



**Syndicat Mixte
du Bassin de Thau**

ÉTABLISSEMENT PUBLIC
TERRITORIAL DE BASSIN

SAGE Thau-Ingril

**Réunion de la Commission Thématique Quantitative
du SAGE Thau-Ingril**

23 novembre 2023 | 14h - 16h

Ordre du jour

14h00 | Dém'eaux Thau, le Pli Ouest et l'inversac sur la Vise

- Informations sur la situation actuelle d'inversac
- Bilan du projet Dém'eaux Thau
- Quelles solutions pour faire face à l'inversac ?
- Le contexte actuel de sécheresse
- Quelles implications de la création potentielle d'une nouvelle zone sur le Pli Ouest dans l'arrêté cadre départemental sécheresse ?

15h45 | Etude besoins ressources : rappel sur les objectifs et calendrier

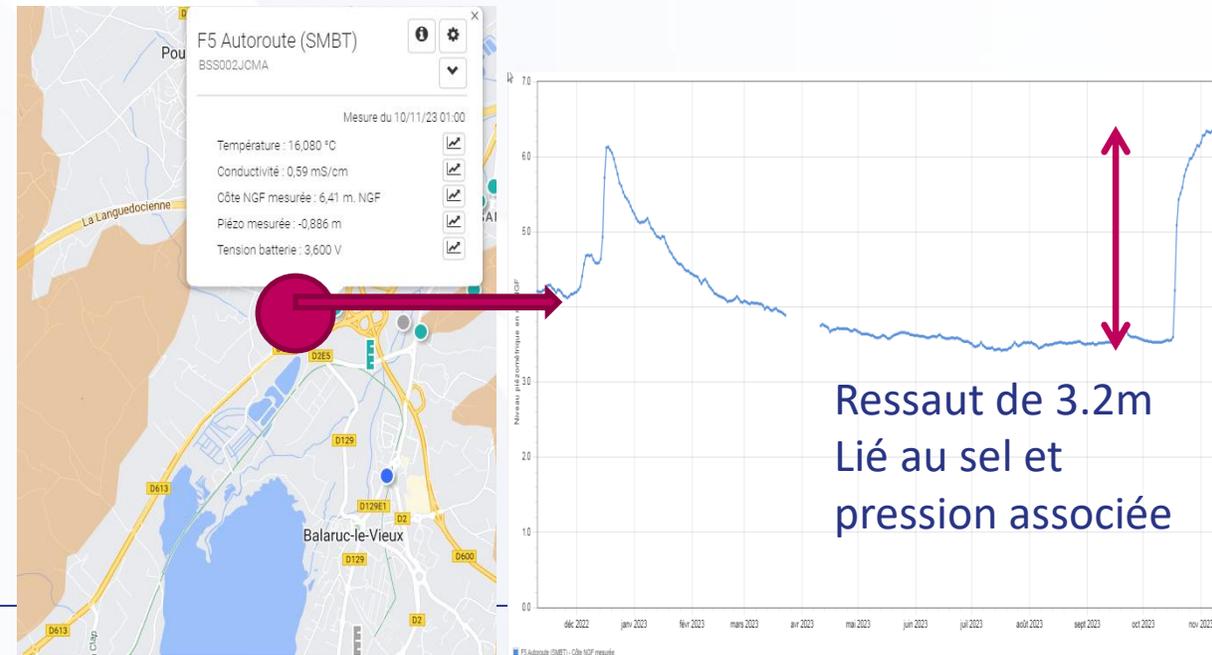
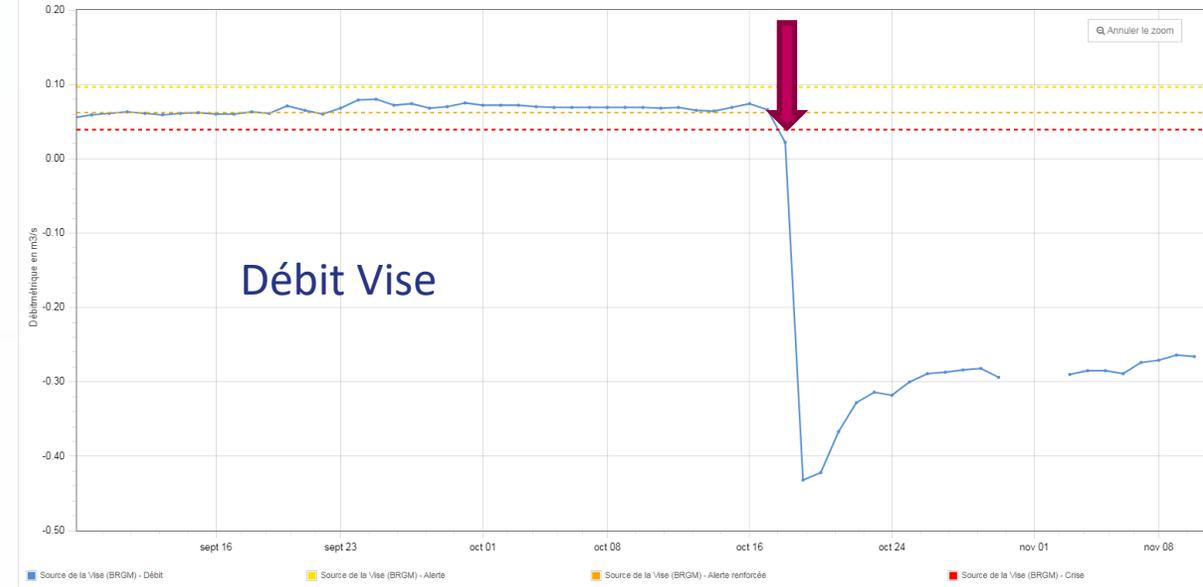
Points divers

DEMEAU THAU, le Pli Ouest et l'inversac sur la Vise

Situation actuelle de l'inversac sur la source de la Vise

17/10 à 22:35

- Débit entrant de 266 l/s (919 tonnes/jour de sel, et 23 000 m³/j soit consommation d'une ville de 60 000 habitants)
- Quelques inondations par remontée de la nappe sur Balaruc et autour de +0.5 m à +3.2 m
- Forages thermaux: F8 et F9 pas touchés, F14 légèrement touché en T° et μ , F5 et F6 touché en T° et μ



Objectifs du projet DEM'Eaux Thau (2017-2022)

- **Motivations du projet**

- L'inversac : comprendre, anticiper
- Les enjeux (thermalisme, eau potable...)
- Une nappe d'eau souterraine très complexe et très mal connue
- Un laboratoire de terrain pour les équipes de Recherche et les entreprises de la Région et de Montpellier en particulier (visibilité nationale et internationale)

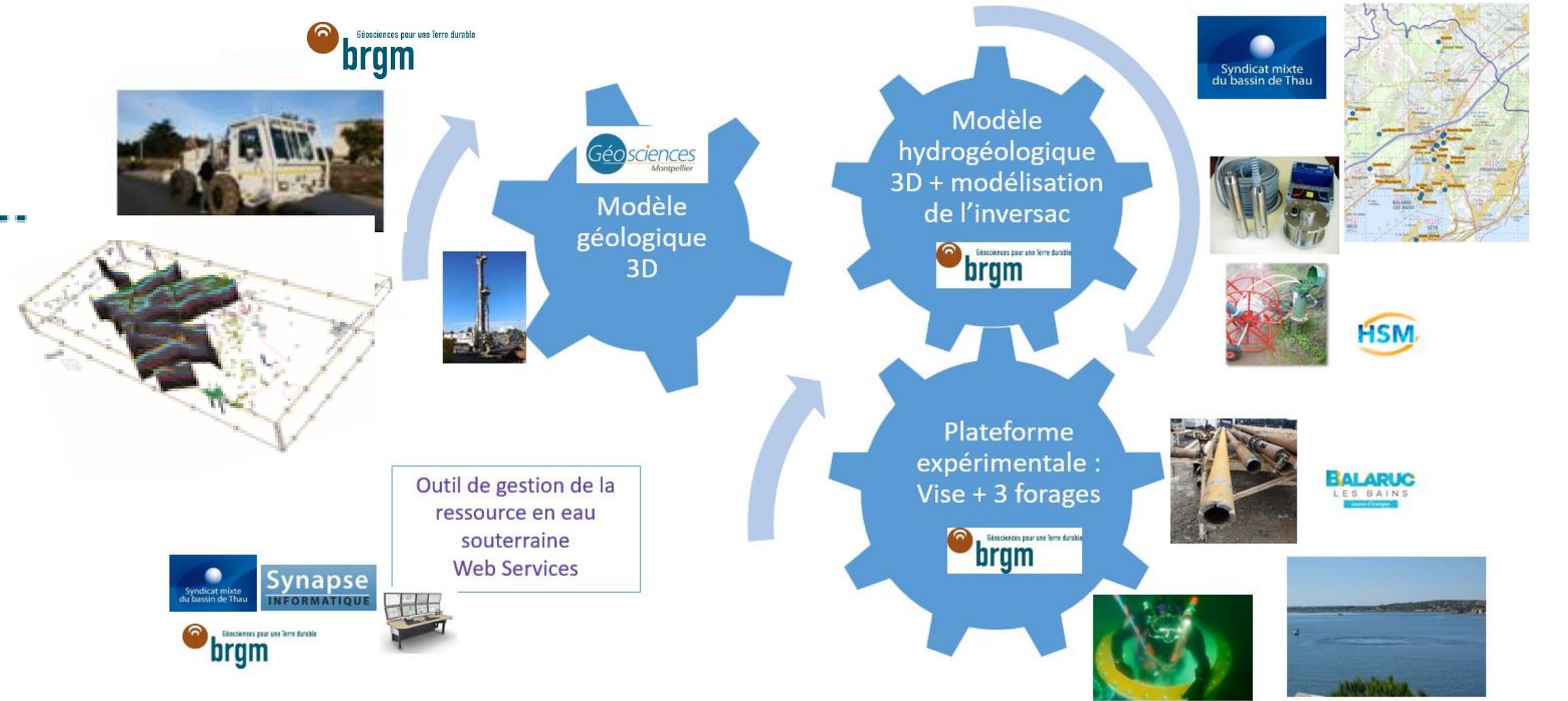
- **Objectifs du projet**

- Disposer d'une **vision 3D du sous-sol** : de la géologie et des écoulements d'eau
- **Comprendre les écoulements de l'eau souterraine et les relations entre les différents compartiments** : comment la nappe est alimentée, où est le réservoir thermal, quelles sont les relations avec l'eau de mer, les mélanges eau douce / eau salée, quelles relations avec la source de la Vise, quelle est l'origine de l'inversac, etc...
- **Construire un outil de gestion** de la nappe du Pli-Ouest et mettre à disposition des connaissances objectives pour une gestion concertée : rassembler toutes les données disponibles, les mettre à disposition de tous, **élaborer des indicateurs d'état et d'anticipation de l'inversac**

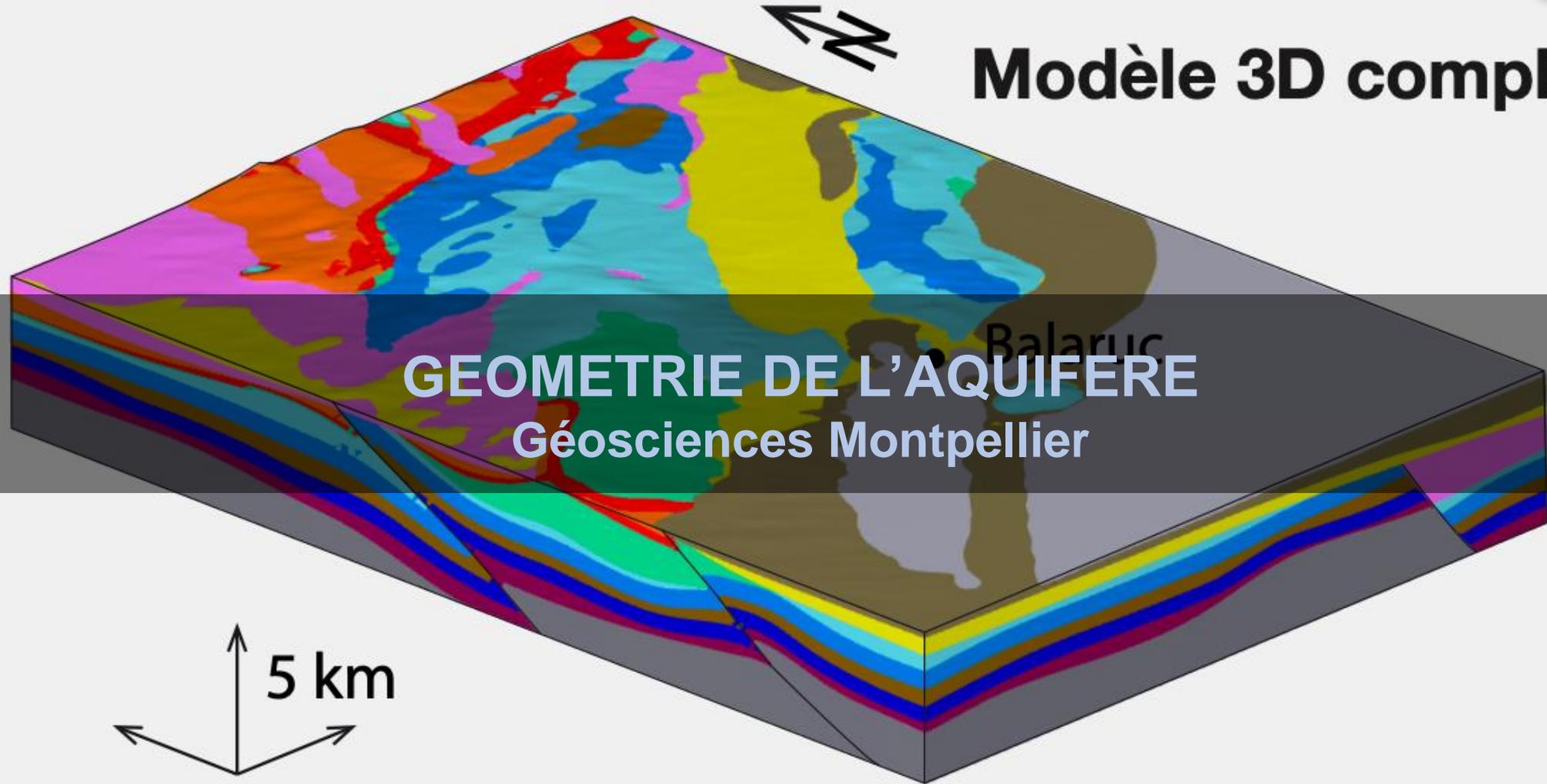
- **Financeurs + partenaires**



Etapes du projet et partenaires scientifiques (2017-2022)



Modèle 3D complet



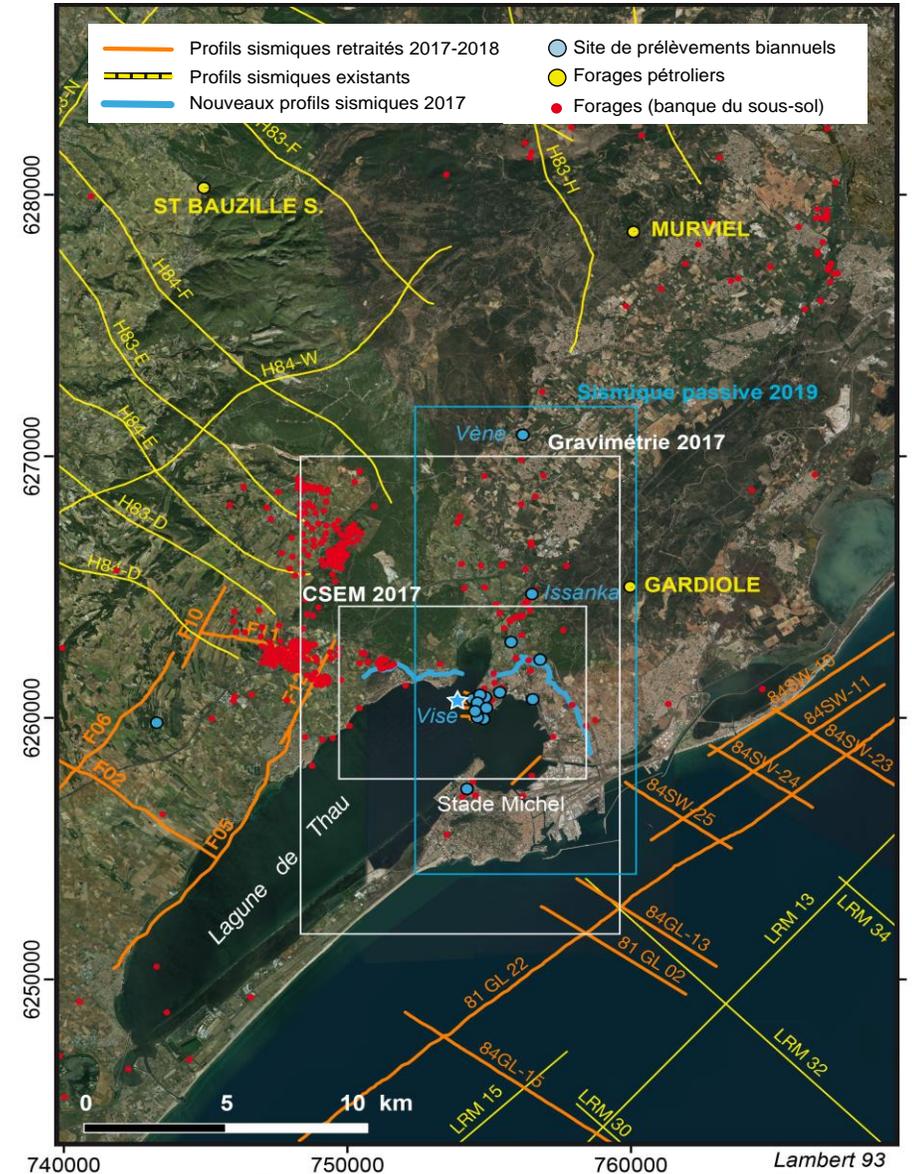
GEOMETRIE DE L'AQUIFERE Géosciences Montpellier

CONSTITUTION D'UNE BASE DE DONNÉES GÉOLOGIQUES ET GÉOPHYSIQUES

Connaissance du sol et du sous-sol pour mieux comprendre et modéliser le système hydrogéologique

- Anciennes données et nouvelles acquisitions
- Homogénéisation, mise en cohérence des informations

