

INRAE



TALANOA  
- w a t e r -

## ➤ Réunion du « COPIL » TALANOA - Aude

Nina Graveline, David Dorchies, Juliette Le Gallo, Vincent Thiercelin

Projet TALANOA – Terrain français

Aude aval & Aude médiane

Le 9 décembre 2022

## ➤ Le projet TALANOA

Dialogue de Talanoa pour l'adaptation transformative à la rareté de l'eau face au changement climatique



**TALANOA**  
- w a t e r -



**INRAE**

## ➤ Ordre du jour

- Introduction (30 min)
  - rappel des objectifs
  - premiers résultats (ateliers)
  - actualités
- L'évolution de l'irrigation dans l'Aude (Juliette Le Gallo) (30 min)
- Modélisation hydro-agro-économique (10min)
- Avancement de la modélisation hydrologique (David Dorchies) (30 min)
- Premiers éléments & discussion sur le jeu sérieux (30 min)
- Présentation & validation du site internet (20 min)
- Perspective : prochaines dates et objectifs des rdv (15 min)

## ➤ Rappels : Les objectifs & ambition du projet TALANOA

### Identifier, caractériser et initier l'adoption de stratégies d'adaptation face à la pénurie d'eau en contexte de changement climatique

On considère que sont nécessaires des adaptations :

- « transformatives », on doit s'intéresser au développement agricole

*hypothèse : au regard des changements climatiques attendus des adaptations marginales ne suffisent plus.*

- « robustes » face à l'incertitude, c'est-à-dire qui vont donner satisfaction dans la majorité des cas

Selon les principes de la *Gestion Intégrée des Ressources en Eau (GIRE)*

- équité sociale
- efficacité économique
- durabilité environnementale

## ➤ Proposition méthodologique

Répondre à 3 grandes questions :

- **1-Où en sommes nous ?** Quel état des lieux sur l'usage de l'eau et de l'agriculture
- **2-Où voulons nous aller ?** Quelle évolution souhaitable du développement agricole et des usages de l'eau ?
- **3-Comment y parvenir ?** Quels sont les moyens, stratégies, chemins pour y parvenir ?



2 dispositifs :

*Ecosystème d'innovation – adaptation - transformation*



**TALANOA**  
- w a t e r -

Une démarche participative qui repose sur la mobilisation d'un groupe d'acteur pour co-construire et évaluer des stratégies

Renforcement des capacités d'adaptation



**Modélisation hydro-agro-économique** pour représenter l'état des lieux et évaluer des stratégies, prendre en compte les changements globaux

Conditions d'émergence de certains futurs souhaitables / scénarios

## ➤ Une démarche participative inspirée des « dialogues de TALANOA »

- ✓ Intérêt des démarches participatives locales pour l'adaptation au changement climatique
  - Complexité du problème climatique
  - Spécificité locale du problème
  - Contexte d'incertitude forte et d'urgence
  - Injonction institutionnelle, demande politique, conclusion du projet LACCAVE

Pour cela TALANOA propose :

- ✓ une démarche participative composée de **série d'ateliers multi-acteurs** de différents formats
- ✓ le recours à **un jeu sérieux** pour que chacun puisse aussi explorer les missions ou points de vue des autres acteurs (dans un objectif de vision partagée)

*Une sorte de « Living Labs » ~ espace permettant aux différents acteurs, y compris les utilisateurs, de coproduire l'innovation pour répondre à des défis complexes.*

*Ou « démonstrateur »*

## Le « terrain » français : territoire de l'Aude aval & l'Aude médiane

Bassin versant de l'Aude : Aude médiane & aval

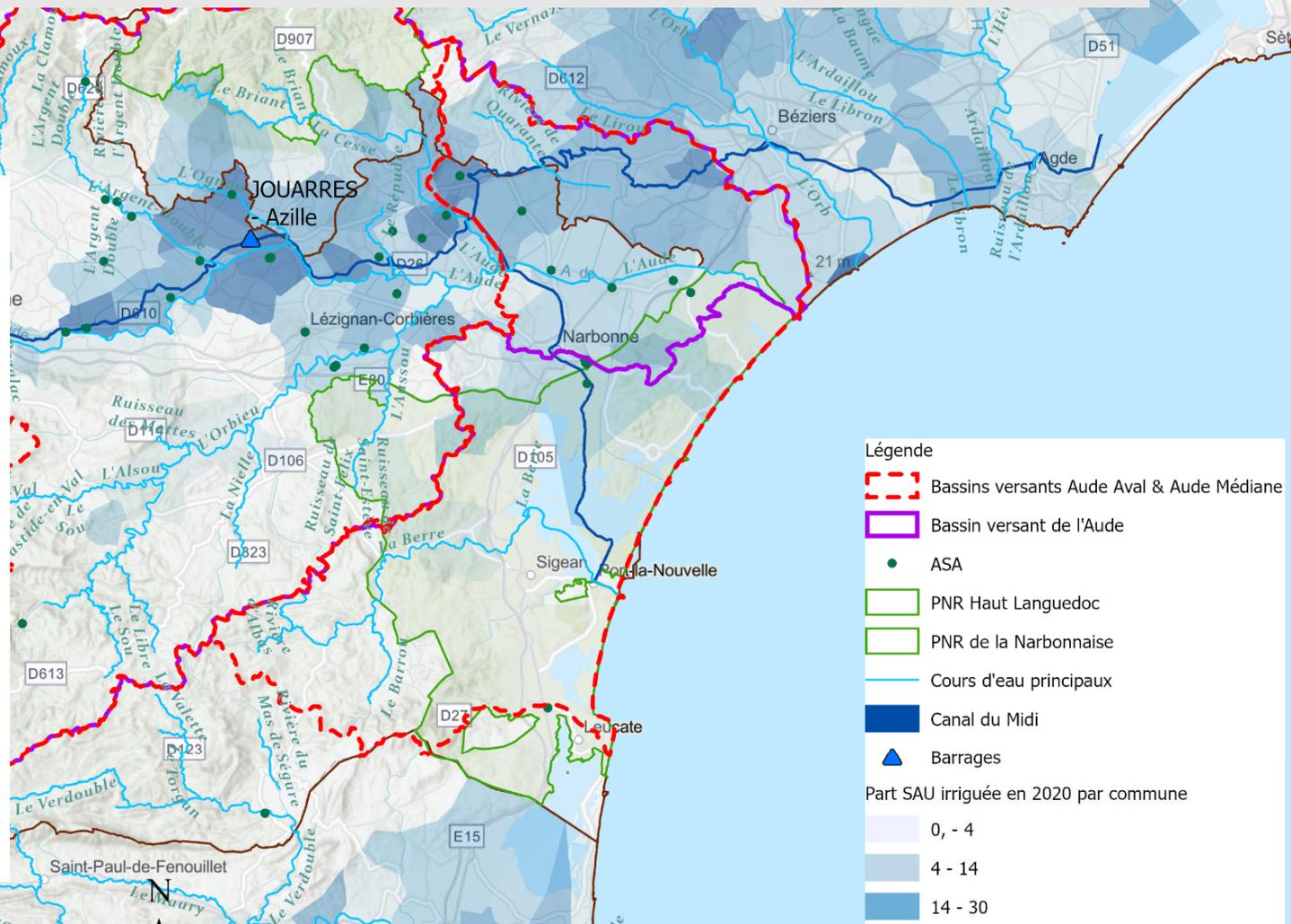
pour la modélisation & la participation (« le lab »)

\*3288 km<sup>2</sup>

\*32,4 Mm<sup>3</sup> de déficit à l'étiage sur Aude Médiane & aval / ~ 100 M d'usage

(Languedoc-Roussillon

pour les situations d'innovations l'évaluation de l'impact & la valeur de l'irrigation, évaluation coût – bénéfice de l'irrigation)



Légende

Bassins versants Aude Aval & Aude Médiane

Bassin versant de l'Aude

ASA

PNR Haut Languedoc

PNR de la Narbonnaise

Cours d'eau principaux

Canal du Midi

Barrages

Part SAU irriguée en 2020 par commune

0, - 4

4 - 14

14 - 30

30 - 55

55 - 100

Sources : EauFrance, Picto Occitanie, Recensement Général de l'Agriculture 2020, Chambre Régionale Agriculture Occitanie, World Topographic Map. Réalisation : Nina Graveline, Juliette Le Gallo

