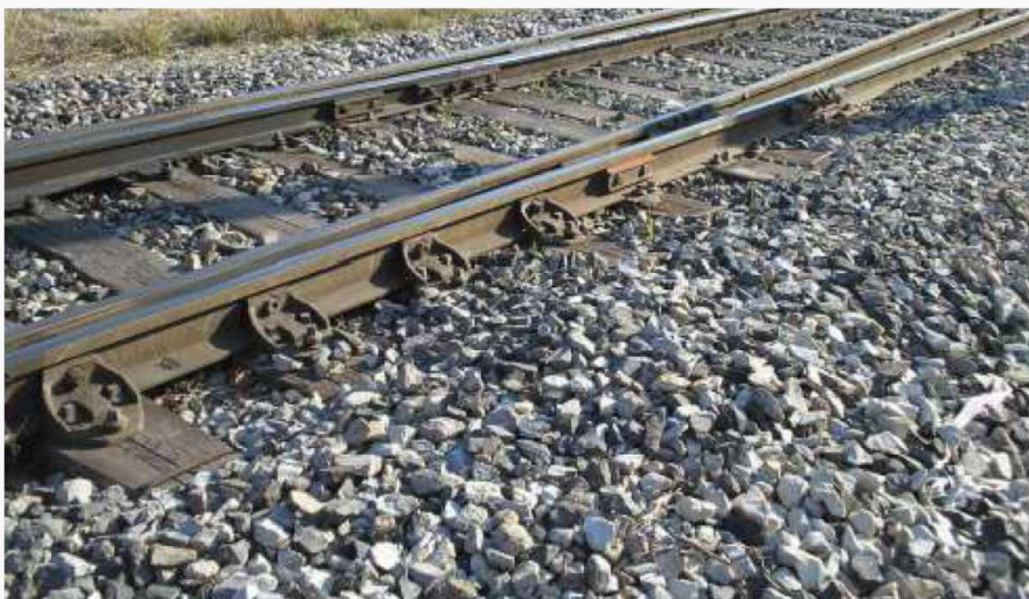


# VERS UNE GESTION OPTIMISEE DU BALLAST EN FIN DE VIE

Journée technique COTITA "Valorisation des matériaux alternatifs en techniques routières », 23 juin 2015



# CADRE REGLEMENTAIRE

- Le complexe ballasté que l'on retire des voies est un déchet
- Code de l'Environnement (transposition Directive Cadre Déchet)
  - articles L541-2 « *Tout producteur ou détenteur de déchet est responsable 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. »*
  - articles L541-7 « *Tout producteur ou détenteur est tenu de caractériser ses déchets... »*
  - articles L541-1 « *il faut mettre en œuvre une hiérarchie des modes de traitement des déchets en privilégiant le réemploi et le recyclage... »*
- Classification du ballast au titre de de l'Annexe II de l'article R. 541-8 du Code de l'Environnement
  - 17 DÉCHETS DE CONSTRUCTION ET DE DÉMOLITION (Y COMPRIS DÉBLAIS PROVENANT DE SITES CONTAMINÉS)
  - 17 05 07\* Ballast de voie contenant des substances dangereuses
  - 17 05 08 Ballast de voie autre que celui visé à la rubrique 17 05 07

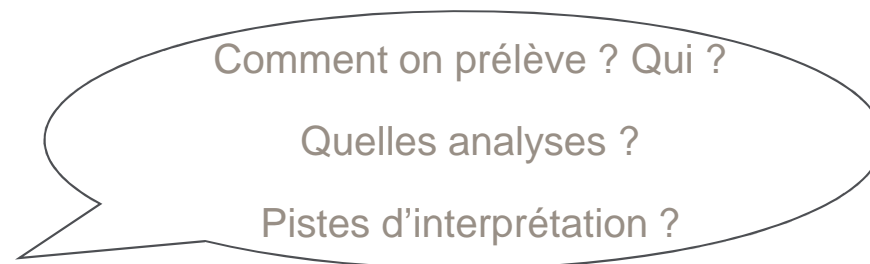
\* *déchet classé comme dangereux*

# OBJECTIFS DE LA CARACTERISATION DU BALLAST

- Les cheminots parlent de « ballast pollué » au sens géotechnique. Qu'en est-il au sens chimique ?
- Détermination de la « signature chimique » du ballast

