

DIAGNOSOL EXPRESS®

*SOLUTION BREVETÉE DE CARACTÉRISATION ET
D'OPTIMISATION DE LA GESTION DES DÉBLAIS*

L.DESMURS/ S.MOUTARI

Webinaire 08 mars 2022



GUINTOLI

Sommaire

1. L'Environnement du Projet
2. Le Projet Diagnosol Express
3. Chantier pilote/ SGP ligne 15 Sud | Lot T2C
4. Plan de contrôle suite au Pilote
5. Déploiement opérationnel : SGP Ligne 16 | Lot 2



1

L'ENVIRONNEMENT DU PROJET



Le Groupe NGE : Un leader du BTP



15 000

collaborateurs



Une expertise
projets financés avec
NGE Concessions



2,402 Md€

de chiffre d'affaires
en 2020

- 4% par rapport à 2019

3,919 Md€

Montant du
carnet de commandes
au 1er avril 2021

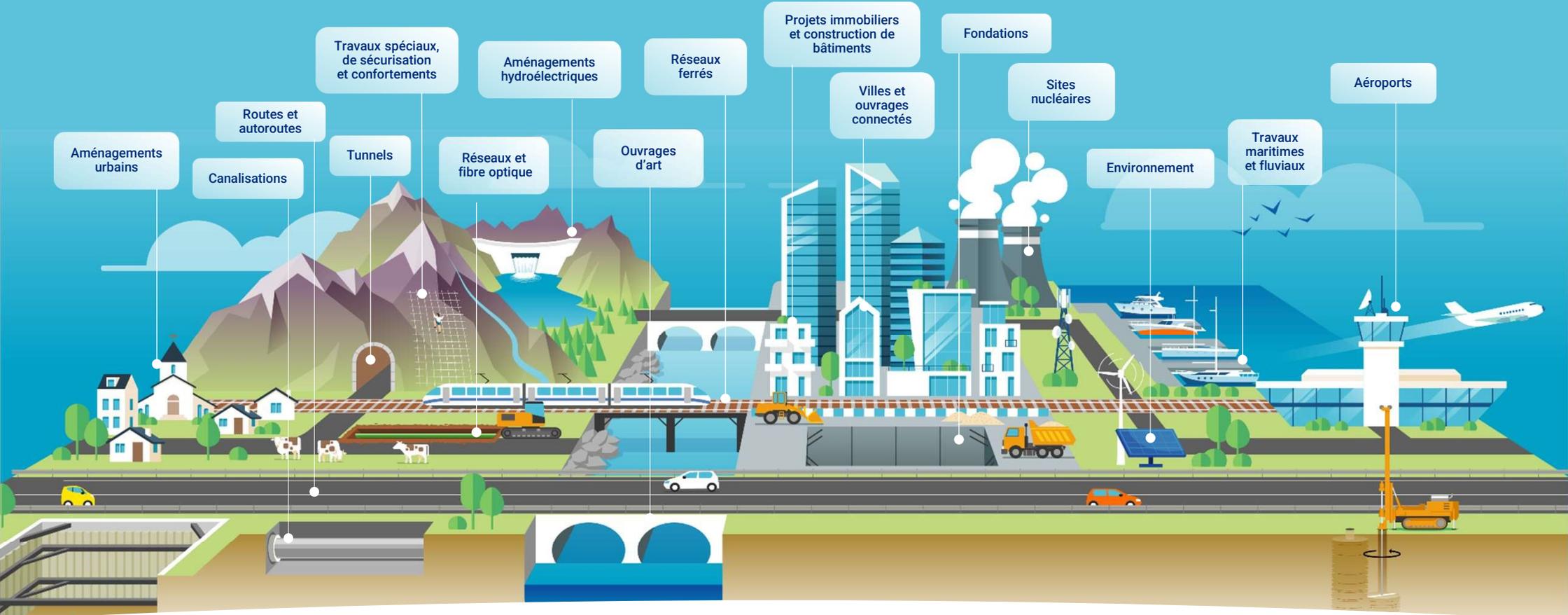
+ 10 000

Chantiers par an
(En France
et dans le monde)

