

Automatisation du calcul du volume d'excavation par la centrale de traitement des boues



SCHAUENBURG

Maschinen- und Anlagen-Bau GmbH

Samuel VITALE – Schauenburg MAB (Responsable Asie)



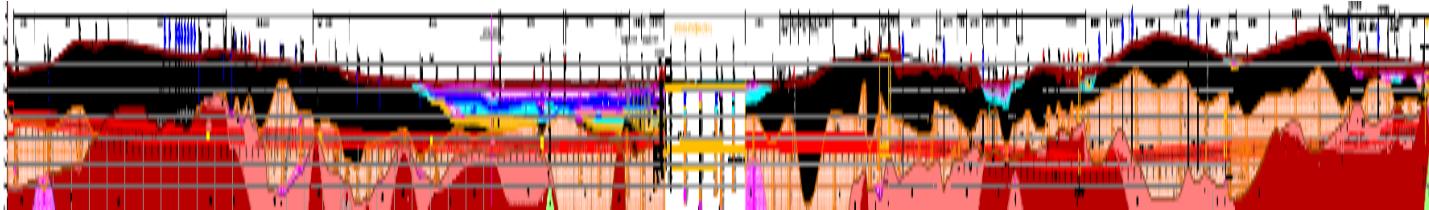
- Le challenge du creusement à Singapour
- Le terrain mixte doux-rocheux sujet aux sur-excavations
- Les solutions mises en place pour détecter une sur-excavation
- L'automatisation de calcul du volume excavé à travers la centrale de traitement
- Les résultats obtenus

Challenge du creusement à Singapour

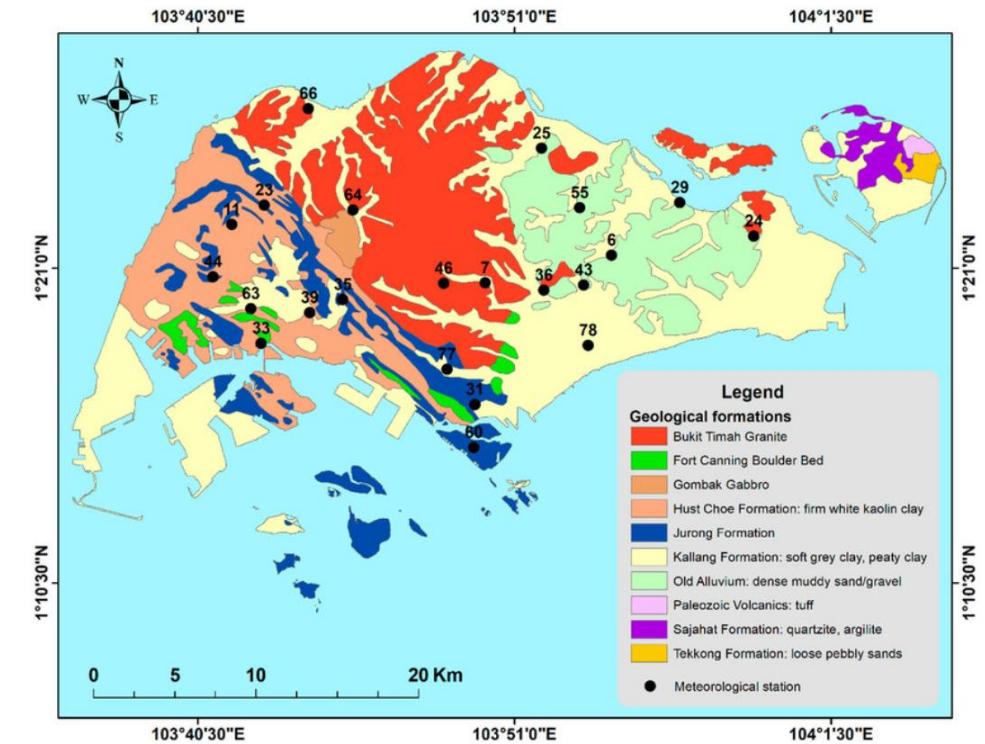


SCHAUBURG
Maschinen- und Anlagen-Bau GmbH

- Zone urbaine avec une des densités les plus élevées du monde (7900 personnes / km²)
- Terrain extrêmement variant



Interface Roche – Terre : Risque de sur-excavation





2015 : Downtown Line 3 - Upper Changi Road East



16 March 2013 : Downtown Line 2 - Woodlands



2013 Clementi Road

Suivi des over-excavations



- Suivi précis du volume de ciment injecté dans le vide annulaire



Quand un anneau à un volume de ciment anormalement supérieur, on peut considérer qu'il y a eu une sur-excavation. Cependant, ce n'est pas toujours la seule explication à ce sur-volume.

Ce résultat ne peut pas non plus estimer de quel ordre est la sur-excavation.



