



# SOMMAIRE

- **Objectif de l'étude**
- **Reconnaisances complémentaires**
- **Les méthodes écartées**
- **Les méthodes recommandées**
- **Avantages/inconvénients des méthodes recommandées**
- **Coûts**

# Etude de faisabilité : objectifs

**Objectif** : proposer des solutions techniques pour isoler hydrauliquement le forage en précisant :

- Les méthodes de contrôle des travaux
- Les avantages/inconvénients de chaque méthode
- Une alternative en cas d'échec
- Un calendrier de réalisation
- Les coûts de chaque méthode
- Les reconnaissances complémentaires

**Les bureaux d'étude retenus :**

- Akwaterra
- Egis

# Etude de faisabilité : reconnaissances préalables

Pour réaliser l'isolation hydraulique du forage géothermique, il est nécessaire d'ancrer le dispositif d'isolation dans le niveau imperméable situé au-dessus de la venue d'eau profonde et en-dessous du Keuper (couche géologique contenant l'anhydrite). La profondeur de ce niveau n'a pas encore été reconnue par les sondages réalisés.

**Il est donc nécessaire de réaliser un carottage jusque dans le Muschelkalk.**

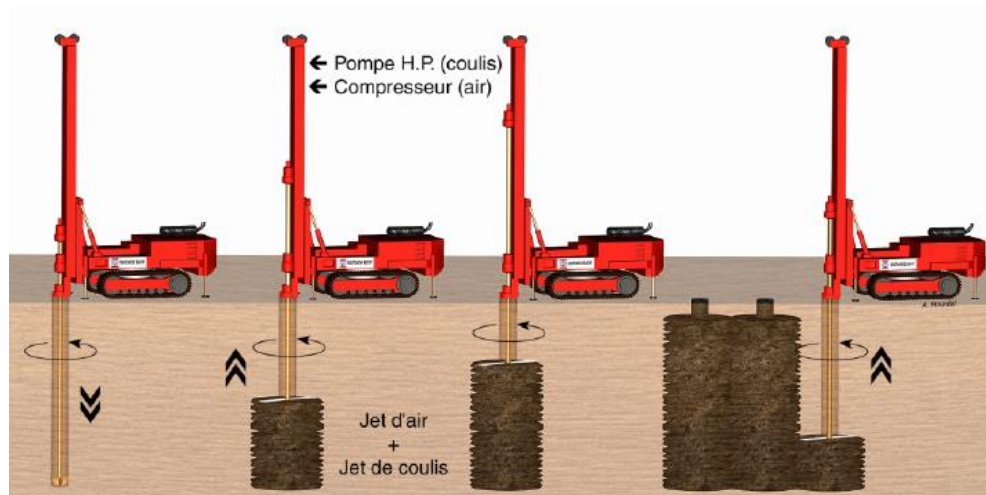
Des essais (perméabilité, pressiomètre, pénétromètre, géophysique, hydrogéologiques...) pourront également être envisagés selon la méthode de traitement retenue.

Un affinage des mesures de déviation réalisées en 2015 (préalablement aux premiers travaux de colmatage) sera également réalisé en essayant d'identifier les mesures perturbées par la présence d'objets métalliques dans l'ouvrage existant.

# Etude de faisabilité – Les méthodes écartées

**Les forages dirigés** : ces méthodes nécessitent une connaissance parfaite de la déviation de l'ouvrage initial or les mesures de déviation réalisées en 2015 ne sont pas assez précises en raison de la nature des outils utilisés (miniatures pour passer dans les tubes PE) et de la présence d'acier dans le forage.

**Le jet grouting** : le principe est de réaliser des colonnes jointives de béton de sol par injection de coulis de ciment à très haute pression. Cette méthode ne permet pas de contrôler la déviation des forages réalisés. Il n'est donc pas possible de vérifier que les colonnes de béton soient jointives en profondeur.



Le jet grouting (Source : [www.soletanche-bachy.com](http://www.soletanche-bachy.com))

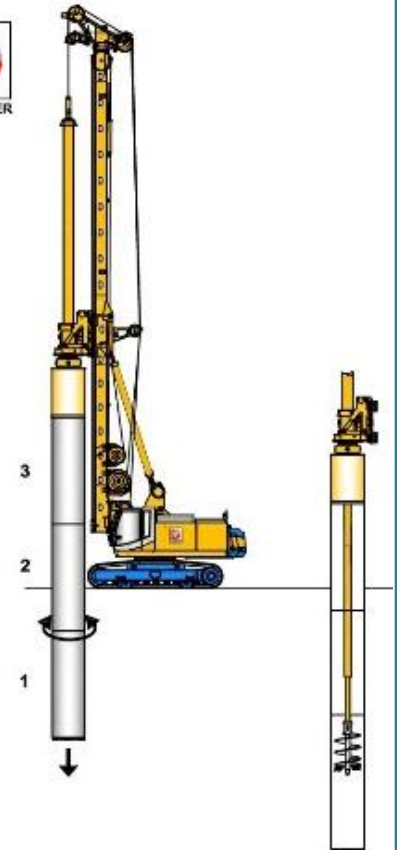
# Etude de faisabilité – Les méthodes proposées