=> Base de données disponible pour aborder d'autres enjeux du territoire



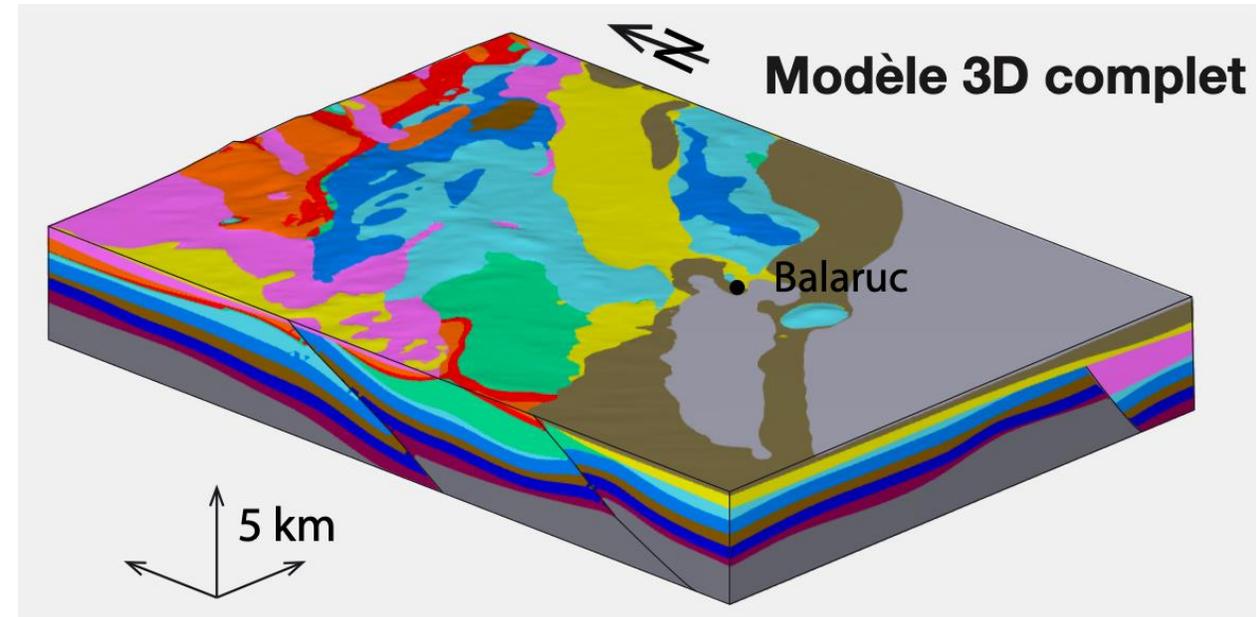
MODÈLE GÉOLOGIQUE 3D

Construction modèle géologique numérique en 3D

- intégration des données géologiques, géophysiques dans un système unique, géoréférencé
- surface de 1 000 km²

⇒ Outil de visualisation, d'investigation et de calcul

⇒ Base pour le modèle hydrogéologique



Visualisation du modèle



Arborescence du modèle

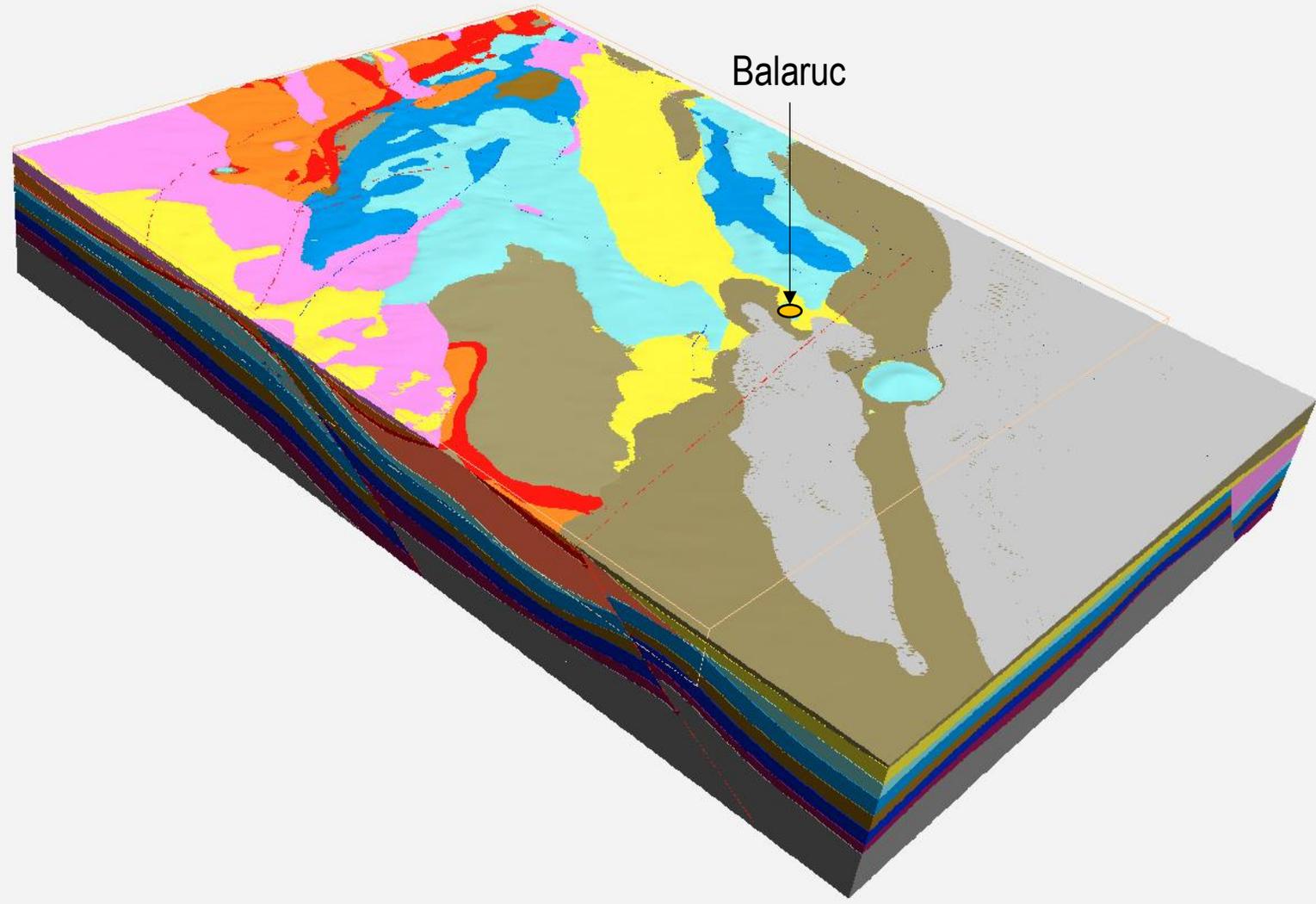
Couleur de surbrillance

- g_Cretace_terminal
- h_Malm
- i_Dogger
- j_Lias_marneux
- k_Lias_calcaire
- l_Trias
- m_Socle
- Chvt_mtp1
- Chvt_mtp2
- Chvt_mtp3
- Chvt_mtp4

Options

- DefaultView
- Juras-NimesThauFault
- DefaultView2

DefaultView2



324,6 x 246,9 mm

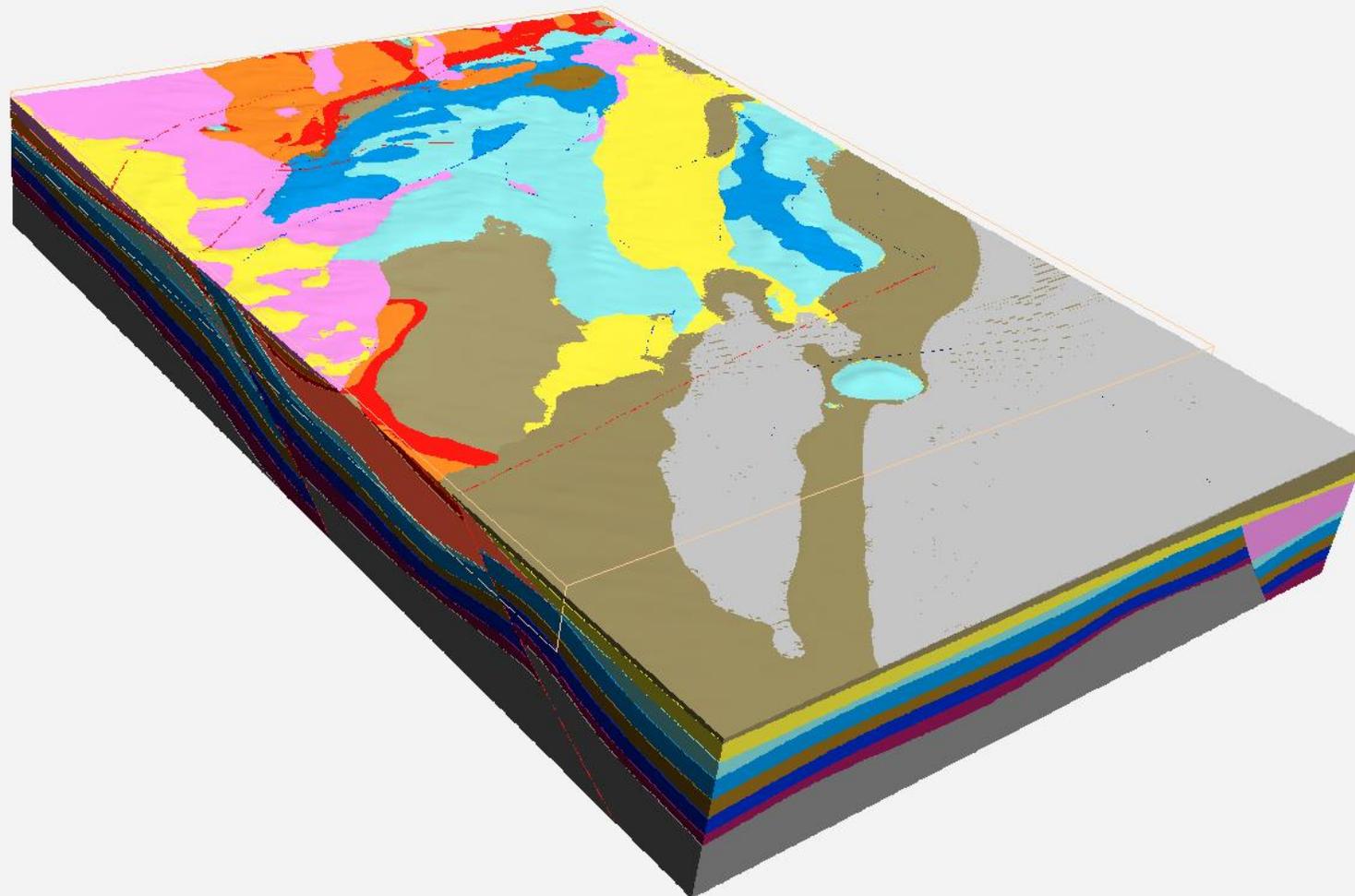


Arborescence du modèle

- Couleur de surbrillance
- d_Oligocene_Aquitaniien
- e_Eocene
- f_Vitrollien
- g_Cretace_terminal**
- h_Malm
- l_Dogger
- j_Lias_marneux
- k_Lias_calcaire
- l_Trias
- m_Socle
- Chvt_mtp1

- Options
- DefaultView
 - Juras-NimesThauFault
 - DefaultView2

- DefaultView2



324,6 x 246,9 mm

Arborescence du modèle

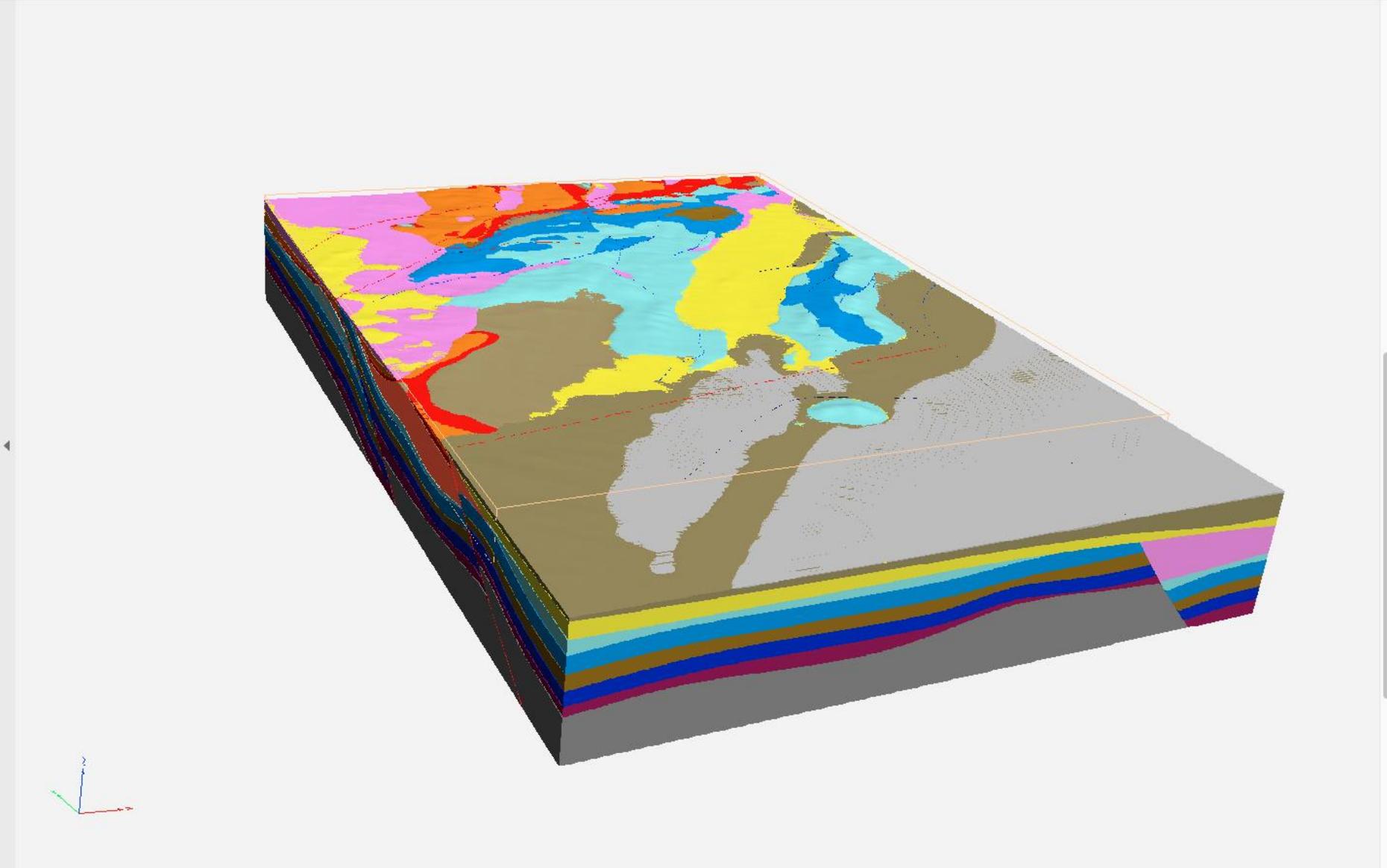
Couleur de surbrillance

- d_Oligocene_Aquitaniien
- e_Eocene
- f_Vitrollien
- g_Cretace_terminal**
- h_Malm
- l_Dogger
- l_Lias_marneux
- k_Lias_calcaire
- l_Trias
- m_Socle
- Chvt_mtp1

Options

- DefaultView
- Juras-NimesThauFault
- DefaultView2

DefaultView2



- Search icon
- Share icon
- Print icon
- Download icon
- Help icon
- Layers icon
- Measure icon
- Annotation icon
- Export icon
- Settings icon
- Tools icon

324,6 x 246,9 mm



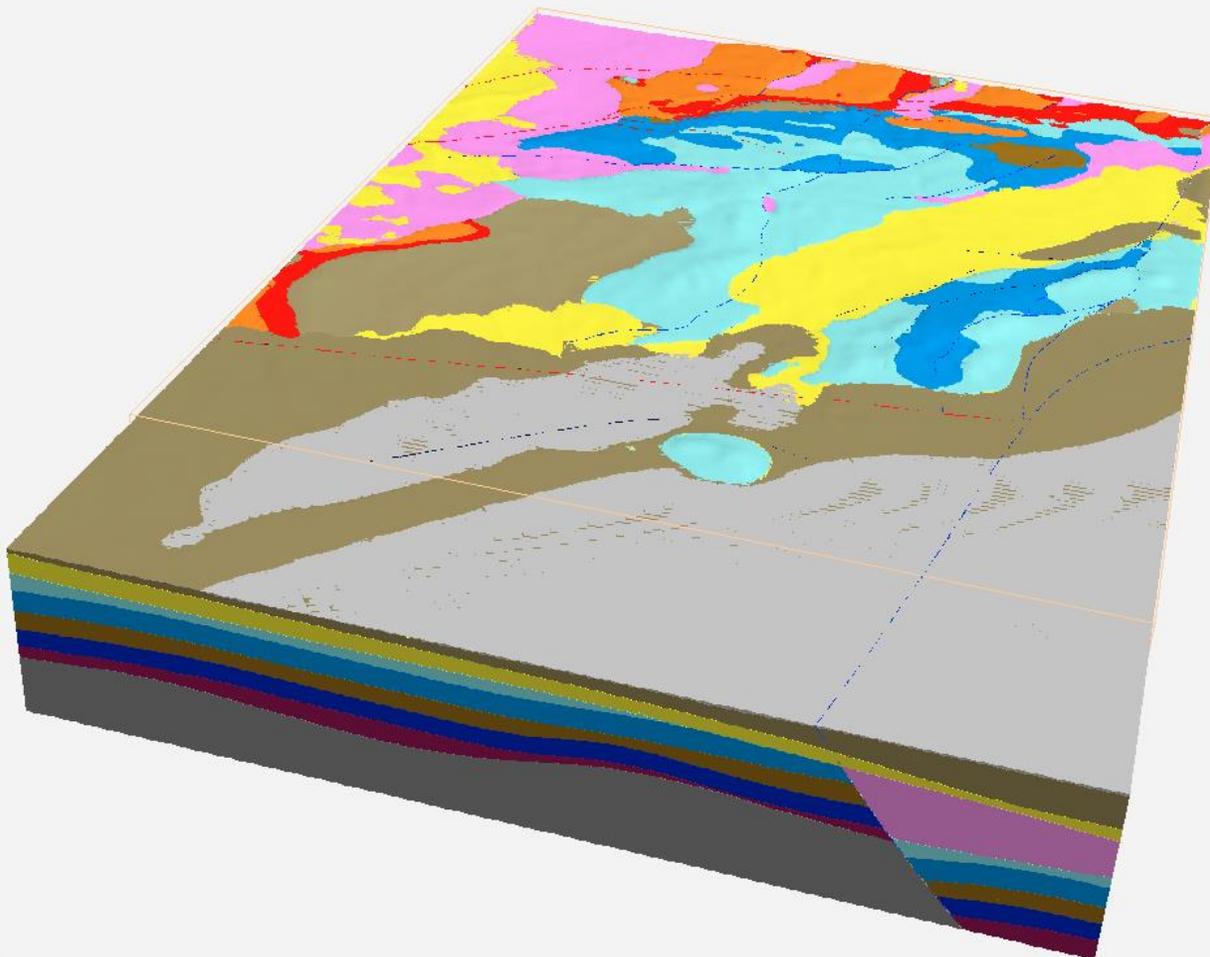
Arborescence du modèle

- Couleur de surbrillance
- d_Oligocene_Aquitaniien
- e_Eocene
- f_Vitrollien
- g_Cretace_terminal**
- h_Malm
- l_Dogger
- l_Lias_marneux
- k_Lias_calcaire
- l_Trias
- m_Socle
- Chvt_mtp1