112 M€

d'investissement
dans le **parc matériel**
en 2021

Une grande diversité d'infrastructures




VRD & terrassement


Canalisations & réseaux


Génie civil


Routes & équipements de la route

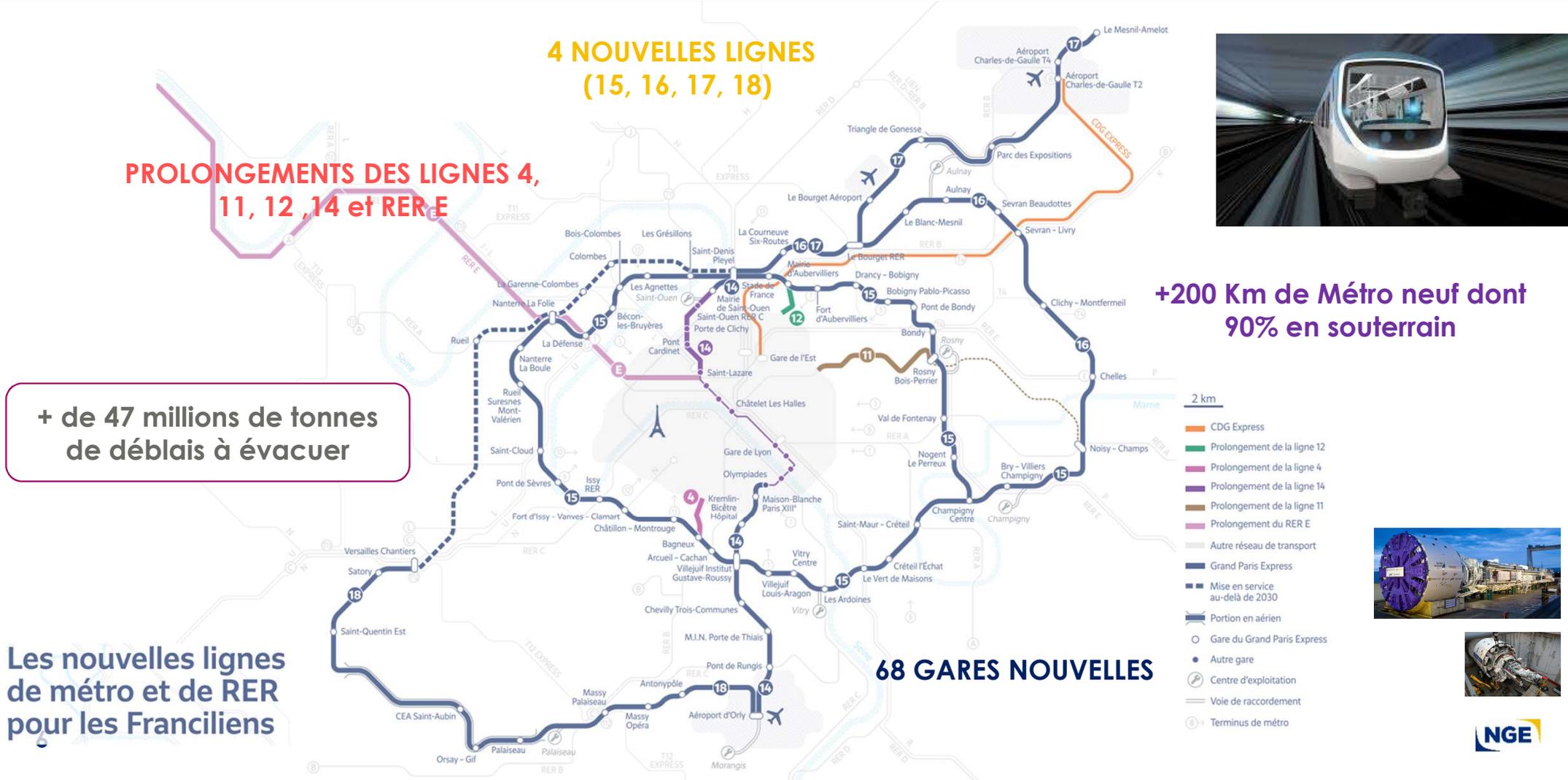

Travaux géotechniques & de sécurisation


Travaux ferroviaires


Bâtiment


Financement de projets

Le GRAND PARIS EXPRESS et les prolongements associés: Un projet visionnaire et durable



Activité terrassements & Gestion de déblais GUINTOLI sur GPE

SMR SMI CEA

TRAVAUX

- 20 Ha Plate-forme
- TER / ASS / RES / VRD

VOLUMES

- Déblais: **305 000 m3**
- Remblais: **216 000 m3**
- Trait PST: **99 000 m3**

4

L14 GC04

TRAVAUX

- 4 Puits & ouvrages annexes
- 330 m Tranchée couverte
- 4 km de tunnel au TBM (1u)

VOLUMES

- Gares & OA: **72 000 m3**
- TBM: **252 000 m3**

3

L16 LOT2

TRAVAUX

- 4 Gares
- 11 Puits & ouvrages annexes
- 11 km de tunnel au TBM (2u)

VOLUMES

- Gares & OA: **479 000 m3**
- TBM: **810 000 m3**

2

L15 T2C

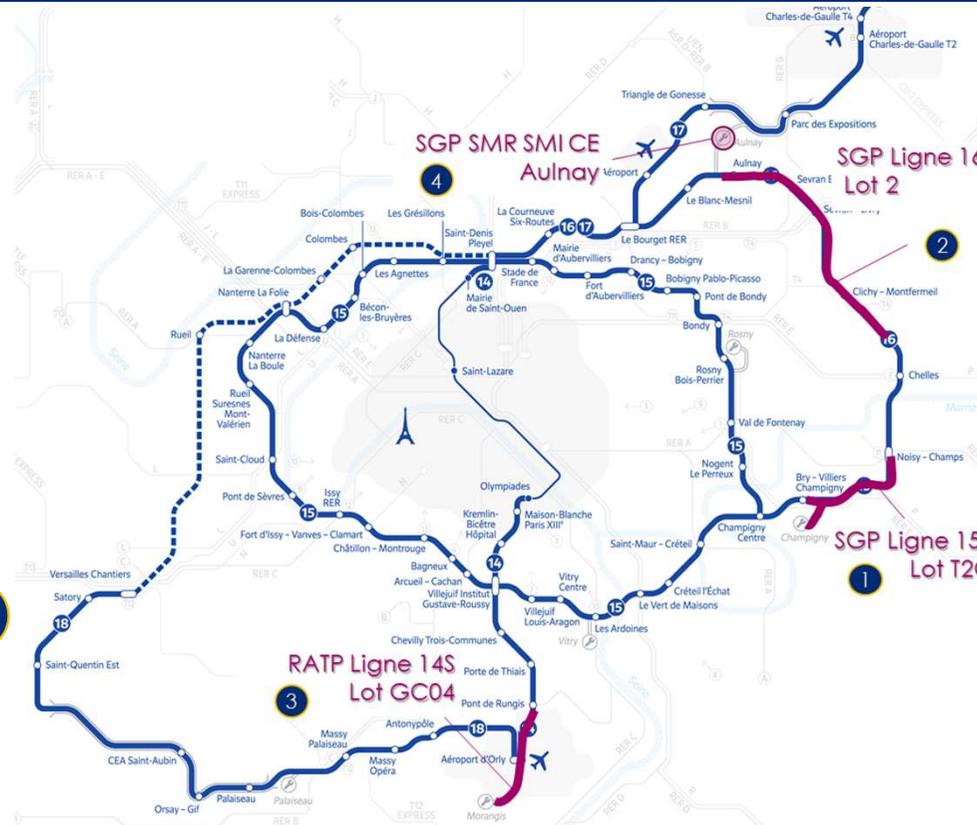
TRAVAUX

- 10 Puits & ouvrages annexes
- 1 Ouvrage d'entonnement
- 4,7 + 2,3 km de tunnel au TBM