## ➤ Ambition de la démarche participative

Espace de réflexion, d'échanges

Apporter un éclairage scientifique

Accompagner les acteurs



Produire de la connaissance

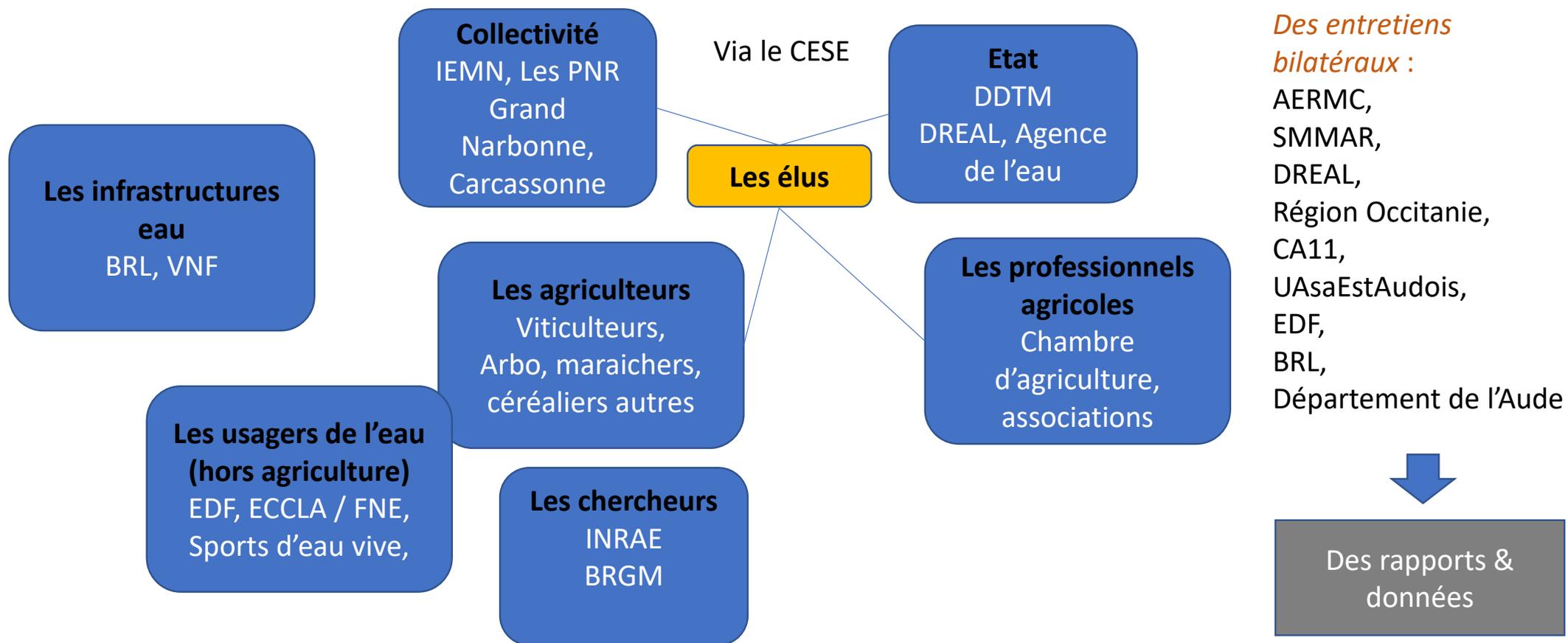
Trouver des compromis

Un dispositif qui doit aider l'émergence de stratégies/trajectoires, leur évaluation  
mais pas de décisions

### Qui est mobilisé ? Et comment ?

## ➤ Les acteurs identifiés, invités à participer

Fichier en ligne consultable et amendable



# Proposition pour la gouvernance du projet TALANOA – « Lab » français, Audois

Quel fonctionnement pour le groupe d'acteur ?

~30 organisations identifiées

## Proposition GROUPE DE TRAVAIL MULTI-ACTEURS (évolutif)

- ✓ **Collectivités**
  - ✓ Institution des Eaux de la Montagne Noire
  - ✓ Grand Narbonne
  - ✓ Carcassonne
  - ✓ PNR Narbonnaise
  - ✓ PNR Haut Languedoc
- ✓ **Services de l'État, Agences, EPIC**
  - ✓ Agence de l'eau (AERM&C)
  - ✓ DRAAF, DREAL
  - ✓ Voie Navigable de France (VNF)
  - ✓ BRGM
  - ✓ SAFER
- ✓ **Usagers de l'eau (autres qu'agri.)**
  - ✓ EDF
  - ✓ Sports d'eau vive
  - ✓ Fédération de pêche
  - ✓ ECCLA (écologie)
- ✓ **Chaire Eau & Agriculture de SupAgro**
- ✓ **Agriculteurs & représentants**
  - ✓ Coopératives
  - ✓ Vignerons indépendants
  - ✓ Unions et Syndicat d'irrigants
  - ✓ Syndicats viticoles
  - ✓ Interprofessions
  - ✓ Associations (CDA, BioCivam, Maison Paysanne...)
- ✓ **Autres à venir (si besoin/utile) :** Bureaux d'études, fournisseurs de solutions technologiques, banques, assurances

### COMITÉ DE PILOTAGE

- ✓ **SMMAR**
- ✓ DDT
- ✓ Département de l'Aude
- ✓ Union d'Asa de l'Est Audois
- ✓ Prestasa / Union d'Asa
- ✓ Chambre d'Agriculture
- ✓ PNRNM
- ✓ Agence de l'eau RM&C

✓ **INRAE**

### EQUIPE SCIENTIFIQUE & TECHNIQUE

~10 chercheurs INRAE associés,  
1 temps plein, chef de projet, experte en participation et  
1 thèse en économie, des stages de master à définir

COPIL - TALANOA

9 décembre 2022

## 4 niveaux/instances

➤ **Participation à la démarche pour construire & évaluer des stratégies**

\*Sera réuni pour des ateliers par INRAE  
Peut proposer des initiatives

➤ **Appui stratégique au projet**

\* Sera consulté par INRAE pour avis et décisions sur la démarche et pour des choix qui n'auront pas été tranchés en atelier

➤ **Pilotage opérationnel**

\*assurer la gestion technique et scientifique du projet  
\*livrables à produire pour TALANOA

➤ **Animation de la démarche**

➤ **Rapporteur du groupe d'acteurs dans le projet européen**

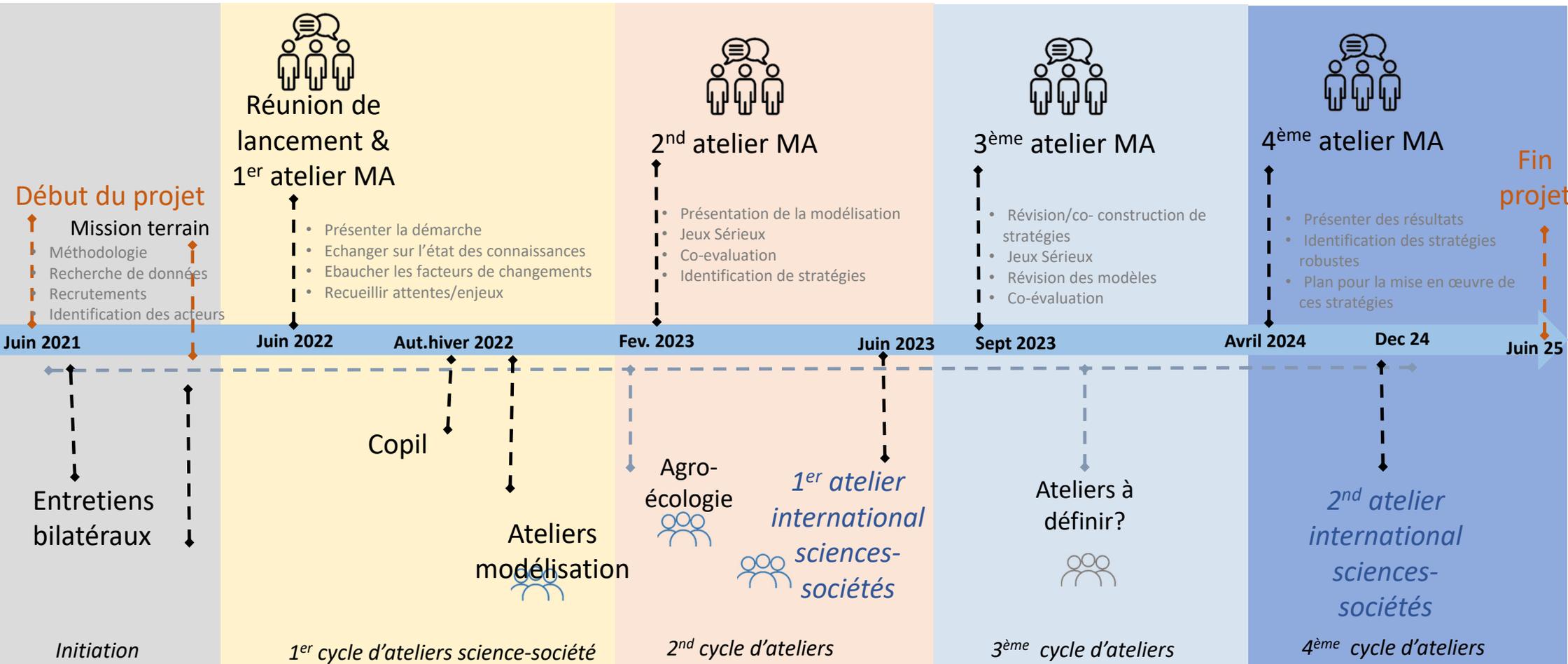
Participera aux 2 ateliers internationaux du projet



