



ORANGE



## ORANGE – Site de Lyon Lacassagne (69)

Exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques

Demande d’Autorisation Environnementale – Mémoire relatif aux méthodes de recherche et d’exploitation



Rapport n°126237/version C – 4 décembre 2024

Projet suivi par Jordane CHARRION – 07.87.79.92.11 – [jordane.charrion@anteagroup.fr](mailto:jordane.charrion@anteagroup.fr)

## Fiche signalétique

ORANGE – Site de Lyon Lacassagne (69)  
 Exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques  
 Demande d’Autorisation Environnementale – Mémoire relatif aux  
 méthodes de recherche et d’exploitation

CLIENT	SITE
ORANGE	Site de Lyon Lacassagne
131 avenue Félix Faure 69003 LYON	131 avenue Félix Faure 69003 LYON
Contact: Kevin NOREN Mail : kevin.noren@orange.com Tel : +33 6 44 11 70 70	

RAPPORT D’ANTEA GROUP	
Responsable du projet	Jordane CHARRION
Interlocuteur commercial	Yolande CORNEIL
Implantation chargée du suivi du projet	Implantation de Lyon
Rapport n°	126237
Version n°	version C
Votre commande et date	Commande N° AA01353733 du 17/08/2023
Projet n°	RHAP230551

	Nom	Fonction	Date	Signature
Rédaction	Jordane CHARRION	Ingénieur de projet	4 décembre 2024	
Rédaction	Emeline BUSSIÈRE-THOMAS	Ingénieur de projet	4 décembre 2024	
Approbation	Edouard TISSIER	Chef de projet	4 décembre 2024	

### Suivi des modifications

Indice Version	Date de révision	Nombre de pages	Nombre d’annexes	Objet des modifications
Version A	23/02/24	11	1	Version initiale
Version B	23/10/24	11	1	Modifications selon demandes DREAL
Version C	04/12/24	11	1	Modifications selon demandes DREAL n°2

## Sommaire

1. Contexte géologique .....	4
2. Méthodes de recherche et d’exploitation géologique .....	5
3. Risques géologiques naturels.....	8
3.1. Risque sismique.....	8
3.2. Mouvements de terrains .....	8
3.3. Cavités souterraines .....	8
3.4. Retrait gonflement d’argile.....	8

### Table des figures

Figure 1 : Photographie d’une grue avec la méthode BENOTO (RESURGENCE) .....	5
Figure 2 : Photographies d’un louvoyeur avec la méthode BENOTO (RESURGENCE) .....	6
Figure 3 : Photographies d’une benne BENOTO et d’un sabot (RESURGENCE) .....	6
Figure 4 : Photographies d’échantillons récupérés par la méthode BENOTO .....	7

### Table des tableaux

Tableau 1 : Accélération sismique agr .....	8
Tableau 2 : Catégorie sismique des bâtiments attendus .....	8

# 1. Contexte géologique

Le contexte géologique est très bien déterminé au droit du projet grâce à de nombreuses données bibliographiques recensées : rapports, cartes géologiques, coupes géologiques, ...

D’après la carte géologique de Lyon à l’échelle 1/50 000<sup>ème</sup> (n° 698), le projet se situe au droit des alluvions fluviales modernes du Rhône (Fy-z) à proximité des alluvions fluviales wurmiennes (Fx6G). Dans le secteur, le Rhône a érodé le recouvrement glaciaire initialement présent jusqu’au substratum molassique Miocène et a déposé des alluvions modernes formant la plaine alluviale du Rhône.

Les alluvions fluviales modernes caractérisées par des formations sablo-graveleuses à galets surmontent les formations molassiques du Miocène caractérisées par des sables fins, plus ou moins argileux. La base des alluvions se situe vers 15 m de profondeur et l’épaisseur des sables molassiques pourrait atteindre une cinquantaine de mètre.

