



OUTILS NUMERIQUES EN GEOSCIENCES

L'Affleurement

Le chaînon manquant entre
la donnée et le modèle

Gilles Fabre

Senior Reservoir Geologist
Geosciences Project's Manager

11 Avril 2025

OUTILS NUMERIQUES EN GEOSCIENCES

3^e édition **TERINOV**

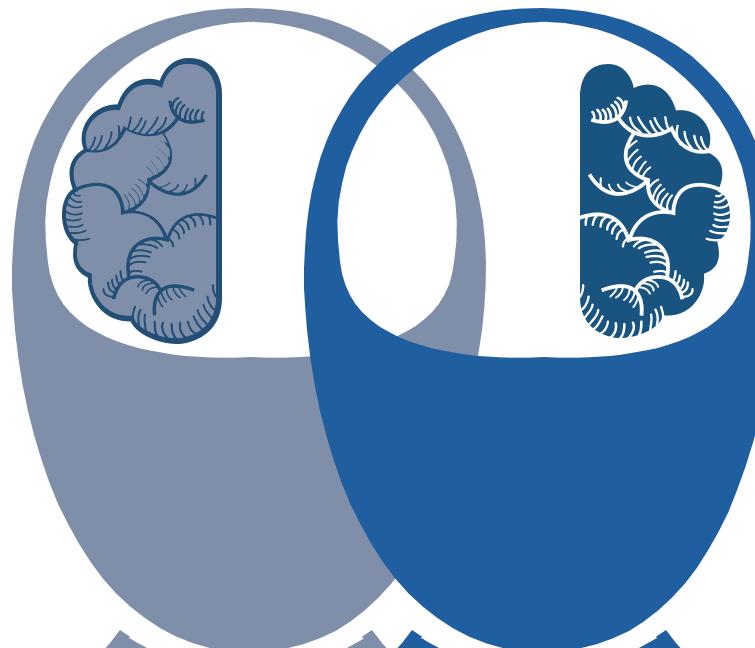
- * Identification des processus de mise place des réservoirs

- * Présentation des outils numériques d'aide à la décision

JOURNÉE “Terrain”



JOURNÉE “Outils”



1

INTRODUCTION

Modèles numériques,
Pourquoi faire ?

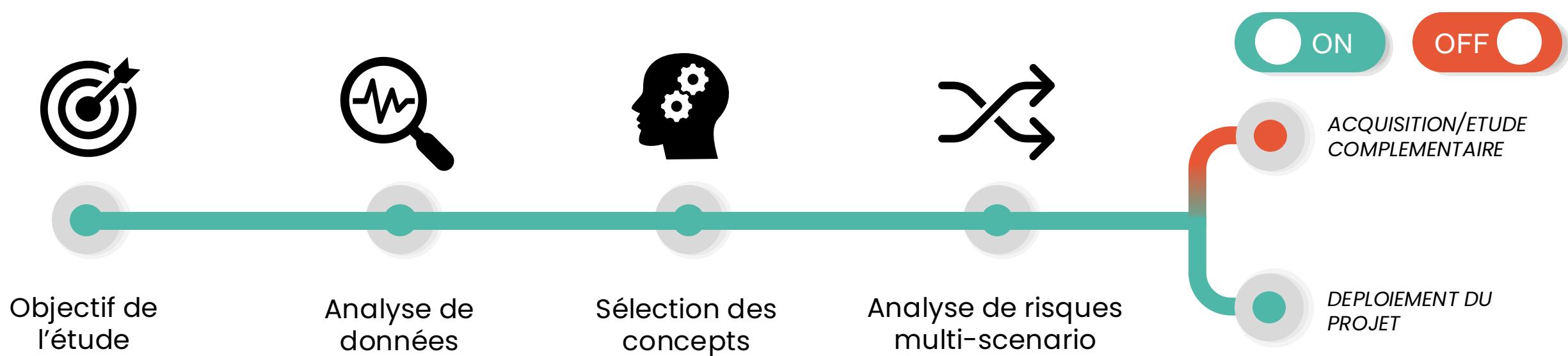


Qu'est ce qu'un outil numérique en Géosciences ?

Une application permettant d'interpréter les phénomènes naturels, simuler des processus et avec pour objectif de fournir une aide à la prise de décisions

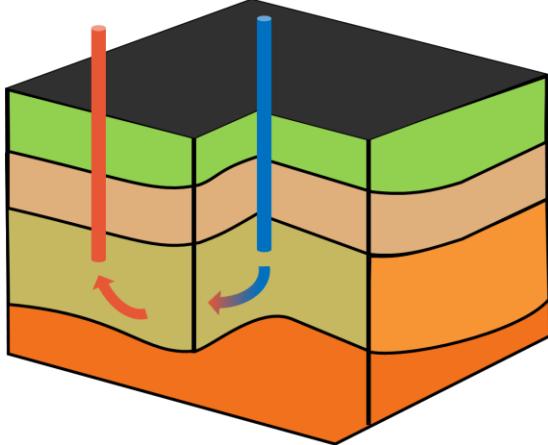
En géologie de réservoir les modèles numériques sont utilisés principalement:

- Quantifier une ressource
- Prédire les écoulements de fluides



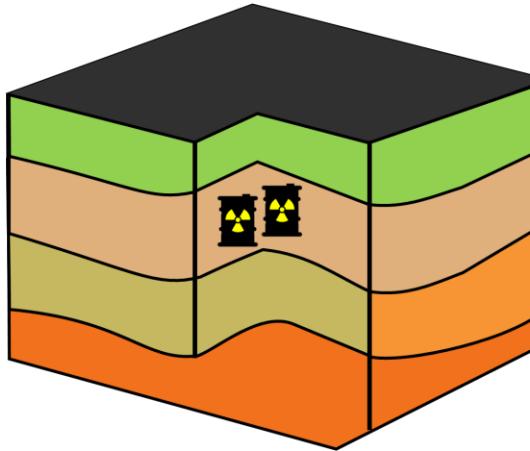
Les modèles d'écoulements et leurs applications

Différents domaines, différents objectifs...



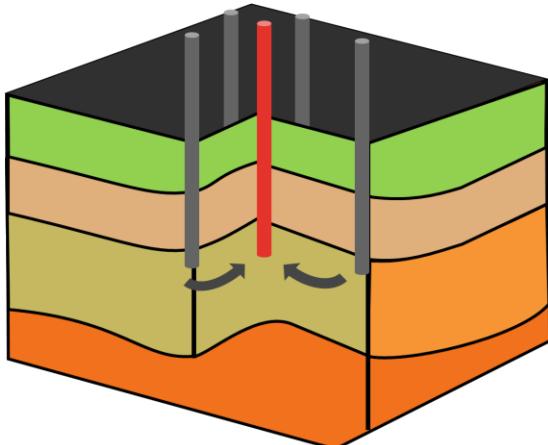
GEOTHERMIE

Simuler la circulation des fluides chauds en sous-sol et leur interaction avec les roches pour optimiser l'extraction de chaleur.



