

Version Juin 2025

Catalogue de solutions Ecoconception



Sommaire



1. Solutions Quick Win

2. Solutions en ruptures



Un outil d'aide à la réflexion

Comment utiliser le catalogue?

- Je consulte le document Excel joint
- Je réalise les filtres nécessaires à ma recherche : Par thématique environnementale, métiers...
- J'identifie colonne V le(s) numéro(s) de slide(s) reprenant les solutions envisagées pour mon besoin

Maîtrise d'ouvrage impliquée

Spécifier l'écoconception

Métiers concernés :

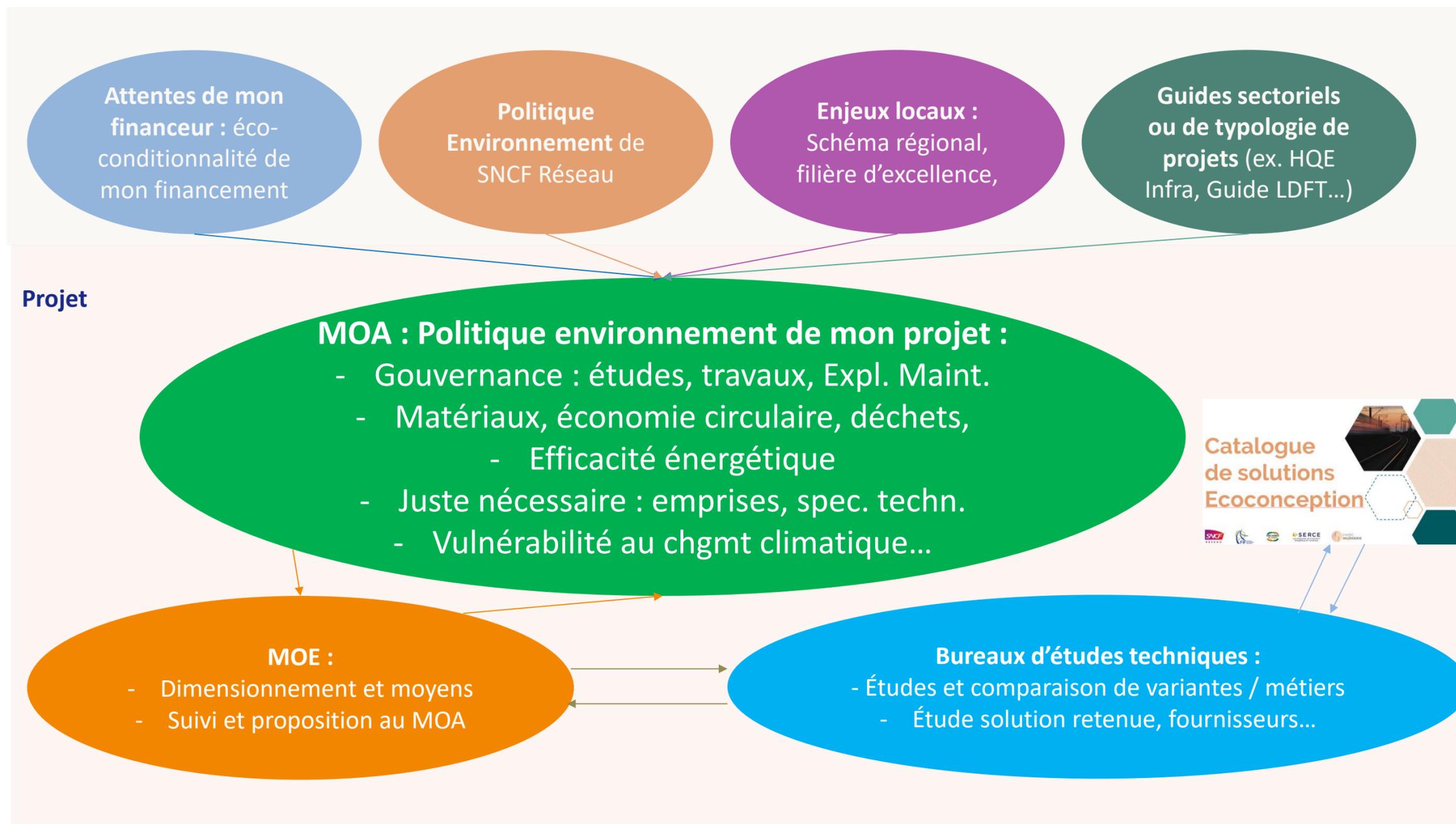
Portage d'émergence (EP)
Maîtrise d'ouvrage (AVP)

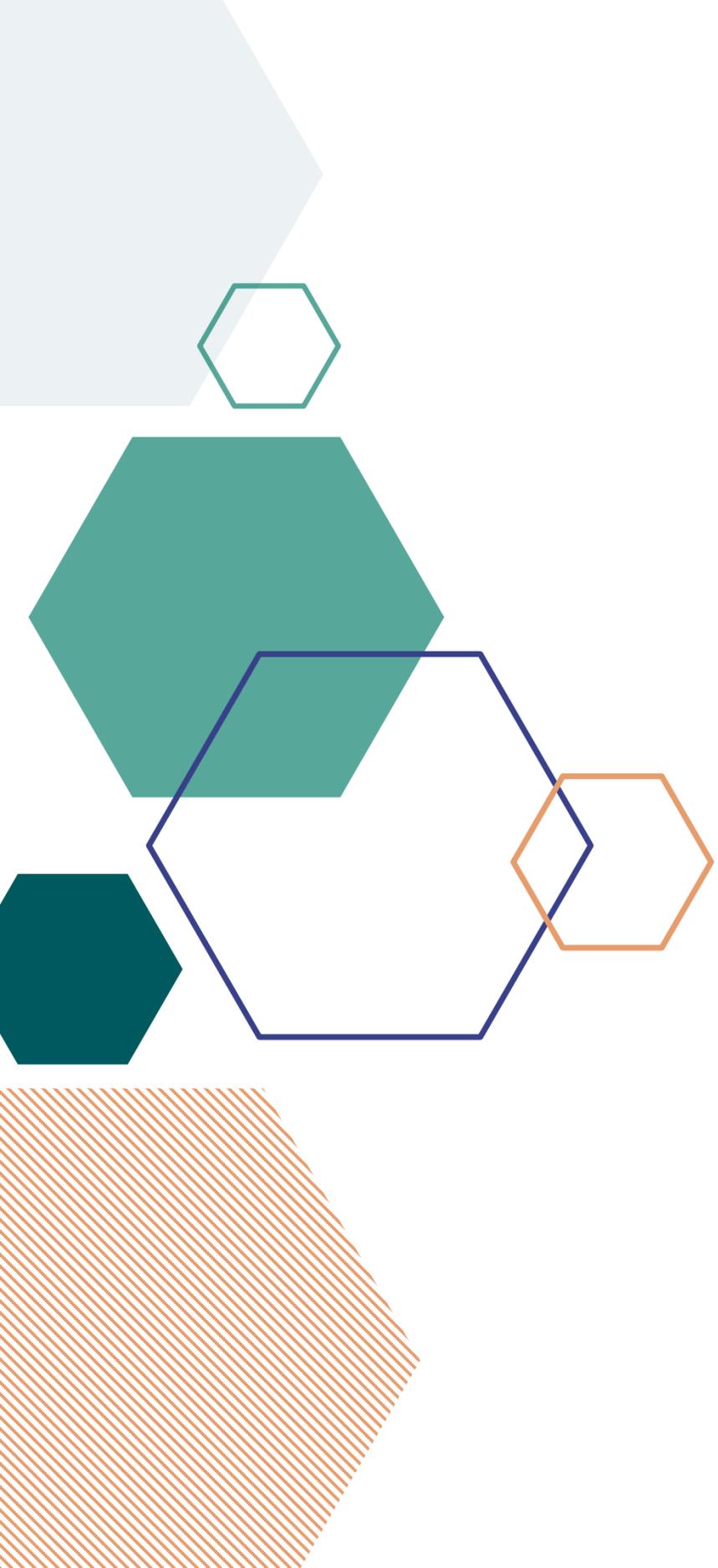
Solution :

Définition de la politique environnementale du projet (à partir du diagnostic des enjeux environnementaux et des opportunités offertes par le projet). Elle fixe des objectifs et est intégrée programme de projet. Elle est suivie tout au long du projet

Effets de la solution et gain(s) associé(s) :

- Cadre les attendus de performance par enjeu environnemental : qu'ils proviennent du financeur, de la politique de SNCF Réseau, du contexte local...
- Fixe des objectifs qualitatifs ou quantitatifs,
- Implique d'entrée toute l'équipe projet
- Permet à la MOE de dimensionner les tâches en conception et de les intégrer au budget d'études





1. Solutions Quick Win



Acoustique et vibrations

Voie sur dalle flottante simple ou ERS (sans ballast)

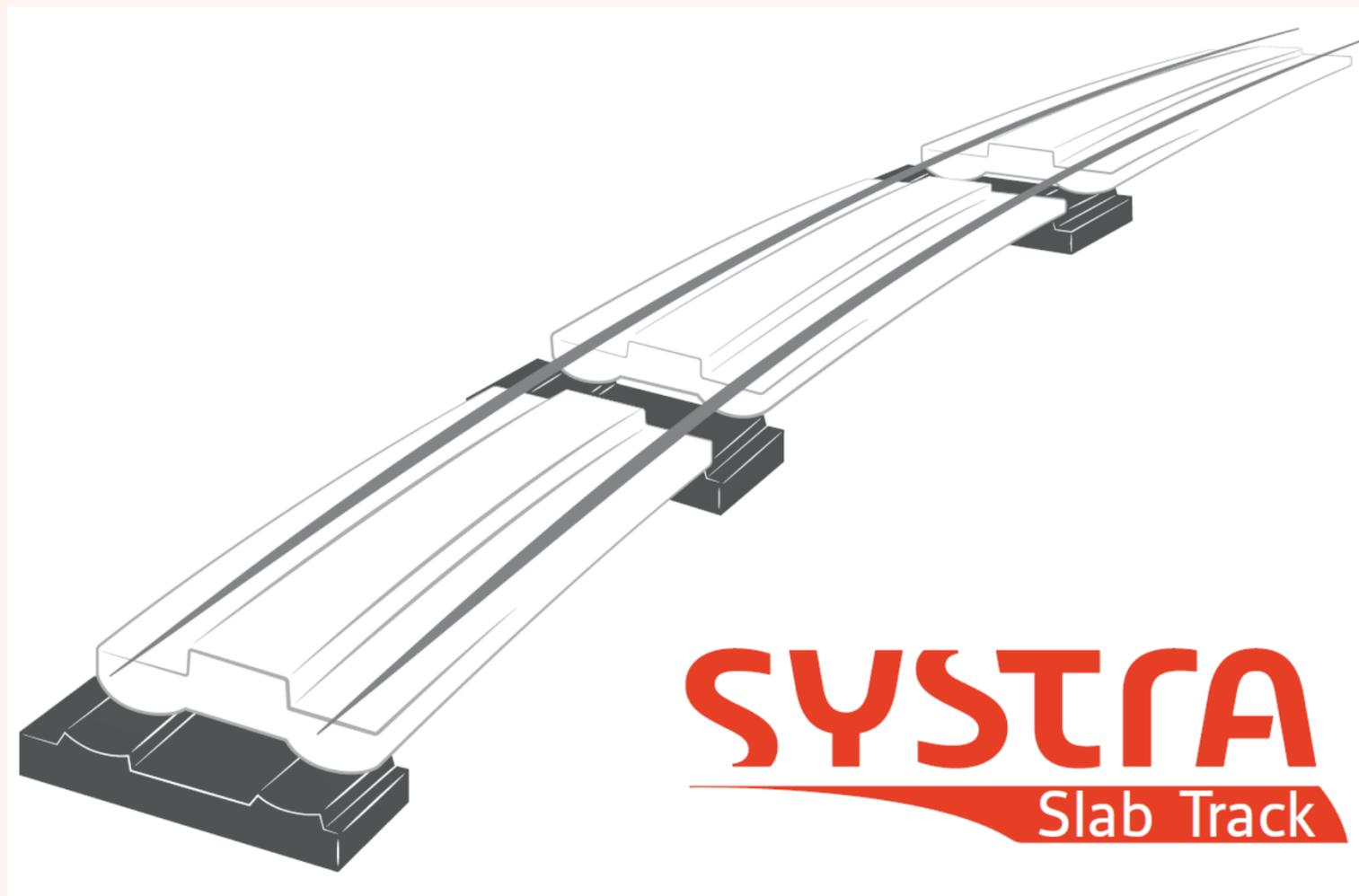
Metiers concernés : Voies et abords

Solution :

Remplacement du ballast par des dalles en béton.

Effets de la solution et gain(s) associé(s):

- Réduction de l'empreinte carbone,
- Réduction des consommations de ressources minérales
- Réduction de la production de déchets
- Transparence hydraulique
- Emprise au sol inférieure



SYSTRA
Slab Track

Acoustique et vibrations

Ecrans acoustiques en béton de bois

Métiers concernés : OA / OT, voies et abords

Solution :

- . Remplacer les granulats par des copeaux de bois
- . Réduire la quantité de ciment

Effets de la solution et gain(s) associé(s):

- Moindre poids
- Meilleure qualité d'absorption.
- Réduction des émissions de CO₂



EMPREINTE CARBONE ECRANS ACOUSTIQUES EN Kg/m²

Formule classique

Béton de structure	29,5
Béton de bois	32,5
Total	61,6

Formule bas carbone

Béton de structure	17,9
Béton de bois	9,2
Total	27,1

Acoustique et vibrations

Utilisation d'écrans acoustiques de type bas pour la couverture des point noir bruits

Métiers concernés : OA / OT, voie et abords

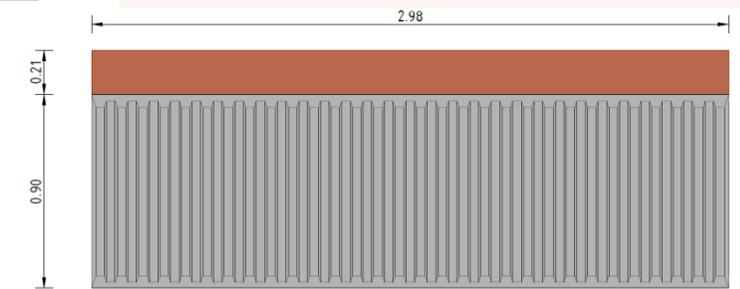
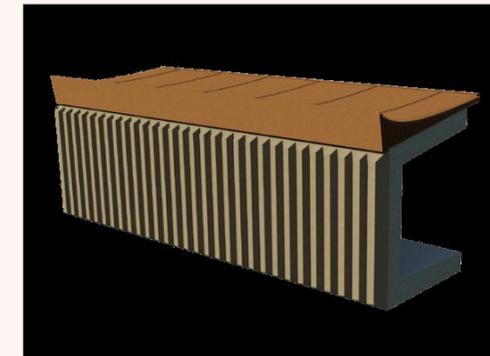
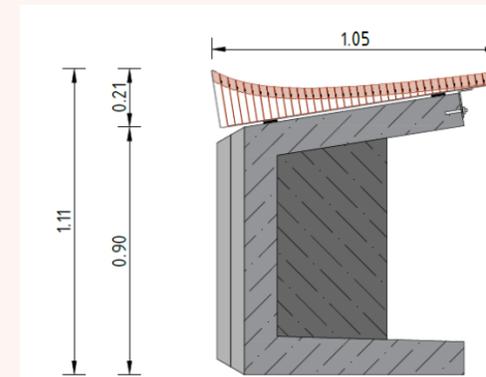
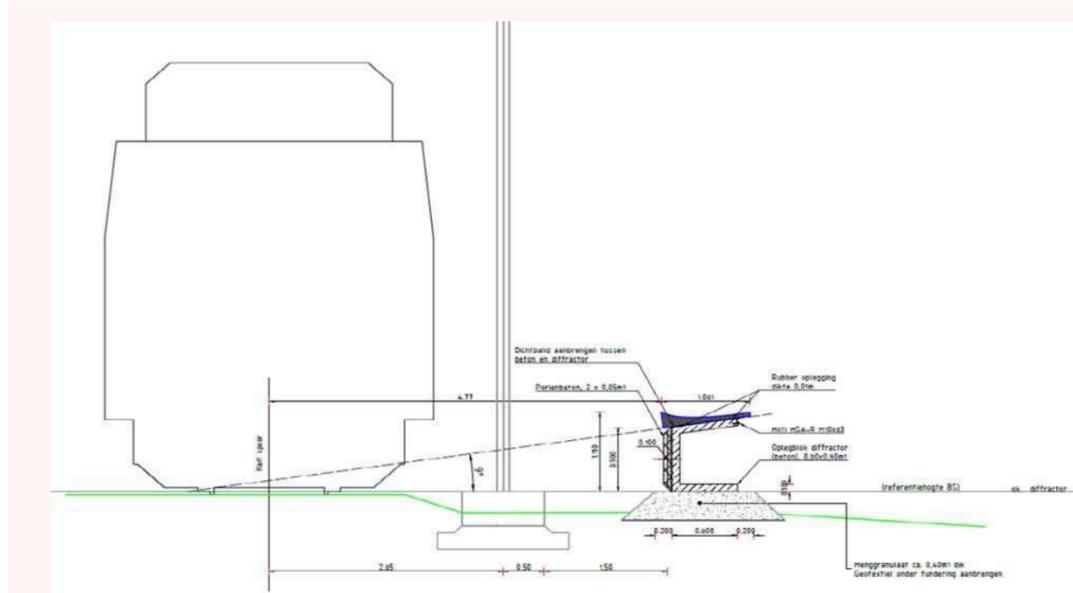
Solution :

L'écrans bas est en mesure de réduire le bruit de 7 à 9 dB tout en laissant la vue intacte. Il combine la diffraction du son avec l'absorption du son de la sous-structure basse faite sur mesure. La réduction du bruit est similaire à celle d'un mur antibruit conventionnel de 3 mètres.

L'écrans bas ne nécessite aucune fondation, il est facile à installer et à combiner avec les mesures de réduction existantes.

Effets de la solution et gain(s) associé(s):

- Simplification des travaux : logistique réduite et travaux préparatoires limités.
- Moins consommateur de bétons pour les fondations et pour l'écrans (par rapport aux écrans haut).
- Diminution des émissions liée au chantier et à la logistique.



Acoustique et vibrations

Utilisation d'engins de chantier à motorisation électrique sur les chantiers

Métiers concernés : Tout métier

Solution :

Privilégier l'utilisation d'engins de chantier et véhicules logistique à motorisation électrique.

Effets de la solution et gain(s) associé(s):

- Moins de nuisance sonore en exploitation
- Réduction des vibrations
- Amélioration de l'acceptabilité du chantier vis-à-vis des riverains
- Limitation des perturbations d'exploitation des gares pour les voyageurs



Acoustique et vibrations

Amenée/Évacuation des matériaux par mode ferroviaire

Métiers concernés : Tout métier

Solution :

Cette méthodologie d'approvisionnement permet également des gains sociaux en favorisant l'emploi sur le territoire par la mise en œuvre d'un marché dédié à la logistique chantier (entreprises locales). Elle contribue d'autre part à une meilleure maîtrise de la logistique chantier et réduit les aléas planning en anticipant les difficultés d'approvisionnement et d'évacuation des matériaux du site.

