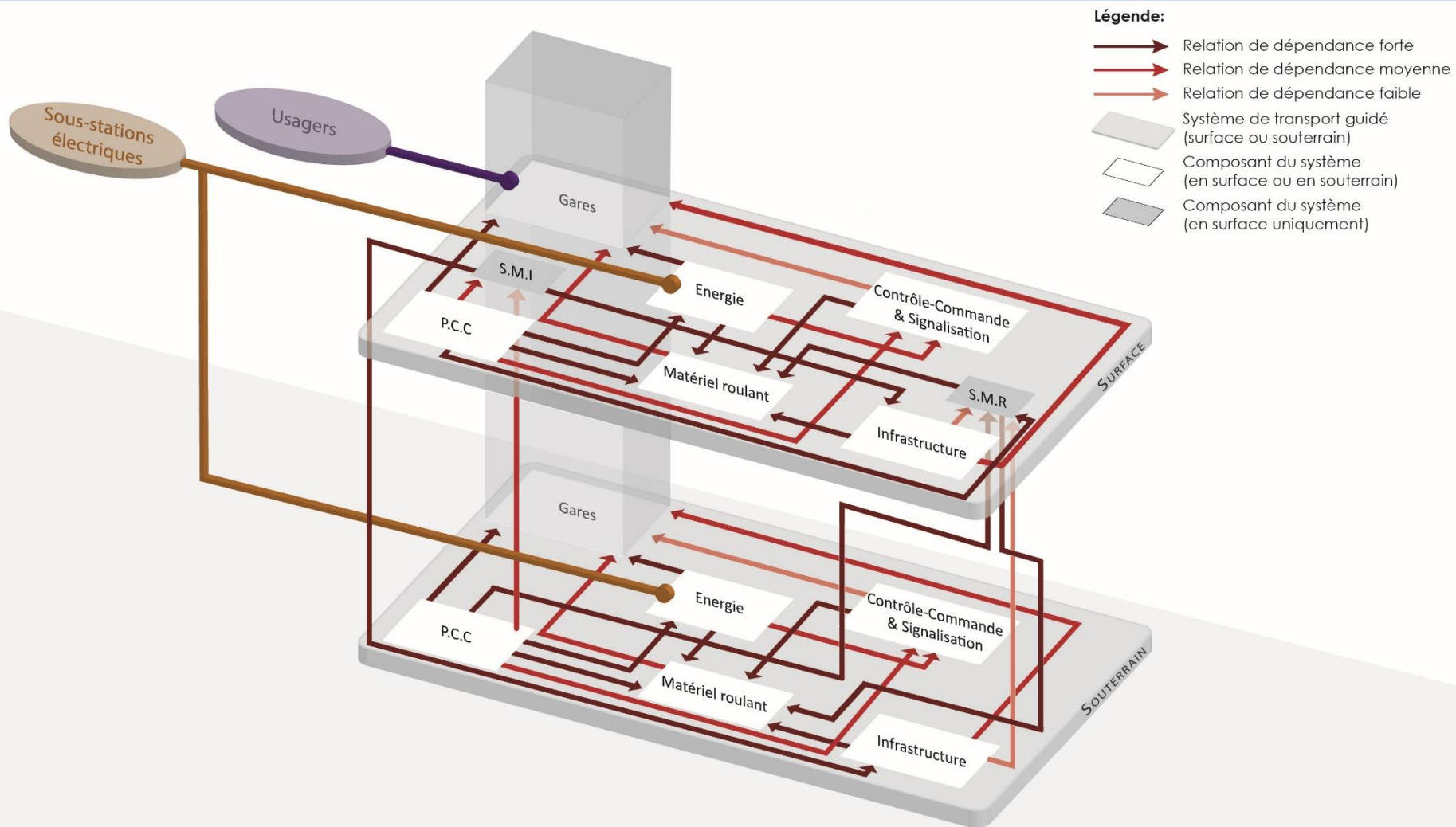
► Matrice de vulnérabilité multi-systèmes et multi-aléas

- fournir une **évaluation initiale** de la vulnérabilité d'un panel de systèmes de transport guidé face à un panel d'aléas naturels
- identifier les couples « **système de transport guidé-aléa** » à traiter prioritairement au vu de l'importance du risque observé
 - **Inondations**
 - Séismes

