

# Réutilisation durable des sols grâce à un Jumeau Numérique

Stefan de Graaf - Sogelink

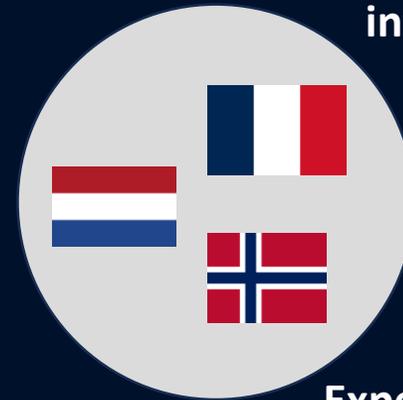
Forum SITG | Espace public | Données du Sous-Sol

20 juin 2024





Expertise SIG



Expertise tech  
infra/construction

Expertise BIM/CAD





# Évolution de la géoinformation



Cartes  
17e siècle

Géoinformation pour  
explorer le monde



SIG  
20e siècle

Géoinformation à des  
fins de planification et  
business



Jumeaux Numériques  
21e siècle

Simuler des plans  
alternatifs pour notre  
société



Un jumeau numérique du territoire comprend :



## Intégration des données

Copie numérique de l'état physique actuel (et passé)



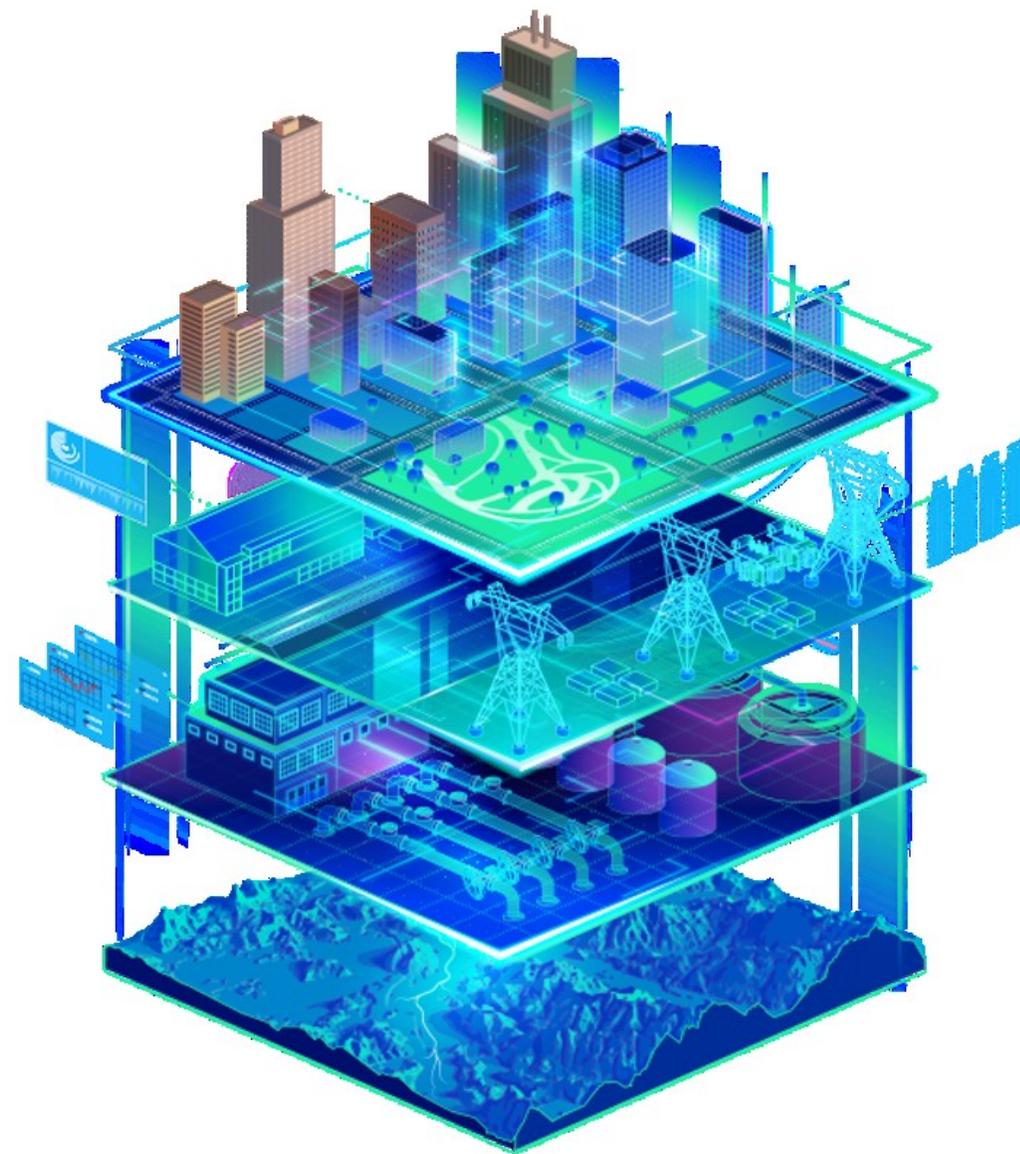
## Modélisation et simulation

Modèles prédictifs et simulations dynamiques  
(incl. AI + ML)



## Infos en temps réel par des capteurs IoT

Suivi des changements à mesure qu'ils se produisent





- **Blocs de construction**

1. Stockage de données
2. Gestion de données
3. Outils de modélisation, de simulation et de fusion de données
4. Pipelines de traitement des données
5. API et services
6. Apps front-end

- Standardisation des formats de données, des API/services et des métadonnées

- Basé sur l'open source

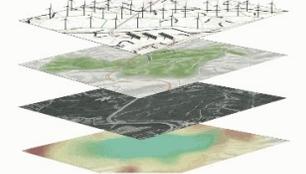
## Data Core



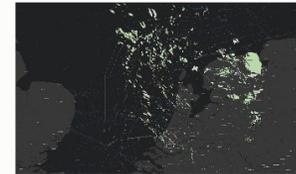
**01. Technical Platform**  
[More info](#)



