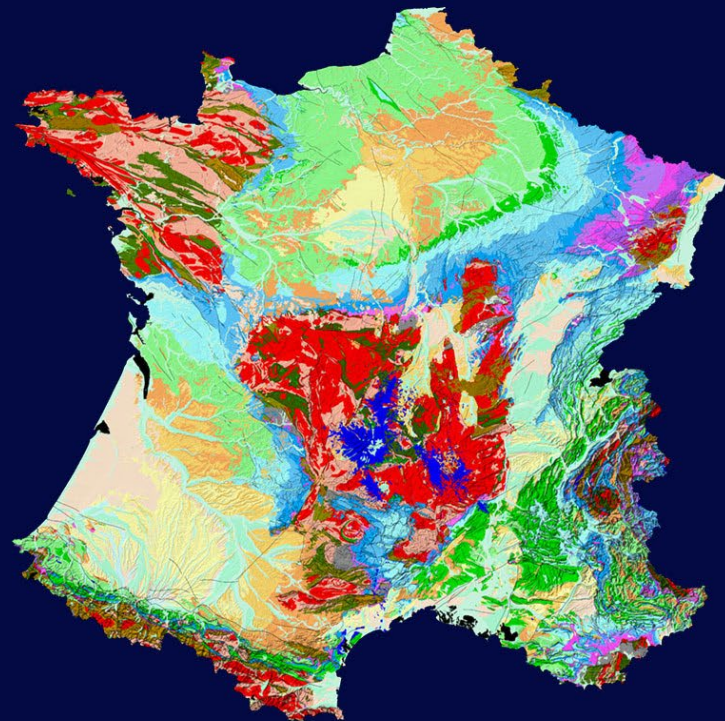


# PC4 –Digital Earth

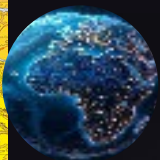
**Auteur(s)** : Y. Dantal, P. Delaporte,  
équipes BRGM PSD&IDI

**Présenté par F. Prognon**



# PC4- Highlights !

- Le PC4- Digital Earth
- Le prototype plateforme
  - Une vision
  - Périmètre fonctionnel
- Une plateforme conçue pour durer
  - Fédération des plateformes PEPRS et BRGM ;
  - Audit de sécurité et de souveraineté ;
  - Déploiement : modalité et timing
  - Les enjeux
- Deux exemples de fonctionnalité :
  - La recherche de données
  - Le Jumeau numérique du sous sol



# DIGITAL EARTH

Carte d'identité du projet



## Identification

### Nom du projet

PEPR Sous Sol – PC04 – DIGITAL EARTH

### Typologie

Projet de recherche

### Thématiques / domaines scientifiques

Numerique – Programme GEONUM

## Ambition scientifique

Doter la communauté des géosciences d'une plateforme unique – *Digital Earth* – donnant accès aux connaissances du sous-sol sous forme d'un ensemble numérique cohérent de :

- données
- modèles
- outils
- workflows

## Partenaires

IFPEN, Université de Lorraine (GeoRessources)

Université d'Orléans (LIFO)

ENIT – École Nationale d'Ingénieurs de Tarbes

Université de Grenoble (IForm@ter)

## Gouvernance & portage

### Leader projet

BRGM

### Chef de projet (CDP)

F. Prognon (BRGM)

### Leaders de Work Packages

Y. Dantal (BRGM)

M. Padel (BRGM)

G. Caumon (Université de Lorraine)

M.-C. Caca Steinz (IFPEN)