		SYSTEMES DE TRANSPORT GUIDE							
		Urbains				Régionaux		(Inter)nationaux classiques	(Inter)nationaux rapides
		Tramway		Métro (manuel/automatique)		RER, Transilien, ...	TER	Trains grandes lignes (Intercités,...)	LGV
		surf.	sout.	surf.	sout.				
A L É A N A T U R E L	Séismes	Orange	Orange	Rouge	Rouge	Rouge	Rouge	Rouge	Rouge
	Inondations	Orange	Rouge	Orange	Rouge	Orange	Rouge	Rouge	Rouge
	Neige	Orange	Vert	Orange	Vert	Orange	Orange	Rouge	Rouge
	Basses températures / Gel	Orange	Jaune	Orange	Jaune	Jaune	Orange	Orange	Orange
	Chutes d'éléments	Orange	Vert	Orange	Vert	Orange	Orange	Orange	Orange
	Sable et poussière	Jaune	Jaune	Jaune	Jaune	Blanc	Orange	Orange	Orange
	Feux environnants	Blanc	Blanc	Blanc	Blanc	Orange	Orange	Orange	Orange
	Vents forts	Blanc	Vert	Blanc	Vert	Blanc	Orange	Orange	Orange
	Hautes températures	Jaune	Blanc	Jaune	Blanc	Jaune	Orange	Orange	Orange
	Feuilles mortes	Jaune	Vert	Jaune	Vert	Jaune	Jaune	Jaune	Orange
	Variations d'humidité	Blanc	Blanc	Blanc	Blanc	Blanc	Jaune	Jaune	Jaune

- non significatif (pas ou peu d'atteintes)
- faible (atteintes de composants impliquant des temps de retard de l'ordre de quelques minutes)
- moyen (atteintes de composants impliquant des temps de retard jusqu'à plusieurs heures)
- fort (atteintes de composants impliquant des temps d'arrêt d'au moins plusieurs jours)
- positif (pas d'atteinte car le système présente des avantages tels qu'il est partiellement voire totalement préservé)

TRANCHE 1 – RÉSULTATS PRODUITS (2)



► Objectifs de la Tranche 2

- Etude spécifique des défaillances : des sous-systèmes vers les composants
- Formaliser l'ensemble des interdépendances fonctionnelles entre éléments du système

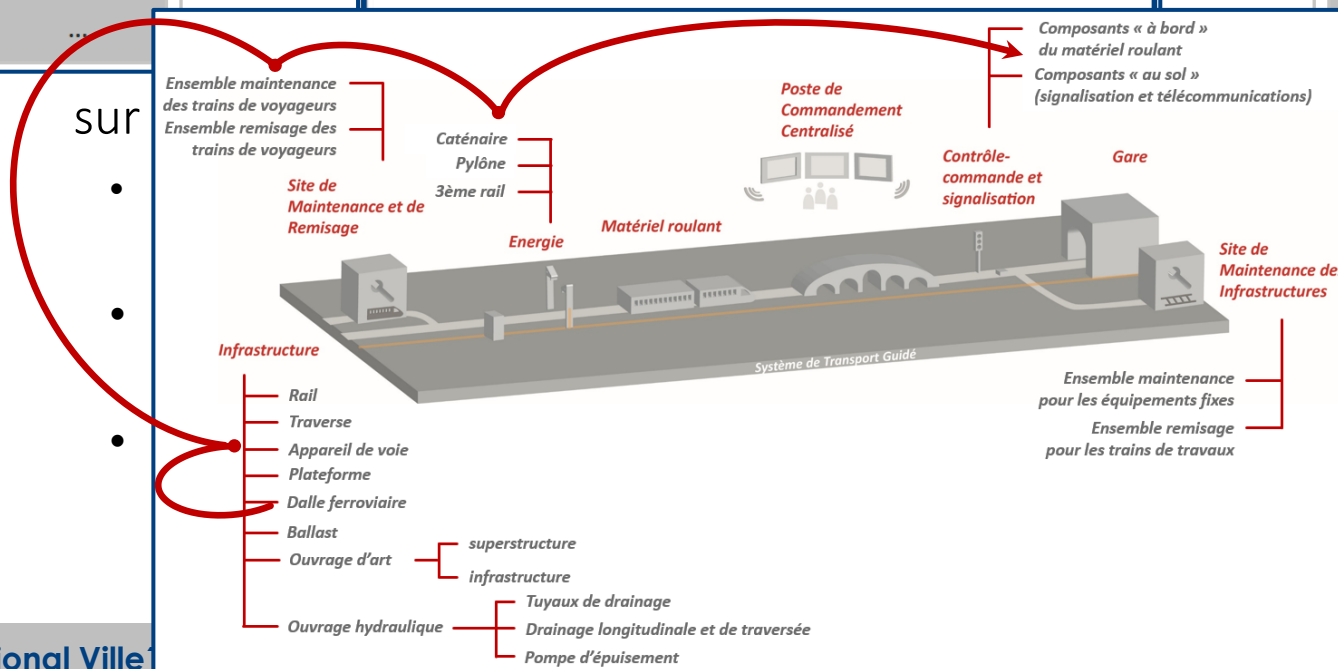
► Etude spécifique des défaillances : choix de l'Analyse des Modes de Défaillances et de leurs Effets