Obtention d'une méthode de caractérisation homogène, reproductible, représentative et opposable

↳ **comparaison de méthodes, élaboration d'un protocole**



- Adaptée aux travaux qui sont menés de façon « industrielle » (train usine de 700m) et/ou très contraints (de nuit, le we – *pas ou peu de possibilité de tri*)
- Sécurisation vis-à-vis de la réglementation et des entreprises

↳ **prévention des risques juridiques, des recours en contentieux**

# DEFINITION DU PROTOCOLE : LA DEMARCHE BIBLIOGRAPHIQUE

## ➤ Analyse des protocoles réglementaires :

- ✓ Code de l'Environnement et réglementation Déchets : normes utilisées (lixiviation), paramètres analysés
- ✓ Cas des laitiers, des MIOM

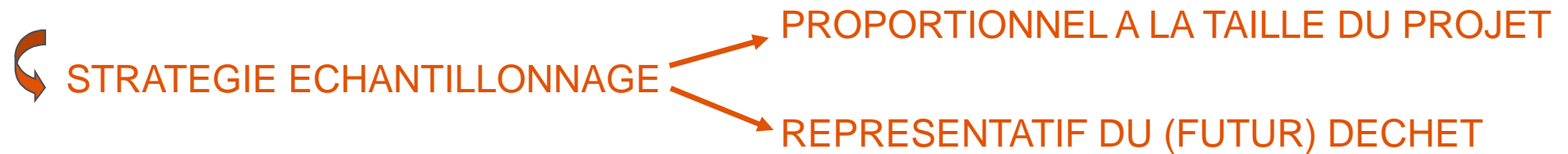
## ➤ Analyse des études existantes sur la caractérisation des matériaux, des déchets, du ballast :

- ✓ Etudes SETRA, ADEME (valorisation en technique routière)
- ✓ Etudes RFF SNCF (analyses simples sur le ballast, études spécifiques...)

Analyse des protocoles des Suisses et des Belges  
(seul intérêt : protocole d'échantillonnage)

# ETUDE DOCUMENTAIRE PREALABLE

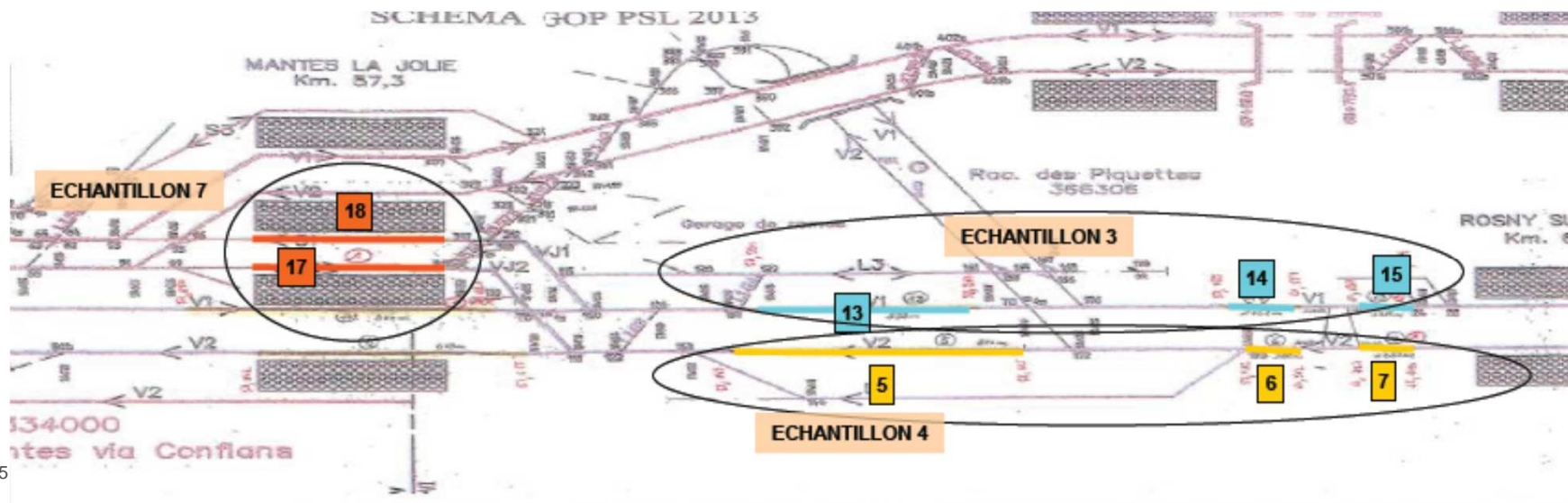
- Données contextuelles : localisation, type de ligne, incidents...
- Description du projet, conditions de réalisation et planning des travaux



