

intersol'2023

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



Acteurs des sites et sols pollués: demain tous Data-Scientists

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

Mercredi 29 Mars



Laboratoire d'essais dédié aux SSP

Prestation B111: Essais de faisabilité/traitabilité



Transition numérique



Où en êtes-vous dans votre transition numérique ?

Transition numérique = Stratégie de gestion de l'information :

- ✓ Exploitation
- ✓ Intégration
- ✓ Accès

Stratégie souvent en place pour :

- ✓ Relations clients: outils de CRM
- ✓ Comptabilité
- ✓ RH...

X Rarement mise en place pour gestion de projets SSP

Où en êtes-vous dans votre transition numérique ?

Utilisation de logiciels :

- Excel (macro de traitement)
- SURFER
- Géostatistiques
- QGIS



- ✓ Exploitation
- X Intégration
- X Accès

Stratégie de gestion de l'information → Création de bases de données : **Exploitable**, **Evolutive** et **Accessible**

Transition numérique: Pourquoi ?

Informations stockées dans des bases de données : **Exploitable, Evolutive et Accessible**

Les possibilités sont immenses!!



Outils/Méthodes d'exploitation

Corrélation de Pearson

Calcul de corrélations linéaires

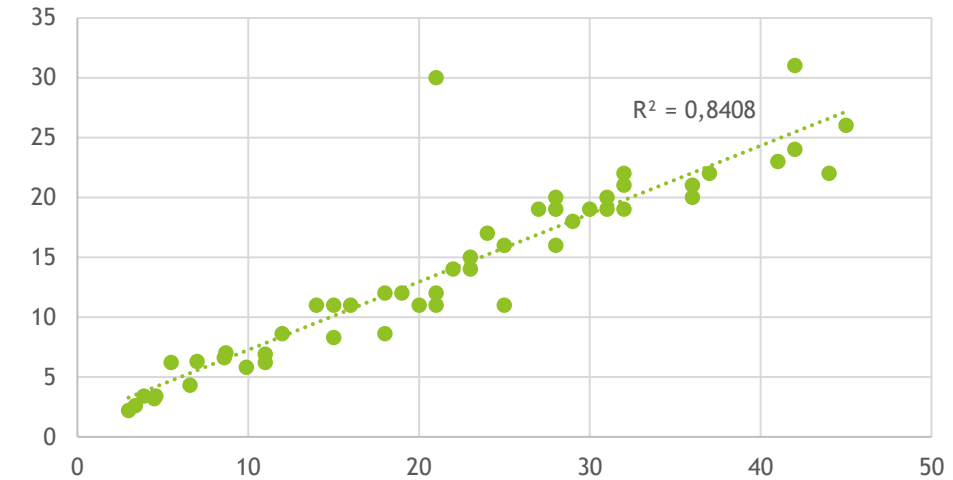
Coefficient de corrélation (linéaire) de Pearson

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2}}$$

Coefficient compris entre -1 et +1:

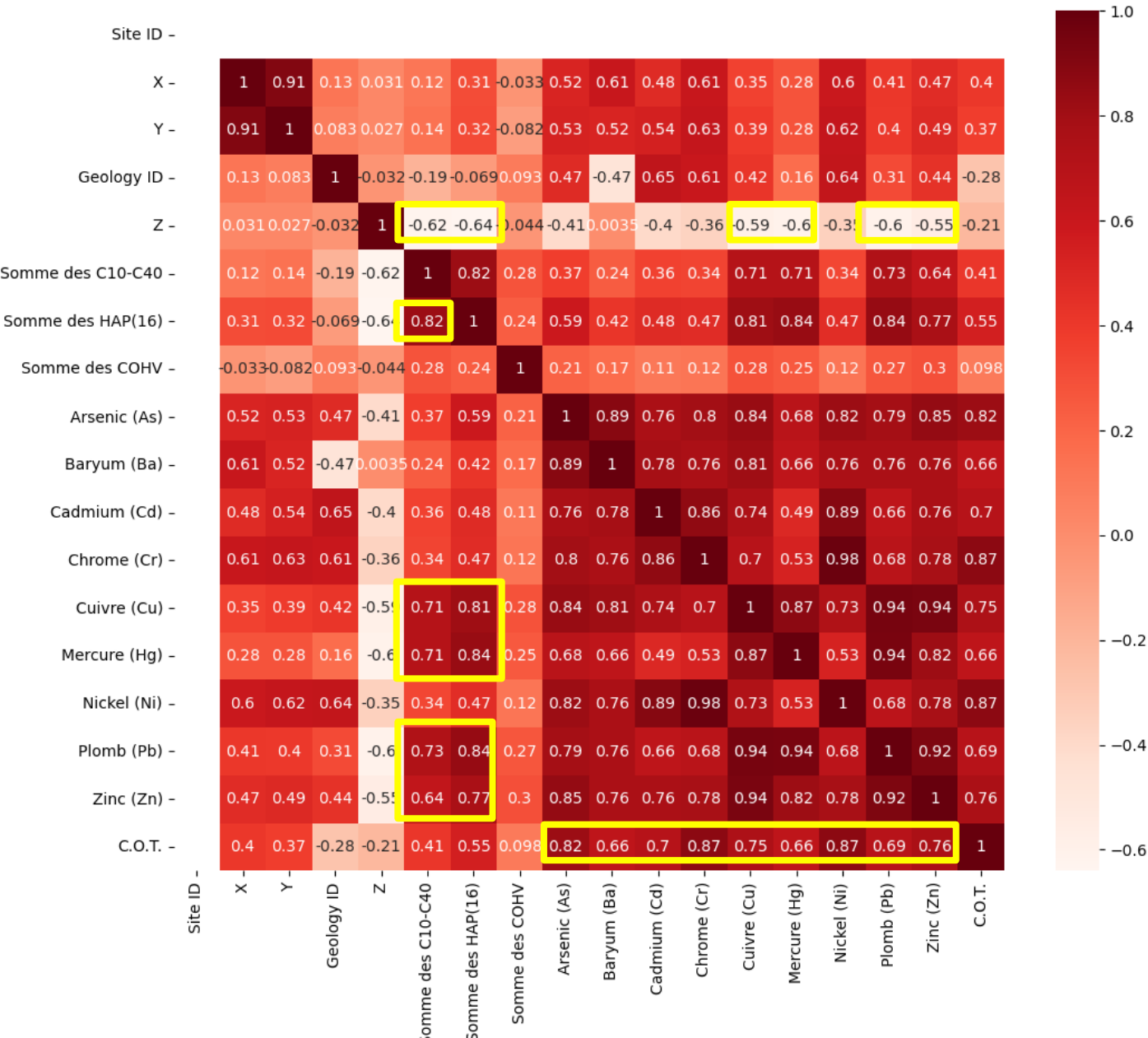
Corrélation faible : $-0,5 < r < -1$ ou $0 < r < 0,5$