- Méthode issue de la sûreté de fonctionnement
- AMDE : souvent appliquée consécutivement à l'analyse fonctionnelle

TRANCHE 2 – RÉSULTATS PRODUITS (2)

► Réalisation de l'AMDE

SOUS-SYSTEME	COMPOSANT	CAUSES	EFFETS
...
Energie	Caténaire	rupture de la caténaire	Arrêt de la circulation
...



sur

-
-
-

né

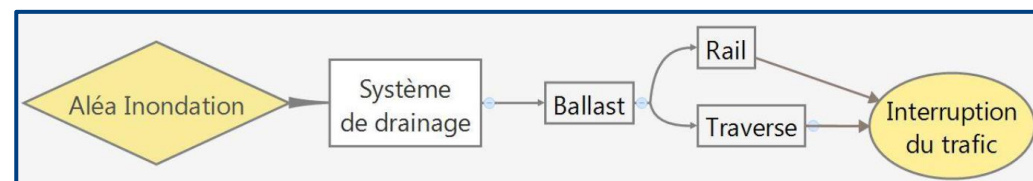
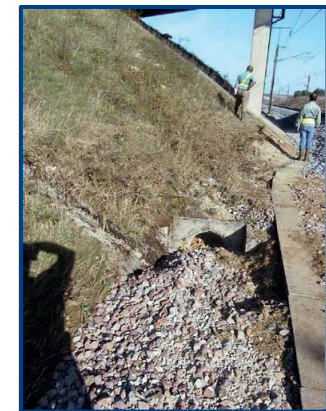
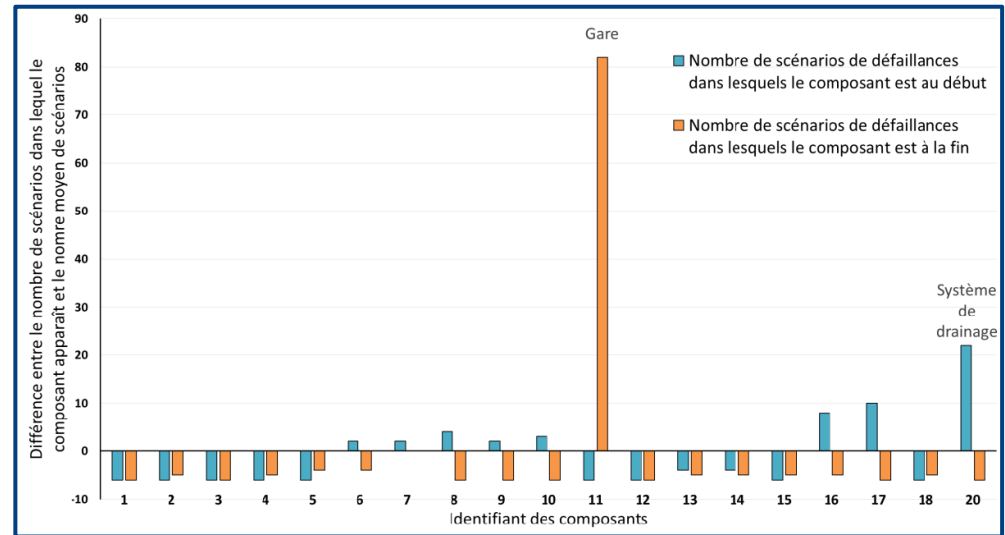
ut des

des

eu des

TRANCHE 2 – RÉSULTATS PRODUITS (3)