➤ **High Level Experts Advisory Board**

1 expert du BRGM et autres internationaux

- Déroulement proposé...mais une démarche flexible, à l'écoute des acteurs impliqués



# ➤ Retour sur le 1<sup>er</sup> atelier



## ➤ 1<sup>er</sup> atelier ( & lancement)

### Ordre du jour

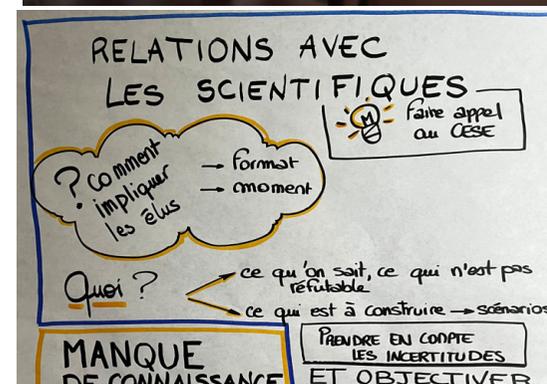
- Présentation du projet & organisation de la démarche participative (N. Graveline)
- Etat des lieux sur l'équilibre ressource-demande en eau : la vision du PGRE (P. Cluzel, SMMAR)
  - ⇒ Mise en débat sur les limites de ce cadre
- Vers une vision prospective : Les effets du changement climatique sur les ressources en eau et l'agriculture (G. Thirel, J.M. Touzard)
  - ☐ Forum – « World café » (atelier)
    - Quels manques de connaissances?
    - Quels facteurs de changements considérer ?
    - Quelles stratégies/solutions considérer?
    - Quelle attente de la démarche et du travail scientifique ?
- Clôture : poursuite & évaluation de l'atelier



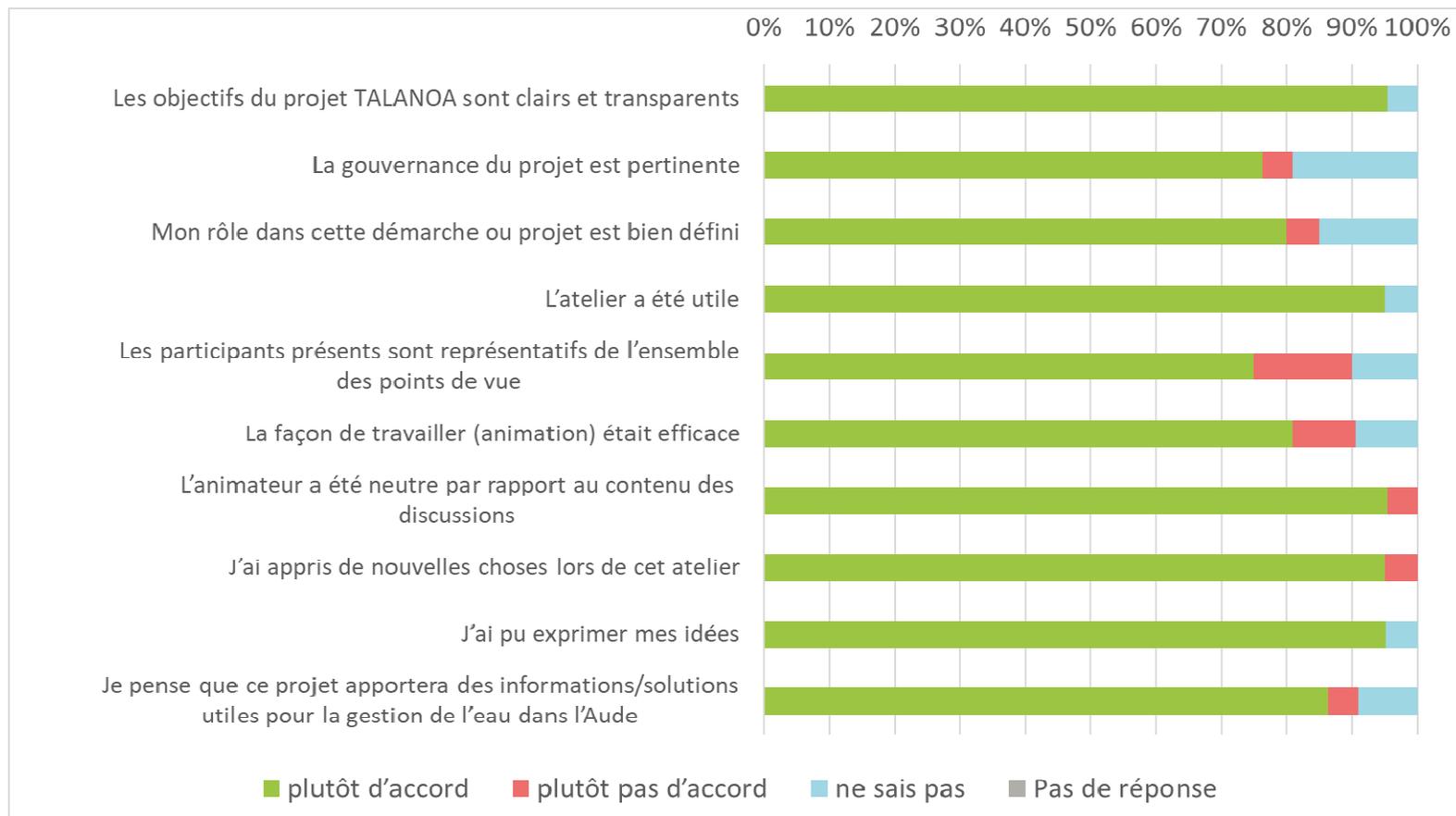
COPIL - TALANOÀ

9 décembre 2022

Agenda	
12:30	Accueil des Participants
12:45	Présentation de l'atelier et des participants
13:45	Présentation du projet TALANOÀ et de sa démarche
	Questions / réactions
14:15	Présentation Gestion quantitative de l'eau dans l'Aude
14:30	Travail en sous groupe
15:00	Restitution en plénière
15:30	Présentation Changement climatique
15:40	Forum
16:00	Restitution en plénière
17:00	Restitution en plénière
17:15	Évaluation et fin de l'atelier



## ➤ Evaluation de l'atelier & du lancement



➔ ?

➔ Travail fait, à poursuivre

➔ Aide sur l'animation dans les prochains ateliers

## ➤ Premiers résultats

- 40 participants en présentiel à Gruissan
- Parmi les participants/acteurs : (i) les chercheurs, (ii) les collectivités, (iii) l'état ou les agences de l'état (iv) les agriculteurs (v) les autres usagers de l'eau
  - Bon accueil, beaucoup d'attentes / réelle motivation des différents acteurs à travailler ensemble sur ce sujet
  - trop peu d'agriculteurs
  - enjeu de la mobilisation des élus
  - Certains acteurs qui manquaient mais avaient pourtant été conviés (filière vin, pêche, Région...)

# 1- Diagnostic – Où en sommes nous ?

- Partage de l'état des lieux du PGRE
- Des demandes qui augmentent fortement (eg. +-7M de demande agri eau à Carcassonne (= demande en AEP))
- Manque de connaissance  
transparence semble être un prérequis pour une gestion équitable
  - sur les pratiques à la parcelle et sur les prélèvements
    - # Mise en place de compteurs et télégestion
    - # Outils de pilotage à la parcelle
- Variétés des pratiques Il y a irrigation et irrigation (entre 20 mm sur la clape est de l'irrigation gravitaire à plusieurs milliers de m3)

## 2 – Où voulons nous aller ?

### La prospective comme outil d'exploration du futur

2 scénarios extrêmes sur l'usage de l'eau par l'agriculture :

- A – « libéral à outrance »
- le développement de l'irrigation se poursuit. Première demande premier servi. Sans arbitrage sol / potentiel agronomique nourricier. Laissez faire sur les volumes
- Les crises estivales. Restrictions. Absence préparation => impact encore plus important pour ceux qui s'étaient équipés
- L'irrigation comme maladaptation. Perte d'un savoir-faire – culture vigne sans eau millénaire ?
- B – « kholkose ou planification contrôlée »

« *peut-on continuer de laisser libre le choix des cultures en environnement contraint ?* »

- non acceptabilité de la société. Blocage rapide qui conduit à l'arrêt du développement de l'irrigation hors cadre stricte.
- Déprise agricole plus rapide. sans avoir assez anticipé.

