

intersol'2022

Congrès-Exposition International sur les Sols, les Sédiments et l'Eau
International Conference-Exhibition on Soils, Sediments and Water

21, 22 & 23 juin 2022 - Lyon, France



Exemples d'application de l'I.A. pour les sites et sols pollués

Muzammel MUHAMMAD^{a,b}, Tanguy WESTELYNCK^a, Alice OTHMANI^b, Aurélien TRIGER^a

Mardi 21 Juin 2022


EvalDépol
2017

Laboratoire d'essais dédié aux SSP
Essais de faisabilité/traçabilité



Transition numérique



Transition numérique S.S.P

ACTIVATEUR



FRANCE NUM

Transition numérique = Gain d'efficacité en utilisant la puissance du numérique

Diagnostic de site = Beaucoup d'informations non bancarisées :

- ❌ Non évolutives (compilation de rapports)
- ❌ Difficilement accessibles (par des non experts)
- ❌ Non sécurisées (perte de données dans le temps)
- ❌ Non exploitables-valorisables



Transition numérique S.S.P: Notre démarche

Rapport PDF



BDD exploitable

- ✓ Architecture adaptée
- ✓ Outils d'exploitation
- ✓ Interface utilisateur

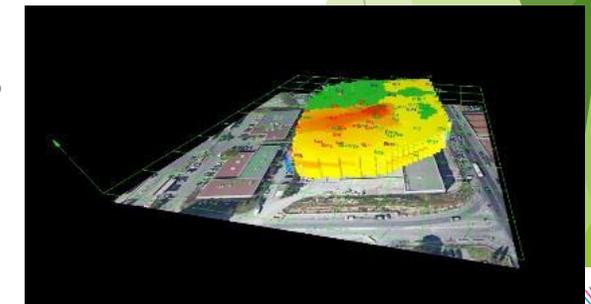
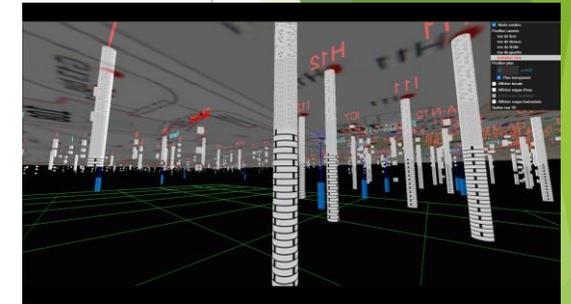
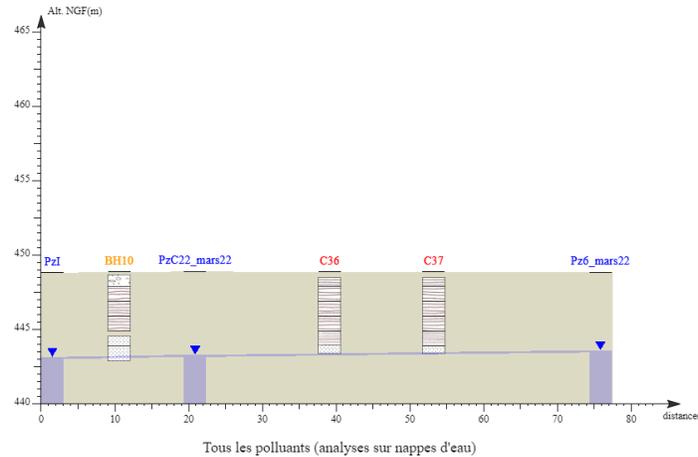


Transition numérique S.S.P: Notre démarche



A l'échelle d'un site

- ✓ Visualisation d'informations 3D
- ✓ Interpolation de valeurs:
 - Calculs d'incertitudes
 - Bilan de masses
 - Plan de traitement
 - Plan d'excavation
- ✓ Analyse statistique



Transition numérique S.S.P: Notre démarche



L'EMPREINTE DE VOS SOLS

A l'échelle de plusieurs sites: Base de données

Quelles valorisations possibles ?