Corrélation forte : $-1 < r < -0,5$ ou $0,5 < r < 1$



ou fonction 'PEARSON' dans excel

Calcul de corrélations linéaires



- Lien de corrélation fort ($0,66 < r < 0,82$) entre les métaux et le COT
- Lien de corrélation fort ($r=0,82$) entre HAP et C10-C40
- Lien de corrélation fort ($0,64 < r < 0,84$) entre polluants organiques (HAP et C10-C40) et métaux (Cuivre, Mercure, Plomb, Zinc)
- HAP, C10-C40, Cuivre, Mercure, Plomb, Zinc : Concentrations diminuent avec la profondeur
- Concentration en COHV ne sont pas liées aux autres paramètres

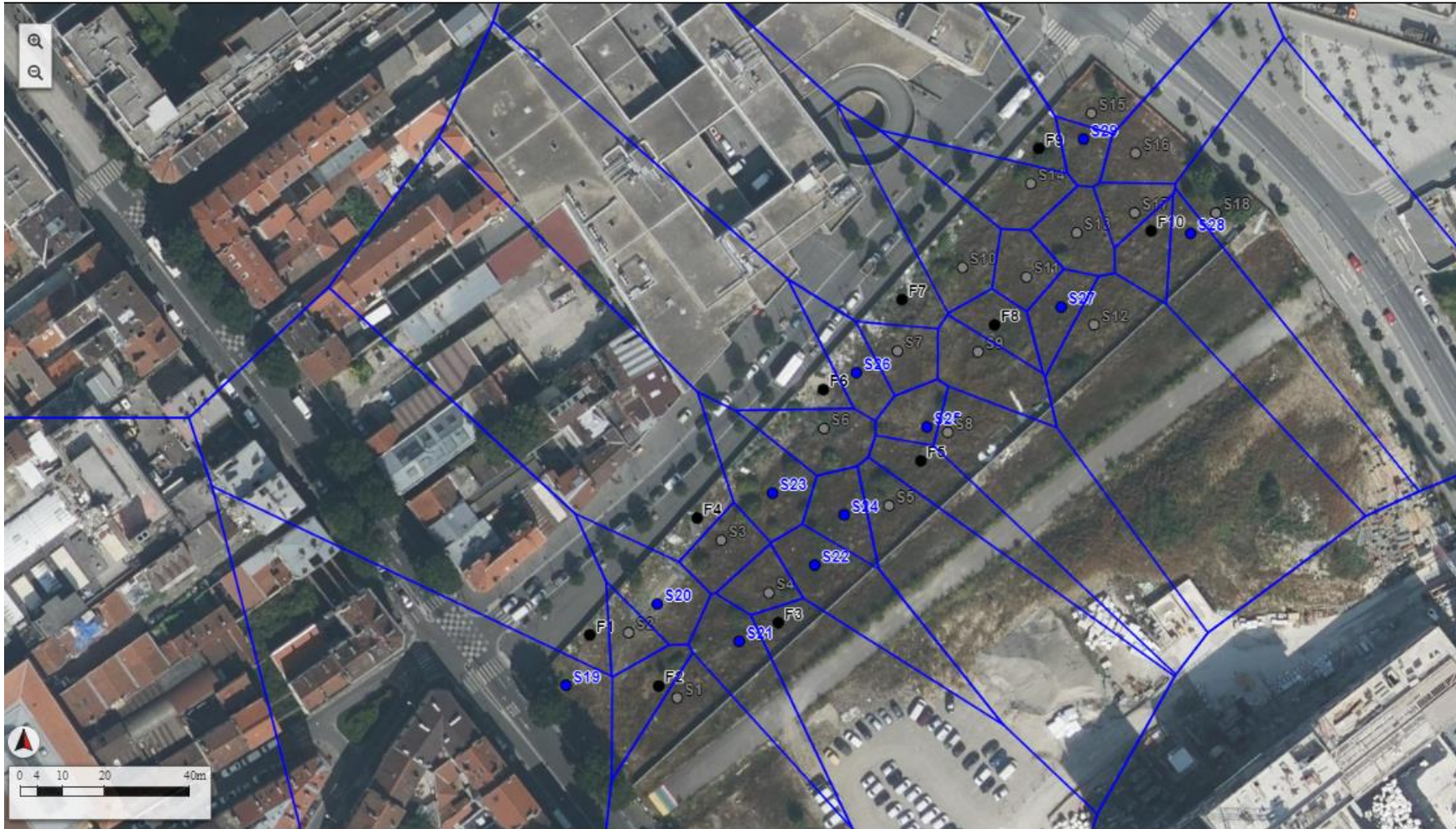
Outils/Méthodes d'exploitation

Interpolation

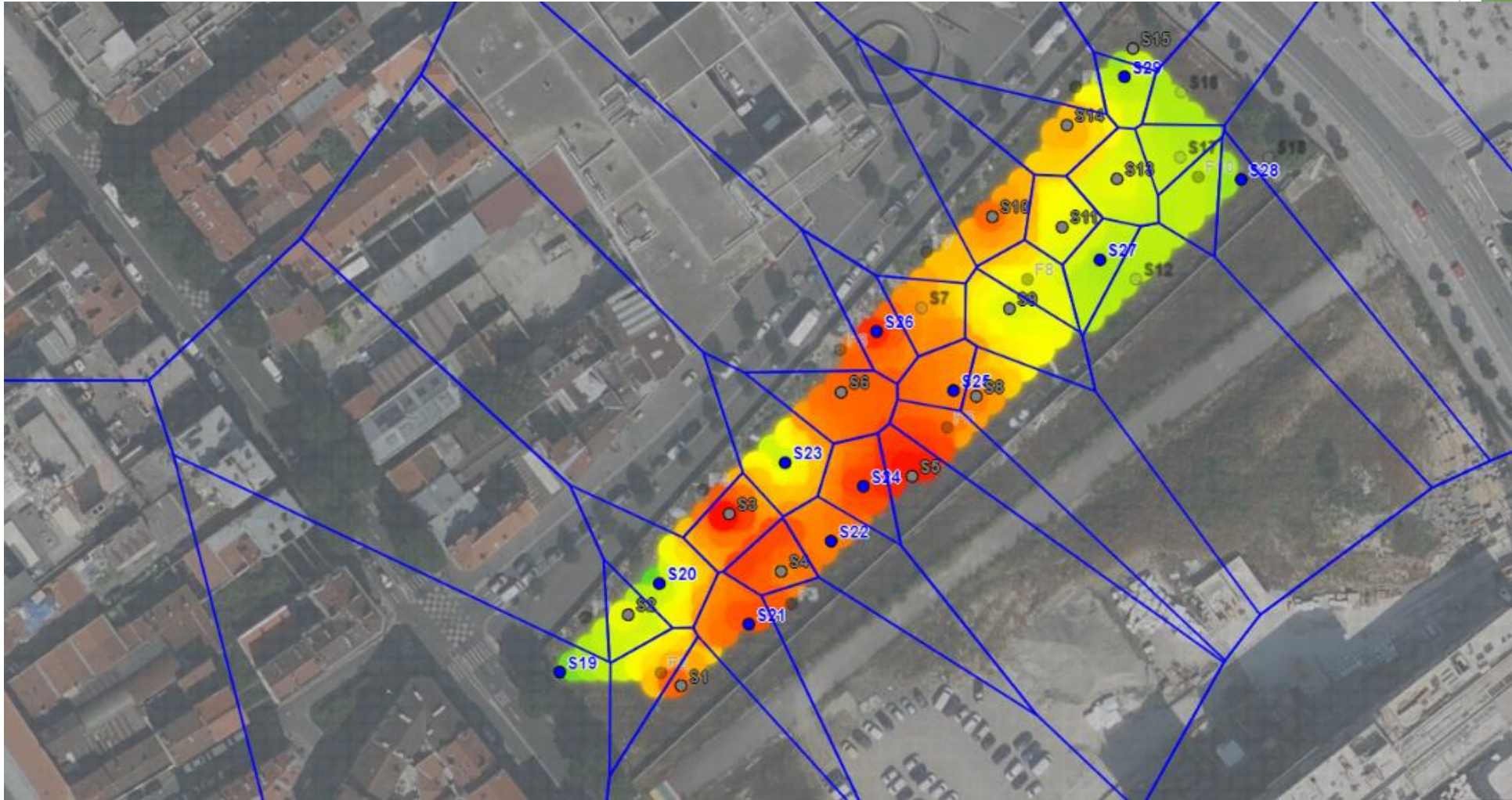
Interpolation: Cellules de Voronoï



Interpolation: Cellules de Voronoï



Interpolation: Cellules de Voronoï



Interpolation: Cellules de Voronoï

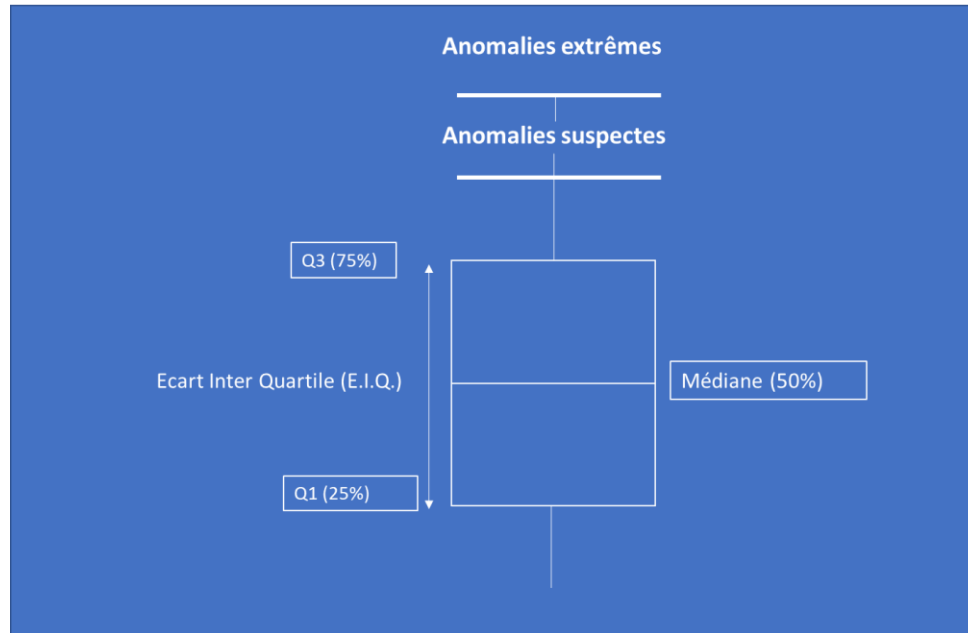


- Plusieurs outils existent :
 - SURFER, QGIS...
 - KiWi-Maps
- Interpolation nécessaire pour:
 - Bilan de masses, plan de terrassement...

Statistiques (à partir d'une B.D.D)

Analyse statistique à l'échelle de plusieurs sites

Définition des Vibrisses



Vibrisse Supérieure (VS) = $Q3 + a \cdot EIQ$

$a=1,5 \rightarrow$ Anomalies suspectes (VSI)

$a=3 \rightarrow$ Anomalies extrêmes (VSE)

Analyse statistique à l'échelle de plusieurs sites

Seuils obtenus à partir d'une BDD sites pollués ou potentiellement pollués

