



**HAL**  
open science

# Mieux connaître et prendre en compte les sols dans un contexte de changement climatique

Philippe Lagacherie

► **To cite this version:**

Philippe Lagacherie. Mieux connaître et prendre en compte les sols dans un contexte de changement climatique. Comment Intégrer l'Adaptation au Changement Climatique dans l'Accompagnement des Agriculteurs?, CRA Occitanie, Dec 2023, Toulouse (31000), France. hal-04466509

**HAL Id: hal-04466509**

**<https://hal.inrae.fr/hal-04466509>**

Submitted on 19 Feb 2024

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



JOURNÉE IRD

# COMMENT INTÉGRER L'ADAPTATION AU CHANGEMENT CLIMATIQUE DANS L'ACCOMPAGNEMENT DES AGRICULTEURS ?

## L'innovation et la R&D au service de l'adaptation des filières

PARTENAIRES :

FINANCEURS :



Avec  
la contribution  
financière du compte  
d'affectation spéciale  
développement  
agricole et rural  
CASDAR





# Mieux connaître et prendre en compte les sols dans un contexte de changement climatique

Philippe Lagacherie, INRAE LISAH Montpellier



« Le sol est un volume qui s'étend depuis la surface de la Terre jusqu'à une profondeur marquée par l'apparition d'une roche dure ou meuble, peu altérée, ou peu marquée par la pédogenèse. » (AFES, 2018)

# Le sol : un acteur majeur du cycle de l'eau



# Les sols ne naissent pas égaux quant à leurs impacts sur le cycle de l'eau

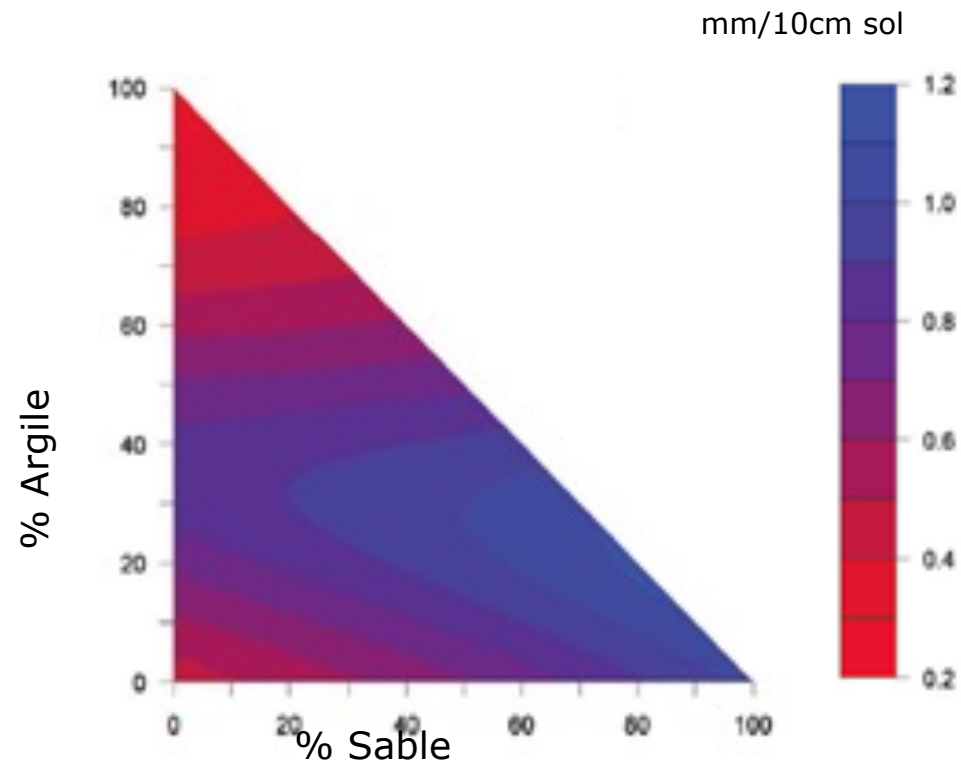


Processus	Propriétés des sols issues de la pédogénèse à considérer
infiltration	Texture de surface (sensibilité à battance), charge caillouteuse de surface
Rétention	Texture, charge caillouteuse, épaisseurs des horizons colonisables par les racines
Drainage	Texture, structure et compacité des horizons profonds

# Les sols ne répondent pas de manière égale aux changements de pratiques culturales



*Gain de RU pour 10 cm de sol avec une augmentation de 1% en C sol*



Minasny et McBratney, 2018

# Un levier possible pour s'adapter au changement climatique

---



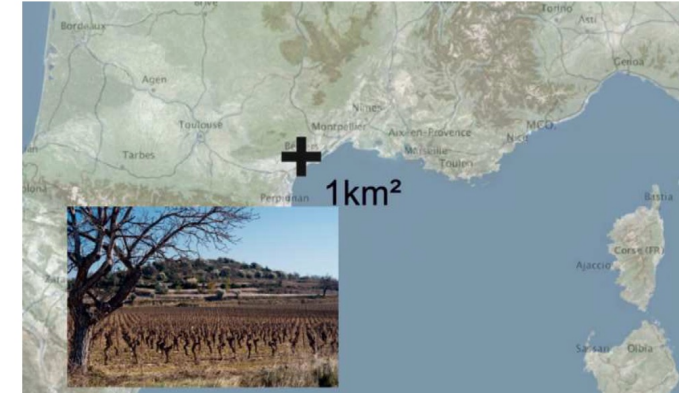
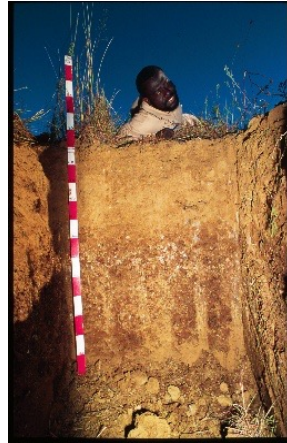
**Raisonner et optimiser l'allocation des mesures d'adaptation au CC en fonction des caractéristiques des sols.**