- **Analyse statistique des scénarios de défaillances par ED obtenus**
 - Drainage : rôle agressif
 - Gare : rôle sensible
- **Confrontation des résultats avec des REX**
 - Incident « Sarry » en 2000 sur la LGV Méditerranée
 - Pluie torrentielle brève et violente
 - Interruption du trafic sur la ligne pendant plusieurs heures



► Valorisation au sein :

■ De conférences

- Posters : Journée doctorale Groupe SNCF (Saint-Denis, 2014 et 2015)
- Poster Assises Nationales des Risques Naturels (Bordeaux, 2013)
- Présentation + Article : Congrès Lambda-Mu 19 (Dijon, 2014)
- Article : 82ème Congrès de l'Association française pour le savoir (Québec, Canada, 2014)

■ D'articles de revues

- Présentation + Article : 48ème Séminaire d'ESReDA (Wroclaw, Pologne, 2015)
- Article « Mobilisation de l'analyse fonctionnelle pour l'étude de la résilience des quartiers et des systèmes de transport guidé face au risque inondation » (Revue TSM, 2015)

Merci de votre attention

Projet National Ville10d – Ville d’Idées

Michaël Gonzva

Ingénieur-doctorant

SYSTRA / Université Paris-Est Marne-la-Vallée

mgonzva@systra.com



SYSTRA



02/02/2016

Projet National Ville10d - Thème *Environnement* (M. Gonzva)

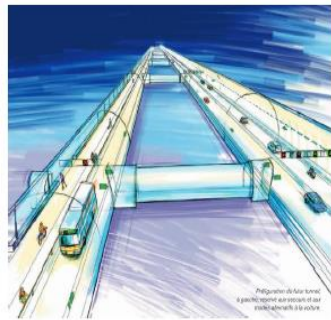


...

D'autres Etudes

GESTION ET IMPACTS DES MATÉRIAUX EXCAVÉS

- ▶ Evaluation des impacts de la gestion des matériaux excavés (MEX) : Application au tube « *modes doux* » de la Croix Rousse (Lyon)
 - Marion Sié (CYCLECO)



Galerie de sécurité +
« modes doux » (≈1700m)

Grand Lyon
Groupement TITU
Moulin TP

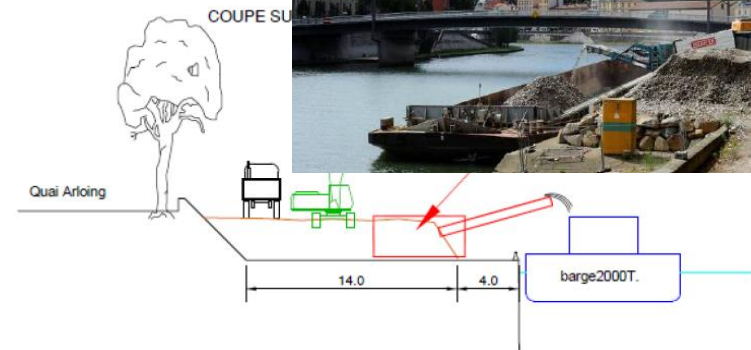
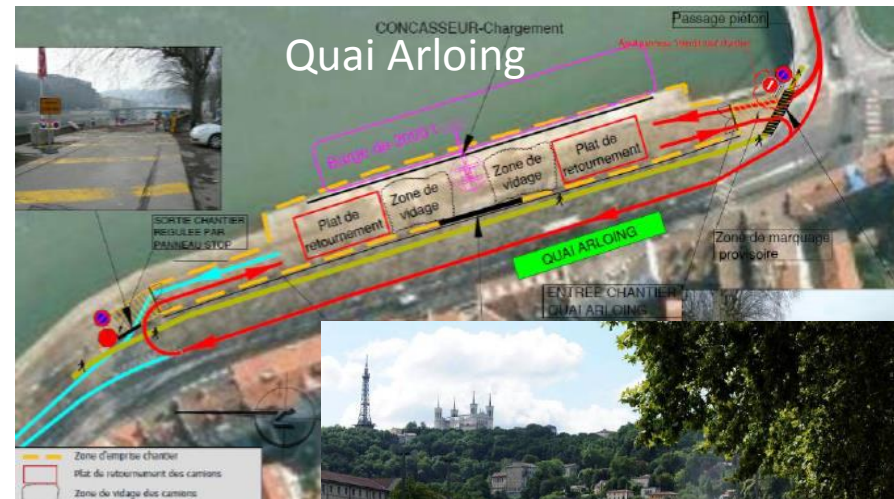
100% des MEX valorisés (≈435 000 t) :