## Financement

Programme PEPR cofinancé par l'ANR

### Durée

01/10/2023 – 31/03/2030

### Budget total

**25,3 M€**

- 14,6 M€ BRGM
- 7,9 M€ Contrat
- 6,7 M€ SCSP

## Cadre temporel

01/10/2023 – 31/03/2030

## Contractualisation

### Achevée

Lettre d'engagement envoyée à l'ANR en 06/2025

## Contractualisation

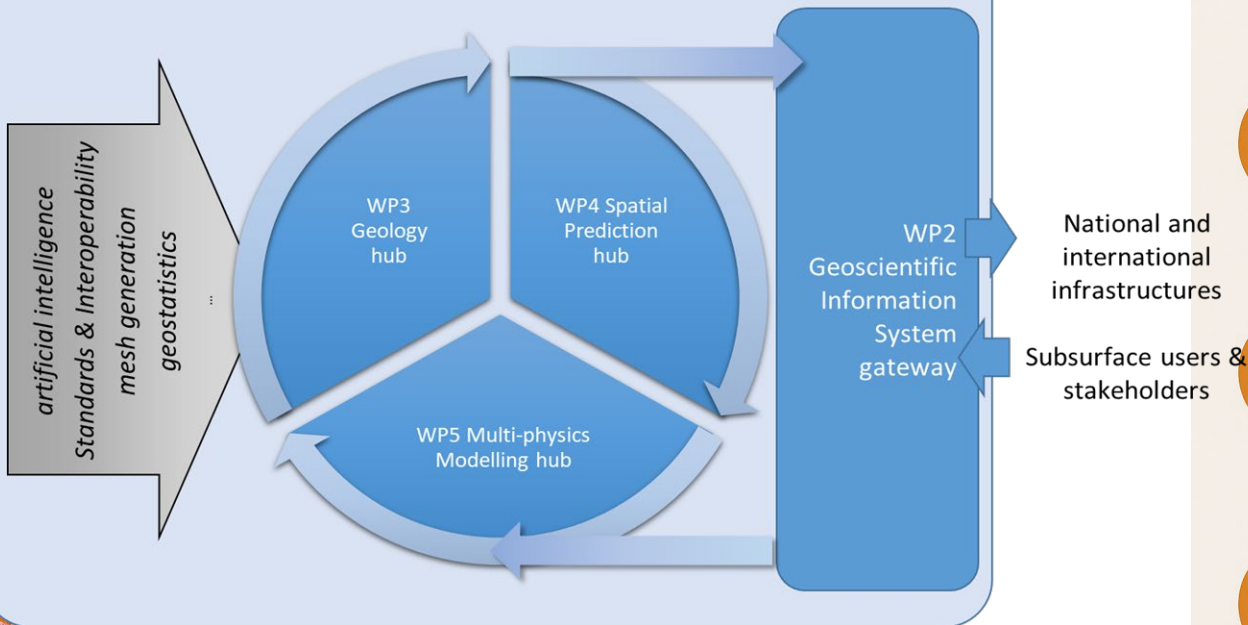
### Achevée

Lettre d'engagement envoyée à l'ANR en 06/2025



## QUATRE WORK PACKAGE TECHNIQUES

### WP 1 Coordination & Stakeholder Engagement



## WORK PACKAGES (WP)

WP2

Participation en collaboration étroite avec la PNI à la mise en place d'une passerelle du système d'information géoscientifique

WP3

Géologie Référentiel Géologique Français (RGF) comprenant des outils dédiés à la cartographie numérique et à la modélisation géologique 3D

WP4

Prédiction spatiale de modèles continus et discrets de la subsurface intégrant des incertitudes

WP5

Modélisation multi-physique de l'évolution temporelle de la subsurface

# Préambule

## 1 / La reprise, la valorisation et la mise en production de nombreux outils numériques et systèmes d'information préexistants

(SI Géol, outils SIG, outils RGF, etc.), avec pour ambition de numériser l'ensemble des processus métiers de la géologie : depuis le terrain jusqu'à la diffusion, en passant par la **standardisation des données et la modélisation 3D** => effort majeur sur la standardisation des données géologiques !!!

## 2 / Le développement et la mise en service d'un environnement numérique inédit de « plateforme », pensé pour répondre aux besoins des scientifiques,

Cet environnement de travail, conçu pour répondre aux **besoins des scientifiques**, à poir - des scientifiques, a pour objectif de doter le BRGM et ses partenaires d'un **outil numérique intégré**.

Il donnera accès aux catalogues de **données** et de codes et offrira des **fonctionnalités de traitement, de diffusion**.





## 3 / La recherche et le développement de nouveaux outils et environnements de travail

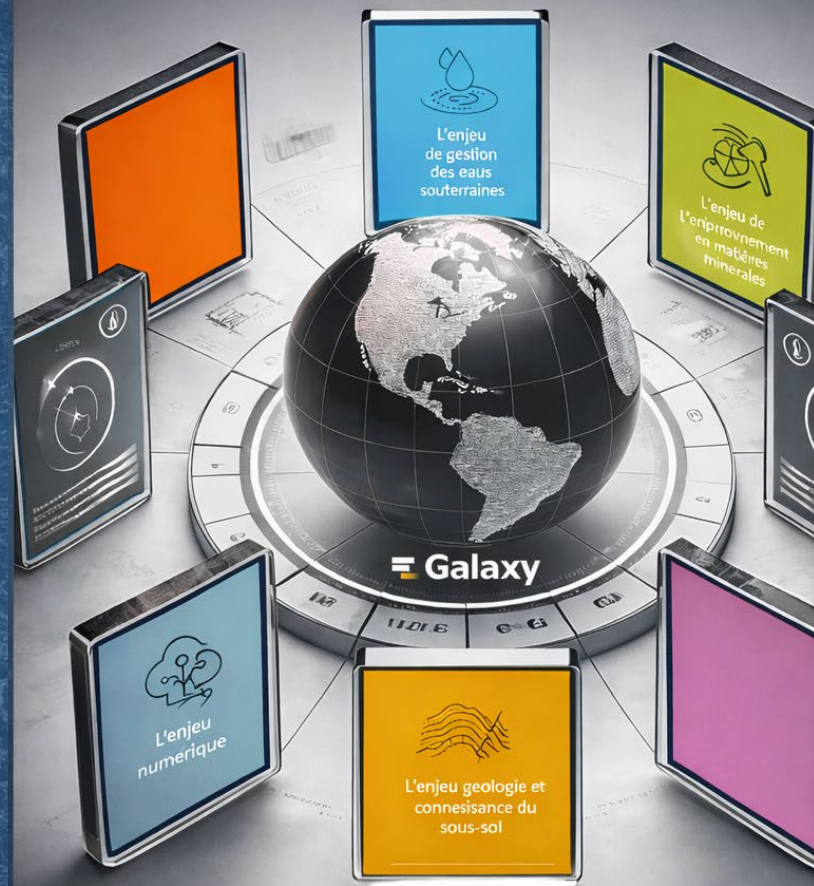
exploration du potentiel des intelligences artificielles dans certains domaines de la modélisation 3D et de la modélisation multi-physique