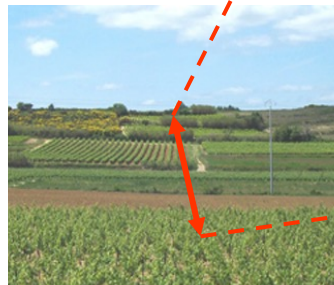
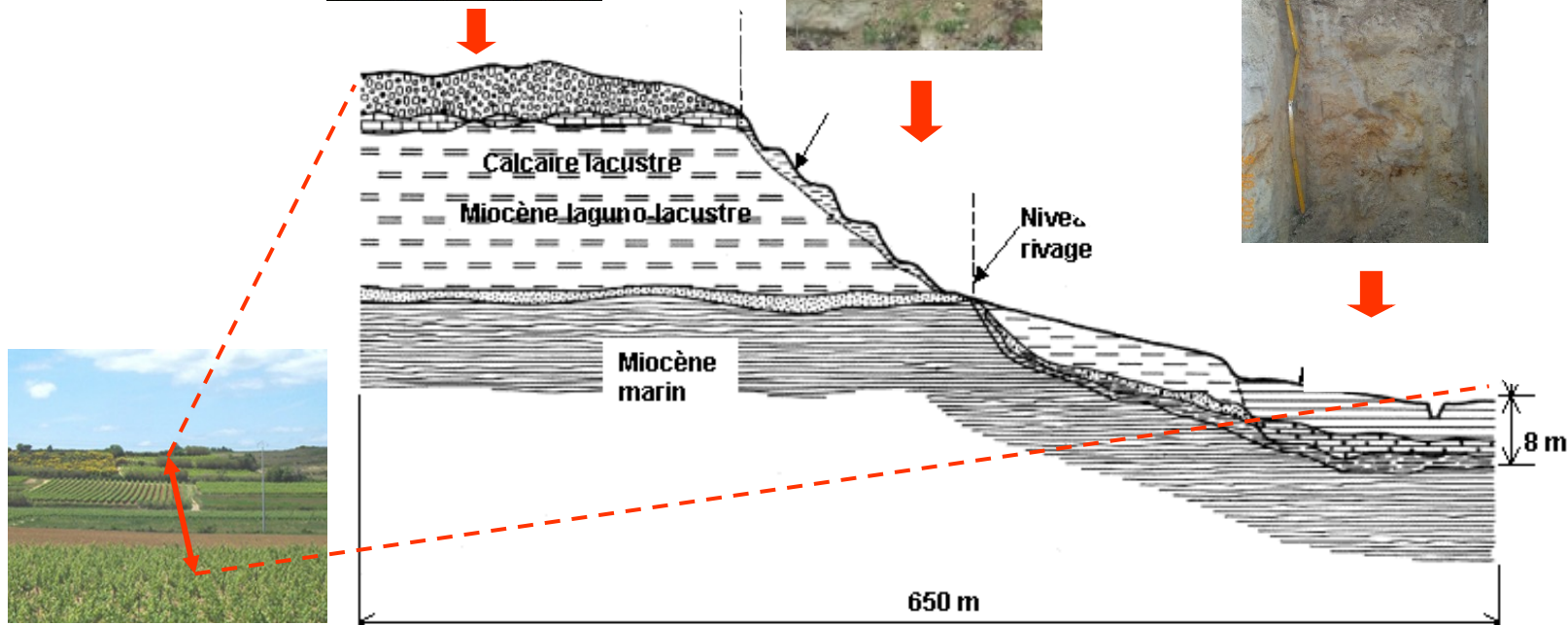
**Pré-requis : connaître précisément les sols et les variations de ses propriétés au sein des territoires ciblés pour l'adaptation**



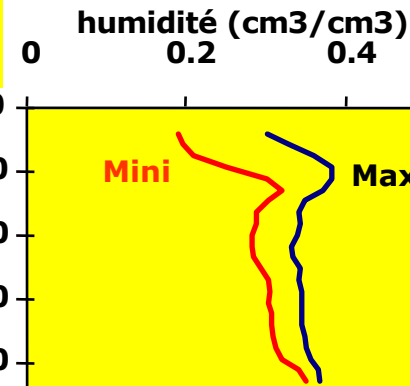
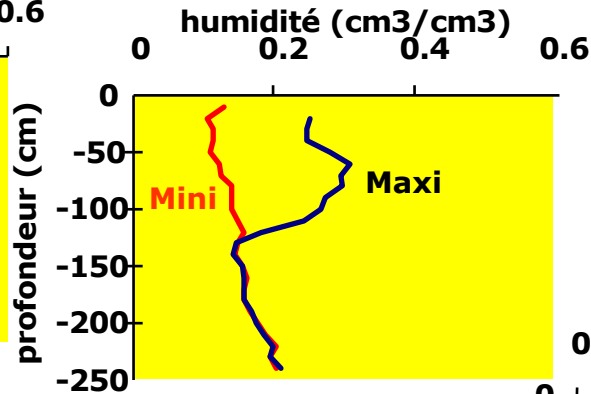
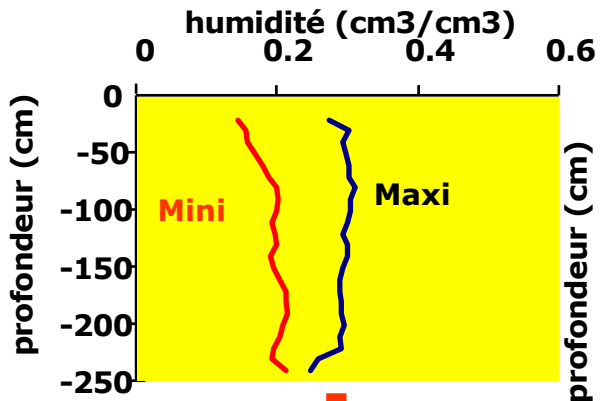
# Les sols présentent une grande diversité



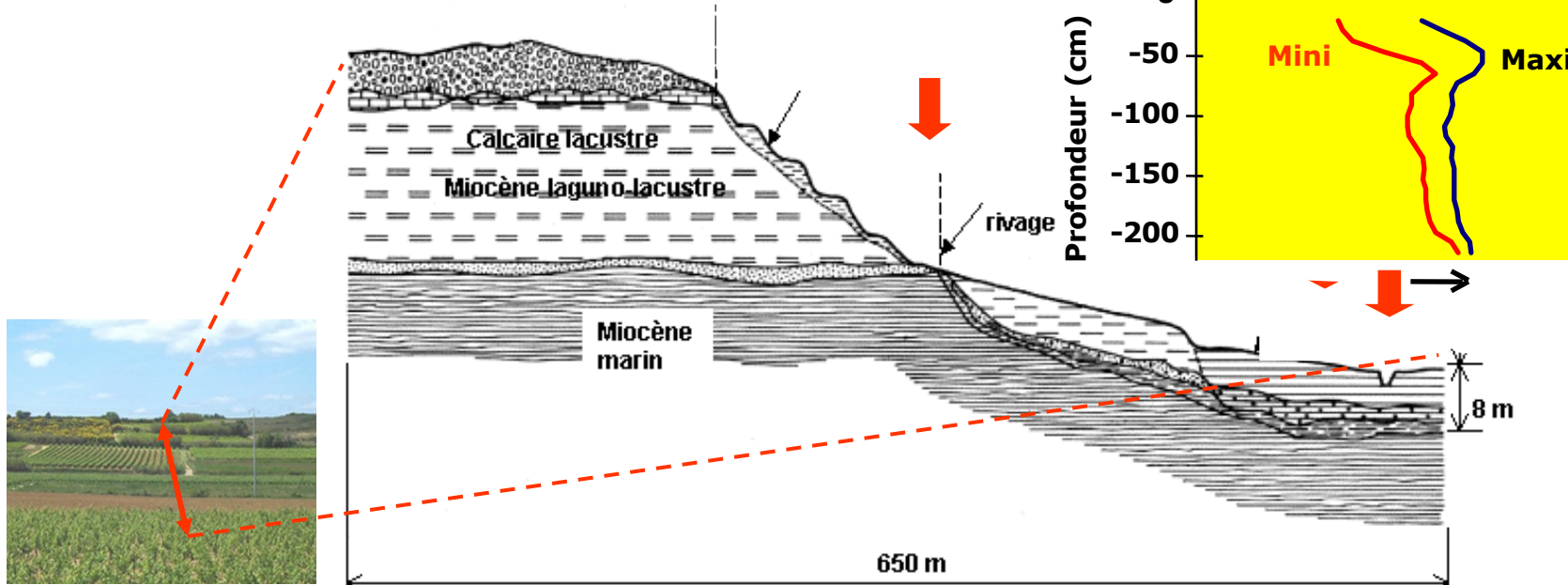
Bassin Versant de Roujan (Hérault)  
ORE OMERE