Effets de la solution et gain(s) associé(s) :

- Participation à la protection et à la préservation de la biodiversité et des habitats naturels en limitant les nuisances pendant les travaux
- Sobriété énergétique Préservation du cadre de vie des riverains en phase chantier
- Réduction des émissions de gaz à effet de serre : Route → 70gCO₂e/TK, Fer → 7gCO₂e/TK



Acoustique et vibrations

Murs acoustiques végétalisés en matériaux recyclés

Métiers concernés : OA / OT, voies et abords

Solution :

Combinaison de solutions : installer des murs végétalisés et faits de matériaux recyclés le long des voies pour diminuer le bruit en milieu urbain

Effets de la solution et gain(s) associé(s):

- Diminution de bruit (en test, jusqu'à 15dB(A) de moins en contrebas d'un pont sur lequel passe un tramway)
- Economie carbone par l'utilisation de matériaux recyclés
- Murs contribuant à la biodiversité et à la qualité esthétique



Mur végétalisé et illustration de principe - Novel solutions for quieter and greener cities

Air (confort thermique, pollution)

Optimisation des besoins en peinture

Métiers concernés : bâtiment, OA / OT, traction électrique

Solution :
Sourcing de matériaux n'ayant pas besoin de peinture (par ex, des matériaux galvanisés)

Effets de la solution et gain(s) associé(s):

- Réduction de l'empreinte carbone initiale
- Réduction des besoins en entretien
- En intérieur, évitement d'émissions de COV



Biodiversité (flore, faune)

Eco pâturage : Maîtriser la végétation autrement

Métiers concernés : Voies et abords

Solution :

Entretien des talus ferroviaires par des solutions animales (voies protégées par des clôtures)

Effets de la solution et gain(s) associé(s):

- S'utilise en lieu et place de solutions mécanisées et carbonées
- Gain économique substantiel
- Réduction de l'empreinte Carbone
- Favorable à la biodiversité
- Compatible avec l'insertion sociale



Biodiversité (flore, faune)

Traiter les espèces invasives pour lutter contre la prolifération des espèces exotiques envahissantes

Métiers concernés : Voies et abords

Solution :

Poursuivre les expérimentations portant sur le traitement préalable du sol avant plantations et favoriser l'identification d'espèces aux propriétés allélopathiques ayant un impact sur les espèces invasives

Effets de la solution et gain(s) associé(s):

- Développement d'espèces indigènes au détriment d'espèces invasives
- Orienter la concurrence végétale
- Améliore la biodiversité
- Insertion paysagère plus aisée



Biodiversité (flore, faune)

Anticipation des besoins paysagers avec du sourcing local

Métiers concernés : voies et abords

Solution :

Sourcing local anticipé d'espèces végétales pertinentes, matures et résistantes

Effets de la solution et gain(s) associé(s):

- Diminution des pertes lors des plantations
- Diminution du besoin en transports des essences
- Promotion de l'emploi local



Marque « Végétal local » de l'OFB permettant d'identifier les semences locales et diverses



Régions biogéographiques de France

Biodiversité (flore, faune)

Gestion des déchets végétaux par collecte et valorisation de 100% des éléments voies

Métiers concernés : voies et abords

Solution :

Récupération des agaves arrachés dans le cadre du projet (espèce invasives) pour en faire un mezcal artisanal et local

Effets de la solution et gain(s) associé(s):

- Diminution de la quantité de déchets végétaux du chantier par la transformation d'agaves en mezcal
- Destruction des espèces invasives



Des agaves en bord de mer, et une bouteille de mezcal



Eau

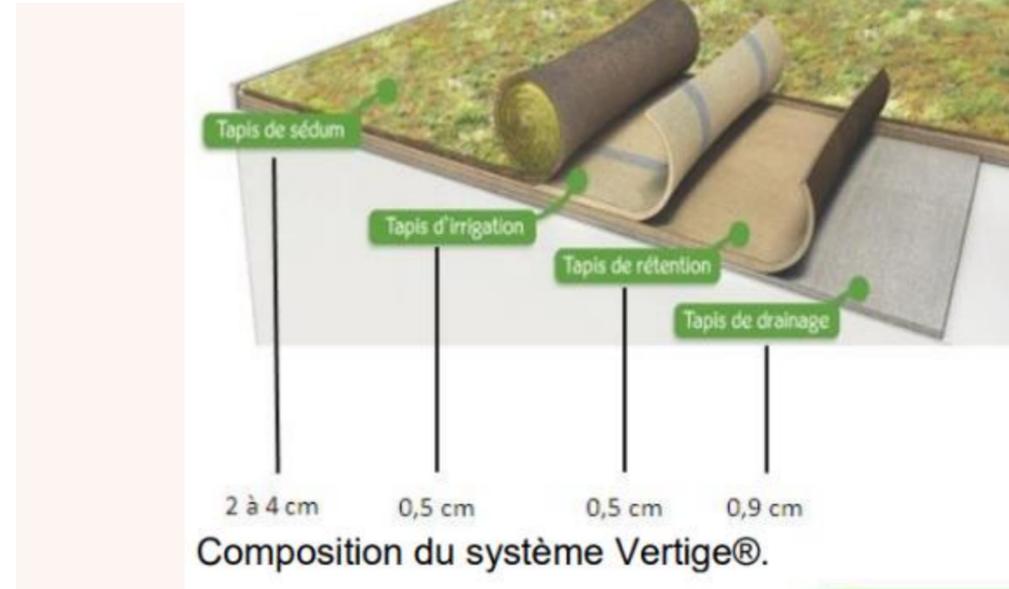
Toiture végétalisée extensive

Métiers concernés : Bâtiment, quai

Solution : Végétaliser la toiture

Effets de la solution et gain(s) associé(s) :

- Isolation de la toiture / confort thermique
- Rétention d'eaux pluviales
- Possible d'ajouter à une toiture existante,
- Sur bois / acier / béton,
- Peu d'entretien



Toiture végétalisée irriguée, médiathèque de Chelles



Halte Eco durable, Niederbronn-les-Bains.



aspect esthétique à l'installation ...

Synthèse des techniques de végétalisation

Eau

Noues enherbées

Métiers concernés : voies et abords

Solution : fossé en terre végétalisé pour gérer les eaux pluviales et favoriser l'infiltration

Effets de la solution et gain(s) associé(s):

- Gestion des eaux pluviales optimisée pour réduire les vitesses d'écoulement.
- Alternative aux caniveaux et bassin de rétention.
- Intégration paysagère soignée.
- Doté de membrane étanche, par exemple la bentonite (argile).
- Gestion des eaux pluviales vers exutoires.

BENEFICES ET IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX	
Limitation de l'îlot de chaleur urbain 	Intérêt moyen à fort  à  Evapotranspiration et évaporation qui dépendra du taux d'humidité
Limitation de l'impact CO ₂ 	Intérêt modéré à fort  à  Dépendra de la surface en eau et du bon fonctionnement du système
Confort du piéton 	Albédo faible et inertie modérée  Dépend du taux d'humidification présent
Ambiance acoustique 	Intérêt élevé 
Biodiversité 	Intérêt fort  Développement d'une biodiversité spécifique des milieux semi-humides.
Impact sur la ressource 	Intérêt très fort  Pas de consommation de ressources non renouvelables
Gestion de l'eau	Intérêt fort



Eau

Fossé drainant

Métiers concernés : Voies et abords

Solution :

Fossé empierré ou en gabion pour gérer les eaux pluviales et favoriser l'infiltration

Effets de la solution et gain(s) associé(s):

- Gestion des eaux pluviales optimisée pour réduire les vitesses d'écoulement.
- Alternative aux caniveaux et bassin de rétention.
- Intégration paysagère soignée.
- Doté de membrane étanche, par exemple la bentonite (argile).
- Gestion des eaux pluviales vers exutoires.



Eau

Utilisation de quais infiltrants dans les gares et les stations

Métiers concernés : Voies et abords, quai

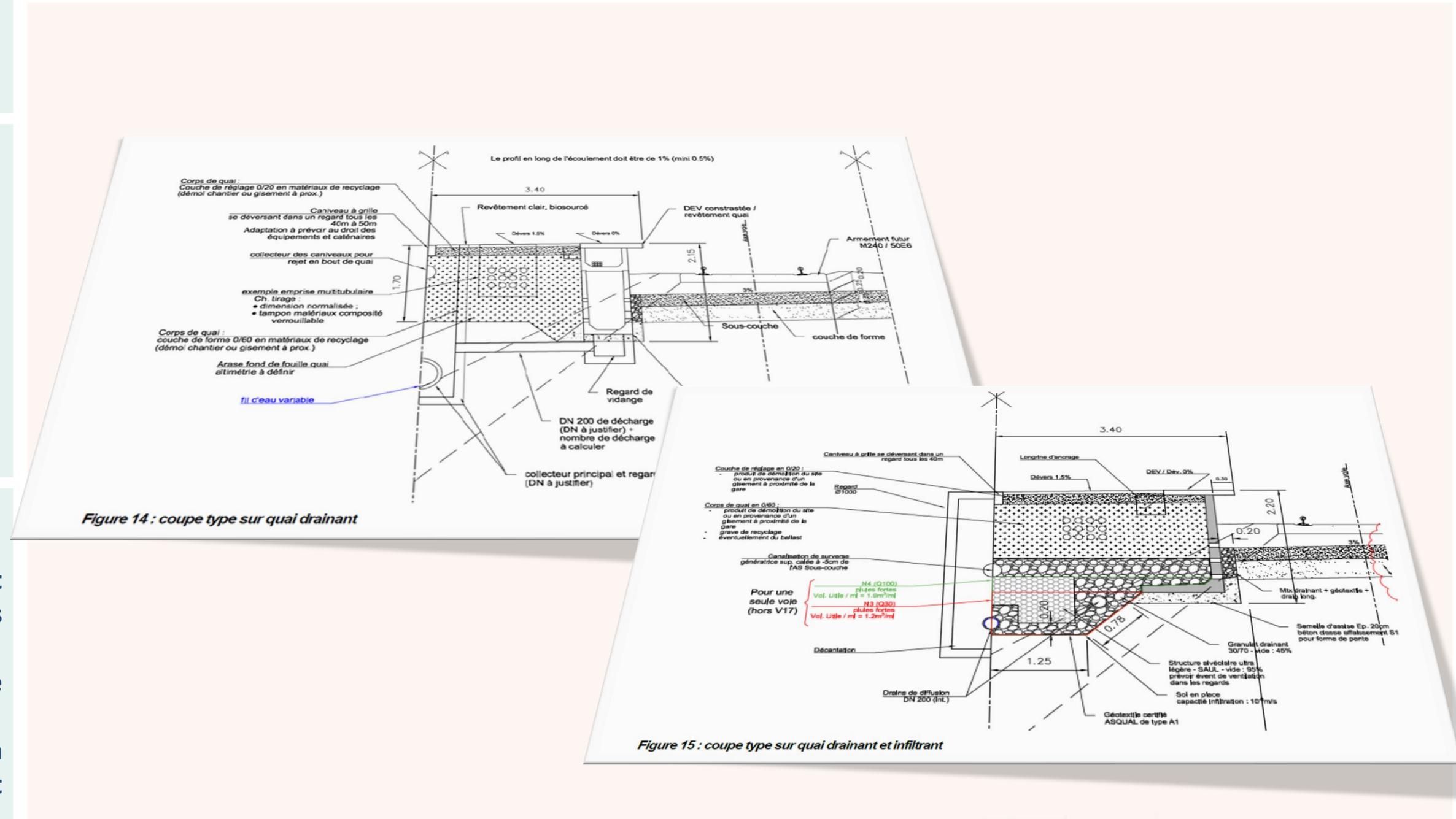
Solution :

La solution de quai infiltrant vise à favoriser l'infiltration des eaux en place par la mise en place de :

- murs en L avec barbacanes;
- structure sous quai d'infiltration (matériaux drainants, drain et géotextile, voire structure de rétention des eaux en nid alvéolaire).

Effets de la solution et gain(s) associé(s):

- Favoriser la gestion des eaux pluviales
- Protéger la ressource en eau en limitant les rejets d'eaux non traitées vers les réseaux d'assainissement
- Diminuer les besoins en bassins de rétention et d'écristement
- Meilleure prise en compte de la résilience face au changement climatique



Eau

Planifier une gestion optimale de l'eau pour disposer les solutions aux meilleurs endroits

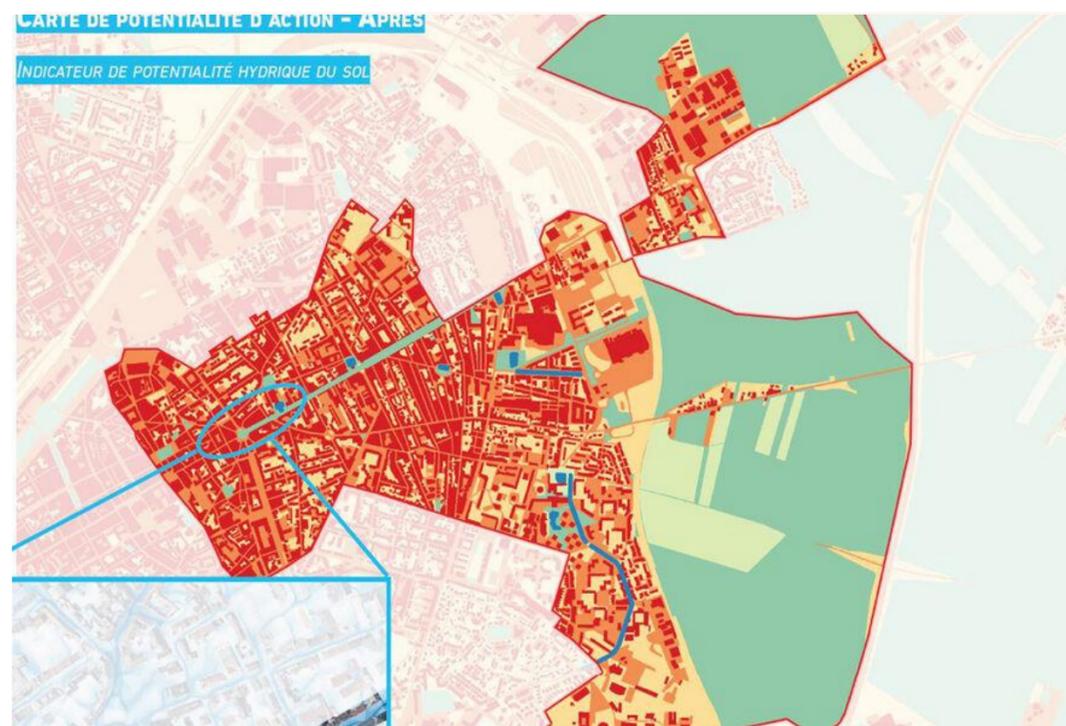
Métiers concernés : Voies et abords, quai, OA / OT

Solution :

Méthod'O est approche novatrice d'éco-planification du territoire, récompensée par le Grand Prix National de l'Ingénierie « climat » 2023. La Méthod'O offre une solution unique, adoptant une approche écosystémique et une démarche de co-construction d'une carte de potentialité d'action pour la gestion des eaux pluviales. La méthode est particulièrement adaptée aux projets d'infrastructure linéaire type plateforme ferroviaire.

Effets de la solution et gain(s) associé(s):

- Disposer d'une cartographie détaillée de la capacité des lieux à gérer l'eau de pluie.
- Spécifier les endroits où les solutions de renaturation, biodiversité, hydrologie, sont les plus pertinentes – modéliser puis mesurer leurs effets.



Eau

Récupération et réutilisation des eaux grises

Métiers concernés : Bâtiment

Solution :
Récupération et réutilisation des
eaux grises

Effets de la solution et gain(s)
associé(s):

- Réduction des consommations d'eau potable pour les usages qui le permettent



Installation de traitement des eaux grises - Sustainable Sanitation Alliance, mai 2011

Eau

Siphons de transparence hydraulique

Métiers concernés : OA, OT

Solution :

Installer des ouvrages permettant de maintenir la circulation de la nappe de part et d'autre d'un ouvrage partiellement immergé

Effets de la solution et gain(s) associé(s):

- Maintien de la circulation de la nappe à moindre impact environnemental
- Evitement de l'installation de pompes électriques

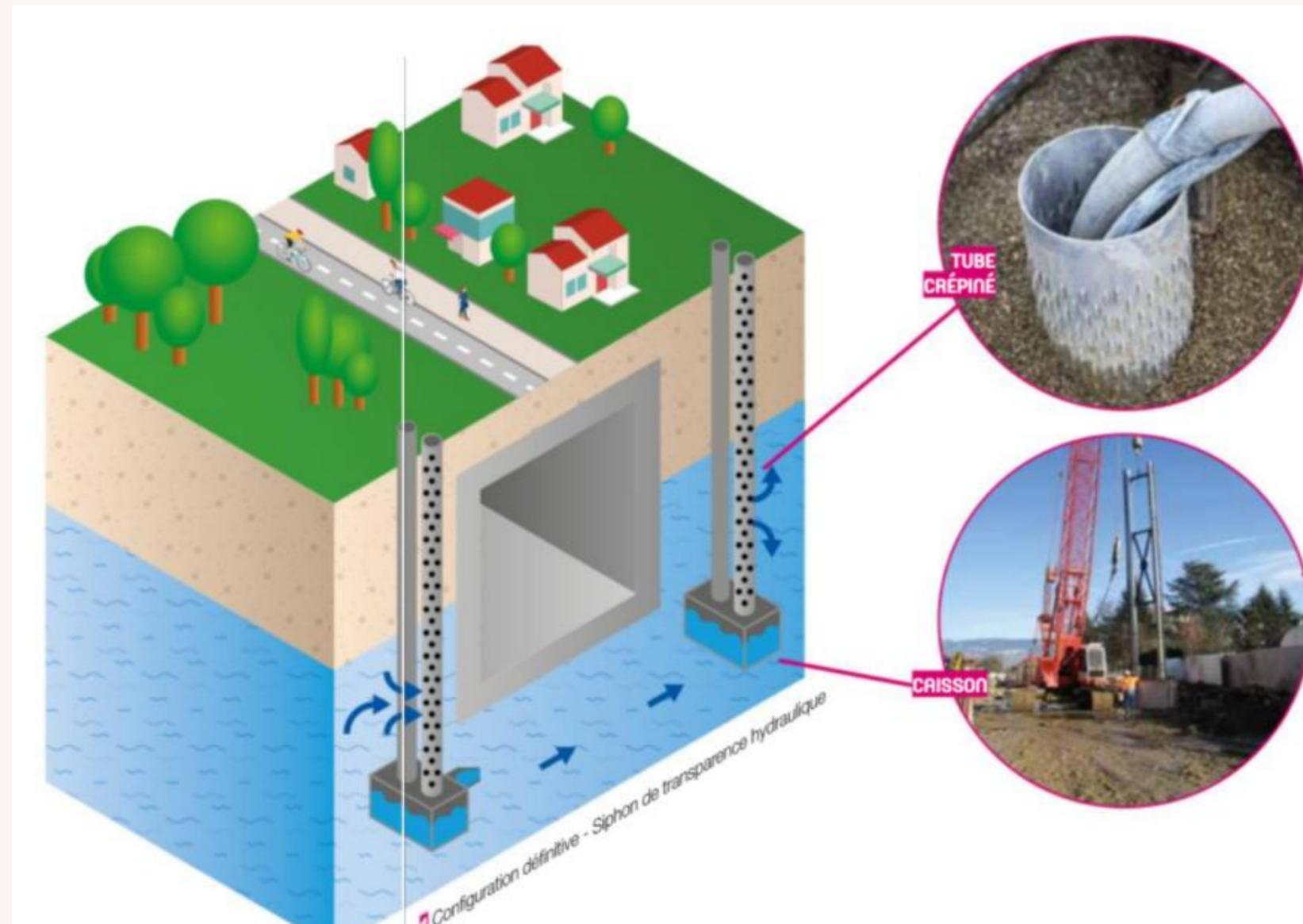


Schéma de la configuration finale – CEVACTU 3 – janvier 2016

Energie

Base vie alimentée par panneaux solaires - Inciter aux ENR pour les installations de chantier

Métiers concernés : Voies et abords

Solution :

Alimenter en électricité les installations de chantier de façon autonome par panneaux solaires.