- Suivi du tassement en surface



Problème : ce système requiert des mesures fréquentes avec compilation des données.

Parfois le temps de traitement ne permet pas de prévenir à temps un effondrement



A chaque fin d'anneau, l'équipe tunnel relève la hauteur du cône de déblais en sortie de la centrale de traitement.

La hauteur est comparée anneau après anneau

Problématique :

- La précision de la mesure est aléatoire
- Ne pas oublier de tamiser la zone de chute sous convoyeur à chaque anneau et noter le niveau initial.



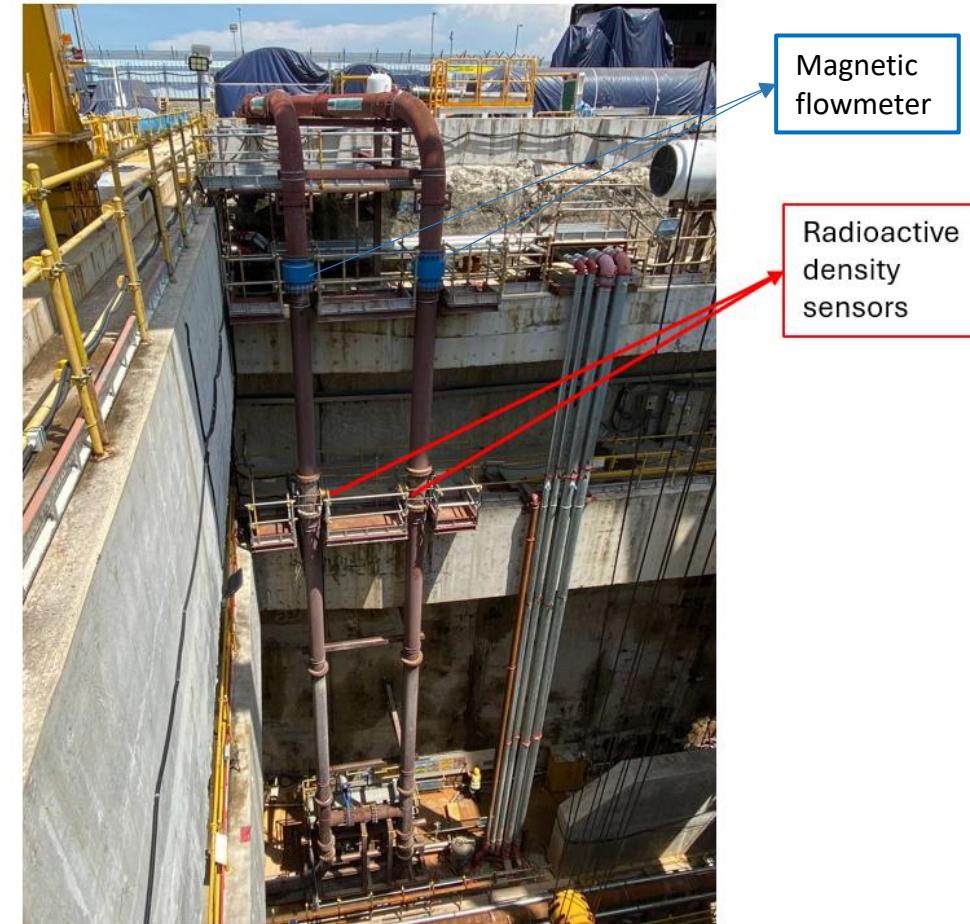
Mesure sur le circuit de marinage



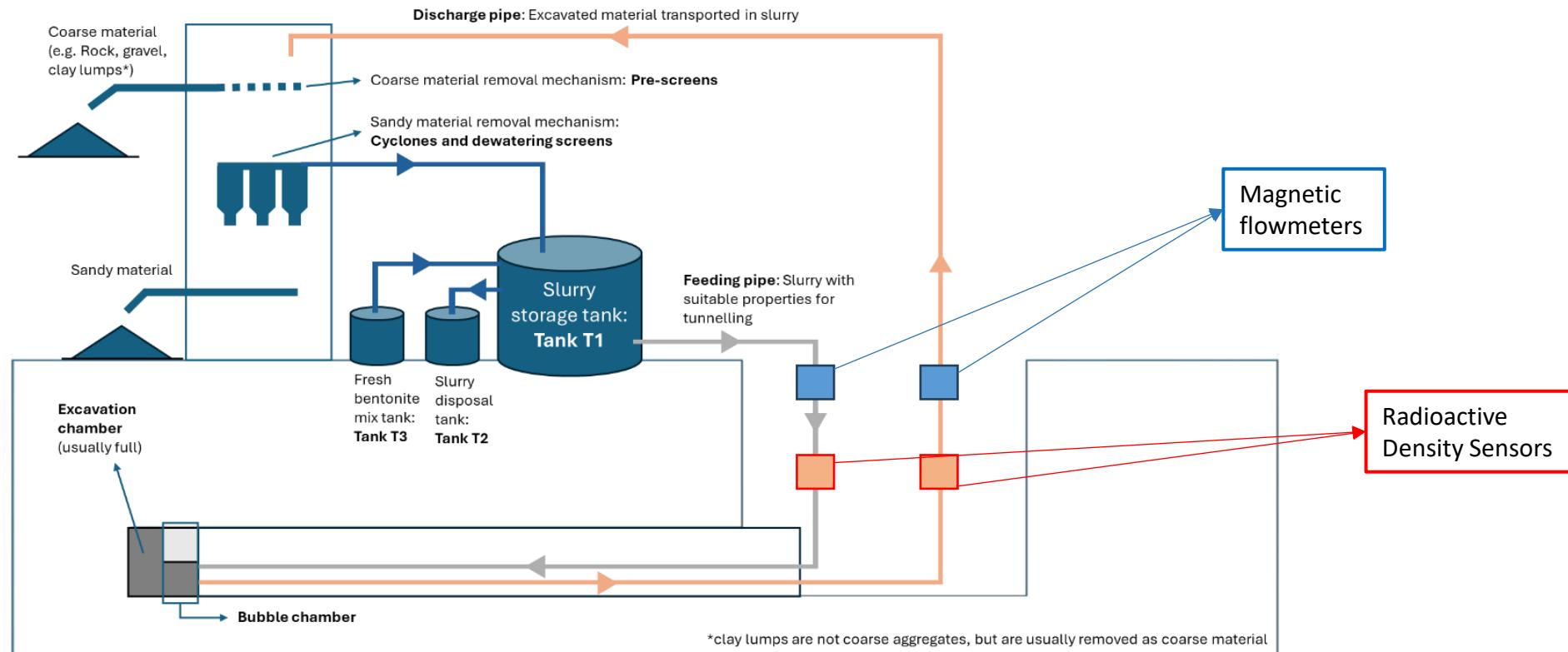
Pour estimer le volume excavé, on mesure le débit et la densité du marinage en injection et en retour.

Le débitmètre utilisé est à sonde magnétique

Le densimètre utilise une source radioactive



- Mesure sur le circuit de marinage





Utilisation de la théorie de la masse sèche (ASTM D4254) qui considère l'ensemble des particules excavés sans l'eau ni l'air in-situ.

Le tunnelier mesure en direct cette masse avec le débitmètre et densimètre.

$$m_{dry} = \int_{Ring\ start}^{Ring\ end} \left(\dot{Q}_{discharge} \times \frac{\rho_{discharge} - \rho_{water}}{\rho_{solids} - \rho_{water}} \times \rho_{solids} - \dot{Q}_{feed} \times \frac{\rho_{feed} - \rho_{water}}{\rho_{bentonite} - \rho_{water}} \times \rho_{bentonite} \right) \delta t$$

Mesure sur le circuit de marlage

La valeur de la masse sèche est mise en comparaison avec la masse in-situ estimée (Masse cible) par le géologue du projet



On considère la précision de la mesure à $\pm 10\%$.

Quand on sort de cette zone, des mesures de préventions sont mise en place comme des injections de ciment supplémentaires voir même des traitements depuis la surface.