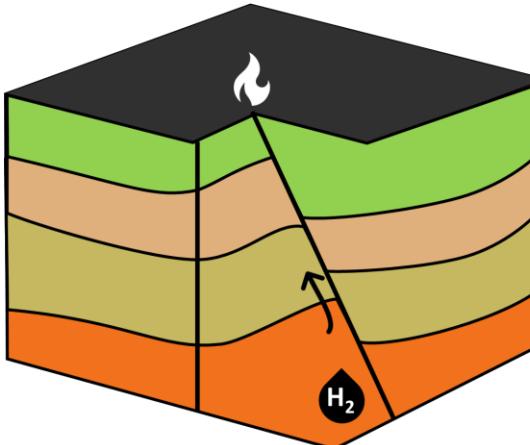
STOCKAGE NUCLEAIRE

Simuler la circulation des fluides pour prédire l'étanchéité des sites de stockage géologique



EXPLOITATION MINIERE

Prédire l'écoulement des fluides lixiviants pour améliorer les facteurs de récupération



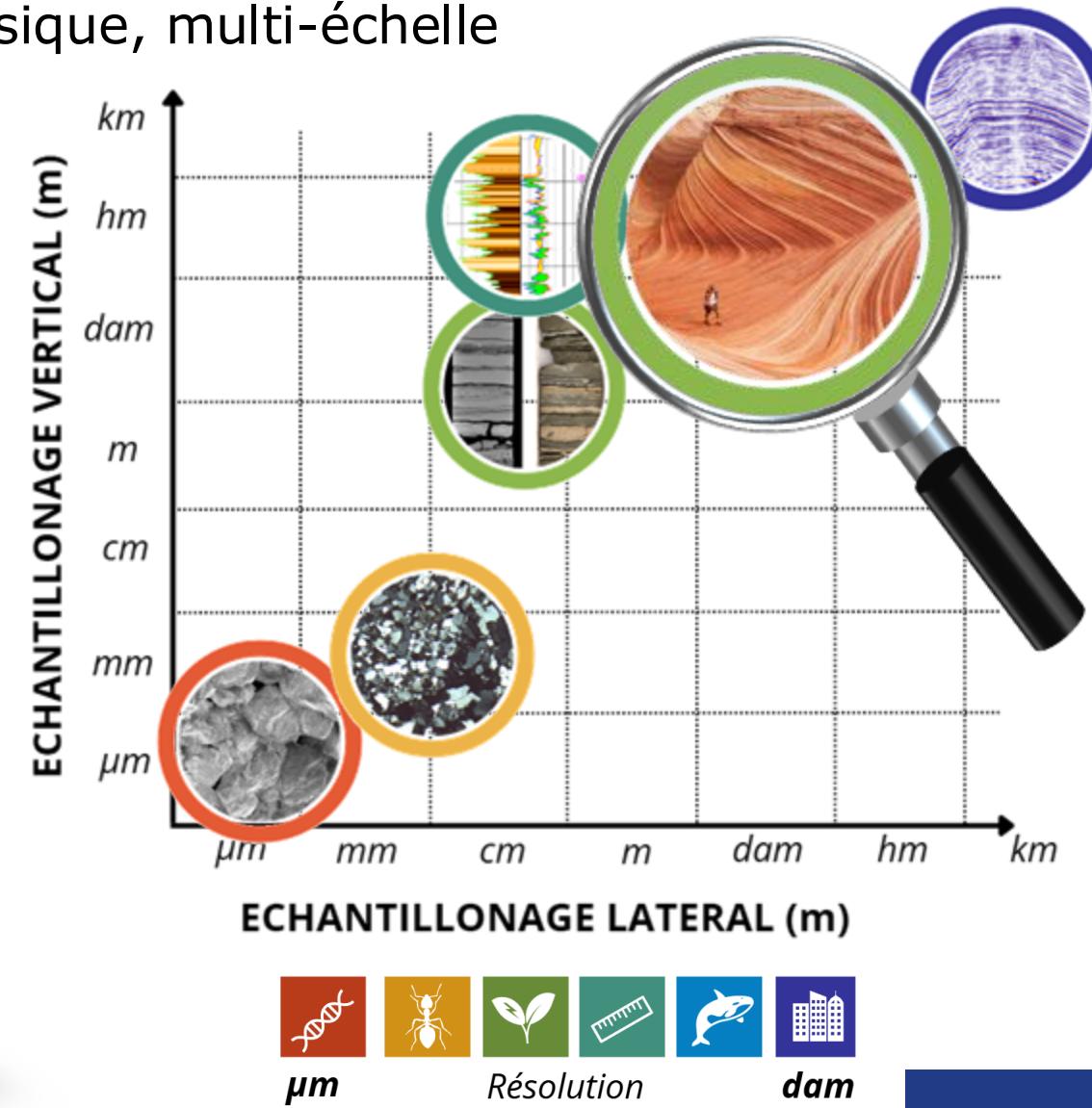
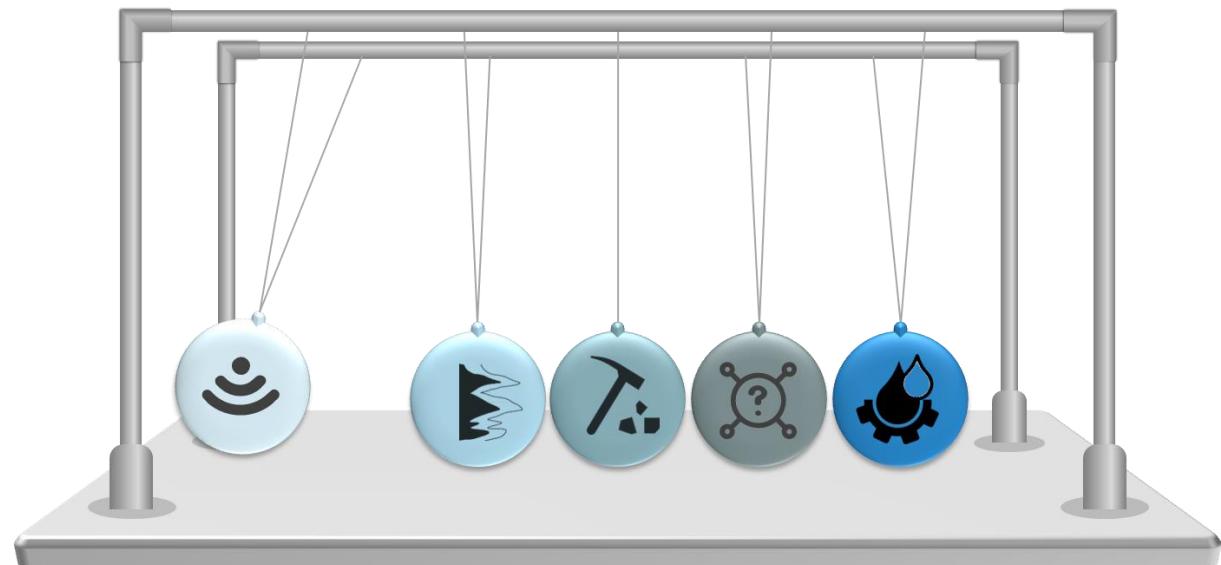
HYDROGENE NATUREL

Étudier les chemins de migration de l'hydrogène naturel

Les défis de la modélisation numérique

...ou les difficultés d'une approche multi-physique, multi-échelle

- ✓ Définir les objectifs pour adapter le design du modèle
 - ✓ Etudier l'origine, la représentativité des données et leur fiabilité
 - ✓ Favoriser l'intégration pluridisciplinaire pour avoir une vision globale
 - ✓ Gérer les incertitudes liées à l'échelle, à l'échantillonnage et aux résolutions des données



2

GÉOLOGIE DE TERRAIN: Des données au concept...