**Il faut dépasser ces 2 scénarios du pire et « co-construire »** en combinant toutes les options de l'agro-écologie à la construction de ressource, et en faisant intervenir le développement agricole.

**INRAE**

COPIL - TALANOA

9 décembre 2022

ATELIER à venir  
février 2023

## ➤ Les facteurs de changement (éléments pour la prospective)

- Le changement climatique acté, peu de différences aux horizons ~2050
- Démographie : La tendance sur la concentration des exploitations
- Quid : installations, diversification, rôle des coopératives ?
- Tendance vers la souveraineté alimentaire / libéralisation
- Intégration forte des enjeux d'atténuation
- Reconnaissance du bénéfice agriculture et irrigation comme rempart contre incendie (taches verte, accès eau, présence...)
- Evolution de la valeur eau hydroélectricité / prix énergie
- Les crises diverses

## ➤ Des principes et attitudes (résultats atelier)

- # Accompagner les agriculteurs sur la transition, il faut éviter qu'ils prennent des mauvaises trajectoires, le temps de leur adaptation
- # Conditionnalité des (nouvelles) l'allocations de l'eau (en donnant 8 ou 10 ans / un certain temps pour la transition)
- # Priorisation des usages (en crise ? en structurel ?)
- # sauver les anciennes vignes versus les nouveaux projets (avec de l'irrigation)
- # avoir la garantie que si on équipe une parcelle elle sera exploitée sur le long terme

=> le chemin est important d'après les acteurs

	Idées de l'atelier	Commentaire
Approches évaluatives	# la justice sociale	A DEFINIR
	# raisonner coûts-bénéfices	Grâce au modèle économique
	# évaluer les services écosystémiques fournis par le cycle de l'eau	Sera limité à une évaluation qualitative dans le projet

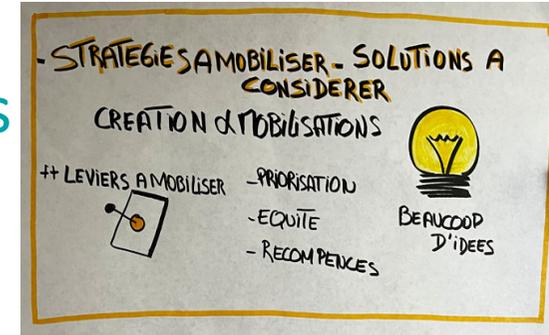
## ➤ 3 – Comment y parvenir : Des mesures aux stratégies

Combiner une diversité de mesures

### • Les mesures techniques envisageables...

- visant l'amélioration de l'efficacité de l'irrigation
  - Des mesures techniques d'optimisation à l'échelle de l'exploitation, ex : amélioration des réseaux
  - amélioration du pilotage, du savoir-faire
- ciblant l'offre en eau / « technologiques » : création de ressources (retenues, REUT)
- visant la réduction de la demande en eau : mesures d'adaptation au changement climatique : accroissement de MO / ombrage / cépages résistants...
- des transformations plus systémiques / agro-écologiques (reconception de système) qui vise à la fois la réduction de la demande en eau/accroissement efficience & augmentation infiltration/ressource

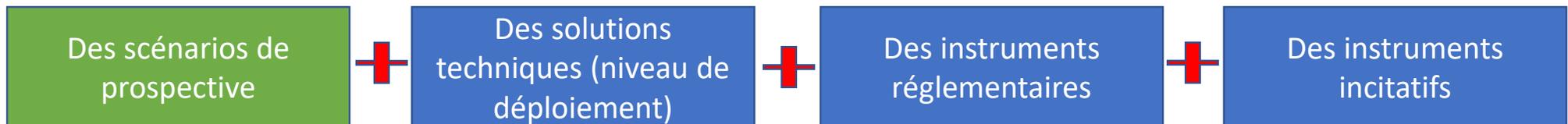
transformation



# « exploration de l'ensemble des leviers (et pas uniquement de l'irrigation) »

ATELIER à venir  
février 2023

... À combiner en stratégies cohérentes avec les scénarios de prospective & des instruments de politiques publiques/de marché



INRAE

COPIL - TALANOA  
9 décembre 2022

## ➤ Mesures techniques

- Développement des ressources

- Stockage d'eau, projet sur l'Orbieu (+5M / Réseau 21)
- Réalimentation de la nappe perchée ASA de Canet (déjà en cours?)
- Maillon Minervois et autre ?
- Opportunité sur les Karst ? Voir BRGM
- REUT (Gruissan, autres?) restera marginale

- Economie d'eau / réduction de la demande agricole

- expérimentation
- réenrichir les sols pour les reconstituer, notamment avec de la matière organique
- solutions fondées sur la nature à mobiliser pour retrouver un équilibre

⇒ Pas économies d'eau en agriculture évoquée

- Autres idées ?

# Instruments évoqués en atelier

- Instruments réglementaires
  - Priorisation d'usages
  - Conditionnalité
- Instruments incitatifs
  - # imaginer un compte épargne volume
  - # potentiel minimum pour l'alimentation (raisonner le « droit » à irriguer par rapport à la valeur alimentaire de la production irriguée)
  - # Bonus/malus des prélèvements
  - imaginer des contreparties à l'accès à l'eau
    - transparence sur la donnée
    - l'adoption de pratiques économes ou écologiques
    - pérennité de l'exploitation/de l'investissement
- Autres idées ?

## ➤ Actualités

- Rencontres bilatérales
  - Entretiens « eau » (Union d'ASA, Asa Castelnau La Redorte, Asa de Gruissan)
  - Entretiens agriculteurs, coopératives (4 agri, Coopérative Vertige)
- Travail de modélisation (développé après)
- Démarrage des travaux sur le levier agro-écologique
  - Lancement du projet TAI OC (projet TETRAE Agroécologie & systèmes irrigués)
  - Travail étudiant déc – fev 23 (TERRPA) sur « quels dispositifs pour favoriser les pratiques ou systèmes agro- écologiques vertueux pour l'eau ».
- Communication
  - Développement du Site internet
  - Participation aux Assises de l'eau Carcassonne
  - Participation à l'AG d'ARTERRIS à Narbonne
- AG du projet européen le 12 – 14 décembre
- Recherche d'un chef de projet pour TALANOA

INRAE



TALANOA  
- w a t e r -

## ➤ L'évolution de l'irrigation dans l'Aude

Juliette Le Gallo

## ➤ Analyse ex-post de l'accès à l'irrigation dans les exploitations viticoles

**Objectifs:** Caractériser et quantifier les impacts de l'accès à l'irrigation dans les exploitations viticoles.

➔ *L'irrigation a-t-elle permis un maintien de la production, une augmentation ? Cette stratégie a-t-elle eu d'autres effets indirects : diversification des cultures, changements de types de production, stratégie d'exploitation, organisation du travail... ?*

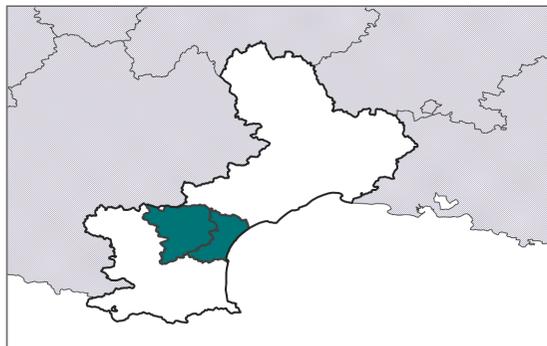
Analyse **rétrospective** pour éclairer la **prospective**: Quels coûts et bénéfices des projets futurs ? Quelles priorités donner aux projets à venir, quelle allocation de l'eau et des financements publics en faveur de son utilisation ?

**Enjeu scientifique:** Isoler l'impact de l'accès à l'irrigation.



## ➤ Analyse ex post de l'accès à l'irrigation dans les exploitations viticoles

**Echelle d'analyse:** Départements côtiers de l'ex Languedoc Roussillon.



Echelle plus large que les BV de l'Aude: davantage de données, et des cas similaires, opportunité d'étudier les grands projets de développement de l'irrigation (ex. Aquadomia)

**Sources de données:** Recensement agricole, Casier viticole informatisé, bénéfices agricoles, RPG, ... + enquête terrain.