Toutes géologies confondues

Composés	Nombre d'analyses disponibles	Moyenne (mg/kg MS)	Anomalie suspecte VSI (mg/kg MS)	Anomalie extrême VSE (mg/kg MS)
Arsenic	5 485	10,9	26	39
Cuivre	5 303	118	66	102
Chrome	6 106	150,3	54	81
Somme des HAP (16)	8 296	139	26	41
HCT (C10-C40)	11 833	1087	925	1480

Analyse statistique à l'échelle de plusieurs sites

Seuils obtenus à partir d'une BDD sites pollués ou potentiellement pollués

Toutes géologies confondues

REMBLAIS

Composés	Nombre d'analyses disponibles	Moyenne (mg/kg MS)	Anomalie suspecte VSI (mg/kg MS)	Anomalie extrême VSE (mg/kg MS)	Nombre d'analyses disponibles	Moyenne (mg/kg MS)	Anomalie suspecte VSI (mg/kg MS)	Anomalie extrême VSE (mg/kg MS)
Arsenic	5 485	10,9	26	39	2 326	12,7	27	41
Cuivre	5 303	118	66	102	1 514	69,7	99	154
Chrome	6 106	150,3	54	81	2 221	23,1	46	67
Somme des HAP (16)	8 296	139	26	41	3 126	79,2	27	42
HCT (C10-C40)	11 833	1087	925	1480	4 000	604	550	880



Exploitation d'une B.D.D : Machine Learning

Exemples d'applications du Machine Learning

Algorithmes brevetés: GéoPolDeepNet

Beaucoup de possibilités:

- **Traitement de données à posteriori:** Présentation INTERSOL 2021-2022
 - Construction de modèles 3D automatique à partir d'une multitude de paramètres
- **Traitement des résultats en temps réel**
- **Suivi piézométrique: modèle prédictif**