Objectifs du Workshop terrain

🎯 Combler le fossé entre la géologie de terrain et les modèles numériques

MATINEE

- ✓ Caractériser les éléments critiques du dépôt, de l'évolution et de la préservation des réservoirs sur la base des concepts sédimentologiques



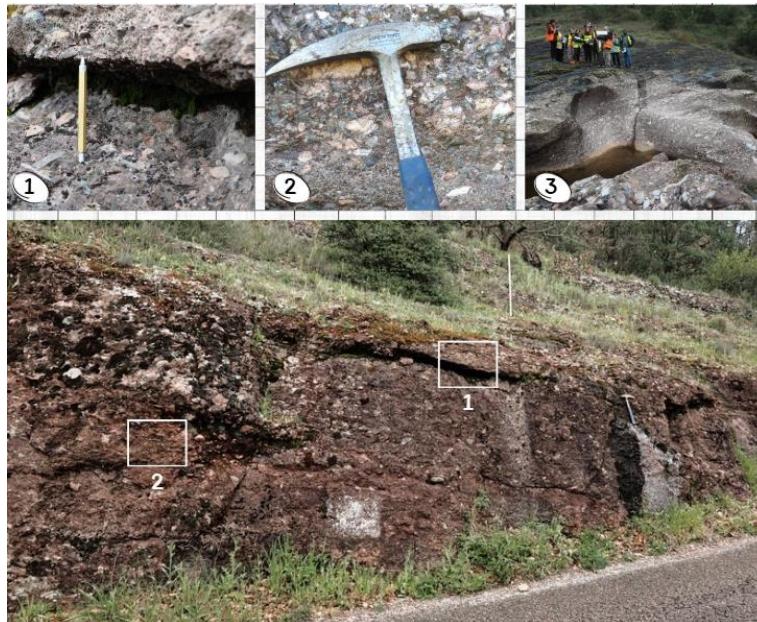
APRES-MIDI

- ✓ Identifier les incertitudes et limitations inhérentes à l'exercice de modélisation, induites par l'écart de résolution entre les modèles et la réalité



Les environnements sédimentaires

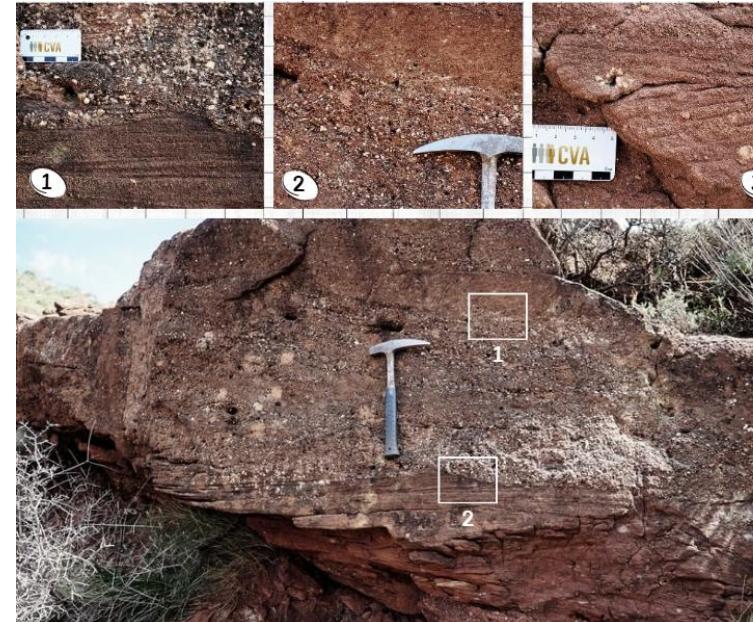
Application du principe d'actualisme



CONNECTIVITÉ LATÉRALE
★★★★★

CONNECTIVITÉ VERTICALE
★★★★★

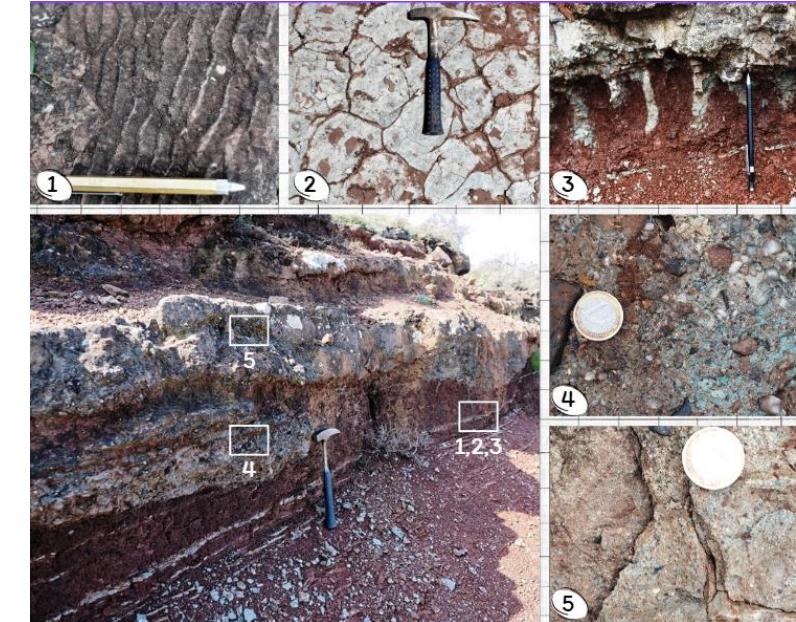
QUALITÉ RÉSERVOIR
★★★★★



CONNECTIVITÉ LATÉRALE
★★★★★

CONNECTIVITÉ VERTICALE
★★★★★

QUALITÉ RÉSERVOIR
★★★★★



CONNECTIVITÉ LATÉRALE
★★★★★

CONNECTIVITÉ VERTICALE
★★★★★

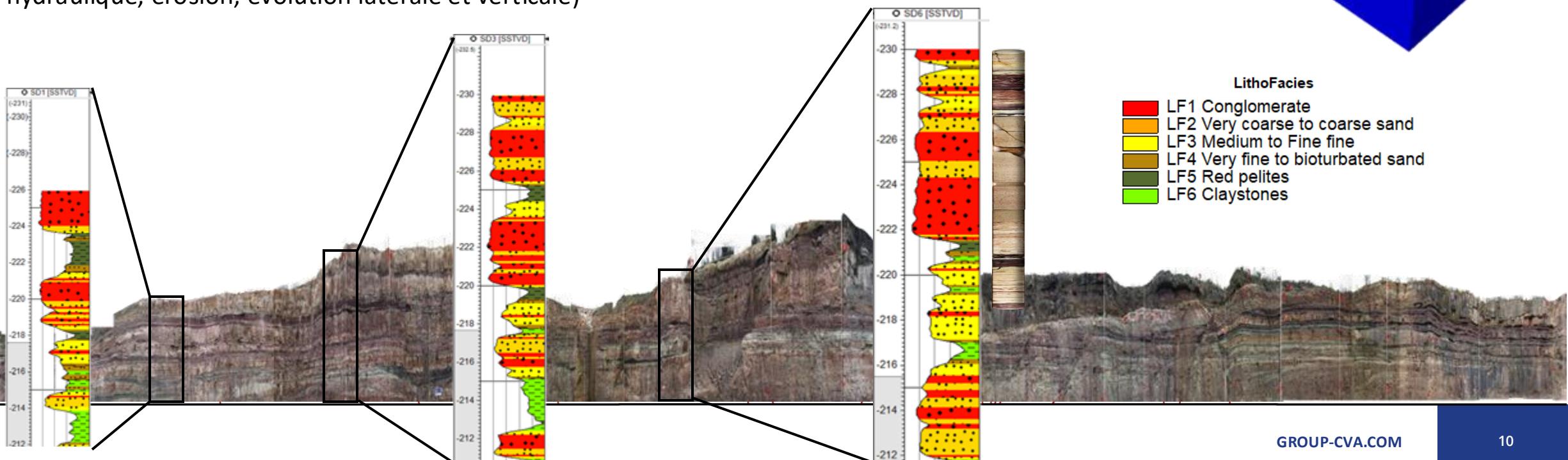
QUALITÉ RÉSERVOIR
★★★★★

« Données » versus « Réalité »

A quel point les modèles sont-ils faux ?!