Mesure sur le circuit de marimage



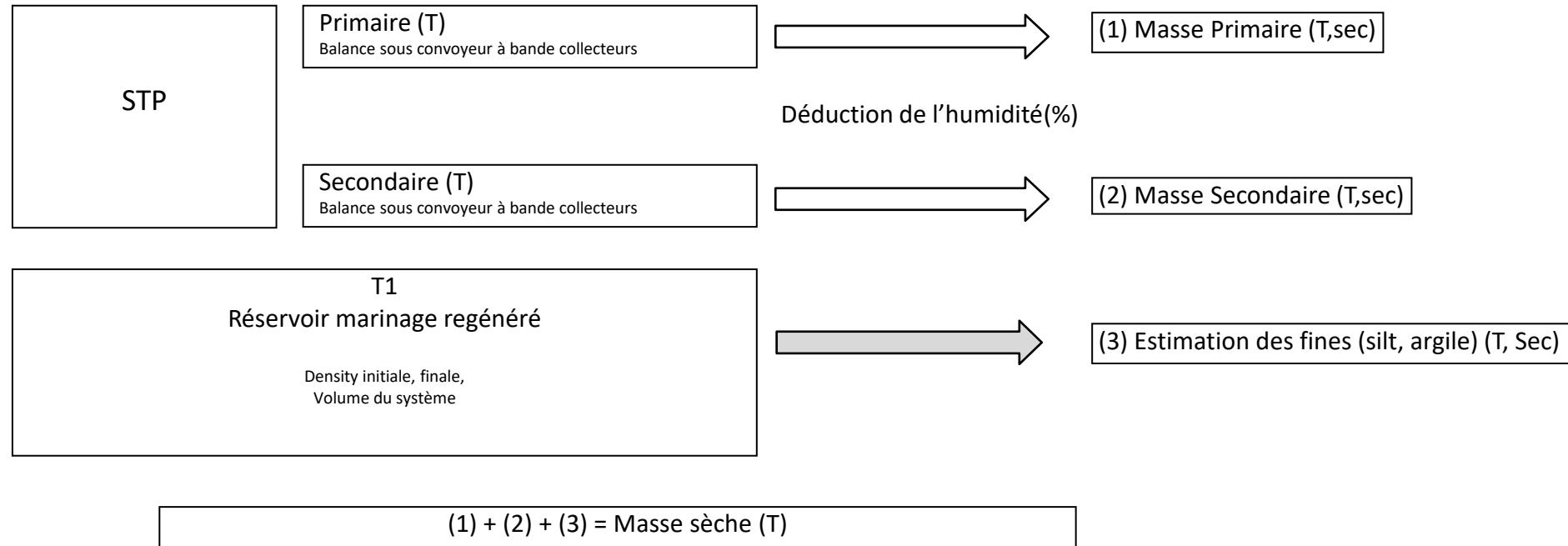
SCHAUBURG
Maschinen- und Anlagen-Bau GmbH

Problème de cette mesure automatique : pas de réelle comparaison



Mesure par la centrale de traitement

Schauenburg MAB propose depuis le creusement de la nouvelle ligne de métro Cross Island Line (2019), une mesure automatique à travers les instruments de la centrale de traitement des boues:



Mesure par la centrale de traitement

Mesure des balances sous convoyeur :



Mesure par la centrale de traitement



SCHAUBURG
Maschinen- und Anlagen-Bau GmbH

Mesure de l'humidité :



Collect excavated material at end of screen to ensure a more representative mixture



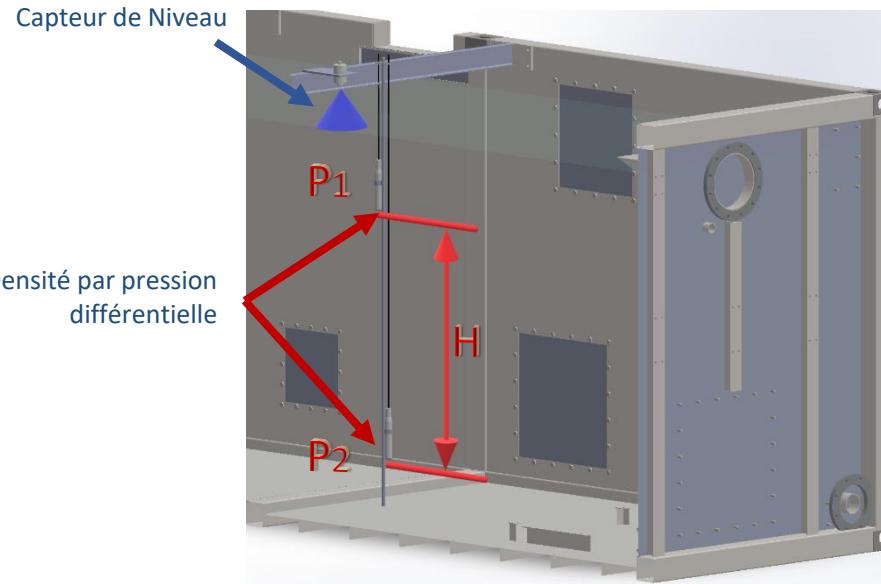
Heat excavated material at high temperature (250°C) for 1 hour to dry out the mixture



Entrée des résultats dans la console de contrôle de la centrale:

Mesure par la centrale de traitement

Mesure du volume de marinage actif et de sa densité :