**02. Data Storage**  
[More info](#)



**03. Data Management**  
[More info](#)



**04. Analytical Tools**  
[More info](#)



**05. Data Processing Pipelines**  
[More info](#)



**06. APIs and Services**  
[More info](#)

## Visualization



**07. Map Viewer**  
[More info](#)



**08. 3D Data**  
[More info](#)

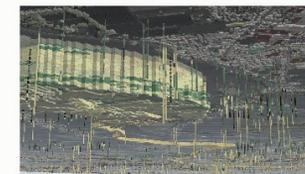


**09. 3D Terrain**  
[More info](#)

## Digital Twin



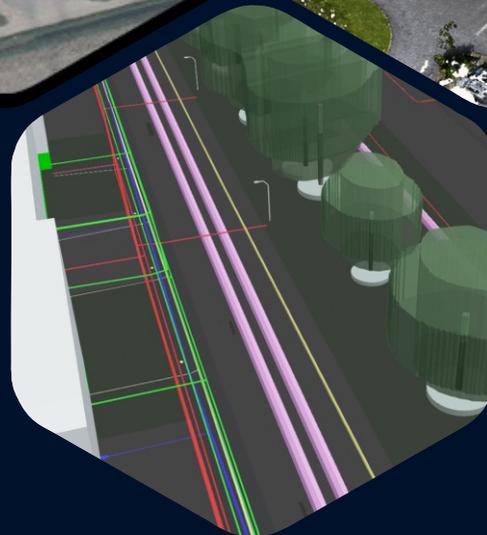
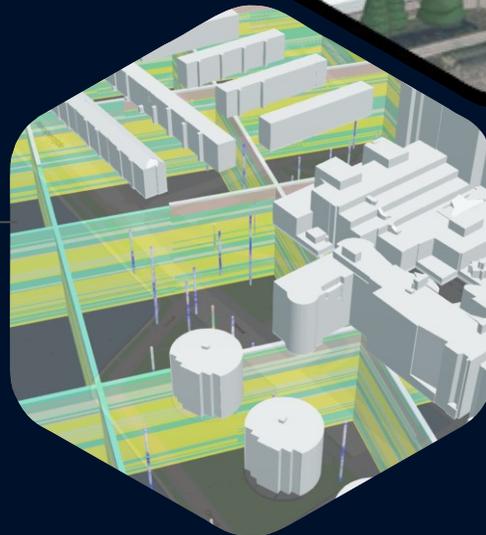
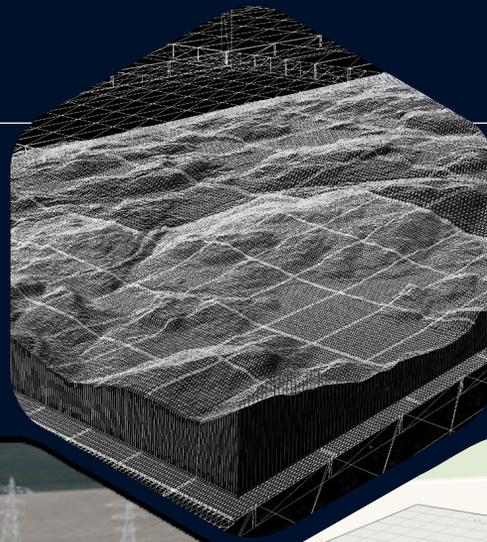
**10. Real-Time Insights**  
[More info](#)



**11. Prediction and Simulation**  
[More info](#)

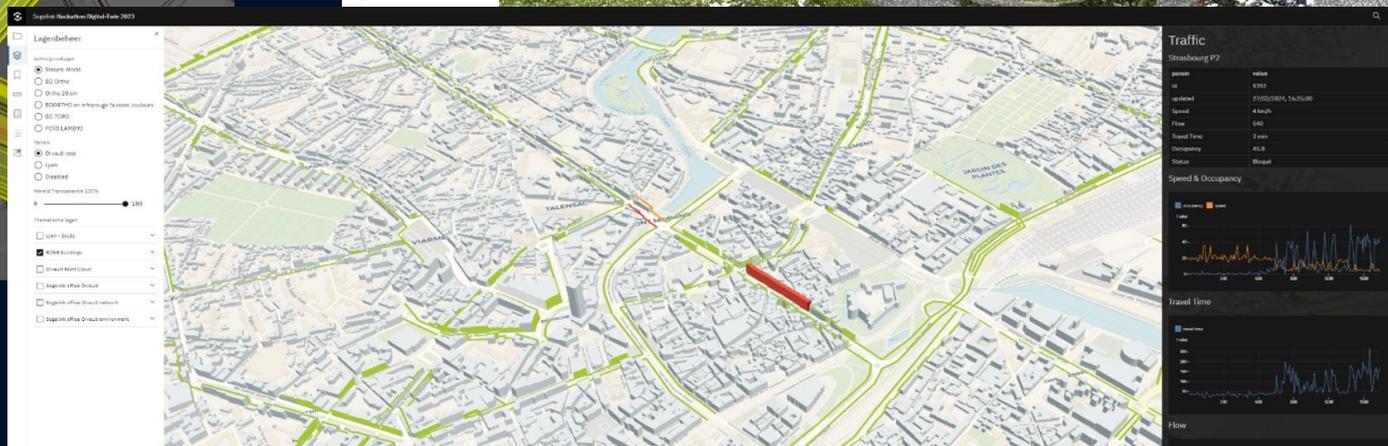
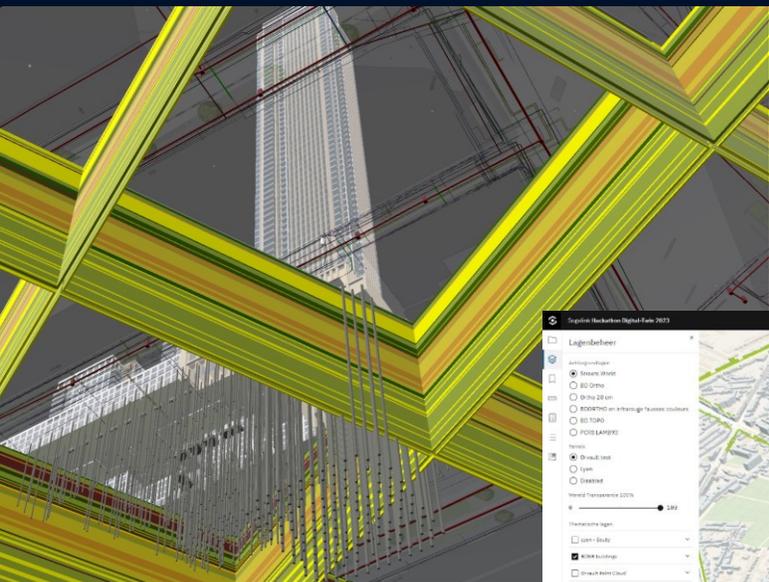
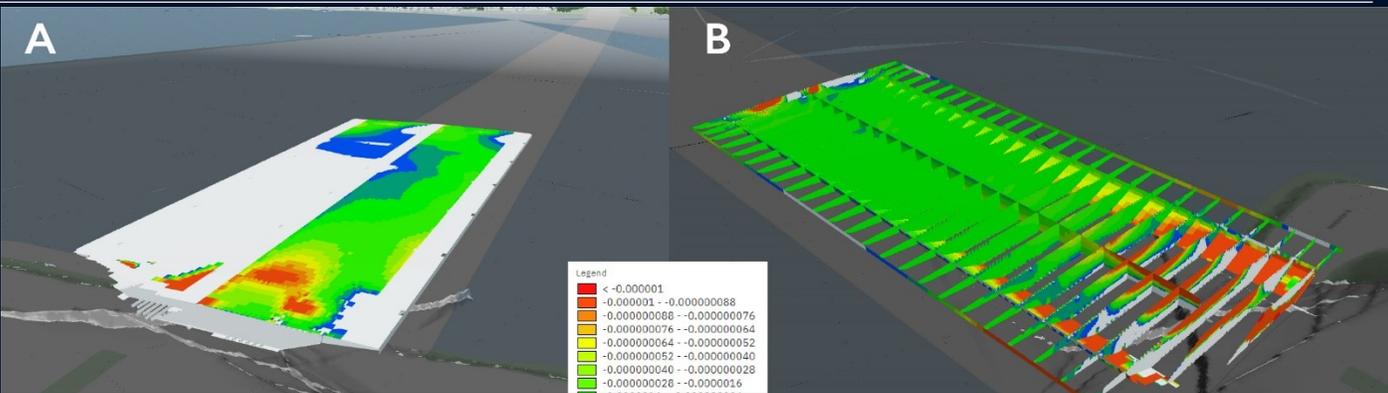