🎯 L'objectif est de combler le fossé entre les données conventionnelles (carottes, diagraphies) et les concepts géologiques qui expliquent la mise en place de ce réservoir, en décrivant :

- Qu'est ce que les données conventionnelles (carottes, diagraphies) nous apprennent sur le réservoir (lithologies, association de facies, figures sédimentaires) ?
- Quel concept géologique est cohérent avec ces observations (et comment évolue t'il entre les puits) ?
- Qu'est ce que l'affleurement nous indique sur la dynamique du système au moment du dépôt (régime hydraulique, érosion, évolution latérale et verticale)



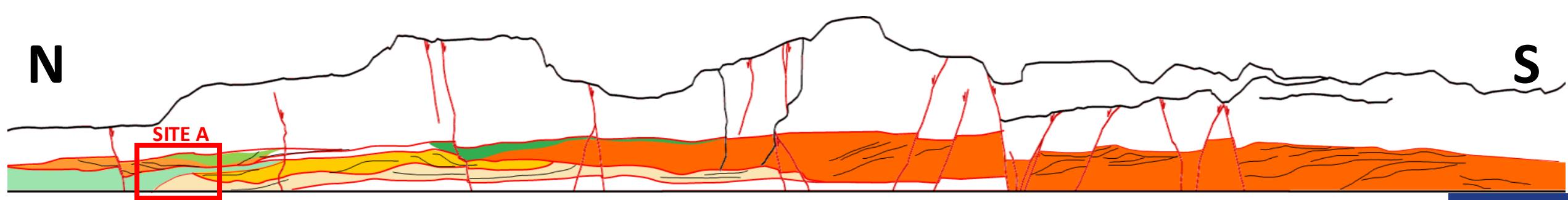
Modèles conceptuels

Dis-moi à quoi tu ressembles, je te dirais comment tu t'es déposé...



- ✓ Bancs de grès lenticulaires déposés en sigmoïdes d'une puissance < 7 mètres
- ✓ Granoclassement normal (du sable à grains grossiers au sable à grains fins)
- ✓ Intervalles latéraux continus argileux, terminés par des bouchons argileux larges et fins.
- ✓ Les bouchons argileux montrant un niveau de décantation suggèrent une séquence d'abandon de chenal dans un dépôt de plaine alluviale.

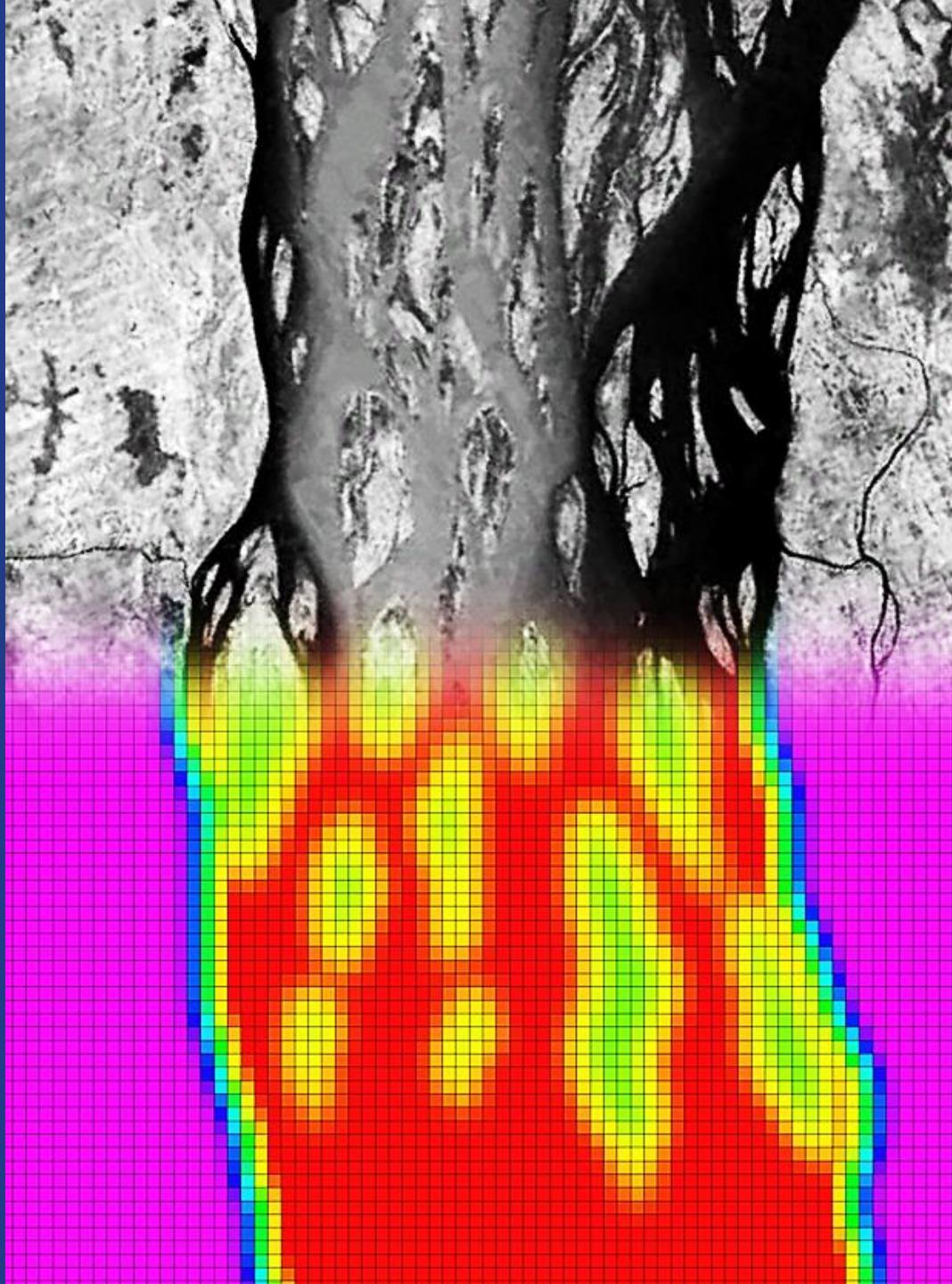
→ Les associations de facies, leurs relations génétiques et les figures sédimentaires, suggèrent un système fluviatile à méandres caractérisé par des chenaux sinueux migrant latéralement à travers une plaine alluviale



3

LA MODÉLISATION GÉOLOGIQUE:

du concept au modèle...