### **Etapas de travail:**

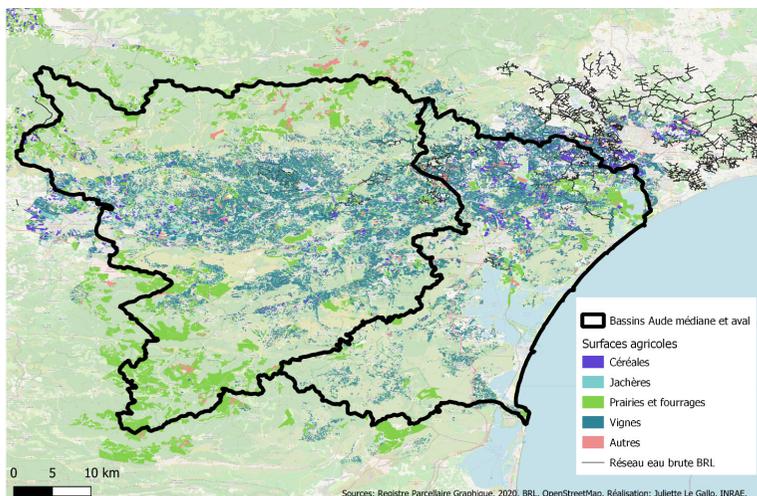
1. Analyse quantitative, développement approche économétrique (appariement sur score de propension) (en cours)
2. Réalisation d'entretiens exploratoires sur le terrain. (en cours)
3. Déploiement d'une enquête (approche qualitative) : accueil d'un.e stagiaire de Mars à Aout 2023.

## ➤ Analyse ex-post de l'accès à l'irrigation dans les exploitations viticoles

Quelques chiffres sur les bassins de l'Aude médiane et aval.

2010	2020
6500 exploitations Dont 5507 viticoles (85%)	5398 exploitations Dont 4460 viticoles (83%)
1691 exploitations irriguées SAU irrigable: 18 048 ha	2015 exploitations irriguées SAU irrigable: 27 032 ha.

Assolement (2020):

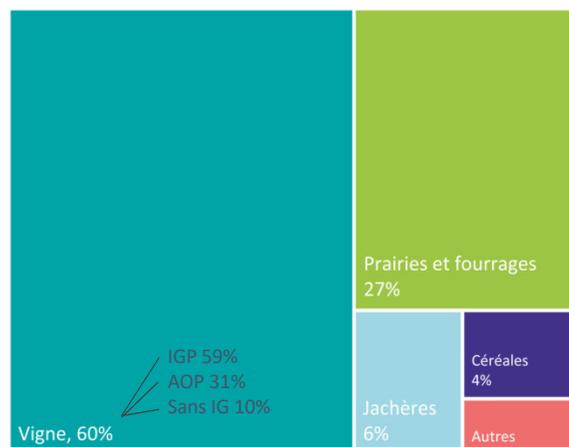


INRAE

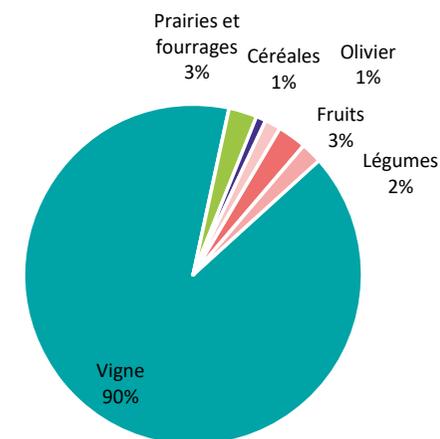
COPIL - TALANO

9 décembre 2022

SAU totale :



SAU irriguée :



## ➤ Analyse ex-post de l'accès à l'irrigation dans les exploitations viticoles

**Zoom sur les évolutions** : Parmi les 5398 exploitations (2020), il y en a **3255** que l'on peut identifier en 2010 et donc suivre leur évolution.

➔ Sur ces dernières, on compte **453** nouveaux irrigants (accès entre 2010 -2020). Ce sont en majorité des exploitations viticoles (**420**)

➔ Les nouveaux irrigants:

- Ont majoritairement accès à l'eau par le biais de réseaux collectifs (**361**).
- Concernant l'irrigation individuelle: **53** ont investi dans un forage, **51** bénéficient d'un pompage en eau de surface (lac/rivière/cours d'eau), et **14** à partir d'un réservoir.
- Certaines exploitations ont plusieurs sources d'accès à l'eau (par ex. forage et raccordement au réseau collectif).
- La grande majorité (**362**) irriguent en goutte à goutte. **71** des nouveaux irrigants irriguent en gravitaire, **53** par aspersion.

Observations en adéquation avec ce qui est observé sur le terrain.

## ➤ Construction d'une typologie des périmètres irrigués

Dans la perspective de la modélisation et de l'enquête de terrain (Mars 2023), réalisation d'entretiens exploratoires sur les BV de l'Aude Médiane et Aval.

### **Objectifs:**

- Comprendre les enjeux
- Esquisser une typologie de périmètres irrigués

**Entretiens réalisés:** Union d'ASA de l'Aude Aval, Prestasa, ASA de Gruissan, ASA de Castelnaud la Redorte, 2 exploitations viticoles.

### **Première esquisse de typologie:**

- Périmètres historiques (phylloxera) vs. nouveaux périmètres irrigués (ex. Gruissan)
- Enjeux submersion hivernale, salinité vs. enjeux irrigation estivale (ou les deux)
- Différences de gestion et dynamiques Aude médiane / Aude aval
- Périmètres modernisés/automatisés (goutte à goutte) vs. gravitaire ou aspersion.

INRAE

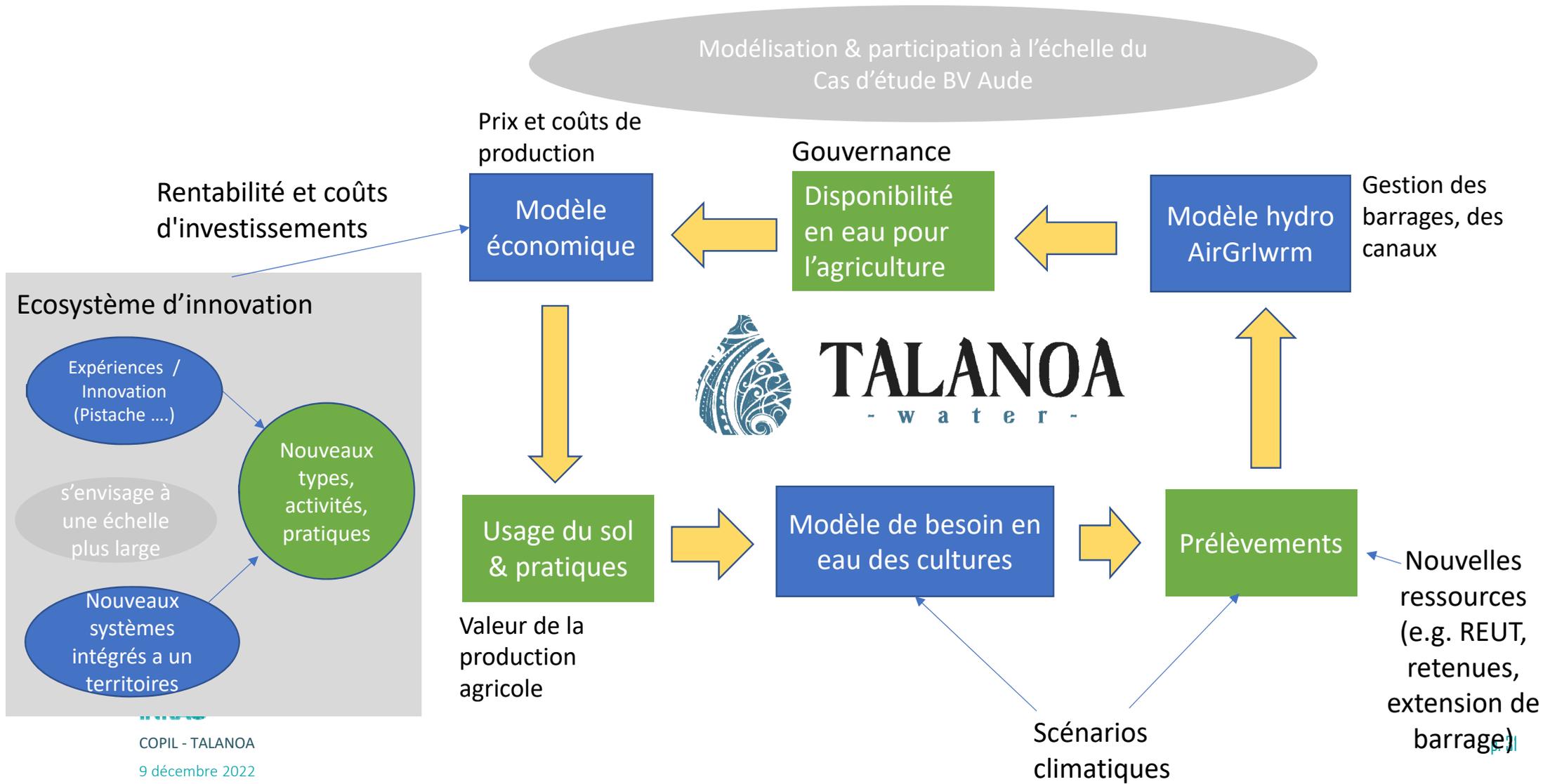


TALANOA  
- w a t e r -

## ➤ Modélisation hydro-agro-économique

Nina Graveline

# Modélisation hydro-agro-économique du bassin versant de l'Aude



## ➤ Modèle micro-économique

- Représente le comportement/les décisions d'allocations de la terre (usage du sol/cultures), de l'eau (quantité d'eau appliquée en année N) et ev. autres ressources (engrais...)
- Modèle d'optimisation : maximisation de l'utilité / bien-être
- Calibré sur de la donnée passée : représentation de la situation de référence
- Difficulté de la modélisation de cultures pérennes (moins de flexibilité que des cultures annuelles)

Prix, contexte financier de l'exploitation, réglementation,  
dispo en eau / terre, coûts des stratégies ...