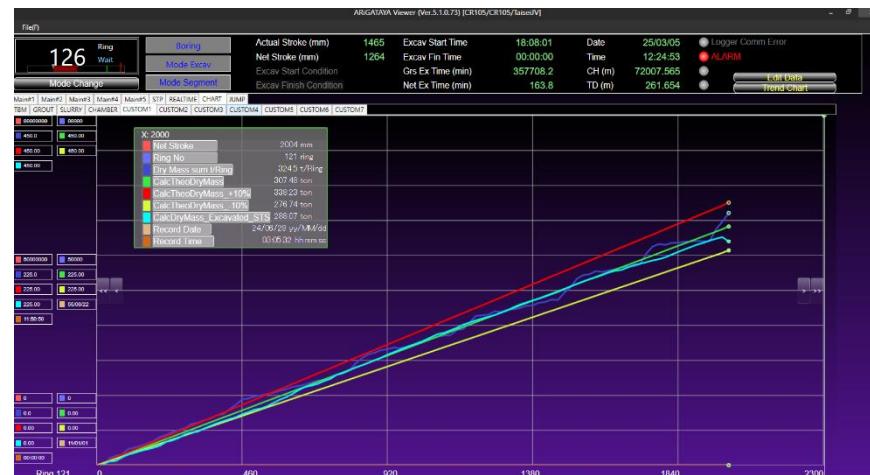
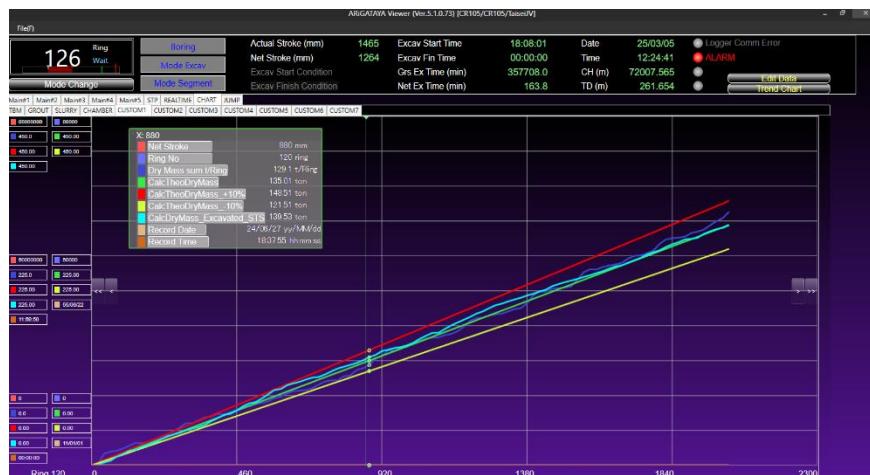
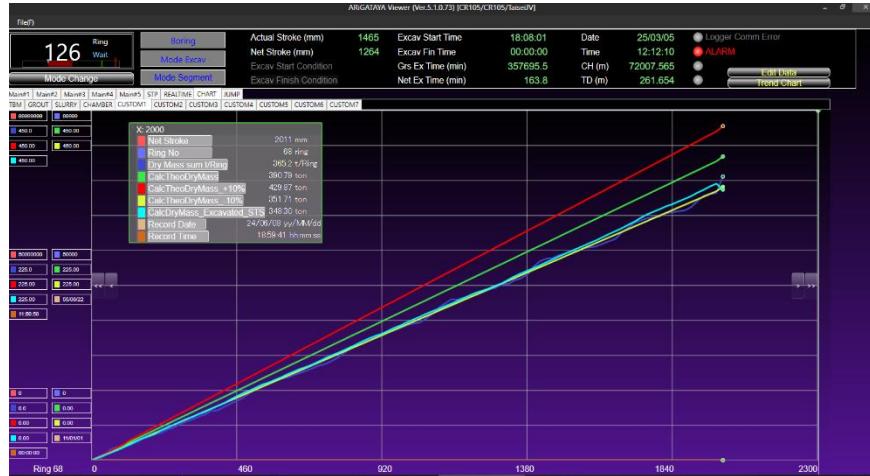