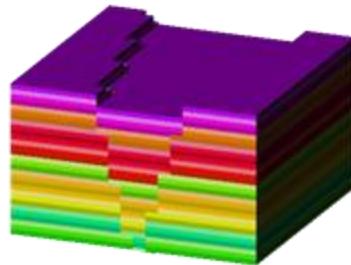


Eléments critiques d'un modèle géologique

un modèle 100% « Made in Terinov »...

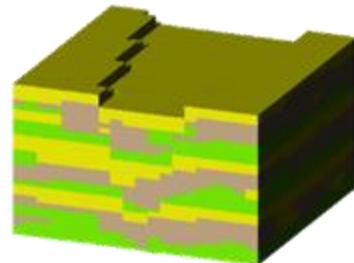
MODELE STRUCTURAL

Capturer les éléments architecturaux du réservoir (compartiments, fractures, failles) qui vont impacter la circulation des fluides



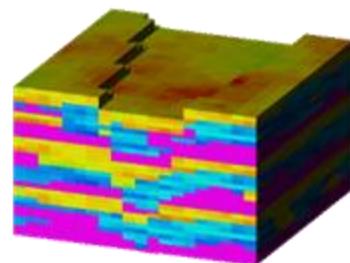
MODELE SEDIMENTAIRE

Cartographier l'extension et la géométrie des corps géologiques qui vont drainer/stopper les fluides



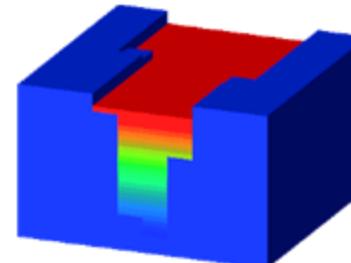
MODELE PETROPHYSIQUE

Caractériser les propriétés du réservoir, en particulier leur capacité de stockage et d'écoulement



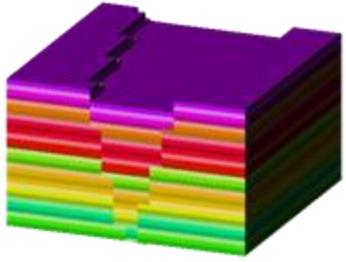
MODELE D'ECOULEMENT

Simuler le mouvement des fluides au sein du réservoir pour prédire et gérer la production



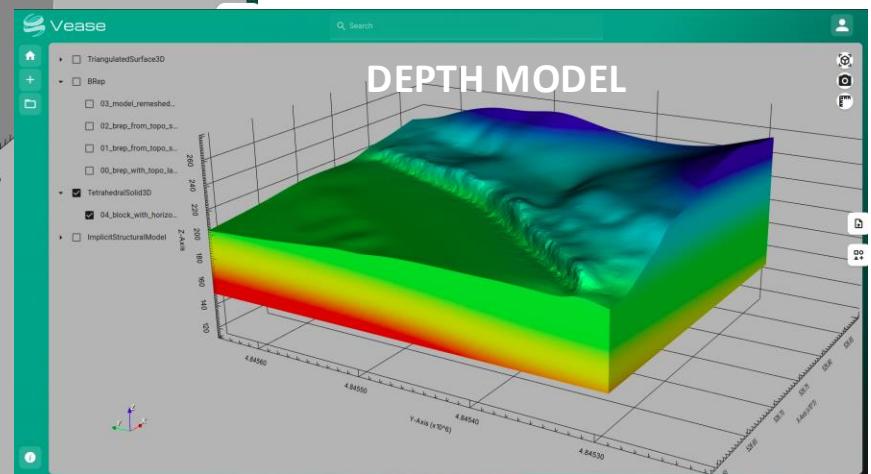
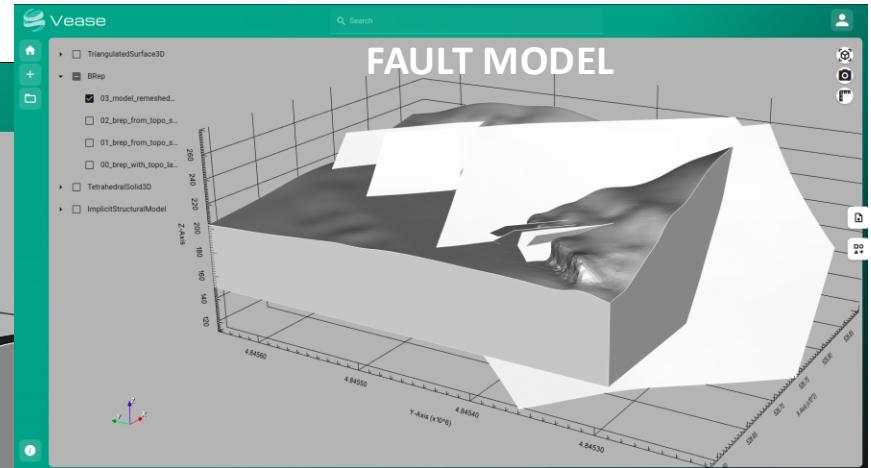
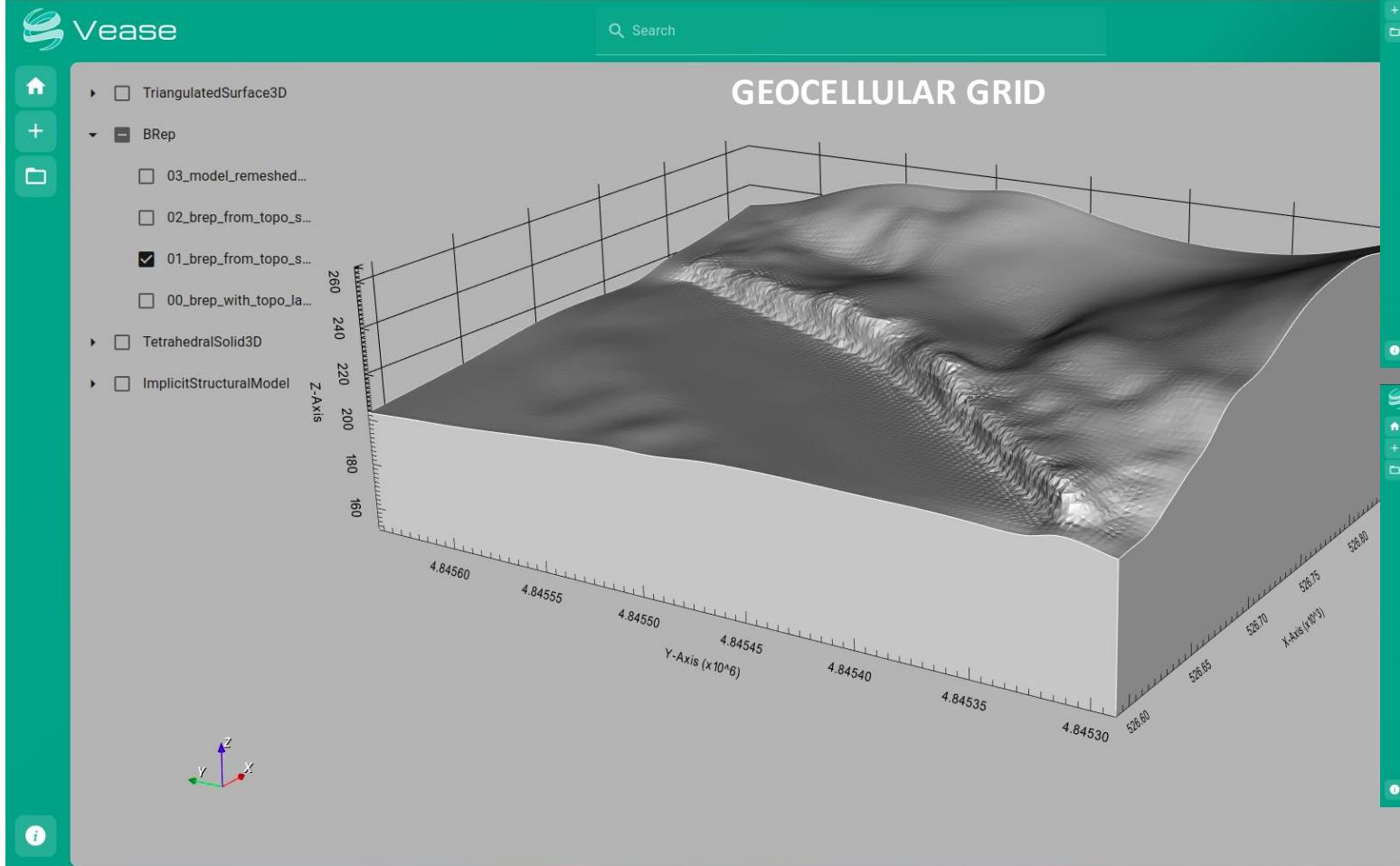
DEEPLIME