I.A.: Traitement en temps réel

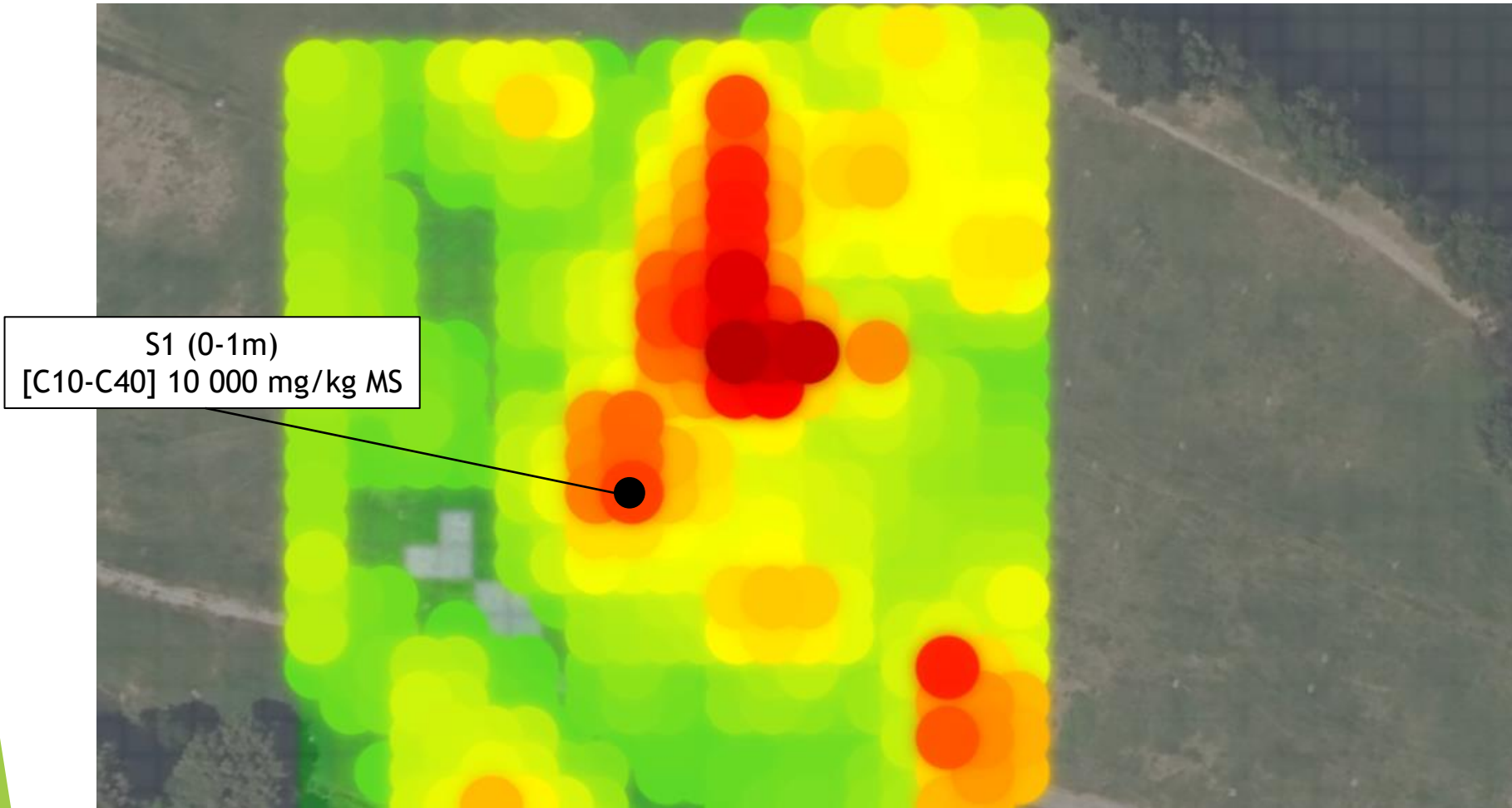
Concentrations
Géologie
Hauteur de nappes
Topographie
...



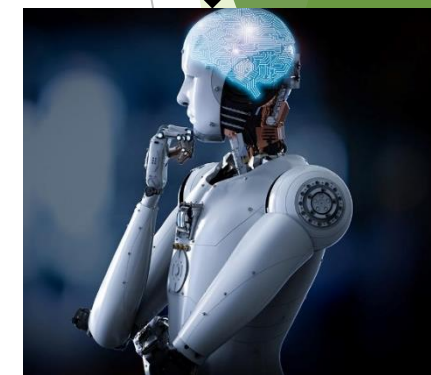
S1 (0-1m)
[C10-C40] 10 000 mg/kg MS



I.A.: Traitement en temps réel



Concentrations
Géologie
Hauteur de nappes
Topographie
...