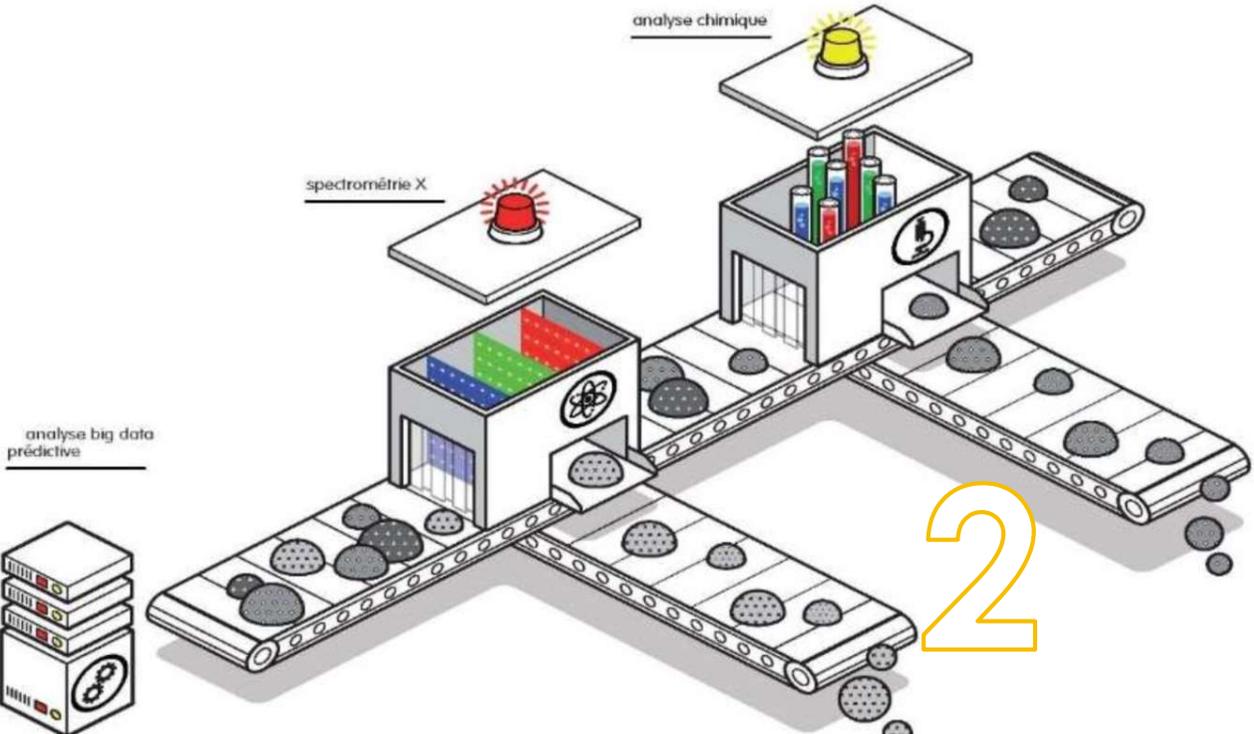
VOLUMES

- Gares & OA: **104 000 m3**
- TBM: **532 000 m3**

1



TOTAL DEBLAIS 2 554 000 m3



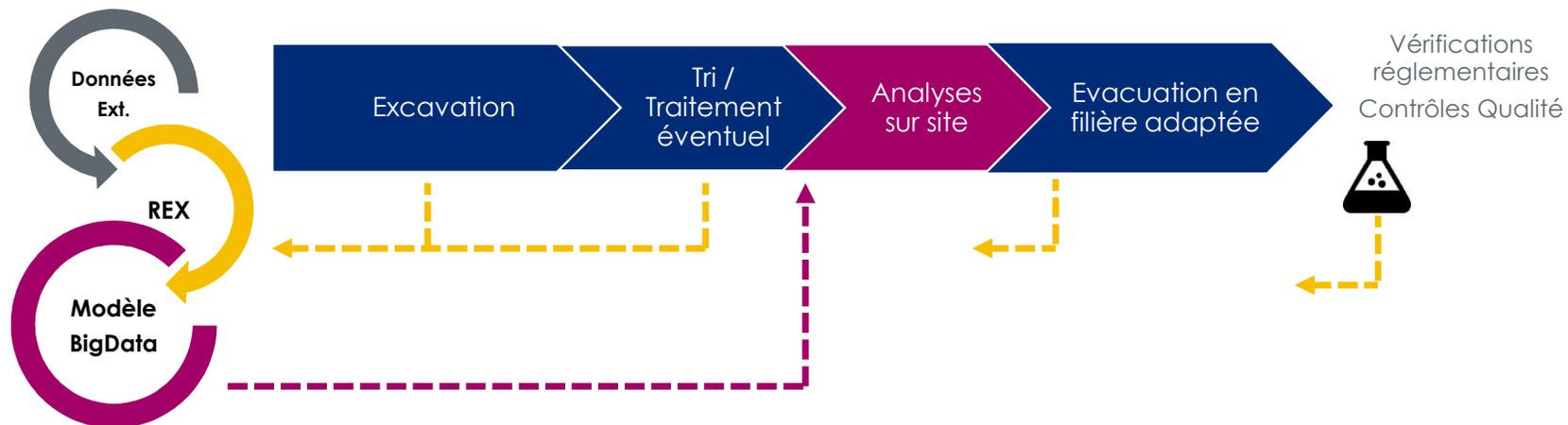
LE PROJET

Diagnosol Express ® : Problématique

Méthodes conventionnelles



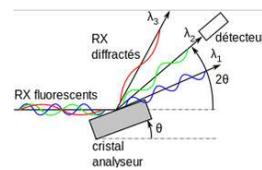
Objectif



Diagnosol Express® - Un Mini Lab de chantier

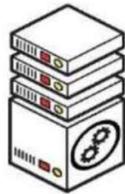
Spectrométrie à fluorescence X (XRF)

Analyse les métaux sur les matériaux bruts en quelques minutes



spectrométrie X

analyse big data prédictive



Analyse Big Data

- Machine learning
- Suivi du tunnelier en temps réel
- Modélisation géostatistique de la lithologie



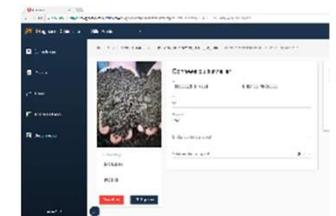
Lixiviation express

Le protocole de lixiviation a été optimisé afin de réduire le temps d'analyse. Le lixiviat express est réalisé en une heure.