La lithologie au droit du site a pu être appréciée à partir des différentes coupes géologiques de forages et sondages recensés auprès de la Banque de données du Sous-Sol gérée par le BRGM et surtout à partir de l’analyse des coupes des forages réalisés entre 2017 et 2021 au droit du site. Ces ouvrages indiquent la présence d’alluvions du Rhône productives sous un recouvrement de remblais d’une épaisseur de 1 à 3 m. Les alluvions sont constituées par une alternance d’horizons sableux à graveleux (sables, graviers et galets) avec parfois un passage plus argileux. Au-delà de 15 à 20 m de profondeur le substratum molassique constitué de sables fins avec des horizons argileux a été rencontré.

Ainsi, la succession lithologique reconnue au droit du site est la suivante :

- De 0 à 1/3 m de profondeur : Remblais (base vers +166 m NGF) ;
- De 1/3 m à 15/20 m de profondeur : Sables, graviers et galets caractéristiques des alluvions fluviales du Rhône (base vers +150 m NGF) ;
- A partir de 15/20 m de profondeur : Sables fins plus ou moins argileux caractéristiques des sables molassiques du Miocène.

## 2. Méthodes de recherche et d’exploitation géologique

Les forages ont été effectués par l’entreprise certifiée et qualifiée RESURGENCE et contrôlée par le bureau d’étude Antea Group, spécialiste en géologie et en hydrogéologie.

La réalisation des forages a respecté la norme en vigueur NF-X10-999. Les rapports de fin de travaux comprenant les coupes géologiques et techniques des forages sont présentés en annexe de la *Description du projet*, transmis en phase 3 de la présente téléprocédure.

Les ouvrages ont été effectués par la technique par battage-havage BENOTO avec tubage provisoire à l’avancement, sans emploi de boue ou tout autre adjuvant. Le matériel de foration comprend :

- Une grue sur chenilles dotée de deux treuils d’une forte puissance au brin permettant la manipulation d’outils lourds ;



Figure 1 : Photographie d’une grue avec la méthode BENOTO (RESURGENCE)

- Un louvoyeur 12T de type Leffer VRM1300. Les fourreaux permettent la foration de diamètre 800 à 1400 mm. Les vérins hydrauliques permettent le louvoisement et le levage des tubes avec une forte puissance. La puissance du louvoyeur est un élément essentiel pour des forages profonds ou en terrains difficiles car il réduit considérablement le risque de coincement de la colonne. Il permet également d’éviter tout phénomène de « renardage » (formation d’une cavité sous la colonne induisant un risque d’effondrement). De même, par un retrait régulier et constant de la colonne, il assure la bonne mise en place du massif de gravier.



Figure 2 : Photographies d’un louvoyeur avec la méthode BENOTO (RESURGENCE)

- De bennes preneuses permettant de curer les terrains au fur et à mesure ;
- De colonnes de soutènement permettant la mise en place facilité et sûre des tubages. La verticalité et la linéarité entre tubes est également assurée. Le sabot situé à la base de la colonne est équipé de dents interchangeables. Le tubage de soutènement est vidé progressivement à la benne ou à la soupape. Les tubages de soutènement permettent de tenir le terrain au cours de la foration. Ainsi il n’y a pas de risque de création de cavités et d’effondrement du terrain alluvionnaire.



Figure 3 : Photographies d’une benne BENOTO et d’un sabot (RESURGENCE)

Le schéma de principe du BENOTO est joint en Annexe. Cette méthode n’engendre pas plus de vibrations qu’un engin de terrassement.

Cette technique est particulièrement adaptée au forage en gros diamètre (équipement supérieur à 600 mm), de formations meubles telles que les terrains alluvionnaires grossiers des alluvions du Rhône. Elle permet une exécution rapide à faible ou moyenne profondeur sans aménagement spécifique ni fluide de forage (boues ou produits chimiques) susceptible d’impacter la qualité de la nappe.

De plus, elle offre la possibilité d’examiner et de localiser avec précision les différents horizons géologiques. En effet, les échantillons de terrain sont intacts grâce à l’emploi de la benne preneuse et ils ne sont pas impactés par des fluides de forage. Aussi, il est possible de déterminer précisément la coupe géologique et de reconnaître les différents faciès.