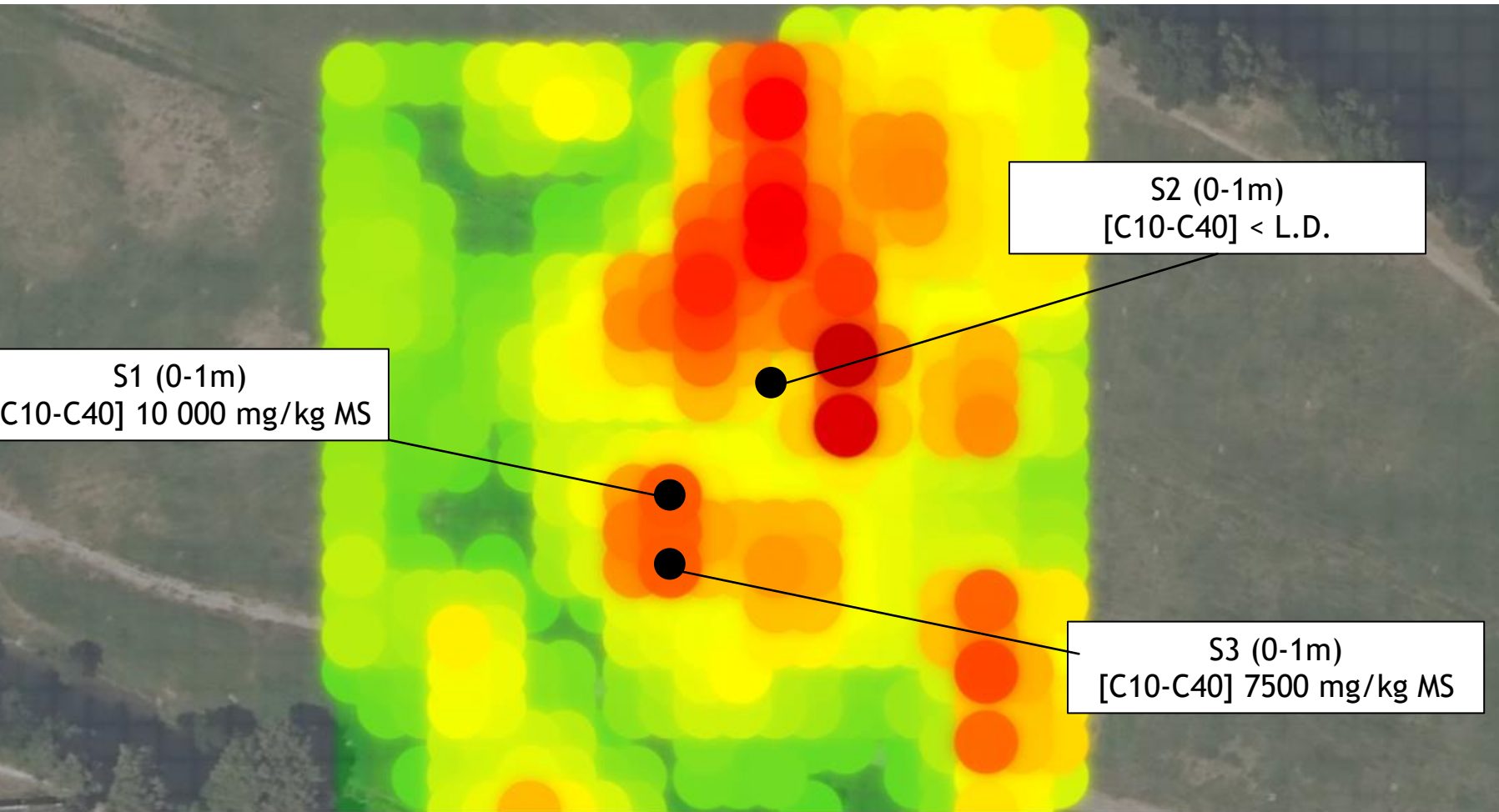
I.A.: Traitement en temps réel



Concentrations
Géologie
Hauteur de nappes
Topographie
...



I.A.: Traitement en temps réel



Concentrations
Géologie
Hauteur de nappes
Topographie
...