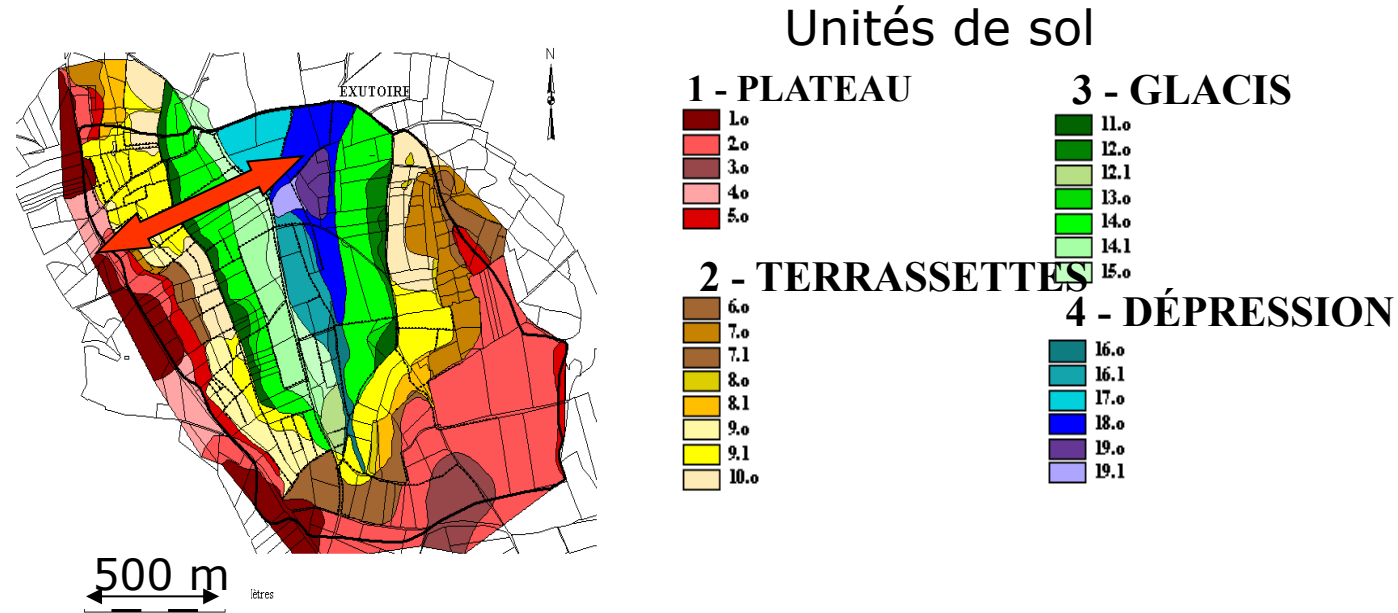
# ➤ Générant une grande diversité de fonctionnement vis à vis de l'eau



Bassin Versan de Roujan (Hérault)  
ORE OMERE



# La cartographie des sols permet d'accéder à la connaissance des sols d'un territoire



Délimitation des unités de sols

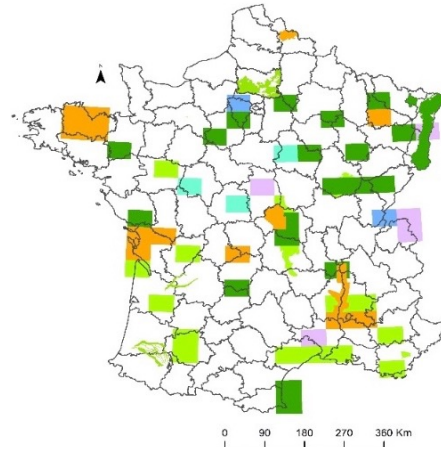
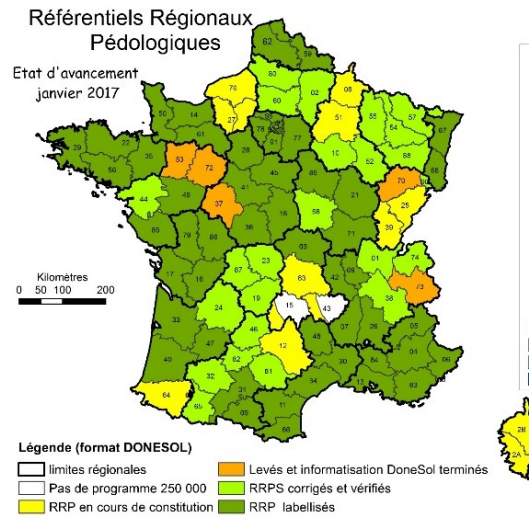


Observations et mesures des caractéristiques des sols

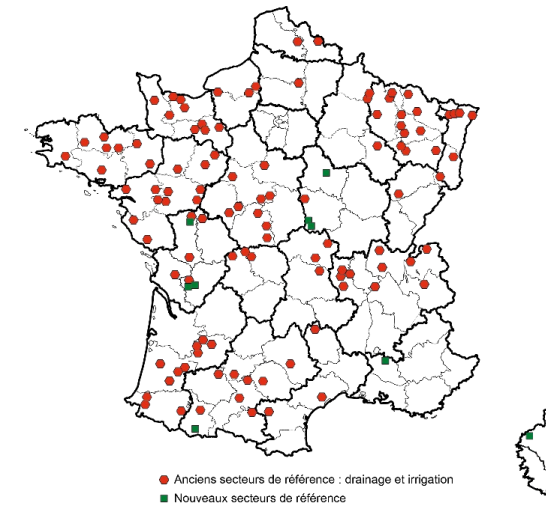
# Etat de la cartographie des sols en France



## Programme Inventaire, Gestion et Conservation des sols (IGCS)

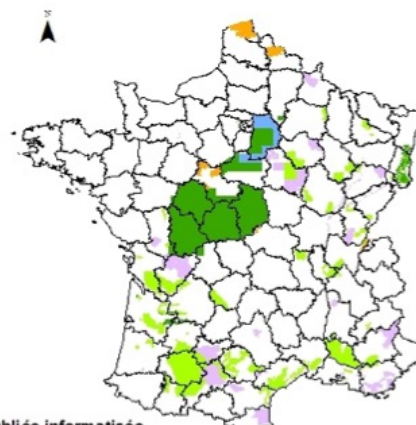
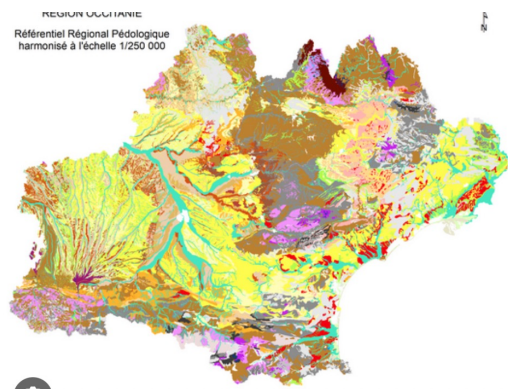