Options

- DefaultView
- Juras-NimesThauFault
- DefaultView2

DefaultView2



324,6 x 246,9 mm

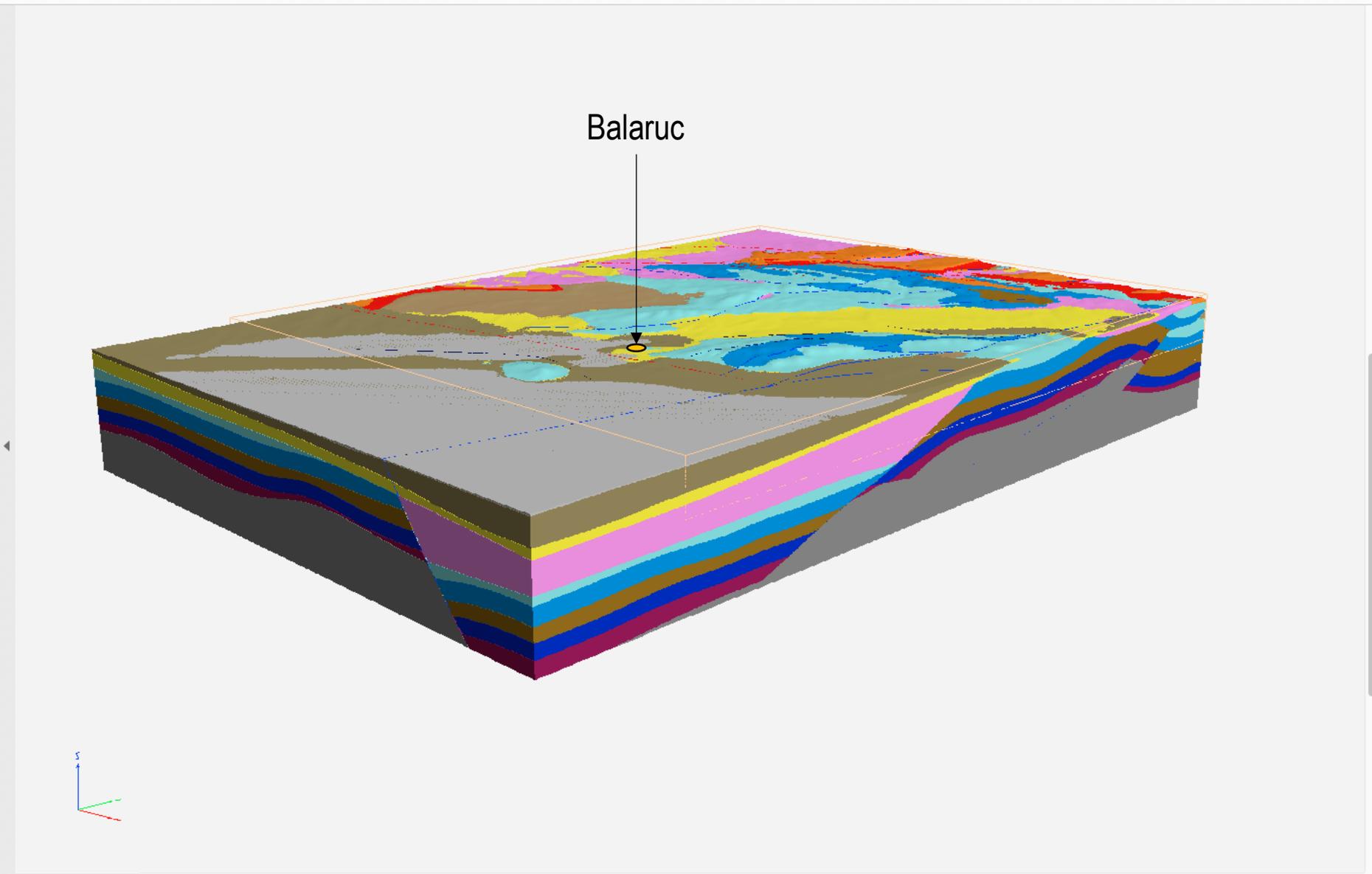


Arborescence du modèle

- Couleur de surbrillance
- d_Oligocene_Aquitaniien
- e_Eocene
- f_Vitrollien
- g_Cretace_terminal**
- h_Malm
- l_Dogger
- j_Lias_marneux
- k_Lias_calcaire
- l_Trias
- m_Socle
- Chvt_mtp1

- Options
- DefaultView
 - Juras-NimesThauFault
 - DefaultView2

- DefaultView2



324,6 x 246,9 mm

« épluchage » des couches du modèle

Accueil Outils DemEauxThau-G... x

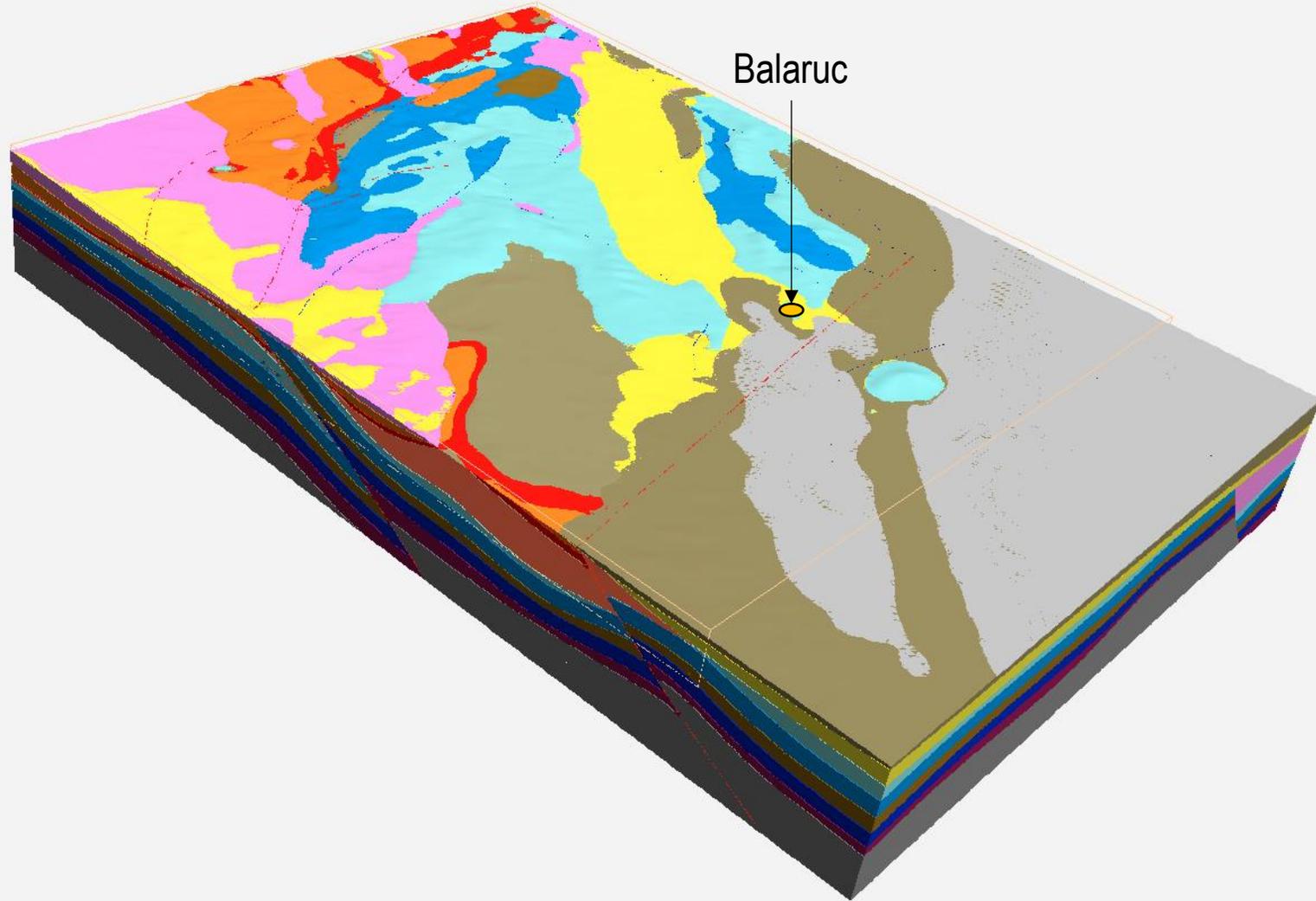
Se connecter



Arborescence du modèle X

- Couleur de surbrillance
- g_Cretace_terminal
 - h_Malm
 - i_Dogger
 - j_Lias_marneux
 - k_Lias_calcaire
 - l_Trias
 - m_Socle
 - Chvt_mtp1
 - Chvt_mtp2
 - Chvt_mtp3
 - Chvt_mtp4

- Options
- DefaultView
 - Juras-NimesThauFault
 - DefaultView2
- DefaultView2



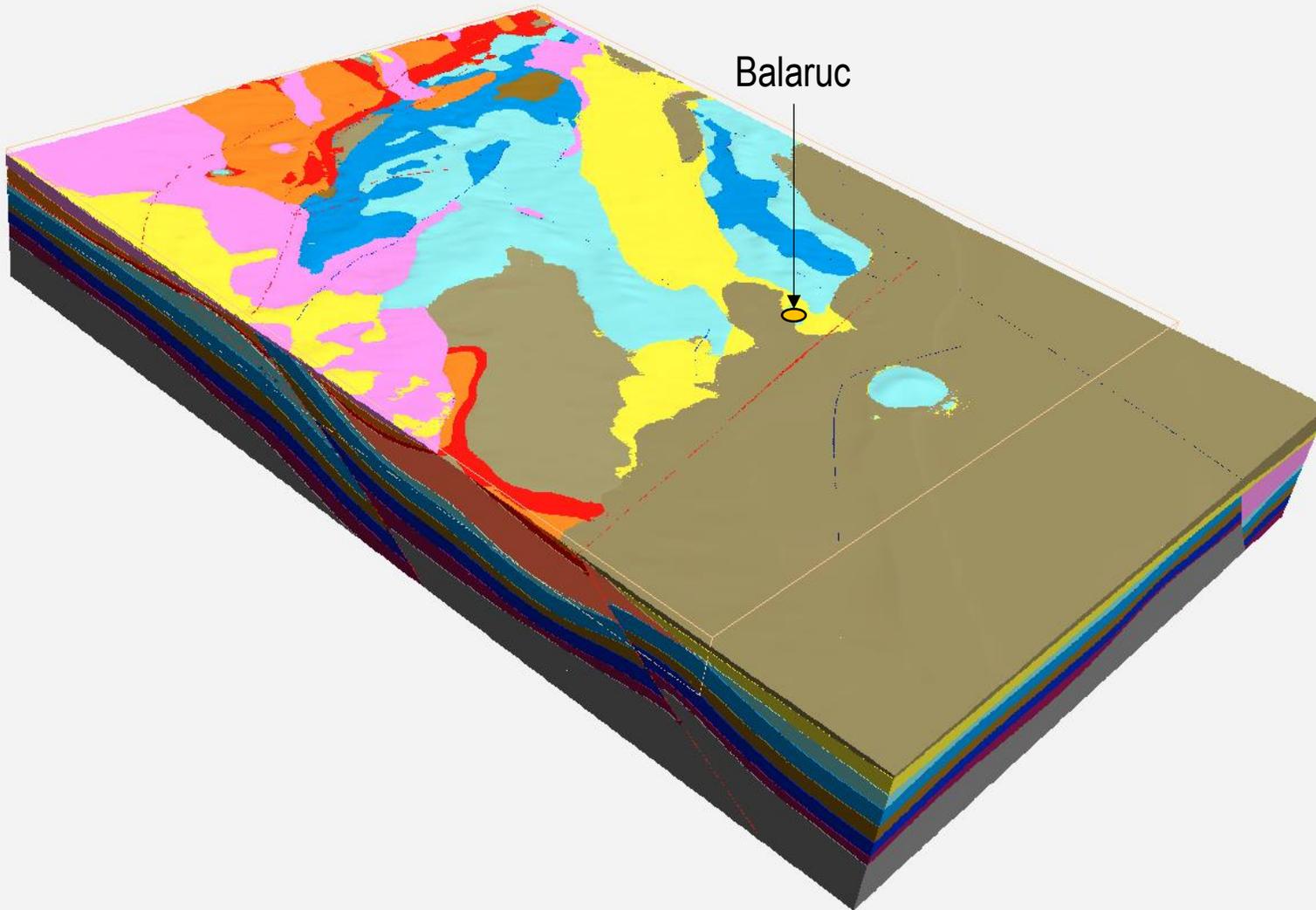
324,6 x 246,9 mm



Arborescence du modèle

- Arborescence du modèle
 - Couleur de surbrillance
 - model
 - root
 - Geology
 - a_Eau
 - b_Surface_Messinienne
 - c_Miocene
 - d_Oligocene_Aquitainien
 - e_Eocene
 - f_Vitrollien
 - g_Cretace_terminal
 - h Malm

- Options
- DefaultView
 - Juras-NimesThauFault
 - DefaultView2
- DefaultView2



324,6 x 246,9 mm



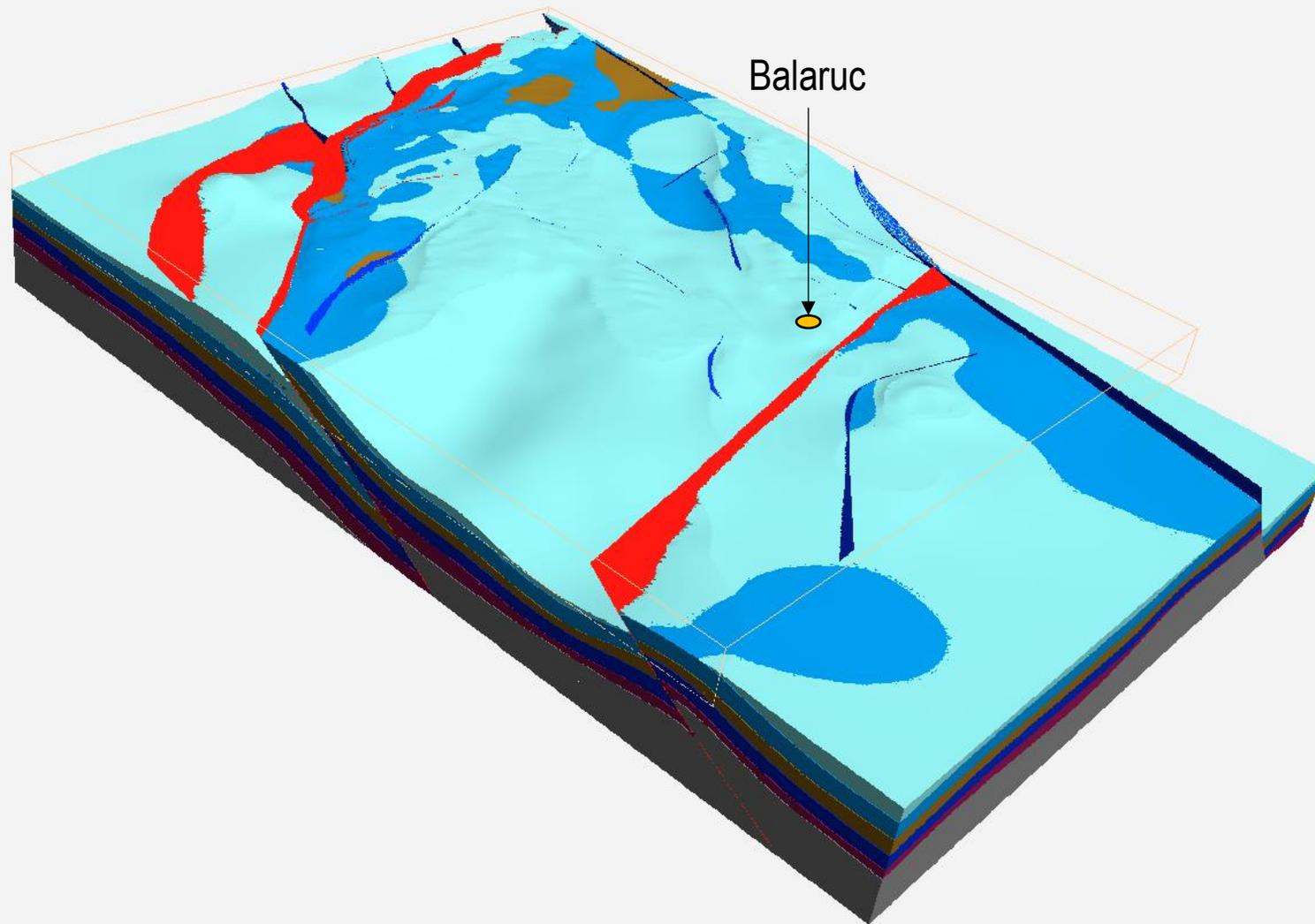
Arborescence du modèle

Couleur de surbrillance

- b_Surface_Messinienne
- c_Miocene
- d_Oligocene_Aquitaniien
- e_Eocene
- f_Vitrollien
- g_Cretace_terminal
- h_Malm
- i_Dogger
- j_Lias_marneux
- k_Lias_calcaire

Options

- DefaultView
- Juras-NimesThauFault
- DefaultView2



324,6 x 246,9 mm

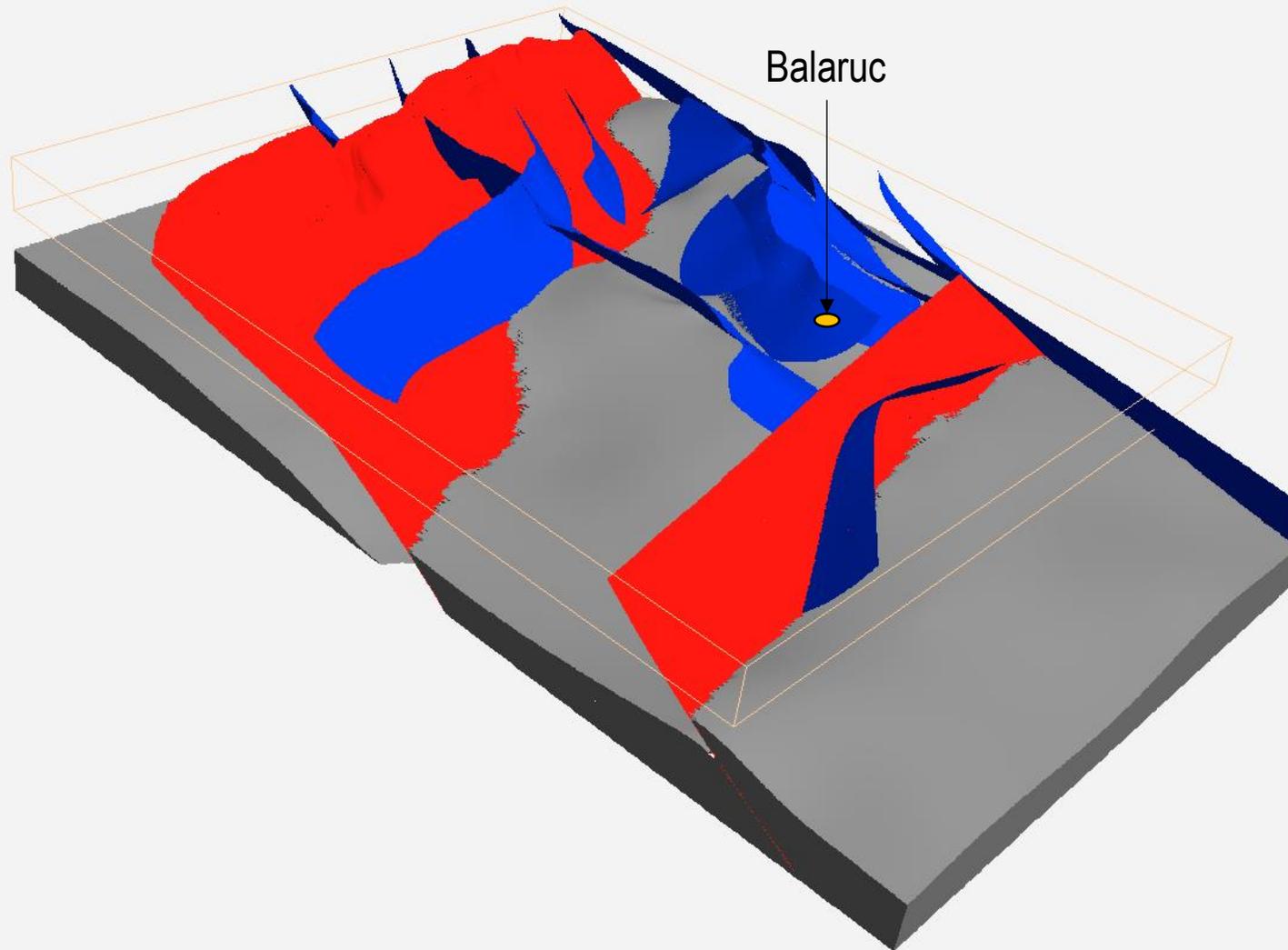


Arborescence du modèle

- Couleur de surbrillance
- d_Oligocene_Aquitainien
- e_Eocene
- f_Vitrollien
- g_Cretace_terminal**
- h_Malm
- i_Dogger
- j_Lias_marneux
- k_Lias_calcaire
- l_Trias
- m_Socle
- Chvt mto1

