



InnovExplo
LA NOUVELLE RÉALITÉ MINIÈRE

Le rôle du géologue au cœur d'une étude de faisabilité

15^e Forum Technologique Consorem – Divex

23 mai 2017 à Val d'Or

Guilhem Servelle, géo.

Plan de la présentation

- Ultime étape avant l'opération
- La pertinence des données de base
- La robustesse de l'estimé de ressources
- Le modèle litho-structural
- Le modèle géo-métallurgique
- Besoins géologiques de la future opération

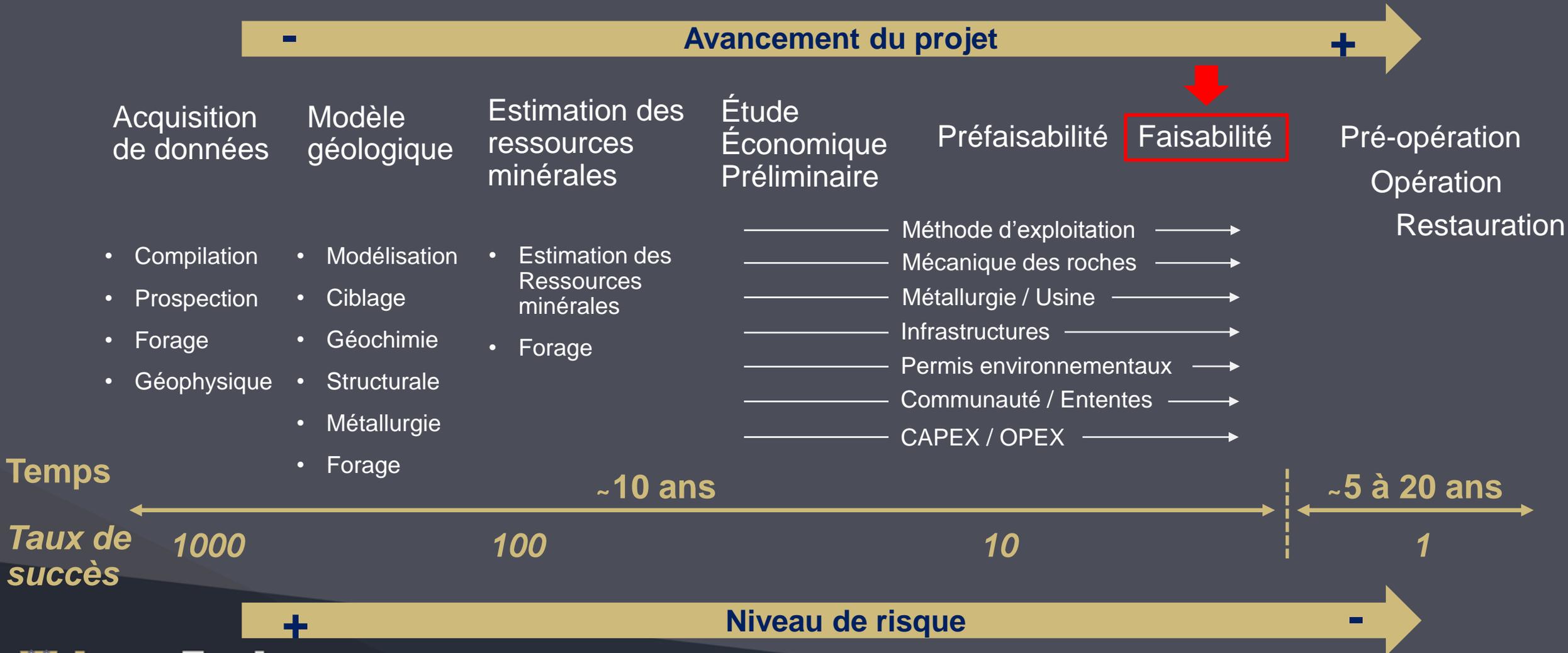
Ultime étape avant l'opération

Ultime étape avant l'opération - Définition

En quelques mots ...

- Stade d'étude ultime en vue du démarrage d'un projet minier;
- Compile et documente les hypothèses clefs inhérentes au projet;
- Présente les avis techniques raisonnables des différents intervenants;
- Théoriquement garante de la réalisation technique et de la viabilité économique du projet;
- Incertitudes théoriques sur les ressources/réserves: $\pm 10\%$
- Incertitudes théoriques sur l'ingénierie : $\pm 15\%$

Ultime étape avant l'opération - Travaux



Ultime étape avant l'opération - Géologie



Travaux géologiques réalisés pour un projet de stade avancé:

- Forage de conversion
- Forage géotechnique
- Forage de condamnation
- Tests met. avancés
- Nouvel estimé de ressources
- Décapage / rampe d'explo.
- Échantillonnage en vrac

Temps

Taux de succès



La pertinence des données de base

La pertinence des données de base

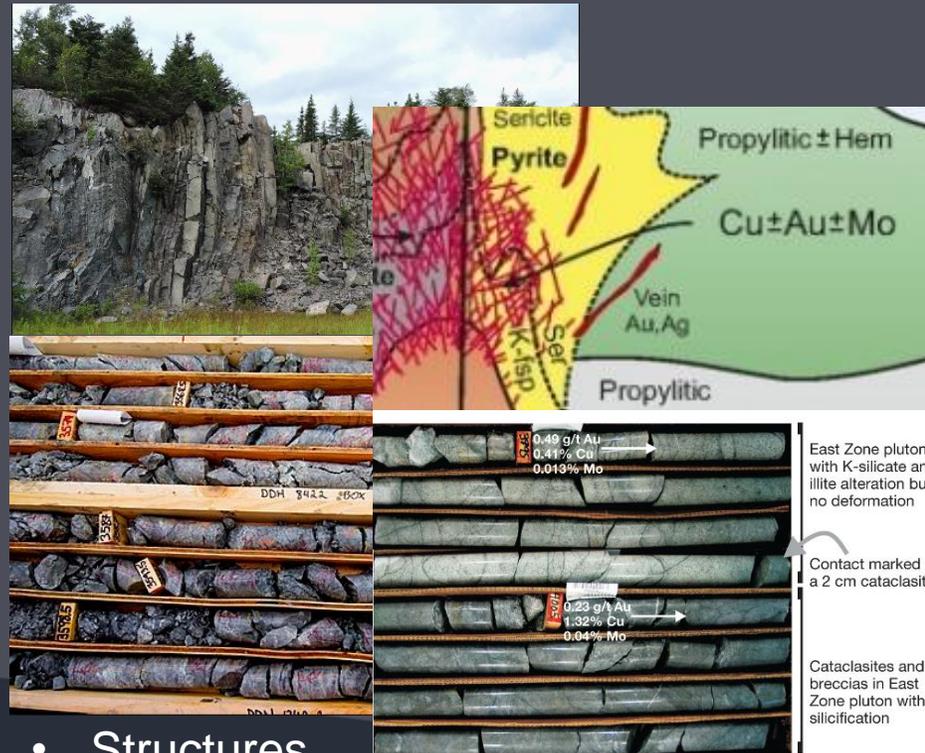
Environnement du projet



- Cimentation des forages ?
- Interprétation avancées des failles ?