## Sur-forage en gros diamètre (1,5 à 2 m)



**Principe : réaliser un pieux béton en lieu et place du forage géothermique**

- Nécessite de réaménager la plate forme actuelle
- Positionnement et inclinaison du mat de la foreuse dès le départ en fonction des données de déviation réalisées en 2015 qui sont à affiner ;
- Foration avec un tubage à l'avancement qui restera en place et sera rempli par du béton ;
- Mise en place d'un bouchon béton sous le tubage en acier pour garantir une parfaite étanchéité
- Deux possibilités selon les frottements rencontrés et la position du forage géothermique dans le tubage :
  - Démarrage en  $\varnothing 1500$  mm et si nécessaire finition en  $\varnothing 1200$  mm
  - Démarrage en  $\varnothing 2000$  mm et si nécessaire finition en  $\varnothing 1500$  mm (nécessite la modification de l'atelier de forage)
- Contrôle à l'avancement (cuttings et forage géothermique)



Source document et photo :  
[www.durmeyer.fr](http://www.durmeyer.fr)

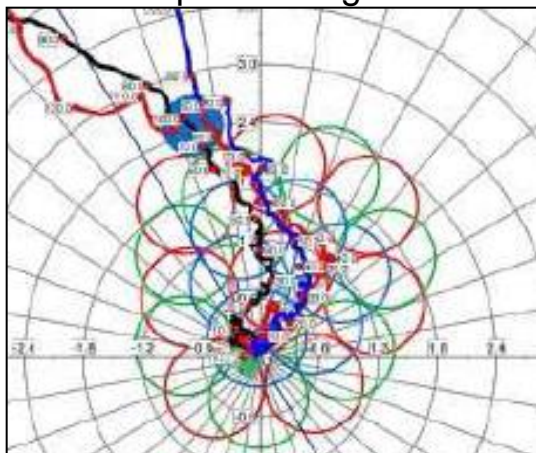


# Etude de faisabilité – Les méthodes proposées

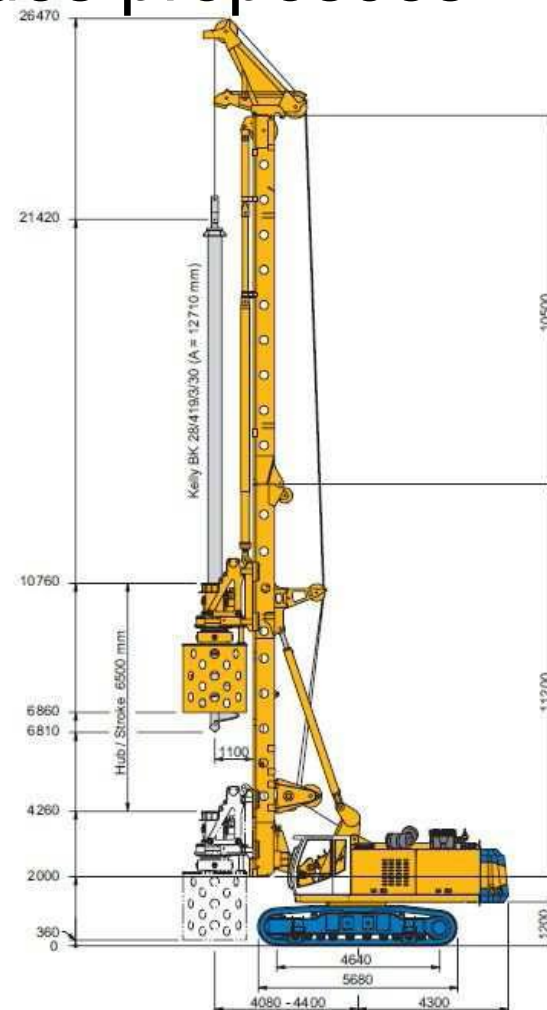
## Les pieux sécants

**Principe : réaliser des pieux béton sécants en périphérie et en lieu et place du forage géothermique**

- Réalisation d'environ 21 pieux de  $\varnothing$  1m sur 9 à 11 m<sup>2</sup> ;
- 3 phases de réalisation ;
- Nécessite de réaliser des pieux parfaitement verticaux ;
- Contrôle de la verticalité des pieux à l'avancement permettant d'adapter les travaux ;
- Contrôle des volumes et de la qualité du coulis à l'avancement ;
- Contrôle final du volume injecté par tomographie électrique et forage éventuel