- Options
- DefaultView
 - Juras-NimesThauFault
 - DefaultView2

DefaultView2



324,6 x 246,9 mm

Réalisation de coupes dans le modèle



Arborescence du modèle X

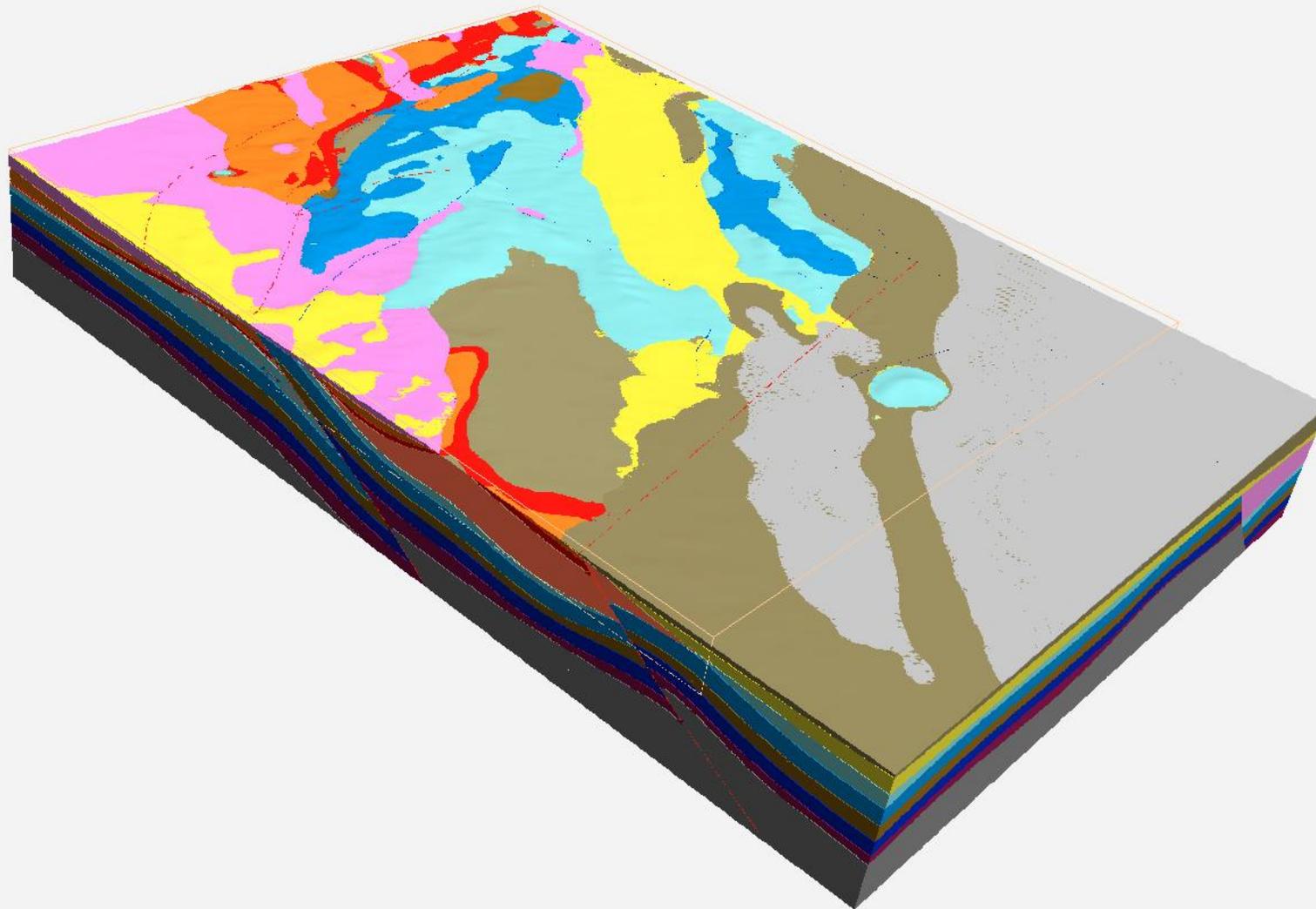
Couleur de surbrillance

- g_Cretace_terminal
- h_Malm
- i_Dogger
- j_Lias_marneux
- k_Lias_calcaire
- l_Trias
- m_Socle
- Chvt_mtp1
- Chvt_mtp2
- Chvt_mtp3
- Chvt_mtp4

Options

- DefaultView
- Juras-NimesThauFault
- DefaultView2

DefaultView2



324,6 x 246,9 mm

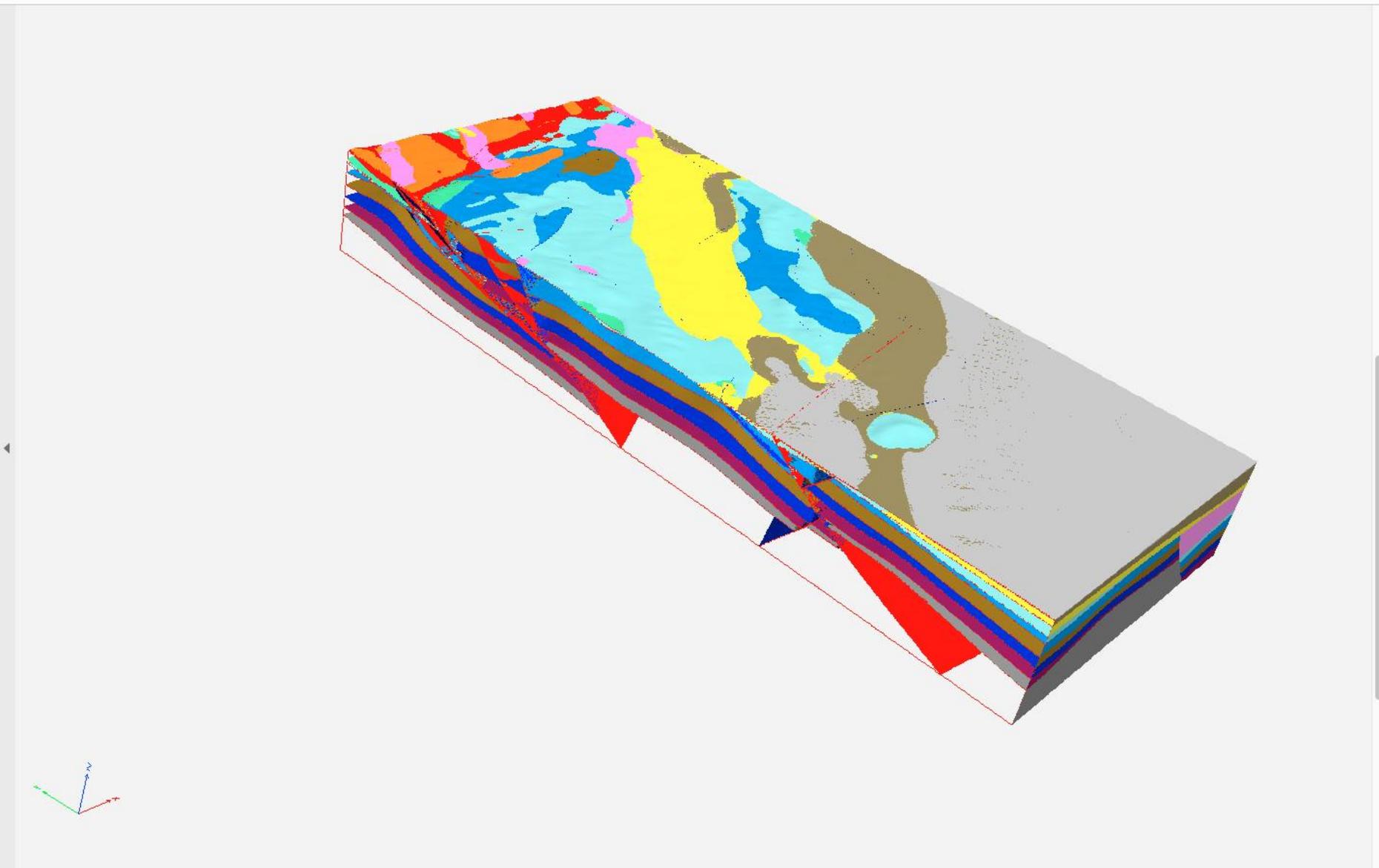


Arborescence du modèle X

- Couleur de surbrillance
- d_Oligocene_Aquitaniien
 - e_Eocene
 - f_Vitrollien
 - g_Cretace_terminal
 - h_Malm
 - l_Dogger
 - j_Lias_marneux
 - k_Lias_calcaire
 - l_Trias
 - m_Socle
 - Chvt_mtp1

- Options
- DefaultView
 - Juras-NimesThauFault
 - DefaultView2

DefaultView2



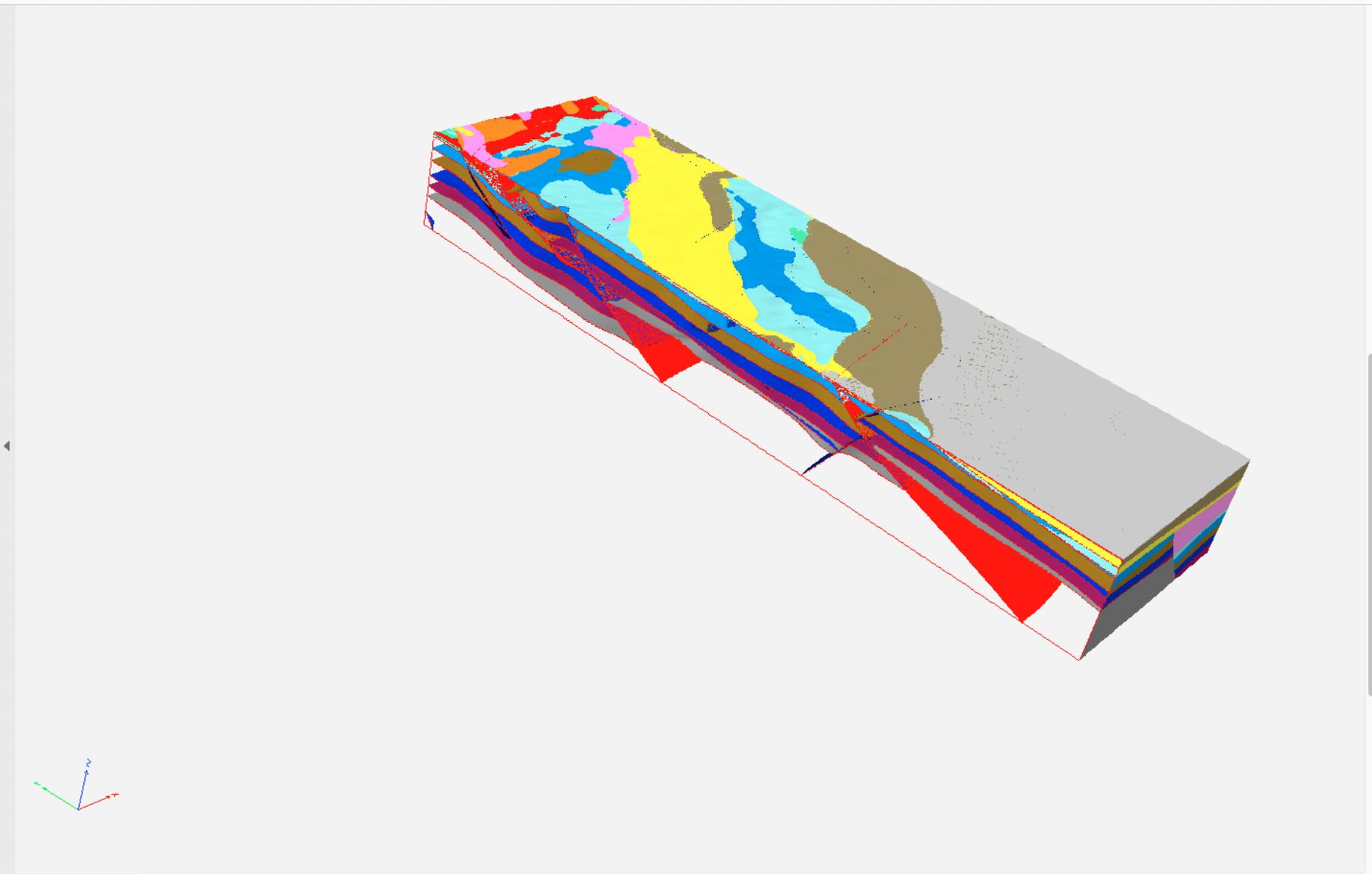
324,6 x 246,9 mm



Arborescence du modèle

- Couleur de surbrillance
- d_Oligocene_Aquitaniien
- e_Eocene
- f_Vitrollien
- g_Cretace_terminal
- h_Malm
- l_Dogger
- j_Lias_marneux
- k_Lias_calcaire
- l_Trias
- m_Socle
- Chvt_mtp1

- Options
- DefaultView
 - Juras-NimesThauFault
 - DefaultView2



324,6 x 246,9 mm

Arborescence du modèle

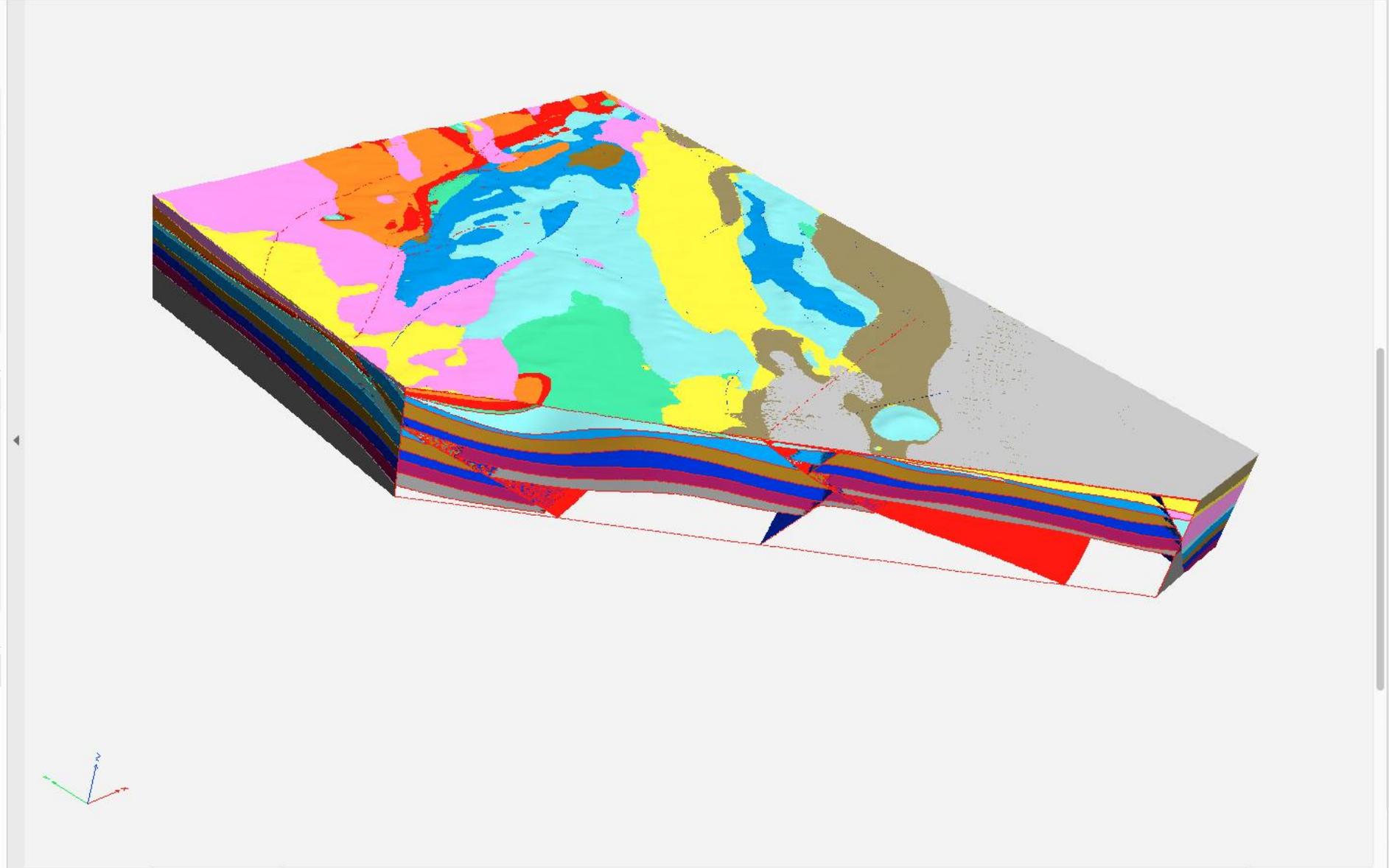
Couleur de surbrillance

- d_Oligocene_Aquitaniien
- e_Eocene
- f_Vitrollien
- g_Cretace_terminal
- h_Malm
- l_Dogger
- j_Lias_marneux
- k_Lias_calcaire
- l_Trias
- m_Socle
- Chvt_mtp1

Options

- DefaultView
- Juras-NimesThauFault
- DefaultView2

DefaultView2



Navigation and tool icons:

- Search icon
- Home icon
- Layers icon
- Layers list icon
- Layers add icon
- Layers remove icon
- Layers refresh icon
- Layers sync icon
- Layers zoom icon
- Layers pan icon
- Layers rotate icon
- Layers scale icon
- Layers reset icon
- Layers help icon
- Layers settings icon
- Layers close icon