Confrontation des données



- Structures
- Halos d'altération

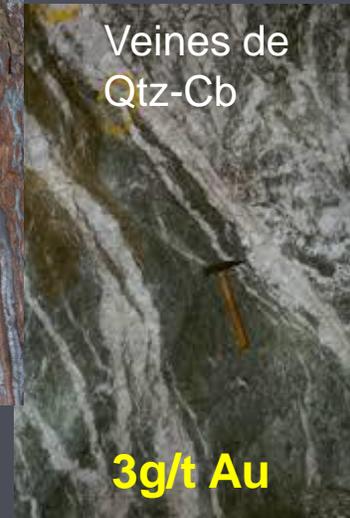


Approche en terme de valeur économique

Formation de fer



- Broyage couteux
- GA*

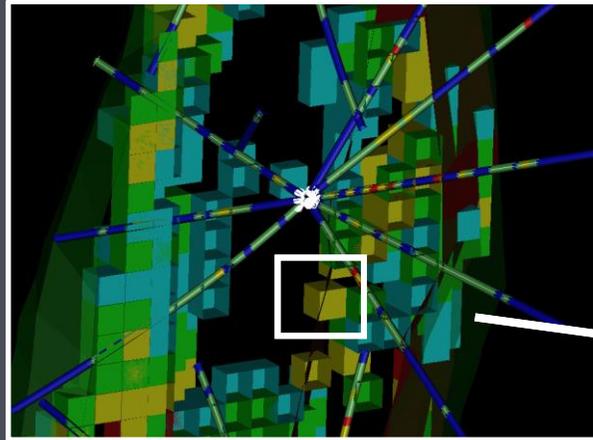
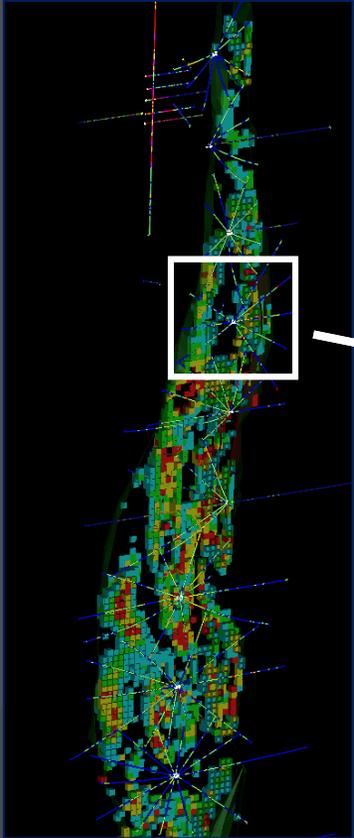


- Broyage facile
- Non GA*

*Générateur Acide

La robustesse d'un estimé de ressources

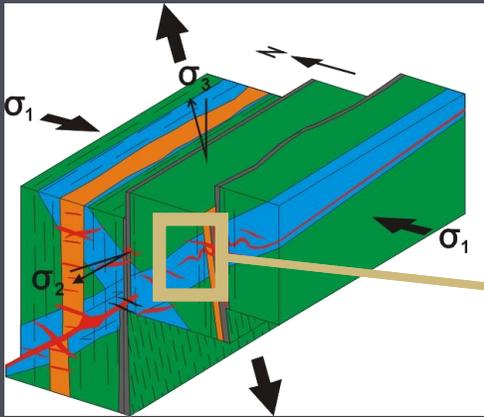
La robustesse d'un estimé de ressources



- Au, Ag, EGP (g/t)
- Cu, Zn, Fe (%)
- Li, ETR (%)
- NSR (% ou \$C)
- Diamants (c)
- Densité (g/cm³)

La robustesse d'un estimé de ressources

Modèle géologique



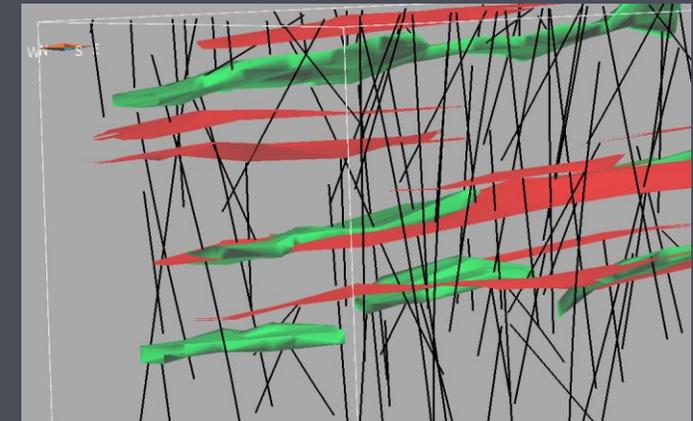
- Modèle fiable - compréhension générale
- Lithologies et structures

Modèle des zones minéralisées



- Continuité géologique VS continuité des teneurs (g/t)
- Épaisseur géologique VS épaisseur d'opération minimale

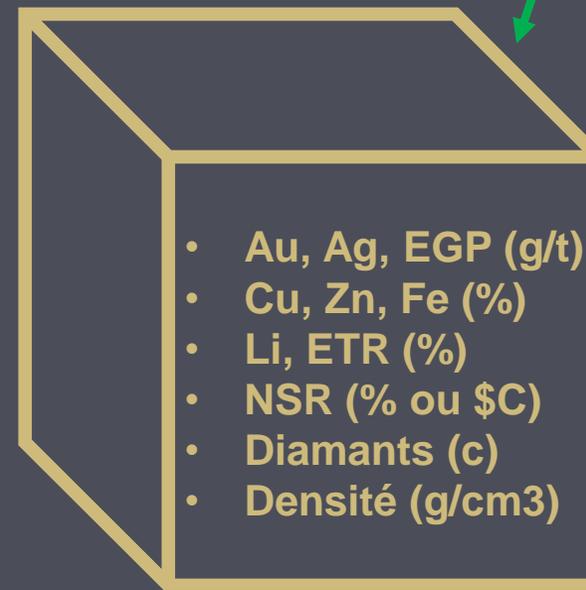
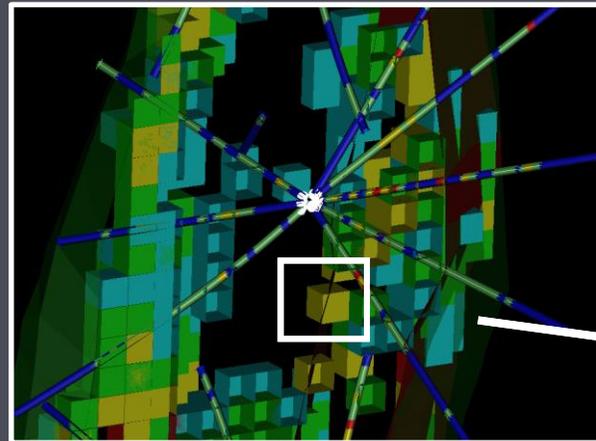
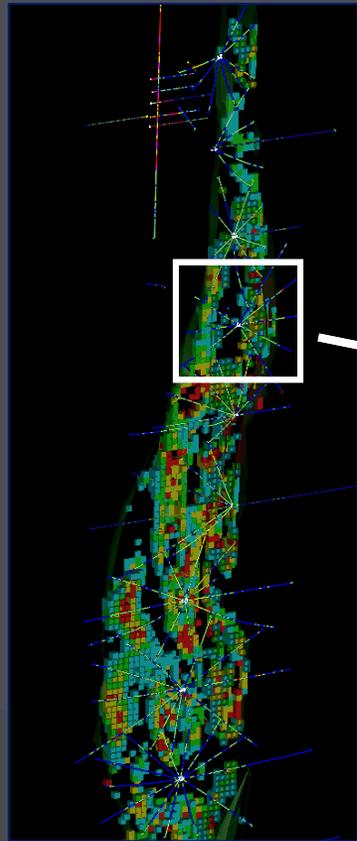
Classification des ressources