Effets de la solution et gain(s) associé(s):

- Autoconsommation
- Gain économique substantiel par le non raccordement du chantier au réseau électrique
- Réduction de l'empreinte Carbone



Energie

Feu violet de heurtoir alimentée par PV : Le solaire pour certains équipements ferroviaires

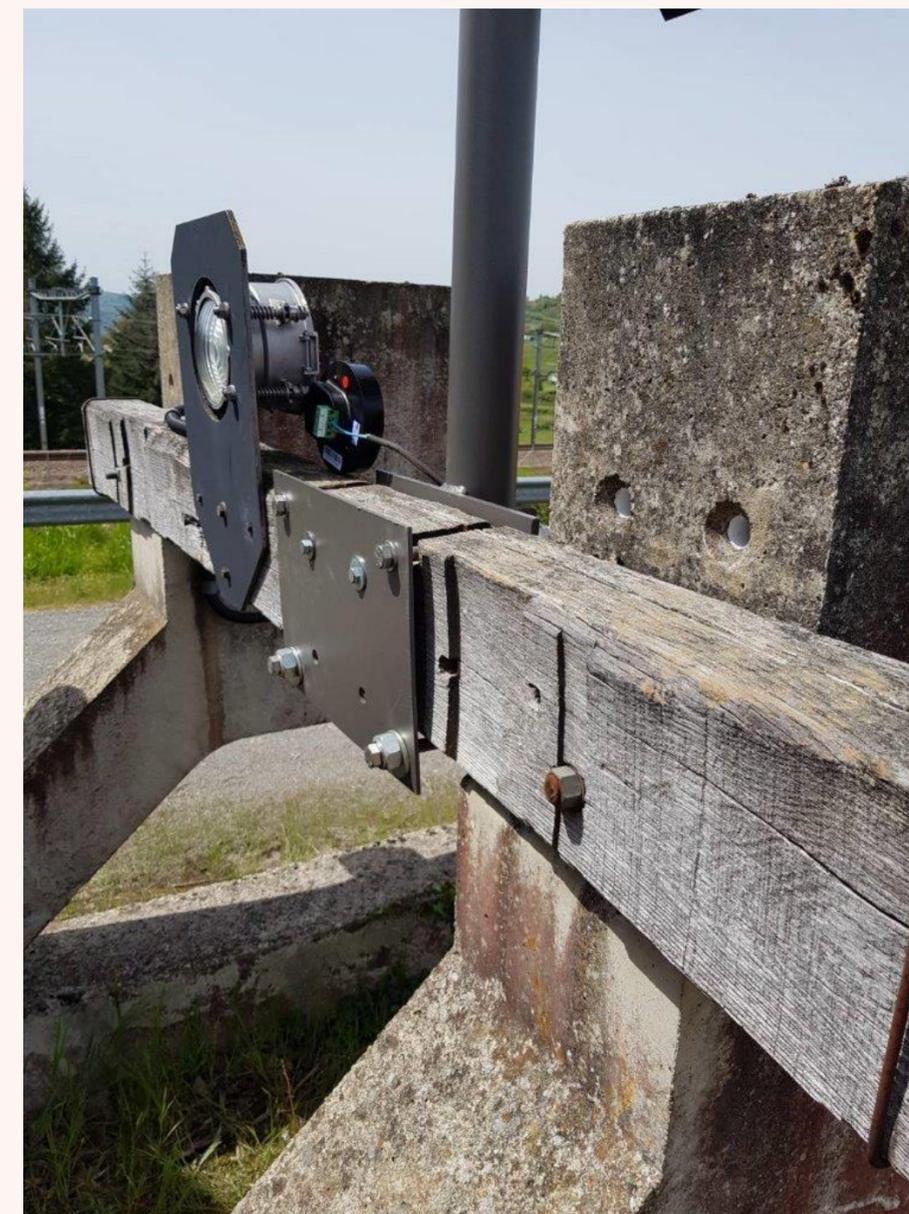
Métiers concernés : Voies et abords

Solution :

Permet non seulement une alimentation propre mais également d'éviter de grands linéaires de câbles, caniveaux, etc. pour desservir uniquement un seul équipement en bout de voie.

Effets de la solution et gain(s) associé(s):

- S'affranchit de consommation de matières premières (câbles, béton de caniveaux, etc.)
- Gain économique substantiel
- Réduction de l'empreinte Carbone



Energie

Bornes de recharges pour vélos et VE : Intégrer les nouvelles mobilités décarbonées

Métiers concernés : Bâtiment

Solution :

Développer les points de recharge des mobilités alternatives dans les centres d'attractivité

Effets de la solution et gain(s) associé(s):

- Favorise les mobilités décarbonées
- Réduction de l'empreinte Carbone
- Renforce l'attractivité du site



Energie

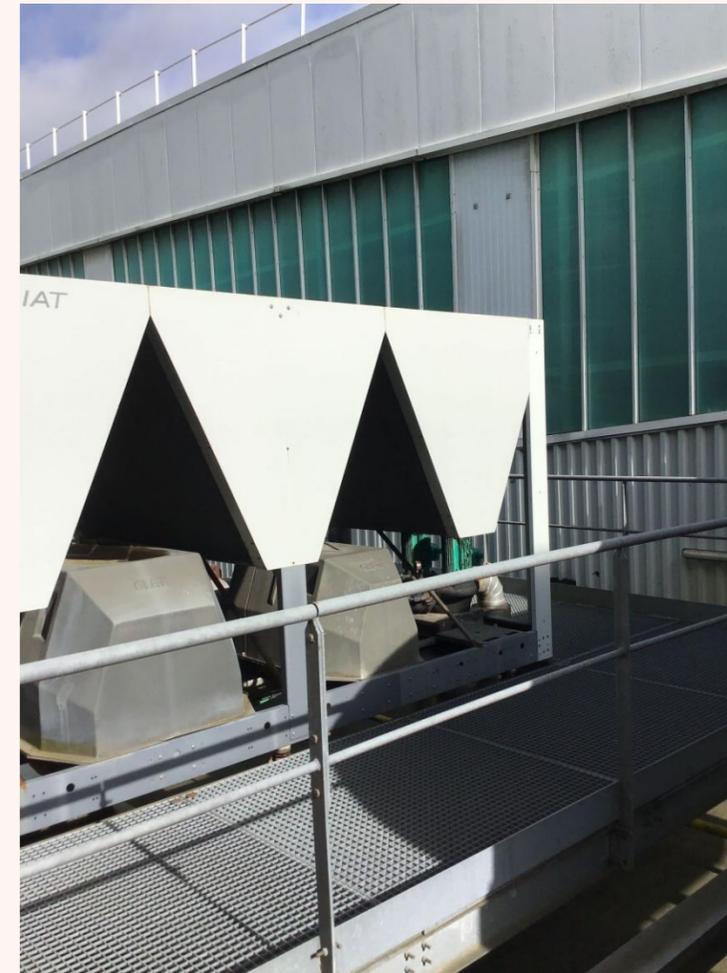
Réemploi d'équipements énergétiques existants

Métiers concernés : Bâtiment

Solution :
Etude de la réutilisation des équipements existants (retrofit Pompe à chaleur ou Groupes frigorifiques) suivant leur vétusté

Effets de la solution et gain(s) associé(s):

- Prolongement de l'utilisation d'un équipement plutôt que création d'un déchet et consommation de ressources pour un équipement neuf



Groupes froids remis à niveau et réemployés sur des bâtiments industriels

Energie

Pilotage automatique du chauffage des centres de maintenance

Métiers concernés : Bâtiment

Solution :

Asservissement du fonctionnement des systèmes de chauffage à l'ouverture des portes des hangars

Effets de la solution et gain(s) associé(s):

- Baisse de la consommation énergétique
- Diminution des émissions de CO₂
- Confort thermique du bâtiment



Le C2MI de Béziers, équipé par un système d'asservissement des systèmes de chauffage

Energie

Récupération de chaleur fatale sur équipements process

EN6

Métiers concernés : Bâtiment

Solution :

Récupération de calories sur équipements process (aspiration centralisée, air comprimé, ...)

Effets de la solution et gain(s) associé(s):

- Economie d'énergies
- Diminution des émissions carbone



Intégration d'une batterie d'échange sur le rejet de l'installation d'aspiration centralisée

Energie

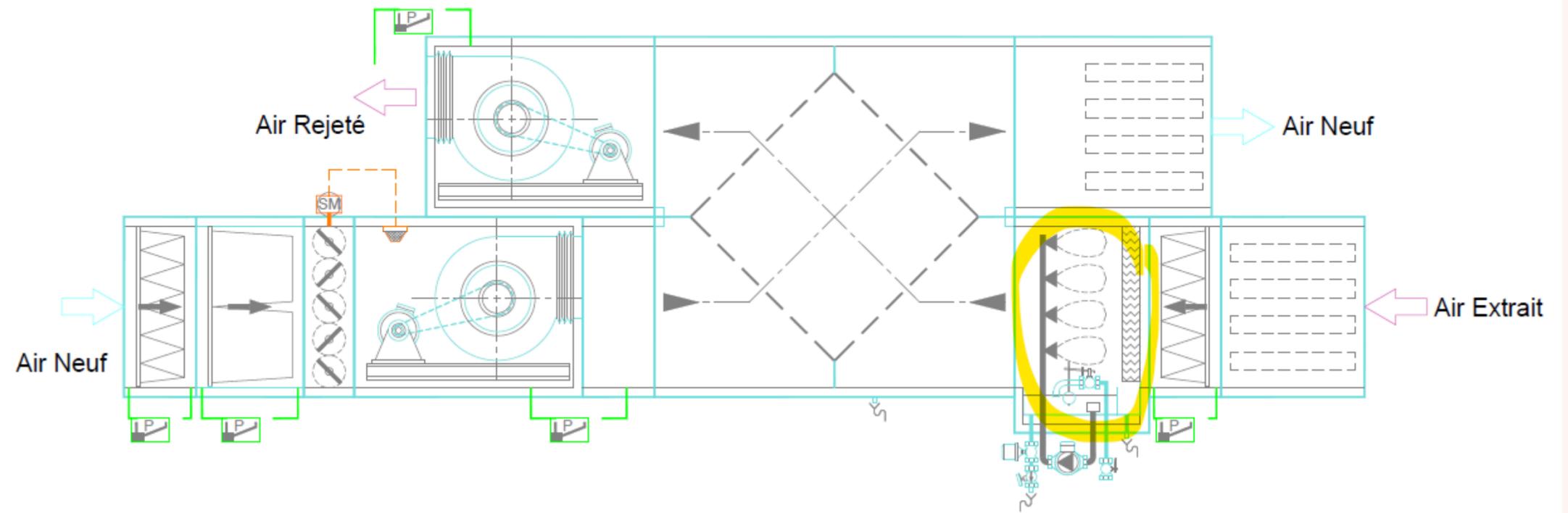
Limitation du recours au rafraîchissement actif

Métiers concernés : Bâtiment

Solution :
Utilisation de brasseurs d'air ou d'humidificateurs adiabatiques

Effets de la solution et gain(s) associé(s):

- Réduction des consommations énergétiques liée à la consommation de froid
- Confort dans les bâtiments
- Evitement du recours aux fluides frigorigènes nocifs pour la couche d'ozone



Module de refroidissement adiabatique (en jaune) couplé à une centrale de traitement d'air

Energie

Labellisation bâtiment locale appropriée au contexte climatique

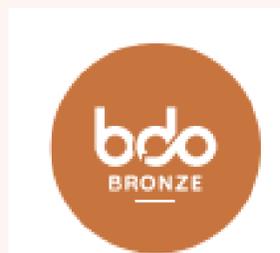
Métiers concernés : Bâtiment

Solution :

Recherche d'une labellisation régionale type « Bâtiment Durable Occitanie », « Bâtiment Durable Méditerranéen »

Effets de la solution et gain(s) associé(s):

- Vision globale de la stratégie énergétique et environnementale du bâtiment
- Réduction des consommations énergétiques
- Valorisation des actions menées et retour d'expérience.



Bâtiment de commande centralisée du réseau – Toulouse. Labellisé bâtiment durable Occitanie bronze en novembre 2022

Energie

Géothermie - réutilisation de puits de rabattement

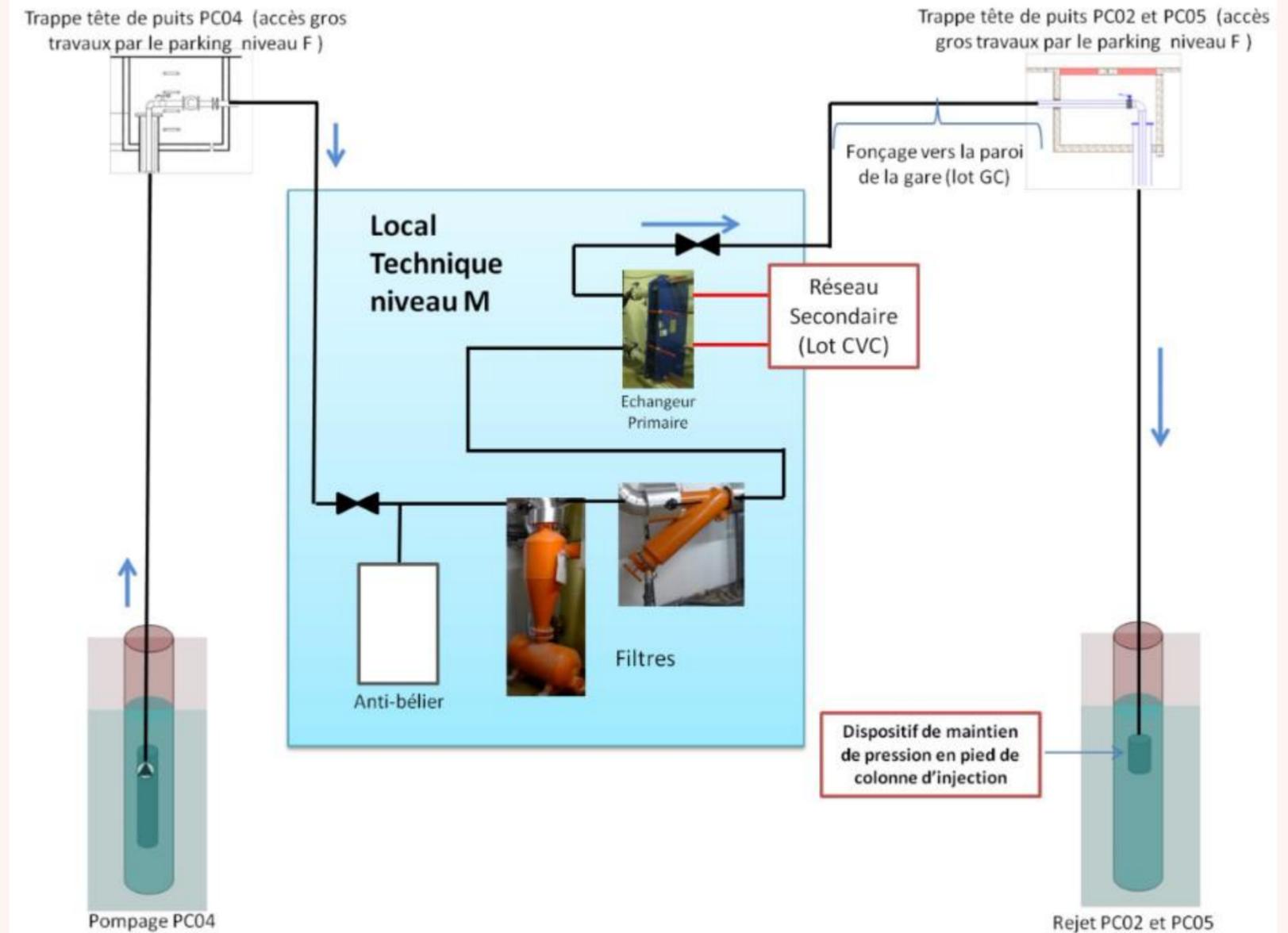
Métiers concernés : Bâtiment

Solution :

Réutilisation de puits de rabattement de nappes initiaux (en phase travaux) des gares pour de la géothermie (en phase exploitation)

Effets de la solution et gain(s) associé(s):

- Réduction des consommations énergétiques et des émissions carbone
- Réutilisation d'ouvrages temporaires en ouvrages permanents



Représentation schématique du circuit primaire (des forages à la PAC) de l'installation de géothermie par pompe à chaleur du CNIT
 –source : solscope

Energie

Géothermie à très basse énergie

Métiers concernés : Bâtiment

Solution :
Mise en œuvre de géothermie à très basse énergie (puits canadien)

Effets de la solution et gain(s) associé(s):

- Economie d'énergie pendant la phase d'utilisation

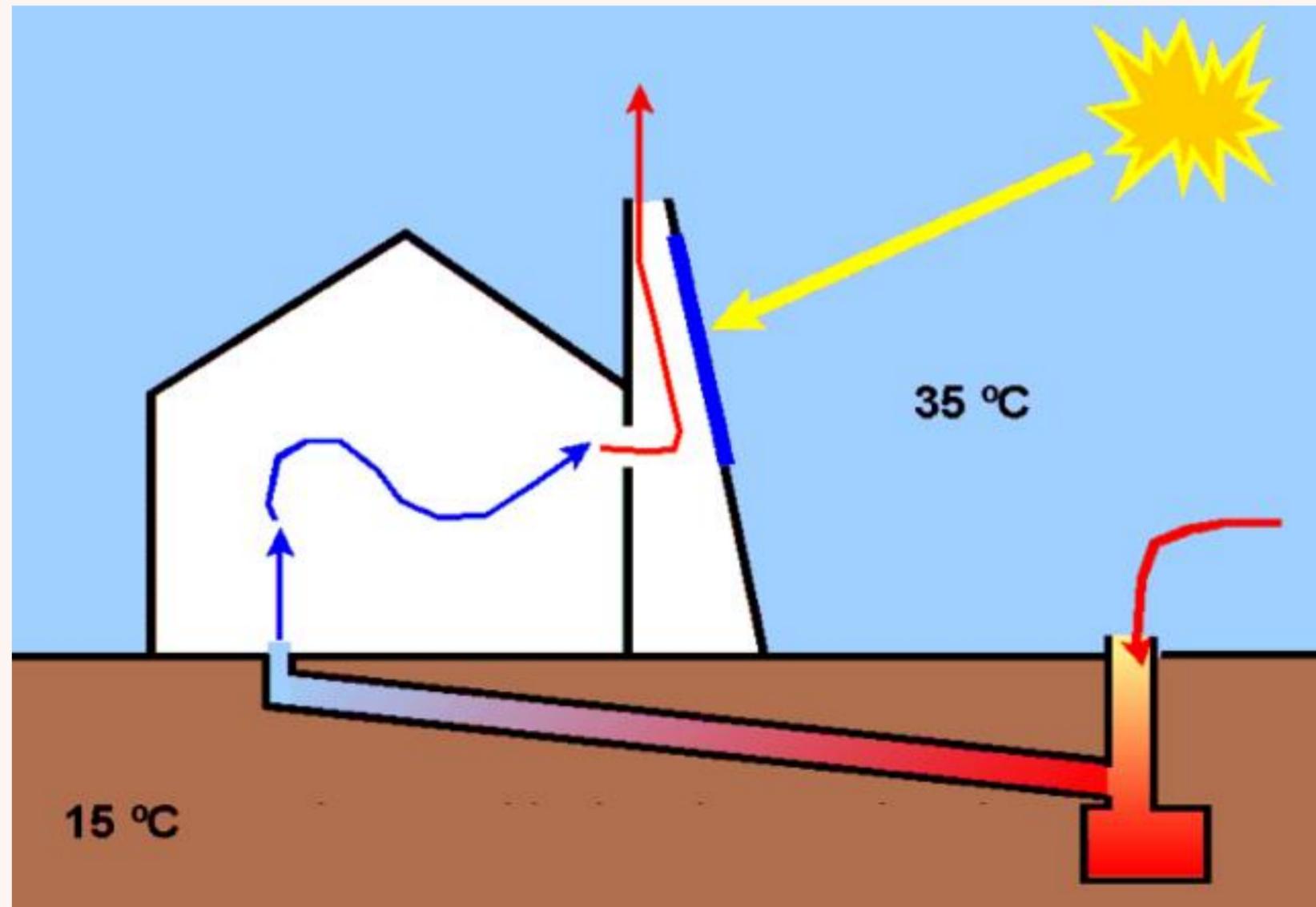


Schéma de principe du puits canadien

Energie

Tropicalisation des guérites et shelters

Metiers concernés : Signalisation, télécom, traction électrique

Solution :

- Conception optimisée de l'enveloppe et des fonctions Chauffage, Ventilation, Climatisation dans les shelters et guérites, voire production photovoltaïque :
→ les auxiliaires CVC sont supprimés, l'équipement est adapté à des températures importantes l'été.