**12. Integration BIM-GIS**  
[More info](#)





- Gestion des infrastructures
- Protection contre les inondations
- Aménagement du territoire
- Smart Cities
- ...





# « Le sol et le sous-sol constituent le fondement de notre existence »

45 ans de développement de la politique néerlandaise des sols

Accord intergouvernemental sur les sols 2023-2030

3ème Alliance sur le sol et le sous-sol

2ème Alliance sur le sol et le sous-sol

Décentralisation des responsabilités et mise en œuvre vers les autorités compétentes  
Collectivité locale et régionale

Plan national de politique environnementale  
Ministère du Logement, de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement VROM

Programme National d'enquête sur la pollution des sols

2024

2023

2016

2014

2008

1987

1980

153

1.674

250.000

Sites contaminés nécessitant un assainissement urgent

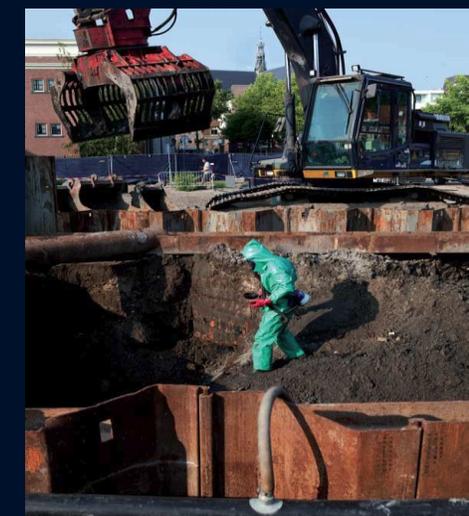
Total budget  
€ 257 million / year

Le Parlement néerlandais a défini les principes directeurs de la gestion de l'eau et des sols dans l'aménagement du territoire

Pacte sur la politique et la stratégie de développement des sols pour les sites urgents

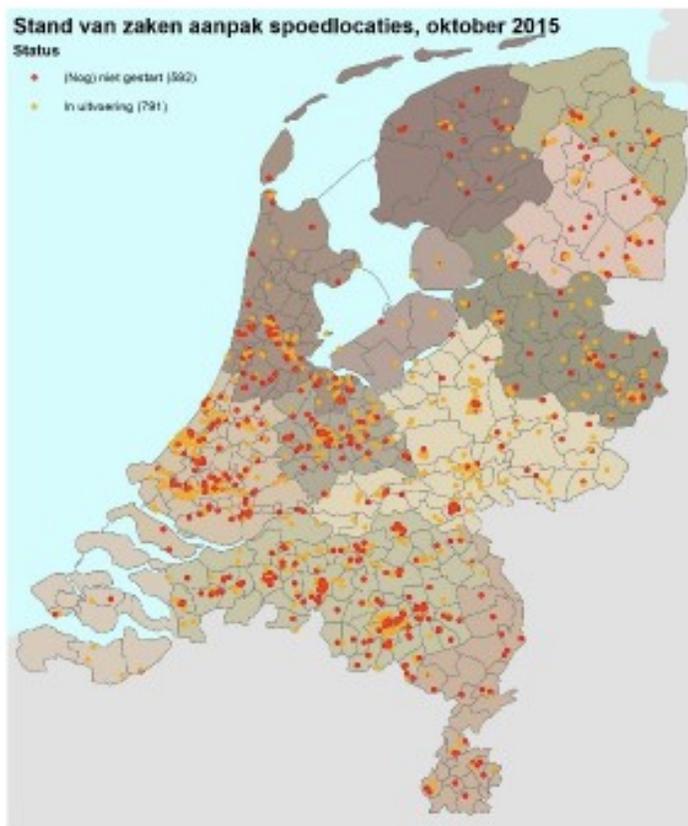
Loi sur la protection des sols  
(Wet bodem bescherming - Wbb)

Budget annuel de dépollution des sols :  
fonds provincial et municipal 417 millions € / an  
Budget d'investissement dans la rénovation urbaine 242 millions € / an  
Budget total 659 millions € / an