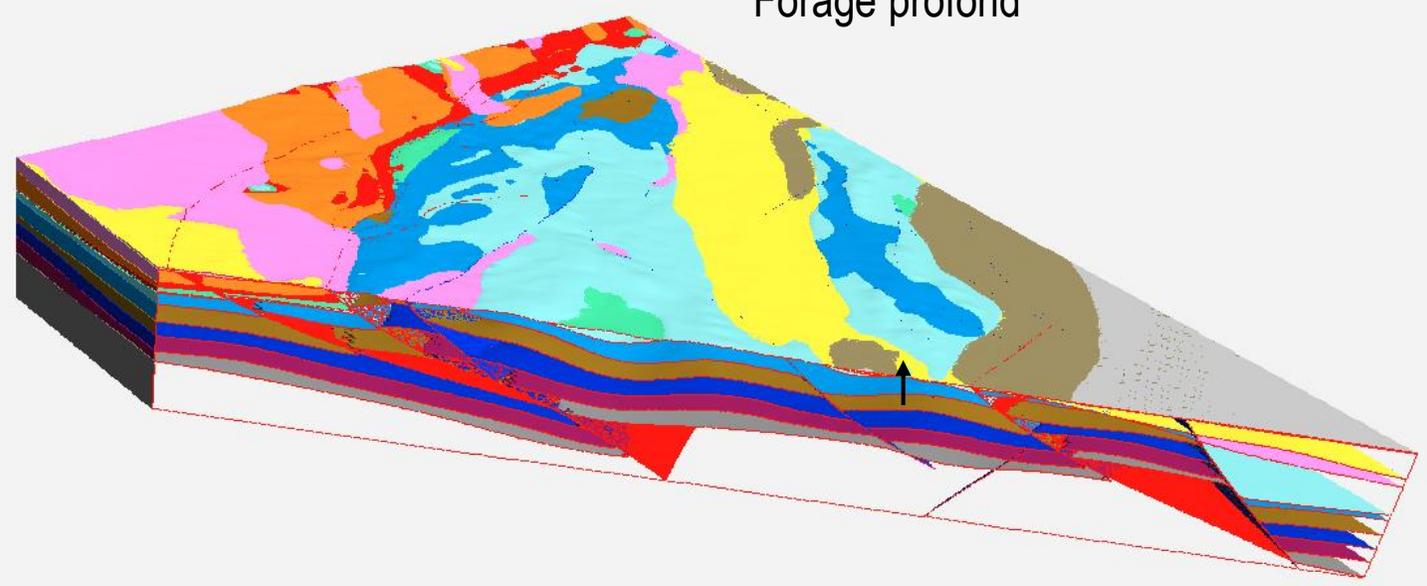


Arborescence du modèle

- Couleur de surbrillance
- d_Oligocene_Aquitaniien
- e_Eocene
- f_Vitrollien
- g_Cretace_terminal
- h_Malm
- l_Dogger
- j_Lias_marneux
- k_Lias_calcaire
- l_Trias
- m_Socle
- Chvt_mtp1

- Options
- DefaultView
 - Juras-NimesThauFault
 - DefaultView2

Forage profond



324,6 x 246,9 mm



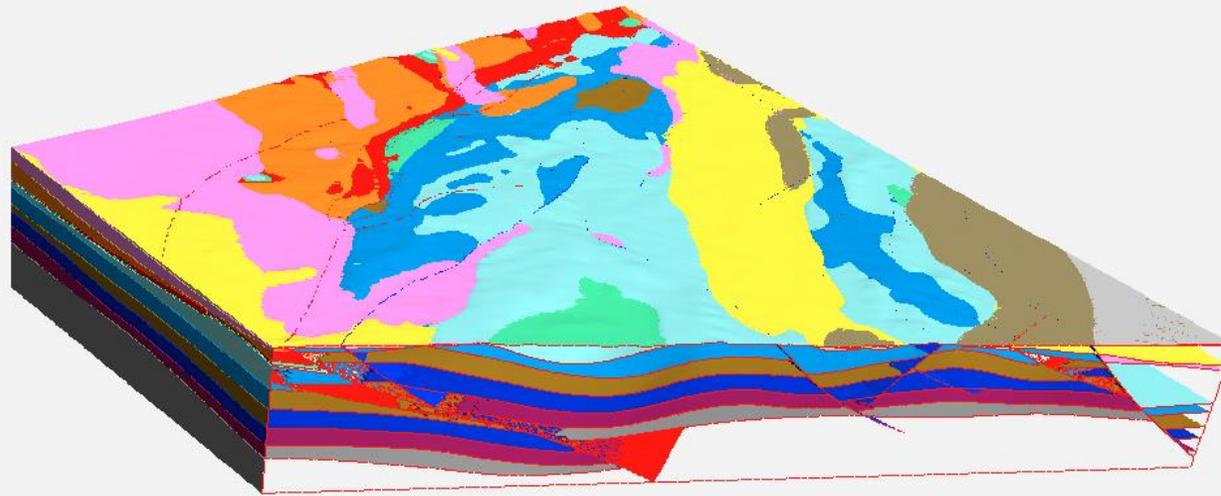
Arborescence du modèle

- Couleur de surbrillance
- d_Oligocene_Aquitaniien
- e_Eocene
- f_Vitrollien
- g_Cretace_terminal
- h_Malm
- l_Dogger
- j_Lias_marneux
- k_Lias_calcaire
- l_Trias
- m_Socle
- Chvt_mtp1

Options

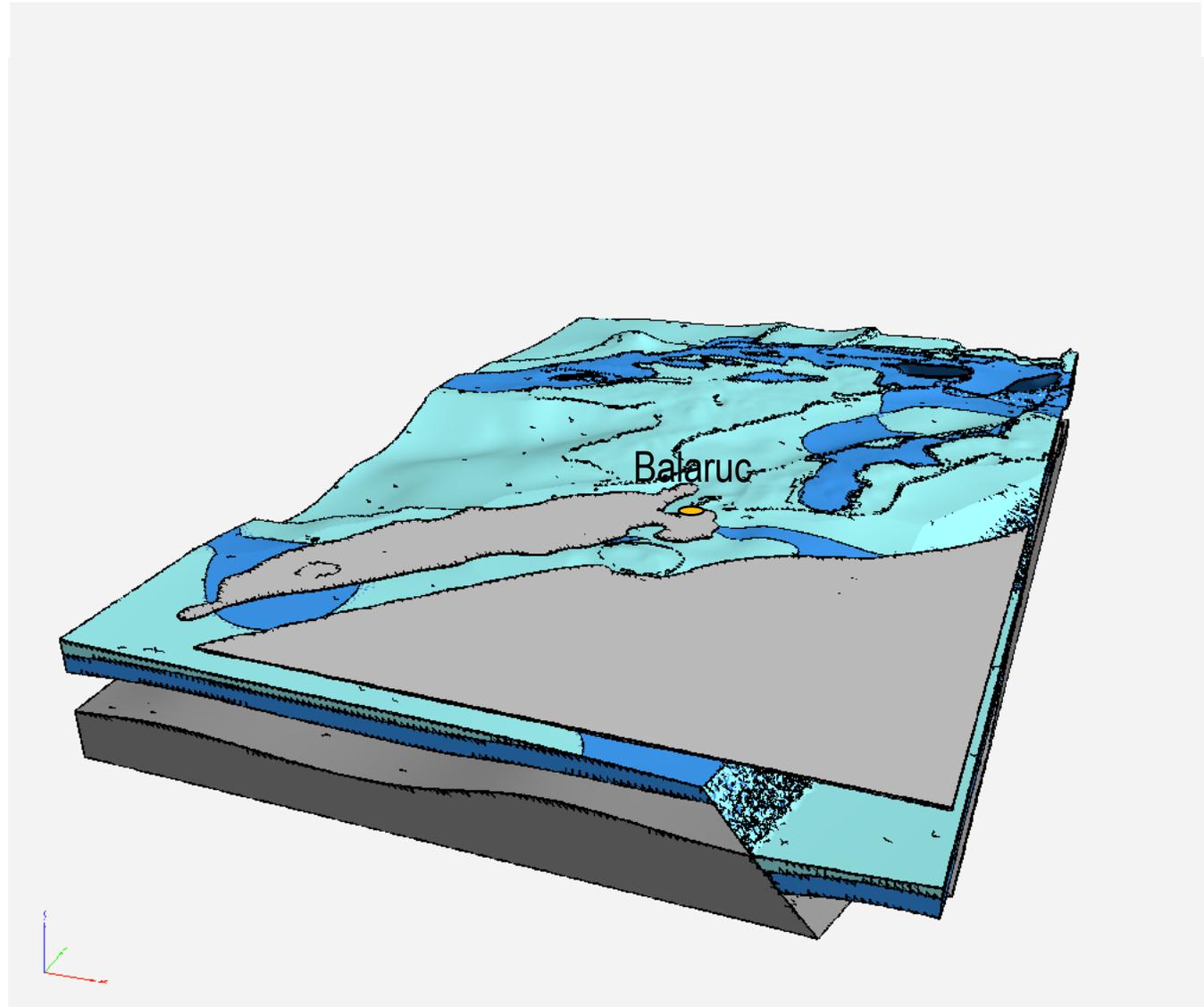
- DefaultView
- Juras-NimesThauFault
- DefaultView2

DefaultView2

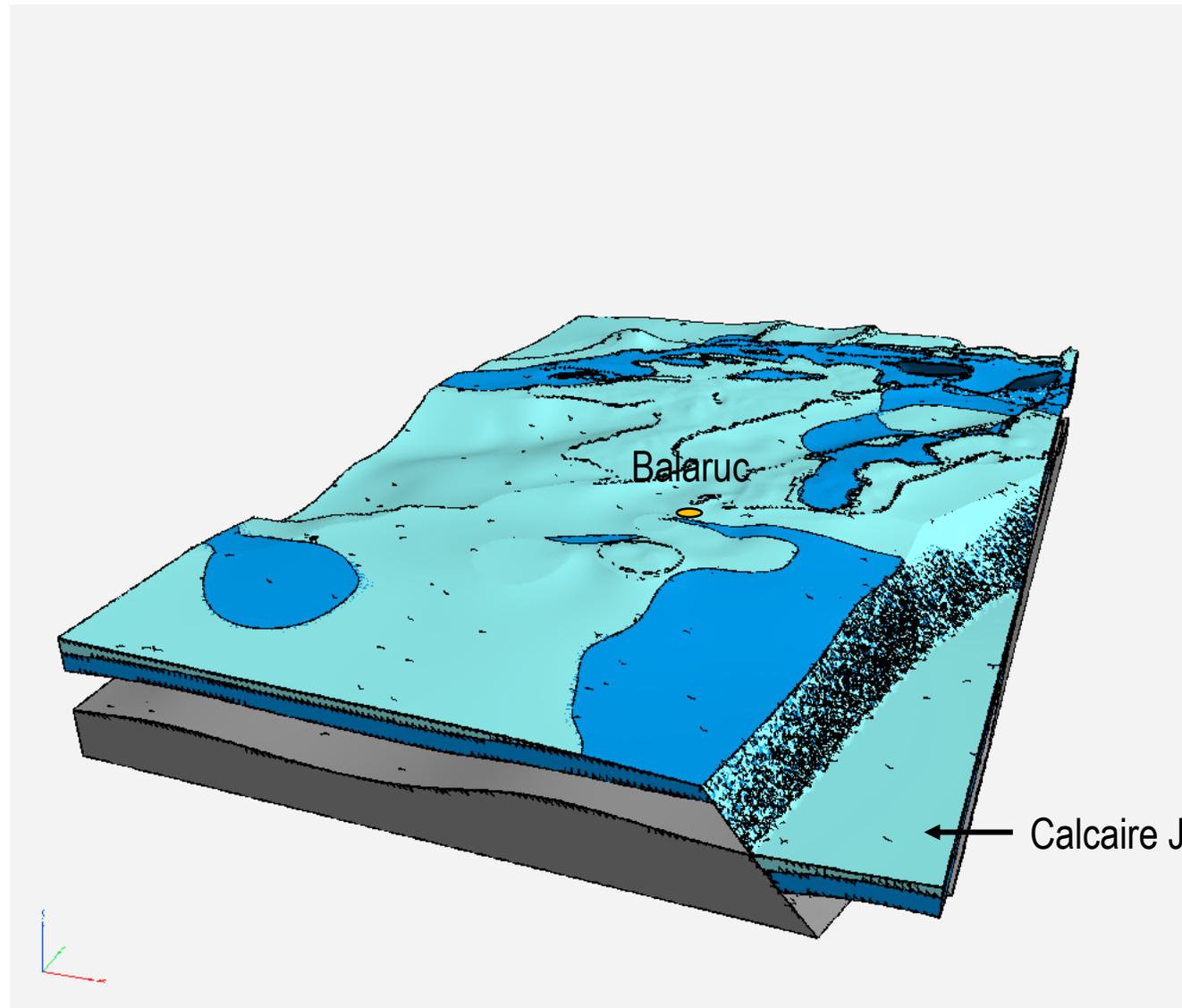


324,6 x 246,9 mm

Étude des connectivités entre les réservoirs

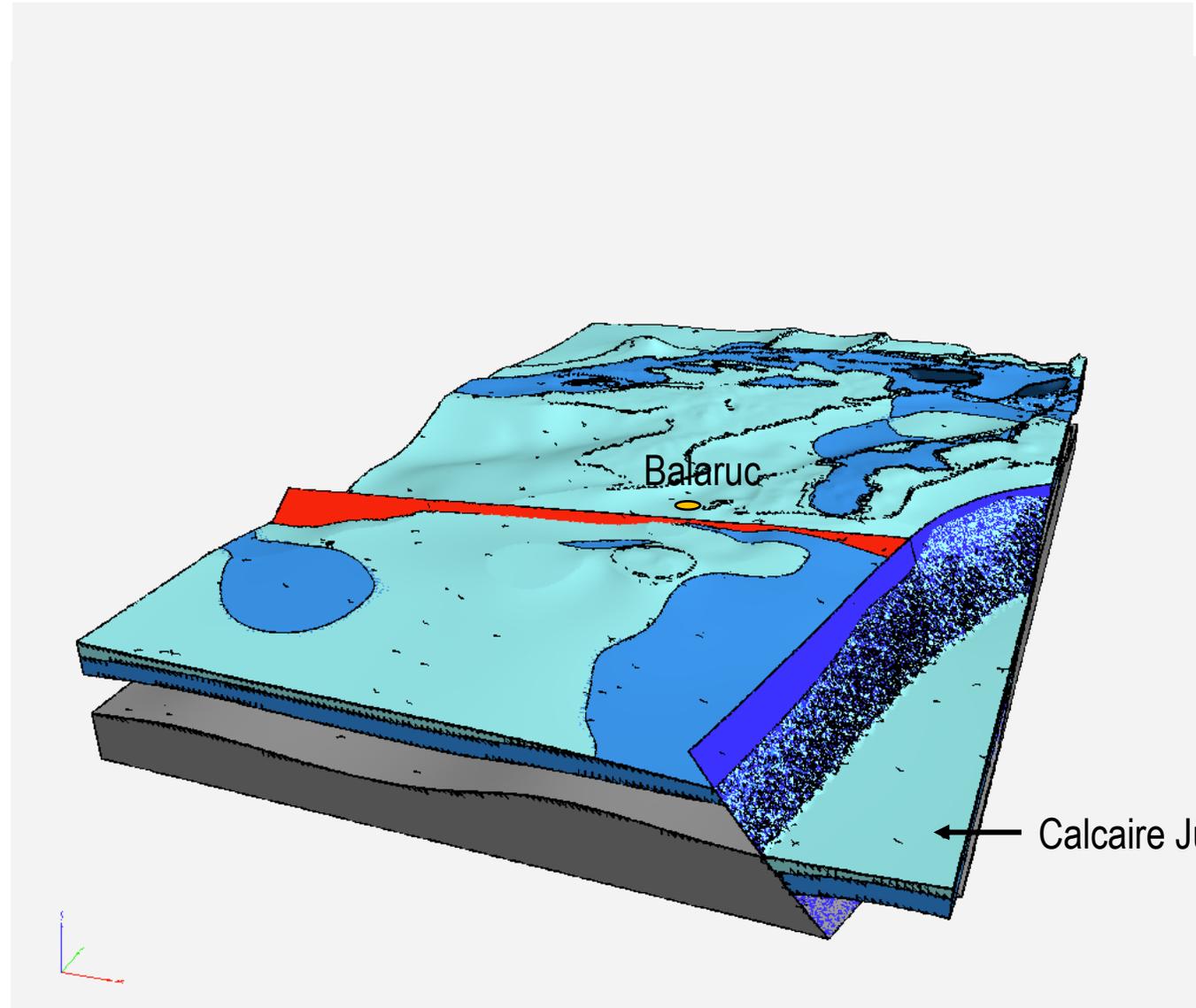


Étude des connectivités entre les réservoirs



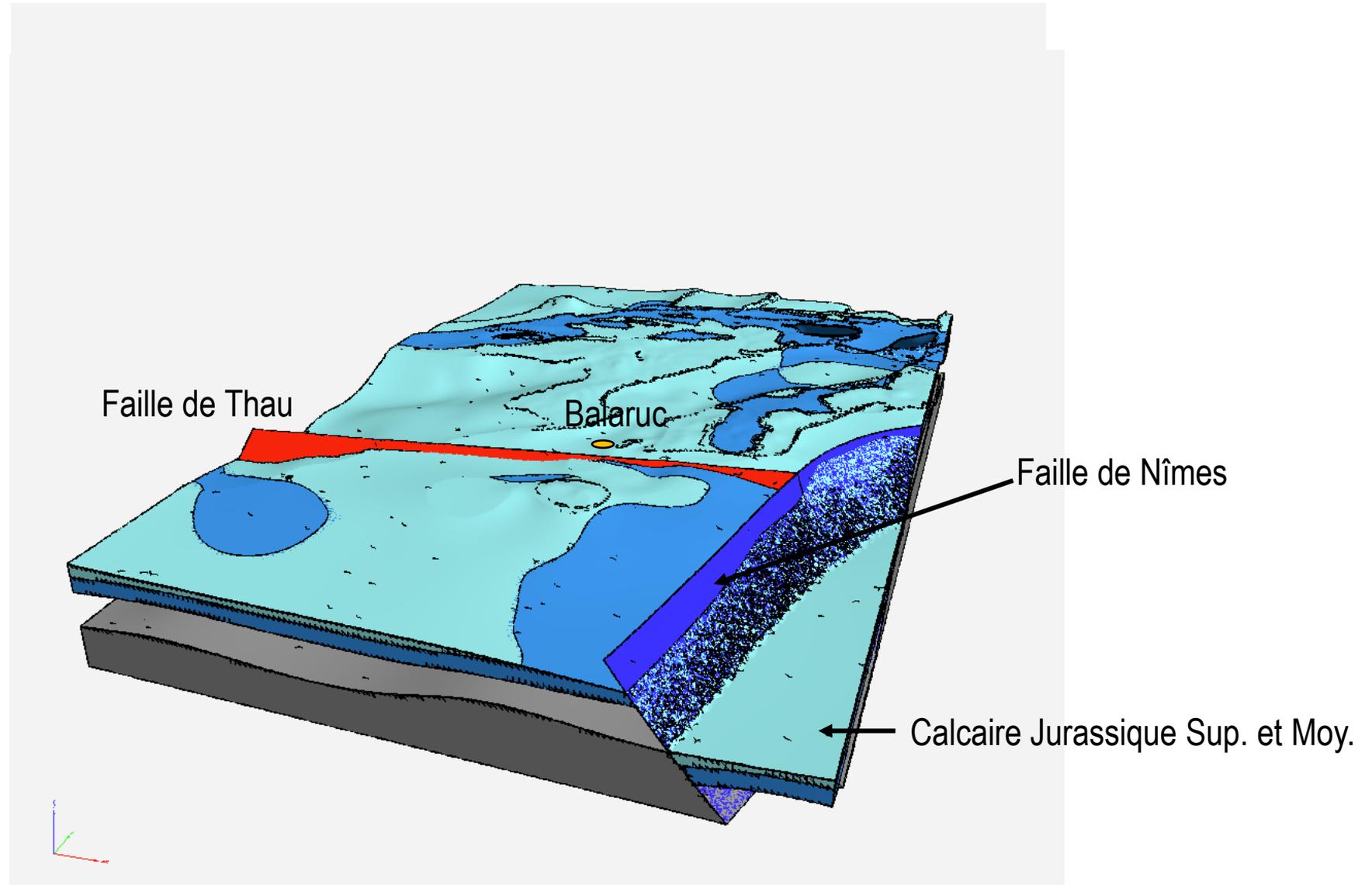
← Calcaire Jurassique Sup. et Moy.