Modèle  
économique

Fonction de production (eau,  
terre, travail à minima),  
capacité à se projeter



Performance économique,  
Usage du sol, production,  
consommation d'eau,  
Coûts des contraintes

Analyse des  
résultats

*Enjeu : bien calibrer les réponses  
de la production aux contraintes  
en eau/ressources) (Graveline,  
2016)*

- Conditions économiques  
d'adoption des pratiques  
(prix, aides)
- Conditions réglementaires

Études préalables & analyse  
économétrique pour justifier  
de la forme fonctionnelle du  
modèle (Thèse Juliette Le  
Gallo)

calibrage

Observation  
de  
l'agriculture  
2012-2020

INRAE

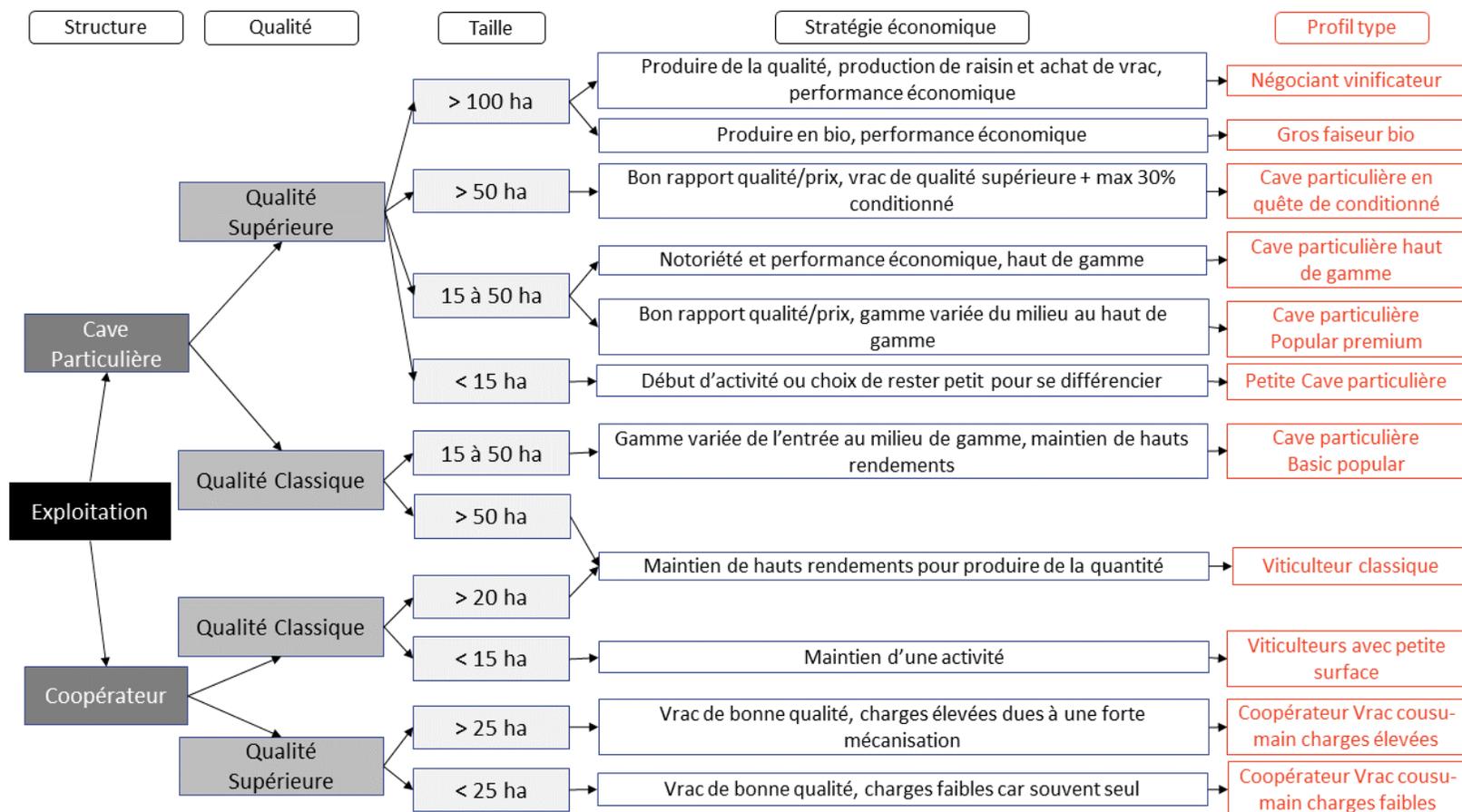
COFIL - TALANO

9 décembre 2022

## ➤ Principe du modèle économique

- 1<sup>ère</sup> étape de la modélisation en année N : décisions structurelles/d'investissements/de long terme
  - Arrêt d'exploitation / âge / reprise & opportunité de changement structurel (?)
  - Arrachage / plantation vigne (cépage) ou arbo
  - Investissement « eau »
    - Équipement vers l'irrigation / modernisation
    - Changements systémiques de type agro-écologie
    - Création de retenues ou reconfiguration pour stocker l'eau dans le sol
- 2<sup>nde</sup> étape de la modélisation en année N : décisions annuelles
  - Assolements des cultures annuelles (céréales notamment)
  - Allocations des intrants : application d'eau (dose)
- Modélisation d'exploitations représentatives (basé sur typologie) / modélisation des ASA
- **Besoin : infos sur les ASA, surfaces, Marge brute/études économiques de la Chambre ?**
- Actuellement travail sur l'économie viticole actuelle pour calibrer le modèle
  - Identification des adaptations passées au regard du changement climatique passé

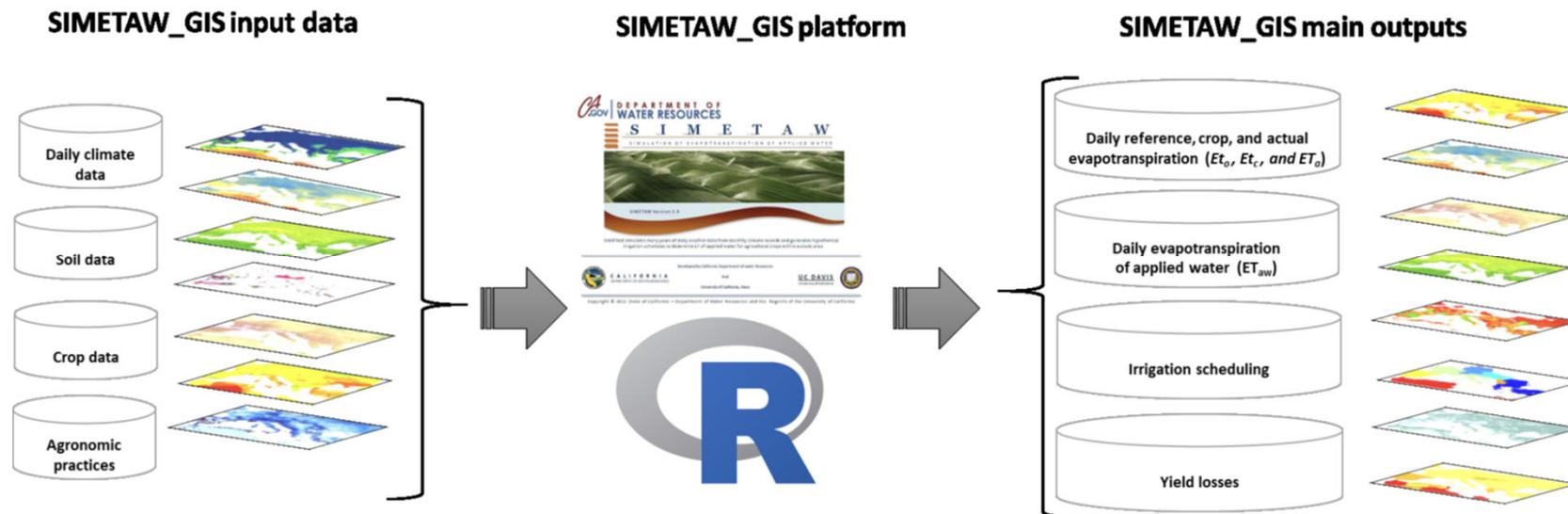
## ➤ Travail sur l'économie viticole actuelle - typologie