## Water and Soil are leading in National Spatial Planning Policy



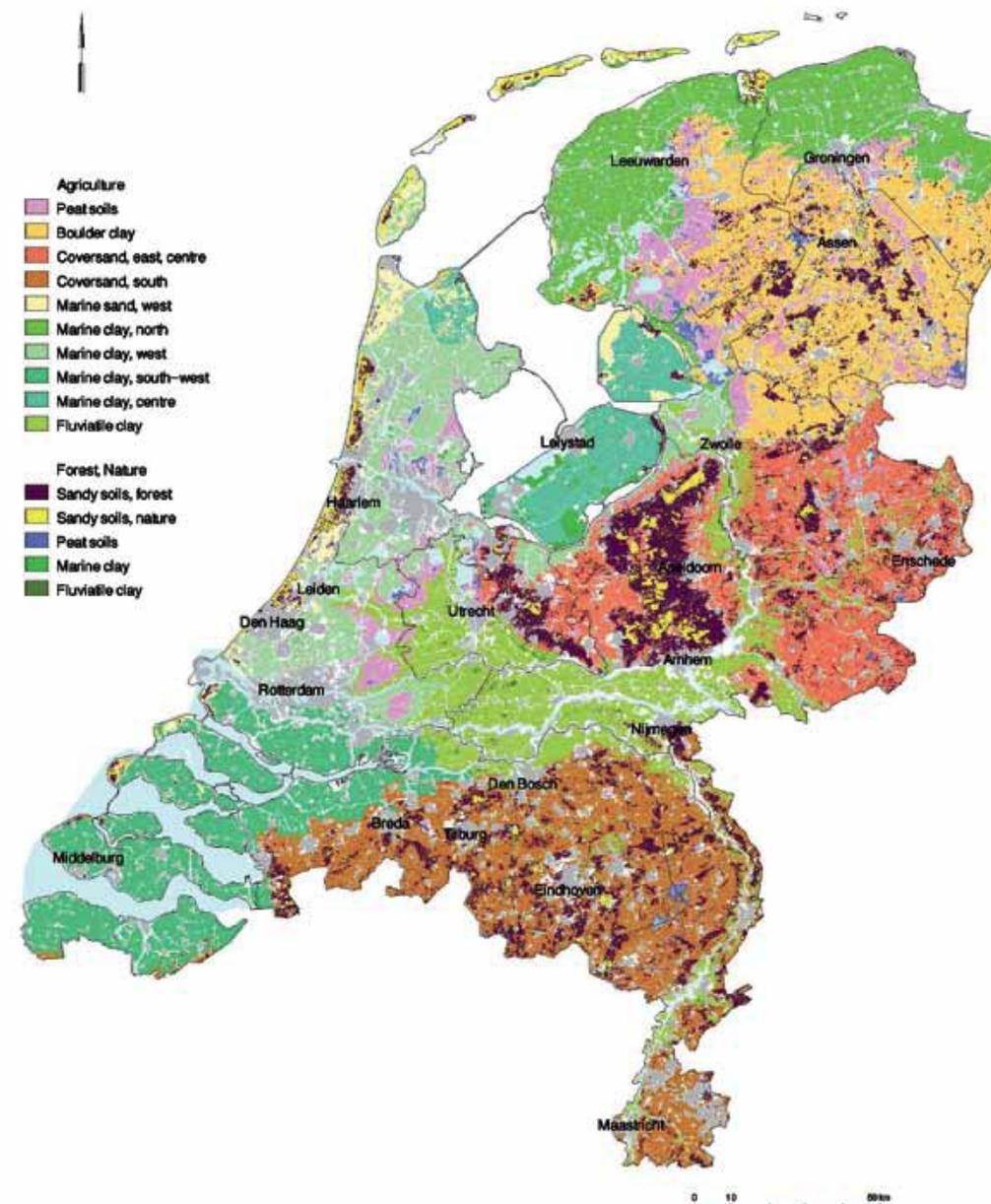


# National Key Registry of the Subsurface Act (BRO) 2018

- **BRO** – Base de données publique du sous-sol aux Pays-Bas
  - Maintenu par TNO (institut de recherche)
  - Portail: <https://www.broloket.nl/>
- Études du sous-sol
  - Soil maps (SGM)
  - Geomorphological map (GMM)
  - Borehole research (BHR)
  - Cone penetration test (CPT)
  - Soil face research (SFR)
- Qualité du sol et de l'eau
  - Assessment Data (SAD)
  - Decisions (SLD)
  - Inter chemical analysis report (GAR)



Basisregistratie  
Ondergrond

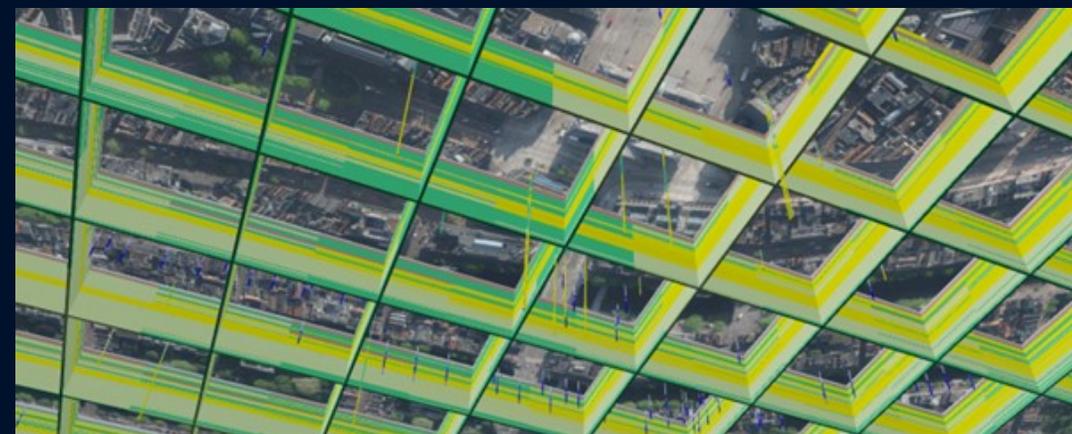
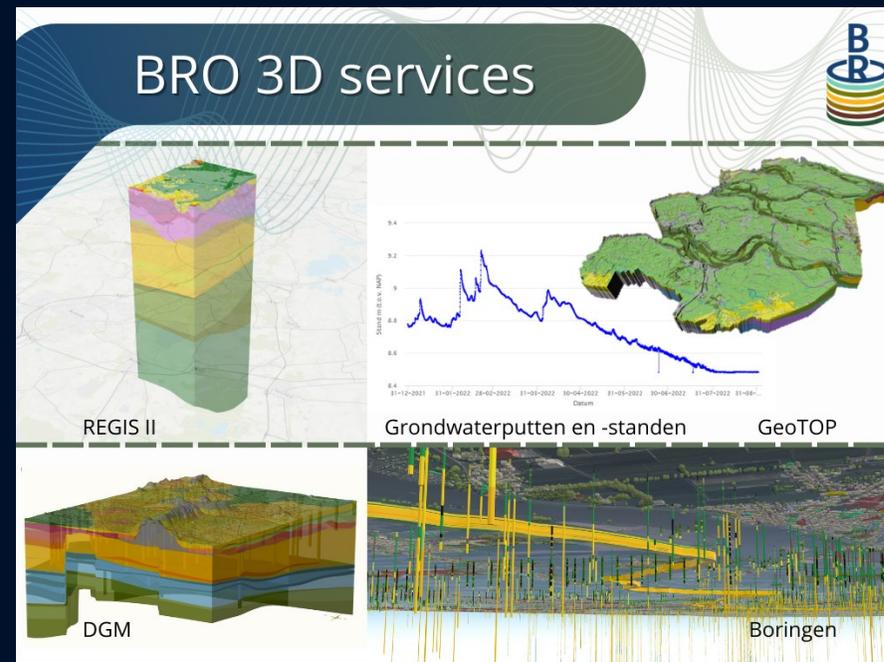