Cartes Pédologiques au 1:100 000



Secteurs de références 1:10 000

## Référentiels pédologiques Régionaux 1:250 000



Cartes Pédologiques au 1:50 000

Accessibles via Refersols  
(<https://webapps.gissol.fr/georefersols/>)



# ▲ Limites actuelles des cartes pédologiques


---

- Résolution spatiale insuffisante ( cartes  $< 1 / 25\ 000$ ) sur 78% du territoire
- Difficile à interpréter pour estimer des propriétés fonctionnelles du sol, notamment hydriques
- Cartes pédologiques pas toutes identifiées et aisément accessibles

# ▲ Limites actuelles des cartes pédologiques

---

- Résolution spatiale insuffisante ( cartes  $< 1 / 25\ 000$ ) sur 78% du territoire
- Difficile à interpréter pour estimer des propriétés fonctionnelles du sol, notamment hydriques
- Cartes pédologiques pas toutes identifiées et aisément accessibles

 **Développer de nouvelles méthodes de cartographie des sols permettant une couverture exhaustive des territoires avec un grande précision et à coût d'investigation acceptable**

# ▶ **Deux nouvelles démarches de cartographie des sols arrivant à des stades pré-opérationnels**

---



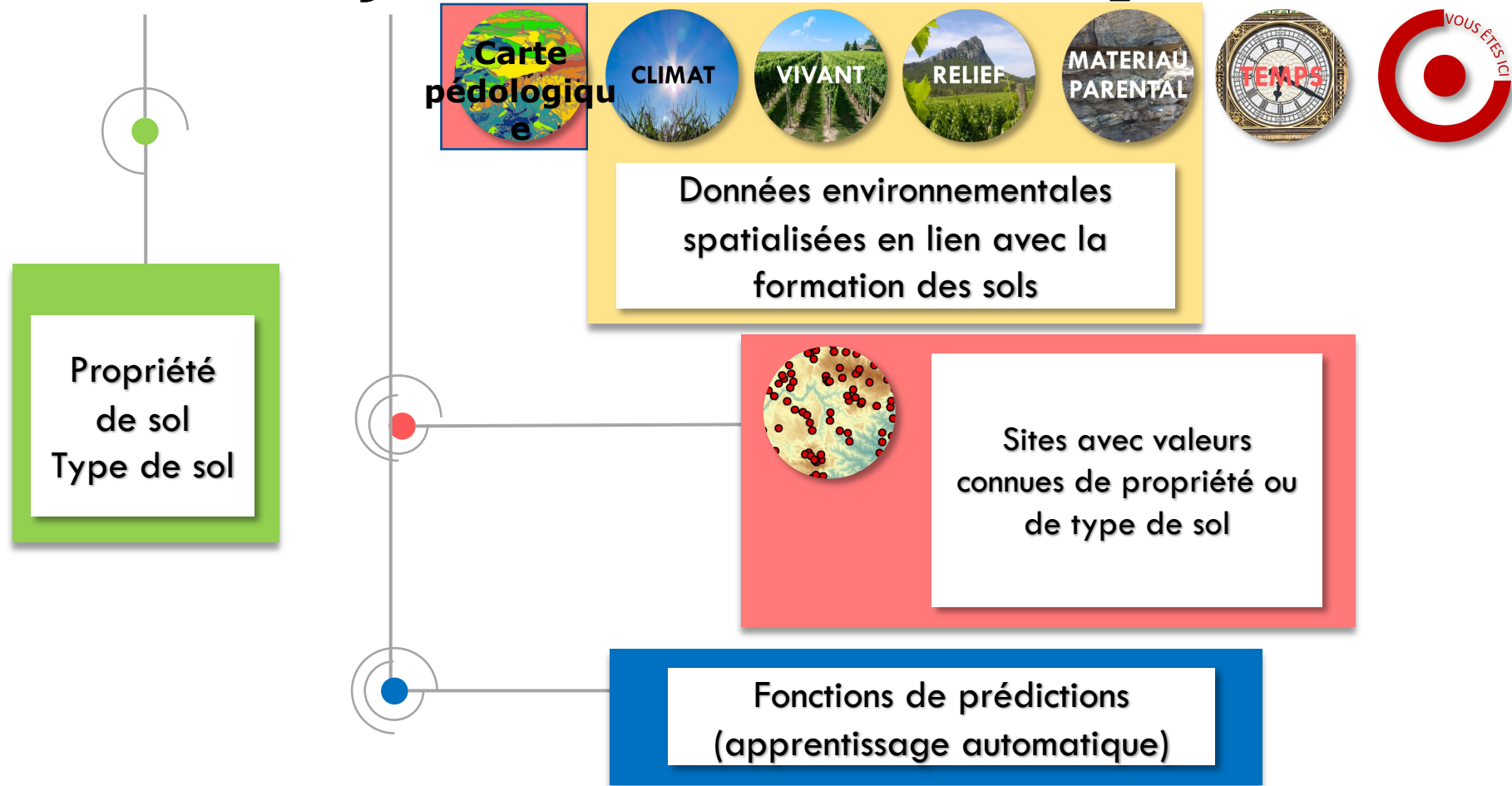
- Cartographie des sols par modélisation statistique
- Cartographie des sols participative