Source photo : [www.durmeyer.fr](http://www.durmeyer.fr)



Source document : [www.bauerpileco.com](http://www.bauerpileco.com)

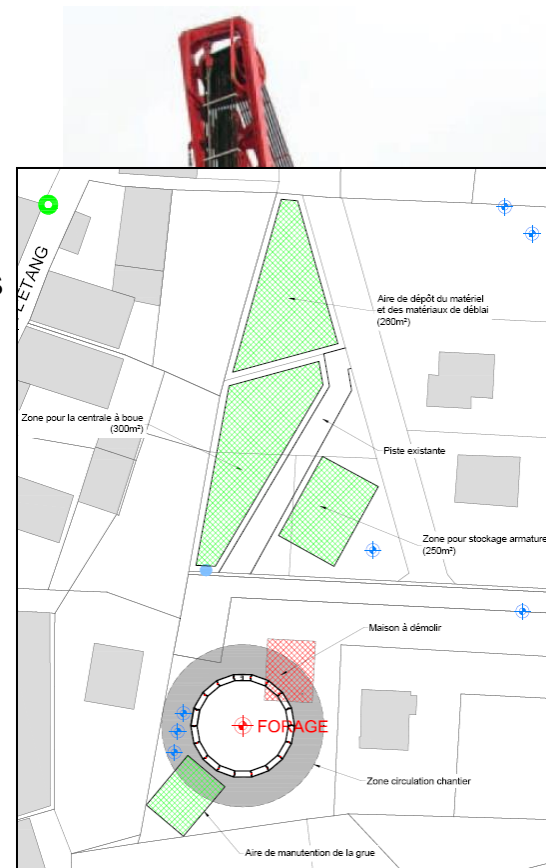
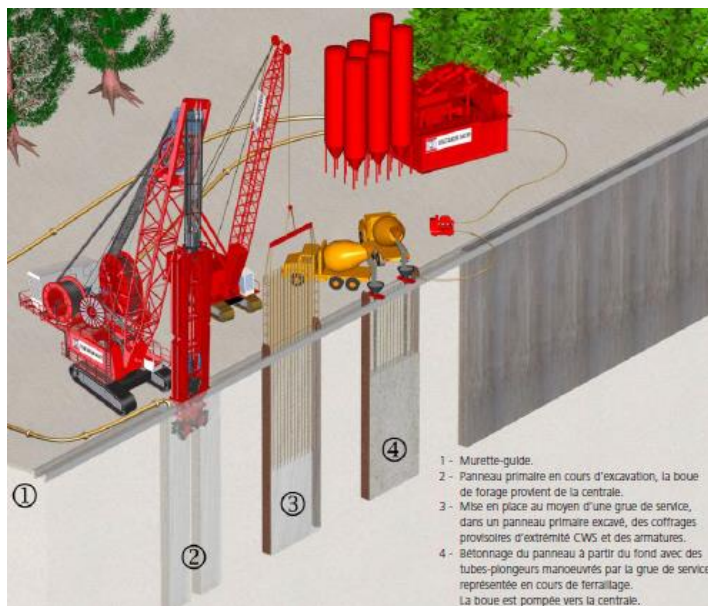


# Etude de faisabilité – Les méthodes proposées

## La paroi moulée

**Principe : réaliser des « barrettes » de béton autour du forage géothermique**

- Diamètre entre 10 et 16 m ;
- Épaisseur de 1 m ;
- Nécessite de réaménager la plate forme actuelle ;
- Contrôle et ajustement de la déviation des panneaux en temps réel ;
- Contrôle des volumes et de la qualité du coulis à l'avancement ;





# Etude de faisabilité – Les méthodes proposées

## Avantages / inconvénients

<b>Méthode</b>	<b>Inconvénients</b>	<b>Avantages</b>
<b>Sur-forage en gros diamètre</b>	Plate forme de grande dimension et engins lourds. Délai d'approvisionnement et de mobilisation. Déblais . Nécessite de démolir la maison Kandel.	Contrôle à l'avancement (cuttings, forage géothermique, volume béton injecté). Contact parfait entre le terrain et le tubage acier. Double étanchéité : acier + béton.
<b>Pieux sécants</b>	Nécessite de maîtriser une verticalité parfaite des pieux. Nombreux déblais.	Contrôle à l'avancement (cuttings, déviation, volume béton injecté) avec réalisation d'un modèle 3D pour adapter les travaux. Périmètre autour du forage géothermique adaptable. Conservation de la plate forme actuelle.
<b>Paroi moulée</b>	Plate forme de grande dimension et engins lourds. Nombreux déblais. Nécessite de démolir la maison Kandel.	Contrôle et ajustement de la déviation en temps réel. Périmètre autour du forage géothermique adaptable.