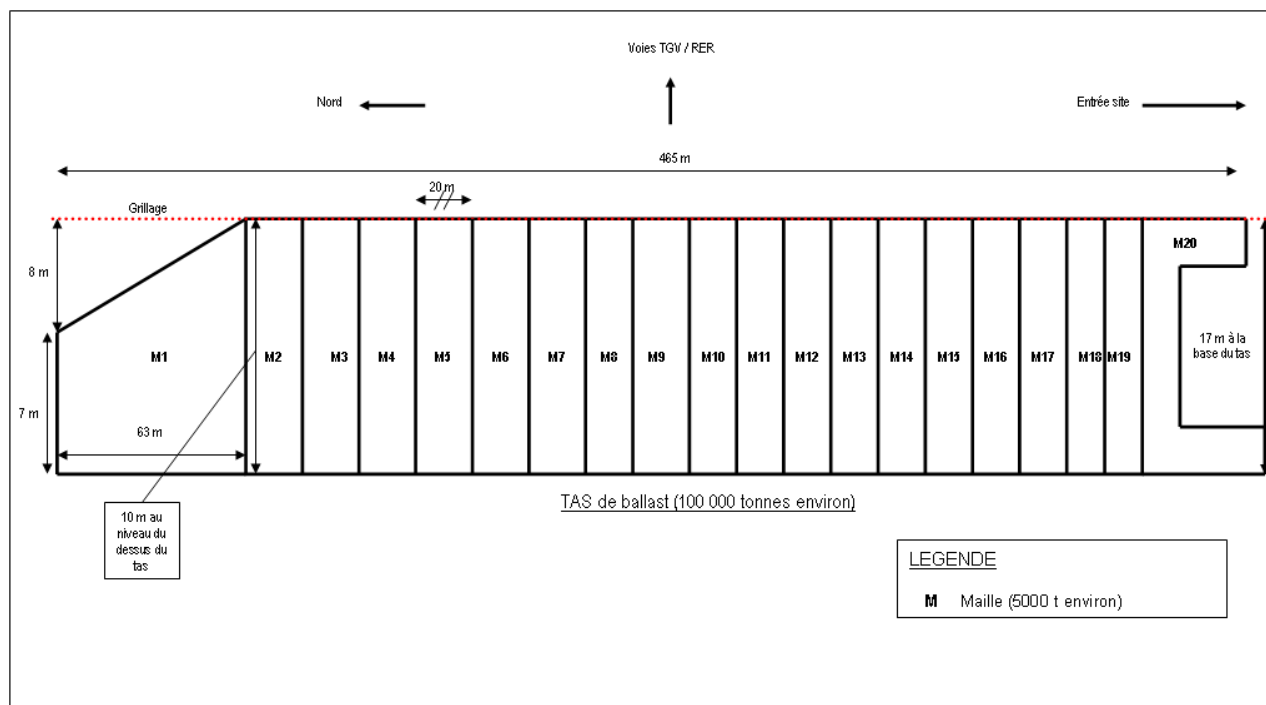
# ECHANTILLONNAGE EN VOIE

Voie courante SR	1 analyse tous les 5 à 10 km
Tronçon avec zones particulières	1 analyse par tronçon, en intégrant proportionnellement la zone particulière
Zones particulières	1 analyse par voie ou par AV (regrouper des zones si mêmes configurations)

\*AV = appareil de voie (aiguillage)

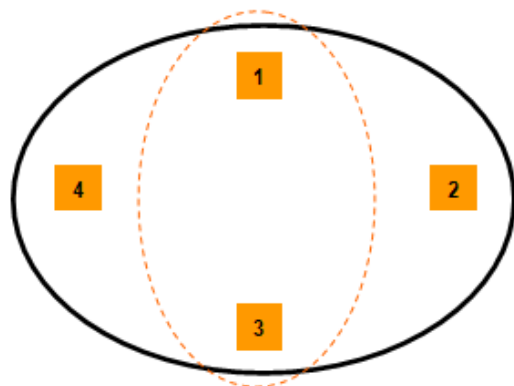


# ECHANTILLONNAGE SUR TAS

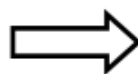


# CREATION DU COMPOSITE

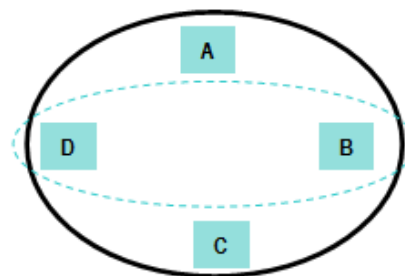
Echantillon de départ



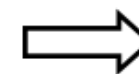
*L'échantillon de départ composé de plusieurs échantillons composites est divisé en 4 entités*



**1 + 3**

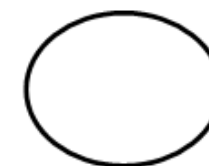


*L'échantillon intermédiaire est lui-même divisé en 4 entités*



**B + D**

Echantillon composite





# TRAITEMENT DE L'ÉCHANTILLON EN LABORATOIRE

## ➤ **Traitement physique des échantillons en labo** Liés à la norme d'analyse

- ✓ Broyage de l'échantillon
- ✓ Lixiviation

*Dans le cadre de la Recherche, influence du broyage (notamment sur les métaux lourds)*

**Panel d'analyses** critères d'acceptation en ISDI pour définir le déchet  
(+ dioxines, furanes si présence de matériaux anthropiques)



# INTERPRETATION

## ➤ Rapport d'interprétation

- ✓ modalités de prélèvements
- ✓ résultats des analyses réalisées
- ✓ interprétation : **nature du déchet** (inerte, non inerte),  
**possibilité de réutilisation en technique routière** selon les modalités SETRA

### Caractérisation représentative :

- ✓ de la **qualité moyenne du gisement ballast**. *Pas de la pollution maximale*
- ✓ d'une phase unique de travaux si connue
- ✓ d'une zone géographique définie

# ANALYSE STATISTIQUE DES RESULTATS DU BALLAST USAGE (2009-2014)

- **1793 échantillons sur 415 chantiers entre 2009 et fin 2014 sur toute la France**
- Grande variabilité des résultats d'analyse quelque soit le paramètre (écart type important)