# Cartographie des sols par modélisation statistique



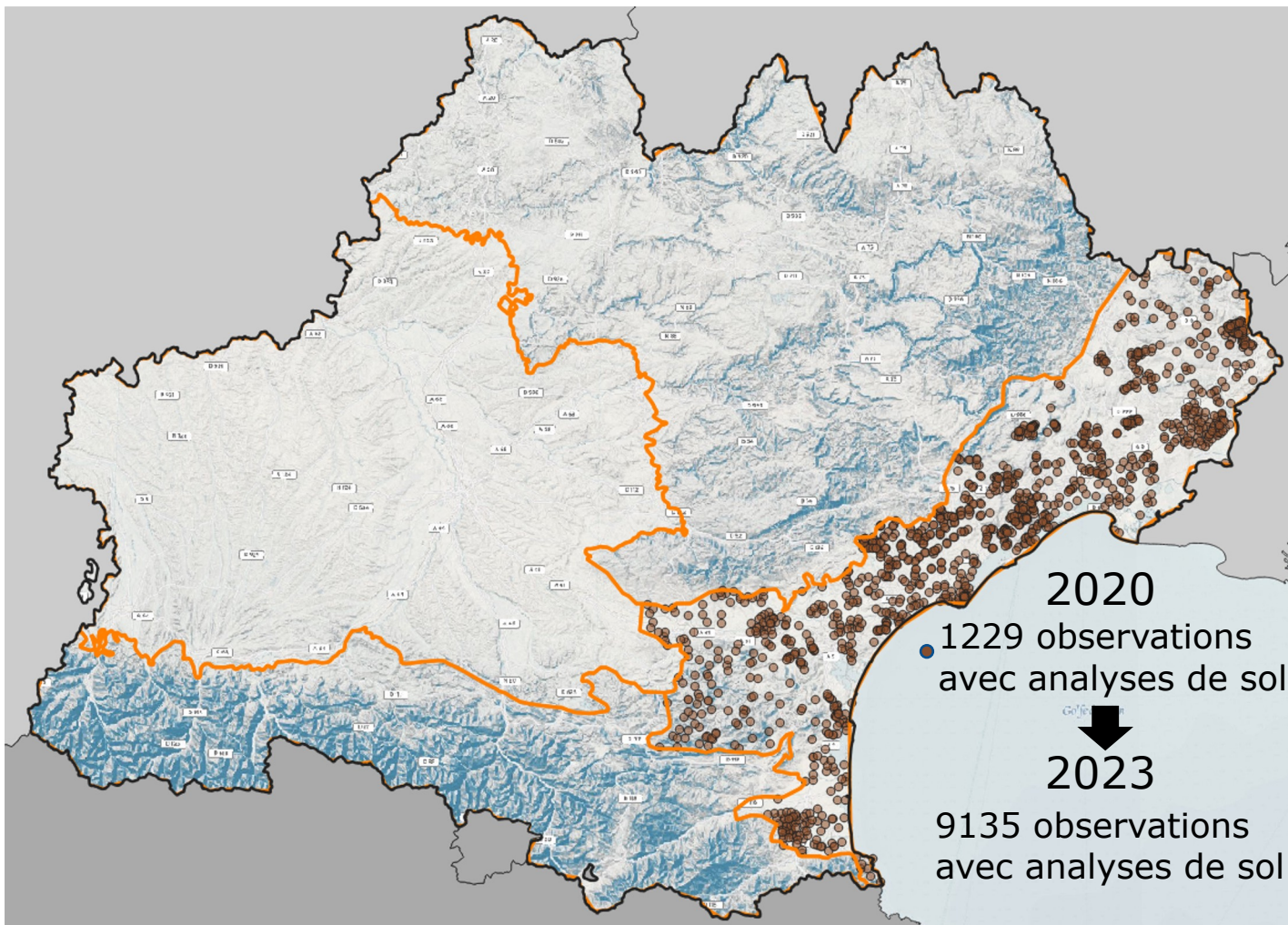
$$S = f(s, c, o, r, p, a, n) + \varepsilon$$

Erreur estimée





# Application en Occitanie



$$S = f(s, c, o, r, p, a, n)$$

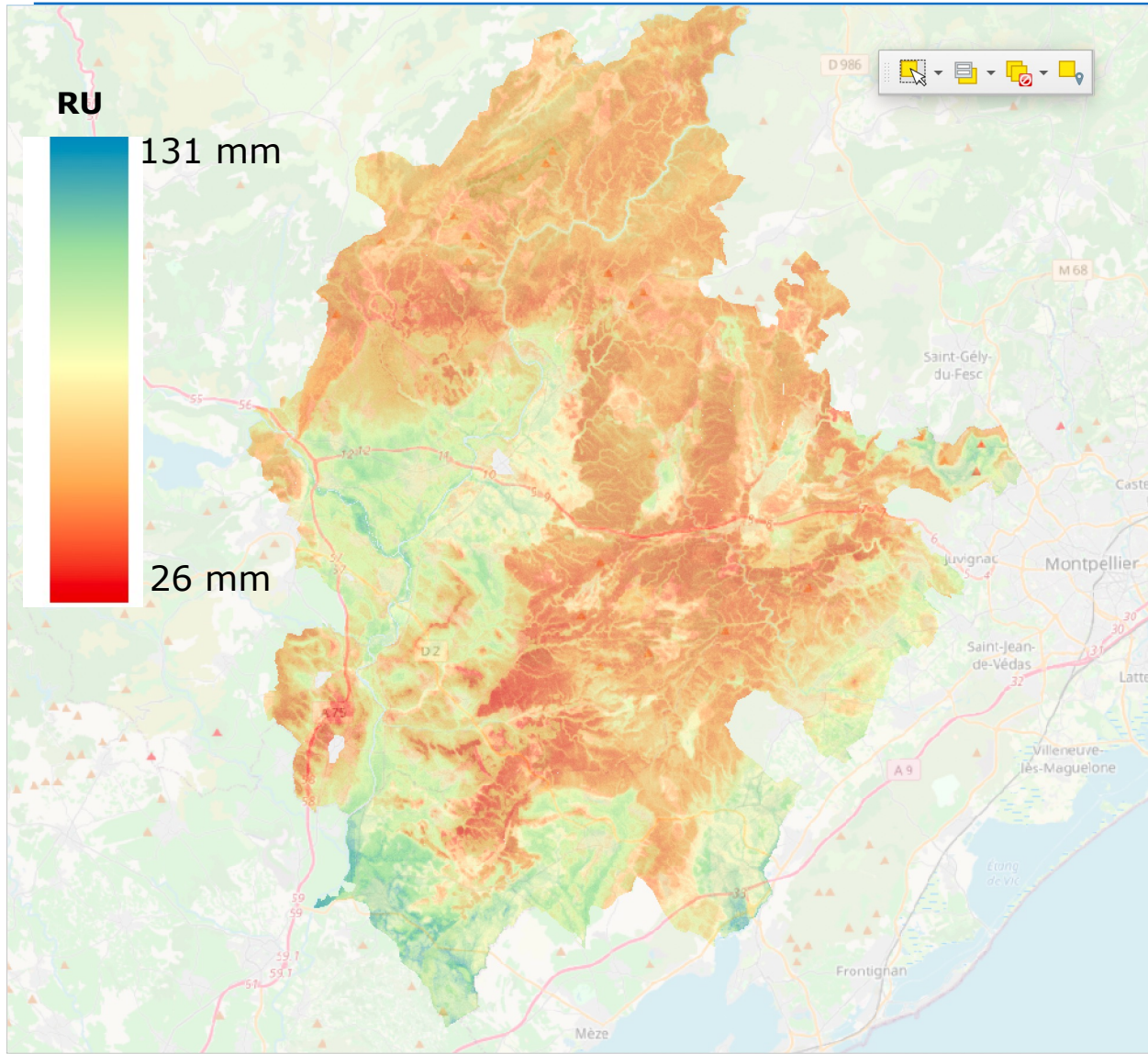


➤ RRP Occitanie (1/250 000)



- MNT IGN 25 m et 75m et variables dérivées
- Images de télédétection (MODIS, Landsat)
- Carte géologique au 1/50 000

# Carte du Réservoir Utile sur 0-100 cm de sol



**incertitude**

forte

faible



## ▶ Perspectives à court terme

---



- Transfert de méthode vers des opérateurs non académiques ( CRA Occitanie, Grand Est, Bureaux d'études)
- En Occitanie : extension de l'application de la CSMS à toute la région (collaboration CRA Occitanie)
- Mise à disposition des produits cartographiques via l'IDG régionale (OPenIG )

# ▶ Deux nouvelles démarches de cartographie des sols arrivant à des stades pré-opérationnels



- Cartographie des sols par modélisation statistique

- Cartographie des sols participative

Tests sur plusieurs territoires agricoles

- Lomagne (82)
- Bassin Versant du Rieutort (34)
- Périmètre irrigué de l'ASA Ouvèze Ventoux (84)
- Village de Gopalpura (Sud de l'Inde)