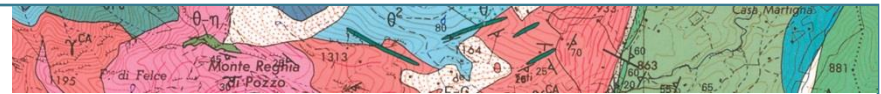
# Etude de faisabilité – Les coûts et délais

Les coûts sont donnés sans la maîtrise d'œuvre et études préalables.

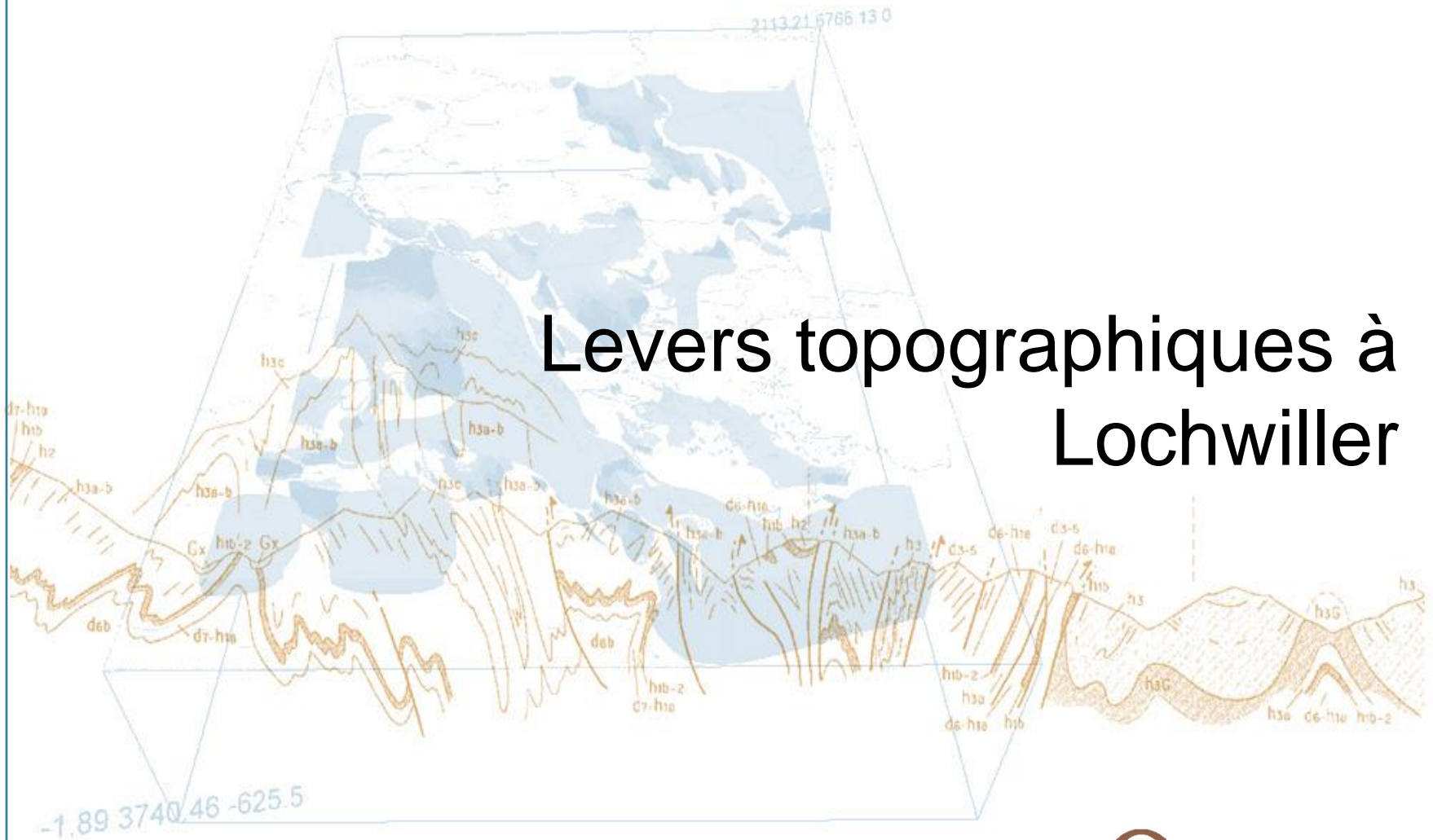
Les délais sont donnés de l'amenée au repli du matériel sur site.