## Ambition scientifique

Doter la communauté des géosciences d'une plateforme unique — *Digital Earth* — donnant accès aux connaissances du sous-sol sous forme d'un ensemble numérique cohérent de :

-  données
-  modèles
-  outils
-  workflows



# DIGITAL TOOLBOX

## BOÎTE À OUTILS NUMÉRIQUE DU GÉOLOGUE



**Geological  
3D Modeling**



**Geophysics  
Reservoir Modeling**



**GIS**



**Field Data  
Collection**



**Imaging &  
Remote Sensing**



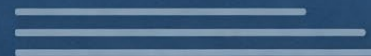
**Data Management**  
Sessories Desines



**AI & Machine Learning**  
GfD Ssualysics  
Sunvontics



**Visualization &  
Web Mapping**

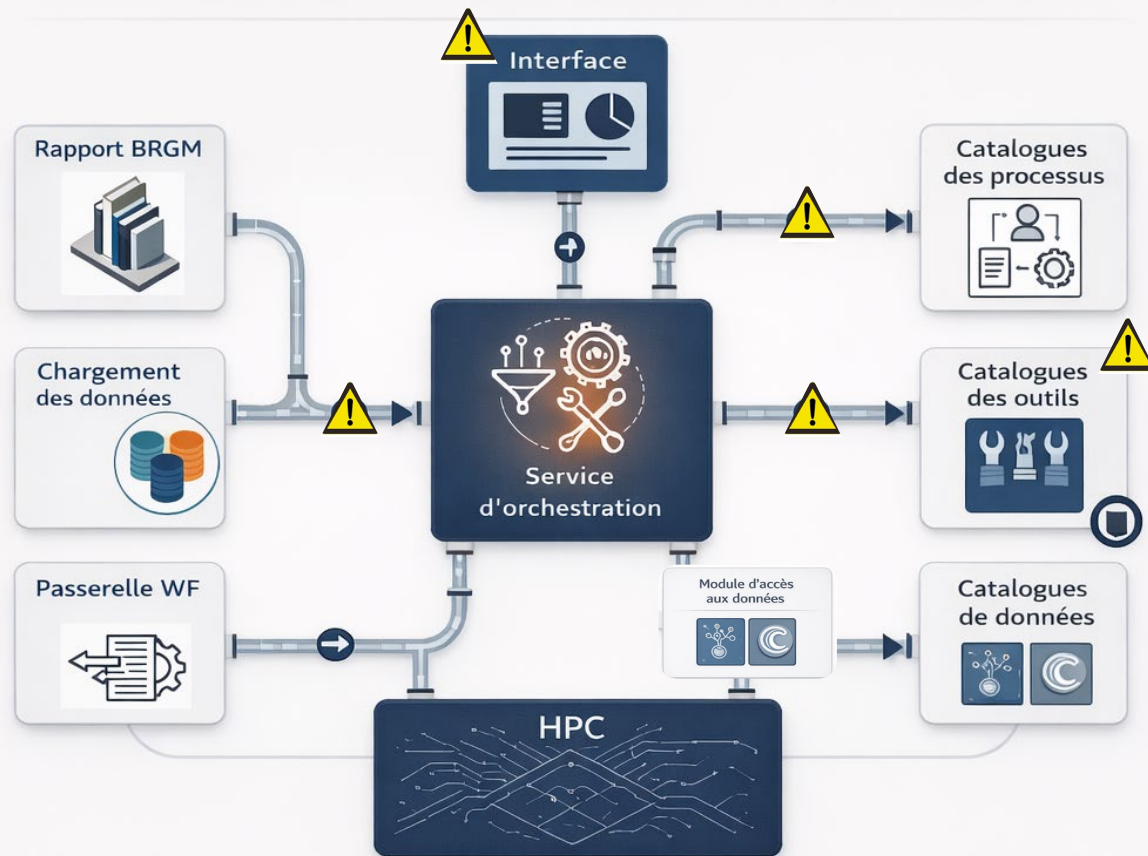


# Plateformes Numériques

Prototype opérationnel – janvier 2026



# Architecture fonctionnelle de la plateforme géoscientifique



# De l'accès aux données à la publication : les fonctionnalités de prototype plateforme



# Plateforme Numérique Intégrative

La **Plateforme Numérique Intégrative (PNI)** est une solution centralisée conçue pour les chercheurs du BRGM, offrant une infrastructure unifiée dédiée aux traitements géoscientifiques avancés. Elle répond aux enjeux croissants de la recherche géologique et technique en fournissant un environnement de travail collaboratif et optimisé pour des analyses approfondies.