# ➤ Hypothèses de départ

---

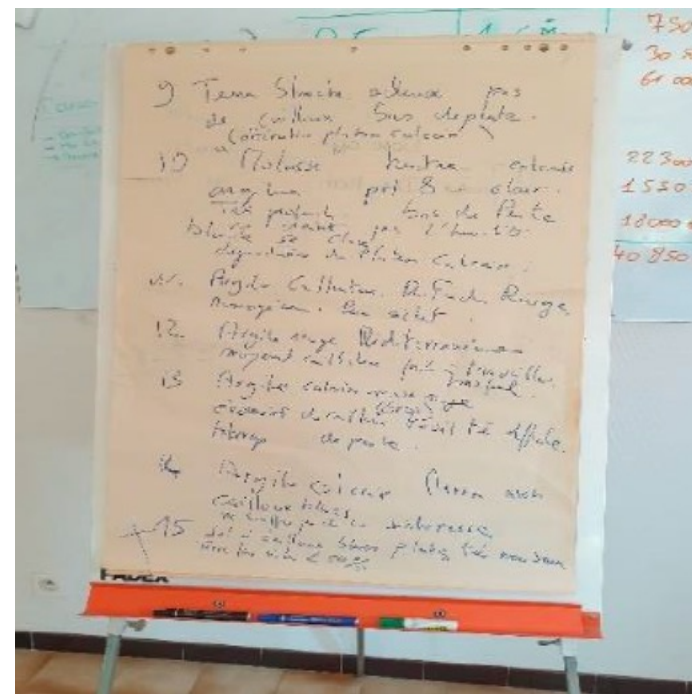


- Les agriculteurs détiennent une connaissance de leur sol qui peut être mobilisée pour produire des cartes de sols plus précises
- Une carte des sols co-construite avec les agriculteurs locaux aura plus de chances d'être appropriée et utilisée par les décideurs

# ➤ Méthode : 2 ateliers participatifs



## Atelier 1: Co-construction d'une typologie de sol locale par les agriculteurs

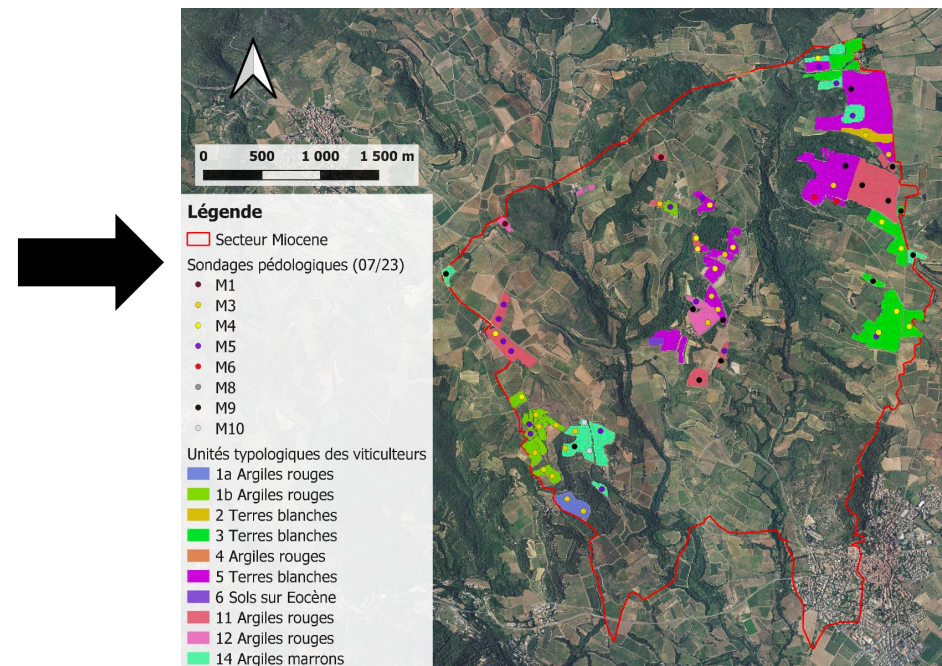


# ➤ Méthode : 2 ateliers participatifs



**Atelier 1: Co-construction d'une typologie de sol locale par les agriculteurs**

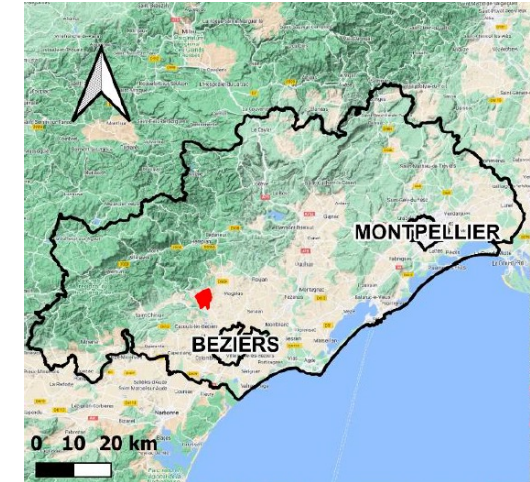
**Atelier 2: Localisation des types de sols par les agriculteurs**



# Exemple de typologie de sol d'agriculteurs : Bassin Versant viticole du Rieutort (Hérault)



Typologie simplifiée	Typologie complète
1a Argiles rouges	Argiles calcaires rouges collantes, galets de rivières
1b Argiles jaunes	Argiles calcaires jaunes collantes, cailloux friables ocres, sols moins argileux que 1a, qualitatif, terre moins sèche
2 Terres blanches	Terres blanches faciles à travailler, craignent la sécheresse
3 Terres blanches	Terres jaunes avec huîtres, facile à travailler mais séchant (très peu de cailloux)
4 Argiles rouges	Argiles rouges sur galets de rivière, très collantes (difficile à travailler surtout après la pluie)
5 Terres blanches	Argiles calcaires blanches, cailloux troués (calcaires lacustres), peu profondes, chlorose ferrique, ressuie facilement
6 Sols sur Eocène	Sol très argileux assez claire, en hauteur, crevasses, humide, pas de vignes car rien ne pousse
9 Terres blanches	Terres blanches sableuses, pas de cailloux, en bas de pente (altération plateau calcaire)
10 Terres blanches	« Molasse » blanche, huîtres, calcaires, argileux, pH 8, très profond, en bas de pente, ne craint pas l'humidité, se clave (dégradation du plateau calcaire)
11 Argiles rouges	Sol profond argilo-caillouteux rouge, homogène, peu séchant
12 Argiles rouges	Argiles rouges Méditerranéenne moyennement caillouteuses des bas-fonds, facile à travailler
13 Argiles rouges	Argiles calcaires rouges de pente, travail intercep très difficile, énormément de cailloux
14 Argiles marrons	Argiles calcaires marrons avec cailloux blancs, ne supporte pas la sécheresse