La modification de la plate forme et la démolition de la maison Kandel ne sont pas prises en compte.

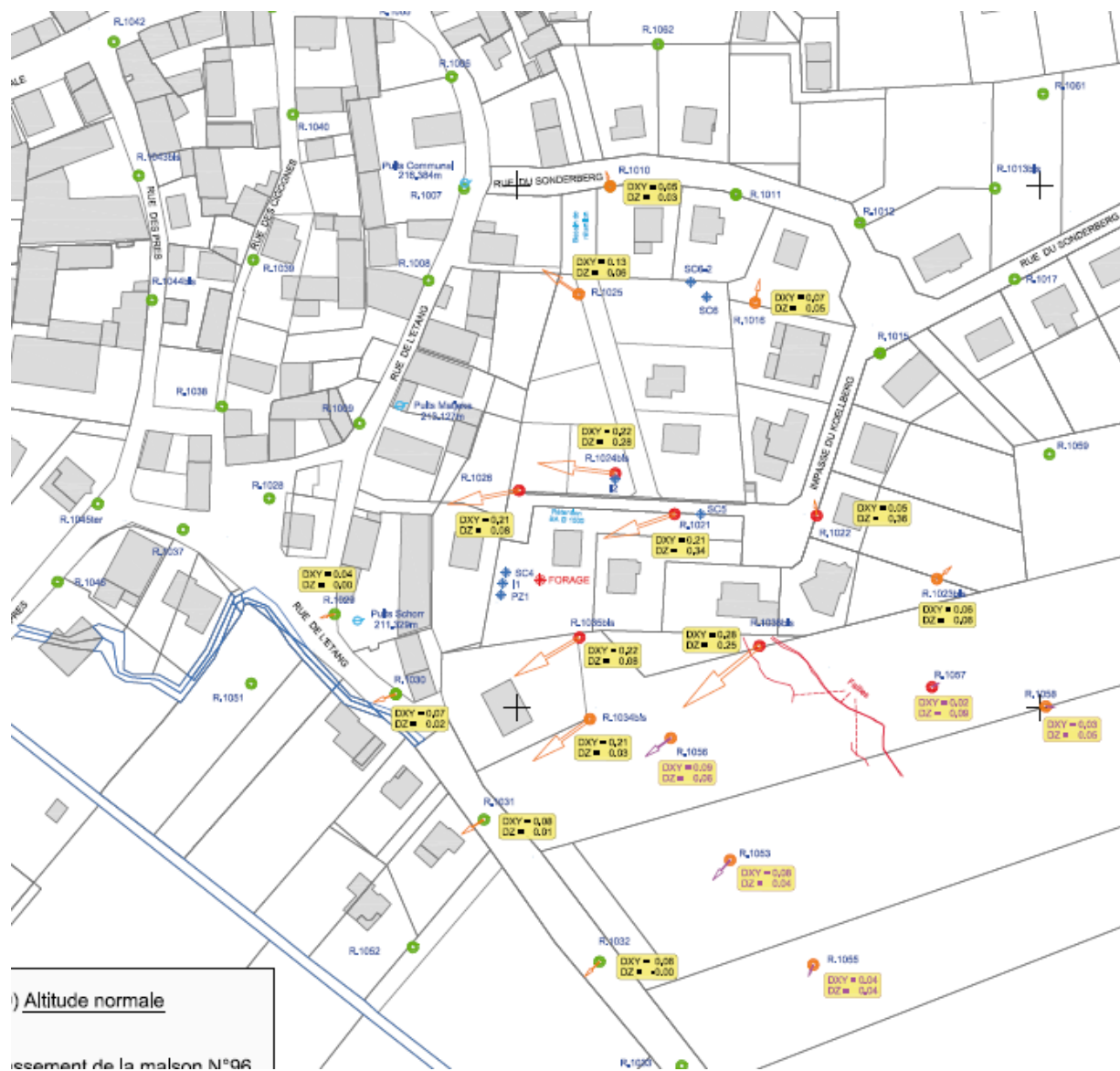
<b>Méthode</b>	<b>Coûts</b>	<b>Délais de réalisation</b>
Sur-forage en gros diamètre	600 - 700 k€ HT	33 jours soit environ 2 mois
Pieux sécants	500 - 600 k€ HT	7,5 semaines soit environ 2 mois
Paroi moulée	3000 à 3500 K€ HT	16 semaines soit 4 mois