Grâce à la PNI, les chercheurs peuvent accéder facilement aux données et outils nécessaires, permettant un gain de temps significatif et garantissant une traçabilité optimale des processus. En utilisant une plateforme commune, le BRGM encourage la reproductibilité des recherches, le partage des connaissances et la sécurité des données. Cette intégration est un levier puissant pour l'innovation scientifique, facilitant une collaboration plus fluide et des avancées en géosciences.



## Recherche de données

Accédez aux catalogues de données pour explorer les informations géologiques, hydrologiques et autres ressources essentielles. Une base de données centralisée permet un gain de temps et une précision accrue dans la collecte des informations scientifiques.



## Importation de données

Importez des ensembles de données via Galaxy History pour une intégration et une analyse fluide. Une interface simplifiée permet à chaque utilisateur de contribuer facilement aux ressources partagées et d'enrichir la plateforme de nouvelles données.



## History

### S-PASS Démo

491 KB







15



**This history is empty.**

You can load your own data or Charger des données depuis une source externe.

# Vers des solutions aux difficultés

Niveau de risque	Difficulté	Projets liés	Actions
 <b>Critique</b>	Contraintes sécurité	Keycloak - SI Geol → <b>retards</b>	--
PNI Cœur	PNI Cœur RH : montée en compétences Galaxy, depart d'une ressource clé en 2026	Communauté Galaxy (+Gaia Data)	Participation à la communauté Galaxy: Gaia Data, focus 2026 sur la maintenabilité
 <b>Critique</b>	PNI Cœur	Communauté Galaxy (+Gaia Data)	Participation à la communauté Galaxy: Gaia Data
 <b>Majeur</b>	Rationalisation des roadmaps projet	SI Geol - Geophy... (disponibilité des données)	Efforts de coordination
 <b>Majeur</b>	Disponibilités des acteurs, contractualisation avec Deeplime	IRM → <b>retards</b> --	Efforts de coordination
 <b>Majeur</b>	Exemples de besoins métiers « spécialistes » Adoption « confidentielle »	-- --	Efforts de coordination
 <b>Adoption</b>	-- --	Efforts de communication --	Efforts de communication

# Plateformes numériques

---

Conçues pour durer



# COORDINATION PLATEFORME

Vers un écosystème plateforme unifié

Passer de projets isolés à une plateforme commune

- Une trajectoire partagée pour :
  - mutualiser les investissements**
  - industrialiser les usages**
  - accélérer la valeur métier**



# COORDINATION PLATEFORME

Vers un écosystème plateforme unifié

## Passer de projets isolés à une plateforme commune

- Une trajectoire partagée pour :
  - mutualiser les investissements**
  - industrialiser les usages**
  - accélérer la valeur métier**

### Vision commune

- Architecture plateforme partagée
- Interopérabilité native
- Scalabilité long terme

### Principes structurants

- FAIR by design
- Open data
- Standards communs
- Réutilisation maximale

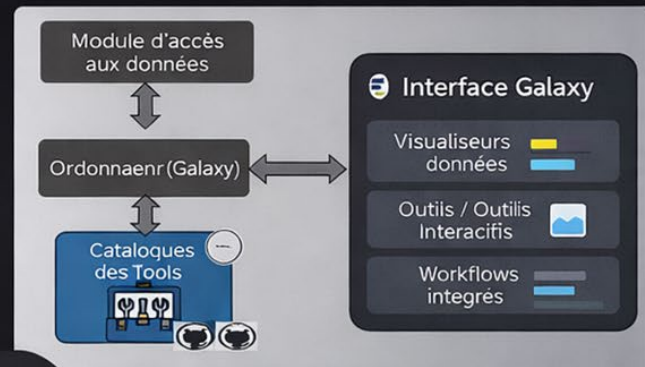
### Socle mutualisé

 Galaxy  GitLab

 GeoNetwork

 KEYCLOAK

## Architecture cible commune (α – juin 2025)



- Accès unifié aux données
- Ordonnancement centralisé
- Catalogue de tools partage
- Interfaces métiers configurables
- Workflows intégrés

# COORDINATION PLATEFORME

Vers un écosystème plateforme unifié

## Capacité opérationnelle

- Task force dédiée DNMU/ / DI
- Construite en 2025
- Déployée a 100 % en 2026

## Pilotage plateforme

- Comité plateforme (arbitrage stratégique)
- Programmes techniques communs 2026
- Budgets mutualisés 2026

## 2025 →

- Construction du socle commun
- Mise en place gouvernance
- Déploiement task force

## > 2026

- Mutualisation budgétaire
- Industrialisation des plateformes
- Montée en charge à l'échelle