- Mesurées et Indiquées sont éligibles pour d'hypothétiques Réserves
- Attention aux contrastes

Le modèle litho-structural

Le modèle litho-structural



Lithologies:

- Stratigraphiques
- Intrusions tardives
- Distinction de faciès

Éléments structuraux:

- Failles principales et secondaires
- Contenu (boue et minéraux)
- Corridors de cisaillement

Altérations:

- Globales (halos)
- Locale (front)
- Distinction d'intensité

Le modèle litho-structural - Conception

Présentation du géologue



- Dépôt aurifère à composantes multiples:
 - Roches archéennes (V, Porphyre, BIF, sed.)
 - Stratigraphie fortement plissée
 - Corridor de déformation
 - Minéralisation à contrôle stratiforme (BIF) et structural postérieur
- Faciès des minéralisations variables (BIF, Veines Qz-Cb) et contenu en sulfure variable
- Potentiel ciel-ouvert

Question de l'ingénieur minier



- En raison de l'important volume de roche déplacé, la densité est-elle bien définie ?

Question du biologiste

- Quelles seront les proportions de sédiments (As, Co) et de roches avec sulfures dans le futur stérile ?

Question du métallurgiste

- Il y'a une grande variété de lithologies, sont-elles bien définies ?

Consensus des quatre parties

- **Géologue** – MAJ du modèle litho-structural
- Ingénieur – Initier la planification minière
- Biologiste – Définir les seuils de contaminants et les quantités de sulfures critiques
- Métallurgiste – Définir des « recettes »

Le modèle litho-structural - Réalisation

Support du modèle



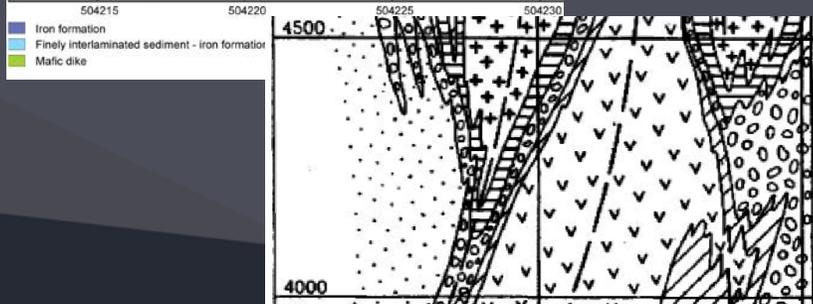
- >1,000 forages de surface + (souterrains)