# Levers topographiques à Lochwiller



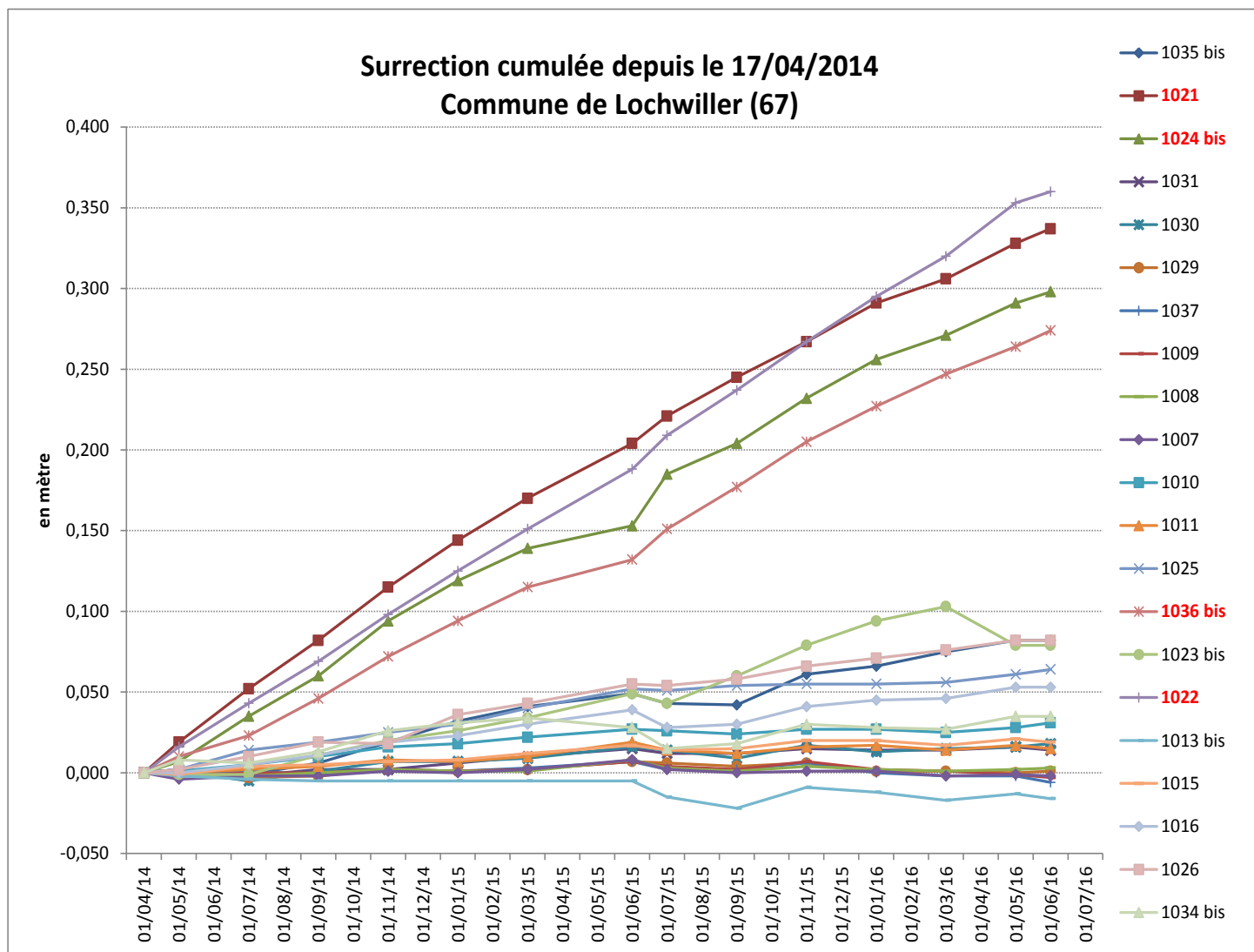
# Situation en juin 2016 (cumul depuis le 17/04/2015 et 29/09/2016)