# Un système conçu pour être opérationnel

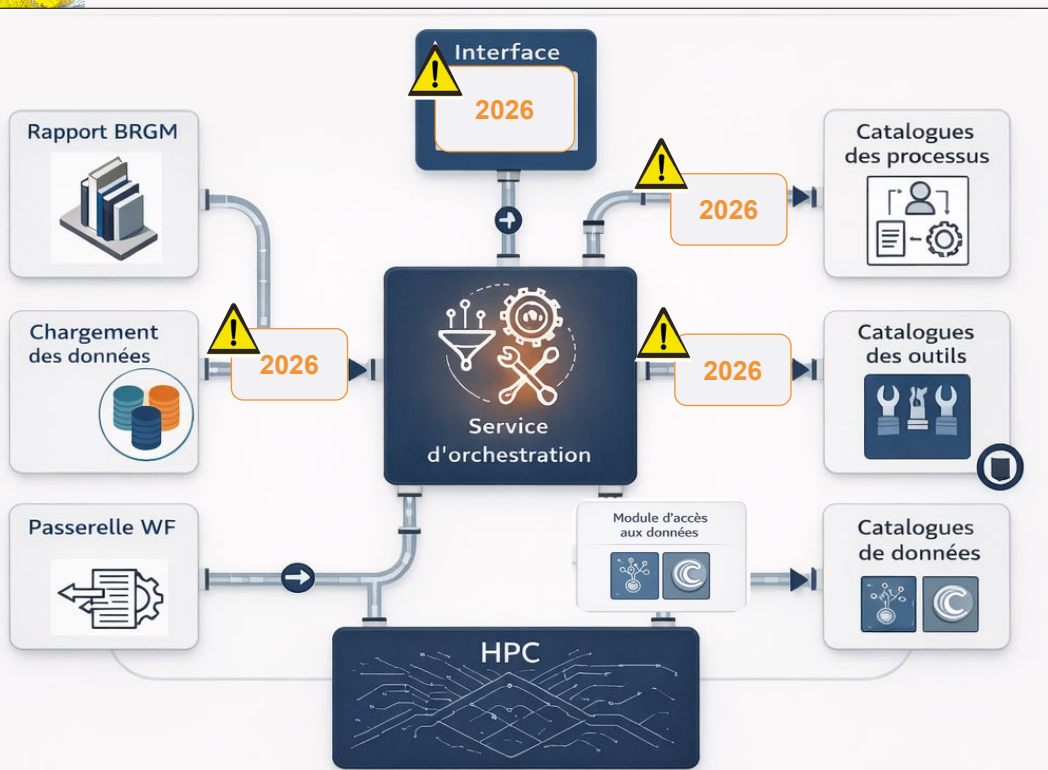


PenTest le plus poussé



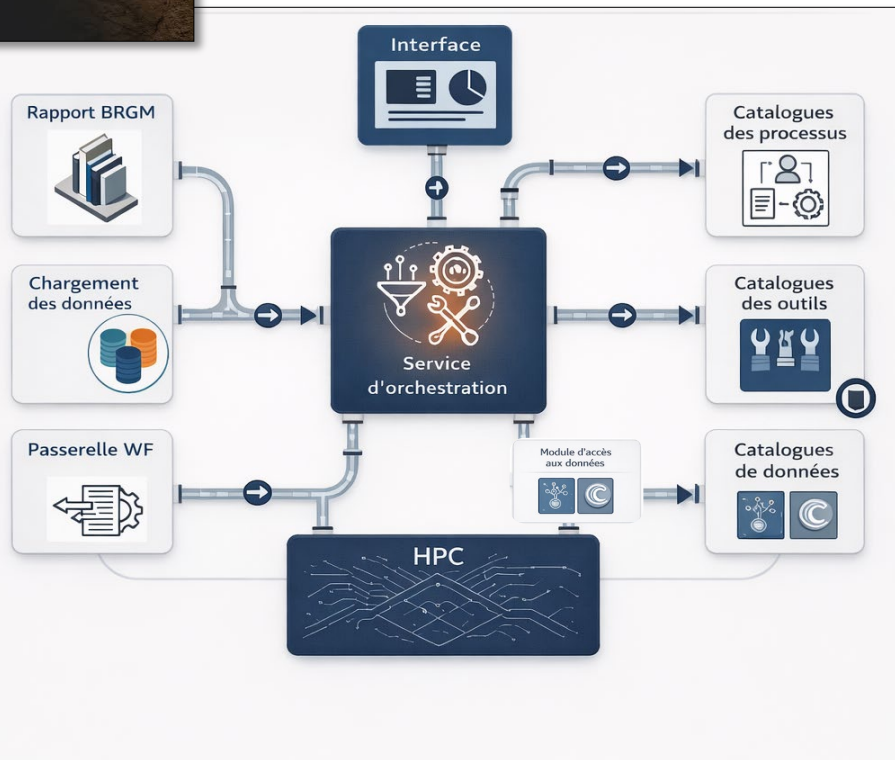
Audit de souveraineté  
numérique

## - Déploiement : Etat des lieux 01/2026



- Dév des modules fonctionnels
  - Catalogues outils
  - Chargement données
  - Branchement

## - Déploiement : envisagé à terme



- Données et codes publics
- Infra Data Terra

# Enjeux majeurs

Quelles plateformes pour structurer notre socle de données stratégiques ?