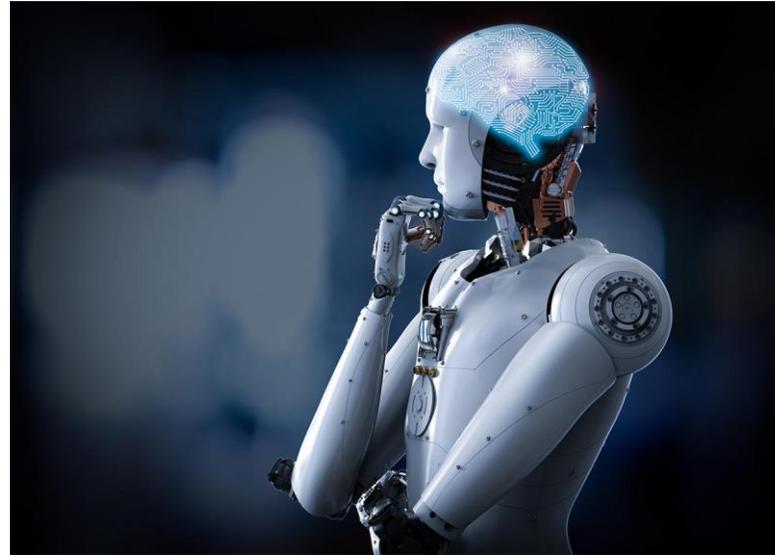
Retour d'expériences « manuels »: consultation de la base de données (statistiques)

Retour d'expériences « automatiques »: Apprentissage Automatique (Machine Learning)

Valorisation de données environnementales

Valorisation par apprentissage automatique (Machine Learning):

Base de données SSP



Qu'est ce qu'un algorithme d'I.A. peut apprendre à partir d'une BDD SSP ?

Etapes du projet

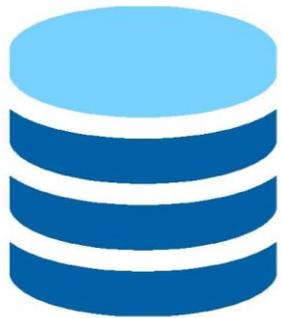
- ✓ Développement d'un logiciel de bancarisation des données: KiWi-Maps
- ✓ Création d'une base de données
- ✓ Développement d'algorithmes spécifiques : Brevet GeoPolDeepNet
- ▶ **Compréhension et validation de l'apprentissage automatique**
- ▶ Application à grande échelle: développement commercial

Démarche utilisée

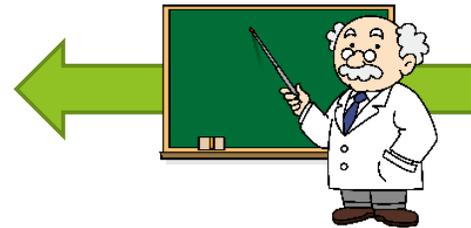
Apprentissage automatique

Données d'entraînement

- 54 sites
- > 1 500 sondages
- > 400 000 analyses



BDD SSP



Entraînement de l'algorithme
GeoPolDeepNet

Algorithme entraîné

« Qu'a-t-il appris ?
Que peut-on en tirer pour la
gestion de sites pollués ? »