Figure 4 : Photographies d’échantillons récupérés par la méthode BENOTO

## 3. Risques géologiques naturels

### 3.1. Risque sismique

D’après le décret d’octobre 2010 n°1254, la ville de Lyon est située en zone d’aléa faible : les aménagements envisagés sont situés en zone sismique 2 (faible). Les valeurs des accélérations « agr » pour le cas étudié est présenté dans le tableau suivant :

Tableau 1 : Accélération sismique agr

Zone de sismicité	agr (m/s <sup>2</sup> )
2 (faible)	0,7

La valeur du coefficient d’importance « gl », donné au sein du cahier des charges géotechnique, pour le cas étudié est présentée ci-après.

Tableau 2 : Catégorie sismique des bâtiments attendus

Structure	Catégorie d’importance du bâtiment	Coefficient d’importance gl
Forage géothermique très basse température	II	1.0

Ici, le référentiel utilisé est celui des bâtiments à risque normal. Pour rappel, les bâtiments de la classe dite « à risque normal » sont répartis en quatre catégories d’importance définie par l’article R. 563-3 du code de l’environnement et précisées par l’arrêté du 22 octobre 2010 modifié.

Les structures géothermiques sont, par extension et en relation avec les risques qui leurs sont associés, assimilables à des bâtiments de classe d’importance II.

Ainsi, d’après l’arrêté du 22 octobre 2010 mais aussi des conditions du projet étudié, les règles de construction définies par cet arrêté ne s’appliquent pas (i.e. pour des catégories d’importance II dans la zone de sismicité 2).

### 3.2. Mouvements de terrains

Il n’y a pas de mouvement de terrains recensés dans le 3<sup>e</sup> arrondissement de Lyon (source : Géorisques) et les seuls mouvements de terrains ont été recensés en rive droite de la Saône (1<sup>er</sup>, 4<sup>e</sup>, 5<sup>e</sup> et 9<sup>e</sup> arrondissements).

### 3.3. Cavités souterraines

Il n’y a pas de cavités souterraines recensées dans le 3<sup>e</sup> arrondissement de Lyon (source : Géorisques). Des cavités souterraines de terrains ont été recensées dans le 5<sup>e</sup> arrondissement de Lyon.

### 3.4. Retrait gonflement d’argile

Le site est localisé en zone d’exposition faible à l’aléa retrait et gonflement des argiles.

**Au regard :**

- **De la faible profondeur des ouvrages (20 m) ;**
- **De la méthode de foration utilisée ;**
- **Des pressions mises en jeu ;**
- **Des vibrations nulles induites lors de la phase travaux ;**
- **Des propriétés hydrodynamiques et du type de réservoir.**

**L’installation géothermique a un impact nul sur le risque sismique, de mouvements de terrains, de cavités souterraines ou de retrait gonflement d’argile.**

### **Observations sur l’utilisation du rapport**

Ce rapport, ainsi que les cartes ou documents, et toutes autres pièces annexées constituent un ensemble indissociable, Les incertitudes ou les réserves qui seraient mentionnées dans la prise en compte des résultats et dans les conclusions font partie intégrante du rapport,

En conséquence, l’utilisation qui pourrait être faite d’une communication ou d’une reproduction partielle de ce rapport et de ses annexes ainsi que toute interprétation au-delà des énonciations d’Antea Group ne sauraient engager la responsabilité de celui-ci, Il en est de même pour une éventuelle utilisation à d’autres fins que celles définies pour la présente prestation,

Les résultats des prestations et des investigations s’appuient sur un échantillonnage ; ce dispositif ne permet pas de lever la totalité des aléas liés à l’hétérogénéité des milieux naturels ou artificiels étudiés, Par ailleurs, la prestation a été réalisée à partir d’informations extérieures non garanties par Antea Group ; sa responsabilité ne saurait être engagée en la matière,

Antea Group s’est engagé à apporter tout le soin et la diligence nécessaire à l’exécution des prestations et s’est conformé aux usages de la profession, Antea Group conseille son Client avec pour objectif de l’éclairer au mieux, Cependant, le choix de la décision relève de la seule compétence de son Client,

Le Client autorise Antea Group à le nommer pour une référence scientifique ou commerciale, A défaut, Antea Group s’entendra avec le Client pour définir les modalités de l’usage commercial ou scientifique de la référence,