- **BRO** – Base de données publique du sous-sol aux Pays-Bas
- Modèles 3D
  - Géologiques
  - Hydrologiques

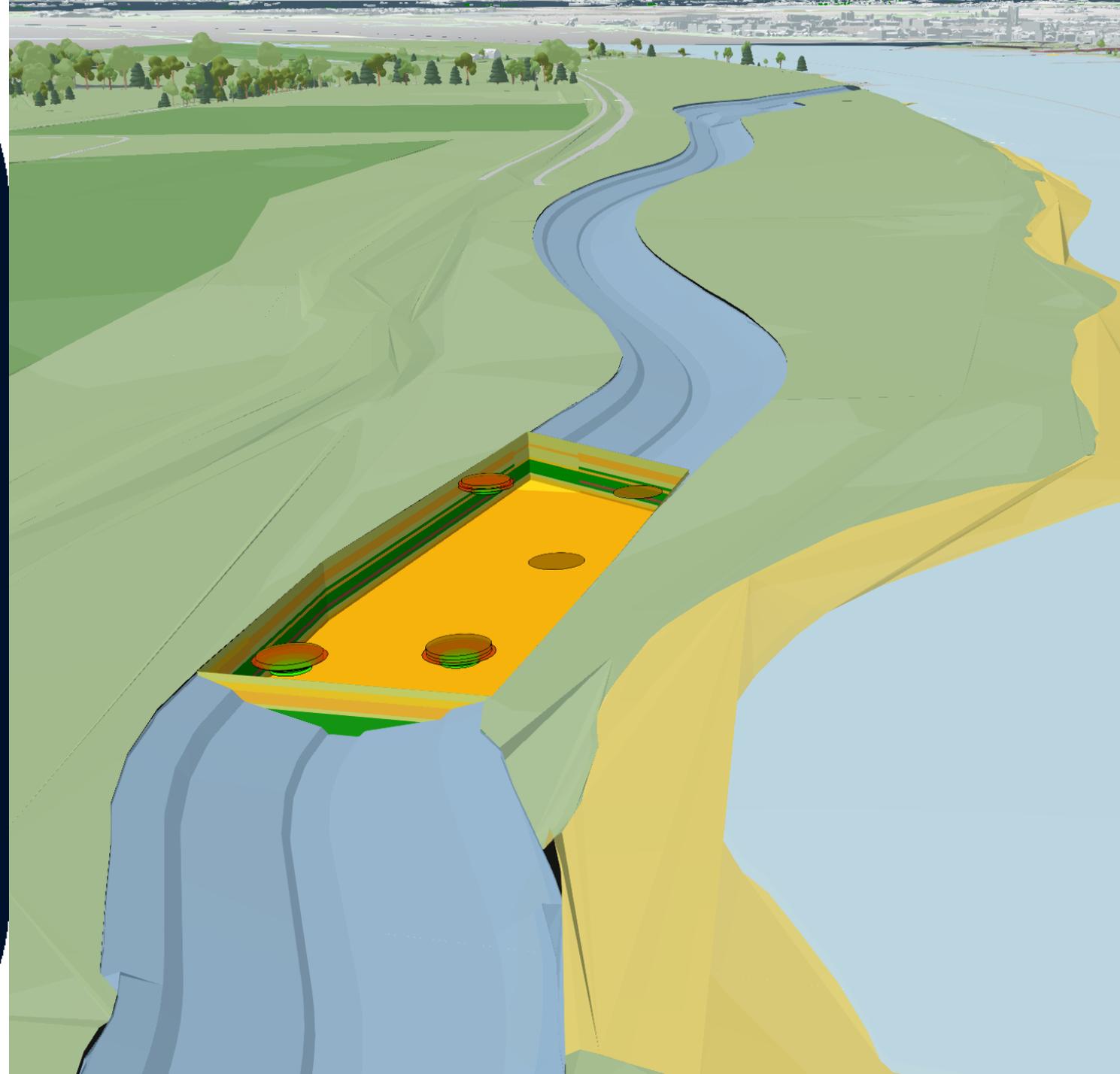


Basisregistratie  
Ondergrond



Cas d'usage

# Recyclage durable des sols





# Recyclage durable des sols

- Le sous-sol : une ressource cruciale pour relever nos besoins d'espace
  - Logement
  - Adaptation climatique
  - Infrastructures routières
  - Transition énergétique
- Les ressources primaires diminuent alors que la demande reste élevée