Effets de la solution et gain(s) associé(s):

- Réduction de l'empreinte Carbone liée à la consommation d'énergie des auxiliaires CVC



Ondulit est une tôle d'acier recouverte d'une couche de bitume et d'un film réfléchissant qui atteint un facteur solaire de 0,019.
© (Doc. Antoine Perrau Architectures.)



Matériaux

Diagnostic Ressource et recherche de projets prenants

Métiers concernés : Voie et abords

Solution :

Quantifier les produits ferroviaires à déposer et caractériser leur qualité et leur durée de vie résiduelle (classement technique) pour définir leur 2^{ème} vie : réemploi, recyclage, valorisation.

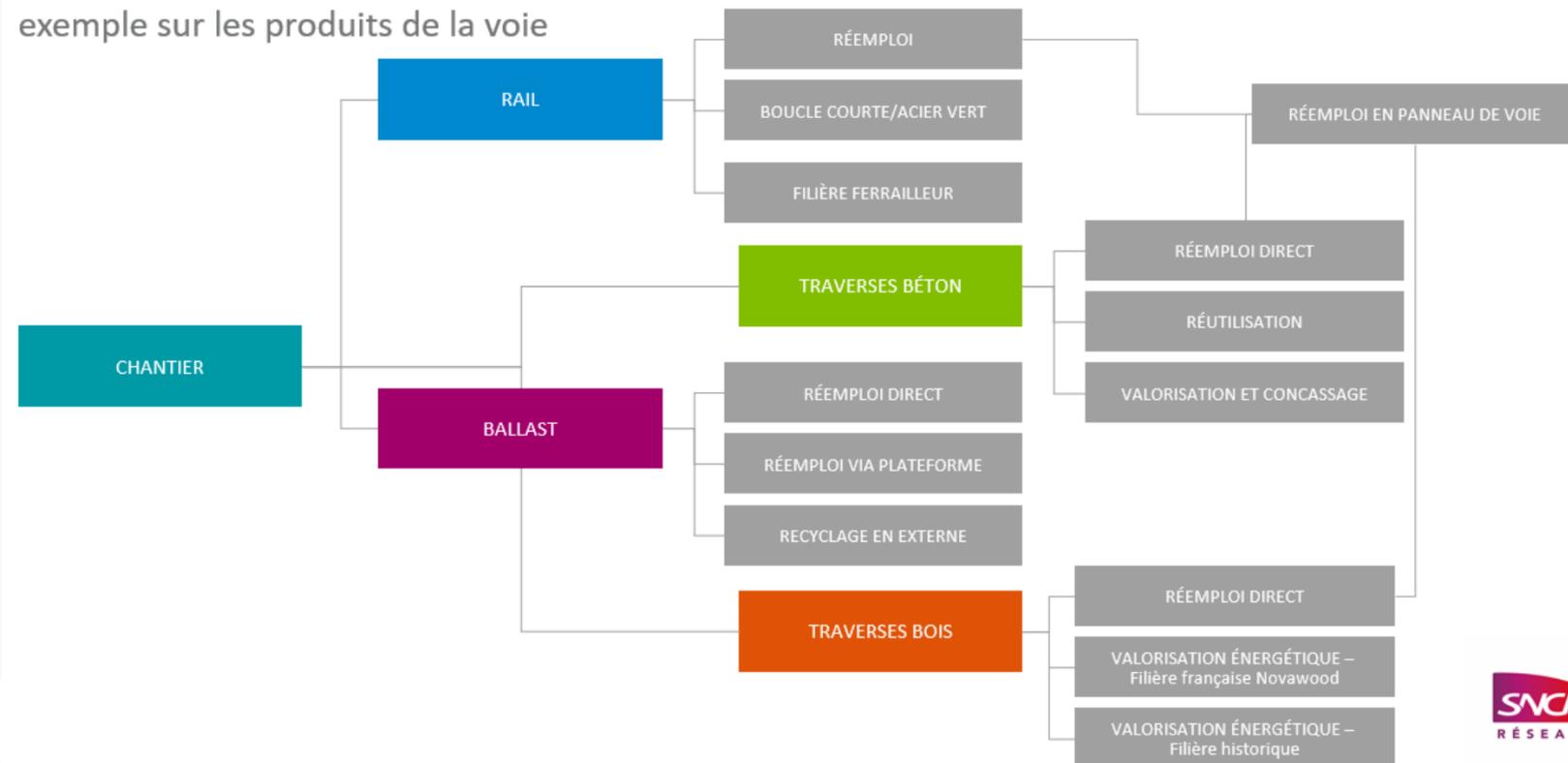
Pour les produits conformes à un réemploi ferroviaires proposition de cette ressource à des projets prenants proches recherchant des opportunités de réduire leur coût de projet (LDFT, VS...).

Effets de la solution et gain(s) associé(s):

- Allongement de la durée de vie des composants → baisse des ressources prélevées et des produits détruits/valorisés
- Réduction des coûts de projets qui réemploient
- Réduction des émissions de CO₂ : fabrication, transport, fin de vie.

MODE OPÉRATOIRE – GISEMENT PRINCIPAUX

exemple sur les produits de la voie



Divers impacts

Diminution de l'impact carbone



Préservation de la ressource



Création d'emplois non-délocalisables



Création de valeur économique



Diminution de la quantité de déchets



Matériaux

Peintures biosourcées

Métiers concernés : Bâtiment, OA / OT, traction électrique

Solution :
Peinture à base d'algue, sans solvant et sans COV.
Application intérieur / extérieur
Nombreux fournisseurs

Effets de la solution et gain(s) associé(s):

- Limiter les nuisances environnementales
- Réduire l'empreinte Carbone
- Limiter les risques

DES PRODUITS BIOSOURCÉS DURABLES POUR LES ACHETEURS PUBLICS ET PRIVÉS

En Bref :

- Peinture de fabrication française, formulée à base de composants naturels, biosourcés et renouvelables jusqu'à 95%.
- Composition : eau, résine végétale, kaolin, carbonate de calcium, algues et extraits d'algues, titane.
- Supports: Murs et plafonds en pièces sèches et humides (hygrométrie < 75%) en matière bois, plâtre, ciment, et dérivés.

Avantages:

- **Emissions de polluants très faibles**, les émissions des COV dans l'air sont inférieures à 1 g/l, bien inférieur aux 30g/l définissant la classe A+ pour la qualité de l'air intérieur par l'Ecolabel
- Produit **Français et Biosourcé**
- Algo est une peinture non électrostatique, elle est dépourvue d'arômes toxiques dérivés pétroliers ce qui réduit les odeurs et les solvants*
- Cette solution permet également d'atteindre un rendement de 12 m²/L ce qui est supérieur à 11 m²/L, rendement moyen des peintures à huile *
- Elle bénéficie d'une durabilité plus importante que les peintures aqueuses classiques*
- Elle présente également une perméabilité à la vapeur plus importante*
- Le coût est en moyenne de 1,33 €/m²*, très faible par rapport à une peinture à aqueuse à 2 €/m²

Inconvénients:

- Le produit peut présenter une légère remontée de résine naturelle, il est indispensable de mélanger le produit avec un

Gain émissions CO₂:

0,5 kg_{eqCO₂}/m² matériaux
~ - 40%

par rapport à une peinture aqueuse classique

Opérations :

- [Education petite enfance](#): Multi-accueil Pomme de Requette, Buhl, France, 2015 ([Plans](#) et [Archi](#))
2 000 m² de Linoleum Compact 2.5 mm, Gerflor
- [Education](#): Ecole catholique Etten-Leur, Pays-Bas
10 000 m² de Marmoleum, Forbo
- [Education](#) (p.27) : Collège Henri Wallon à Saint Martin D'hères (38), France, 2010 ([Archi](#))
5 500 m² de linoleum



Matériaux

Réemploi du ballast

Métiers concernés : Voies et abords

Solution :

Laver, cribler, requalifier le ballast pour une remise en voie après dégarnissage

Effets de la solution et gain(s) associé(s):

- Economie de ressource
- Réduction du coût pour ce matériau
- Allongement de la durée de vie du ballast



Matériaux

Réemploi de rails

Métiers concernés : Voies et abords

Solution : réemployer le rail sur LDFT et VS après dépose depuis le réseau structurant

Effets de la solution et gain(s) associé(s):

- Réduction du coût du projet.
- Réduction de la consommation de ressources.
- Allongement de la durée de vie du rail.
- Réduction des émissions des gaz à effet de serre.



Découpe des anciens panneaux de voie

Matériaux

Réutilisation des terres excavées en aménagement paysager

Métiers concernés : Bâtiment, OA / OT, voies et abords

Solution :
Réutiliser sur place les déblais du projet pour son intégration paysagère

Effets de la solution et gain(s) associé(s):

- Intégration paysagère.
- Réduction des déchets.
- Réductions des mouvements de terre très consommateurs d'énergie fossile et donc émetteurs de CO₂
- Nécessité d'une caractérisation physico-chimique : utiliser le marché sur ordre terres excavées.



Matériaux

M5

Alternatives à l'enrobé classique : Végétal, à froid, stabilisé à la chaux, drainant sur structure réservoir, en béton de verre

Métiers concernés : Voies et abords, quai

Solution : remplacer les enrobés classiques bitumeux et chaux par des alternatives aux empreintes environnementales plus faibles

Effets de la solution et gain(s) associé(s):

- Réduction des émissions de gaz à effet de serre des enrobés classiques
- Réduction îlot de chaleur.



Matériaux

M6

Adapter la classe du béton à l'ouvrage à construire

Metiers concernés : Bâtiment, OA

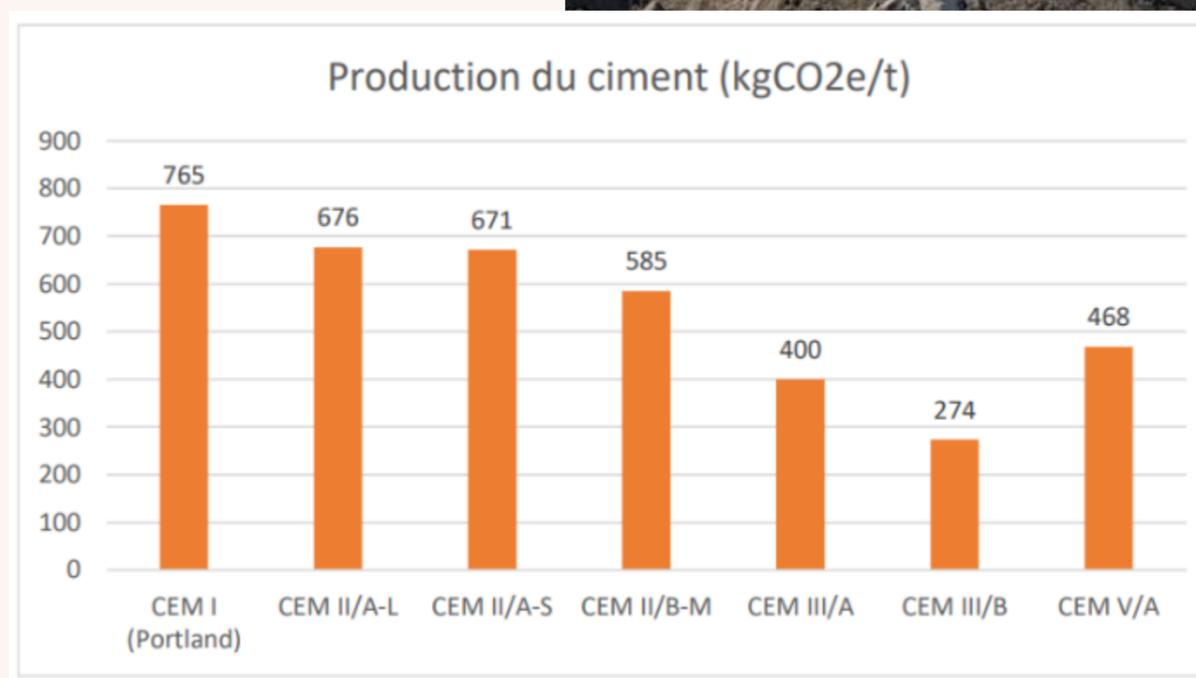
Solution :

Les bétons se diversifient et leur empreinte Carbone baisse. Concevez avec des bétons bas-Carbone !

Les déchets de béton se recyclent en nouveaux bétons

Effets de la solution et gain(s) associé(s) :

- Réduire l'empreinte Carbone des ouvrages d'art et des produits en béton pré-fabriqués
- Réduire les quantités de déchets ultimes et alimenter la filière des bétons recyclés permettant de réduire la consommation de granulats neufs et d'une partie du ciment



Matériaux

Réduction de l'épaisseur du ballast de 5cm : avec pose de tapis sous ballast ou de Tba équipées d'USP

Métiers concernés : Voies et abords

Solution :

- Réduire la quantité de ballast et donc la logistique d'approvisionnement

Effets de la solution et gain(s) associé(s):

- Réduction du coût matière pour le ballast.
- Réduction d'extractions aux carrières.
- Cette solution peut aussi être réalisée avec du ballast de réemploi.

SNCF INFRA
PROJETS SYSTÈME INGÉNIERIE
CONCEVOIR & RÉALISER DEMAIN



GUIDE DE CONCEPTION DE LA
PLATEFORME VERTE



Version Numéro 1 - 19/06/2014



Réduire les épaisseurs de ballast sous traverses pour en diminuer le volume



LIGNES DE DESSERTE FINE
DU TERRITOIRE

UNE NOUVELLE MÉTHODE POUR
LES PROJETS DE MODERNISATION



Matériaux

Murs de soutènement en pierres taillées, pierres sèches, gabions, bois au lieu de béton armé

Métiers concernés : OA / OT

Solution :
Eviter le recours au béton et utiliser des matériaux naturels

- Effets de la solution et gain(s) associé(s):**
- Réduction de l'empreinte carbone par réduction de la consommation béton.
 - 0 déchet en fin de vie.
 - Adapté au développement de la faune locale
 - Permet également la gestion de l'eau

SYNTHESE TALUS ET MURS DE SOUTÈNEMENT

Revêtement	Illustration	Bénéfices et impacts environnementaux : vignettes à maximiser						Impacts économiques : vignettes à minimiser	
		Réduire les gaz à effet de serre et s'adapter au changement climatique	Garantir notre santé, notre confort et notre bien-être	Préserver et améliorer les écosystèmes vivants	Economiser les ressources	Enjeux économiques			
		Limitation de l'îlot de chaleur urbain	Limitation de l'impact CO2	Confort du piéton	Biodiversité	Impact sur la ressource	Gestion de l'eau	Coût d'investissement	Coût d'entretien
Mur de soutènement béton		Intérêt nul	Intérêt nul	Intérêt nul	Intérêt nul	Intérêt nul	Intérêt nul	Coût moyen	Coût faible
Mur en pierres sèches		Intérêt moyen à élevé	L'impact dépendra de la provenance des pierres.	Intérêt moyen à élevé	Intérêt élevé	L'impact dépendra de la provenance des pierres.	Intérêt moyen	Coût élevé	Pas d'info
Mur en gabion		Intérêt moyen	L'impact dépendra de la provenance des pierres.	Intérêt moyen	Intérêt élevé	L'impact dépendra de la provenance des pierres.	Intérêt moyen	Coût élevé	Pas d'info
Mur en bloc de béton creux		Intérêt moyen à élevé	Intérêt moyen	Intérêt élevé	Intérêt élevé	Intérêt moyen	Intérêt moyen	Coût modéré	Coût modéré
Berinoise en bois		Intérêt moyen	Intérêt élevé	Intérêt élevé	Intérêt nul	Intérêt élevé	Intérêt nul	Coût modéré	Coût modéré
Talus renforcé en bois		Intérêt moyen	Intérêt élevé	Intérêt élevé	Intérêt nul à moyen	Intérêt élevé	Intérêt élevé	Coût modéré à élevé	Coût modéré
Talus végétalisé		Intérêt très élevé	Intérêt très élevé	Intérêt très élevé	Intérêt très élevé	Intérêt nul	Intérêt nul	Coût modéré à élevé	Coût modéré



Matériaux

Génie Végétal : Confortement et protection d'OT par le génie végétal

Metiers concernés : Voies et abords, OA / OT

Solution :
Stabilisation et protection de parements de talus ferroviaires au moyen de techniques végétales

Effets de la solution et gain(s) associé(s):

- S'utilise en lieu et place de murs en béton armé
- Gain économique substantiel
- Réduction de l'empreinte Carbone
- Favorable à la biodiversité
- Traitement des espèces invasives indésirables
- Insertion paysagère plus aisée