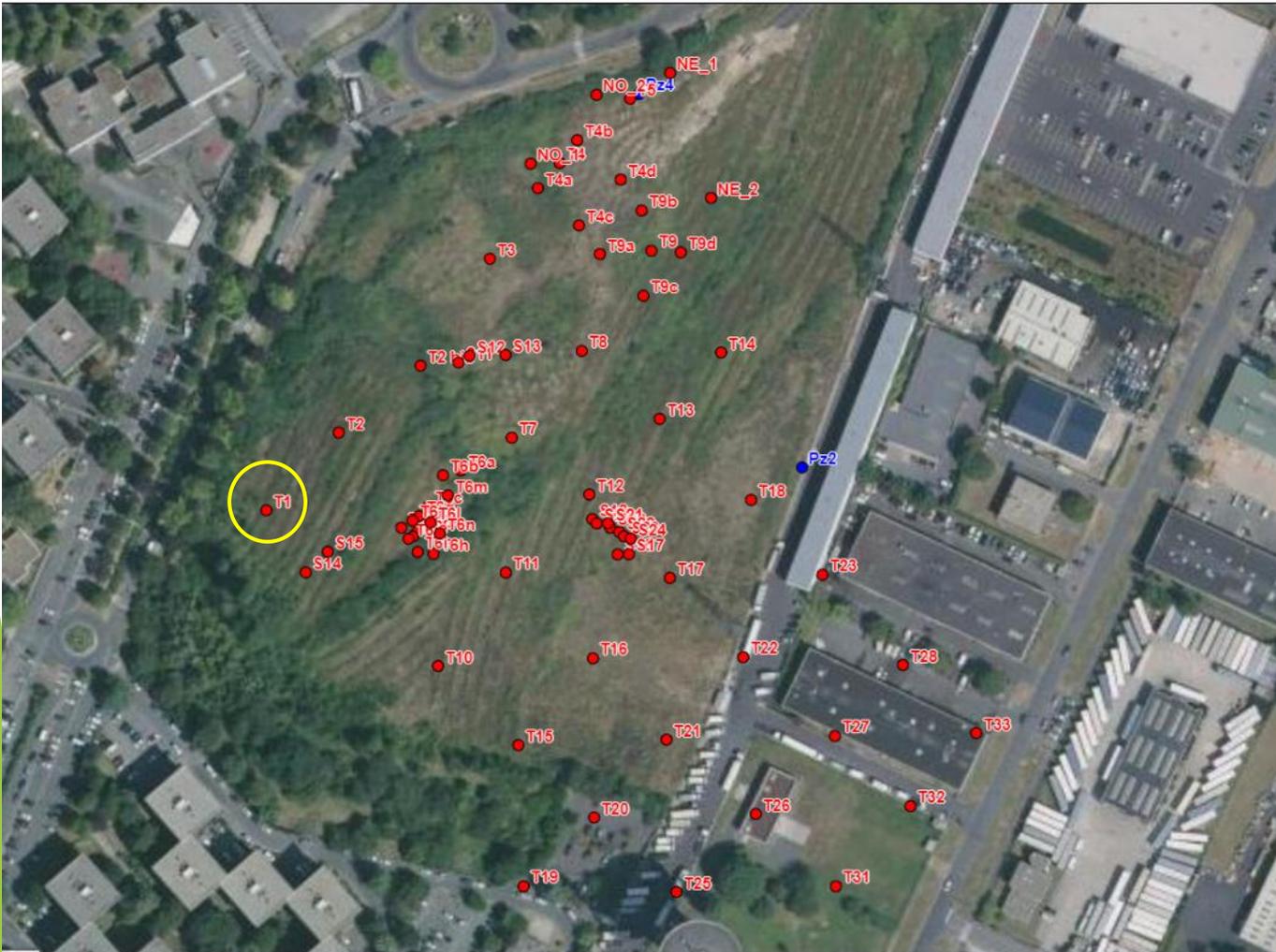
Comment évaluer l'apprentissage de l'algorithme?



Tests de prédiction de concentrations en polluants sur plusieurs sites

Utilisation des résultats d'analyses existants pour évaluer l'apprentissage de nos algorithmes

Evaluation de l'apprentissage de l'algorithme



Exemple:

Site:

80 sondages

4 000 analyses (C10-C40; BTEX; HAP...)