- Sécurité ;
- Finalisation technique (pas interruption dynamique) ;
- Adhésion de la communauté :
  - Documentation des catalogues (Cupidon, EaSy Data, EPOS ...)



- Maintenance à la fin des projets PEPRS

# Plateformes Numériques

---

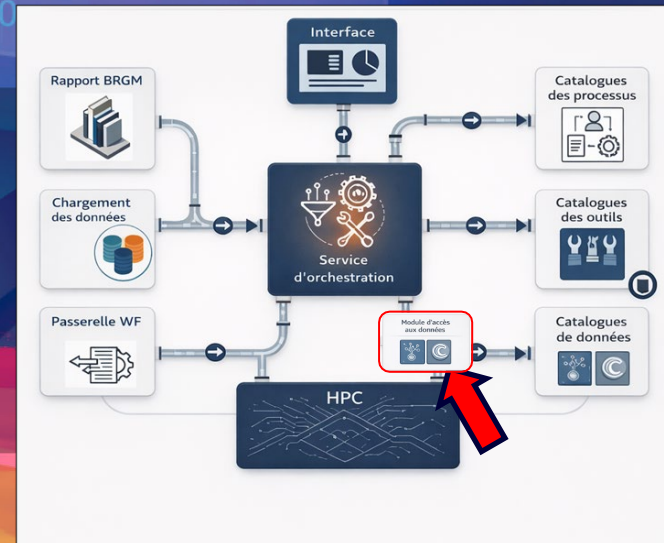
Exemples d'utilisation

# M.A.D

## Le Module d'Accès aux Données de la PNI

FOZZANI J.

26 septembre 2025



# PNI : la Plateforme Numérique Intégrative du BRGM

Explorez, traitez et valorisez vos informations scientifiques sans contrainte technique. La PNI est une plateforme collaborative, ouverte et intuitive. Accessible même sans compétences informatiques, elle permet de centraliser, partager, charger, traiter et exploiter efficacement les données scientifiques.



## Nos outils et services



### Catalogue de données

Cupidon

Consultez le catalogue de données du BRGM.



### Bibliothèque documentaire

PMB

Accédez aux documents et ouvrages.



### Module d'Accès aux Données

MAD

Accédez facilement aux jeux de données nécessaires pour vos traitements.



### Cluster de calcul BRGM

Open OnDemand (Saphir)

Retrouvez vos outils de développement favoris.



### Catalogue de codes

Gitlab

Collaborez, versionnez et suivez vos projets en toute transparence.



### Traitements et workflows

Galaxy

Traiter, visualiser et partager des données scientifiques.

# MAD: un outil au service du FAIR

## Les principes FAIR



### FINDABLE

#### Faciles à trouver

**F1** : Données et métadonnées ont un identifiant unique et pérenne

**F2** : Données décrites par des métadonnées riches

**F3** : Métadonnées contiennent l'identifiant unique et pérenne des données

**F4** : Données et métadonnées enregistrées ou indexées dans un dispositif permettant de les rechercher



### ACCESSIBLE

#### Faciles à consulter

**A1** : Données et métadonnées accessibles par leurs identifiants via un protocole standard

**A1.1** : Le protocole utilisé est ouvert, libre et peut-être implémenté de manière universelle

**A1.2** : Le protocole peut gérer des procédures d'authentification et d'autorisation si nécessaire

**A2** : Métadonnées accessibles même si les données ne sont plus disponibles



### INTEROPERABLE

#### Exploitable par d'autres systèmes

**I1** : Données et métadonnées utilisant un langage formel, accessible, partagé et largement applicable pour la représentation des connaissances

**I2** : Données et métadonnées utilisant des vocabulaires suivants eux-mêmes les principes FAIR

**I3** : Données et métadonnées contenant des liens vers d'autres (méta)données



### REUSABLE

#### Réutilisable dans le Temps et par d'autres

**R1** : Données et métadonnées richement décrites, par une pluralité d'attributs précis

**R1.1** : Fournies avec une licence d'utilisation claire

**R1.2** : Associées à leur provenance

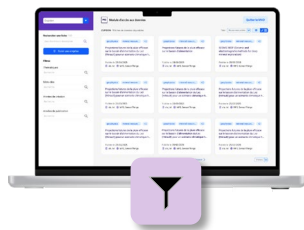
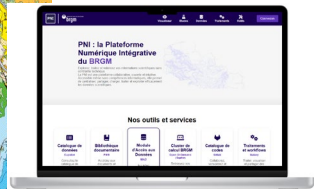
**R1.3** : Suivent les standards des communautés

# MAD: un outil au service du FAIR

**PNI**  
Plateforme Numérique  
Intégrative

**MAD**  
Module d'accès aux  
données

**Catalogues de données**



Recherche des données  
Infos/réf. des fiches catalogues



Transfert lien à Galaxy

**Galaxy**  
Exploitation des données



F indable A ccessible I nteroperable R eusable



Références

**Sources de données**



# Accès au M.A.D

Depuis la PNI



**Galaxy** Using 0% of 10.0 GB j.fozzani@brgm.fr

**Tools**

- Upload
- Tools
- Workflows
- Workflow Invocations
- Interactive Tools
- Visualizations
- Histories
- History Multiview

search tools

- DNUM/IDI Tools
- IRM Tools
- Rameau Tools
- Vigirisks Tools
- S-pass Tools
- Matureau Tools
- Pni Tools
- Carte Piezo** Création d'une carte piézométrique simplifiée
- Module d accès aux Données server**
- Pni Interactive Tools
- Pni Common Tools