Matériaux

Mâts d'éclairage aluminium : Promouvoir les matériaux selon leur recyclabilité

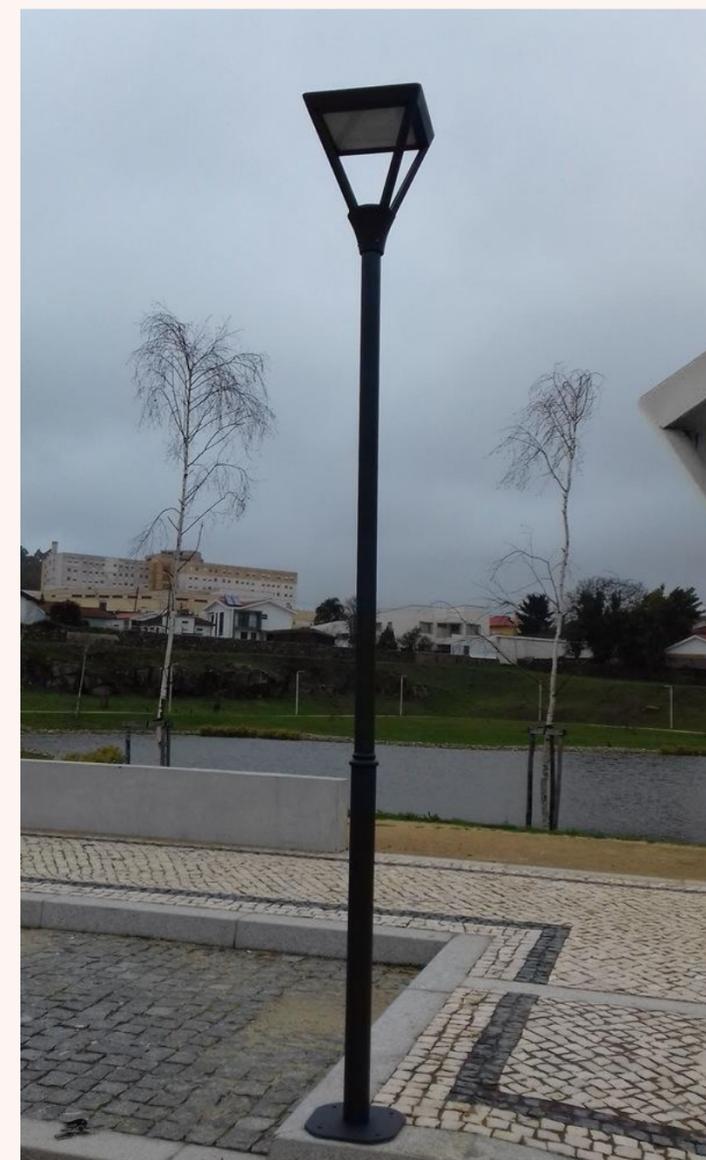
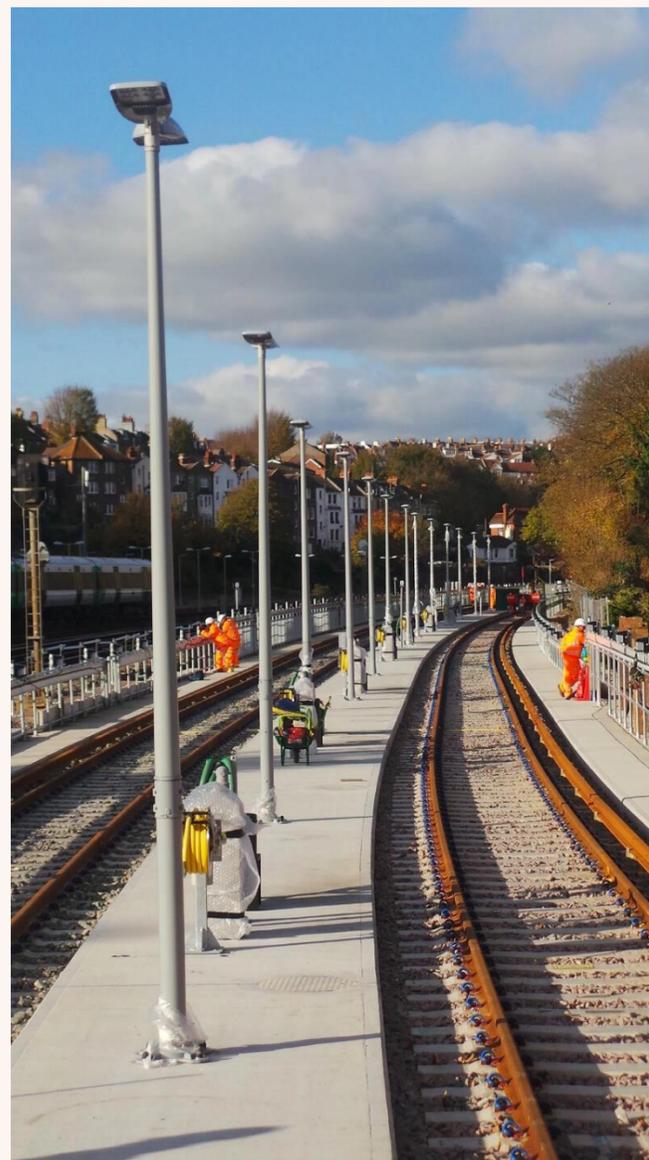
Métiers concernés : Quai

Solution :

Remplacer des solutions classiques en acier par l'aluminium dont le degré de recyclabilité est proche de 100%.

Effets de la solution et gain(s) associé(s):

- Faible poids donc diminution des volumes de massifs
- Propriété anticorrosive naturelle
- Réduction de l'empreinte Carbone



Matériaux

M11

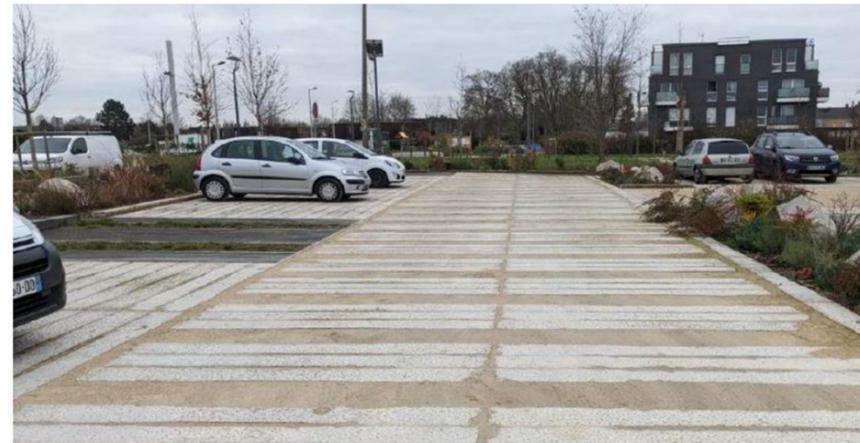
Réemploi de traverses béton pour la création de plateforme

Métiers concernés : Voies et abords

Solution :

La solution consiste à réutiliser les traverses béton précontraint type M450 - longueur 2,40 environ et 30cm de large, 350kg/u. Il est prévu de valoriser ce matériel brut, sans le concasser, pour la création de plateformes et surfaces type parking, routes, passages, ...

A l'échelle nationale, c'est près de 1M de traverses déposées par an.



Projet de Bondoufle



Projet de Chelles

Effets de la solution et gain(s) associé(s):

- Limiter l'exploitation de nouvelles ressources;
- Diminuer les émissions de CO2 liés au transport de nouveaux matériaux sur site;
- Moins-values sur l'achat de matériaux.



Matériaux

Conception et réalisation Voie et plateforme Ferroviaire adaptée au type de circulation

Métiers concernés : Voies et abords, OA / OT

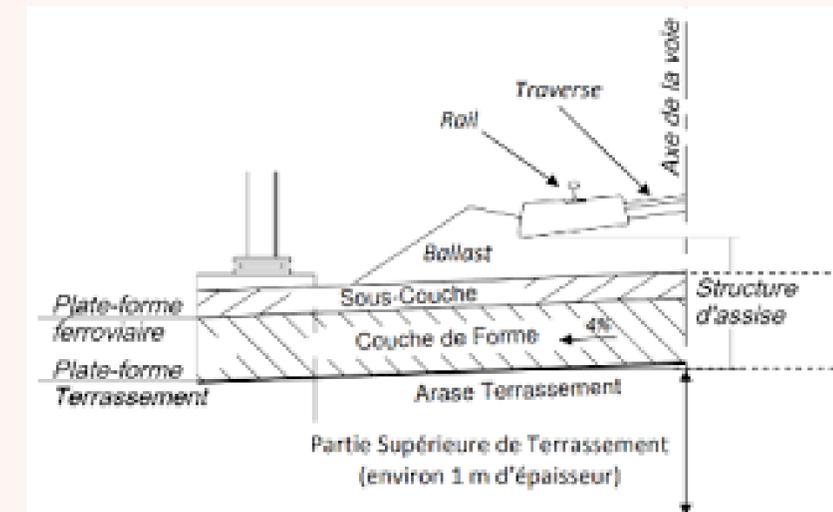
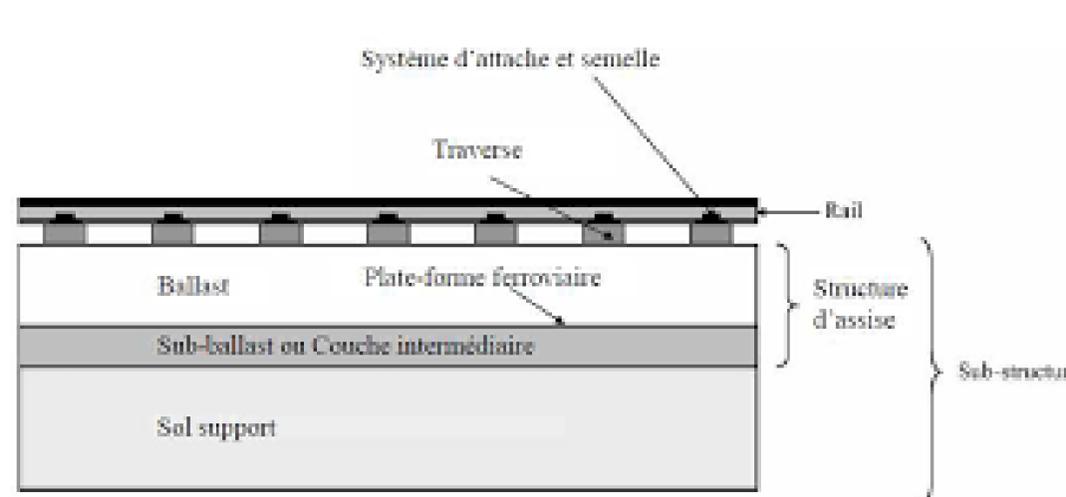
Solution :

Proposer à une conception de la voie et de la plateforme adaptée aux besoins spécifiques des lignes à vitesse, tonnage et fréquence réduites (SMR et LDFT).

Proposer un « conception frugale et surmesure » : réduction de nombre de traverse/km, voie béton avec traverse métallique, plateforme adaptée, ballast réutilisé ou de "qualité" limité pour exploiter les carrières à proximité.

Effets de la solution et gain(s) associé(s):

- Réduction des besoins en matériaux d'apport;
- Participation à la sobriété énergétique en privilégiant le réemploi;
- Réduction de l'empreinte carbone par la réduction des flux d'apport/évacuation du chantier



Matériaux

M13

Réemploi ou recyclage de matériaux de voie : rails, appareils de voies, traverses et ballast

Métiers concernés : Voies et abords, quai, OA / OT

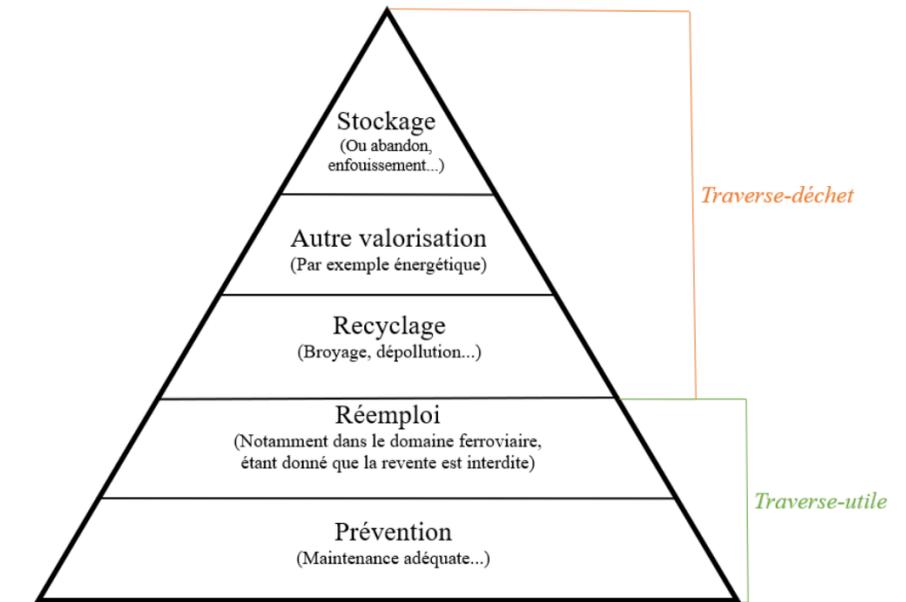
Solution :

Les composants actuellement en voie peuvent être réutilisés pour la même fonctionnalité en création de voie principale ou voie de service : pour cela, il est nécessaire de caractériser la durée de vie résiduelle potentielle des composants vis-à-vis de la nouvelle utilisation.

En cas de durée de vie résiduelle trop faible, les composants seront plutôt réorientés vers le recyclage des matières premières qu'ils constituent (rail/appareil de voie : fer, traverse : bois ou béton, ballast : granulat)

Effets de la solution et gain(s) associé(s):

- Réduction de la fourniture nécessaire pour la réalisation des voies nouvelles
- Diminution du besoin de transport
- Réduction des déchets - recyclage ou réutilisation.
- Réduction des coûts de matières neuves



Matériaux

M14

Réutilisation de granulats issus de bétons de démolition dans ouvrages en terre/murs de soutènement

Métiers concernés : Voies et abords, quai, OA / OT

Solution :

Il s'agit d'utiliser des granulats recyclés en lieu et place de granulats issus de carrières et de valoriser ainsi les excédents du chantier (démolition de structures GC existantes : béton de parvis, piles de passerelles, quai existant, ...).

Moins de GES lié à la réduction de l'acheminement de matériaux

Effets de la solution et gain(s) associé(s):

- Moins de GES lié à la réduction de l'acheminement de matériaux
- Réduction des besoins en matériaux d'apport;
- Participation à la sobriété énergétique en privilégiant le réemploi;



Matériaux

M15

Utiliser un enrobé rouge ou de couleur pour les quais afin de limiter le phénomène de réchauffement.

Métiers concernés : Quais/VRD

Solution :

Utiliser un enrobé rouge pour les quais et les parvis afin de limiter le phénomène de réchauffement.

Écart de 3 degrés Celsius en surface entre un enrobé noir et un enrobé rouge pour une température extérieure de 27°C.

Effets de la solution et gain(s) associé(s):

- Participation à la limitation des phénomènes de réchauffement climatique en lien avec les températures des sols et leur capacité à capter le rayonnement solaire (moins d'absorption de la chaleur)
- Préservation du cadre de vie des populations par la réduction du risque d'îlot de chaleur urbain.



Matériaux

Utilisation de compteur d'essieux en remplacement des Circuits de Voie

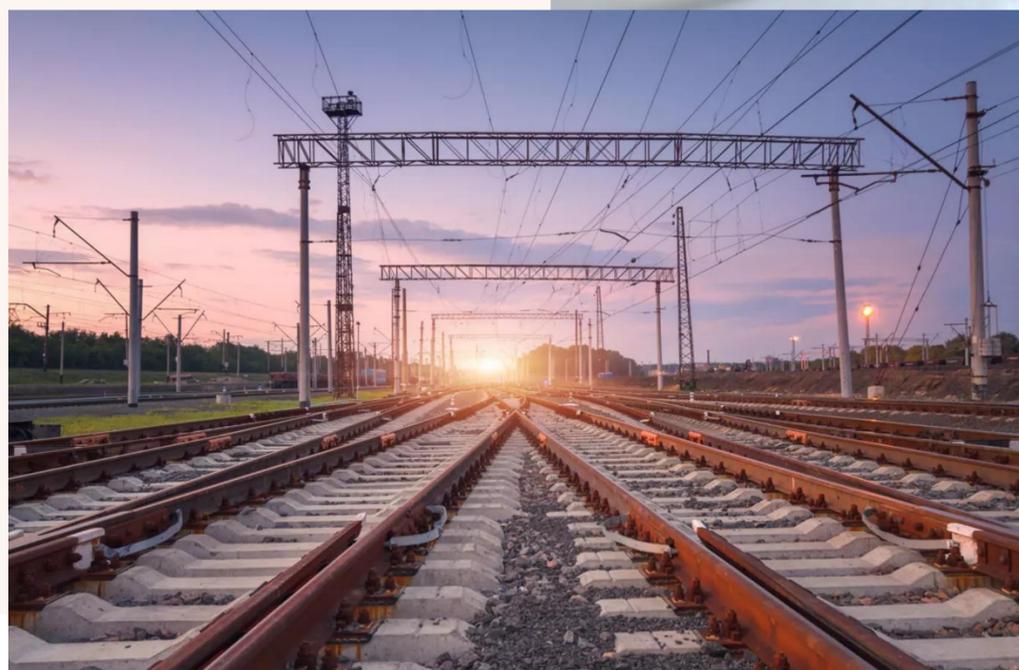
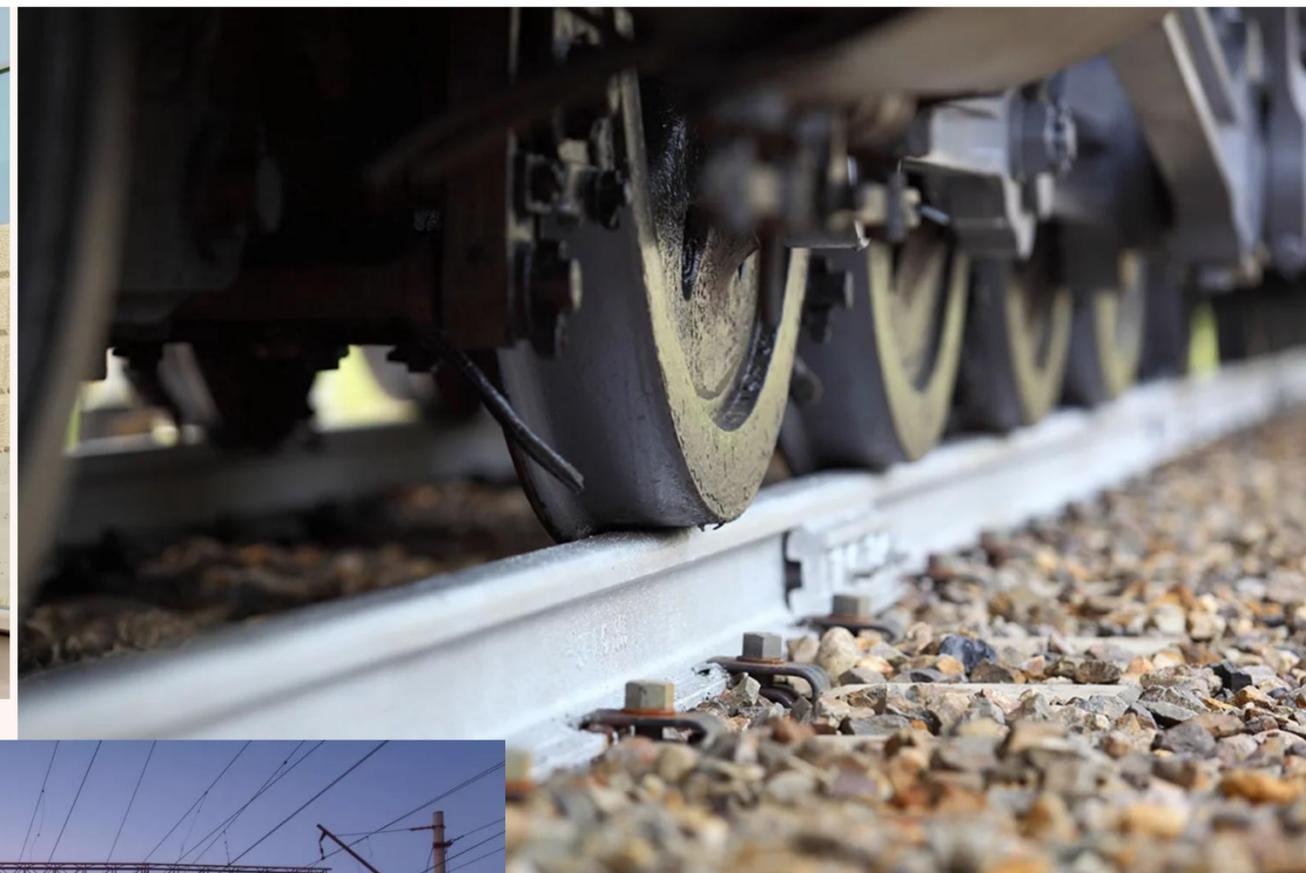
Métiers concernés : Signalisation, voies et abords

Solution :

Pour la détection des circulations, remplacement de la technologie à circuits de voie (CdV), qui était le système de référence sur le périmètre de SNCFR, par une technologie à Compteur d'essieux. La détection par Compteurs d'Essieux profite de l'existence de technologies très performantes.