Recommence 80X

- 1) Isole un sondage: Par exemple T1
- 2) Demande à l'algo de prédire une concentration: [C10-C40] (0-1 m)
- 3) Compare le résultat avec la réalité (mesure en T1)

Evaluation de l'apprentissage automatique

Statistique de performance (sur l'ensemble des données disponibles): **Trois indicateurs**

Précision (>L.D.) : %

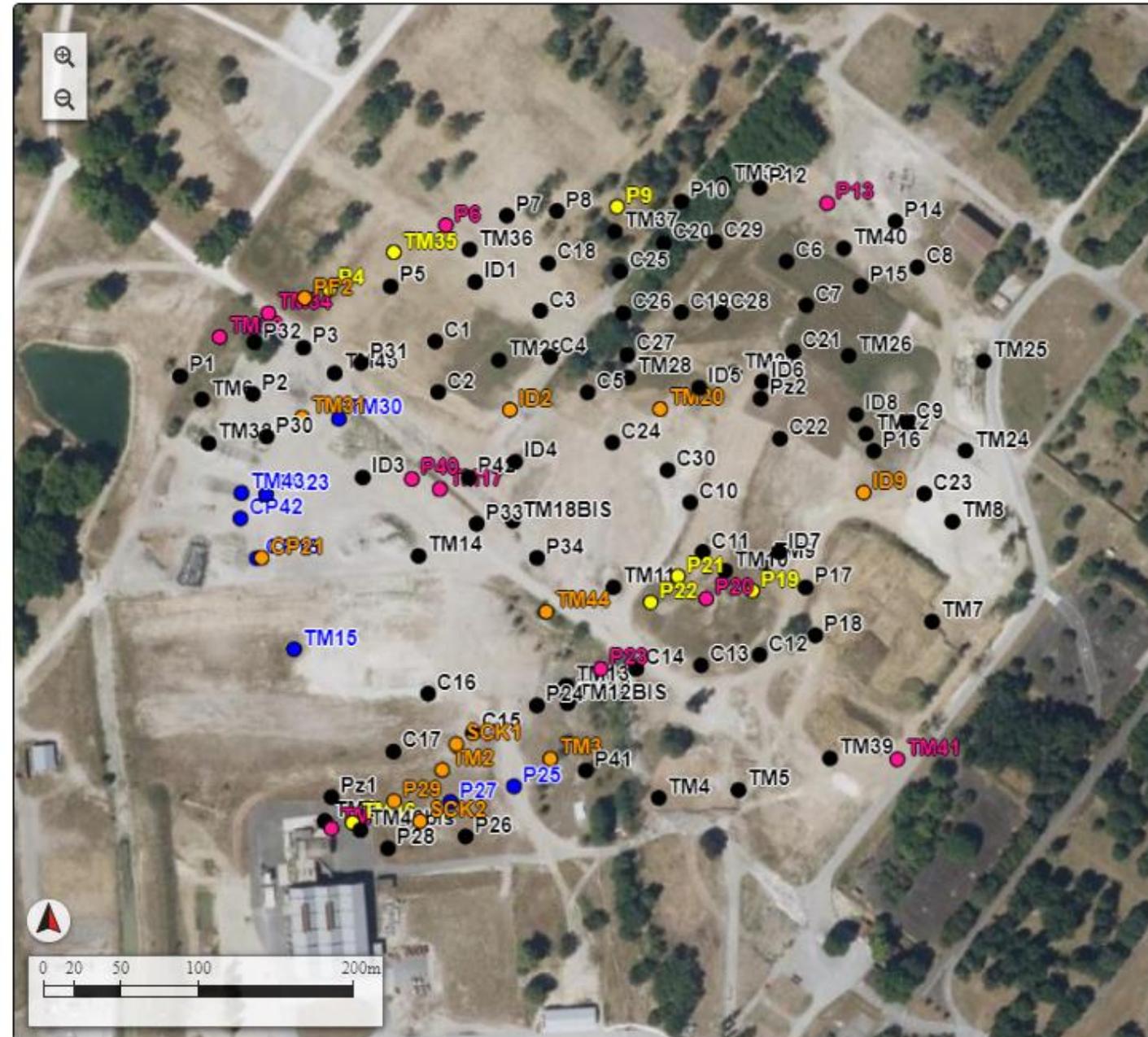
Précision (<L.D. (=0)): %

Moyenne quadratique des écarts (RMS) : mg/kg MS

Méthodes pour évaluer:

- L'efficacité de l'apprentissage de nos algorithmes
- Performance d'une méthode déterministe (Polygone de Thiessen)