- 15% sur des chantiers proches du site
- 78% après traitement et stockage à Ternay
- 7% après stockage à Bourgoin Jallieu (enrochement)

2 zones de stockage temporaire :

- **Quai Arloing : 1500m²**
- **La Feysinne**

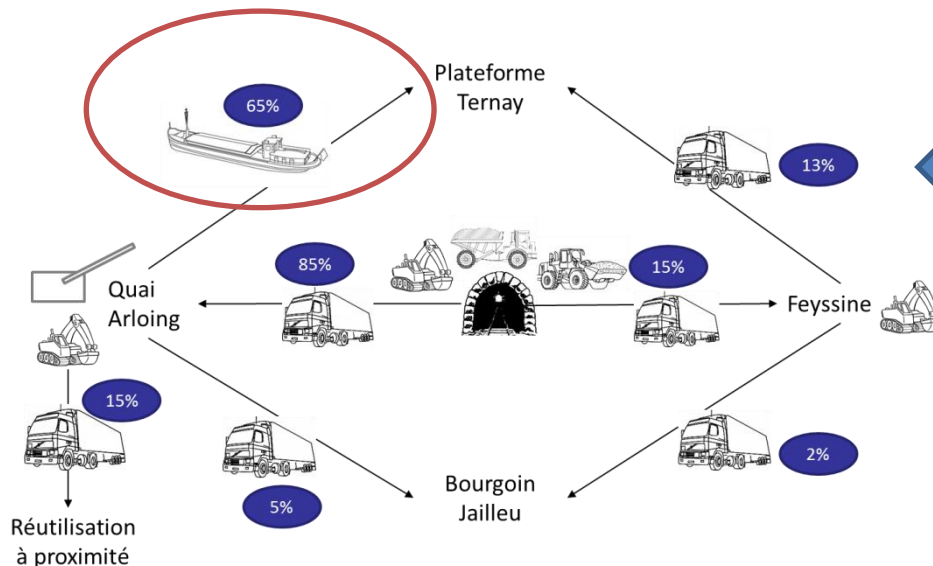
+ zone de 400m² tête Saône



► Etude de l'influence de différents paramètres sur la performance environnementale globale de la gestion des MEX :

- Le mode de transport (→ voie fluviale)
- La proportion valorisée à proximité du site
- Les proportions de types de granulats obtenus après traitement
- La méthode d'évaluation (→ la gestion des multifonctionnalités)

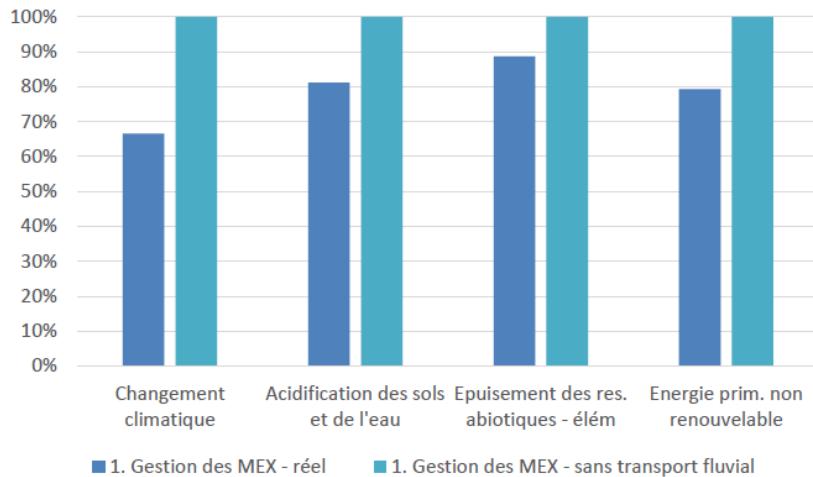
Sc1 : Le scénario réel



Les 4 scénarios de gestion des MEX :