## ➤ Statistiques basées sur les échantillonnages

- **83 % du ballast est inerte et 86 % est réutilisable en TR**
  - 90 % du ballast de pleine voie est inerte et 93 % est réutilisable en TR
  - 76 % du ballast zones gares/AV est inerte et 79 % est réutilisable en TR
- Sur-représentation des gares et AV par un échantillonnage plus resserré : 99 % du volume de ballast toute origine est inerte
  - Critères du guide SETRA plus favorables car % de dépassement autorisé
  - *Sur les 3 années de 2012 à 2014 : seulement trentaine de chantiers avec ballast non inerte partiellement à gérer (zones d'AV, gares) = 7% des chantiers concernés*

# NATURE DES DEPASSEMENTS

Paramètres à l'origine d'un dépassement des critères « inerte » :

## ➤ Polluants organiques :

Hydrocarbures totaux : 7,8 % des cas

Carbone Organique Total : 6,4 % des cas

Hydrocarbures aromatiques polycycliques : 1,6 % des cas

## ➤ Polluants inorganiques :

Antimoine : 3,5 % des cas

Mercure : 1,1 % des cas

Cuivre : 2,7 % des cas

Arsenic : 2,1 % des cas

➤ Pour les autres : moins de 1%

# VALIDITE DE L'ECHANTILLONNAGE

- Composite (échantillon moyen) : représentatif des différentes zones prélevées et de l'hétérogénéité du ballast
- Bonne prise en compte des indices visuels de pollution

## LEGENDE :

PN Passage à niveau  
AV Appareil de voie



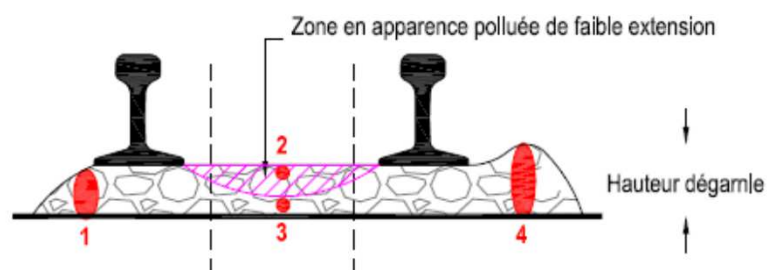
Rail



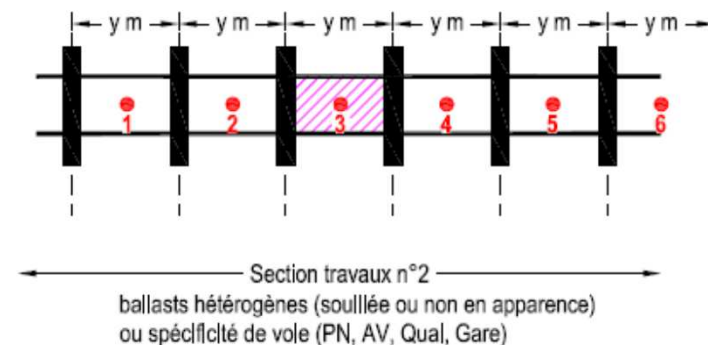
Ballast



Section de ballasts en apparence souillée



● Prélèvement unitaires pondérés constitutifs de l'échantillon composite représentatif