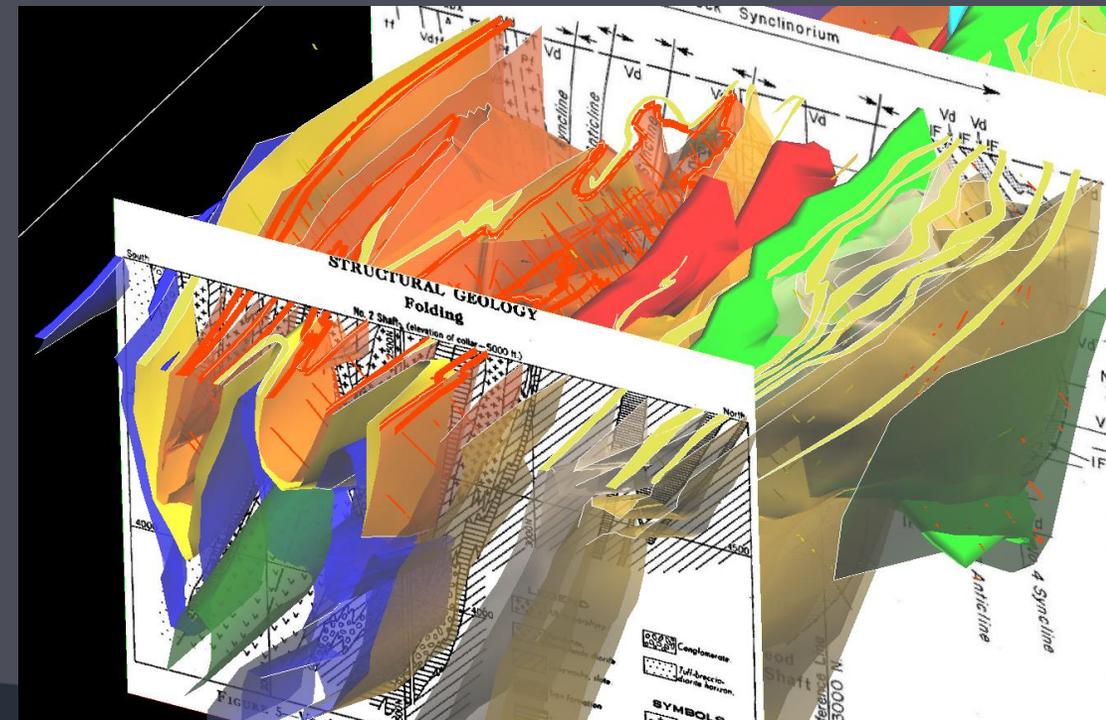
Intégration de l'information



- Cartographie de surface

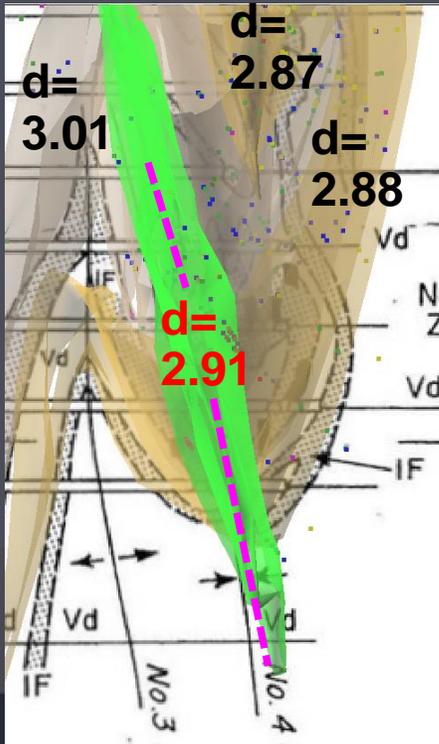


- Sections historiques



Le modèle lithostructural - Intégration

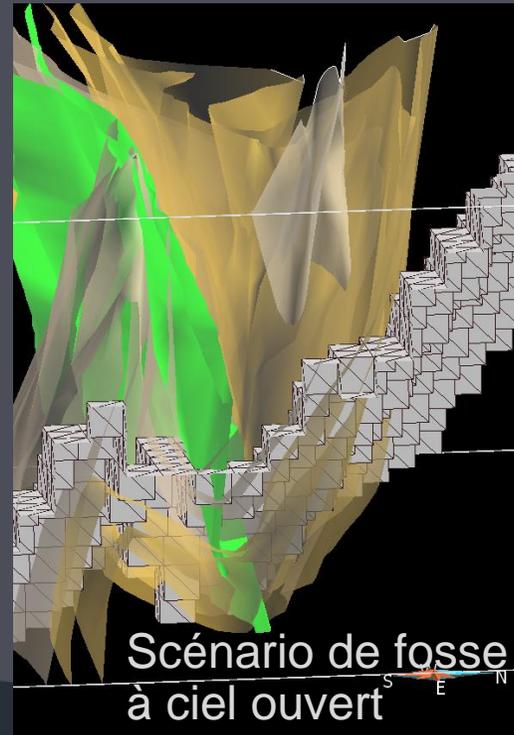
Modèle litho-structural



- Définition de la stratigraphie déformée et densité associée
- Relation zone haute-teneurs / axe de plis par contrôle structural et densité associée
- Les roches sédimentaires constituent l'encaissant



Confrontation séquence minière



Gains pour la faisabilité

Séquence minière:

- Optimisation au niveau du tonnage (minerai/stérile)

Environnement:

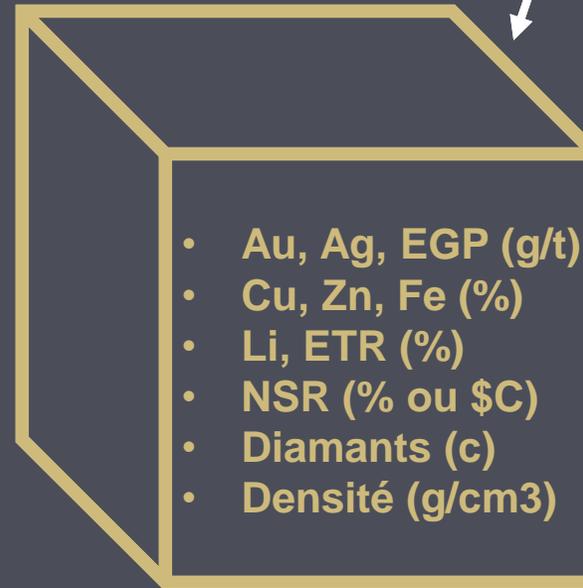
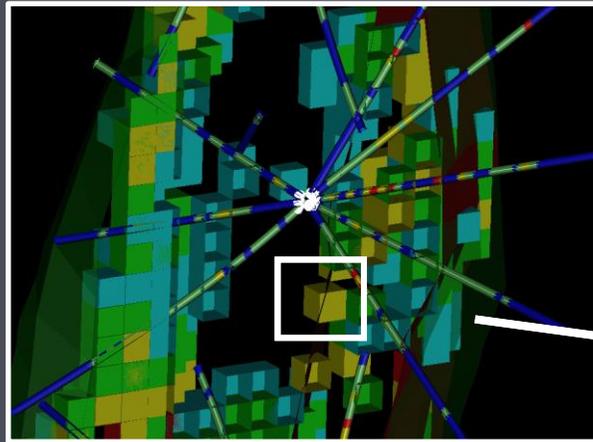
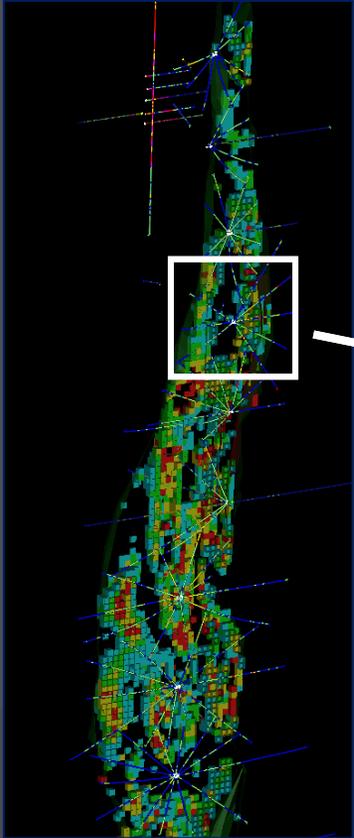
- Gestion du matériel avec contaminants et potentiel générateur acide

Métallurgie:

- Précision accrue pour broyabilité et récupération

Le modèle géo-métallurgique

Le modèle géo-métallurgique



Lithologies:

- Stratigraphiques
- Intrusions tardives
- Distinction de faciès

Éléments structuraux:

- Failles principales et secondaires
- Contenu (boue et minéraux)
- Corridors de cisaillement

Altérations:

- Globales (halos)
- Locale (front)
- Distinction d'intensité

Minéralisation:

- Quantité et distribution des types de sulfures / oxydes
- Relation zones minéralisées / roches encaissantes

Le modèle géo-métallurgique - Conception

Présentation du géologue



- Dépôt de sulfure massif volcanogène
- Faciès des minéralisations disséminés à massif
- Polymétallique
- Py principalement + Cp, Sp
- Potentiel souterrain

Questions du métallurgiste



- Quels sont les types et proportions de sulfures ?
- Quels sont les types et proportions d'oxydes ?
- Quelle est la dureté de l'hypothétique minéral ?
- Quels sont les contaminants qui vont occasionner des pénalités à la fonderie ?