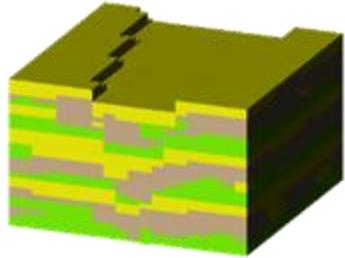




Le modèle structural

Capturer les éléments architecturaux du réservoir qui vont impacter la circulation des fluides





Le modèle sédimentaire

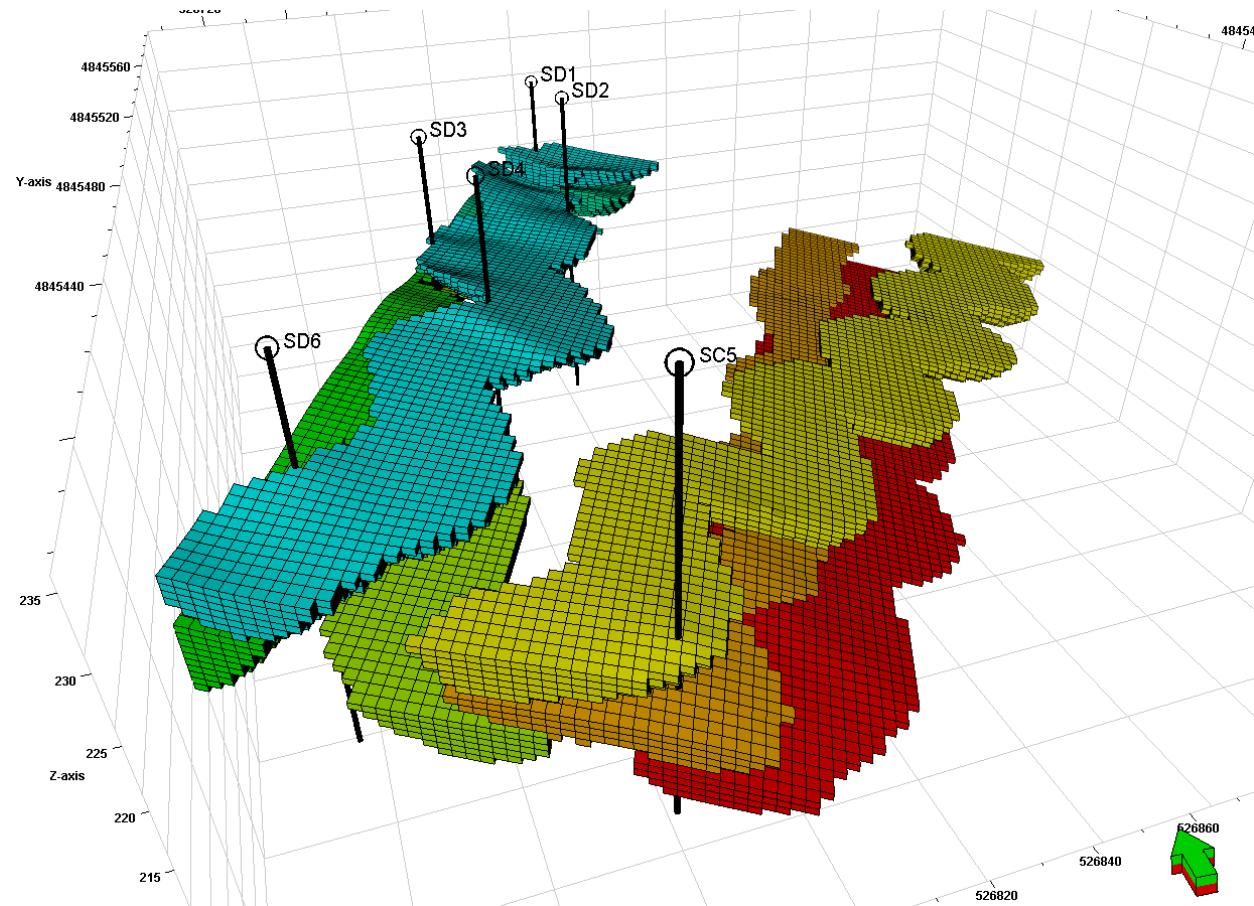
Cartographie de l'extension et la géométrie des corps géologiques qui vont drainer/stopper les fluides

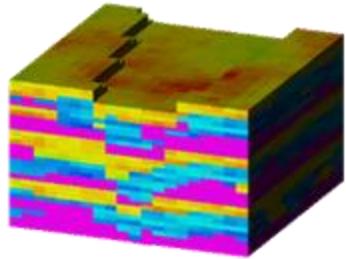


Geobody	Type	AZI (deg)	Dip (deg)	Thickness (m)	Width (m)
#1	Pointbars	NE	~10	1.5	190
#2	Pointbars	S	~10-15	4	100
#3	Pointbars	N	~15	7	300
#4	Pointbars	S	None	2.5	65
#5	Shaly plugs	NE	None	2	8
#6	Shaly plugs	NE	None	1.5	7
#7	Shaly plugs	NNE	None	3	8

Intersection view:

Width	Uniform	0.2	65	300	300	[Horizontal distance units]
Thickness	Uniform	0.2	1.5	15	7	<input type="checkbox"/> Width fraction