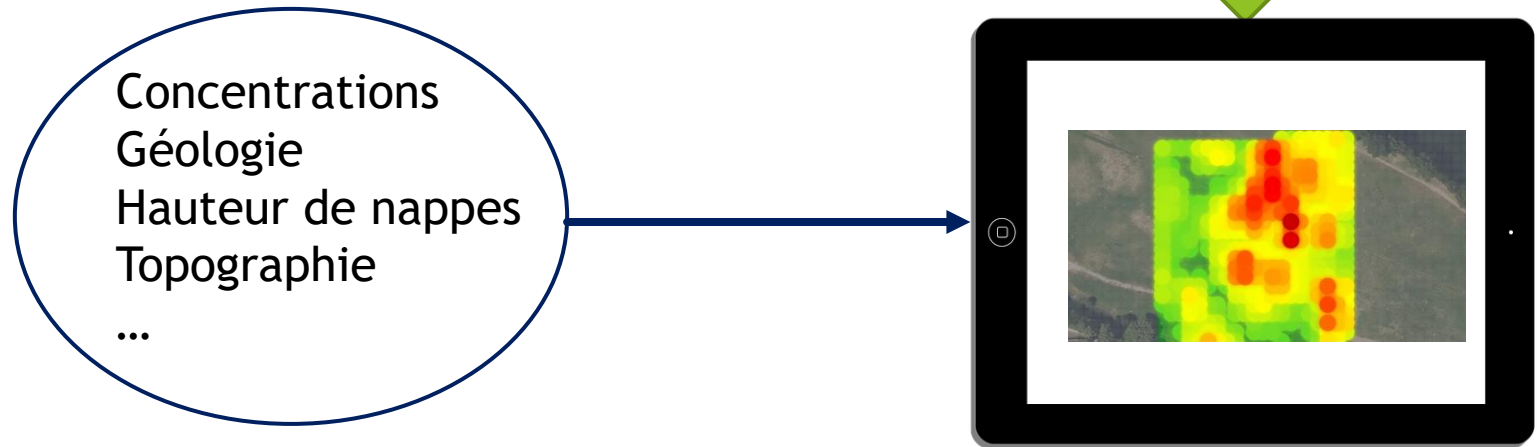


I.A.: Traitement en temps réel

AI
ARTIFICIAL
INTELLIGENCE

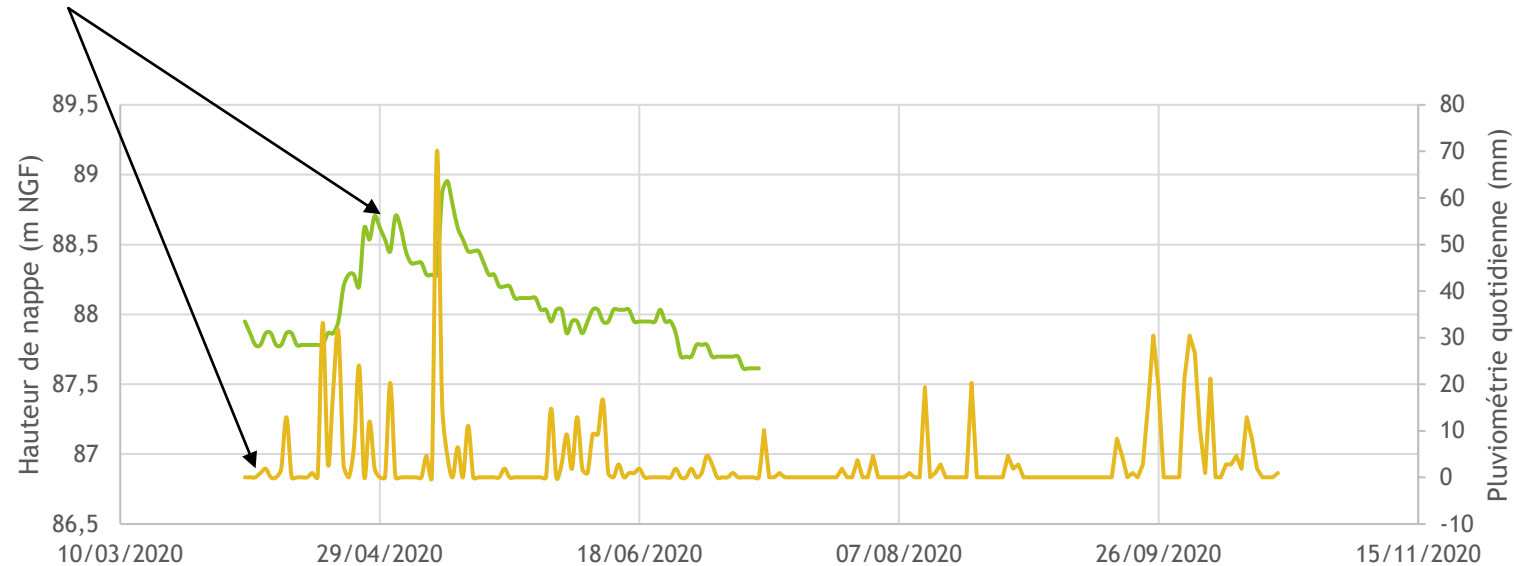


B.D.D



Modèle prédictif: évolution de la hauteur de nappe

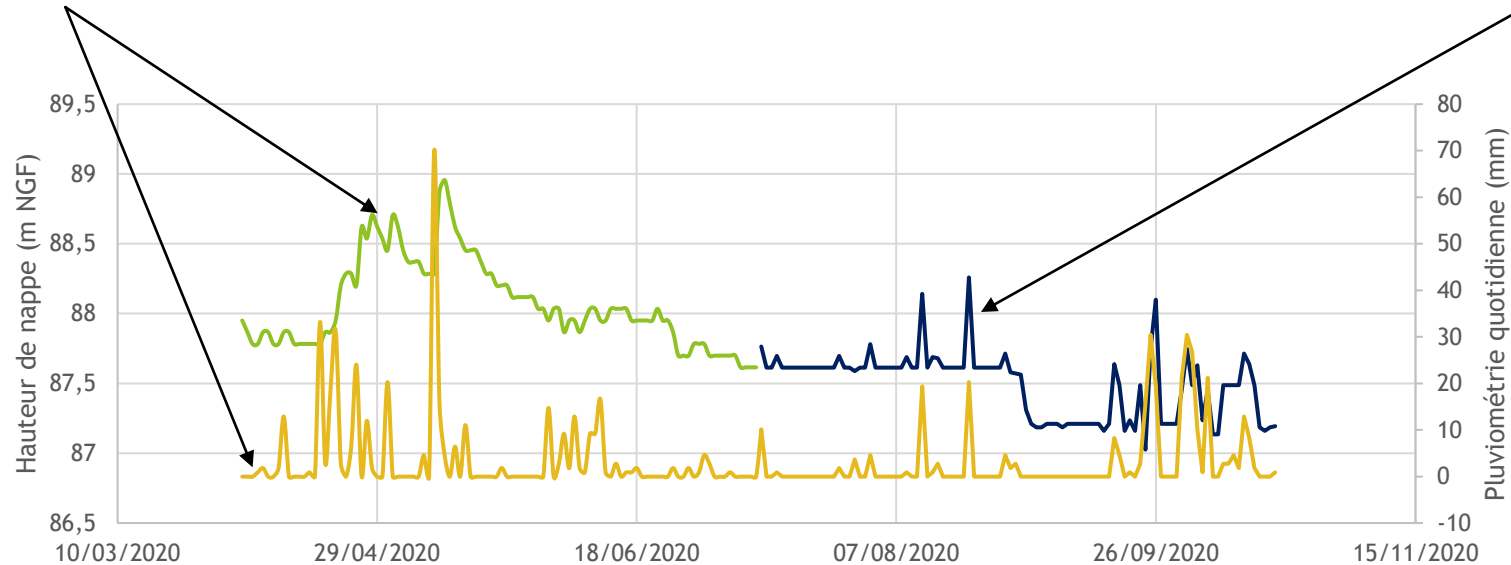
Données d'entrée



Modèle prédictif: évolution de la hauteur de nappe

Réponse de l'algorithme

Données d'entrée

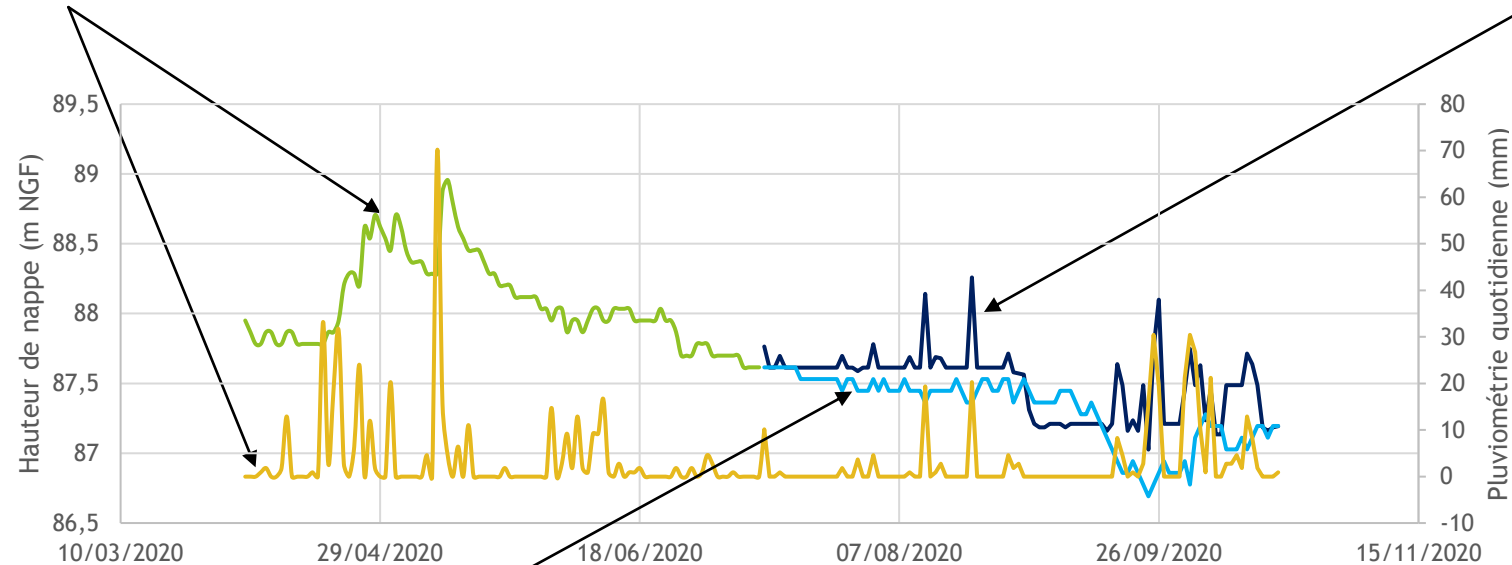


Modèle d'évolution du niveau de la nappe en fonction de la pluviométrie

Modèle prédictif: évolution de la hauteur de nappe

Réponse de l'algorithme

Données d'entrée