$$Density_{Active Slurry Tank} = \frac{P_1 - P_2}{gH}$$

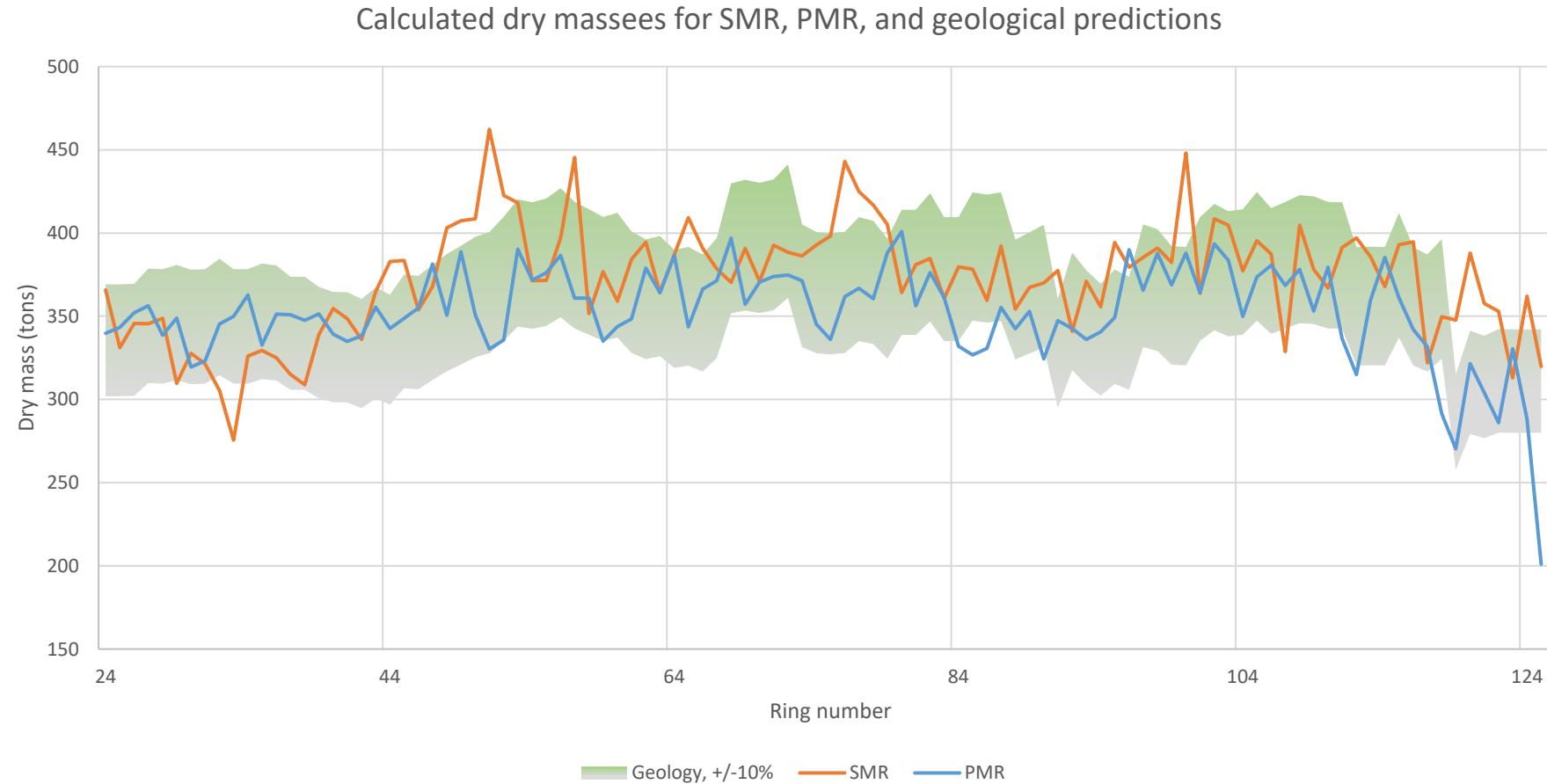


Résultats obtenus

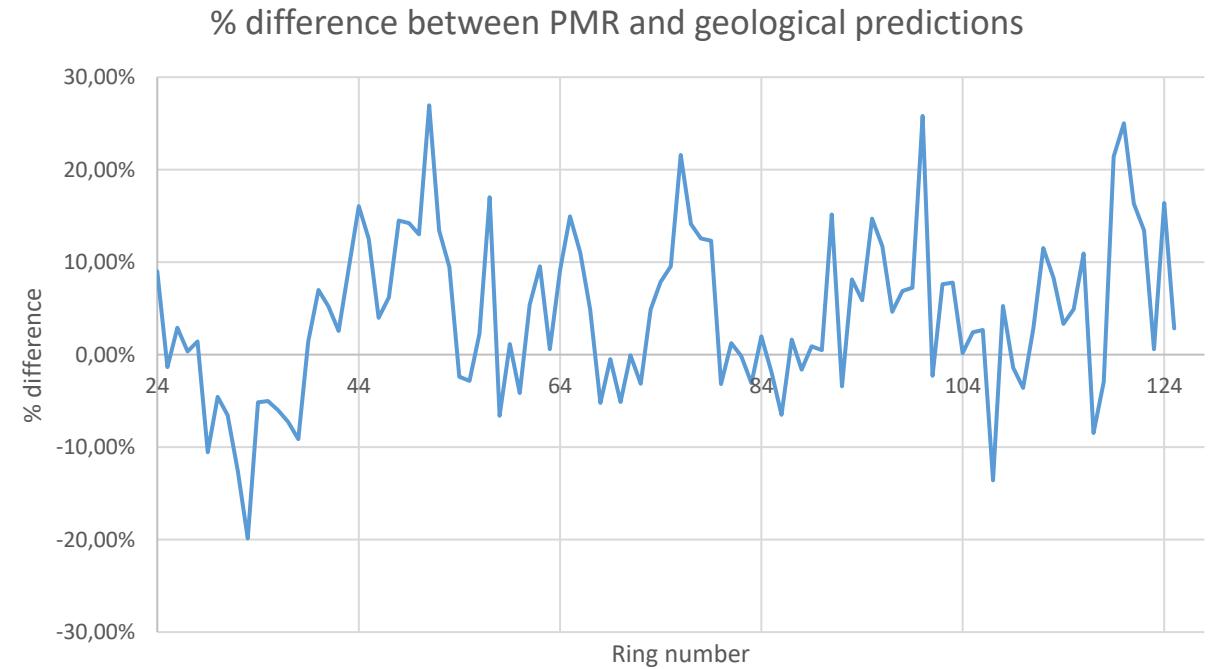
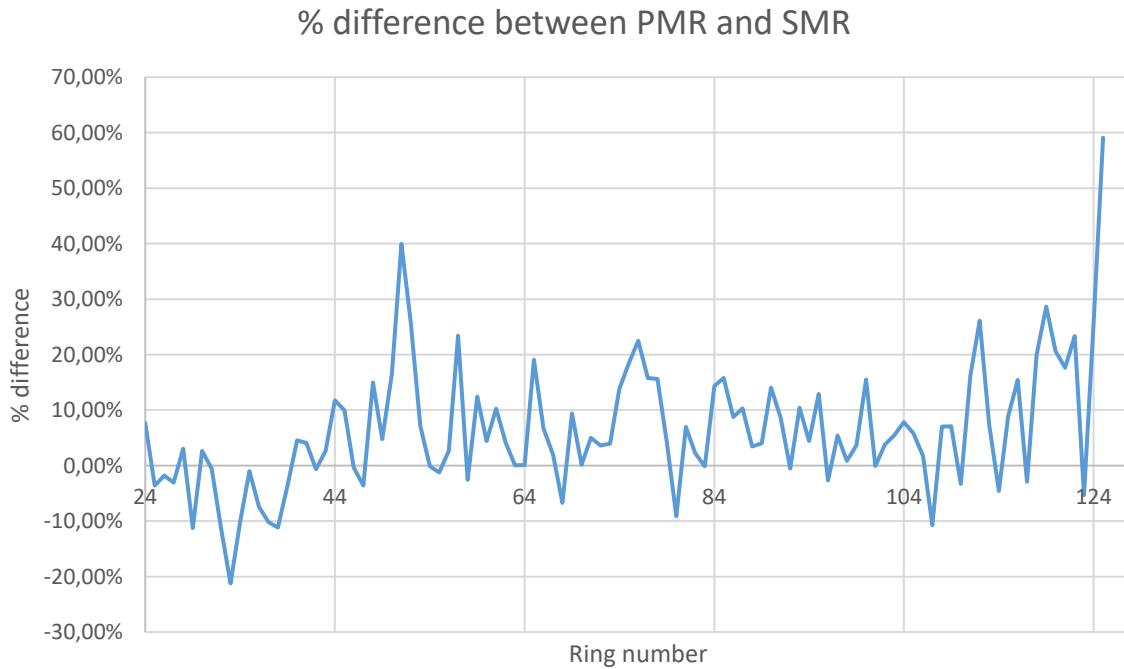
Le data logger site génère une courbe à chaque anneau en direct :



Comparatif entre la mesure sur circuit de marinage (PMR) et la mesure avec les instrumentations de centrale de traitement (SMR)