Consensus des deux parties

- **Géologue** – Identification + compilation + intégration pour une réponse à l'échelle du dépôt
- **Métallurgiste** – Consultation des tests métallurgiques précédents

Le modèle géo-métallurgique - Préparation

Identification de la minéralisation



Brèche felsique à **Magnétite**, Chalcopyrite, Pyrite et Chlorite décrites sur plusieurs dizaines de mètres



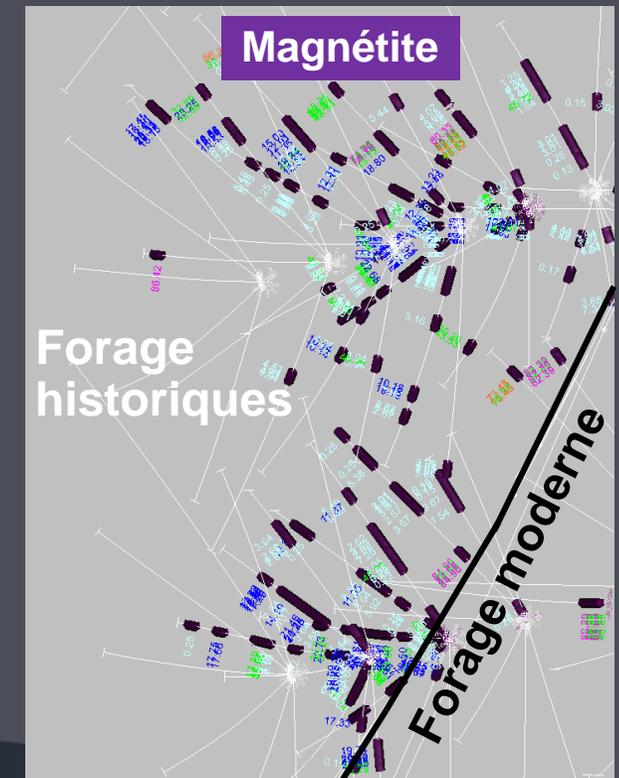
Compilation de la minéralisation

Moderne

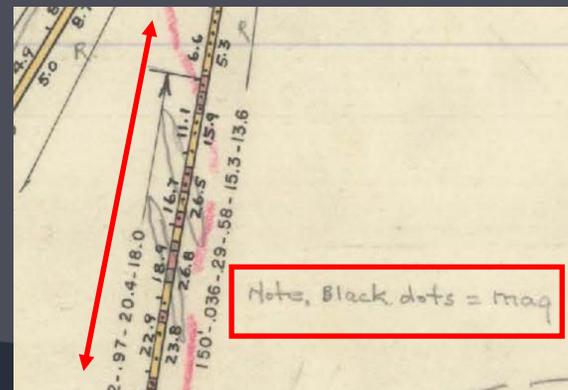
FROM_IMP	FROM_IMP	TO_IMP	TO_IMP_Spé	FROM_M	FROM_M_Spé	TO_M
1.7	0	2.7	0	0.51816	0	0.82296
90	0	92.5	0	27.432	0	28.194
92.5	0	95	0	28.194	0	28.956
113.7	0	116	0	34.65576	0	35.3568
116	0	118.3	0	35.3568	0	36.05784
173.5	0	174.5	0	52.8828	0	53.1876



Intégration de l'information



Historique



Section de forage

MINERALIZATION	
Quantity	Type
g/t W	By sp
g/t W + W	By Pd
W + g/t	By Pd
g/t W + W	By Pd
W + g/t	By sp mag Pd
g/t W + W	Mag (Pd) (Ten)
g/t + Mass	Mag (Pd) (Ten)
g/t W + W	By (Pd) (Mag) (Ten)
g/t W + Mass	By (Pd) (Mag) (Ten)

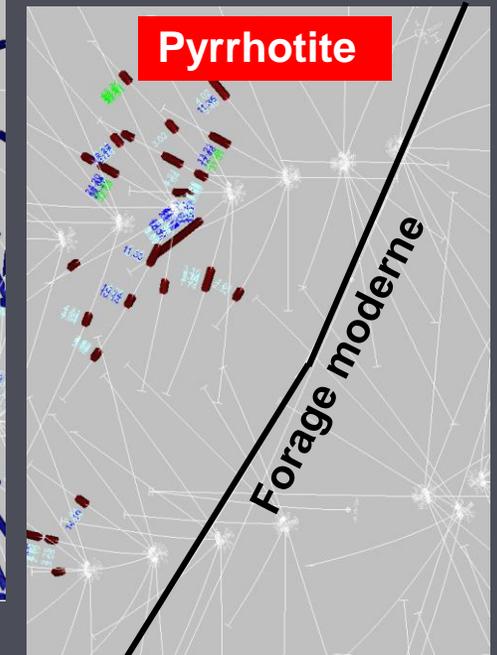
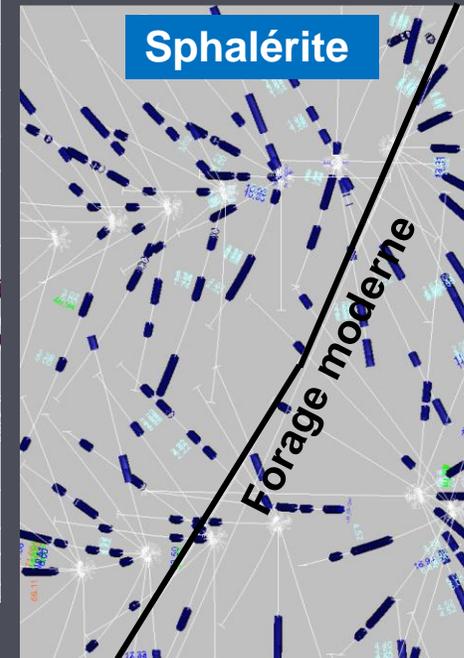
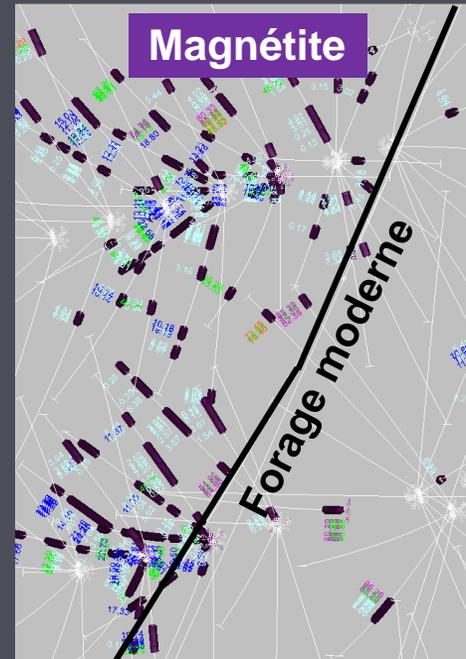
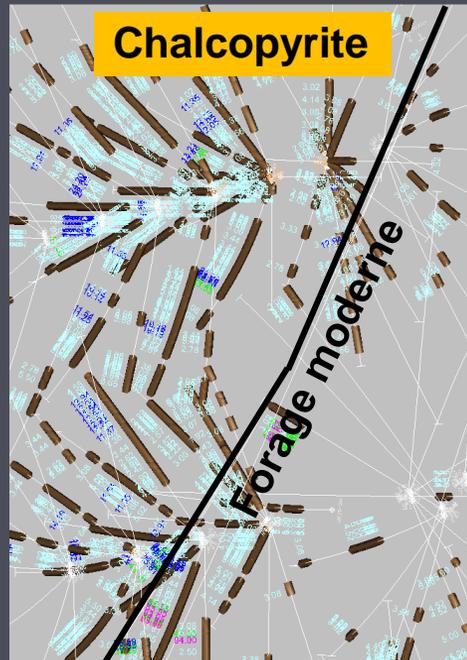
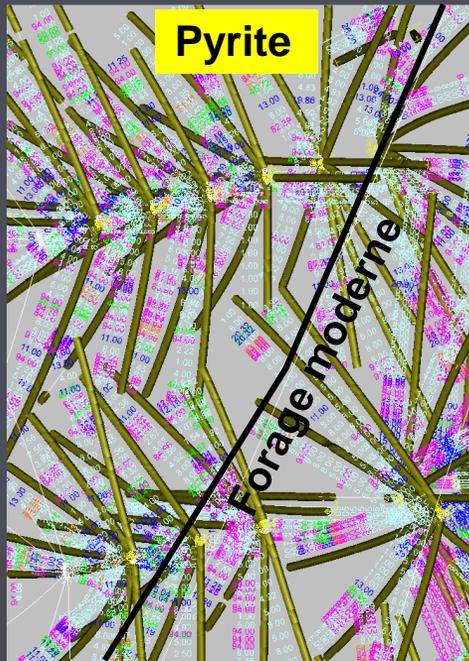
Forage