Effets de la solution et gain(s) associé(s):

- Une forte simplification des opérations de basculement lors du renouvellement d'installations (pas de mise en Y) ;
- Un coût réduit par rapport au CdV ;
- La simplification des constituants en voie (suppression des connexions inductives, JIC, isolements électriques, dispositifs d'aide au shuntage...), contribuant à une meilleure fiabilité et maintenabilité de l'infrastructure.



Matériaux

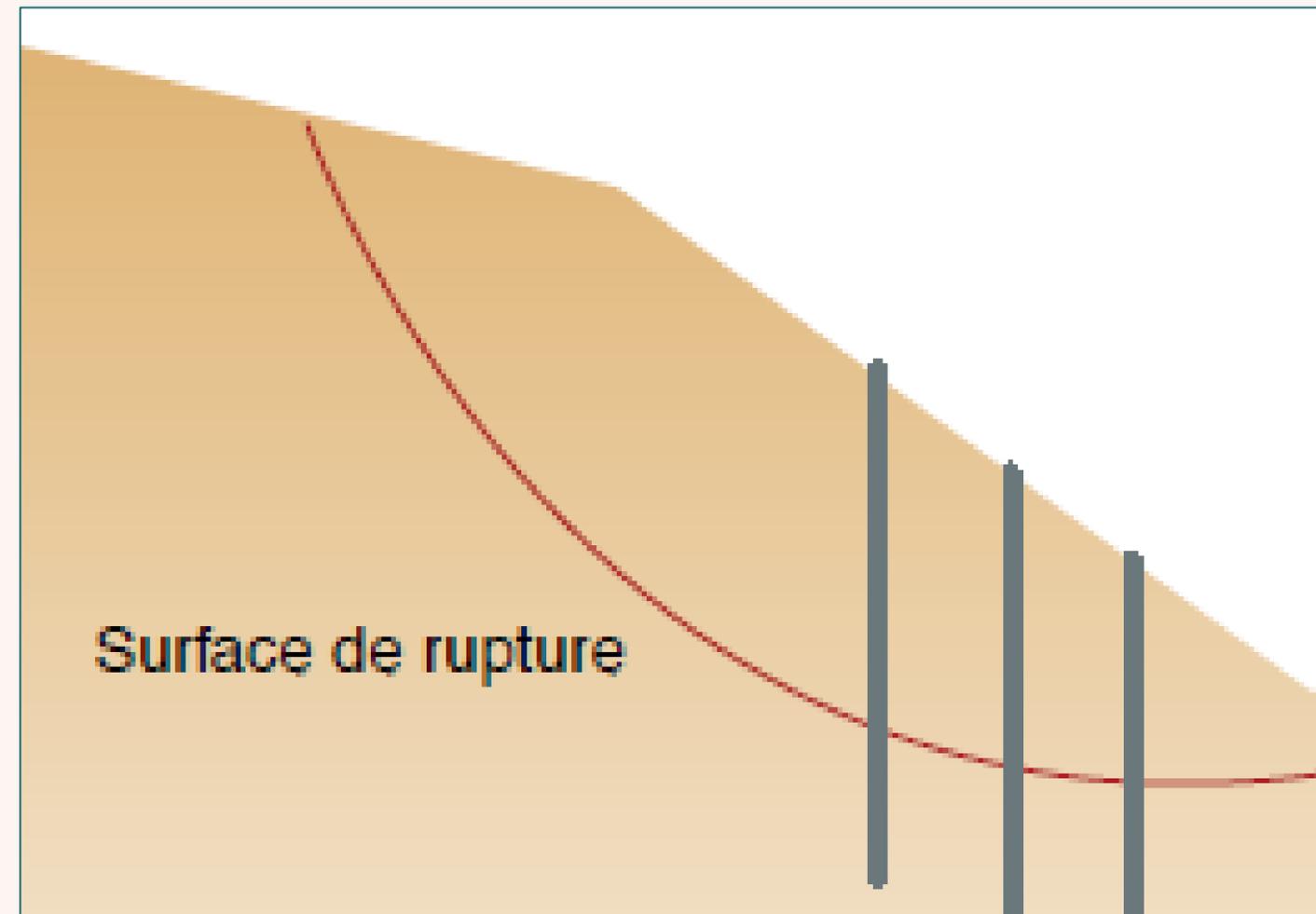
Renforcement de talus au lieu d'une solution "mur de soutènement"

Metiers concernés : Ouvrages en terre

Solution :
Stabilisation d'un talus soumis à un risque de glissement par l'utilisation de pieux.

Effets de la solution et gain(s) associé(s):

- Réduction des volumes de béton
- Réduction de l'empreinte Carbone
- Amélioration de la transparence hydraulique
- Insertion paysagère : diminution des surfaces de béton visible



Matériaux

Agrovalorisation des terres excavées

Metiers concernés : Ouvrages en terre

Solution :

Valorisation des terres excavées comme composant pour recréer artificiellement des sols fonctionnels.

Effets de la solution et gain(s) associé(s):

- Réduction des volumes de déchet
- Amélioration des sols agricoles par amendement



Matériaux

Optimisation des fondations de supports caténaires

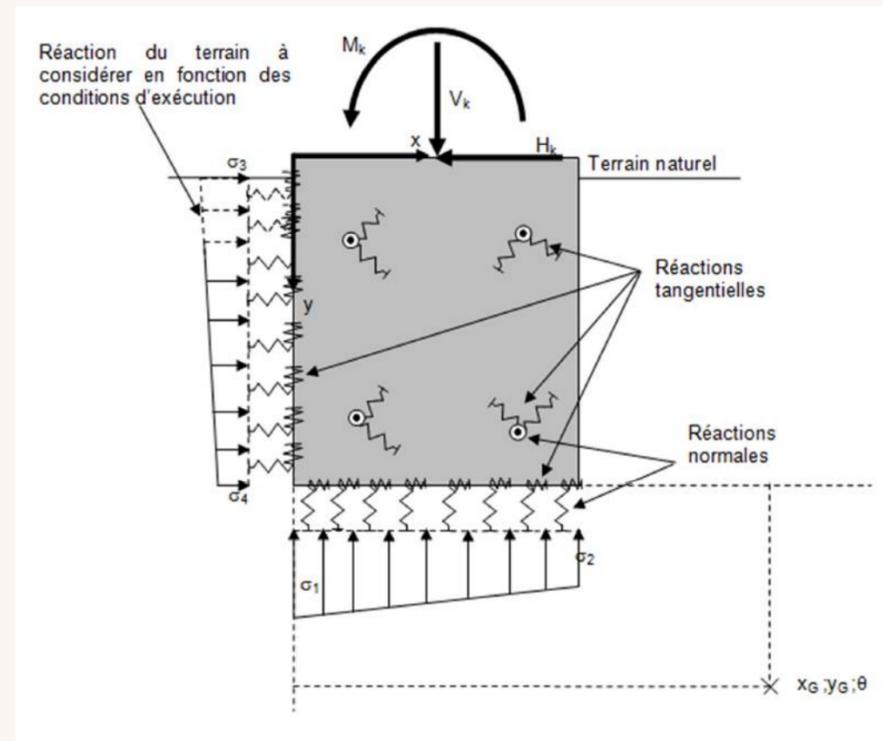
Metiers concernés : Voies et abords

Solution :

- Conception optimisée des fondations des supports caténaire
- Amélioration du taux de réemploi des fondations existantes

Effets de la solution et gain(s) associé(s):

- Réduction de l'empreinte carbone,
- Réduction des volumes de béton



Matériaux

Optimisation des fondations de guérites et shelters

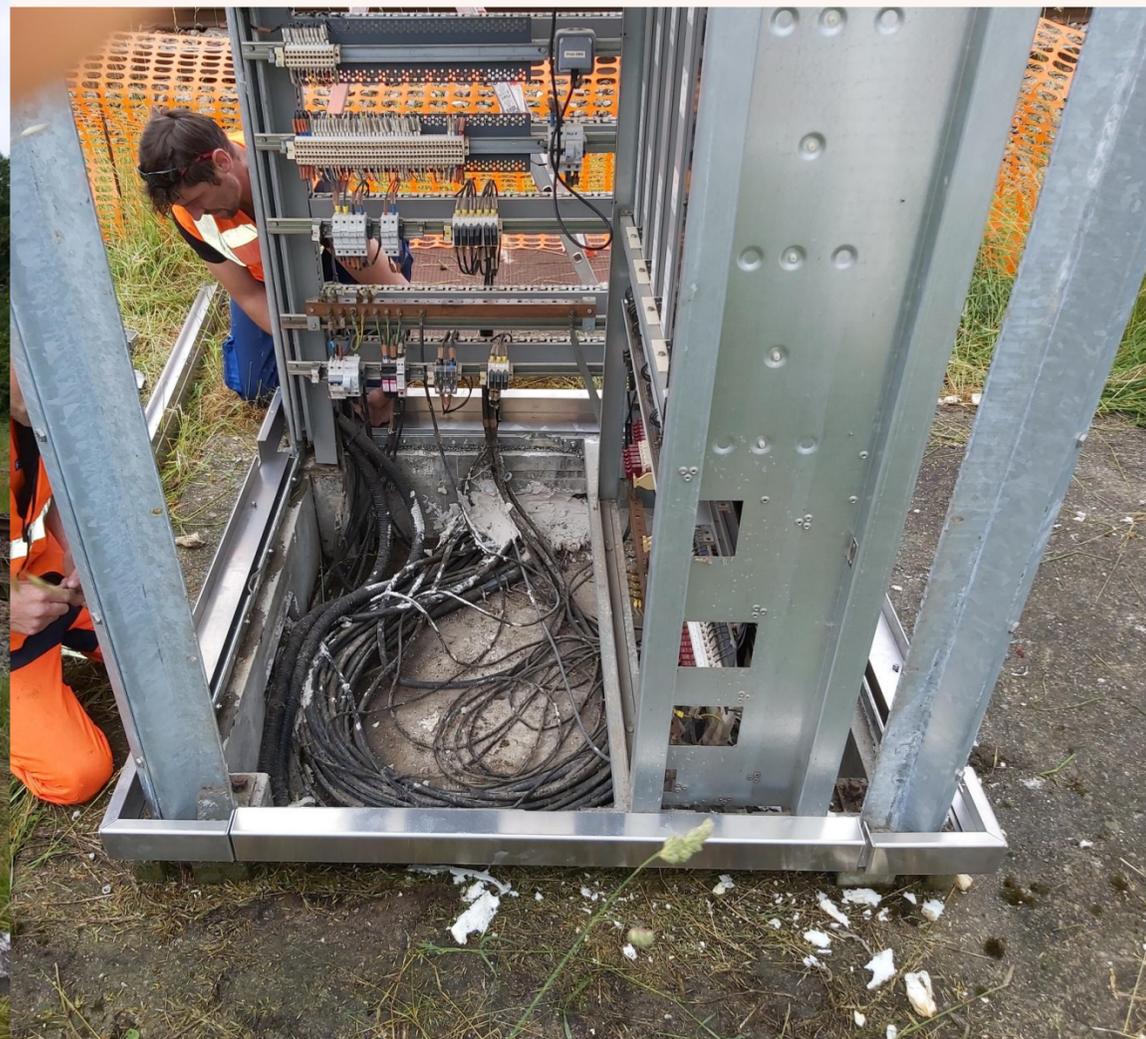
Metiers concernés : Signalisation, télécom, traction électrique

Solution :

- Conception optimisée des fondations des petits bâtiments techniques : guérites et shelters
- Suppression des fondations
- Conservation des fondations existantes
- Béton bas Carbone (moins de ciments, ciments bas carbone, granulats recyclés ou béton concassé)

Effets de la solution et gain(s) associé(s):

- Réduction de l'empreinte Carbone,
- Réduction des volumes de béton



Matériaux

Logistique fluviale/maritime de transport des matériaux

Metiers concernés : Ouvrages en terre

Solution :

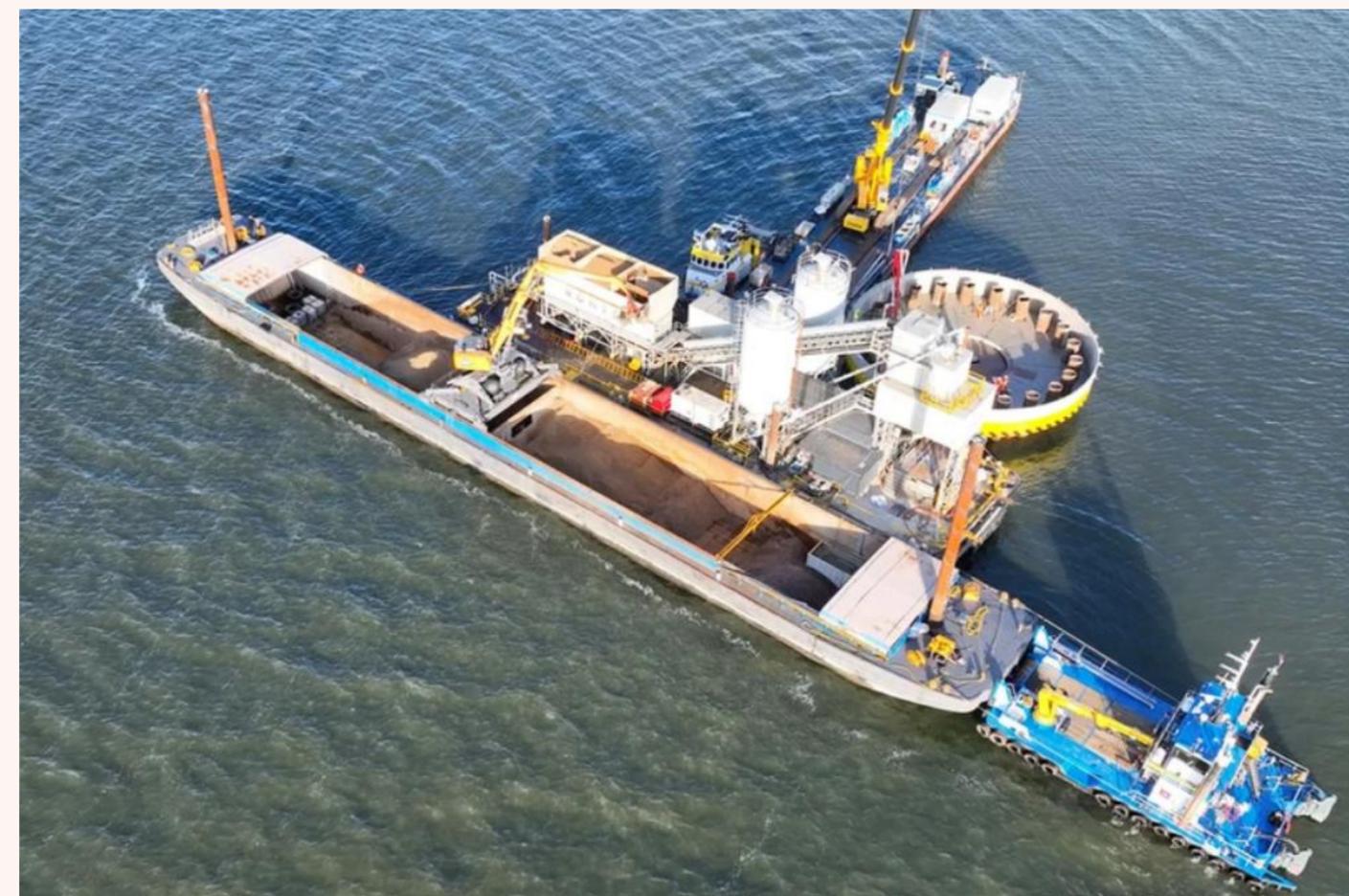
Flux de logistique d'approvisionnement et d'évacuation des matériaux par voie fluviale ou maritime (déblais, granulats, centrale béton).

Effets de la solution et gain(s) associé(s):

- Diminution du recours au transport routier
- Limitation des nuisances acoustiques et de pollution de l'air
- Réduction de l'empreinte Carbone
- Cette solution peut être couplée à l'utilisation de véhicules routiers électriques ou hybrides sur courte distance



Approvisionnement fluvial en granulats



Centrale béton flottante

Matériaux

Remblais ferroviaires avec noyau

Metiers concernés : Voies et abords, quai

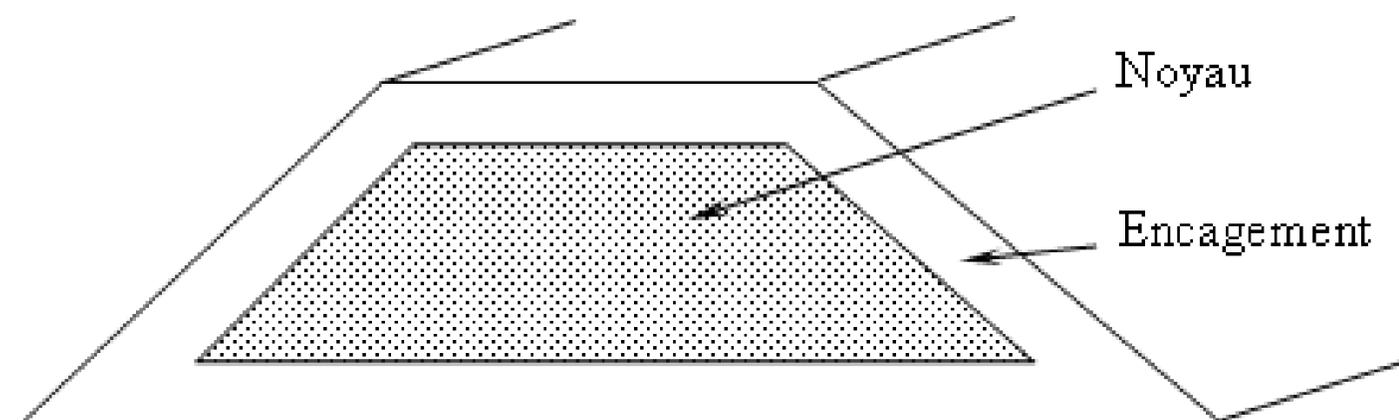
Solution :

Création d'un remblai hétérogène composé d'un noyau central constitué de matériaux d'excavation non réutilisables et d'un encagement constitué de matériaux nobles.