Résultats: Site 1



Site 1 :

- 128 sondages
- 10 000 analyses

Performance des **Polygones de Thiessen**

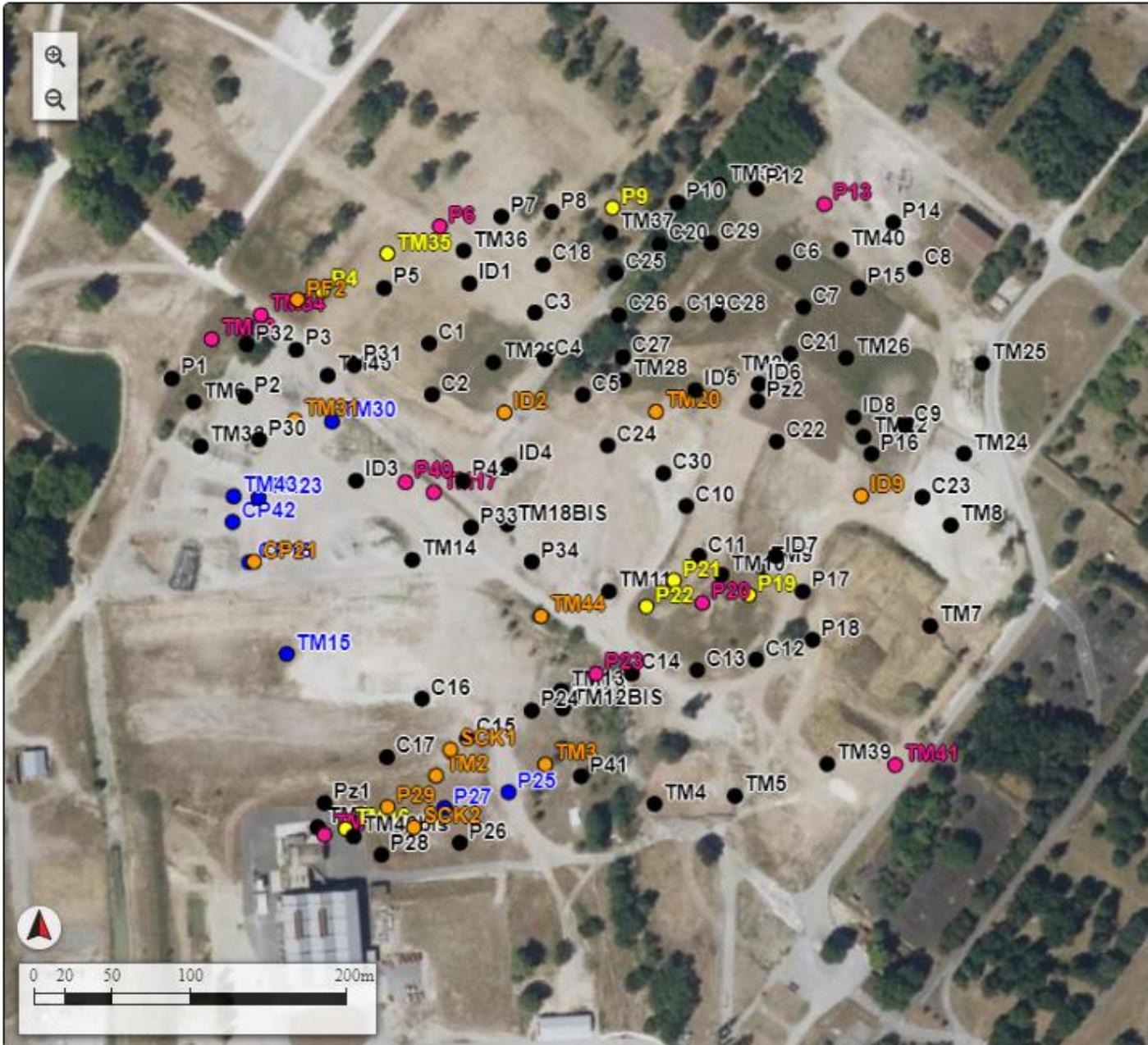
Isole un sondage
Prédit sa valeur
Compare prédiction vs réalité