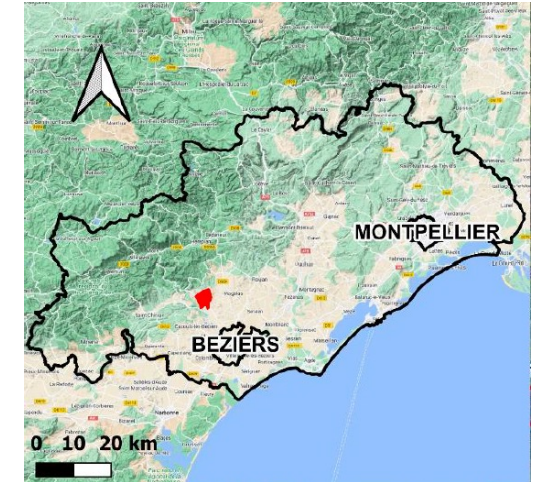
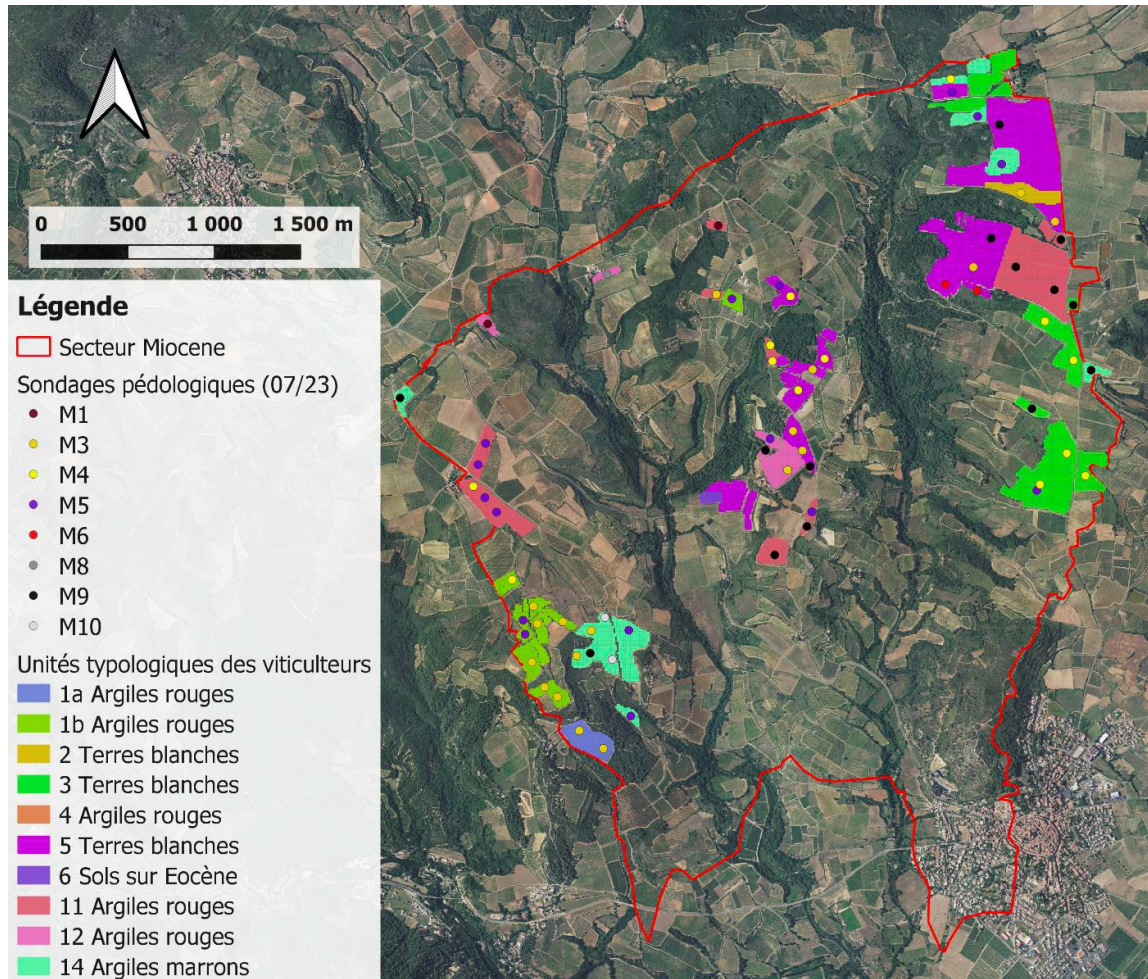




# Localisations des types de sol d'agriculteurs

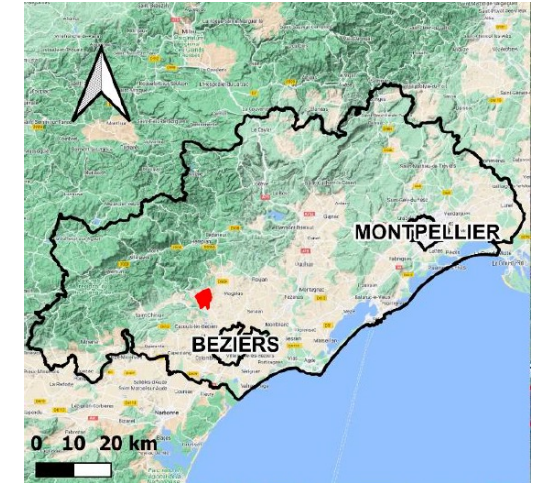
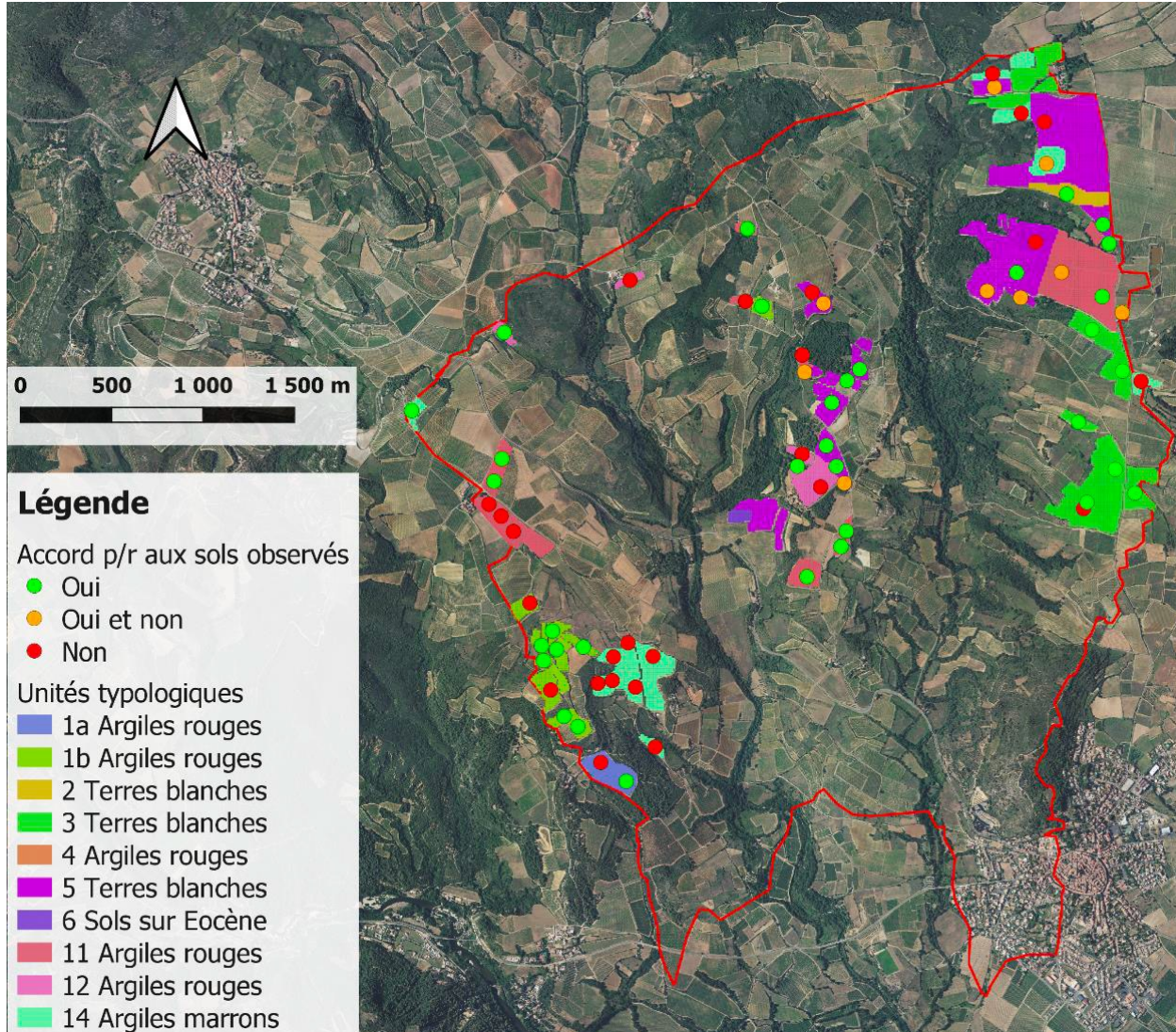