Géosciences pour une Terre durable



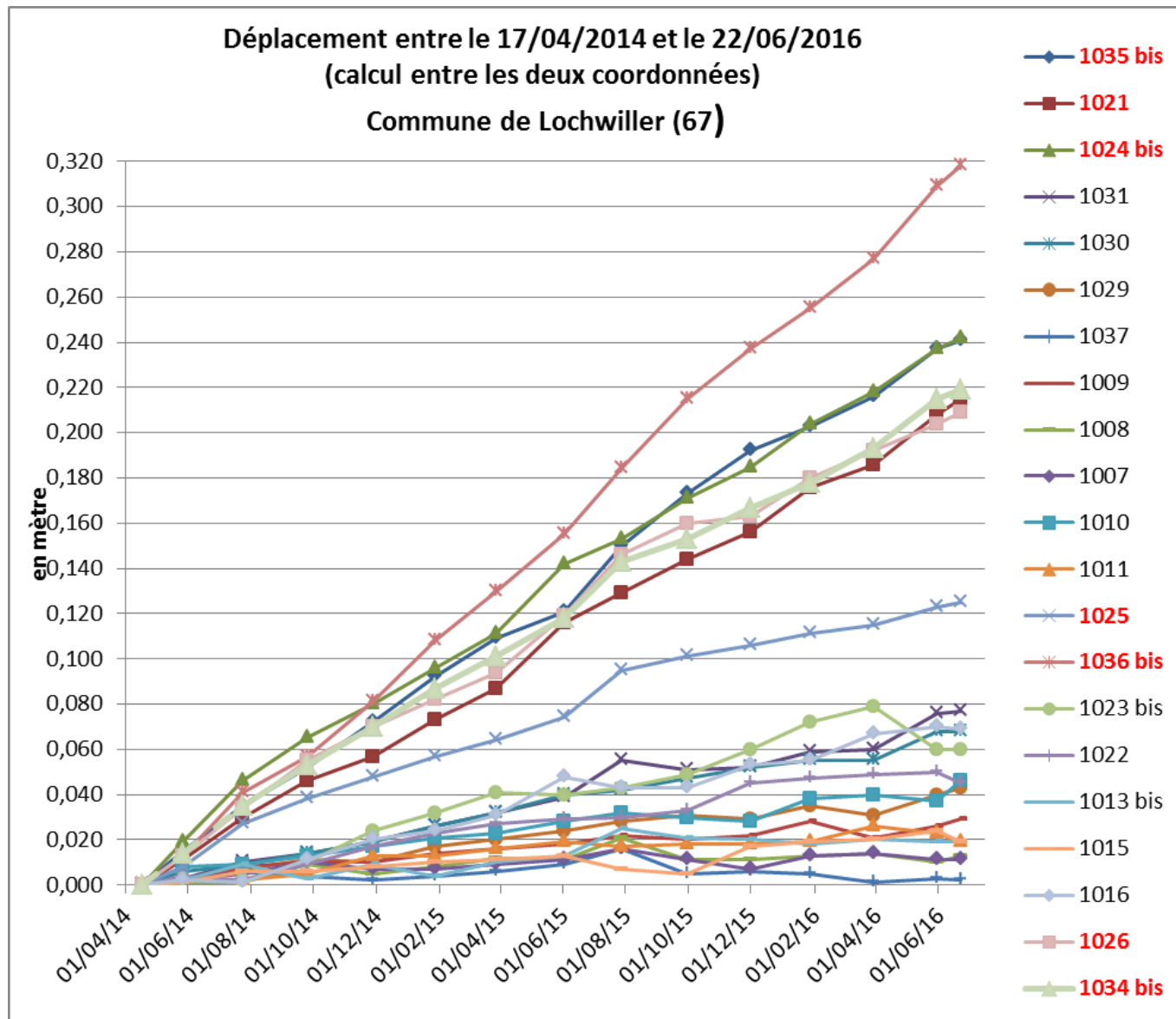
# Situation en juin 2016 (cumul depuis le 17/04/2015)