Comparatif entre la mesure sur circuit de marinage (PMR) et la mesure avec les instrumentations de centrale de traitement (SMR)



Limites et futurs progrès

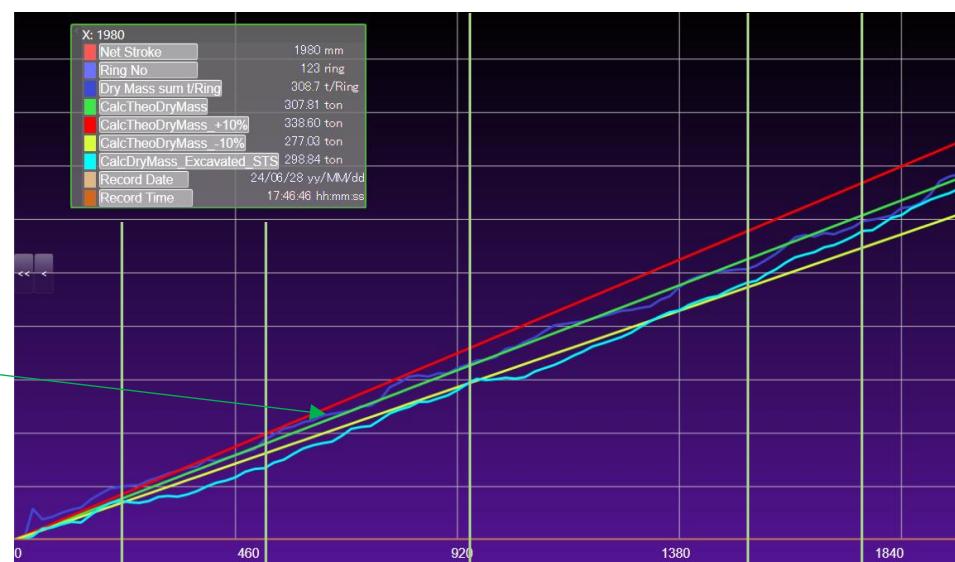
Un des challenges qui reste à résoudre est le changement de terrain pendant le creusement d'un anneau :