128 X

Résultats

Précision (> L.D.)	53%
Précision (< L.D. (=0))	73%
RMS	74 mg/kg MS

Résultats: Site 1



Site 1 :

- 128 sondages
- 10 000 analyses

Performance de l'Algorithme entraîné

Isole un sondage (X,Y,Z)
Prédit la valeur [C10-C40]
Compare prédiction vs réalité

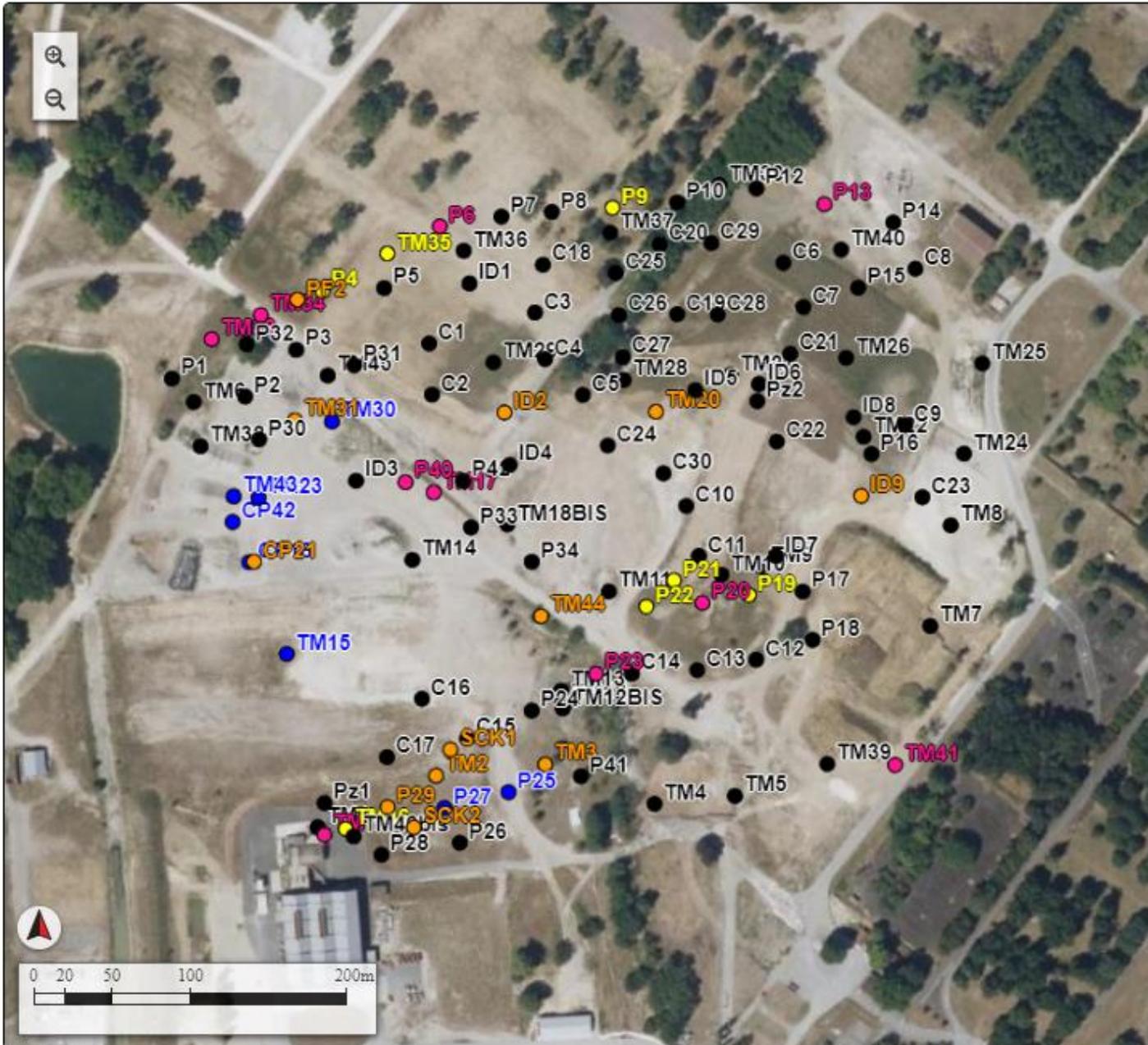
128 X

A-t-il appris à faire des interpolations entre valeurs ?