Ce rapport devient la propriété du Client après paiement intégral de la mission, son utilisation étant interdite jusqu’à ce paiement, A partir de ce moment, le Client devient libre d’utiliser le rapport et de le diffuser, sous réserve de respecter les limites d’utilisation décrites ci-dessus,

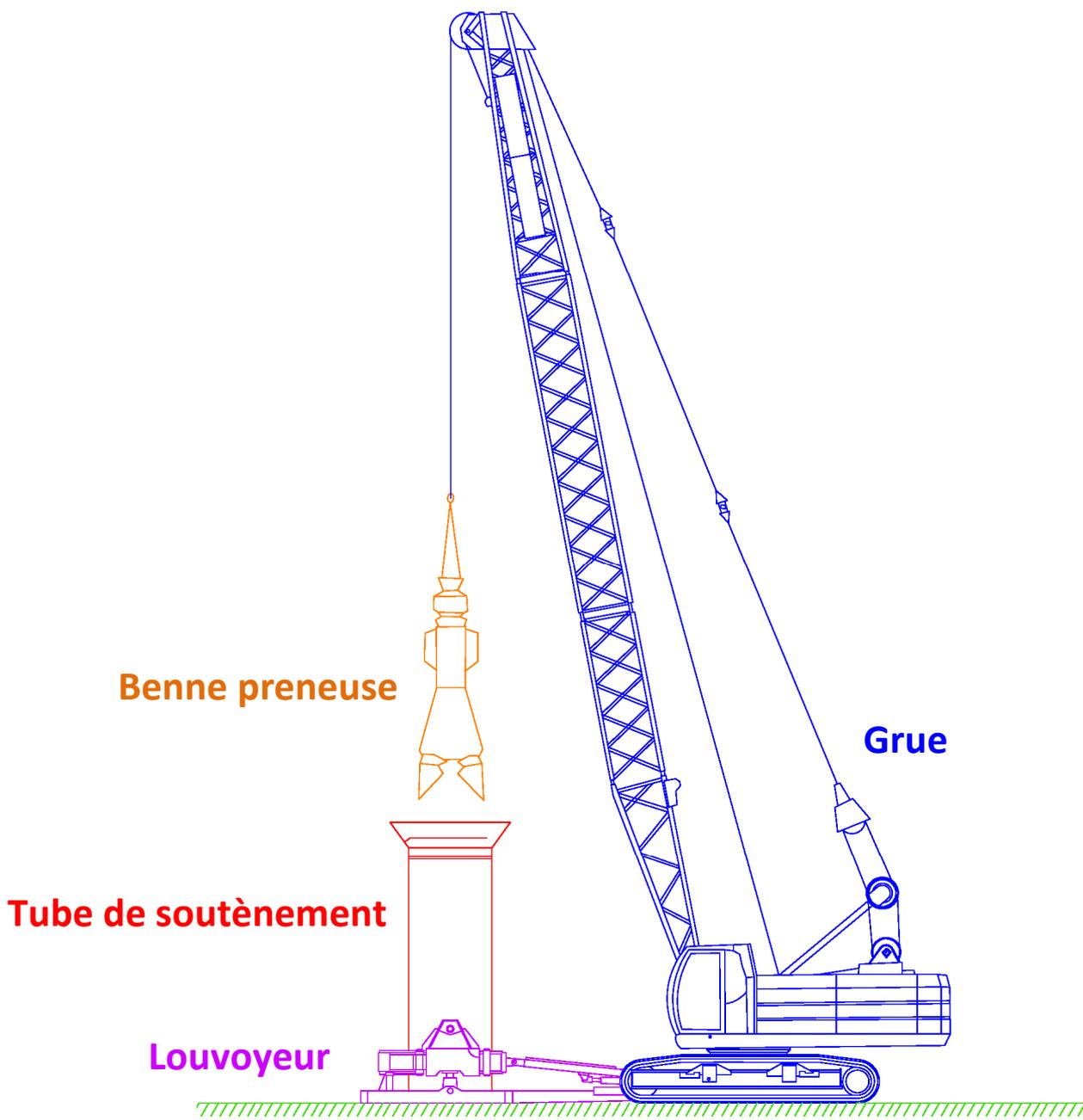
Pour rappel, les conditions générales de vente ainsi que les informations de présentation d’Antea Group sont consultables sur : <https://www.anteagroup.fr/fr/annexes>