Le modèle géo-métallurgique - Présentation

Présentation de l'intégration



Variété de sulfures et présence d'oxydes. L'objectif est ici d'observer leur répartition et leur zonation au sein de dépôt mais également en proche périphérie.

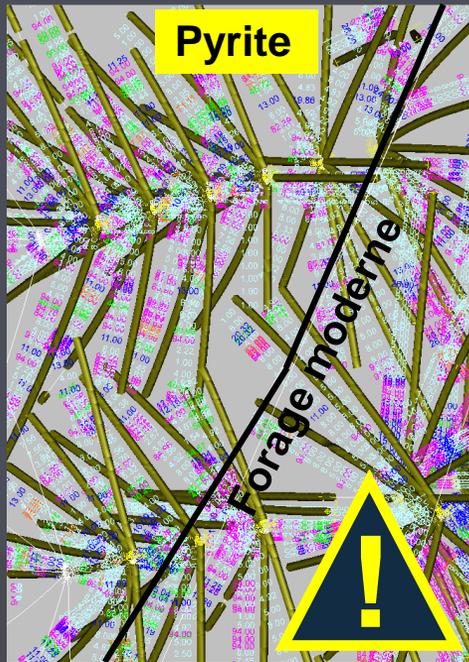


Le modèle géo-métallurgique - Décision

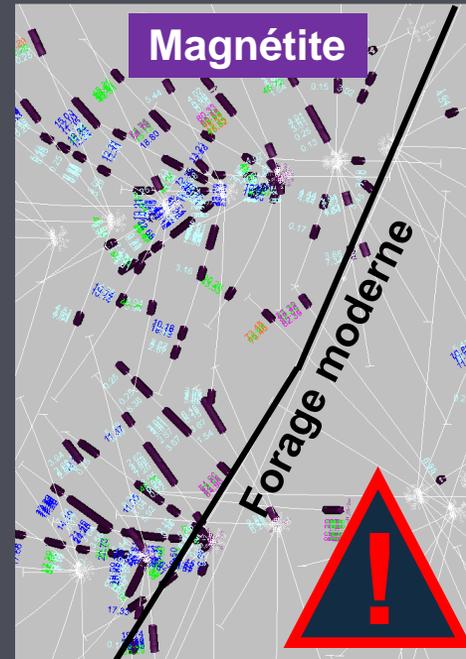
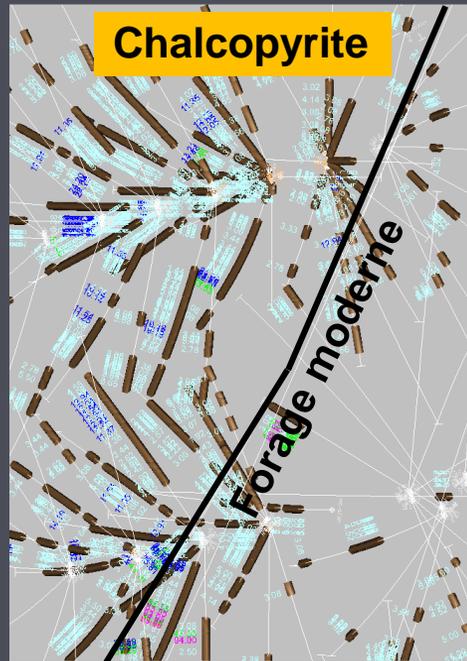
Avis du métallurgiste



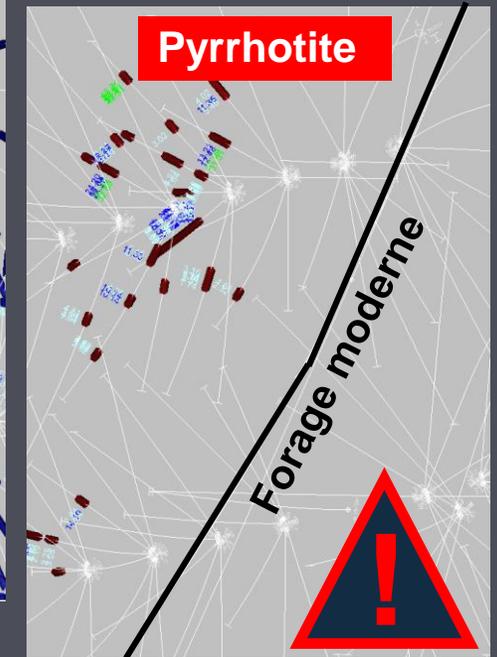
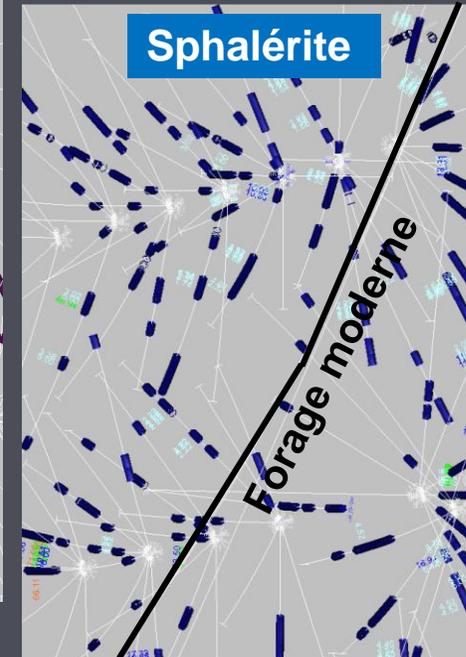
En visualisant les données, le métallurgiste indique la pertinence ou non d'intégrer de l'information au modèle de bloc où à la séquence minière.