Étude des connectivités entre les réservoirs

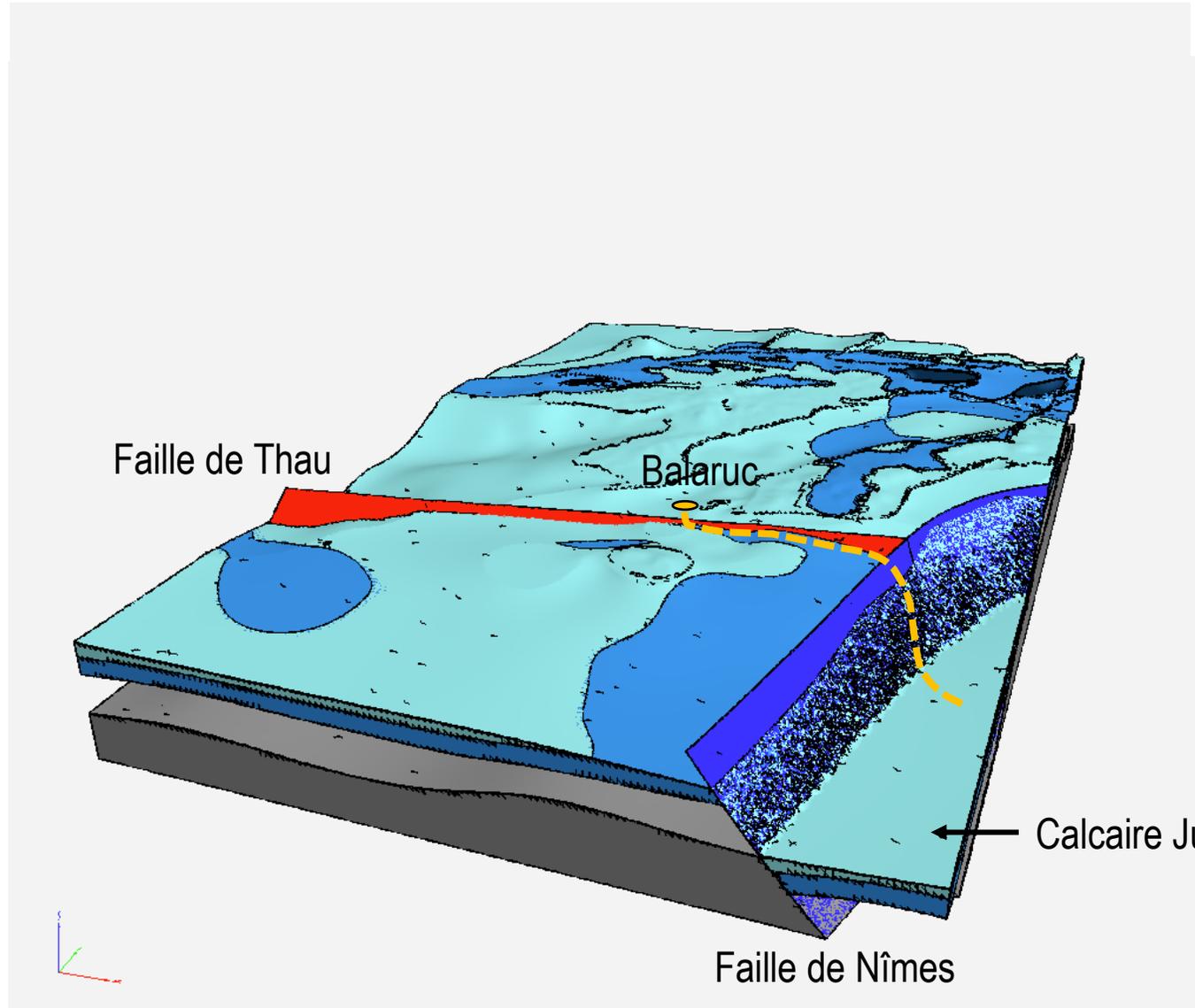


← Calcaire Jurassique Sup. et Moy.

Étude des connectivités entre les réservoirs



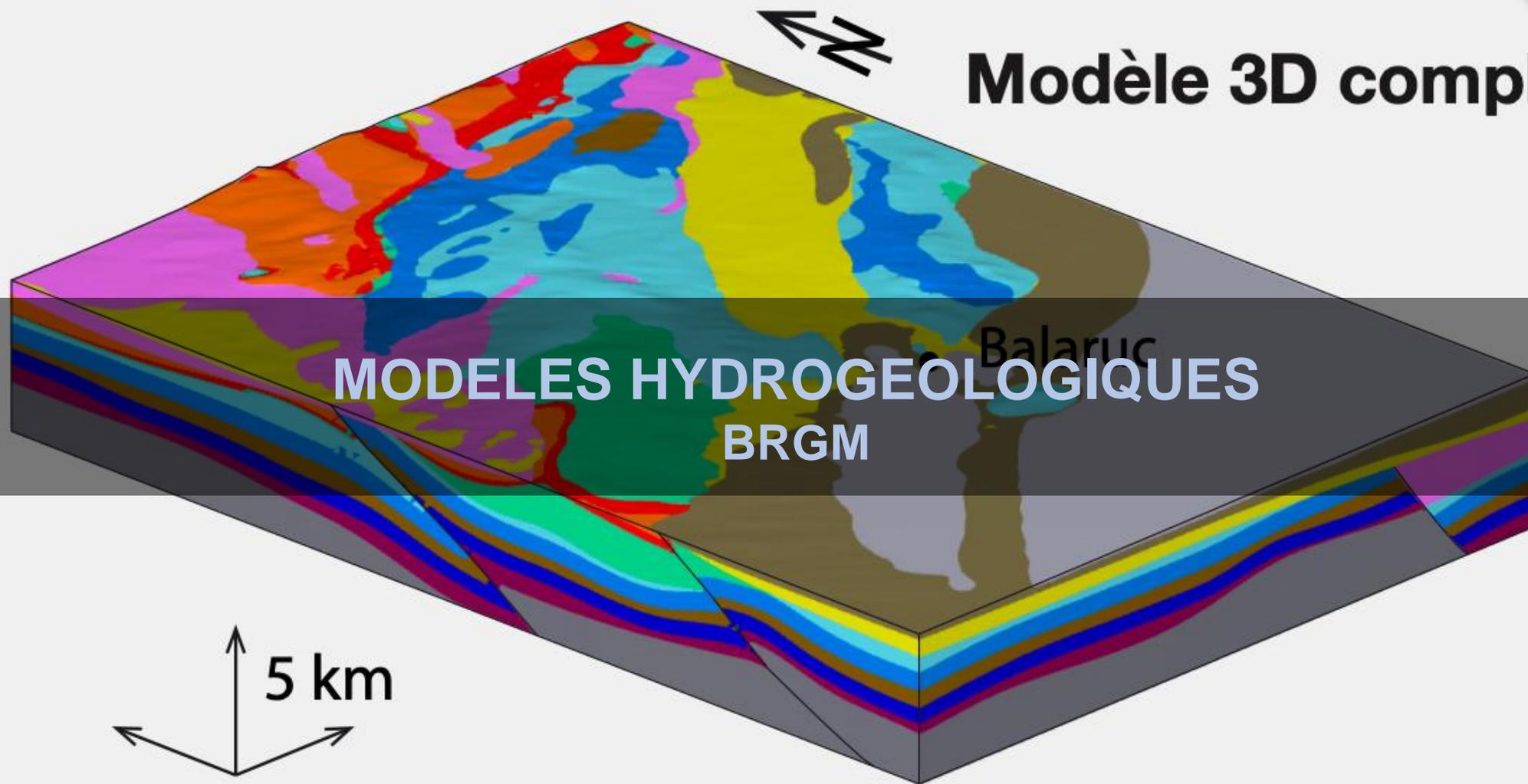
Étude des connectivités entre les réservoirs



Calcaire Jurassique Sup. et Moy.

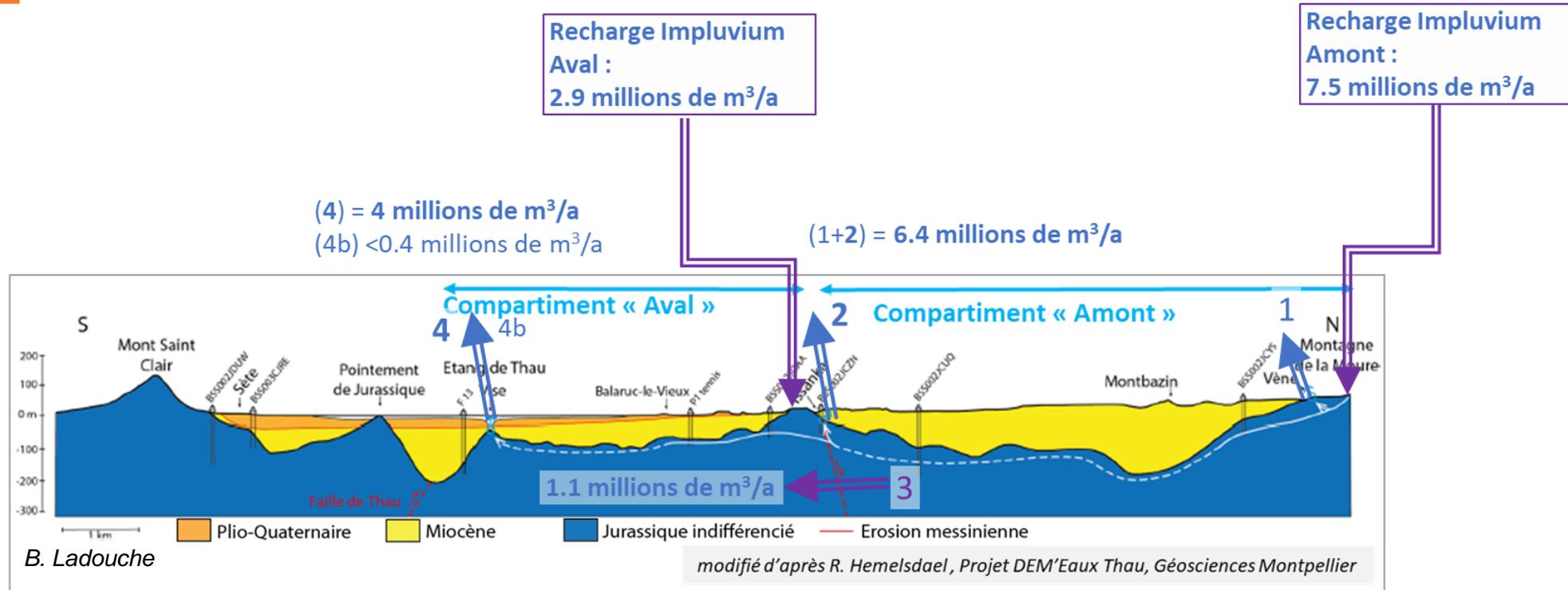
Faille de Nîmes

Modèle 3D complet



MODELES HYDROGEOLOGIQUES BRGM

Modèle global : bilan hydrogéologique moyen



Recharge = 152.8 mm => 7.5 millions de m³ en moyenne (1.9 à 18.5 millions de m³, période 2000-2020)

- (1) Sources Trop-pleins de karst, [Vène, Oulettes]
 - (2) Sources [Issanka]
 - (3) Flux échange (« Amont » vers « Aval »)
 - (4) Exutoire principal : Q Vise
 - (4b) Exutoires secondaire (Cauvy, Ambressac)
- (1+2) Sorties du compartiment amont

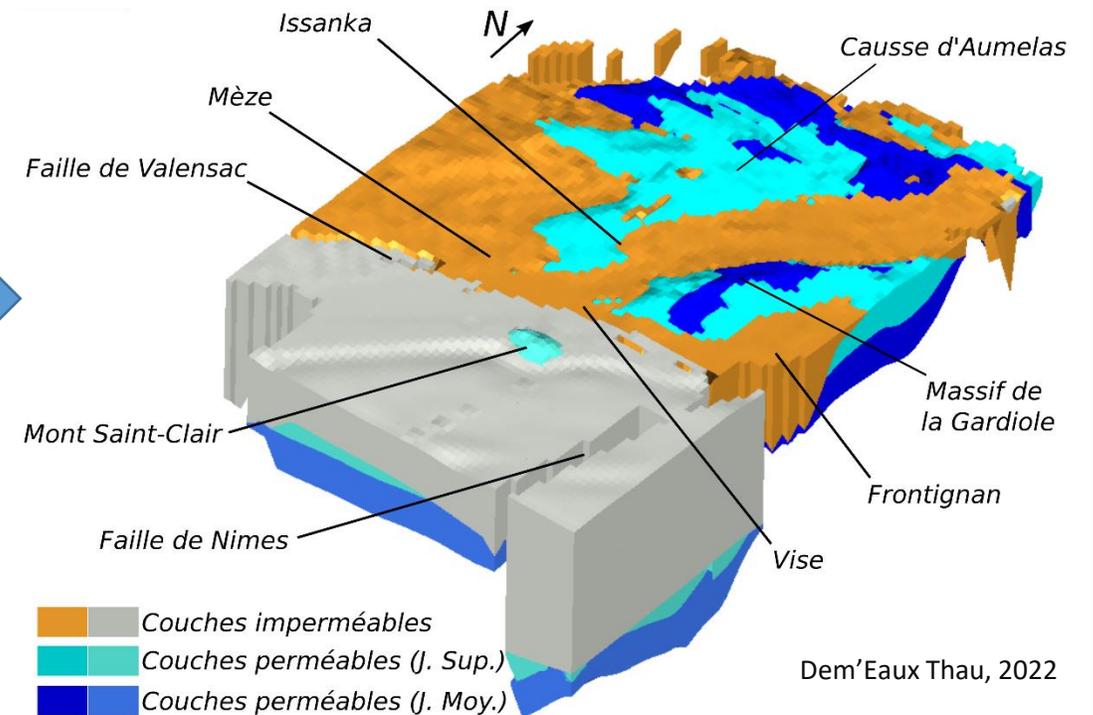
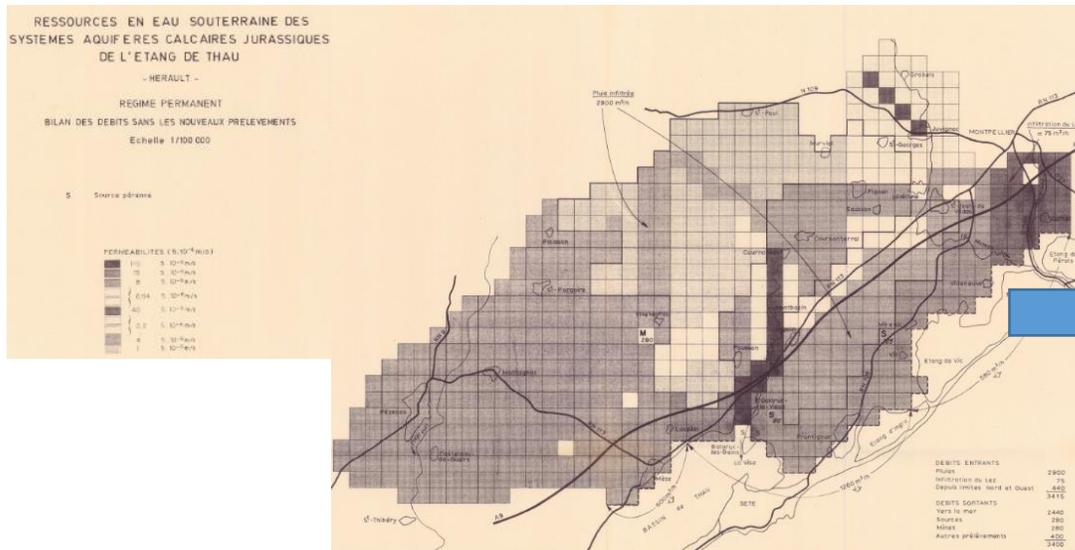
Modèles spatialisé précédent et actuel

Résolution 3D : 400 * 400 m (2 niveaux aquifères du Jurassique)

Emprise : 1 000 km²

Spatialisation des entrées (recharge) / sorties (prélèvements)

=> Gestion quantitative : étude des flux, bilans par secteur, scenarii (Changement climatique, prélèvements, ...)

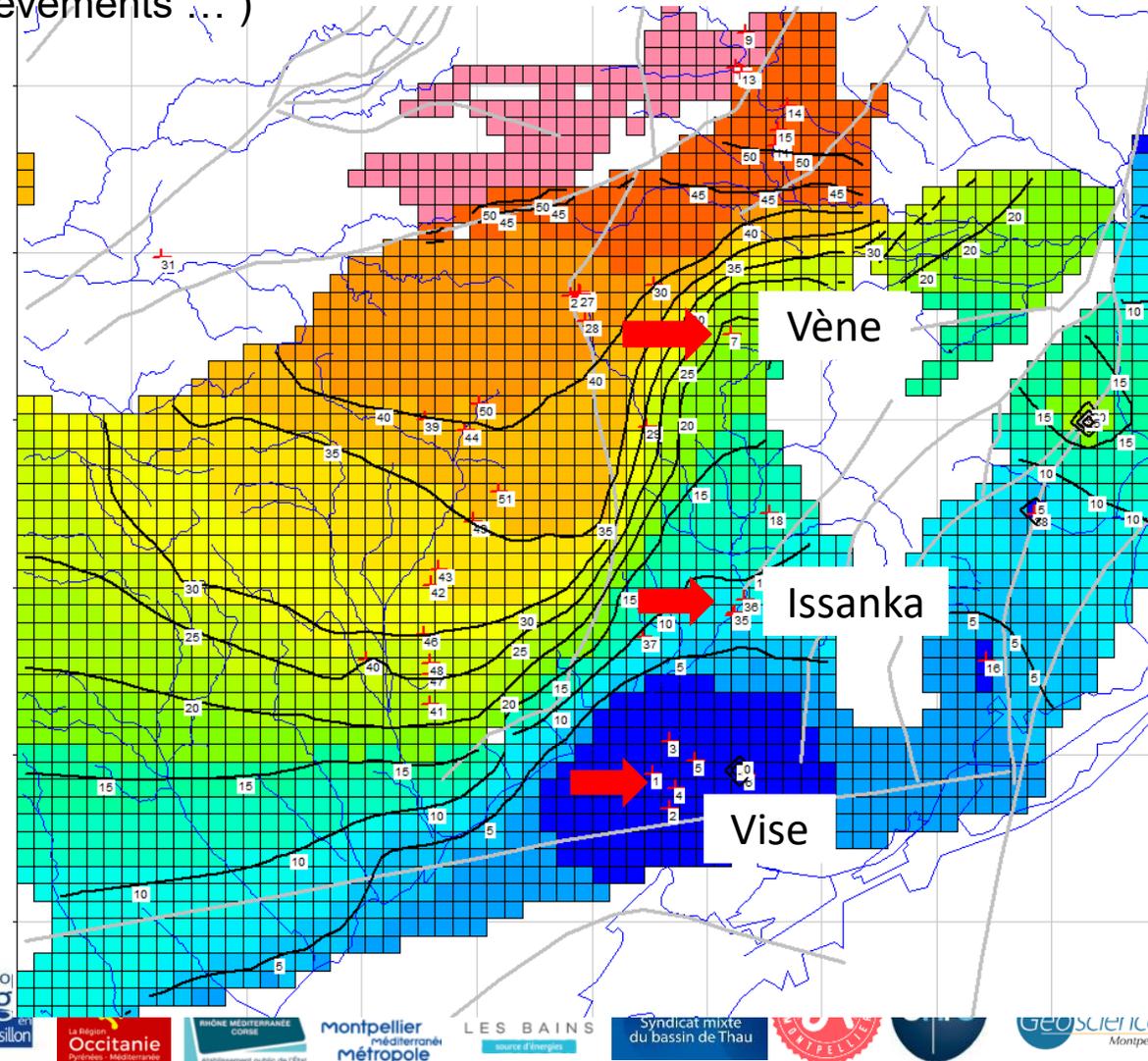


Marchal, [1990](#)

Résultats

Travail de calage centré sur Entité Aumelas Vène Issanka Cauvy

Nécessité de travailler sur l'ajustement (comparaison avec des données de terrain) pour améliorer la robustesse du modèle sur les autres secteurs (points d'observation à mettre en place / tests à mener pour l'estimation de la recharge / prise en compte des prélèvements ...)