Application Portable

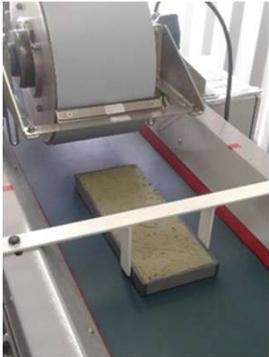
Lors du prélèvement, les échantillons sont pris en photo. La date et l'heure de la prise de photo permet une synchronisation avec les informations du tunnelier.



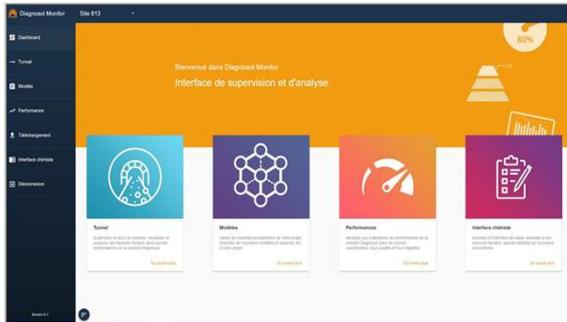
Diagnosol Express ® - 2 ans de recherche et 1 chantier Pilote

Volet Laboratoire

- **805 échantillons** analysés **en phase de développement** et **en phase Chantier pilote** par DIAGNOSOL EXPRESS® et par un laboratoire de référence (COFRAC)
- **Référentiels normatifs et contractuels utilisés :**
 - ✓ Analyse XRF adaptée de la norme NF EN 15309
 - ✓ Analyse de l'éluât conforme à la norme NF EN 16192 pour les fluorures, chlorures et sulfates
 - ✓ Analyse des sulfates conforme à la norme NF ISO 15923-1
 - ✓ Analyse des fluorures conforme à la norme NF T 90-004
 - ✓ Echantillonnage et traçabilité conforme au livret 7 du CCTP



Diagnosol Express® - 2 ans de recherche et 1 chantier Pilote



Volet Informatique:

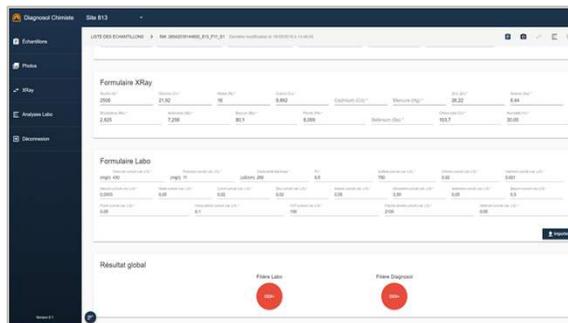
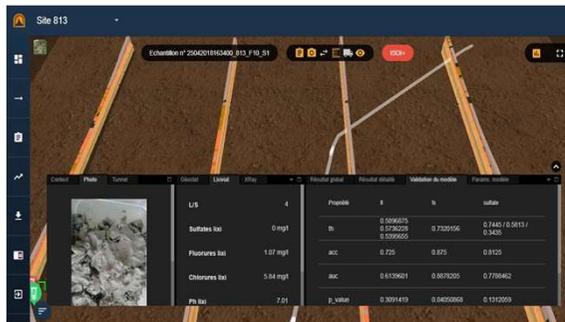
- Géostatistiques
- Machine learning
- Programme informatique connecté avec le tunnelier
- Interface Web et appli **développées et fonctionnelles**

Chimiste

- Saisie automatique des données XRF
- Intégration des données lixiviats
- Résultats modèle machine learning et classement dans la filière d'élimination

Monitor

- Suivi du tunnelier en temps réel
- Modélisation géostatistique de la lithologie