- Sc1 : Réel
- Sc2 : Maximisant le transport fluvial
- Sc3 : Maximisant la réutilisation proche du site
- Sc4 : Maximisant la réutilisation en granulats ayant le plus de valeur

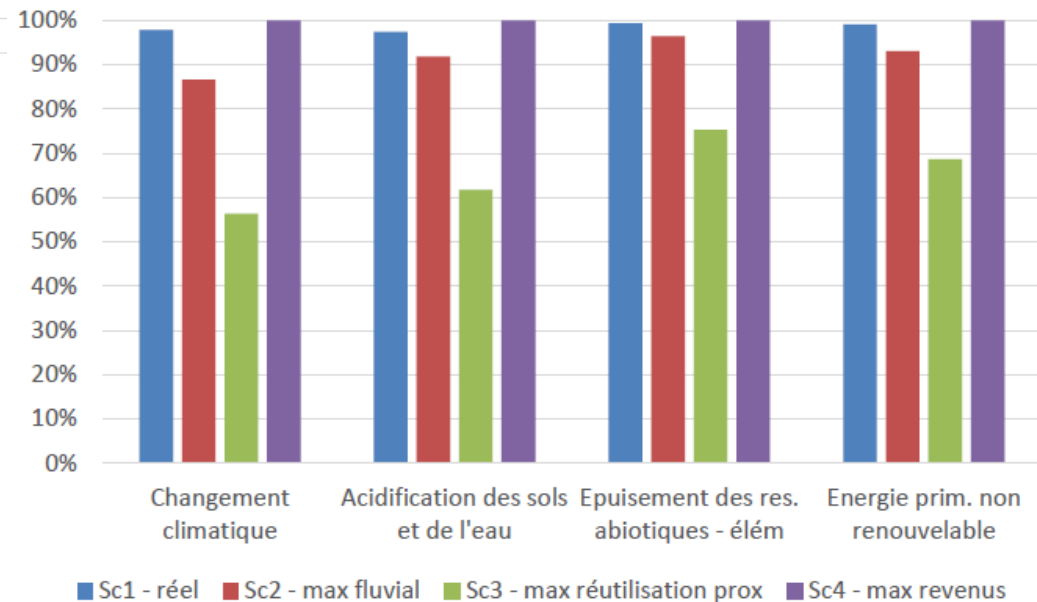
► Quelques résultats pour 4 indicateurs d'impacts :