- Sulfure largement le plus important



- Aimants avant le broyeur
- Boulets des broyeurs



- Fortement réactif

Le modèle géo-métallurgique - Intégration

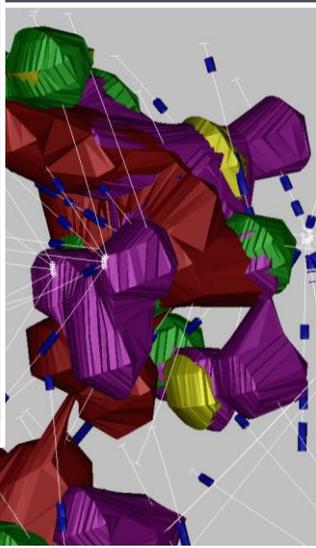
Modèle géo-métallurgique

Explicite



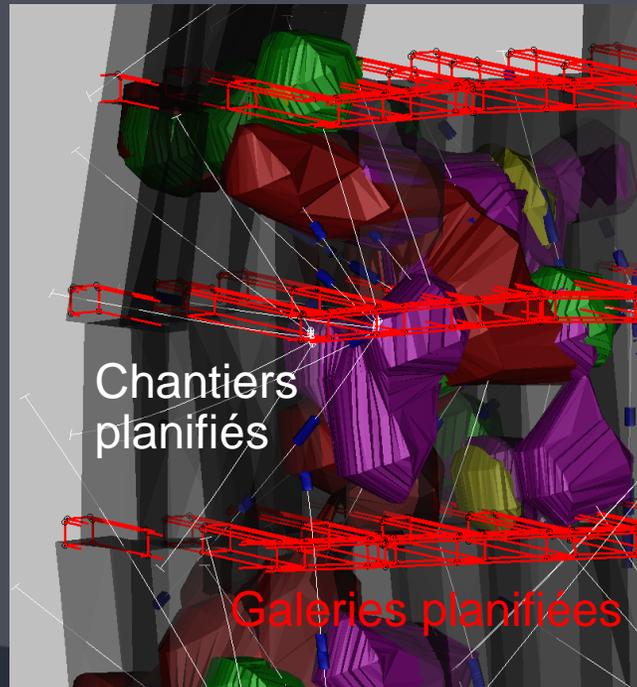
Enveloppe de sulfure massif

Implicite



Quantité de magnétite

Confrontation séquence minière



Chantiers planifiés

Galeries planifiées

Gains pour la faisabilité

Métallurgie:

- Design de l'usine
- « Recette » du minerai à traiter

Environnement:

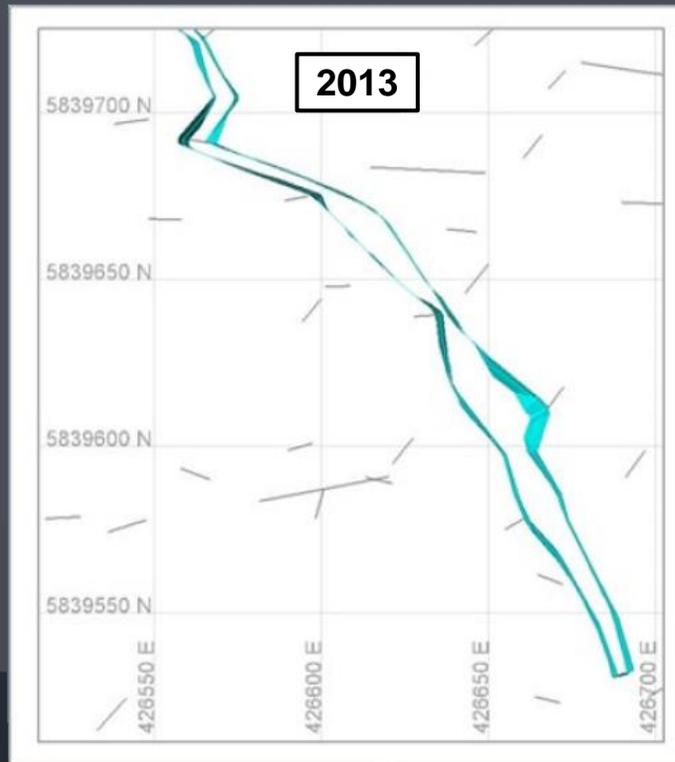
- Gestion du matériel générateur acide (minerai/stérile)