## Plateforme Numérique Intégrative

La **Plateforme Numérique Intégrative (PNI)** est une solution centralisée conçue pour les chercheurs du BRGM, offrant une infrastructure unifiée dédiée aux traitements géoscientifiques avancés. Elle répond aux enjeux croissants de la recherche géologique et technique en fournissant un environnement de travail collaboratif et optimisé pour des analyses approfondies.

Grâce à la PNI, les chercheurs peuvent accéder facilement aux données et outils nécessaires, permettant un gain de temps significatif et garantissant une traçabilité optimale des processus. En utilisant une plateforme commune, le BRGM encourage la reproductibilité des recherches, le partage des connaissances et la sécurité des données. Cette intégration est un levier puissant pour l'innovation scientifique, facilitant une collaboration plus fluide et des avancées en géosciences.

History

search dataset

Unnamed history

38.2 MB 6 45

- 46: Service\_W FS\_des\_stations\_hydrométriques\_métropolitaines\_16-0 9-2025-14:0 0:07
- 43: Service\_W FS\_des\_cours\_d'eau\_français\_métropolitains\_version\_2 017-15-09-20 25-15:20:03

# Interaction avec les services interopérables

## WCS: Web Coverage Service

The screenshot displays the Galaxy web interface. The main window shows a 3D terrain visualization of a region in France, with a 2D map view in the top right corner. The interface includes a sidebar with navigation options like Upload, Tools, Workflows, and Interactive Tools. The Interactive Tools section is active, showing a search bar and a list of tools. The main window displays a 3D terrain visualization of a region in France, with a 2D map view in the top right corner. The interface includes a sidebar with navigation options like Upload, Tools, Workflows, and Interactive Tools. The Interactive Tools section is active, showing a search bar and a list of tools.

**Interactive Tools**  
Launch and manage interactive tools

Search interactive 1 X

Active Interactive Tools

QGIS  
Running | Created less than a minute ago

Interactive Tools

Interactiv  
e  
JupyterLa  
b  
Notebook  
BRGM  
1.0.0

QGIS  
ForGEO  
interactive  
geographi  
c  
informatio  
n system  
(GIS)

Layers

- DEM
- Service\_WCS\_du\_RGE\_AH...
- map (camera)
- Flat Plane
- Point
- Line
- Polygon
- Point Cloud

Animation

- Camera Motion
- Service\_WCS\_du\_RGE\_AH\_22-0...

History

search database X

Unnamed history

331 MB 9 65

- 72: Service\_W CS\_du\_RGE\_Al ti\_22-09-202 5-18:47:33
- 66: Service\_W CS\_du\_RGE\_Al ti\_22-09-202 5-17:44:44
- 43: Service\_W FS\_des\_cours\_d'eau\_françai s\_métropolita ins\_version\_2 017\_15-09-20 25-15:20:03
- 38: gwm12:GW \_AquiferSyste m\_11-09-202 5-14:59:58



# MAD: un outil au service du FAIR

**Le MAD** (Module d'Accès aux Données) a été conçu pour :

- **Faciliter la recherche de données**, via des catalogues centralisés et des métadonnées normalisées.
- **Transférer les données depuis leur source** : le MAD n'héberge pas, il interroge les services ou les données présents sur les catalogues.
- **Favoriser la réutilisation des données** dans la PNI, sans dupliquer ni ressaisir.
- **Interroger et trouver les données** sans compétence en informatique.

En résumé, le MAD exploite l'**interopérabilité** des catalogues et services en place (standards de l'OGC) et permet de faire le lien entre les différents principes FAIR.