Effets de la solution et gain(s) associé(s):

- Réduction des quantités d'approvisionnement de matériaux
- Réduction de l'empreinte Carbone
- Limite le recours aux mises en dépôt et le transport de matériaux

Schéma de principe d'un « encagement » en remblai



Matériaux

Utilisation du compactage dynamique à haute fréquence en remplacement des "purges" des sols granulaires lâches

Metiers concernés : Géotechnique

Solution :

Densification des sols granulaires en profondeur avec une masse impactant le sol en surface.

Effets de la solution et gain(s) associé(s):

- Réduction des quantités de matériaux,
- Réduction de l'empreinte carbone
- Gain économique



Matériaux

Écrans pare-blocs en milieu forestier avec supports par les arbres

Metiers concernés : OA / OT

Solution :

Utilisation de la structure des arbres environnants à la place de poteaux métalliques pour fixer les écrans pare-blocs.

Effets de la solution et gain(s) associé(s):

- Réduction des quantités de métal,
- Réduction des héliportages
- Limite l'impact lié aux fondations de poteaux métalliques
- Réduction de l'empreinte carbone
- Meilleure intégration paysagère



Matériaux

Utilisation des gabions en matériaux du site pour les ouvrages ferroviaires de première catégorie

Metiers concernés : Géotechnique

Solution :

Utilisation accrue des soutènements en gabions avec les matériaux du site pour les ouvrages ferroviaires.

Effets de la solution et gain(s) associé(s):

- Réduction de l'empreinte carbone,
- Utilisation de matériaux locaux et/ou recyclés
- Réduction des quantités d'approvisionnement de matériaux



Matériaux

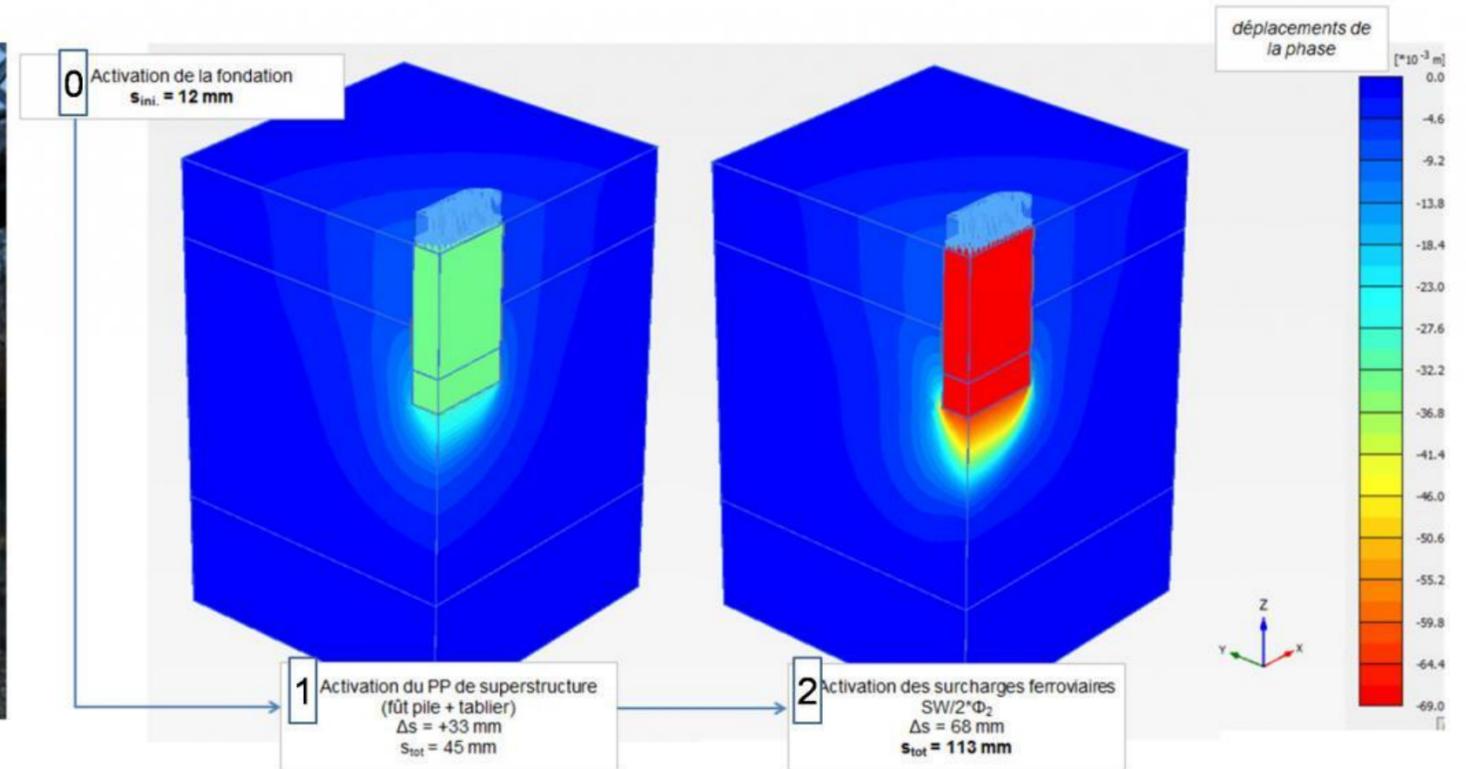
Réutilisation de fondations existantes

Métiers concernés : Géotechnique

Solution :
Approche de calcul en déplacement pour réutiliser les fondations d'ouvrages existants

Effets de la solution et gain(s) associé(s):

- Durée de vie plus importante des fondations
- Réduction de consommation de ressources et d'empreinte carbone



Régénération du viaduc sur l'Arve à Bonneville (74) – pour laquelle l'approche de calcul a permis la réutilisation des appuis

Matériaux

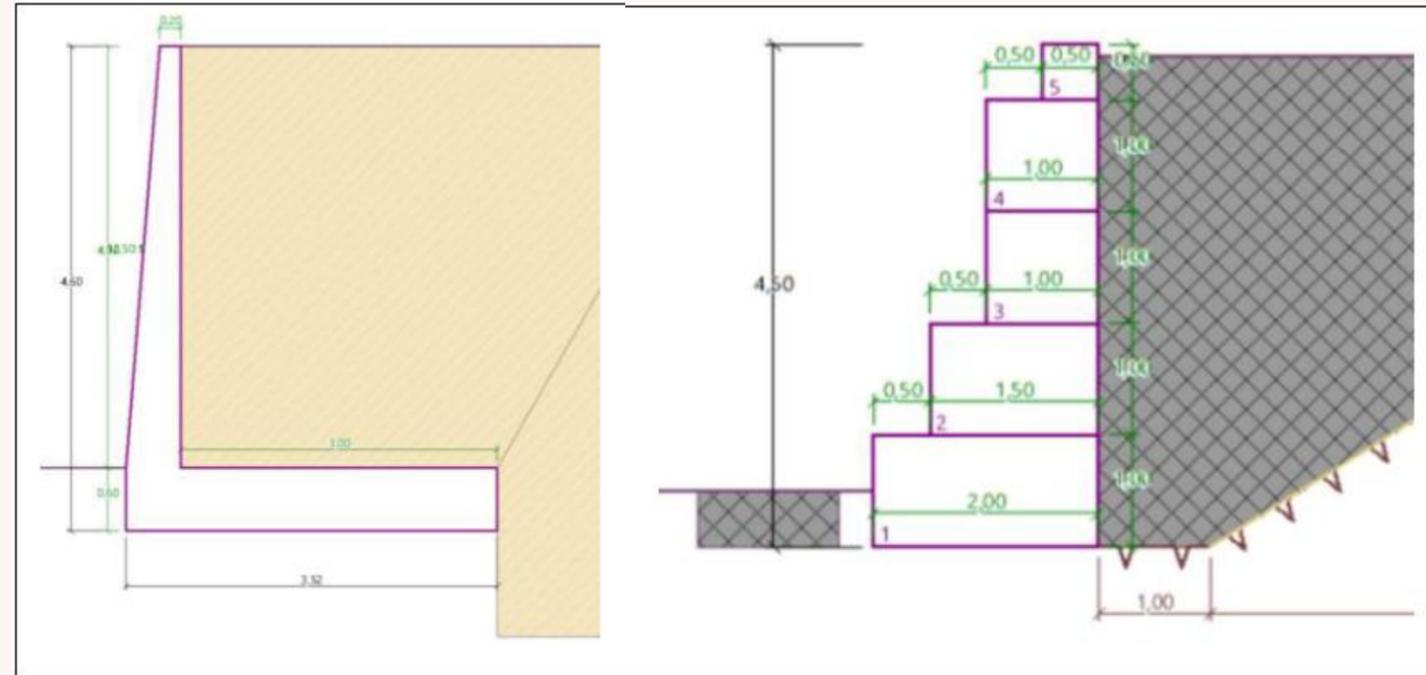
Fondations en remblais renforcés

Métiers concernés : ouvrages d'art / ouvrages techniques

Solution :
Solutions de fondations en remblais renforcés en remplacement de murs béton armé

Effets de la solution et gain(s) associé(s):

- Solutions moins émissives d'un facteur 2 à 3
- Recyclage d'une partie des matériaux excavés du site



Solution mur cantilever béton armé

Solution mur en gabions

Type de mur	Cantilever	Gabion
Emissions de GES	1,3 T eCO ₂	0,7 T eCO ₂
Répartition par phase des émissions de GES		
Matériaux primaires	61 %	42 %
Construction du mur	24 %	44 %
Fin de vie du mur	15 %	14 %
Score global de l'ACV	2 400	1 300

Principaux résultats de l'ACV d'un mur de soutènement (pour un mètre linéaire)

(Source: L'Analyse du Cycle de Vie (ACV) appliquée aux ouvrages géotechniques, Eric Antoinet and al., JNGG 2024)

Paysage et territoire

Recréer des espaces de biodiversité sur les délaissés ou les bases travaux

Métiers concernés : Voies et abords

Solution :

Transformer les délaissés ou les anciennes bases travaux pour y créer de nouveaux espaces favorisant la biodiversité.

Effets de la solution et gain(s) associé(s):

- Favorise une reprise du développement de la biodiversité après travaux
- Réduction de l'empreinte Carbone
- Améliore l'aspects paysagers



Paysage et territoire

Végétalisation de murs sensibles aux tags

Métiers concernés : OA / OT

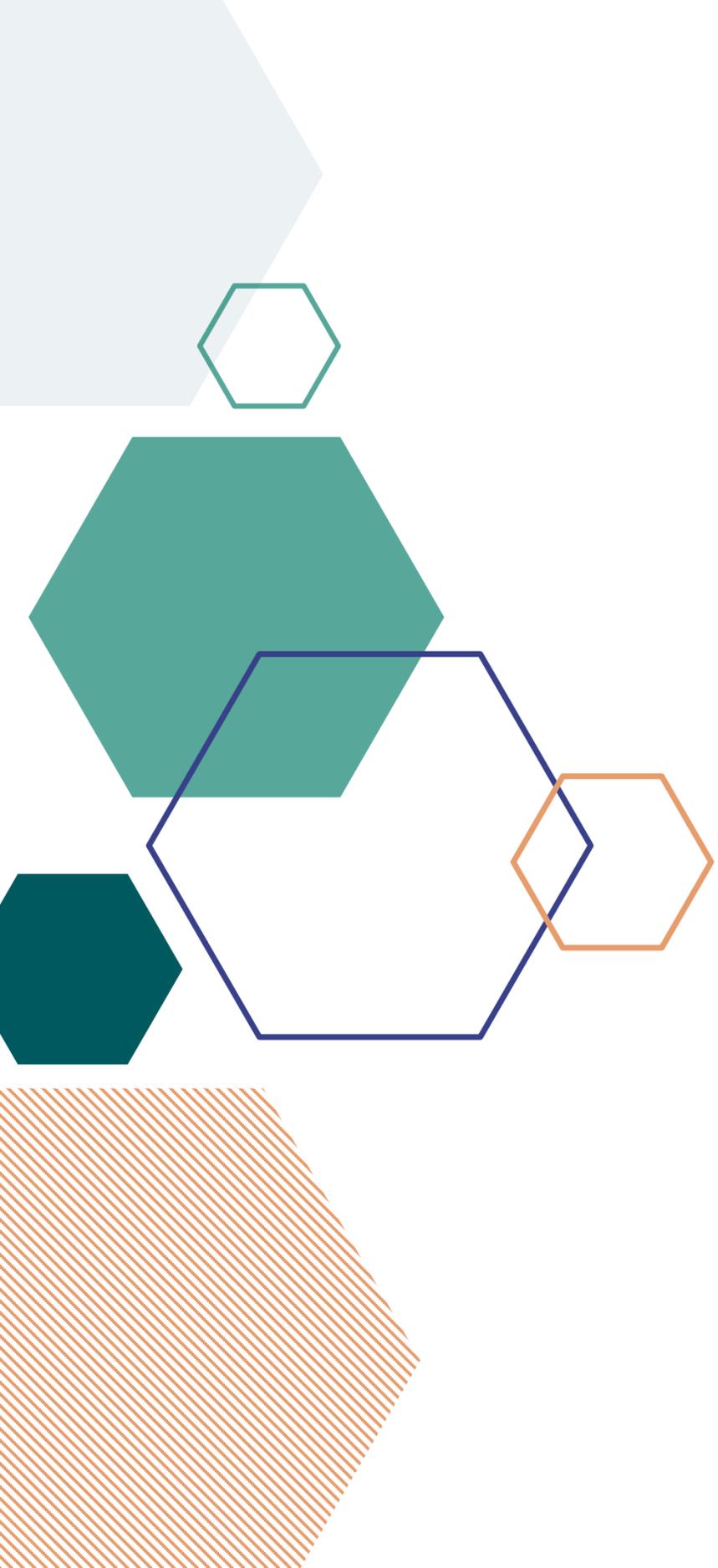
Solution :

Protéger les ouvrages des graffitis en milieu urbanisé par la réalisation de murs végétaux

Effets de la solution et gain(s) associé(s):

- Remplace l'utilisation de produits chimiques
- Gain économique substantiel en exploitation
- Insertion paysagère plus aisée





2. Solutions en rupture



Matériaux

Pont-rail en bois

R-M1

Interlocuteurs / entités à solliciter pour analyse de faisabilité de la solution :

- Direction technique

Métiers concernés : OA/ OT

Solution :

Réalisation de pont-rail en bois.

Effets de la solution et gain(s) associé(s):

- Utilisation de matériaux biosourcés
- Réduction des émissions de GES
- Possibilité d'approvisionnement en circuit court

Problématiques et frein à la mise en œuvre :

- Comportement dynamique, LPV ou vitesse nominale limitée à 60 km/h

Dérogations nécessaires à la mise en œuvre :

- Durabilité/maintenance



Matériaux

Conception de bâtiments transformables et réversibles

Interlocuteurs / entités à solliciter pour analyse de faisabilité de la solution :

Direction technique
Architecte

Métiers concernés : Bâtiment

Solution :

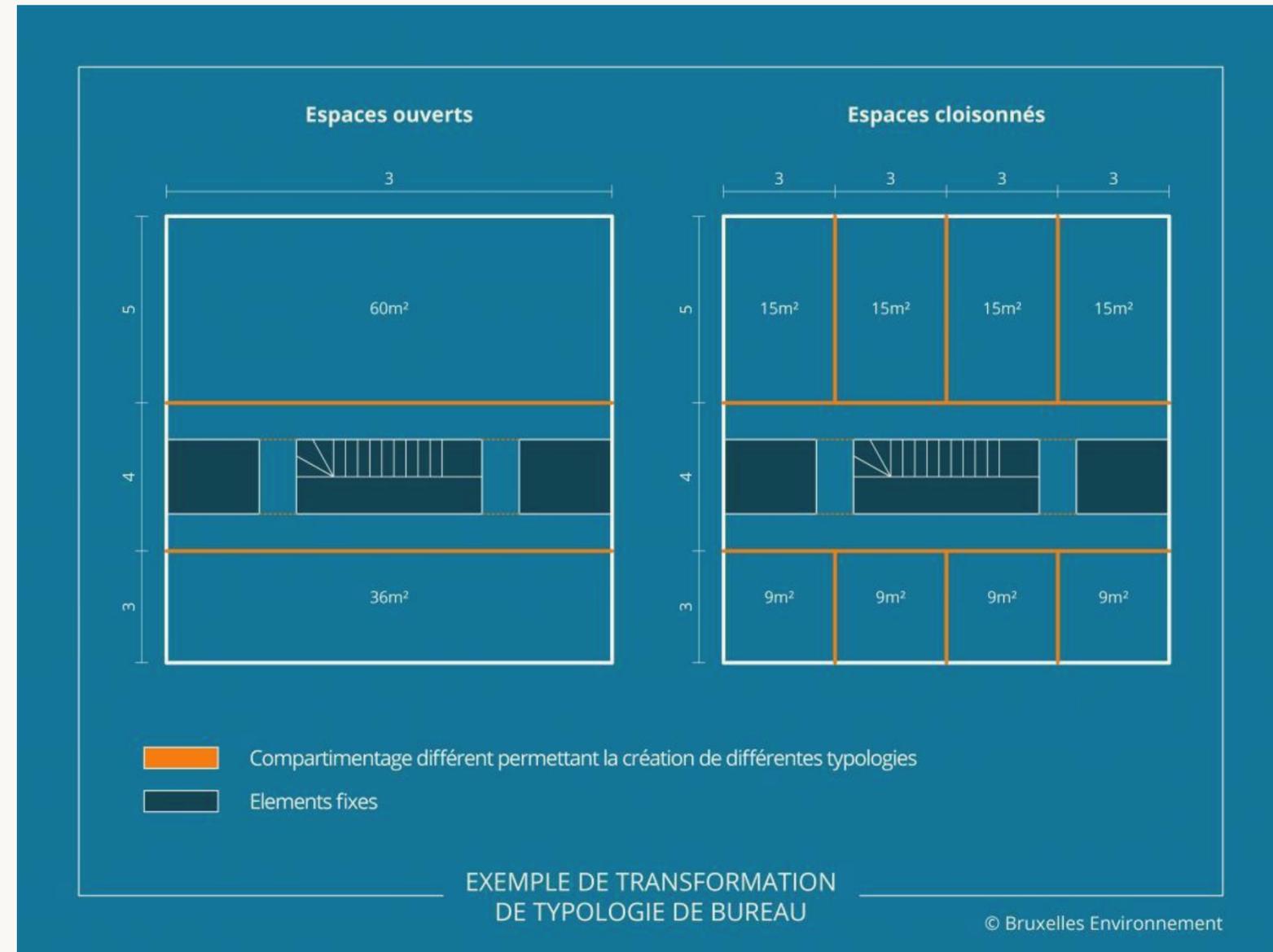
Conception de bâtiments transformables et réversibles afin de pérenniser leur attractivité et leur utilisation : possibilités d'extension (verticale et/ou horizontale), l'utilisation multiple ou plus intense.