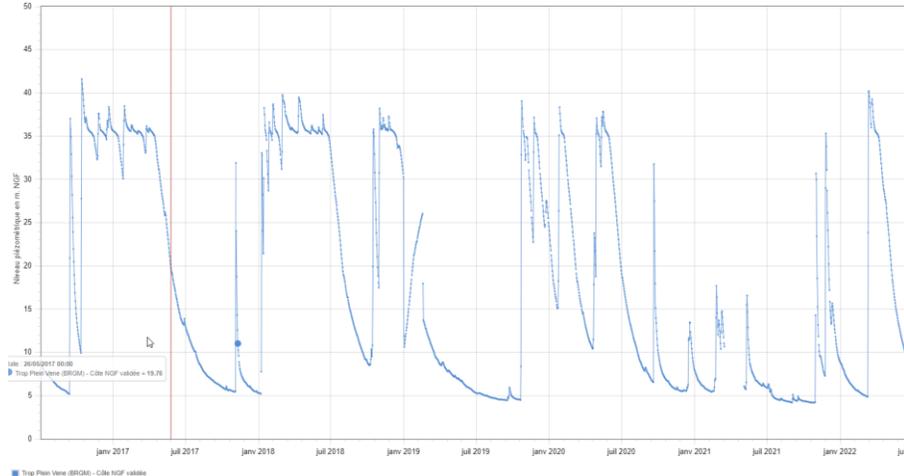


Couche du Jurassique Supérieur
Basses eaux (30/09/2000)

PLATEFORMES ET OBSERVATOIRES BRGM

Observatoire DEMEAUX THAU

Un observatoire multipartenaires, multi-paramètres,



Source de la Vène



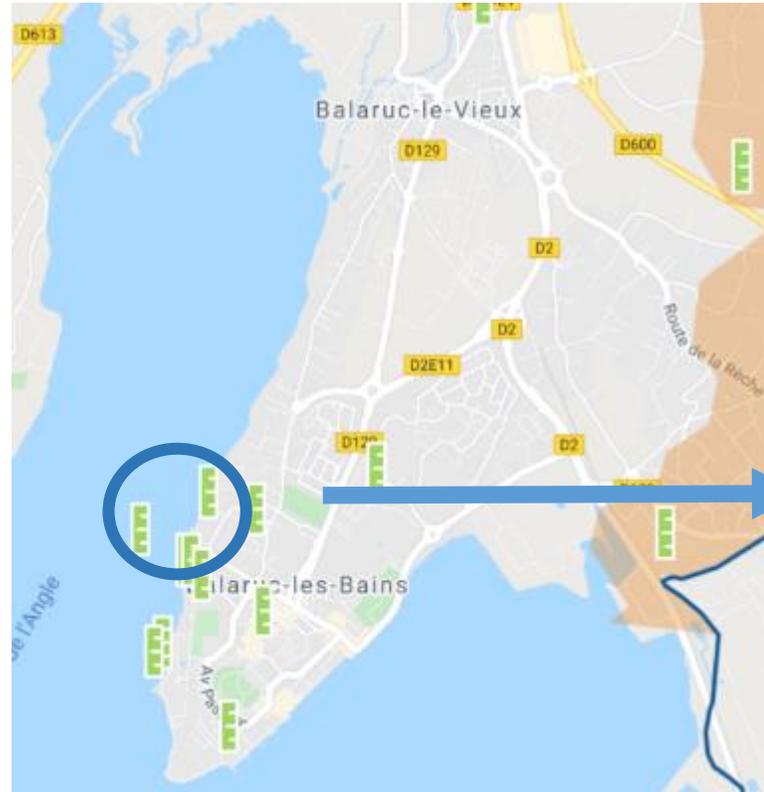
- Paramètres :**
- Piézométrie
 - Minéralisation
 - Température
 - Débits

Plateforme web -  Ouvrages / sources suivis

Forage à Sète

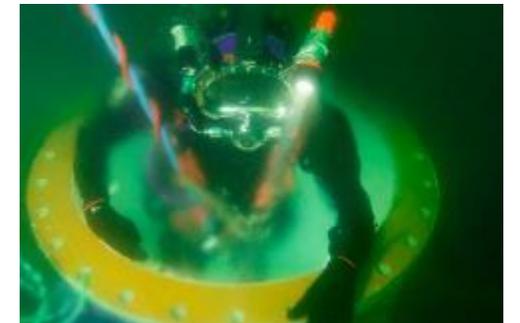
Observatoire DEMEAUX THAU

Et multi-échelle...



Plateforme scientifique expérimentale :

- 4 forages en flûte de Pan
- Source sous-marine de la Vise



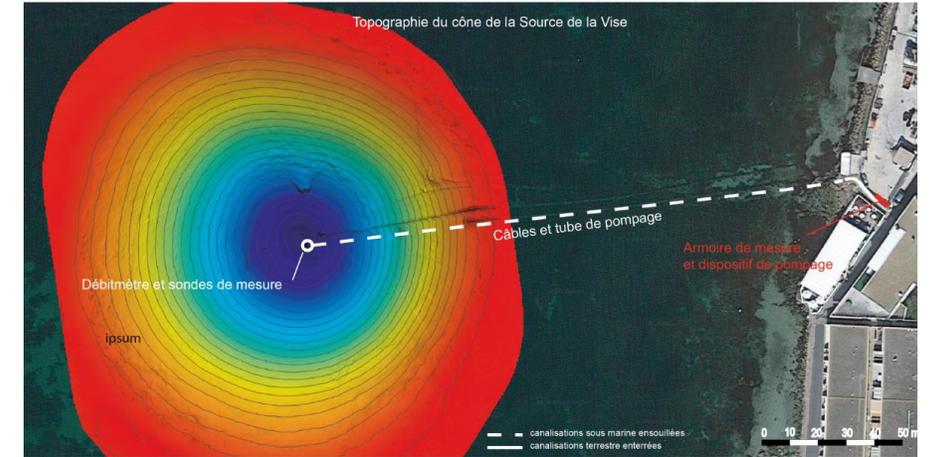
Plateforme web -  Ouvrages / sources suivis



Observatoire DEMEAUX THAU

Une plateforme avec des équipements sur mesure : la Vise

Tube central diamètre 1000 mm avec débitmètre, sondes de mesure (pression, conductivité, température)
Tube PE pour des prélèvements
Fluorescence naturelle

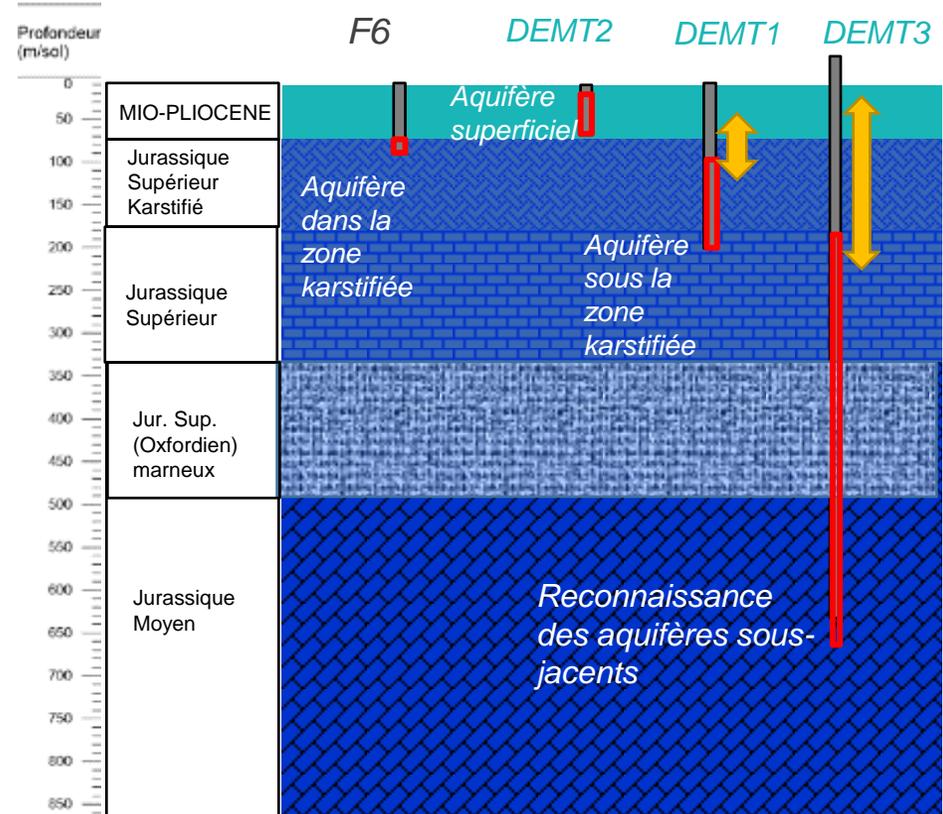


Observatoire DEMEAUX THAU

Une plateforme avec des équipements sur mesure : 4 forages en flûte de Pan



Site des forages



Sondes de mesure (pression, conductivité, température), Idronaute - Résistivité et température sur linéaire
 Treuils, bobines, pompe
 Fluorescence naturelle au F6

Pourquoi la plateforme de concentration de données DEMEAU'Thau ? Quel Objectif ?

- **Outil d'aide à la décision et à la gestion et réduction des risques environnementaux liés au phénomène d'inversac**
- **Regrouper tous les suivis piézométriques et les prélèvements sur l'axe central d'écoulement de l'aquifère du PLI OUEST**
- **Evaluation des risques vis-à-vis du phénomène d'inversac et de l'état de recharge de l'aquifère au travers d'indicateurs**
- **Prédiction des risques d'inversac en fonction de la situation piézométrique et de niveaux de pompage sur l'aquifère**

Quels sont les utilisateurs potentiels de la plateforme, de ces données et de ces indicateurs ?

- **Usagers et préleveurs d'eau de l'aquifère (Thermes, SAM, SBL, BRL, SODICAPEI...)**
- **Autorité administrative de police de l'eau (DDTM, DREAL)**
- **Service de l'état contrôlant l'activité thermique (ARS)**
- **Autres usagers de l'eau dans la lagune (CRCM, CRPM....) et communes**
- **Organismes institutionnels scientifique et technique pour des études (Ifremer, Université, Bureau d'études)**
- **Maitre d'ouvrage d'opération d'aménagement avec potentiel impact sur les eaux souterraines**

Le réseau de stations de suivis sur l'aquifère du pli ouest, et la concentration des données sur la plateforme collaborative:

Les Producteurs et partenaires de cette plateforme :

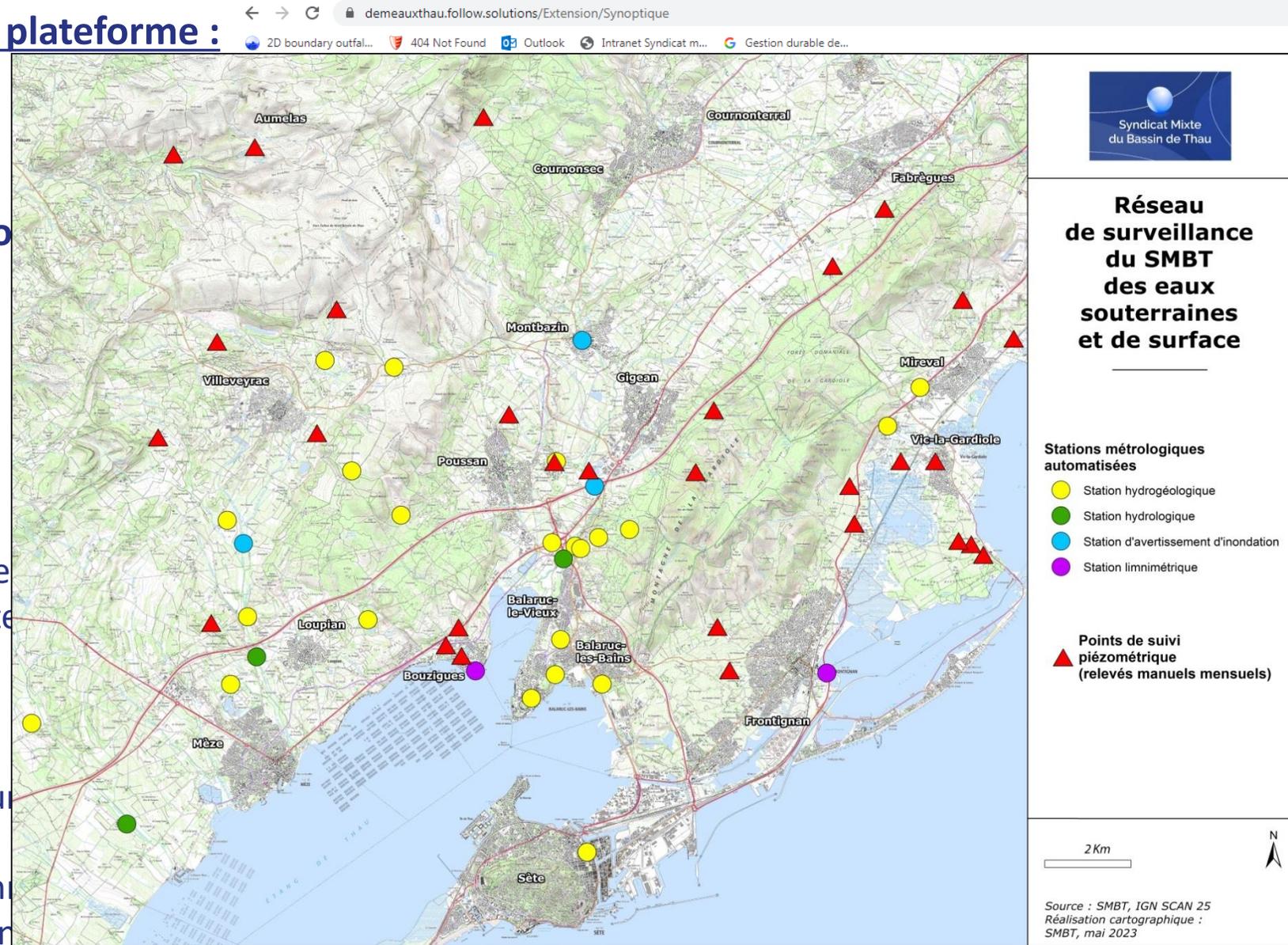
- Thermes de Balaruc (6 points)
- Sete Agglopoles (Issanka, 6 points)
- Syndicat du Bas Languedoc (SBL, 2 po
- Villeveyrac / BRL (1 point)
- SODICAPEI (chroniques historiques)
- BRGM (6 points)
- SMBT (22 points)

→ Les stations de références (profondeur de et points importants, station pour indicate

→ Villeveyrac: Calade

→ Issanka-Balaruc: Source de la Vène a Cou

→ Sud Gardiole: Source Roubine et Puit Bon (résurgence dan



Listes des stations et matériels en place

Exemple d'une station « eaux souterraine »



Exemple d'une station « hydrologie »



Boîtier ou le matériel logistique et enregistreur sont posés (changement de cadenas et récupération des appareils abandonnés de HSM)

pose de la sonde piézo dans le tube existant

Seuil à niveller et jaugeage en basse, moyenne et hautes eaux à réaliser

Echelle limni existante à niveller

Démonstration en ligne et parcours de la plateforme

<https://demeauxthau.follow.solutions/Extension/Synoptique>

Bilan DEMAU'Thau : s'il ne fallait garder une seule chose prioritaire du programme pour le gestionnaire des risques

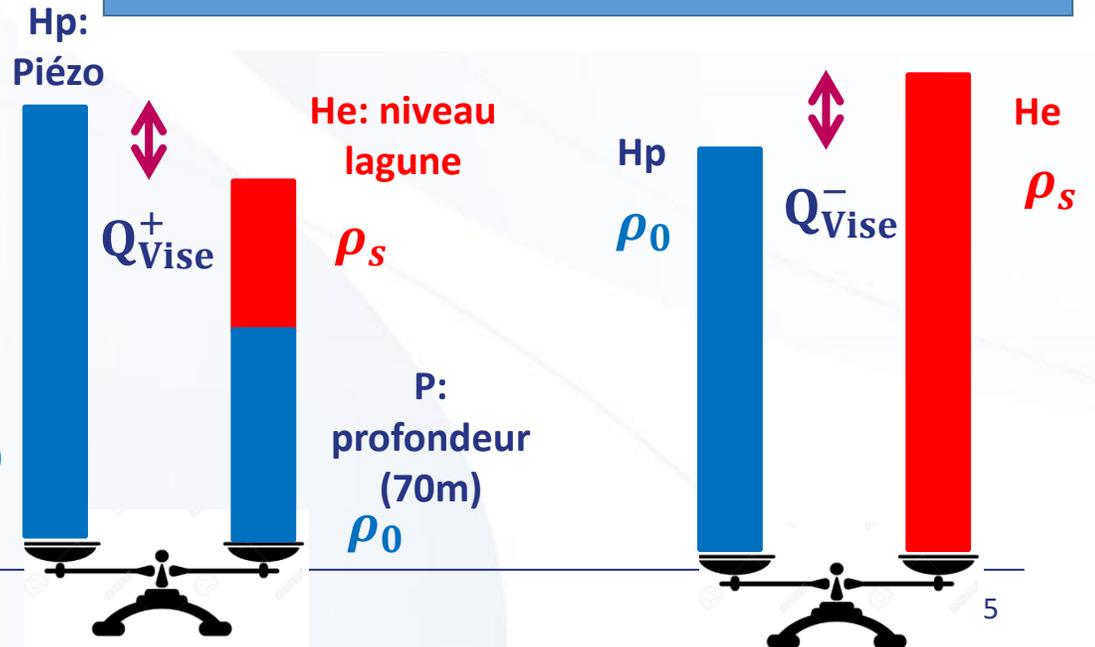
- La loi de tarage du débit de la source : **EXPLICATIONS**
- Un aquifère 70 m en dessous de la source
- Un équilibre hydrostatique: différence poids de colonne d'eau
- Une formulation qui permet de déterminer ou pré-déterminer le débit de la source
- Un aléa « inversac » qui va doubler avec un niveau de la mer à +20 cm



Formulation posée par Ladouche B. (BRGM)

$$Q_{\text{Vise}}^+ = \frac{c^2}{2A} \left(\sqrt{1 + \frac{4A^2}{c^2} (H_P - \rho_e/\rho_0 H_e)} - 1 \right)$$

$$Q_{\text{Vise}}^- = -\frac{c^2}{2A} \left(\sqrt{1 + \frac{4A^2}{c^2} (\rho_e/\rho_0 (H_e + P) - H_P - P)} - 1 \right)$$