---

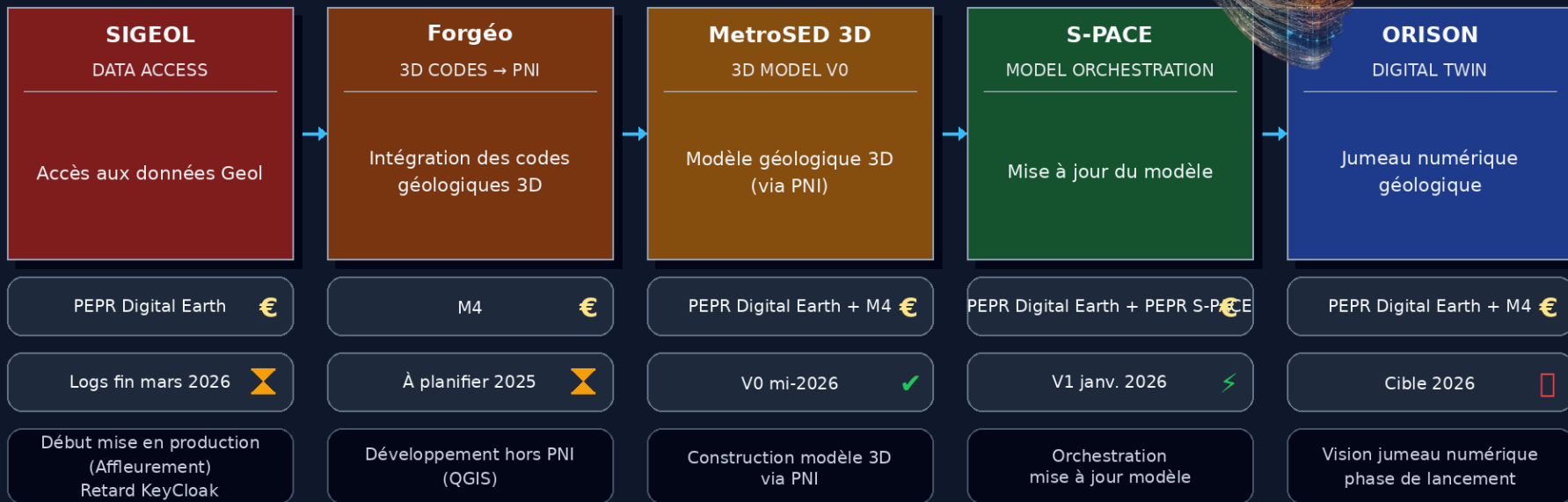
# Plateformes Numériques

---

Exemples d'utilisation

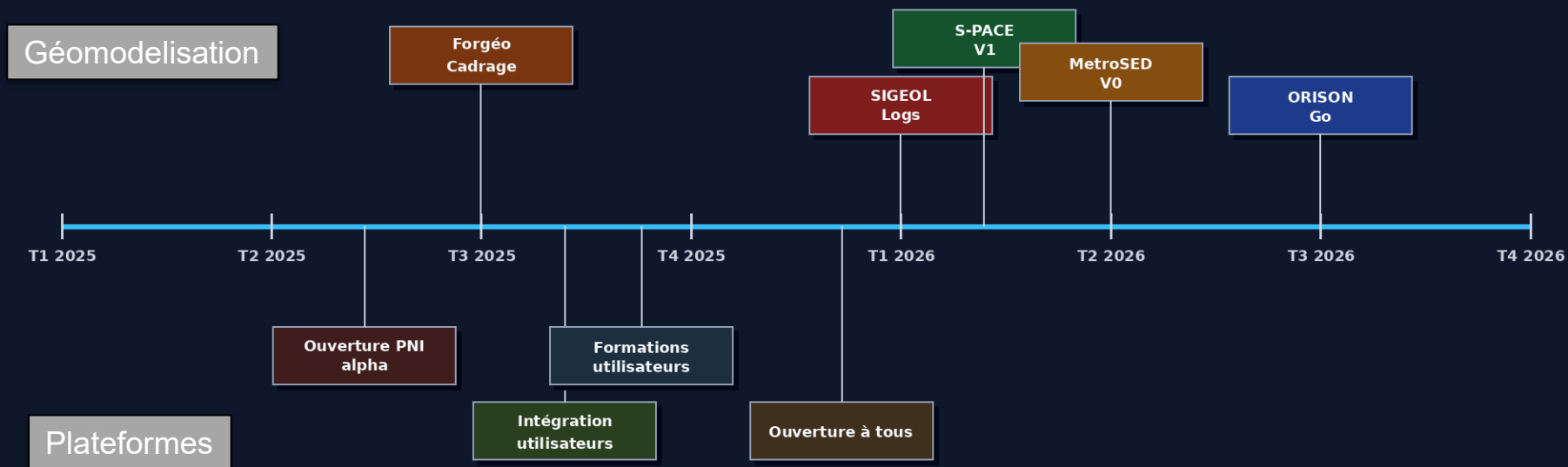
# De la donnée brute au modèle géologique 3D

Une trajectoire cohérente conditionnée par des dépendances structurantes



# De la donnée brute au modèle géologique 3D

Décalage entre mise en production plateforme et mise à disposition de la plus-value métier



# Délivrables plateformes 2026

— Vision temporelle —

Janv. 2026    Janv.    Mars 2026    Avril 2026    Mi-2026    Fin 2026



## Livrables stratégiques

**Janv. 2026**

- Audit de sécurité

**Avril 2026**

- Audit de souveraineté



## Livrables techniques simplifiés

**Mars 2026**

- Documentation PNI

**Mi-2026**

- Étude performance HPC

**Fin 2026**

- Catalogue d'outils



## Processus continus courant 2026

- Programme de formation
- Intégration besoins/outils métiers
- IRM, ForGeo, Rameau ...
- **Intégration données Métiers**
- SI GEOL (log, cartes), SI RM, SI Eau, SI RISQUE ...

# TRAJECTOIRE PNI 2025–2027

De l'isolement méthodologique vers un socle commun industriel



« Mutualiser aujourd'hui pour accélérer demain »