**Comparaison
modèle/ données « Diver »**

- Tendance est bonne
- Modèle réagit plus intensément avec la pluviométrie que les données « Diver »

Données « Diver »

Modèle prédictif: évolution de la hauteur de nappe

AI
ARTIFICIAL
INTELLIGENCE



B.D.D



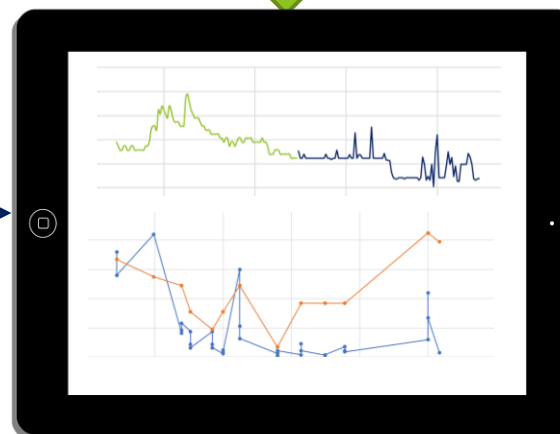
Données météo

Pluviométrie

Température

Taux d'humidité

...



Evolution du niveau de la nappe, des teneurs en polluants...



Conclusion

Transformation numérique offre beaucoup de possibilités

Peut-être coûteuse et « douloureuse » à mettre en place:

- Changement d'habitudes
- Formations de personnels...



L'EMPREINTE DE VOS SOLS

Démarrer sa transition en douceur

- ✓ Outils de cartographie, visualisation, calculs...
- ✓ Constitution d'une B.D.D



Conclusion

1) **Kiwimaps**
L'EMPREINTE DE VOS SOLS



B.D.D



2) Augmentation de sa BDD avec données historiques: numérisation

3) Valorisation de sa BDD avec Machine-Learning: Assistant virtuel

- ✓ Licences d'utilisation du brevet GeoPolDeepNet
- ✓ Mise à disposition d'algorithmes d'apprentissage automatique

Contacts

www.kiwi-maps.com

www.evaldepol.com

06-14-28-63-68

contact@evaldepol.com