3

**CHANTIER PILOTE
SGP L15 Lot T2C**

Le chantier de la Ligne 15 Sud Lot T2C

43 000 (m³) de parois moulées

97 000 (m³) de béton

11 200 (to) d'armatures

3 560 anneaux

180 000 (m³) de fouilles

1 466 000 (to) de déblais à évacuer

3

Puits

7

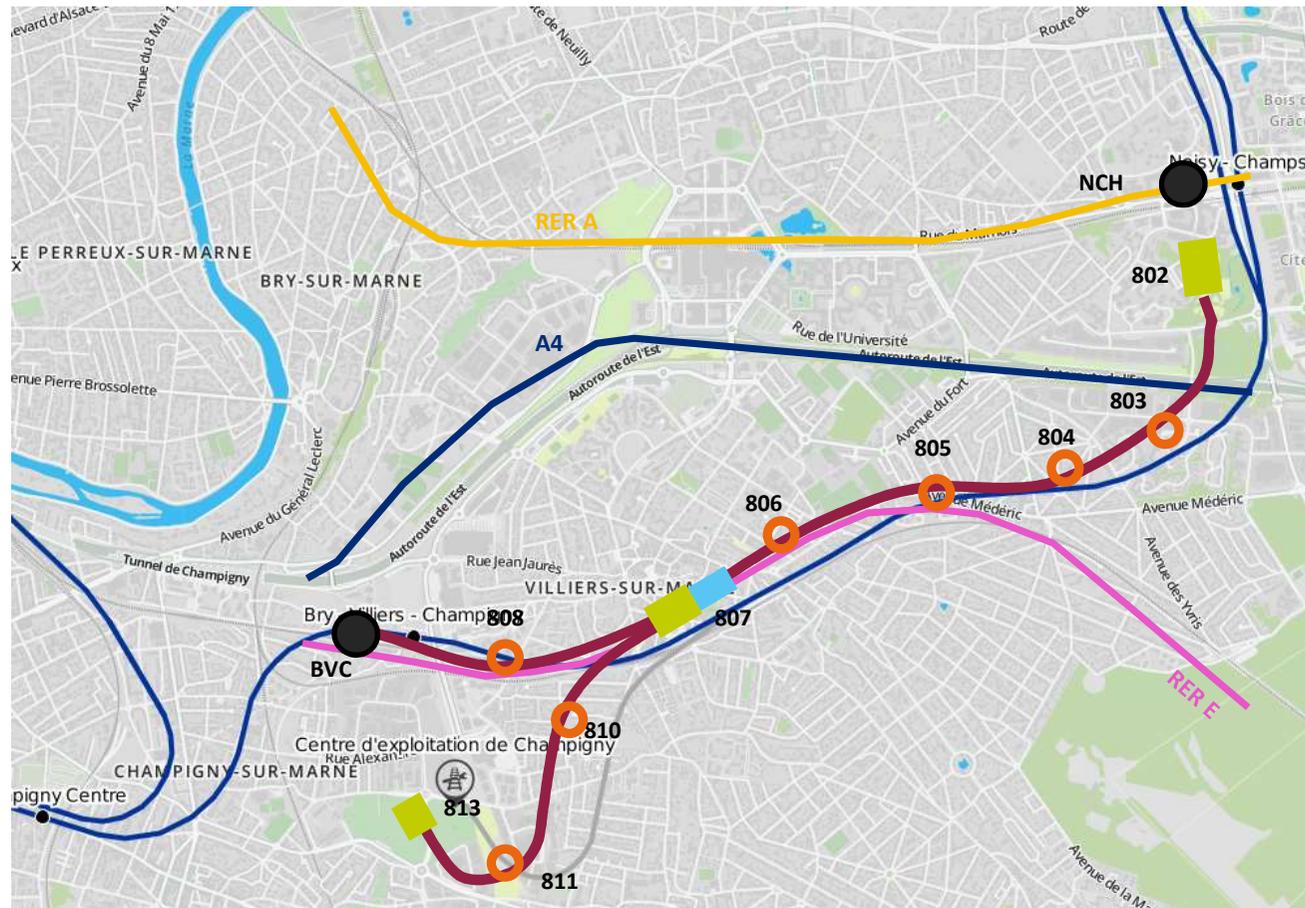
principaux Puits de ventilation & secours

91

m de tunnel traditionnel

6 860

m de tunnel au tunnelier



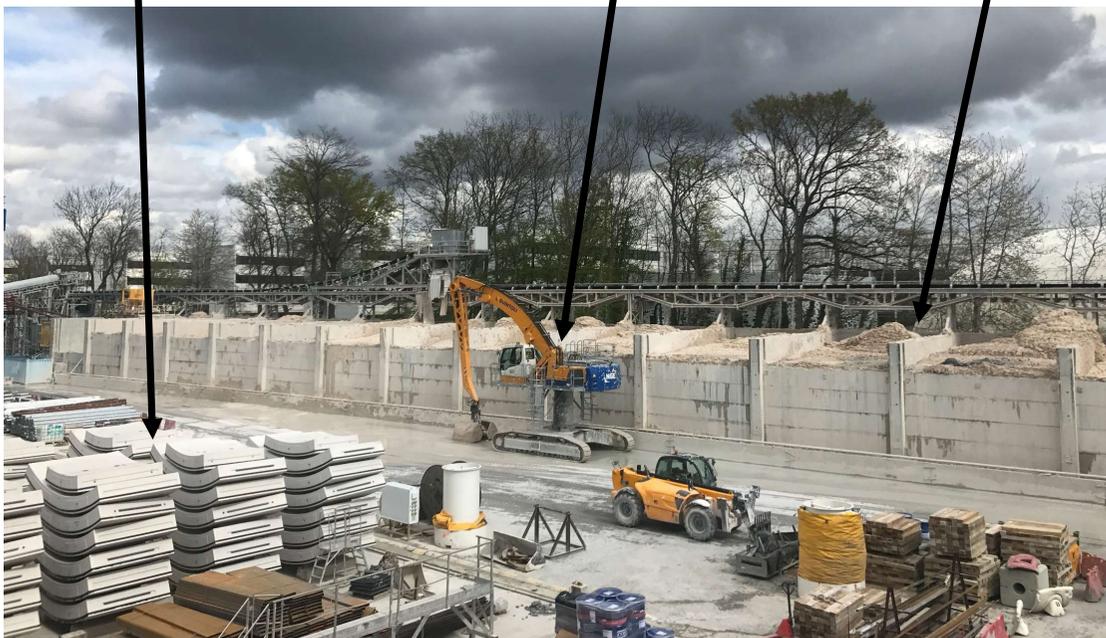
DIAGNOSOL EXPRESS® : l'optimisation de la gestion des déblais

Espace restreint pour le stockage
du matériel
nécessaire au fonctionnement du
tunnelier