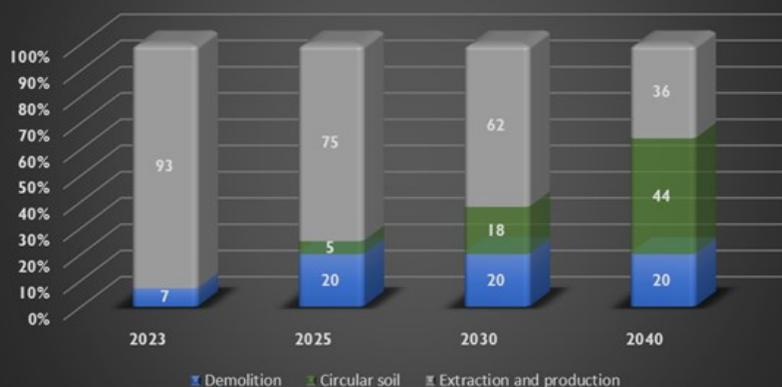


## Utilisation de sable / an / citoyen (NL)

### Jaarlijks zandgebruik per Nederlander gemiddelde over periode 2006-2016



## Total construction raw materials 2025-2040 Per source (x million tons)

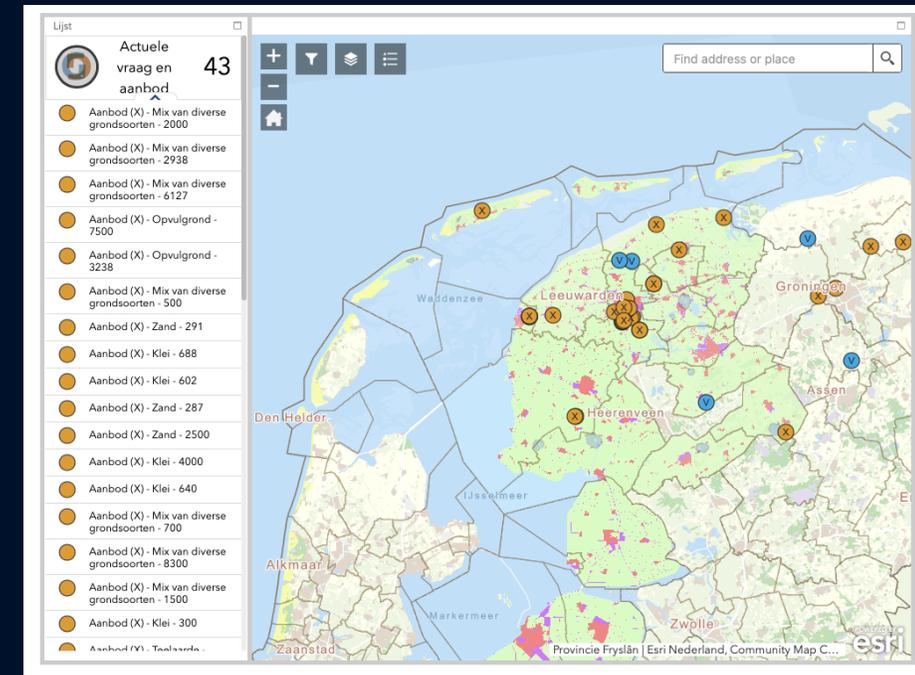




- Le recyclage des sous-sols n'a pas lieu en raison du manque d'aperçu des données
  - Caractéristiques du sol
  - Politiques environnementales
  - Logistique des transports
  - Timing
- Comment l'organiser de manière durable ?
  - Minimiser les perturbations de l'environnement naturel
  - Réduire les émissions durant le transport
  - Donner la priorité à une réutilisation de haute qualité des ressources du sol

Avec les données du BRO, il est possible de:

- **fournir des infos prédictives**
- **déterminer des échanges de sol potentiels** avant même le début des travaux !

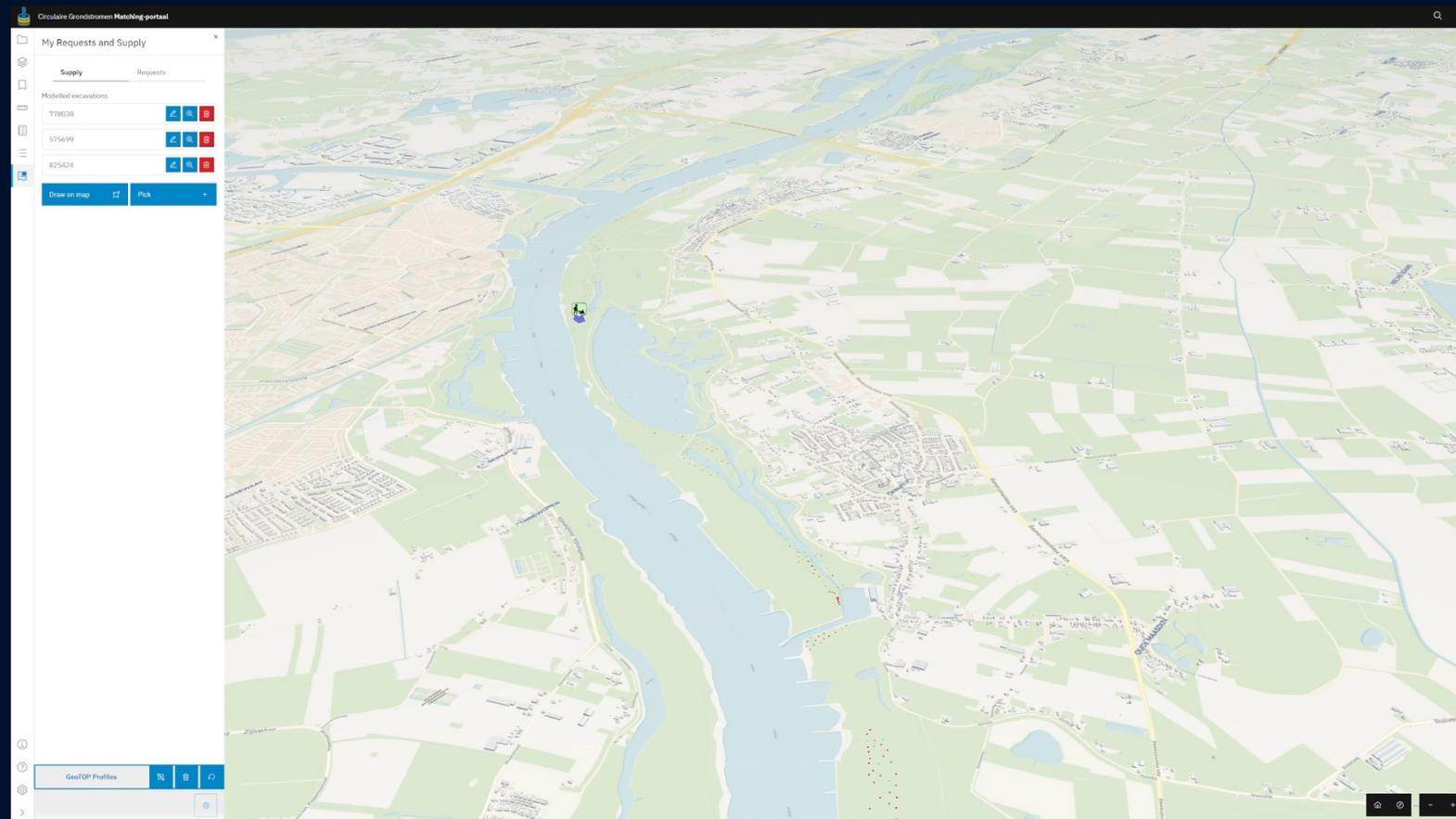


Plateforme existante (province de Friesland)