sciences pour une Terre durable



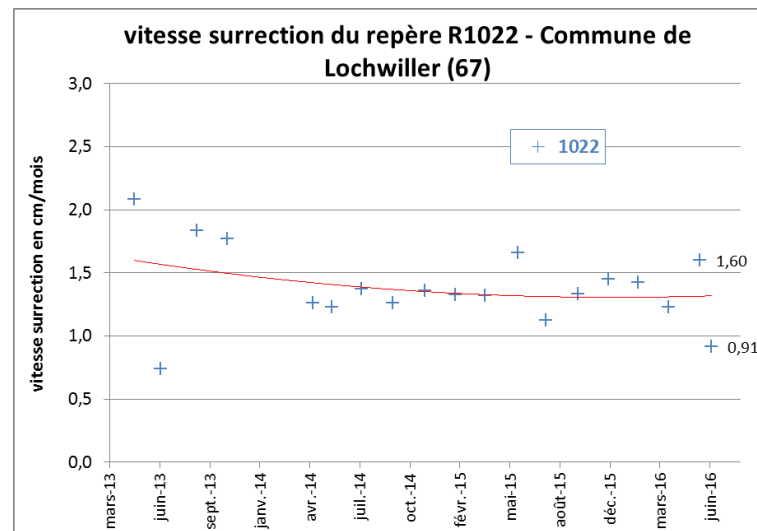
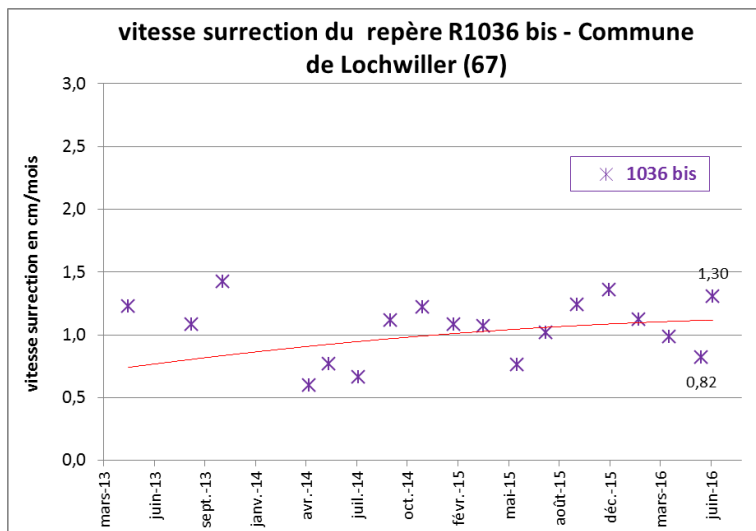
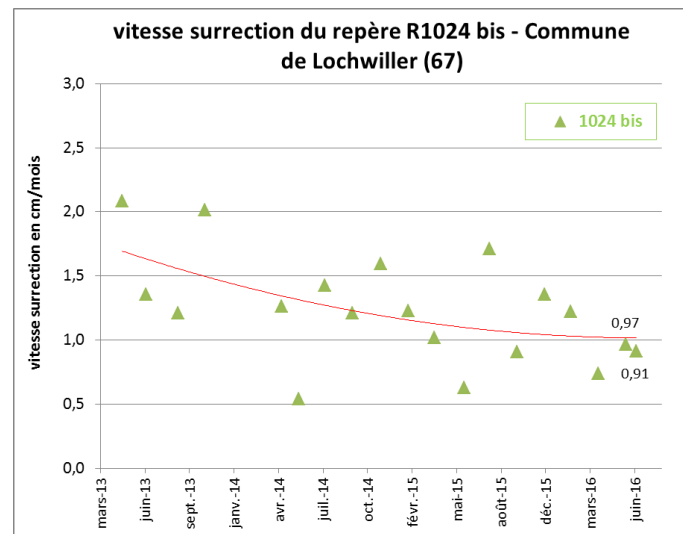
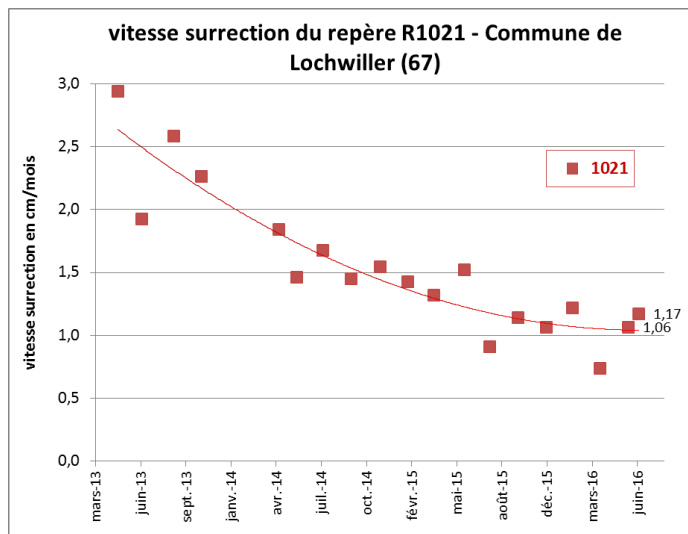
# Situation en juin 2016 (cumul depuis le 17/04/2015)



Géosciences pour une Terre durable



# Situation en juin 2016 : vitesse de surrection



Pas d'accélération significative depuis la mesure précédente

# Conclusions

## > **Les tendances constatées précédemment se confirment**

- La zone concernée par le mouvement reste limitée entre les rues Sonderberg au nord et de l'Etang à l'ouest et au sud ;
- La vitesse de surrection maximale est autour de 1,6 cm/mois.

## > **Les mesures effectuées sur les nouveaux repères situés au niveau du verger au sud-est du lotissement montrent sur une période de 9 mois :**

- une surrection des terrains de 9 cm au maximum ;
- un déplacement planimétrique de 9,5 cm au maximum.

## > **Les mesures exceptionnelles réalisées le 22 juin 2016 suite aux intempéries ne montrent pas d'accélération du phénomène, cela restera à confirmer lors des prochaines mesures.**





Merci pour votre attention