## ➤ Modélisation agronomique (Marta Debolini et al.)

SIMETAW : Simulation of Evapotranspiration of Applied Water

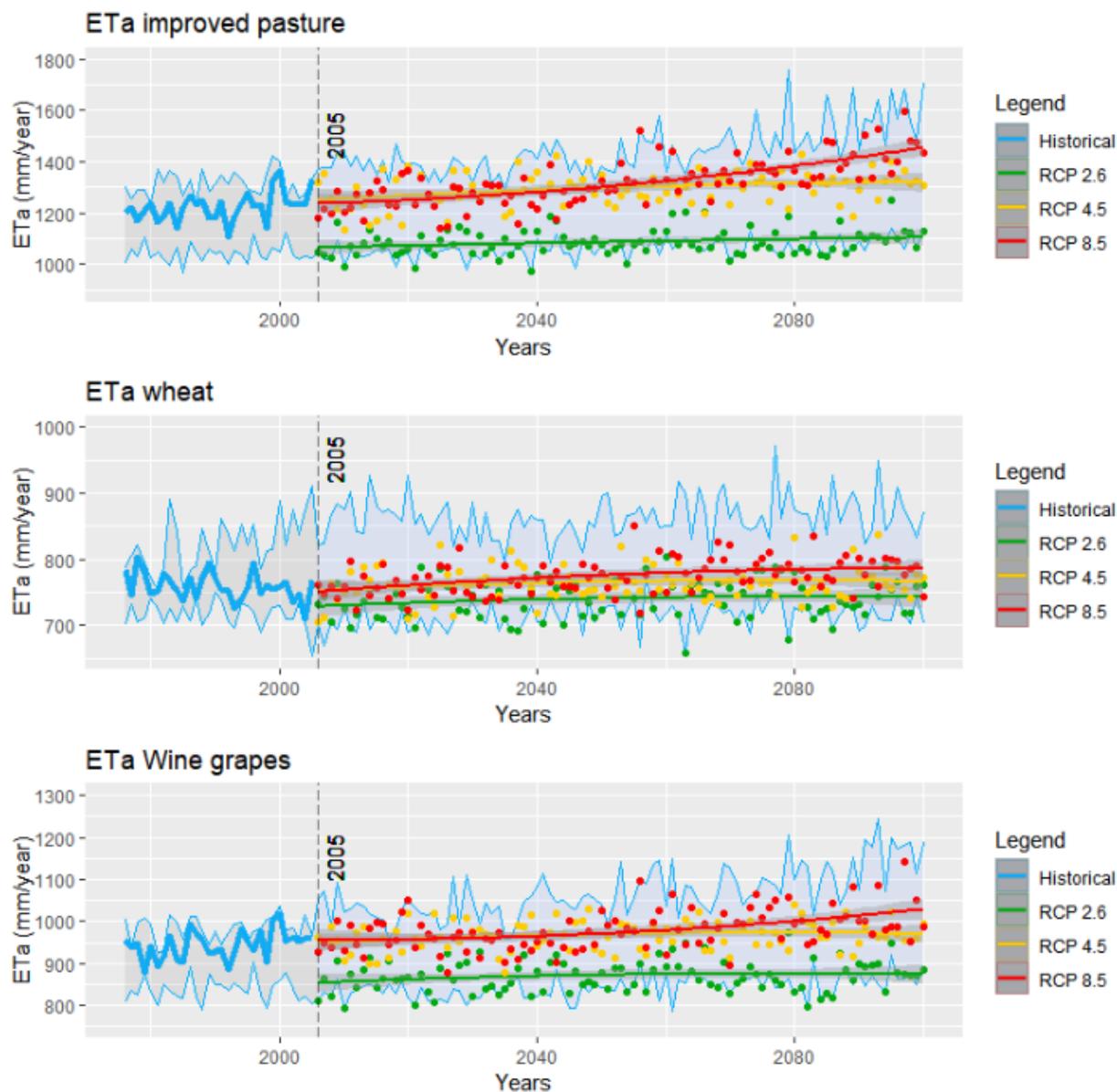
- Estimation des besoins et consommation en eau du secteur agricole
  - en fonction des assolements, pratiques et méthode d'irrigation
  - De scénarios de changement climatique
- Comprendre comment ceux –ci évoluent en fonction des scénarios



## ➤ Résultats

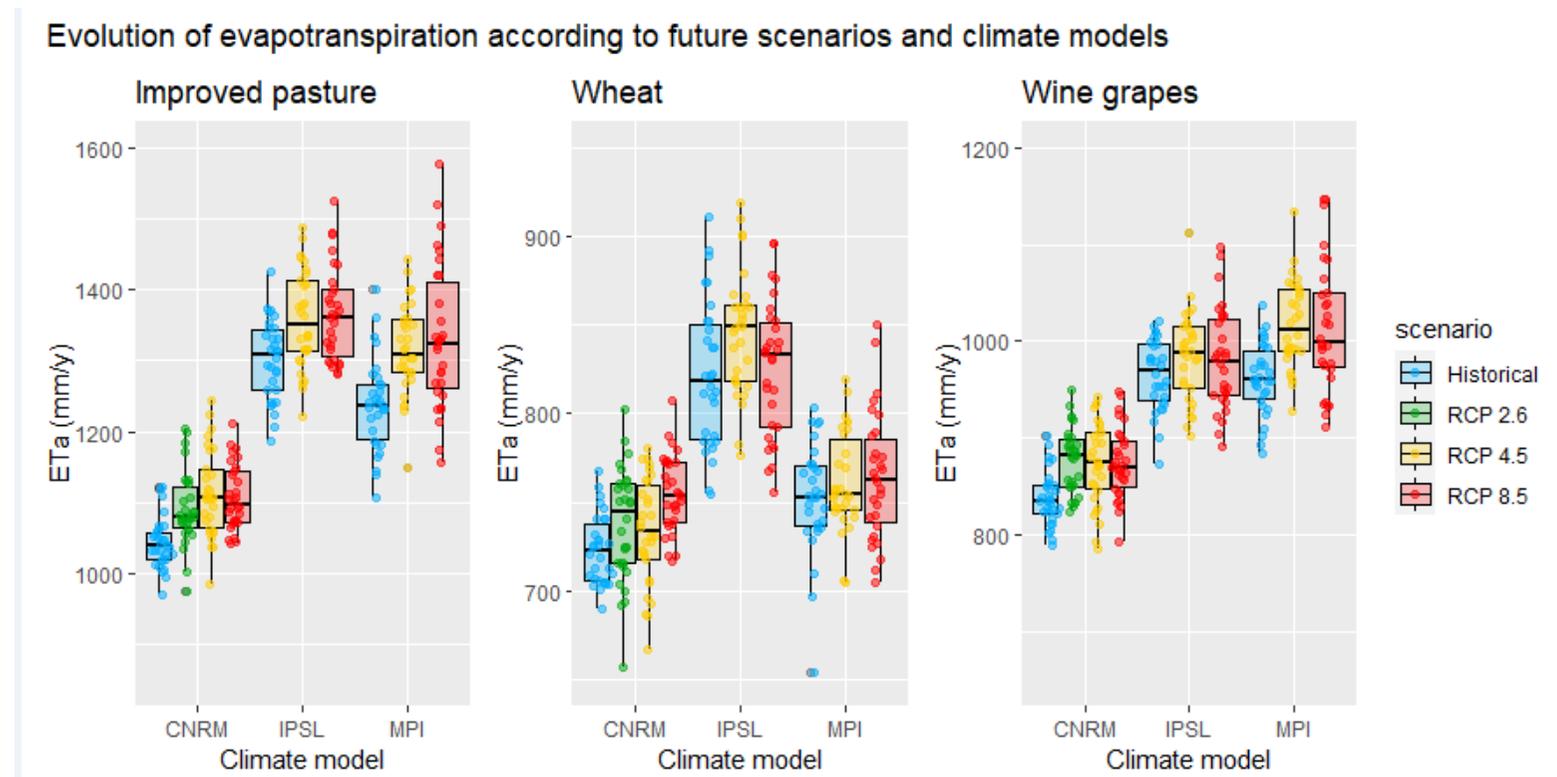
- Simulation de l'évapotranspiration réelle en fonction des scénarios de changement climatique