- Interface cartographique interactive (Asany, 2023)



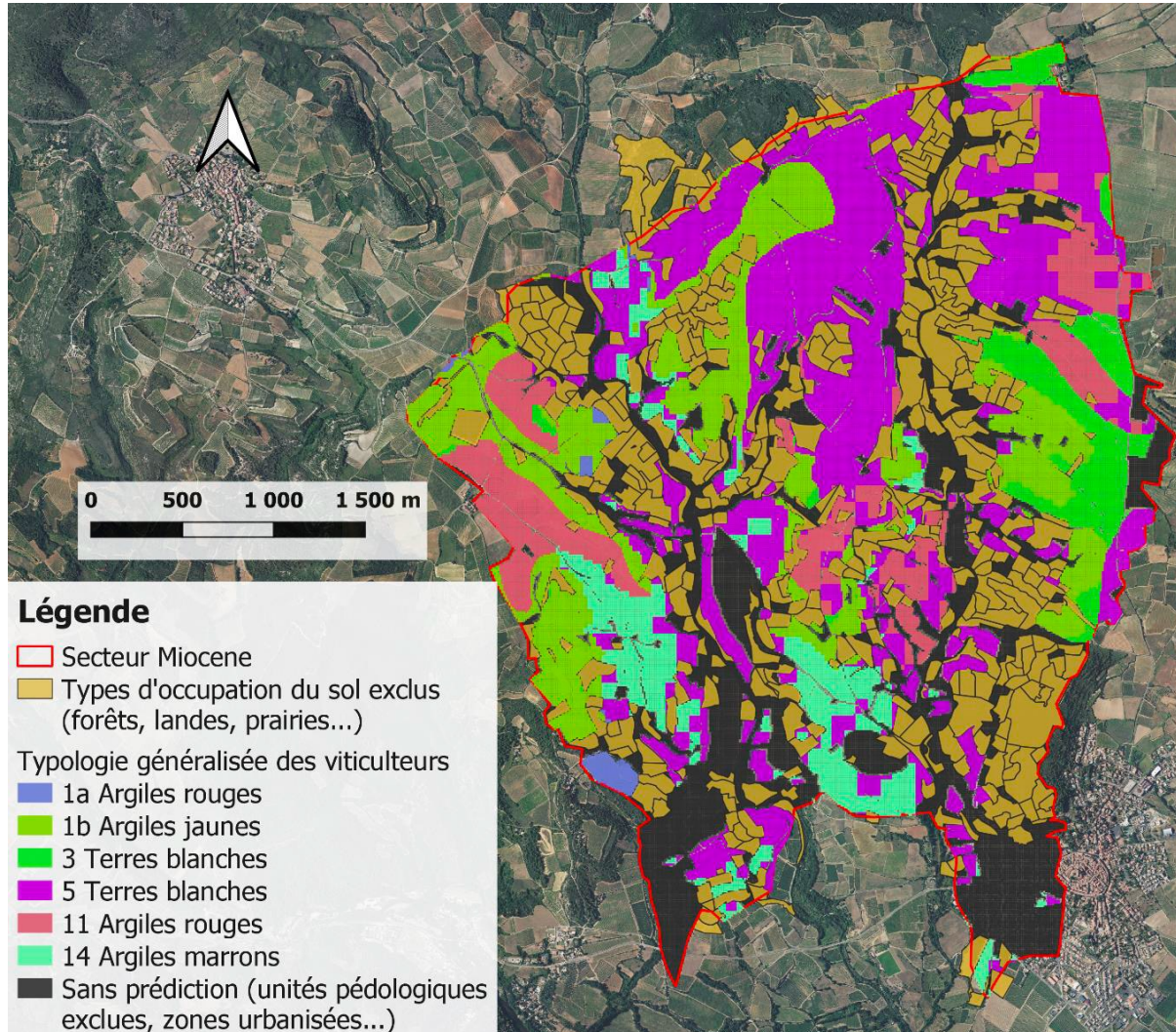
- Fonctionnalité de l'interface validée par les viticulteurs
- Des unités typologiques non zonées et sous-représentées

# Confrontation avec les observations pédologiques de terrain

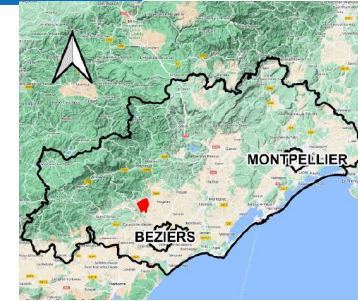


- Typologie d'agriculteurs moins détaillée que typologie de pédologues
- 30 % de désaccords avec observations
  - Typologie pas stabilisée ou mal appropriée
  - Erreurs de localisations
  - Critères de comportement prépondérant pour agriculteurs

# ➤ Généralisation cartographique par CSMS



## Données utilisées



$$S = f(s, c, o, r, p, a, n)$$

CLIMAT VIVANT RELIEF MATERIAU PARENTAL

- Carte des sols 1:100 000 feuille de Lodève



- MNT IGN 25 m variables dérivées
- Images de télédétection (Landsat)

## Algorithme d'apprentissage

- arbre de classification

# ▶ Perspectives

---



- Améliorer la démarche collective de révision de typologies et de localisations après confrontation avec observations (atelier 3)
- Elargir le panel de contributeurs après stabilisation de la typologie ( interface Web)
- Faire le lien avec La cartographie des sols par modélisation statistique

# ▶ En guise de conclusion

---



- L'adaptation de l'agriculture au changement climatique passe par une meilleure prise en compte de la diversité des sols
- Les bases de données sol actuellement disponibles ne sont pas assez précises pour être utilisées dans ce sens
- Deux nouvelles approches sont à un stade susceptibles d'être transférées de la recherche aux opérateurs du développement agricole
  - Cartographie des sols par modélisation statistique
  - Cartographie des sols participatives
- Un ré-investissement des organismes de développement agricole vers la connaissance et la cartographie des sols est indispensable