Besoins géologiques de la future opération

Besoins géologiques de la future opération

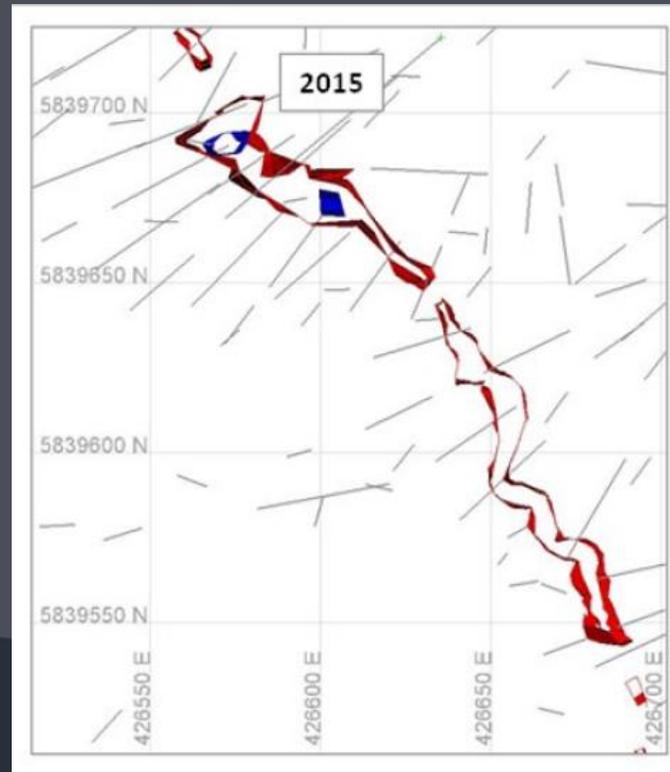
Faisabilité

800 forages de surface

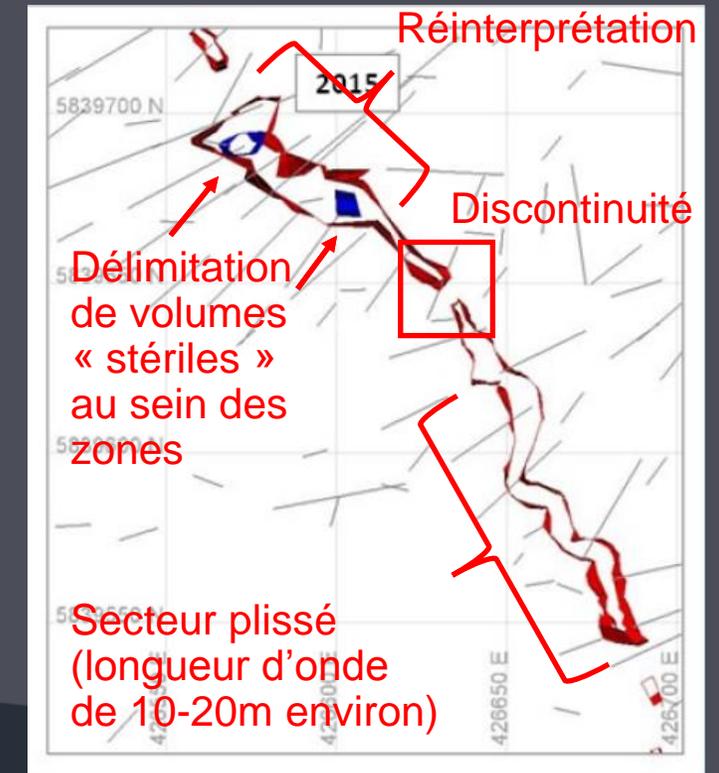


Production

800 forages de surface
2,000 forages souterrains
Cartographie souterraine



Évolution du modèle



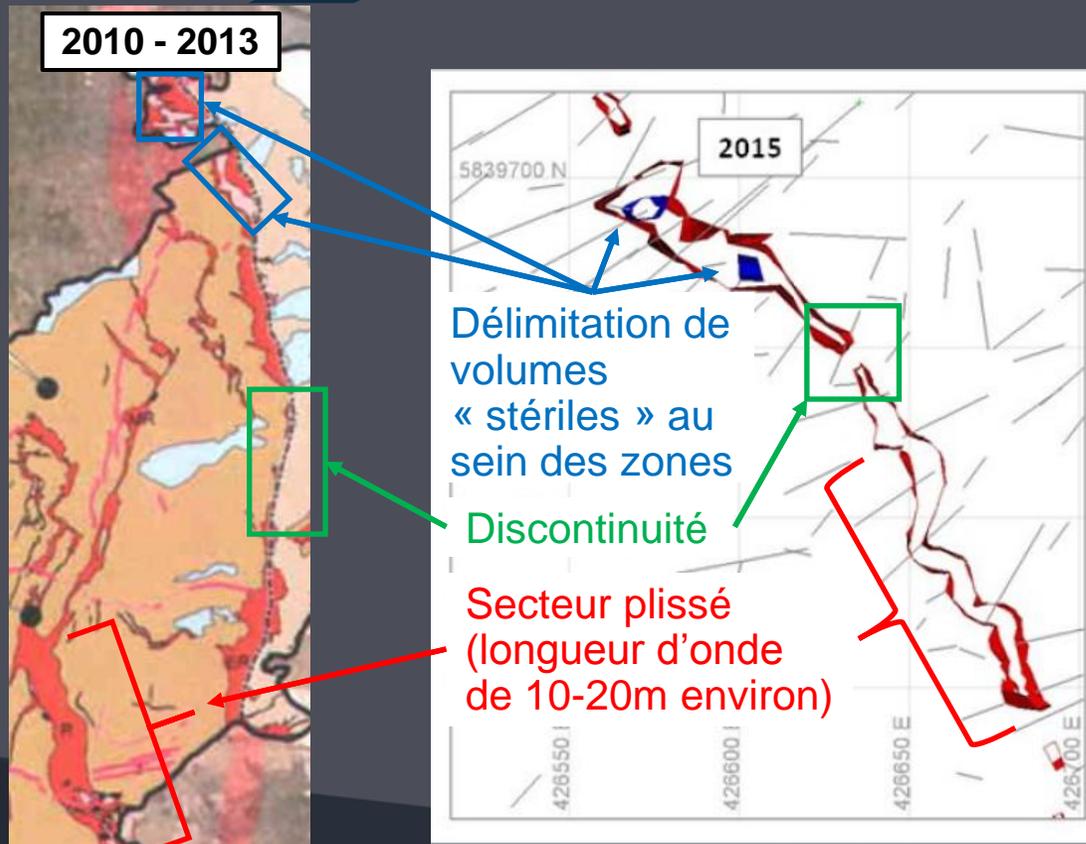
Besoins géologiques de la future opération

Cartographie de surface

Production

Corrélation du modèle

- Relevé géologique d'affleurements et de décapages de très haute précision
- Étude du contexte de déformation microscopique à régional



50m

- Interprétation en profondeur réalisée en 2013 qui honorait les données disponibles à ce moment là
- Corrélation possible travaux de surfaces / interprétation en profondeur à l'issue de forage intensif + cartographie

=> Ne pas sous-estimer les besoins en travaux géologiques lors de l'opération

Le rôle du géologue - Conclusion

En quelques mots ...

- A ce stade, l'information géologique est importante et variée, le géologue doit la revoir dans sa globalité, et ce, depuis la donnée de base afin d'éviter les « lacunes gratuites »*;
- Le rôle de géologue est de venir mettre à disposition des autres départements sa connaissance du dépôt le plus tôt possible dans l'étude;
- Le rôle du géologue est aussi d'aller échanger avec les autres intervenants sur les points qui peuvent être critiques et, en fonction des besoins et des données disponibles, essayer de les adresser;
- Enfin, le rôle du géologue est de proposer des recommandations raisonnables qui feront le lien entre les données disponibles au moment de l'étude et les besoins qui surviendront lors de la mise en activité de l'opération;

*expression issue d'une discussion avec un métallurgiste



InnovExplo
LA NOUVELLE RÉALITÉ MINIÈRE

Le rôle du géologue au cœur d'une étude de faisabilité

15^e Forum Technologique Consorem – Divex

23 mai 2017 à Val d'Or

Remerciements:

- Consorem – Divex
- L'équipe d'InnovExplo
- Les acteurs de l'industrie ... incluant les clients d'InnovExplo



InnovExplo
LA NOUVELLE RÉALITÉ MINIÈRE

Le rôle du géologue au cœur d'une étude de faisabilité

15^e Forum Technologique Consorem – Divex

23 mai 2017 à Val d'Or

Questions ?