# Acteur majeur de l'ingénierie de l'environnement et de la valorisation des territoires

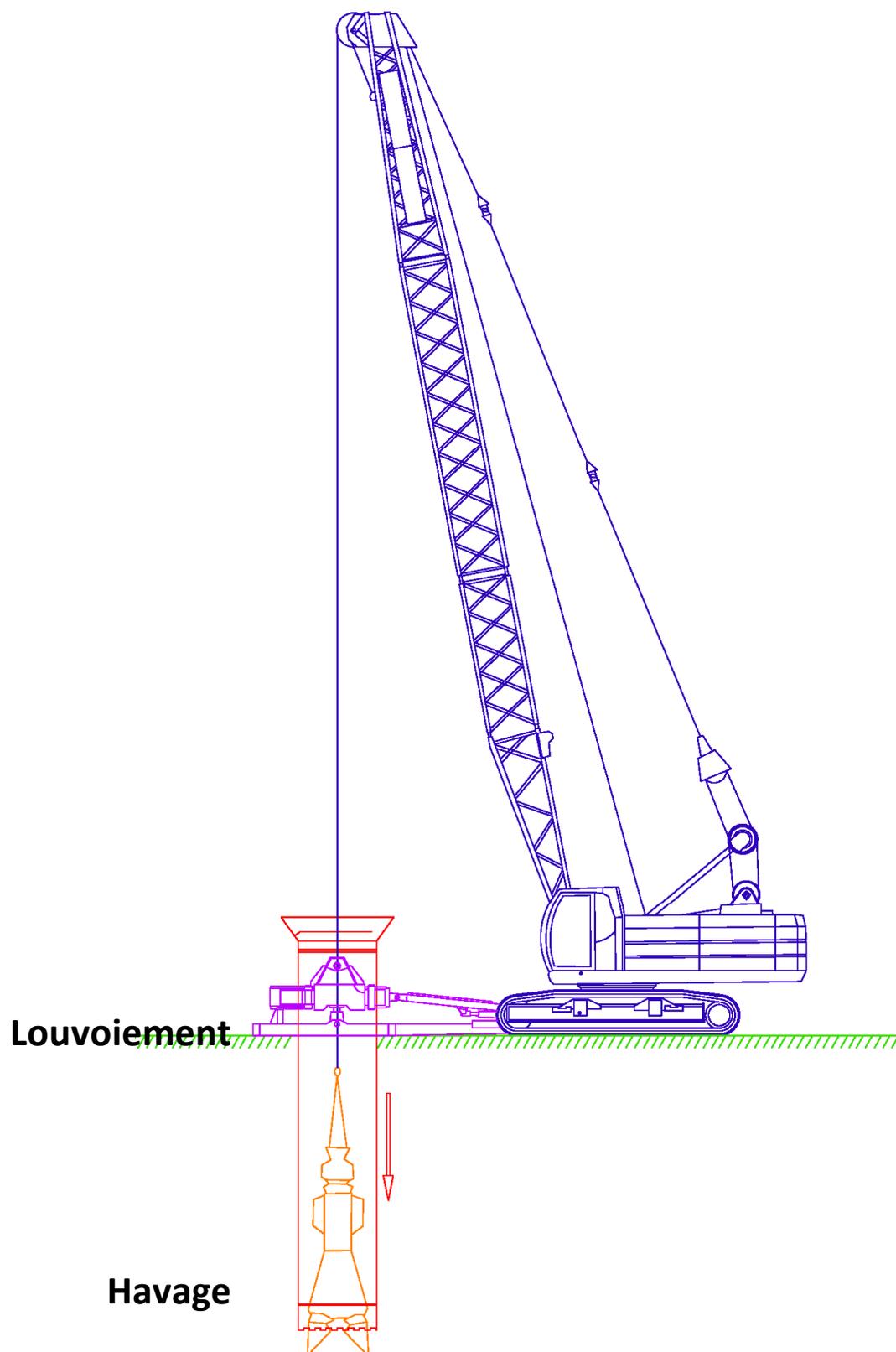