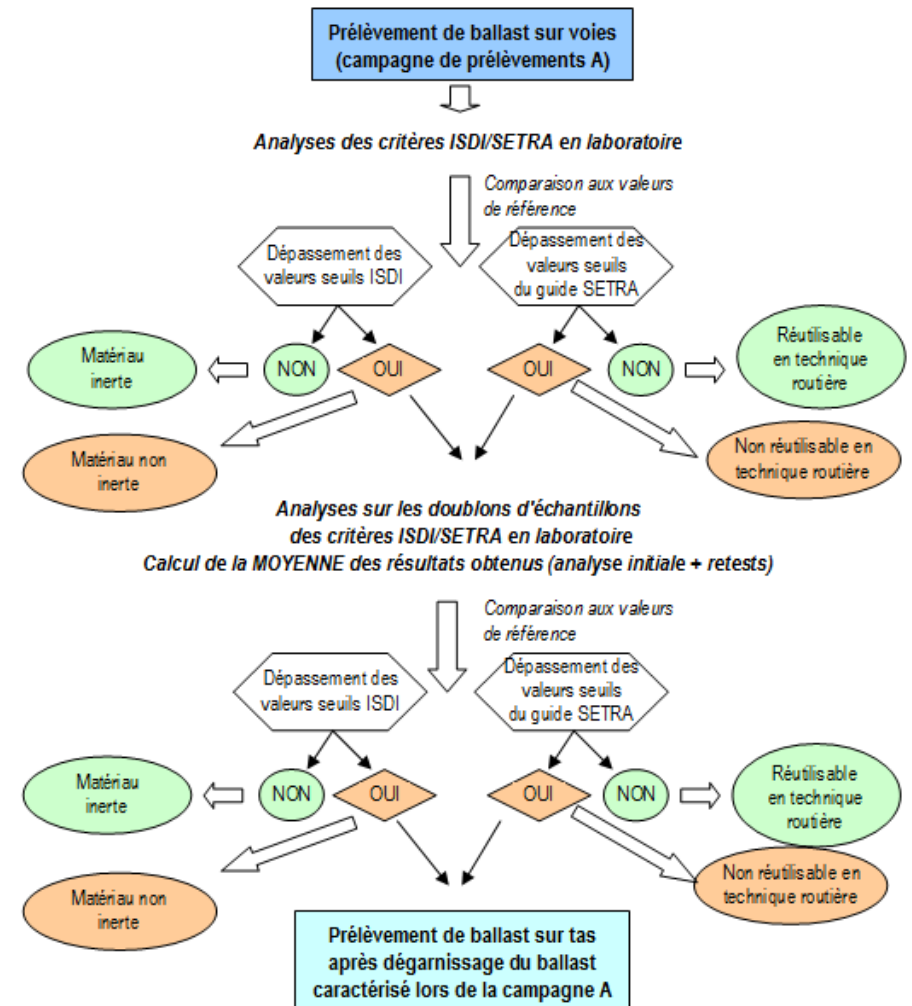


● Prélèvement unitaires constitutifs de l'échantillon composite représentatif de la section travaux n°2

Prélèvement n°2, n°3 et n°4 conservés pour analyses discriminantes le cas échéant

# VALIDITE DES RE TESTS

- Pourquoi des retests ? Dépassements non corrélés aux indices de pollution et/ou incohérents, par retour d'expérience
- Sur doublons d'échantillon et/ou sur nouvel échantillon prélevé en voie ou sur tas
- Plus de 75% des dépassements ne sont pas confirmés par ces retests. Causes possibles :
  - biais analytique induit par la méthode analytique + préparation des échantillons
  - hétérogénéité et caractère pluri centimétrique des ballasts



# PERTINENCE DU PROTOCOLE

## ➤ Pertinence des normes et analyses en laboratoire

- Pas d'influence notable du broyage des échantillons sur le relargage des métaux lourds
- Nécessité d'homogénéiser les pratiques « non normées » des laboratoires
- Prise en compte de l'incertitude du laboratoire lors de l'interprétation

➤ Augmentation d'échantillons et d'analyses : réduit les incertitudes de l'échantillonnage et du laboratoire

- Le protocole prend en compte la grande variabilité du gisement ballast (composite, retest)
- Le protocole peut s'adapter à un cas particulier : caractérisation ballast criblé et lavé
- **Pas de remise en cause du protocole (échantillonnage et analyses) par un tiers (entreprise ou services de l'Etat)**

# IMPACT DE LA VOIE AVERE OUI MAIS...

Ne remet pas en cause le caractère inerte du ballast et sa capacité à être réutilisé en technique routière

Limiter les volumes de ballast non inerte par la multiplication des analyses (incidence de la pollution sur le caractère inerte de l'ensemble du gisement ?) :