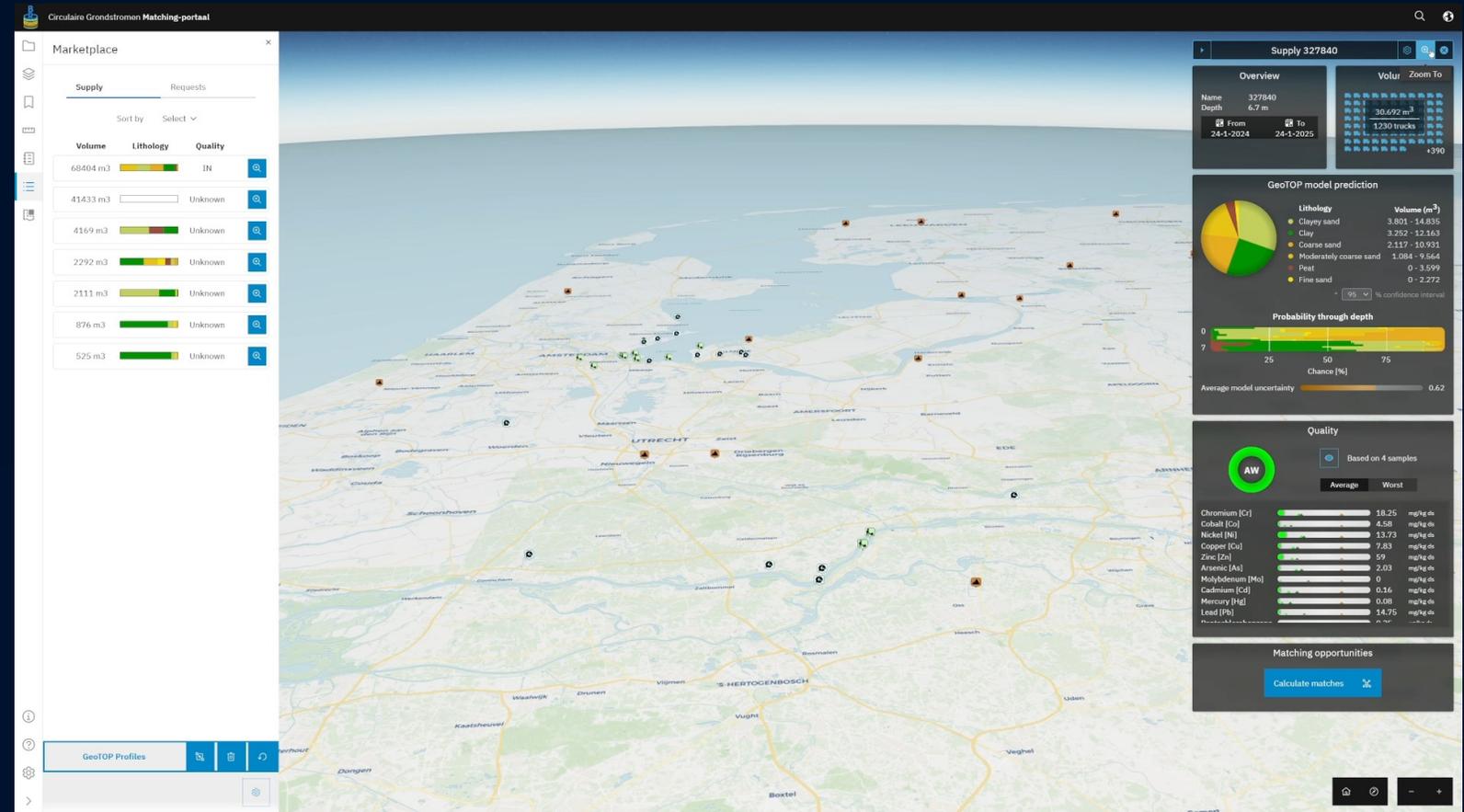
- Outil interactif pour creuser
- Récupération dynamique des données :
  - Lithologie du sol (sable, argile, tourbe, ...)
  - Qualité du sol
  - Volumes