Engins adaptés sur mesure

Nombre de bacs à déblais fluctuant
selon emprises

Remplissage des bacs le temps des analyses



2000 m³ de déblais à évacuer par jour

Diagnosol Express® - Performances

Echantillon	Classement diagnosol		Classement Agrolab		
	résultat	Élément déclassant	résultat	Élément déclassant	valeur
25042018163400813-F10-S	ISDI+	Fluor	ISDI+	Molybdène	0,55
27042018170000813-F11-S2	ISDI+	Molybdène	ISDI+	Molybdène	0,58
04052018082900813-F9-S3	ISDI+	Molybdène	ISDI+	Mo / SO4 / F	0,64 / 1200 / 12
08052018094100813-F7-S6	ISDI	/	ISDI	/	/
140520181405000813F638	ISDI	/	ISDI	/	/
14052018102300813F559	ISDI	/	ISDI	/	/
17052018112600813F10S10	ISDI	/	ISDI	/	/
21052018163300813F8511	ISDI	/	ISDI+	Fluor	1,1
22052018160000813F9518	ISDI	/	ISDI	/	/
23052018034200813F7519	ISDI	/	ISDI	/	/
24052018071500813F8521	ISDI	/	ISDI	/	/
26062018102200F7S24	ISDI	/	ISDI	/	/
22052018115000813F9518	ISDI	/	ISDI	/	/
30052018112700_813_F10_S25	ISDI	/	ISDI	/	/
31052018110000_813_F11_S28	ISDI	/	ISDI	/	/
04042018151500813_F5_S28	ISDI	/	ISDI	/	/
05042018160500813_F4_S31	ISDI	/	ISDI	/	/
06042018104300813_F7_S35	ISDI	/	ISDI	/	/
07062018101600813_F11_S38	ISDI	/	ISDI	/	/
13062018150400813F8549	ISDI	/	ISDI	/	/
0708201803200813F4549	ISDI	/	ISDI	/	/
07082018143000813F5554	ISDI	/	ISDI	/	/
0808201815500813F6561	ISDI	/	ISDI	/	/
09082018115500813F6561	ISDI	/	ISDI	/	/
1008201810100813F75687	ISDI	/	ISDI	/	/
13082018103200813F10569	ISDI	/	ISDI	/	/
15082018102000813F3572	ISDI	/	ISDI	/	/
14082018120200813F8577	ISDI	/	ISDI	/	/
14082018095200813F4577	ISDI	/	ISDI	/	/
17082018104000813F6579	ISDI	/	ISDI	/	/
20082018160000813S7581	ISDI	/	ISDI	/	/
27082018144600813F11S85	ISDI	/	ISDI	/	/
24052018002300813F6521	ISDI+	Fluor	ISDI	/	/
28082018113800813F10S87	ISDI	/	ISDI	/	/
29082018054000813F9589	ISDI	/	ISDI	/	/
30082018074500813F791	ISDI	/	ISDI	/	/
31082018161500813F4592	ISDI	/	ISDI	/	/
04092018140000813F2598	ISDI	/	ISDI	/	/
03092018184000813F6596	ISDI	/	ISDI	/	/
04092018140000813F11S100	ISDI	/	ISDI	/	/
06092018190500813F25110	ISDI	/	ISDI	/	/
100920181325900813F95117	ISDI	/	ISDI	/	/
11092018130500813F45119	ISDI	/	ISDI	/	/
12092018140500813F75126	ISDI	/	ISDI	/	/
12092018190000813F11S128	ISDI	/	ISDI	/	/
14092018330700813F12S135	ISDI	/	ISDI	/	/
180920183110900813F55139	ISDI	/	ISDI	/	/
19082018115900813F95141	ISDI	/	ISDI	/	/
25012019233900_813_F9_S651	ISDND	Mo/Se	ISDND	Mo/Se	1/0,27
29012019010100_813_F5_S661	ISDND	Mo/Se	ISDND	Mo/Se	1,1/0,3
27092018161800813F25156	ISDI	/	ISDI	/	/
28092018125200813F65159	ISDI	/	ISDI	/	/
03102018040000_813_F8_S165	ISDI	/	ISDI	/	/
10102018113000_813_F11_S177	ISDI	/	ISDI	/	/
12102018031500_813_F4_S183	ISDI	/	ISDI	/	/
12102018222400_813_F6_S190	ISDI	/	ISDI	/	/
13102018072000_813_F7_S193	ISDI	/	ISDI	/	/
16102018114000_813_F9_S201	ISDI	/	ISDI	/	/
16102018171400_813_F10_S202	ISDI	/	ISDI	/	/
26032019103400_813_F4_S1100	ISDI +	Selenium	ISDI	/	/
17102018112000_813_F12_S210	ISDI	/	ISDI	/	/
17102018182000_813_F2_S210	ISDI	/	ISDI	/	/
18102018201400_813_F4_S216	ISDI	/	ISDI	/	/

Performances en conditions réelles

➤ Après **691 échantillons** analysés en **Chantier pilote** par DIAGNOSOL EXPRESS® et par un laboratoire de référence (COFRAC)

- **Caractérisation d'un lot en 6h** au lieu de 3 à 5 jours par Laboratoire COFRAC
- Méthodes de laboratoire adaptées au chantier
- **Evacuation possible vers Exutoires sous 6 heures**
- **Incertitude de mesure équivalente** à celle des laboratoires



95,58%



Déblais Correctement classés

2,77%



Déblais identifiés à tort comme pollués

1,65%



Déblais identifiés à tort comme non pollués

Comparaison avec 2 laboratoires COFRAC

	Agrolab	Diagnosol	Eurofins
Classe ISDI	65%	63%	36%
Classe ISDI+	19%	21%	33%
Classe ISDND	16%	16%	31%



4 -

PLAN DE CONTROLE



Diagnosol Express ® - Plan de contrôle

Contrôle du modèle de caractérisation :

- **Un échantillon** sera systématiquement **analysé par un laboratoire COFRAC en parallèle tous les 8 échantillons**, soit tous les 4 000 m³ de sol en place.
- Pour ces échantillons, les données de laboratoire COFRAC sont comparées aux données déterminées par Diagnosol Express® et la base de données est incrémentée.

Contrôle du système analytique :

- **Formation des opérateurs:** formation de trois jours conçue par la Direction technique GUINTOLI.
- **Suivi du matériel d'analyse:** Contrôle et maintenance du matériel analytique.
- **Test de répétabilité** et du biais de la mesure.
- **Étalonnage** des sondes une fois par semaine et contrôle quotidien de la dérive de la mesure par analyse d'étalon.