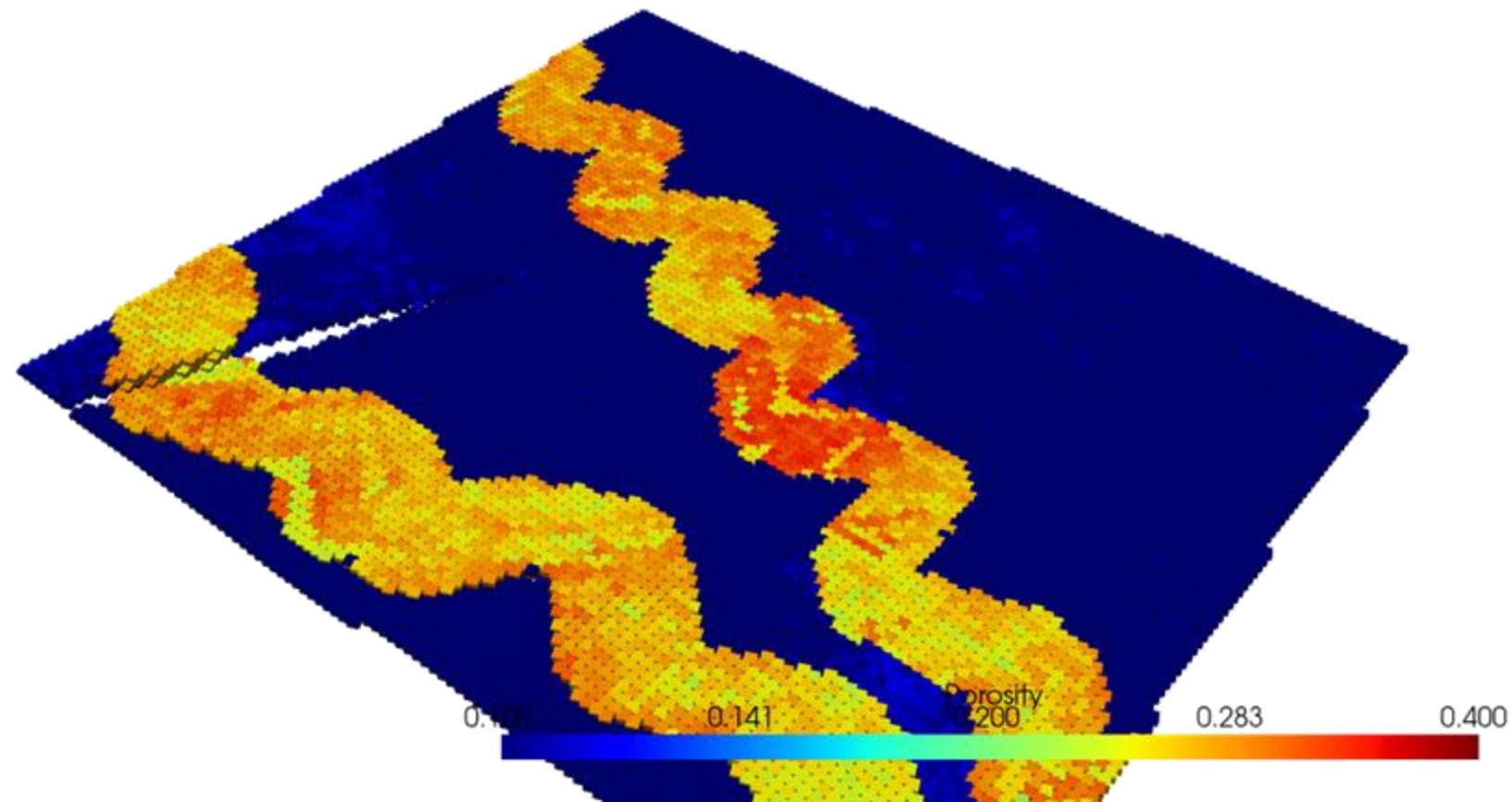
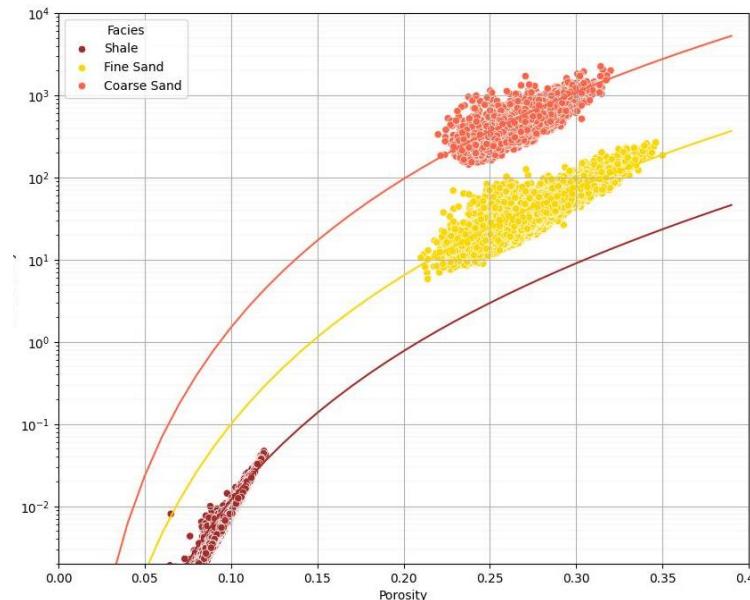
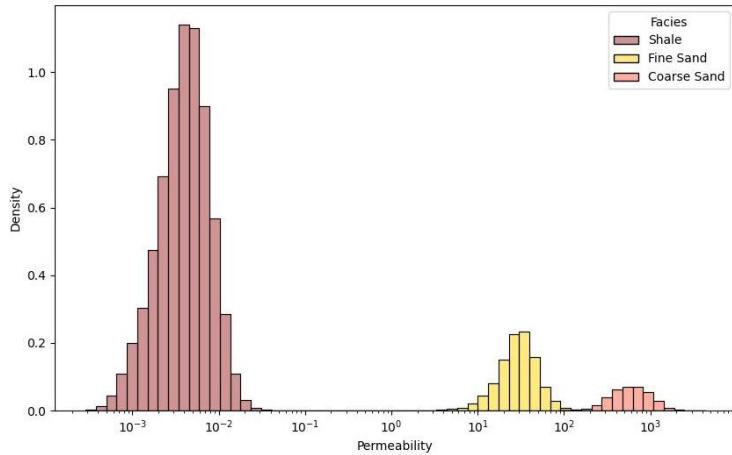


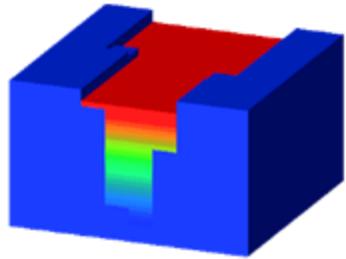
Le modèle pétrophysique

Caractérisation des propriétés du réservoir, en particulier leur capacité de stockage et d'écoulement