## Références :





## MISE EN PLACE DE LA MACHINE

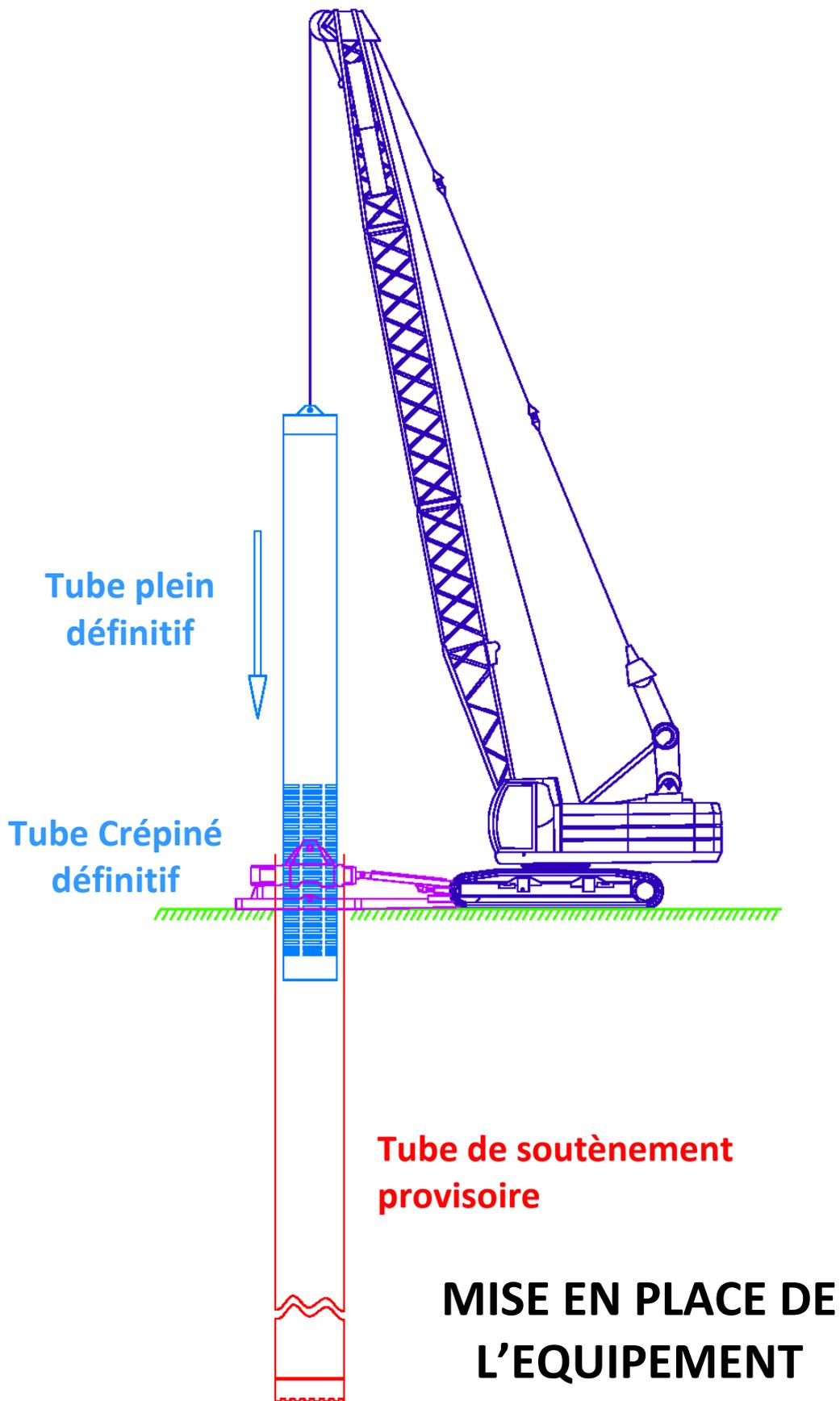


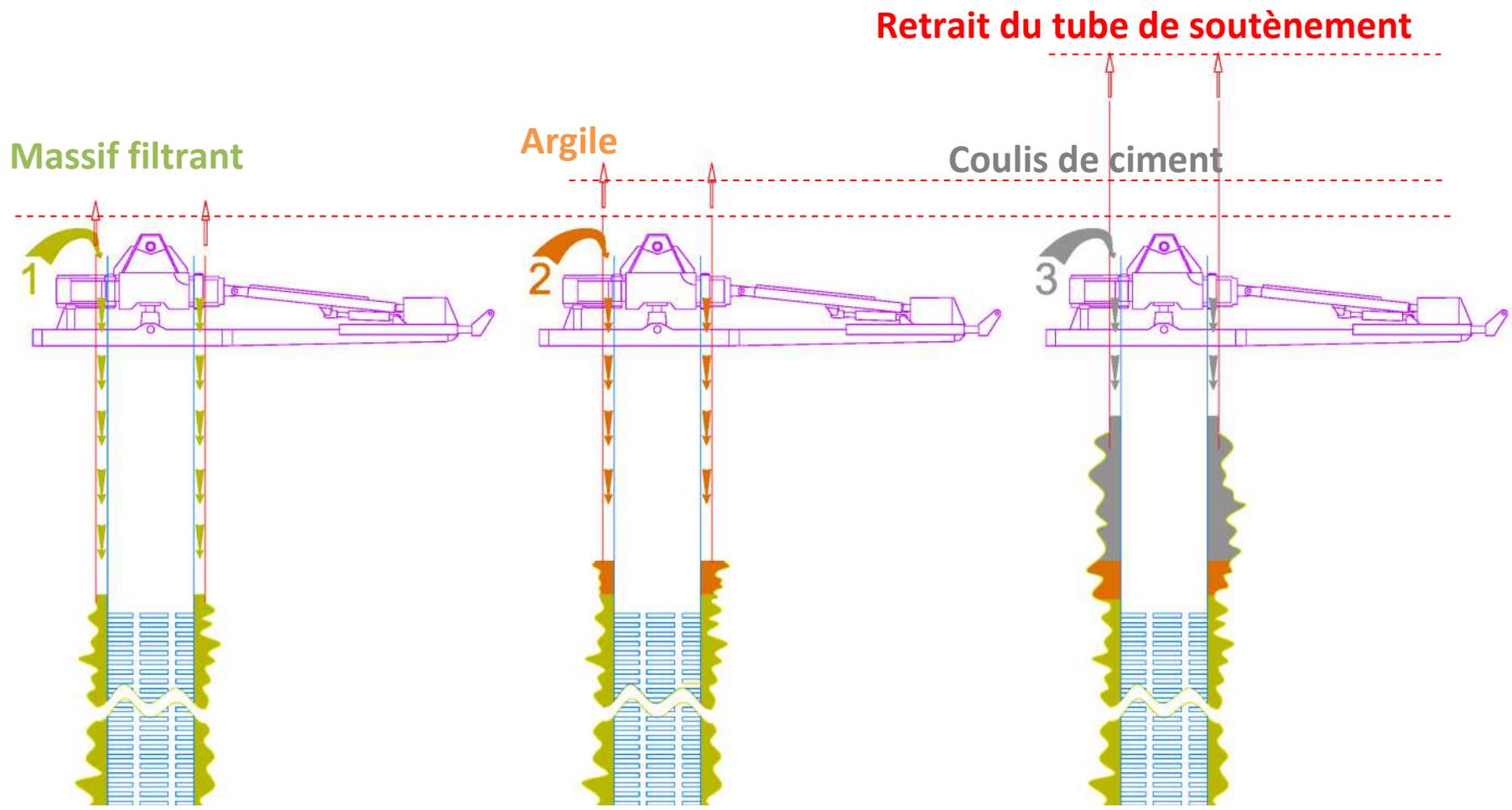
**Louvoisement**

**Havage**

**Couronne tranchante**

**FORATION**





# REPLISSAGE DE L'ESPACE ANNULAIRE