**Prédire les propriétés du sol sans avoir besoin de pelle !**



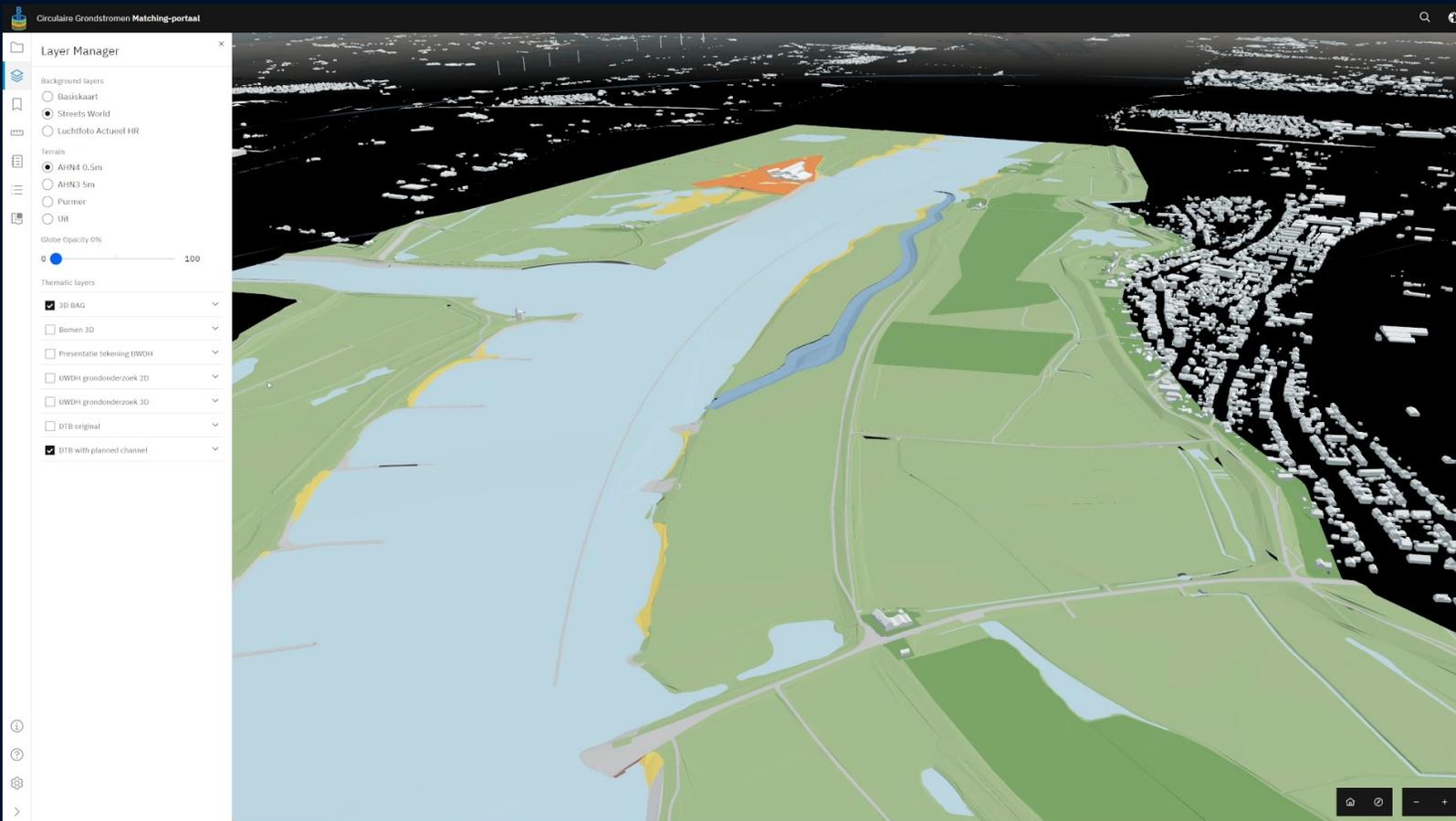
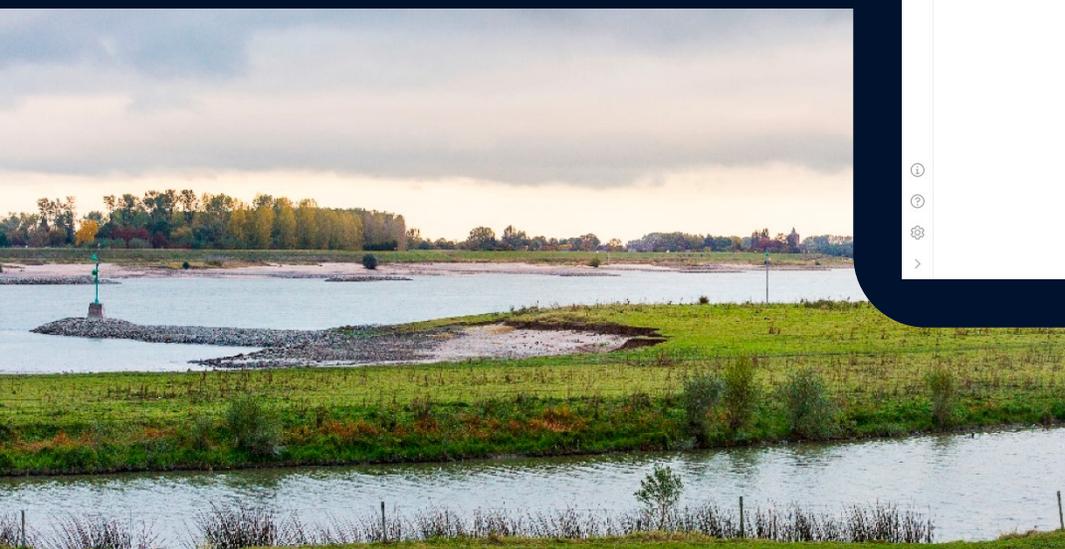


- Place de marché avec offre et demande
- API de routage multimodal (camion + bateau)
- Priorisation des échanges avec les émissions de CO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub>/PM<sub>2.5</sub> les plus faibles





- Mise en pratique – Rivière Waal
- Refonte des plaines inondables
- Modèle BIM du projet en 3D (.dxf)

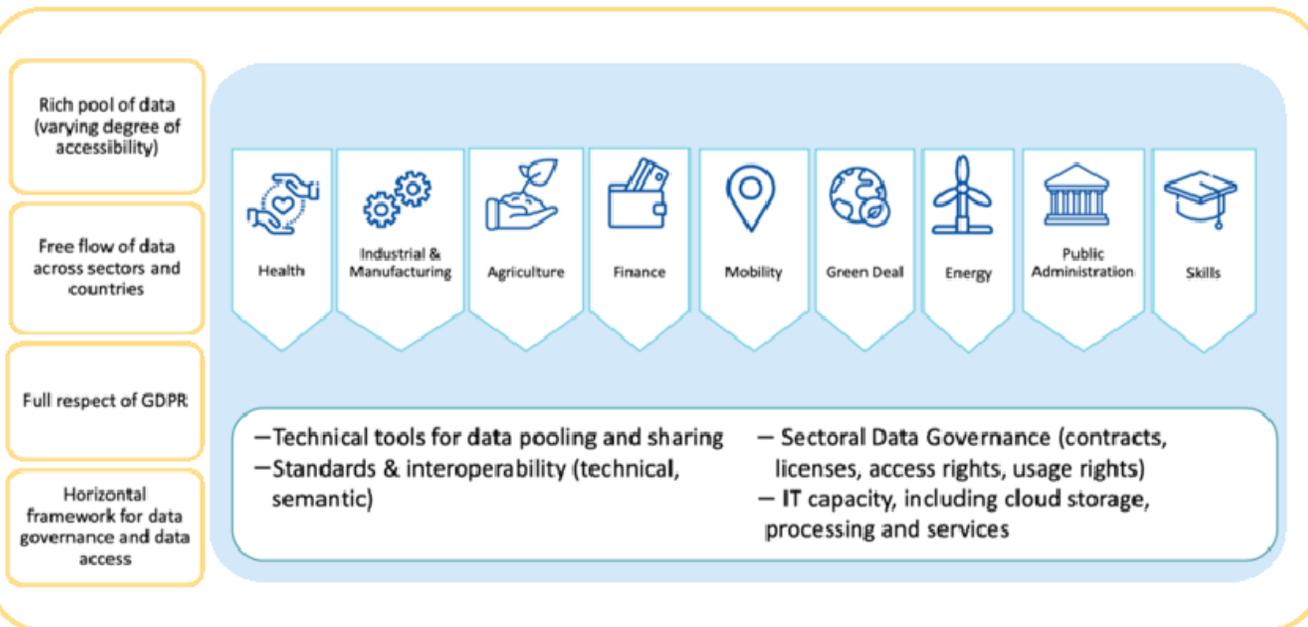




- Prochaine étape : Recyclage des sols transfrontalier
  - Espaces de données au niveau européen
    - Green Deal Data Space (GD DS)
    - DIGITAL TER-X 2050
  - Passeport (international) du sol



## Espaces de données européens





# Conclusion

Des données et modèles du sous-sol bien organisés et standardisés peuvent grandement soutenir et optimiser la planification spatiale





# Questions ?

Lien:  
<https://grondstromen.beta.geodan.nl>

## Contact

Stefan de Graaf – [stefan.de.graaf@sogelink.nl](mailto:stefan.de.graaf@sogelink.nl)