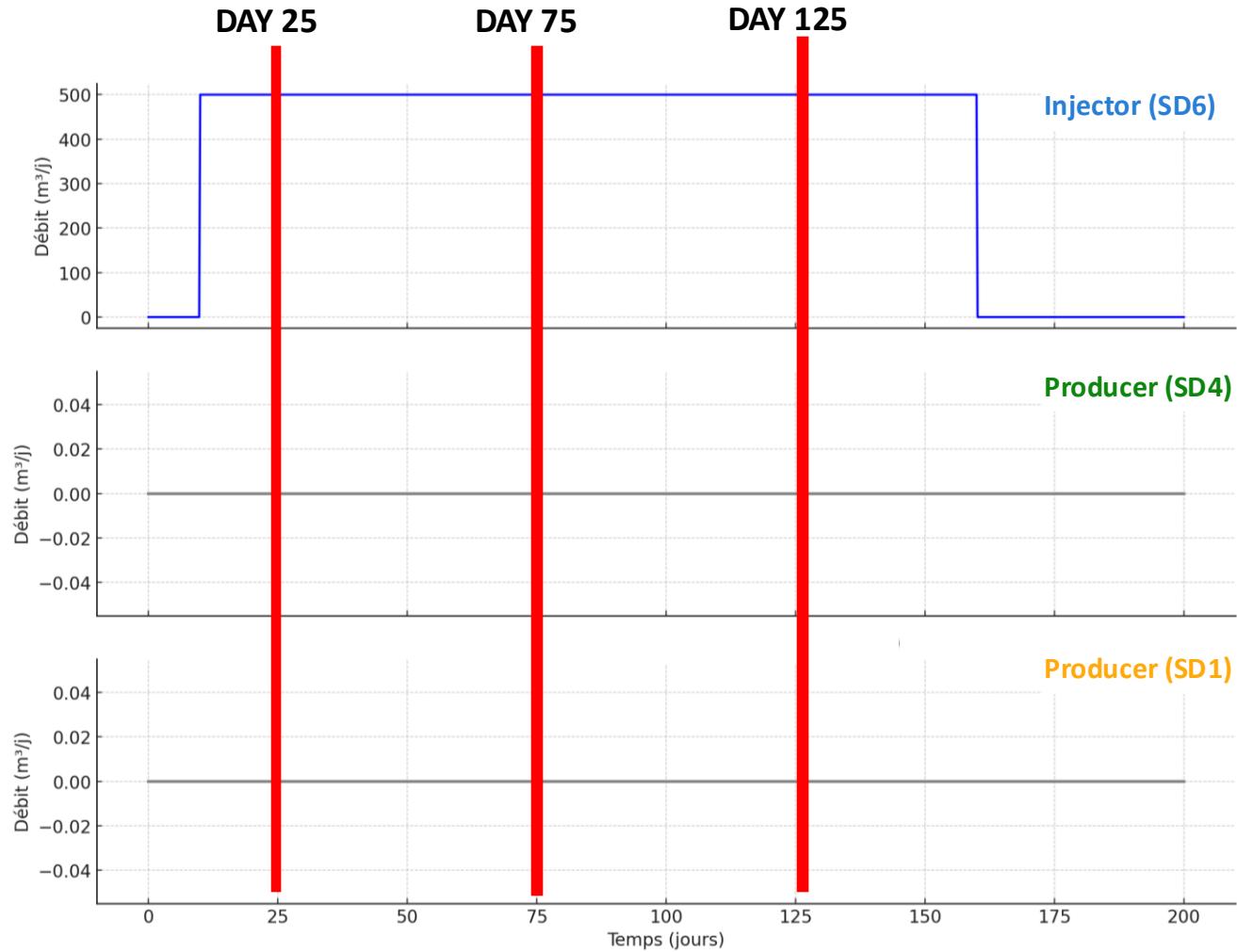
DEEPLIME

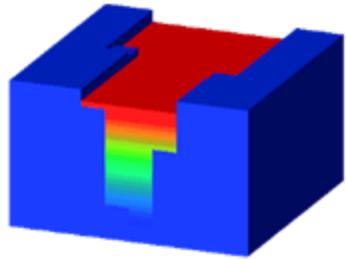




Le modèle d'écoulement

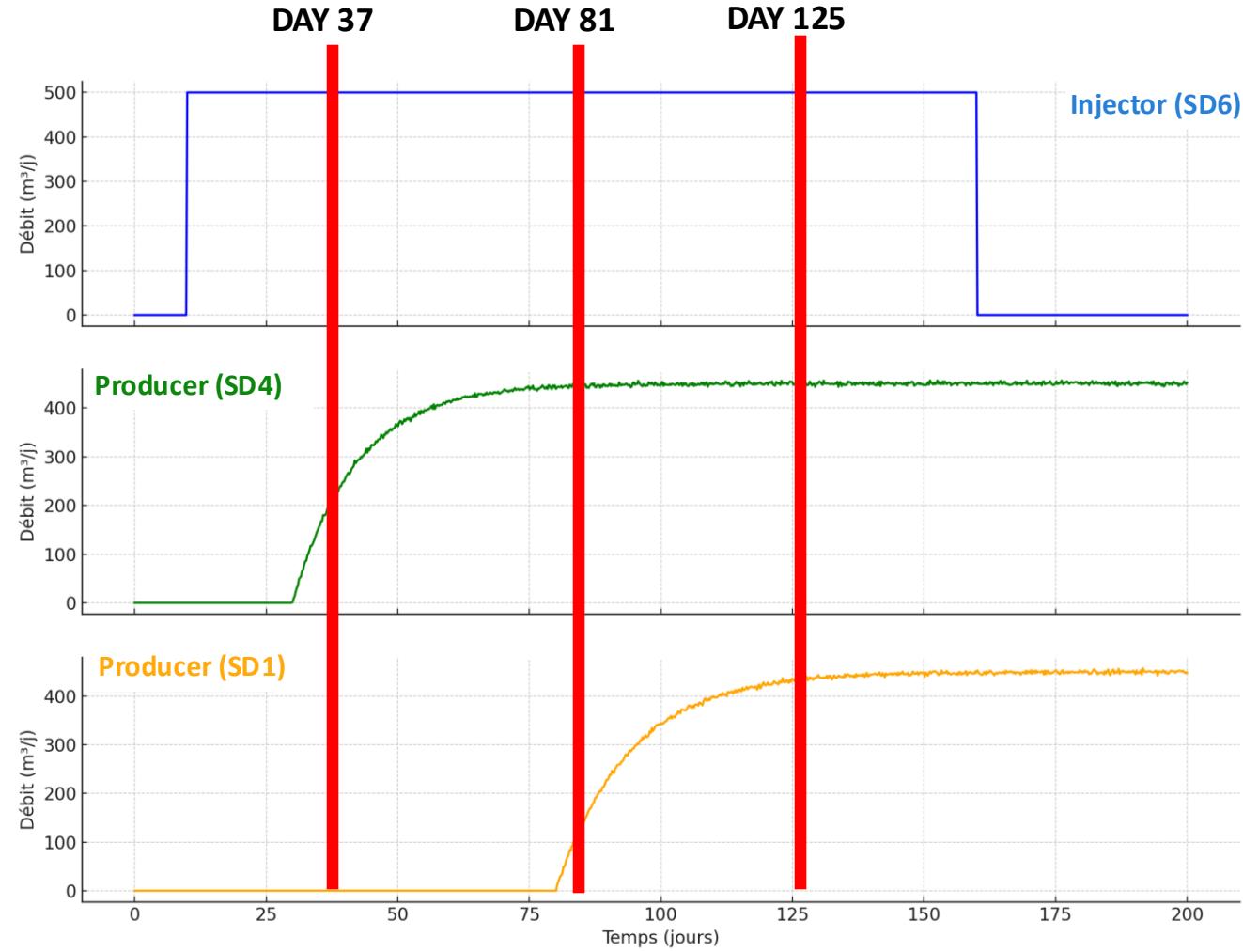
Simule le mouvement des fluides au sein du réservoir pour prédire la production





Le modèle d'écoulement

Simule le mouvement des fluides au sein du réservoir pour prédire la production



En bref...

- 01** Remettre les concepts géologiques au centre des outils numériques
- 03** Evaluer les biais de représentativité des données
- 05** Adapter les outils et les méthodes aux objectifs



Estimer les incertitudes et les limites du modèle

Elaborer un concept cohérent et robuste

Illustrer les défis liés à l'intégration multi-disciplinaire

06

04

02

MERCI