Contrôle interne XRF :

- **Contrôle mensuel** de la dérive de la mesure par analyse de 3 échantillons de référence de composition connue.
- **Audit du poste de chimie** tous les 3 mois concernant l'entretien et maintenance du matériel, vérification des calibrations, saisie sur l'interface

Diagnosol Express ® - Plan de contrôle

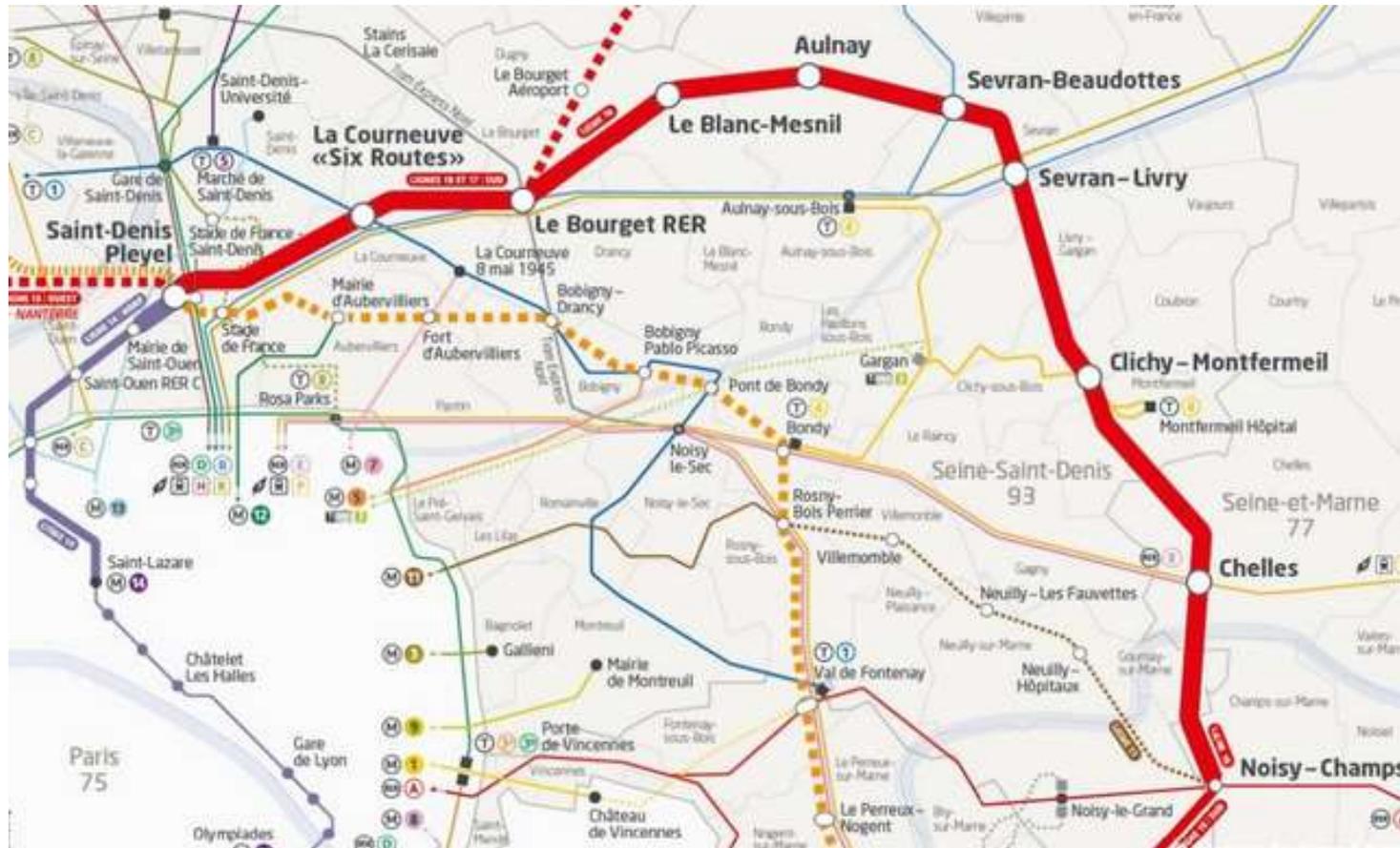
SEUIL	Comparaison COFRAC		Actions
SEUIL D'OBSERVATION	3 écarts consécutifs	Vérifications analyses	<ul style="list-style-type: none"> - Identification du ou des composés visés - Vérification des données chimistes (calibration/répétabilité) - vérification des données COFRAC - Alerte exutoire en cas de faux négatif
SEUIL D'ALERTE	6 écarts consécutifs	Vérification modèle prédictif	<ul style="list-style-type: none"> - Alerte du data scientist - Vérification des paramètres/indicateurs du modèle - Augmentation de la fréquence des analyses COFRAC à 1 tous les 2 échantillons en cas de faux négatifs et tous les 4 échantillons en cas de faux positifs - Alerte exutoire
SEUIL D'ACTION	9 écarts consécutifs	Mise à jour modèle prédictif	<ul style="list-style-type: none"> - Tous les échantillons sont envoyés en laboratoire COFRAC - Vérification de l'ensemble des données, mise à jour si nécessaire des modèles - Arrêt des évacuations sur la base des résultats Diagnosol Express ®