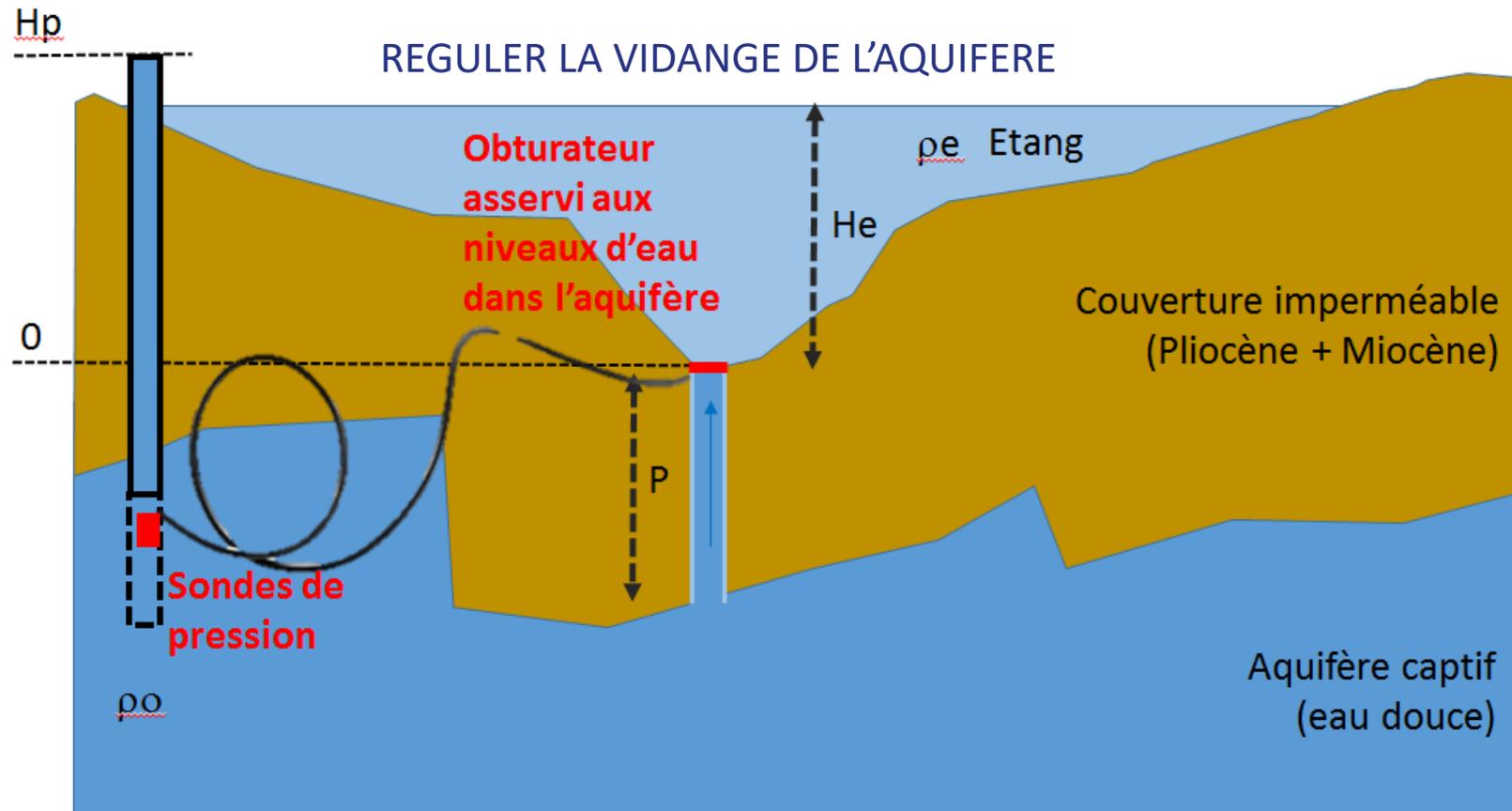


Bilan DEMAU'Thau : **les propositions de solutions techniques pour la réduction des risques d'inversac**

- Plusieurs possibilités et stratégies proposées dans les conclusions du programme d'étude vis-à-vis du risque inversac
1. **NE RIEN FAIRE**: accepter l'aléa
 2. **ISOLER LES DEUX RESERVOIRS** en cas d'inversac (aménagement de la source avec un clapet anti-retour ou tuyau qui remonte au dessus du niveau de l'étang)
 3. **RECHARGE ARTIFICIELLE** en prévision d'un inversac (possibilité de mobiliser des ressources d'aquadomia en hiver de l'ordre de 0.5 à 1 Mm³)
 4. **REGULER LA VIDANGE DE L'AQUIFERE** par la source de la vise (mise en place d'une vanne de régulation du débit de la Vise et maintien niveau piézo)

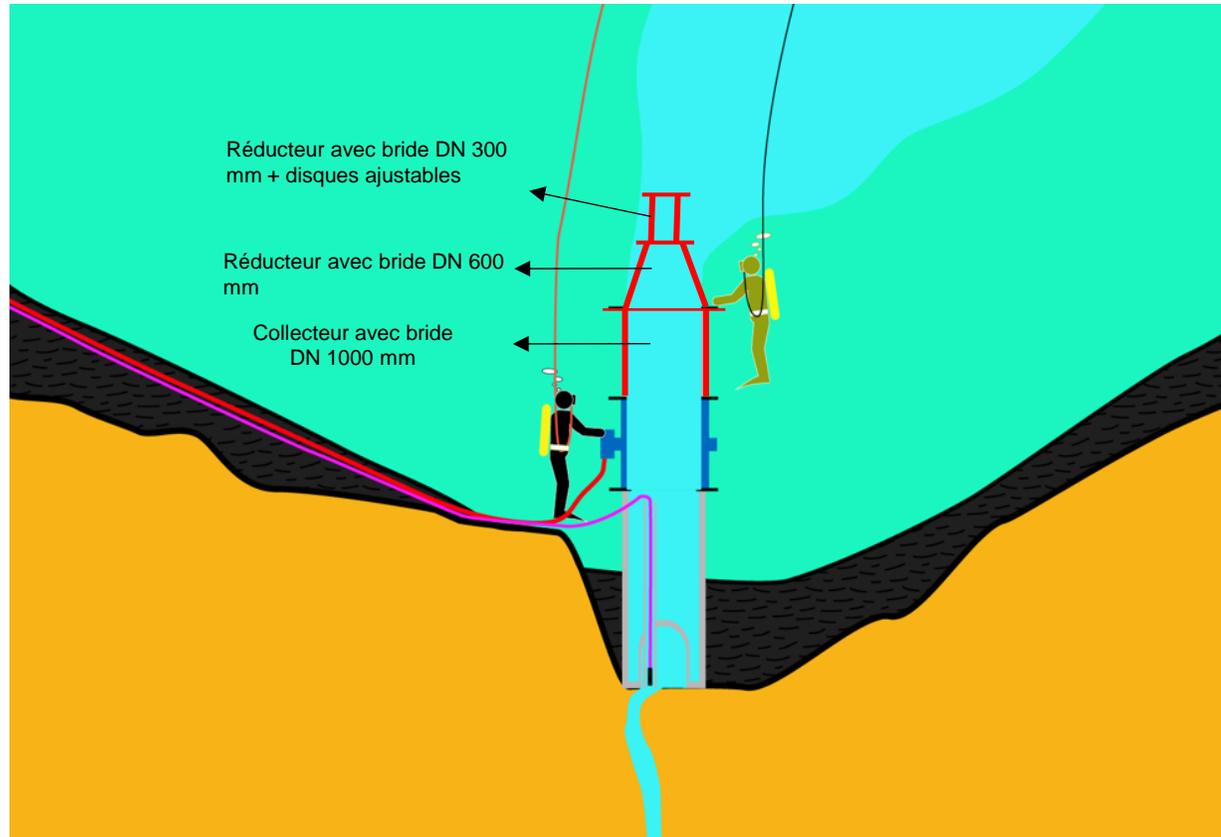
Bilan DEMAU'Thau : les propositions de solutions techniques pour la réduction des risques d'inversac

Objectif : avant un inversac, réduire le débit de la Vise pour maintenir une charge hydraulique élevée dans l'aquifère



Proposition d'expérimentation

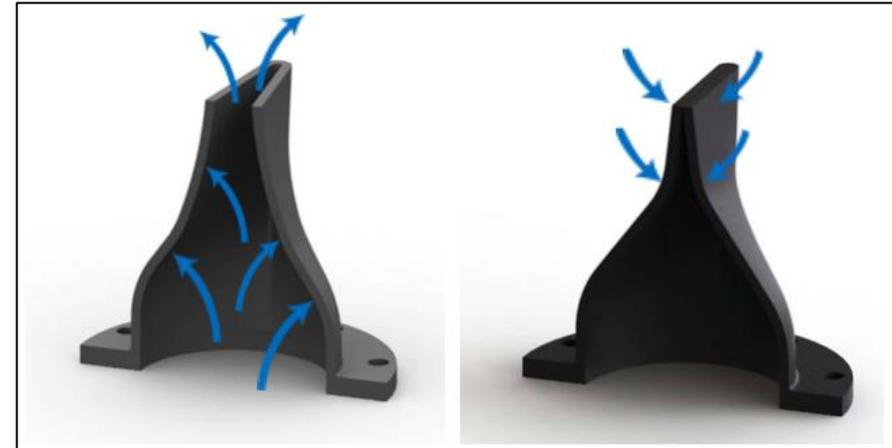
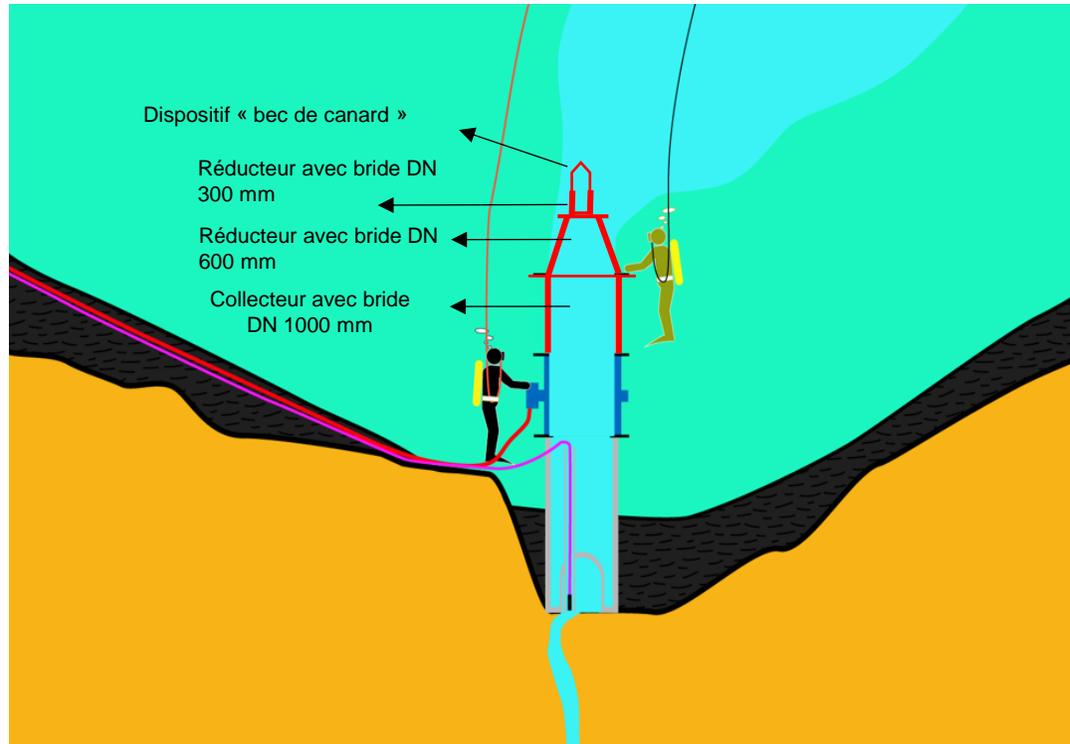
Phase 0 : Constitution du dossier d'autorisation, conception/réalisation des superstructures/pose d'une partie des équipements



+ pose de nouvelles sondes de mesures

Proposition d'expérimentation

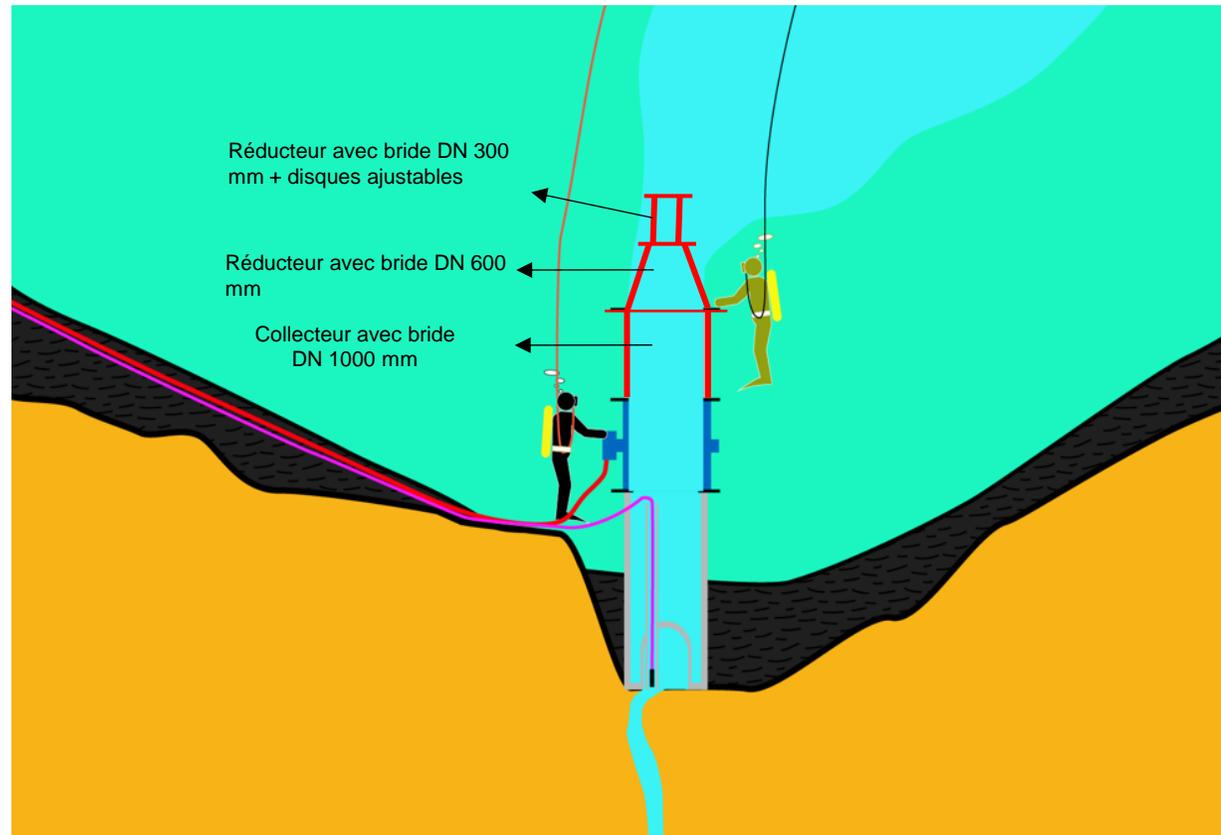
Phase 1 (phase durant l'inversac) : ajout d'un dispositif anti-retour « Bec de canard » en EPDM, surveillance et maintenance



Suivi, compréhension et analyse du phénomène d'inversac dans les nouvelles conditions d'équipement, adaptation de l'outil Excel de prévision pour évaluer le risque de fin d'inversac

Proposition d'expérimentation

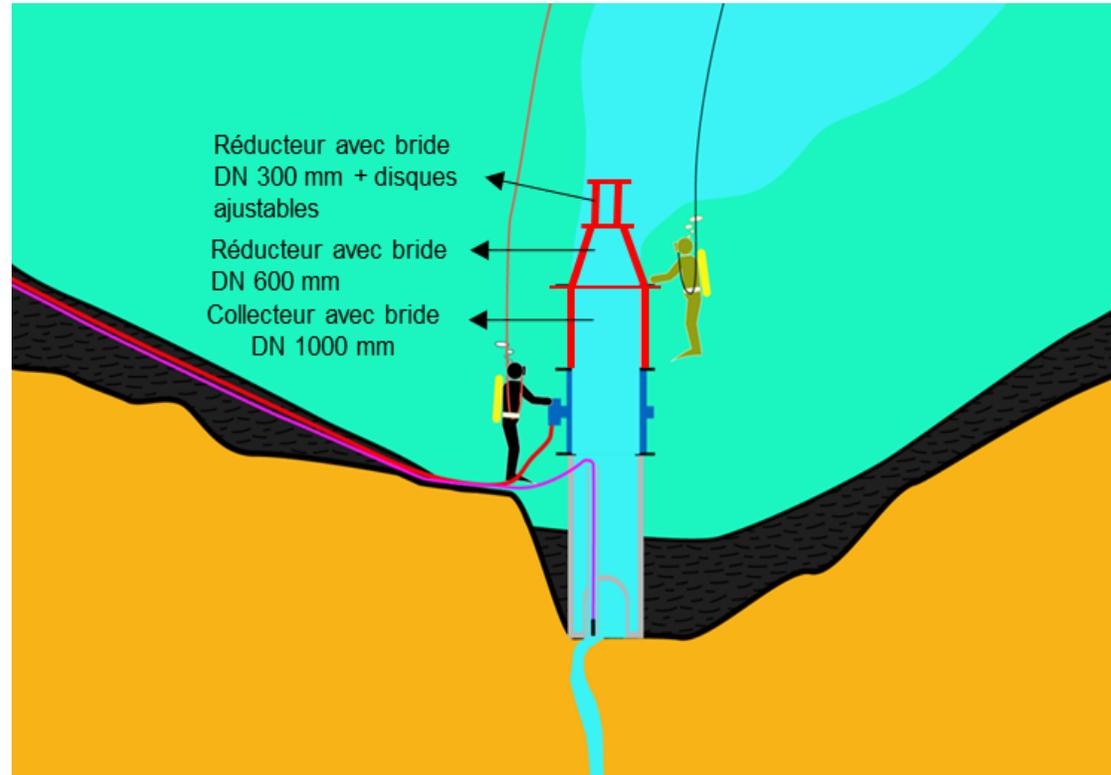
Phase 2 : Phase de surveillance après la fin de l'inversac



Démontage du « bec de canard »
Compilation, interprétation des données acquises

Proposition d'expérimentation

Phase 3 : Adaptation/modification du dispositif de mesure de la Vise afin de tester une réduction temporaire du débit de la Vise, surveillance et maintenance opérationnelle du réseau d'observation (HORS INVERSAC)



Pose d'un système de réduction du diamètre de sortie : 3 tests successifs

Evaluation de l'impact quantitatif sur la charge hydraulique de la presqu'île de Balaruc

Vérification des estimations théoriques obtenues par modélisation à l'aide des solutions analytiques développées dans le projet Dem'Eaux Thau

Objectif des expérimentations : Acquérir les données nécessaires à la prise de décision de pérenniser ou non tel ou tel dispositif

Etude besoins ressources

Etude besoins - ressources | éléments de contexte

Enjeux : augmentation des besoins en eau douce des différents usages et baisse de la ressource disponible dans un contexte de changement climatique

Le périmètre dépend aujourd'hui à 80% de ressources en eau douce extérieures

Objectif : sécuriser l'accès à l'eau douce pour l'ensemble des usages du périmètre du SAGE

Historique :

- Le COTECH s'est réuni à plusieurs reprises à propos du cadrage et du contenu de l'étude
- Le cahier des charges a été validé par l'Agence de l'Eau à l'été 2023
- Le marché public va être lancé dans les prochaines semaines

Etude besoins - ressources | phasage de l'étude

Durée prévisionnelle : 24 mois maximum

Phase 1 : état des lieux

- De la gouvernance d'alimentation en eau du territoire
- Des consommations actuelles et de leur alimentation en eau
- Des ressources en eau dont celles sollicitées actuellement
- Bilan besoins - ressources et analyse rétrospective

Phase 2 : élaboration de scénarios

- Besoins en eau et disponibilité des ressources futurs
- Scénario prospectif tendanciel
- Scénario contrasté avec analyse technico-économique

Phase 3 : déclinaison des scénarios en plan de sécurisation