L'apport du transport fluvial dans le scénario réel

- Économie de 11 à 33%
- gain supplémentaire de 2 à 12% dans le Sc2

La comparaison des 4 scénarios



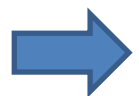
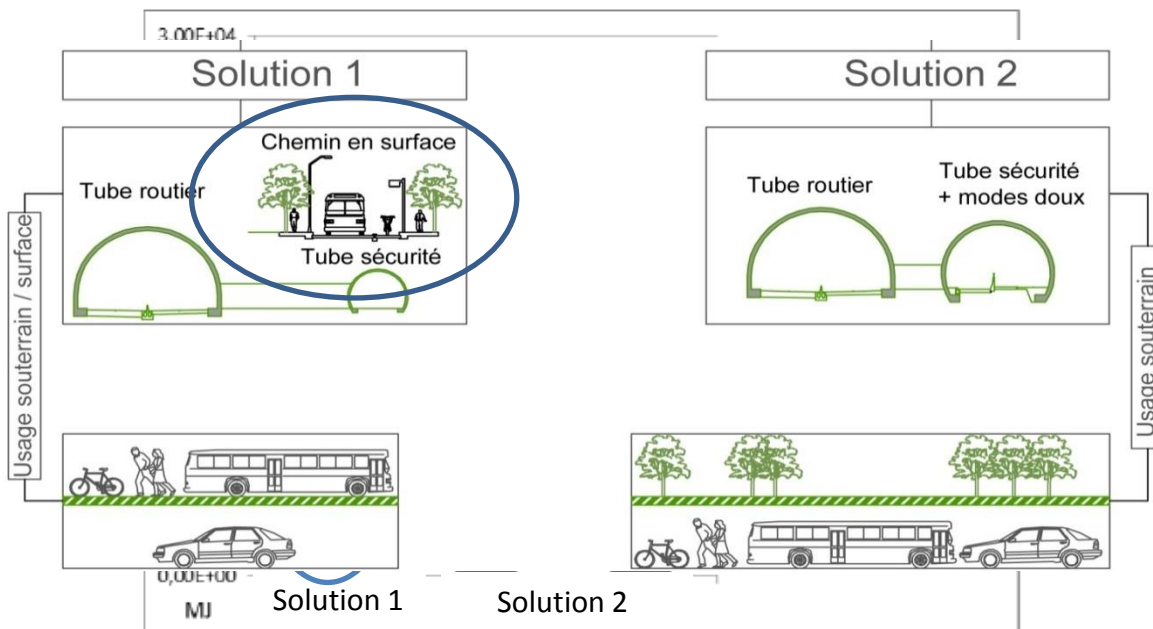
→ Scénario 3 : valorisation à proximité !

...

- ▶ **Méthodologie d'évaluation du cycle de vie des aménagements souterrains**
 - **Yaarob AUDI**, thèse Ecole Doctorale SPIGA, Nantes (IFFSTAR/CETU/Ecole des Ponts)
 - Agnès Jullien, IFSTTAR (Directrice de thèse)
 - Adélaïde Feraille, Ecole des Ponts
 - Laetitia D'Aloia, CETU

L'ÉVALUATION DES AMÉNAGEMENTS SOUTERRAINS

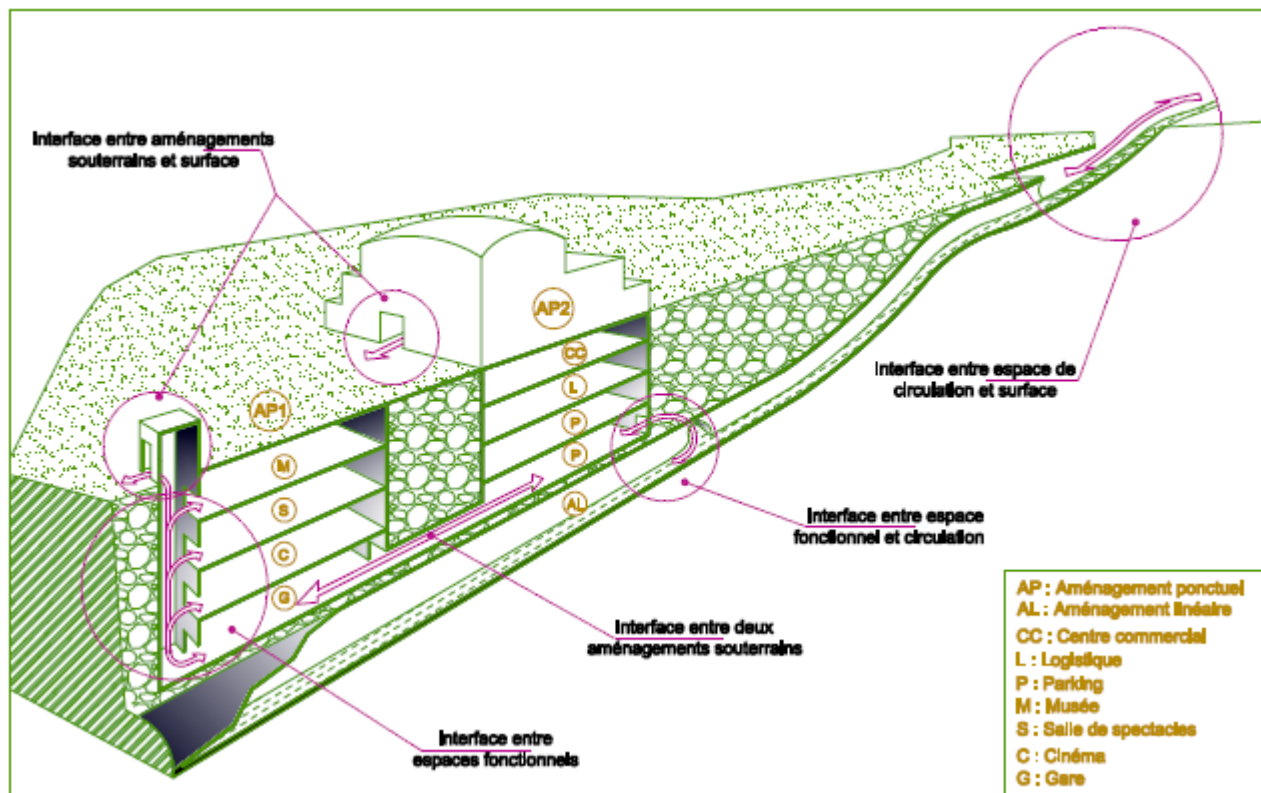
- ▶ **Cas d'étude** : Analyse de Cycle de Vie (ACV) appliquée au tube « modes doux » du tunnel de la Croix Rousse (Lyon)
 - Réflexion sur la définition de l'unité fonctionnelle et sur le champs de l'étude – Comparaison des solutions
 - Les impacts ...