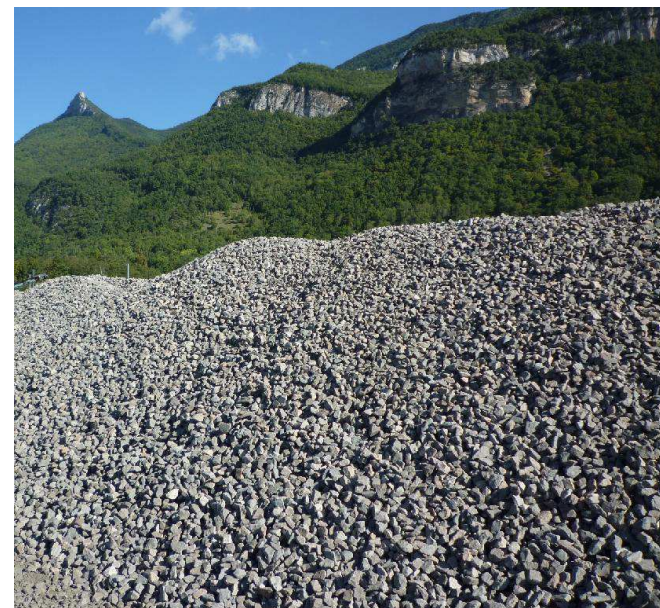
- Souillures modérées/hétérogènes → reste inerte
- Souillures importantes (imprégné) → isoler le tronçon concerné
- Recaractérisation en base arrière sur tas, plus représentative, toujours plus favorable





# CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

- Paramètres analysés ISDI et SETRA trop nombreux :
  - ✓ certains paramètres jamais mesurés
  - ✓ métaux lourds : pas un facteur déclassant
  - ✓ Seuls HCT pertinents, en cas d'indices de pollution avérés
- Sécurisation du réemploi en technique routière
- Le ballast n'est pas pollué, c'est prouvé !
  
- Le ballast même dégarni reste un **Produit noble**
  - ↳ RVB = production de trois grosses carrières
  
- Economie circulaire : ballast pour ballast ; ballast pour projets ferroviaires et routiers (remblais techniques, sous couche...)



# ANNEXE : comparaison ballast neuf et usagé

## LE BLANC : ANALYSES SUR BALLAST NEUF

- 6 carrières investiguées (roche métamorphique, plutonique)
- Signature en métaux lourds propre à chaque type de roche, avec concentration peu variable
- Métaux peu mobilisables excepté pour l'arsenic sur les roches type andésite et granite
- Conforme aux critères ISDI sauf rhyolite (granite), et grès quartzite



# APPORT EN METAUX LOURDS

- Part anthropique mesurée par comparaison avec le « bruit de fond naturel » du ballast neuf (sur contenu total)
- ✓ Apport essentiellement en **cuivre**, zinc, **mercure** et molybdène
- ✓ Apport négligeable en **arsenic**, cadmium, plomb et en **antimoine**
  
- Origine possible : frottements roues/rails, caténaires, système de freinage, redresseurs à vapeurs de mercure...
- Concentrations Gare AV > Pleine Voie
  
- Des surprises : aucun lien mis en évidence entre impact en cuivre et la présence de caténaire
  
- Pas d'influence de présence de mâchefers dans le ballast

# APPORT EN POLLUANTS ORGANIQUES

- Quasi absence de PCB et BTEX
  
- Hydrocarbures totaux : 100% liés à l'activité ferroviaire (pertes d'huiles...)
  - ✓ zone de gare et AV
  - ✓ concentrations corrélées aux indices de pollution
  
- HAP : Origine floue (remontée sous couche ? Créosote ? Pertes d'huiles en lien avec HCT...)
  - ✓ Pas de lien mis en évidence entre traverses bois et impact en HAP
  - ✓ Dépassements rares et modérés