NON

	Algo entraîné	Polyg. Thiessen
Précision (> L.D.)	39%	53%
Précision (< L.D.)	37%	73%
RMS (mg/kg MS)	82	74

Résultats: Site 1



Site 1 :

- 128 sondages
- 10 000 analyses

Performance de l'Algorithme entraîné

Isole un sondage [HAP]
 Prédit sa valeur [C10-C40]
 Compare prédiction vs réalité

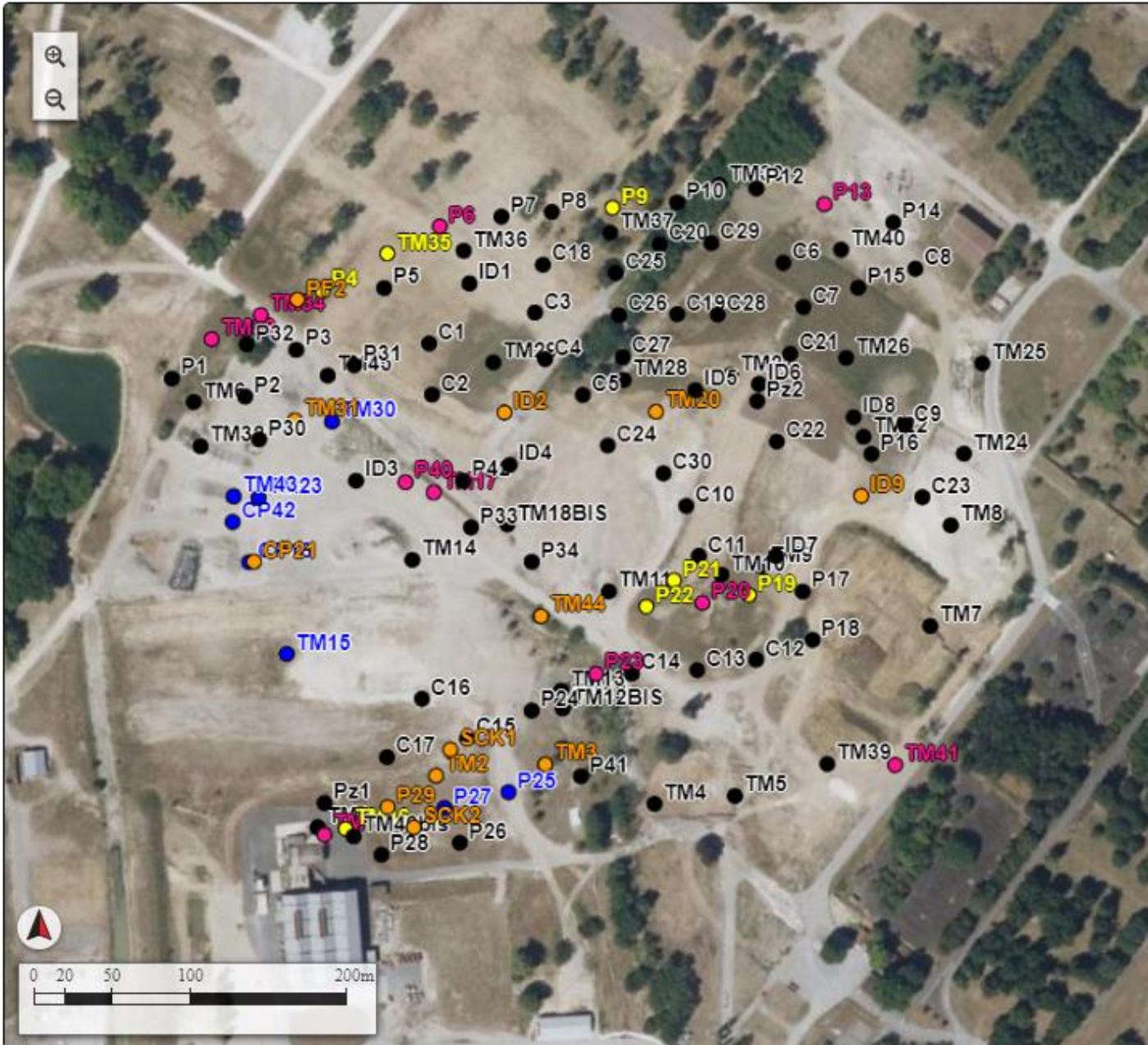
128 X

A-t-il appris à faire un lien entre [HAP] et [C10-C40] ?



	Algo entraîné	Polyg. Thiessen
Précision (> L.D.)	68%	53%
Précision (< L.D.)	81%	73%
RMS (mg/kg MS)	49	74

Résultats: Site 1



Site 1 :

- 128 sondages
- 10 000 analyses

Performance de l'Algorithme entraîné

Isole un sondage **Géologie**
 Prédit sa valeur [C10-C40]
 Compare prédiction vs réalité

128 X

A-t-il appris à faire un lien entre
 Géologie et [C10-C40] ?



	Algo entraîné	Polyg. Thiessen
Précision (> L.D.)	56%	53%
Précision (< L.D.)	77%	73%
RMS (mg/kg MS)	47	74

Résultats: Site 2



Site 2

21 sondages

70 analyses de sulfates sur brut et sur éluats

Performance de l'Algorithme entraîné

Isole un sondage **[Sulfate]_{brut}**
Prédit sa valeur **[Sulfate]_{eluat}**
Compare prédiction vs réalité

21 X

A-t-il appris à faire le lien entre
[Sulfate]_{brut} et **[Sulfate]_{eluat}** ?

OUI !

	Algo entraîné
Précision (> L.D.)	100%
Précision (< L.D.)	100%
RMS (mg/kg MS)	18

Conclusion

- ▶ Intérêt technique et scientifique ! → Passionnant
- ▶ Intérêt économique: Diminuer:
 - ▶ Le nombre d'analyses: [Polluant 1] $\leftarrow \rightarrow$ [Polluant 2]
 - ▶ Le nombre de sondages: Géophysique (profils géologiques)
 - ▶ Les délais d'analyses: [Sulfates] brut \rightarrow [Sulfates] éluats
- ▶ Démocratiser le développement de laboratoires d'analyse mobiles

Etapes du projet

- ✓ Développement d'un logiciel de bancarisation des données: KiWi-Maps
- ✓ Création d'une base de données
- ✓ Développement d'algorithmes spécifiques : Brevet GeoPolDeepNet
- ▶ Compréhension et validation de l'apprentissage automatique
- ▶ Application à grande échelle: développement commercial

D.I.A: Diagnostic assisté par l'I.A.

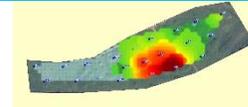
1) Numérisation des données historiques existantes

Mémoire numérique des sites



2) Traitement des données

Estimation des incertitudes



3) Diagnostic de sites

Stratégie d'investigation: Algorithmes brevetés



Utilisation de données « secondaires »

- Mesures PID de terrain
- Relevés Géophysique
- Analyses de surfaces (REMSCAN, Niton..)
- ...

Recherche de partenariats

- Sites pilotes
- Données de diagnostics
- Mise en œuvre sur site
- ...

intersol'2022

Congrès-Exposition International sur les Sols, les Sédiments et l'Eau
International Conference-Exhibition on Soils, Sediments and Water

21, 22 & 23 juin 2022 - Lyon, France

www.kiwi-maps.com

www.evaldepol.com

06-14-28-63-68

contact@evaldepol.com