Start of ring

End of ring

La masse cible géologique est unique

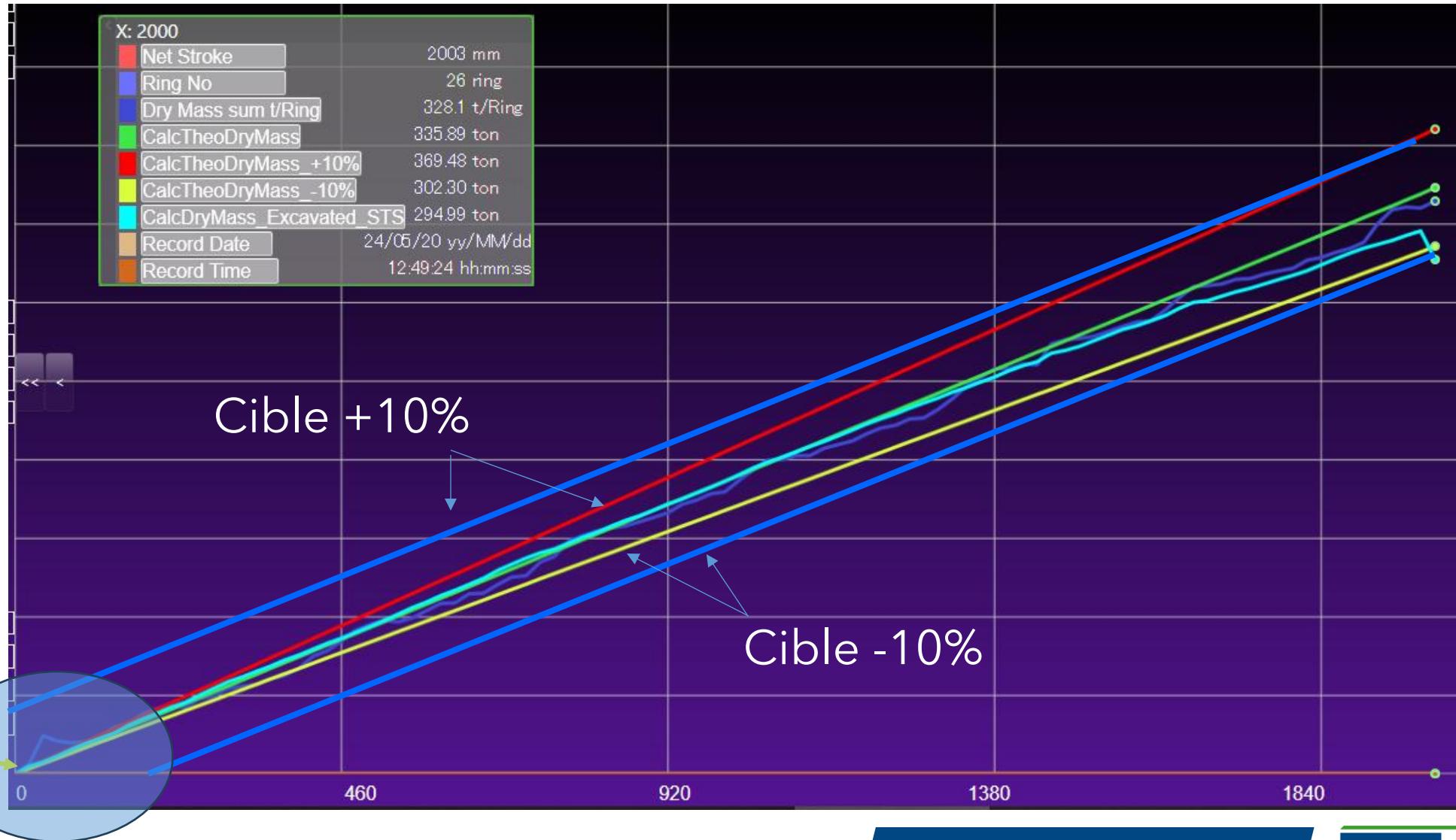


Limites et futurs progrès



Problème de liberté autour de zéro

La masse cible géologique





SCHAUENBURG
Maschinen- und Anlagen-Bau GmbH

Engineering
A Better World