5

**DEPLOIEMENT
OPERATIONNEL**

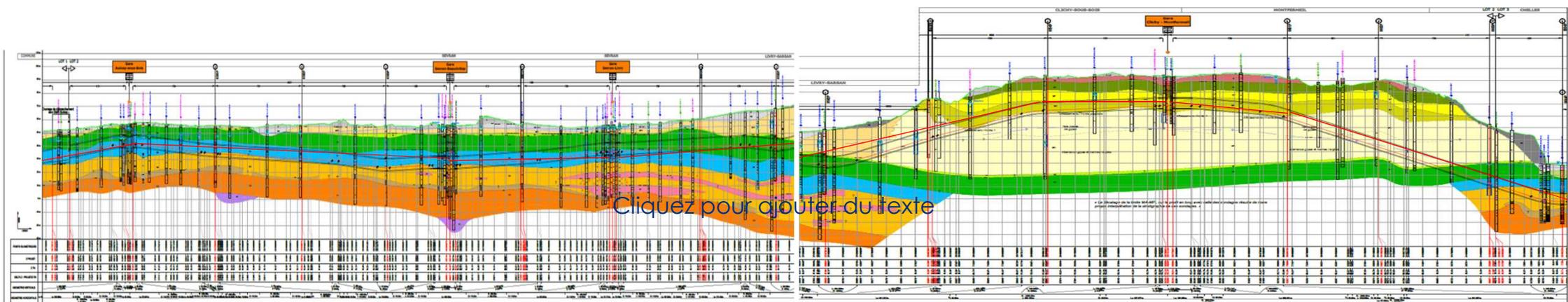
SGP Ligne 16 | Lot 2



- 11,1 km de voies en tunnel
- 4 gares - Aulnay, Sevrans-Beaudottes, Sevrans-Livry, Clichy-Montfermeil
- 2 tunneliers doivent intervenir sur ce tronçon, dont la mise en service est prévue pour fin 2024.

Ligne 16 | Lot 2

- Projet du lot 2 de la ligne 16



TBM7



TBM8

Sables de Beauchamp
Calcaires de Saint-Ouen

Principales
couches
lithologiques

Marnes d'Argenteuil
Masses et Marnes de
Gypse

Ligne 16 | Lot 2

■ **Diagnosol Express®** : Solution réfléchi et prévue pour être déployée sur tous les chantiers d'excavation au tunnelier

- **Solution « containerisée »** afin d'être installée facilement:
 - sur chantier, à proximité des zones de remontée des matériaux
 - ou sur une plate-forme déportée
- Une surface de 150 m² suffit à l'installation



- **Réduction de la durée de caractérisation des déblais**
- **Limitation du stockage provisoire**

Prélèvement des échantillons



Préparation de la barquette



Analyses à l'OXEA



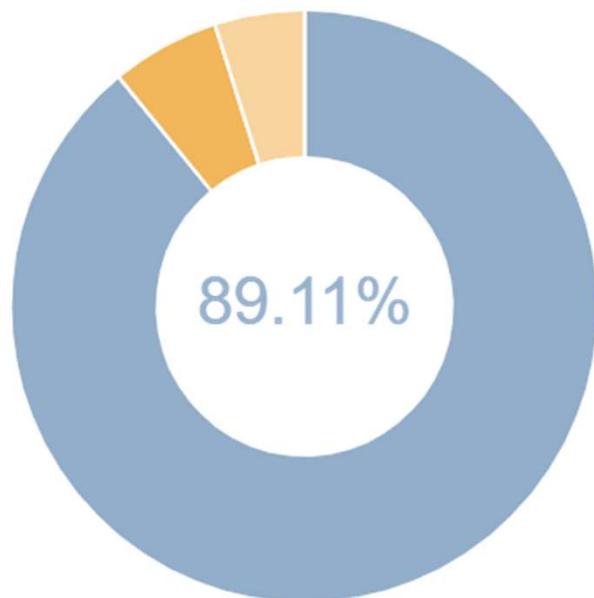
Diagnosol Express® - Résultats en cours sur la Ligne 16 | Lot 2

Diagnosol Express® : une solution innovante

Résultat TBM7

➤ Après 437 échantillons du TBM7 analysés par DIAGNOSOL EXPRESS® et par un laboratoire de référence (COFRAC)

Tx. déblais classé Tx. mass faux pos. Tx. mass faux neg.



89,11 % Déblais Correctement classés

6 % Déblais identifiés à tort comme pollués

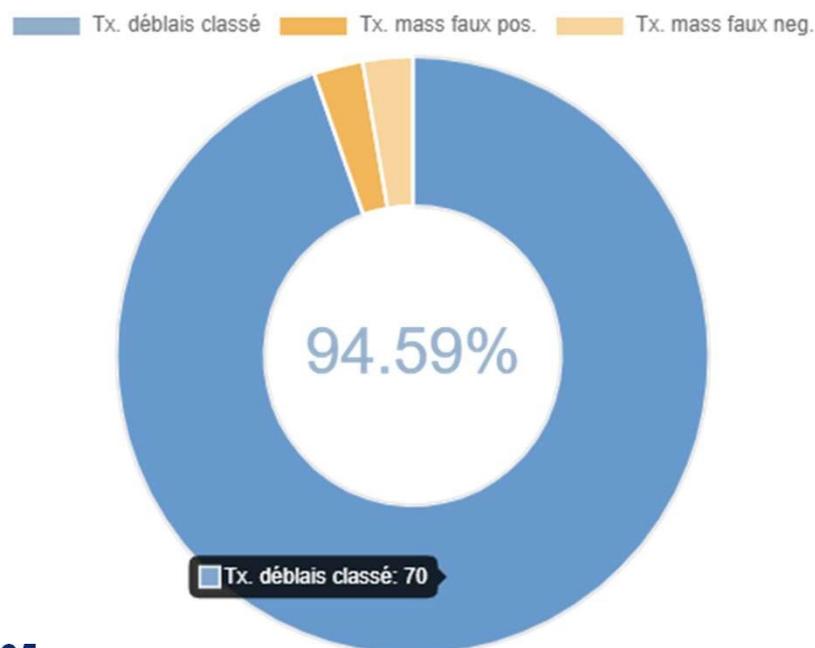
4,89 % Déblais identifiés à tort comme non pollués

Diagnosol Express® - Résultats en cours sur la Ligne 16 | Lot 2

Diagnosol Express® : une solution innovante

Résultat TBM8

➤ Après 343 échantillons du TBM7 analysés par DIAGNOSOL EXPRESS® et par un laboratoire de référence (COFRAC)



94,59 % Déblais Correctement classés

3,20 % Déblais identifiés à tort comme pollués

2,21% Déblais identifiés à tort comme non pollués

***Merci de votre
attention***

Webinaire du 8 mars 2022



*A votre disposition pour répondre à
vos questions*