... Mise en évidence des limites de l'ACV appliquée aux tunnels et aux aménagements souterrains

► Modélisation de l'objet : l'espace souterrain

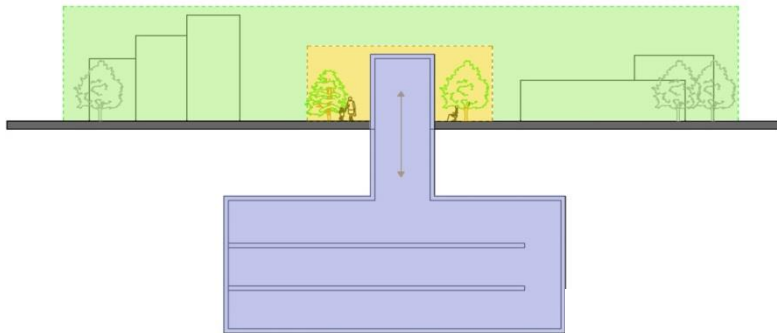
- Fonctions urbaines souterraines et espaces fonctionnels associés → thème 1



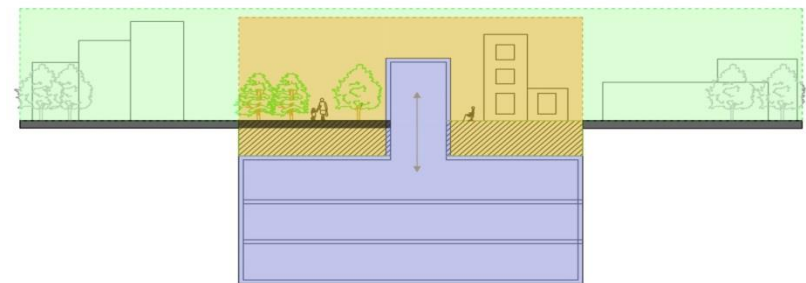
► Modélisation de l'objet : l'espace souterrain

- Fonctions urbaines souterraines et espaces fonctionnels associés → thème 1
- Périmètres et populations (utilisatrice, riveraine, ...) / Typologie d'ouvrages ...

Cas A-1



Cas A-2



Cas B-2



- ▶ **Modélisation de l'objet : l'espace souterrain**
 - Fonctions urbaines souterraines et espaces fonctionnels associés → thème 1
 - Périmètres et populations (utilisatrice, riveraine, ...) / Typologie d'ouvrages ...
- ▶ **Développement d'une méthode d'évaluation adaptée aux espaces souterrains : de l'évaluation de l'ouvrage à l'évaluation de l'espace (qualité d'usage, service rendu)**
- ▶ **Réflexion sur le développement d'indicateurs environnementaux adaptés aux aménagements souterrains et socio-économiques**

Merci pour votre attention