Effets de la solution et gain(s) associé(s):

- Diminution des déchets
- Allongement de la durée de vie des bâtiments
- Diminution de la consommation de matières

Problématiques et frein à la mise en œuvre :

- Anticipation des usages
- Nouveau permis de construire pour chaque changement d'usage
- Différentes normes entre les bureaux et les habitations



Matériaux

Approches de calcul adaptée permettant de proposer une optimisation des fondations des massifs caténaires et signalisation

Interlocuteurs / entités à solliciter pour analyse de faisabilité de la solution :
Direction technique

R-M3

Métiers concernés : Géotechnique

Solution :

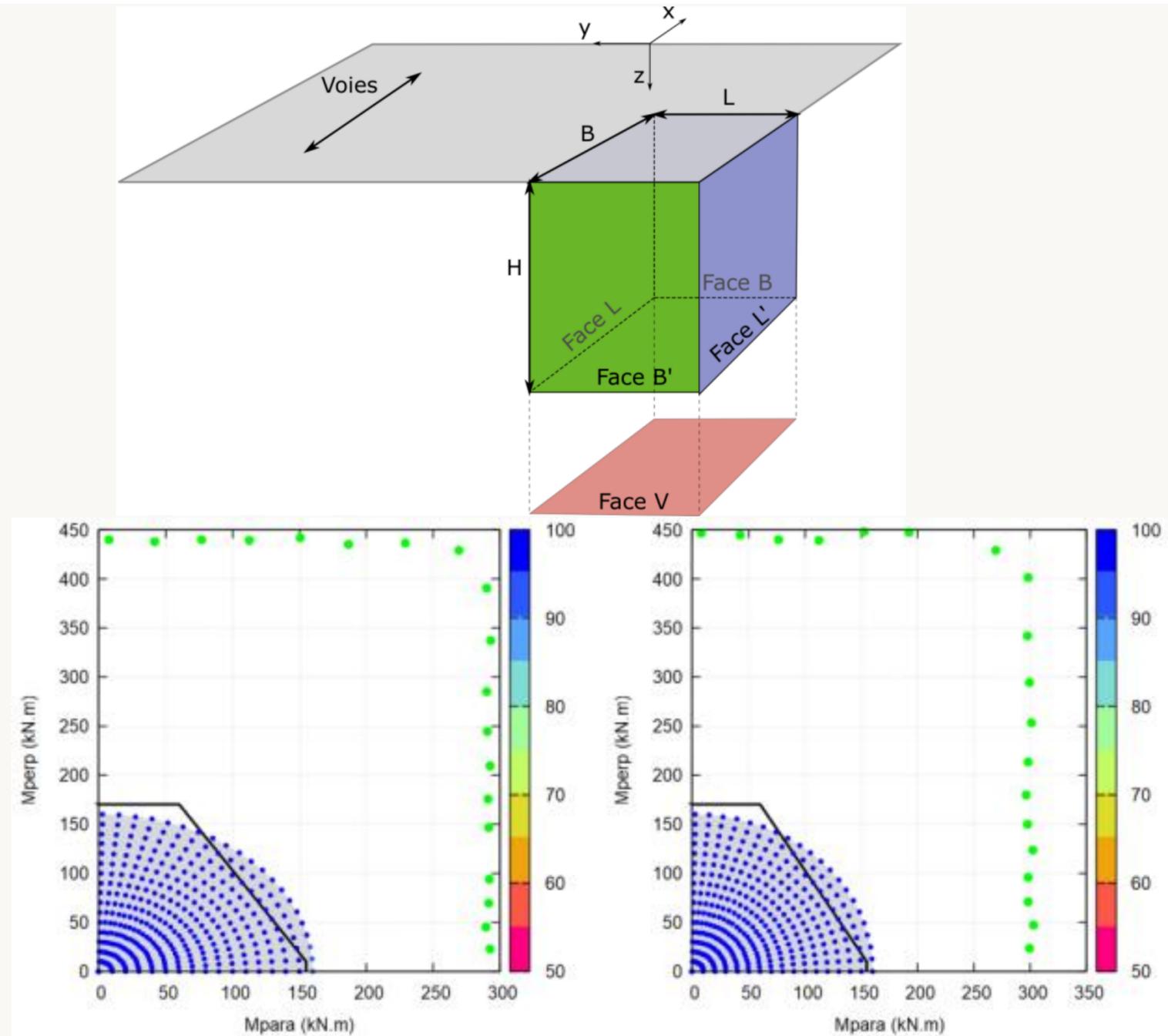
Remplacer le catalogue de dimensionnement de la existant (*basé sur des approches empiriques non optimisées*) grâce à la modélisation 3D des massifs caténaires

Effets de la solution et gain(s) associé(s):

- Multiplier les cas d'application des fondations semi-profondes
- Être en capacité à traiter toutes les géométries et les stratigraphies complexes des fondations semi-profondes
- Réduction de consommations de ressources et d'empreinte carbone (carbone évité)

Problématiques et frein à la mise en œuvre :

- Modification des référentiels existants
- Sur des cas plus complexes, validation de l'approche par des plots d'essais instrumentés



Matériaux

BIM 4D et Jumeau numérique

Interlocuteurs / entités à solliciter pour analyse de faisabilité de la solution :

Direction technique

Direction du numérique

Métiers concernés : Tout métier

Solution :

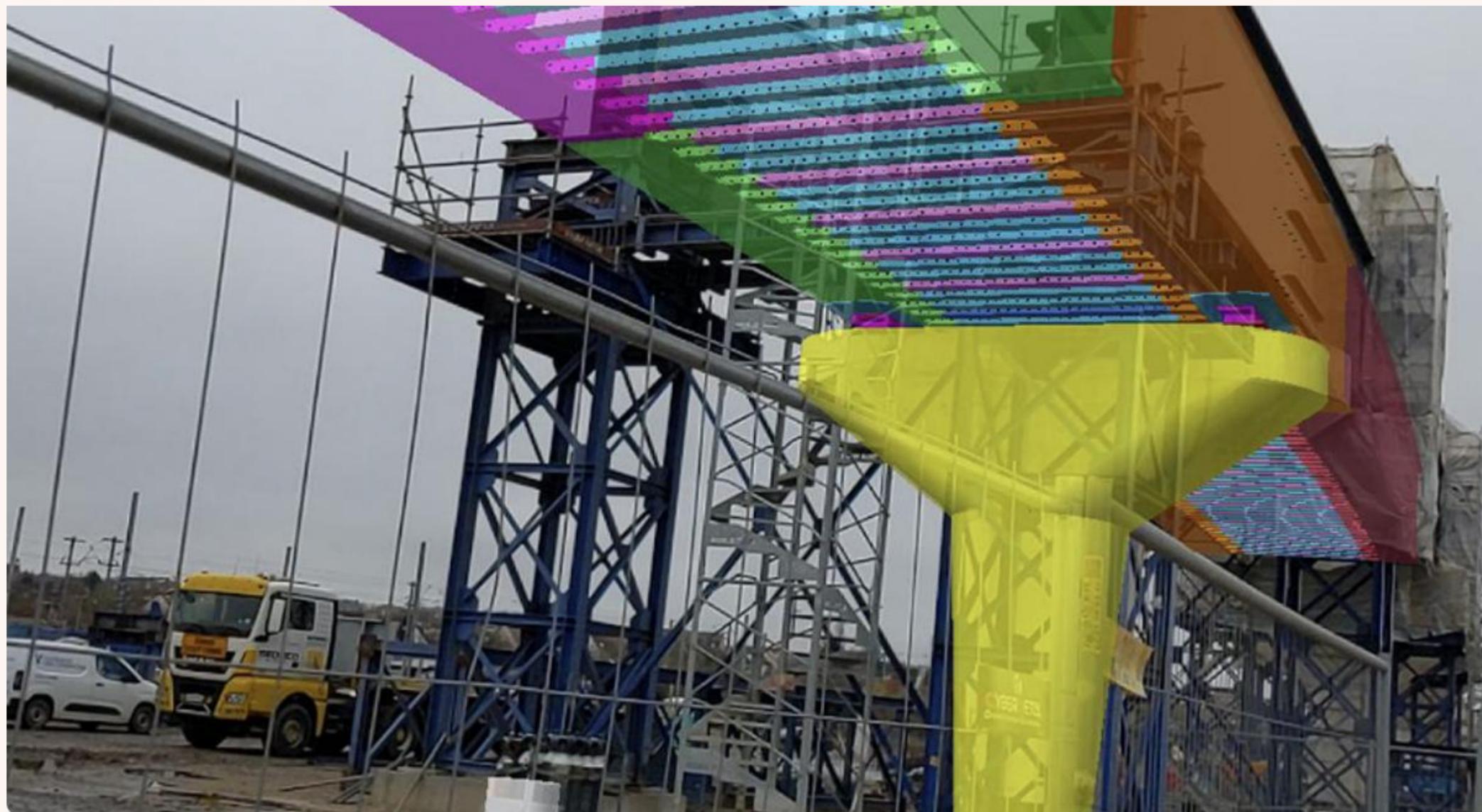
. Mettre en place dès la conception une maquette numérique enrichie d'informations

Effets de la solution et gain(s) associé(s):

- Dimensionnement au plus juste en évitant les hypothèses majorantes
- Gain matière / énergie / CO2
- En phase chantier, visualisation de l'état actuel et projeté
- En phase exploitation, facilite le suivi et la maintenance

Problématiques et frein à la mise en œuvre :

- Besoin d'harmoniser les données
- Nécessite une grande coordination de l'ensemble des acteurs du projet



Matériaux

Poteau caténaire léger

R-M5

Interlocuteurs / entités à solliciter pour analyse de faisabilité de la solution :

- DGII TE

Métiers concernés :
Caténaire et plateforme

Solution :
Utilisation de poteaux caténaire LS (voir photo) à la place des poteaux HE. Ce type de poteaux sont :

- norme en Italie, y compris sur les lignes à grande vitesse ;
- Plus légers puisqu'ils nécessitent moins de matière.

Effets de la solution et gain(s) associé(s) :
Les poteaux LS sont spécifiquement conçus et optimisés pour supporter les lignes aériennes de contact. Ils sont moins soumis à la pression du vent et à la pression aérodynamique causées par le passage du train puisqu'ils ont une section pleine. Les massifs associés sont réduits.

Problématiques et frein à la mise en œuvre :

- Homologation par DGII

Dérogations nécessaires à la mise en œuvre :

- Principes caténaire

Autres avantages :

La section transversale des poteaux LS n'obstrue pas totalement la visibilité du train. Ceci a un impact important sur la visibilité des signaux le long de la ligne, en particulier dans le cas de courbes à faible rayon ;
La section des poteaux LS permet l'installation de fixations au moyen d'une charpente boulonnée, garantissant un degré élevé de flexibilité dans l'assemblage de tous les éléments



Matériaux

Tube de fondation

R-M6

Interlocuteurs / entités à solliciter pour analyse de faisabilité de la solution :

- DGII TE

Métiers concernés :

Caténaire

Solution :

Remplacement des massifs par des tubes de fondation. Le poteau caténaire vient se fixer via un platine sur le tube de fondation.

- La solution a été récemment introduite en Italie sur le réseau exploité et est déjà utilisée au niveau international. Réalisé sur le T11 E phase 1.

Effets de la solution et gain(s) associé(s) :

- Gain de temps pour la mise en œuvre (40 PC/jour)
- Interception des circulations réduite
- Pas de Limitation Temporaire de Vitesse
- Pas de béton ou en volume limité.
- Logistique chantier simplifiée : pas de creusement pour massif et pas d'évacuation des terres.

Problématiques et frein à la mise en œuvre :

- Homologation par DGII

Dérogations nécessaires à la mise en œuvre :

- Principes caténares

A

B

C

D

Matériaux

Vis de fondation

R-M7

Interlocuteurs / entités à solliciter pour analyse de faisabilité de la solution :

- DGII SF

Métiers concernés :
Signalisation

Solution :
Remplacement des massifs béton signalisation pour les signaux (hors potence/portique)

Effets de la solution et gain(s) associé(s) :

- Gain de temps pour la mise en œuvre
- Interception des circulations réduite
- Pas de Limitation Temporaire de Vitesse
- Vis de fondation commune à plusieurs types de signaux (via platine d'adaptation)

Problématiques et frein à la mise en œuvre :

- Homologation par DGII

Dérogations nécessaires à la mise en œuvre :

- Dérogation au Directive de Travaux de Signalisation
- Dérogation aux IG 3022



Matériaux

Détection frugale des trains - Capteur piézoélectrique IoT

R-M8

Interlocuteurs / entités à solliciter pour analyse de faisabilité de la solution :

- DGII SF

Métiers concernés : Signalisation

Solution : Capteur piézoélectrique IoT pour la détection des trains

Effets de la solution et gain(s) associé(s) :

- Coût ultra-réduit
- Installation rapide
- Autonomie énergétique
- Communication sans fil

Problématiques et frein à la mise en œuvre :

- Sécurité (SIL)
- Durabilité
- Calibration
- Sensibilité aux bruits parasites (traitement du signal)

Principe

Les capteurs piézoélectriques génèrent une tension lorsqu'ils subissent une pression mécanique. En les fixant sous le rail, ils peuvent détecter :

- le passage d'un train par les vibrations ou la compression du rail
- détection directionnelle avec deux capteurs espacés
- l'intensité, la fréquence ou la vitesse à travers l'analyse du signal généré.

L'idée serait de :

- connecter ce capteur à un module IoT (ex : microcontrôleur + modem 4G sécurisé),
- le rendre autonome en énergie (via récupération d'énergie piézoélectrique ou couplage avec une micro-batterie + panneau solaire),
- transmettre l'info de détection à un système de gestion des PN ou de cantonnement



Matériaux

Signalisation frugale

R-M9

Interlocuteurs / entités à solliciter pour analyse de faisabilité de la solution :

- DGII SF

Métiers concernés :
Signalisation

Solution :
Utilisation d'automates programmable et de sécurité industriel (type HIMA) tout en garantissant un niveau de sécurité SIL4.
Solution déjà utilisé dans les SMR (T13, T12, VSG, Montigny les Metz) mais aussi pour le chemin de fer corse et LDFT Nancy/Contrexéville

Effets de la solution et gain(s) associé(s) :

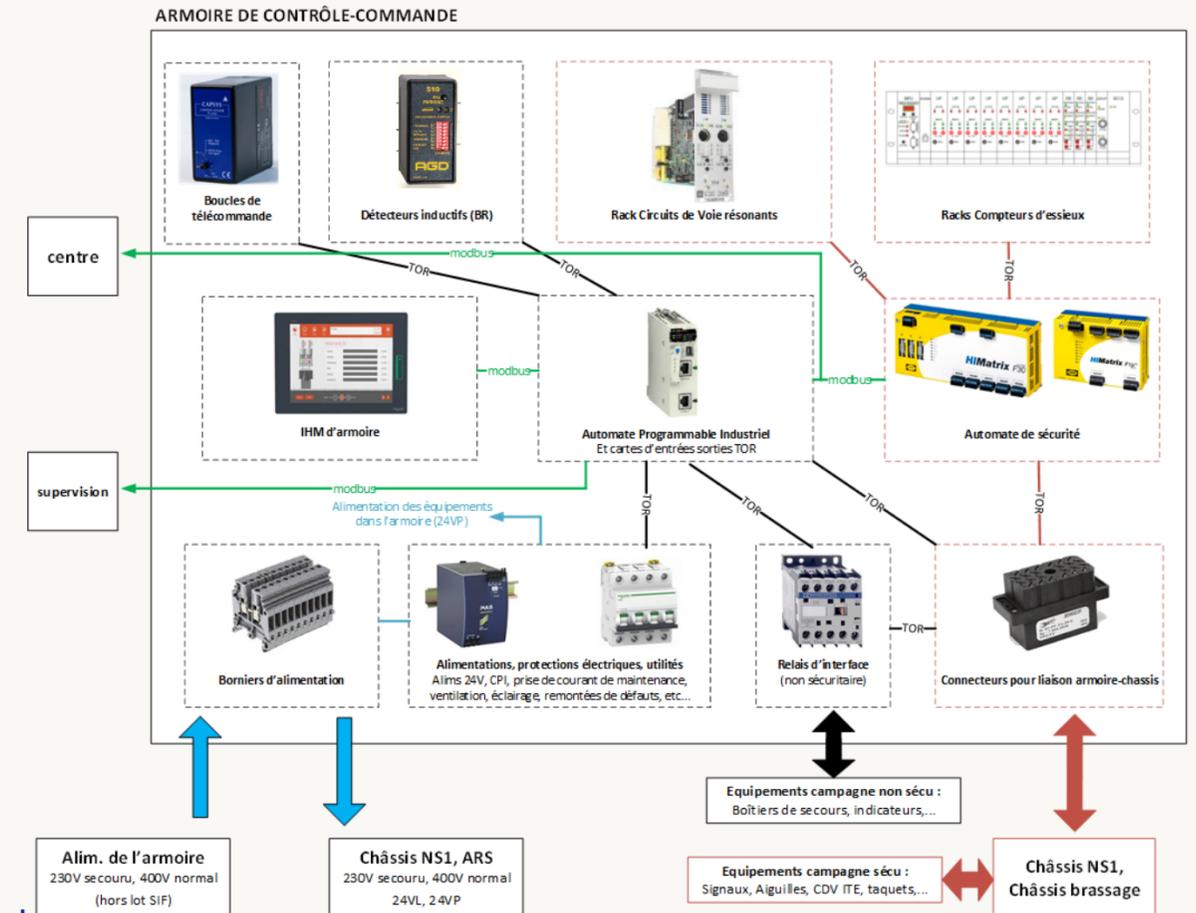
- Utilisation de matériel industriel COST avec durée de vie de 25 ans (contre 15 pour le matériel signalisation).
- Réduction de la quantité de câbles nécessaire
- Mise en œuvre plus rapide

Problématiques et frein à la mise en œuvre :

- Dérogation/homologation DGII SF

Dérogations nécessaires à la mise en œuvre :

- Directive de travaux signalisation.



Vision d'ensemble

- Enclenchement : Automate de sécurité
- Fonctions non sécuritaires : Automate industriel
- Supervision sur machines virtuels (mutualisation des serveurs)
- Architecture centralisée modulaire : Poste + E/S déportées + réseau dédié
- Niveau de redondance adaptable à l'exigence de disponibilité
- Interface poste-campagne : Relais NS1 ou RS4 (SIL4)
- Supervision centrale + IHM locales
- Architecture évolutive