Time series of actual crop evapotranspiration according to future scenarios



## ➤ Simulation de l'évapotranspiration réelle en fonction des scénarios de changement climatique

- Pour différents modèles climatiques

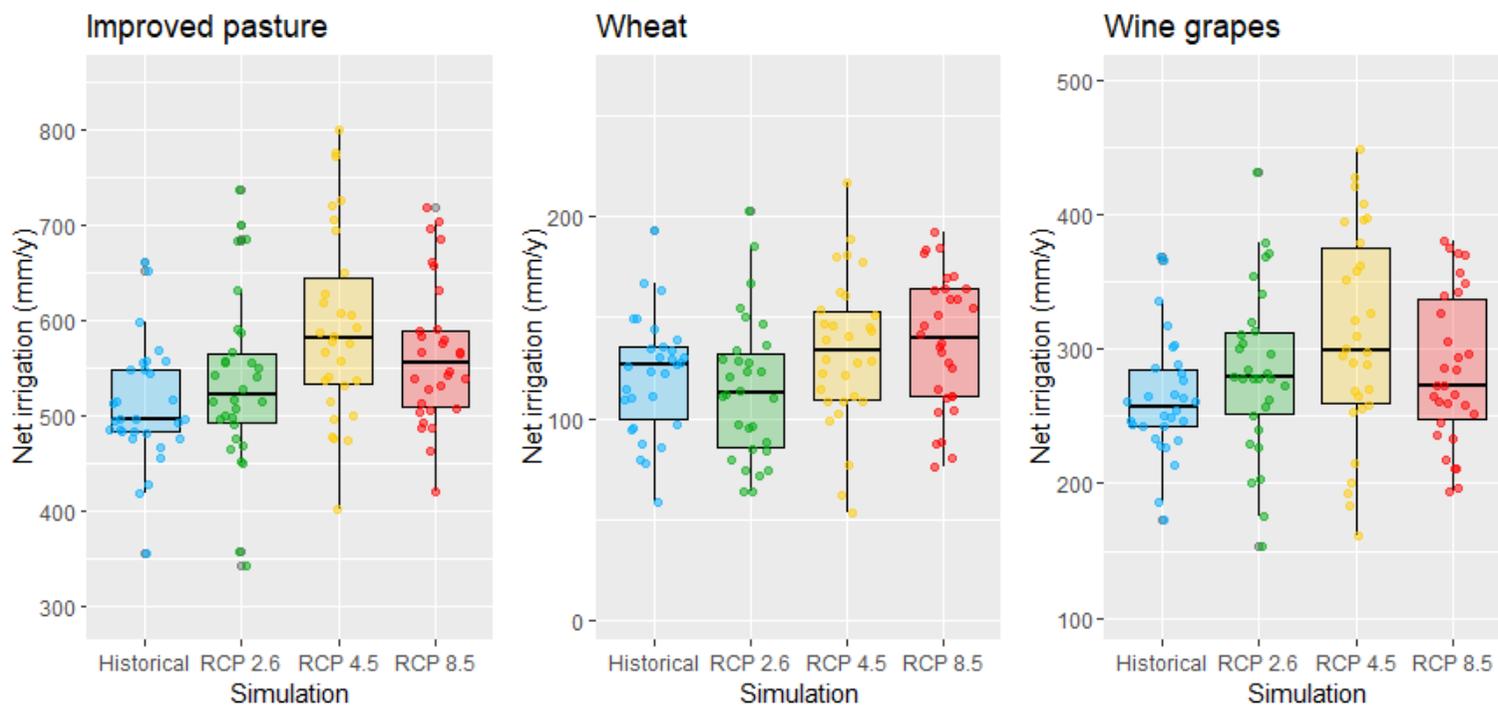


## ➤ Simulation de l'évolution des besoins en eau d'irrigation

- Pour les systèmes irrigués dans l'Aude

Comment transposer ça à l'évolution des prélèvements ?

Evolution of net irrigation according to future scenarios



Resultat  
préliminaires

INRAE



TALANOA  
- w a t e r -

## ➤ Modélisation hydrologique

Projet TALANOA – Terrain français

Aude aval & Aude médiane



# TALANOA

- w a t e r -

➤ **Projet Talanoa-Water**  
Modélisation hydrologique intégrée du bassin versant de l'Aude

David Dorchies, UMR G-EAU

Vincent Thiercelin, UMR Innovation

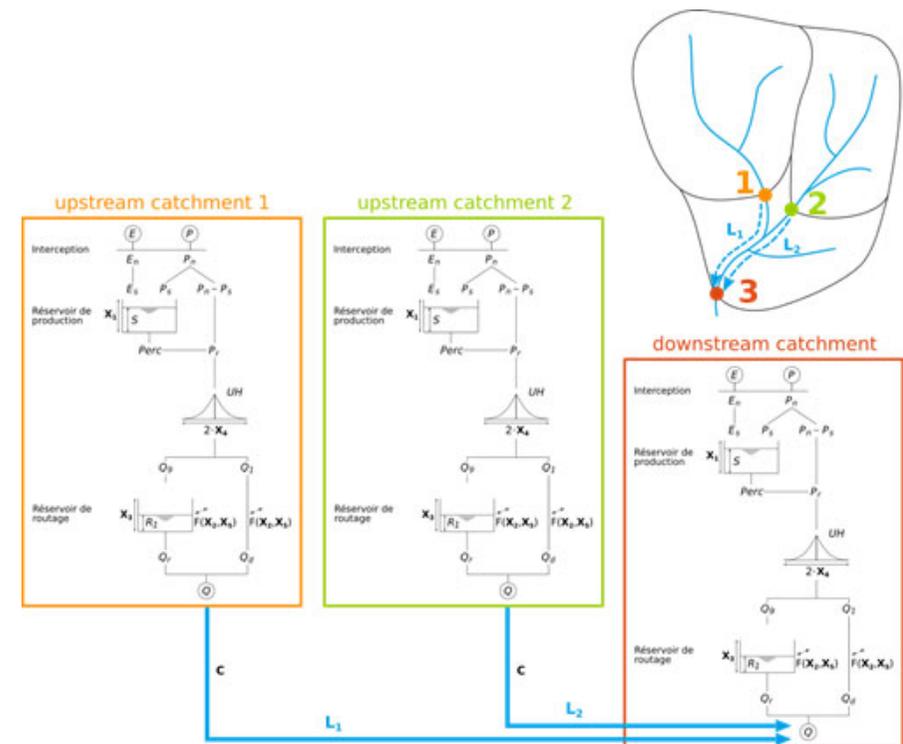
## ➤ Le modèle hydrologique intégré

Le package R airGRiwr



### Extension du package R airGR pour modélisation intégrée de la ressource en eau

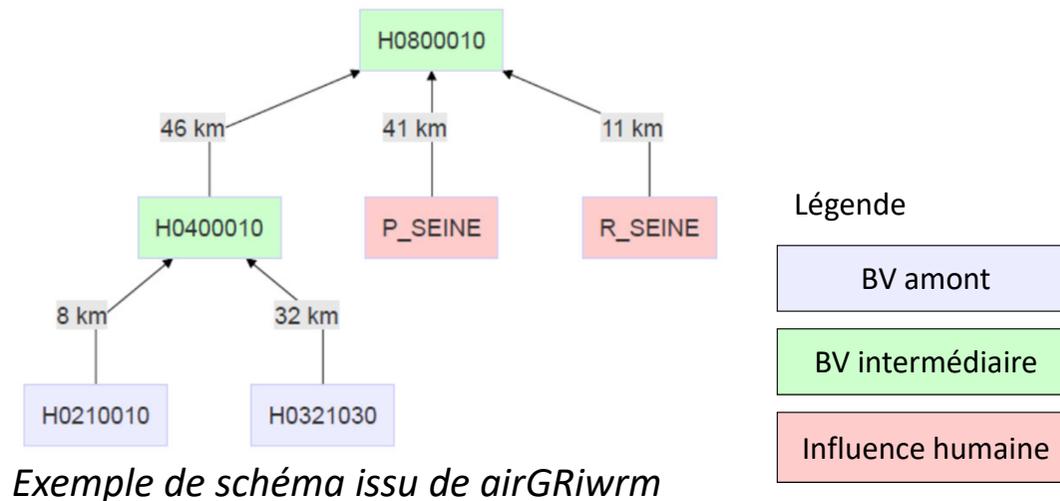
- Gère de larges réseaux de modèles semi-distribués
- Intègre facilement des prélèvements et rejets dans le réseau
- Facilite le calage et la simulation en débits influencés et "naturels"
- Permet l'intégration d'algorithmes de gestion dans la simulation



## ➤ Le modèle hydrologique intégré

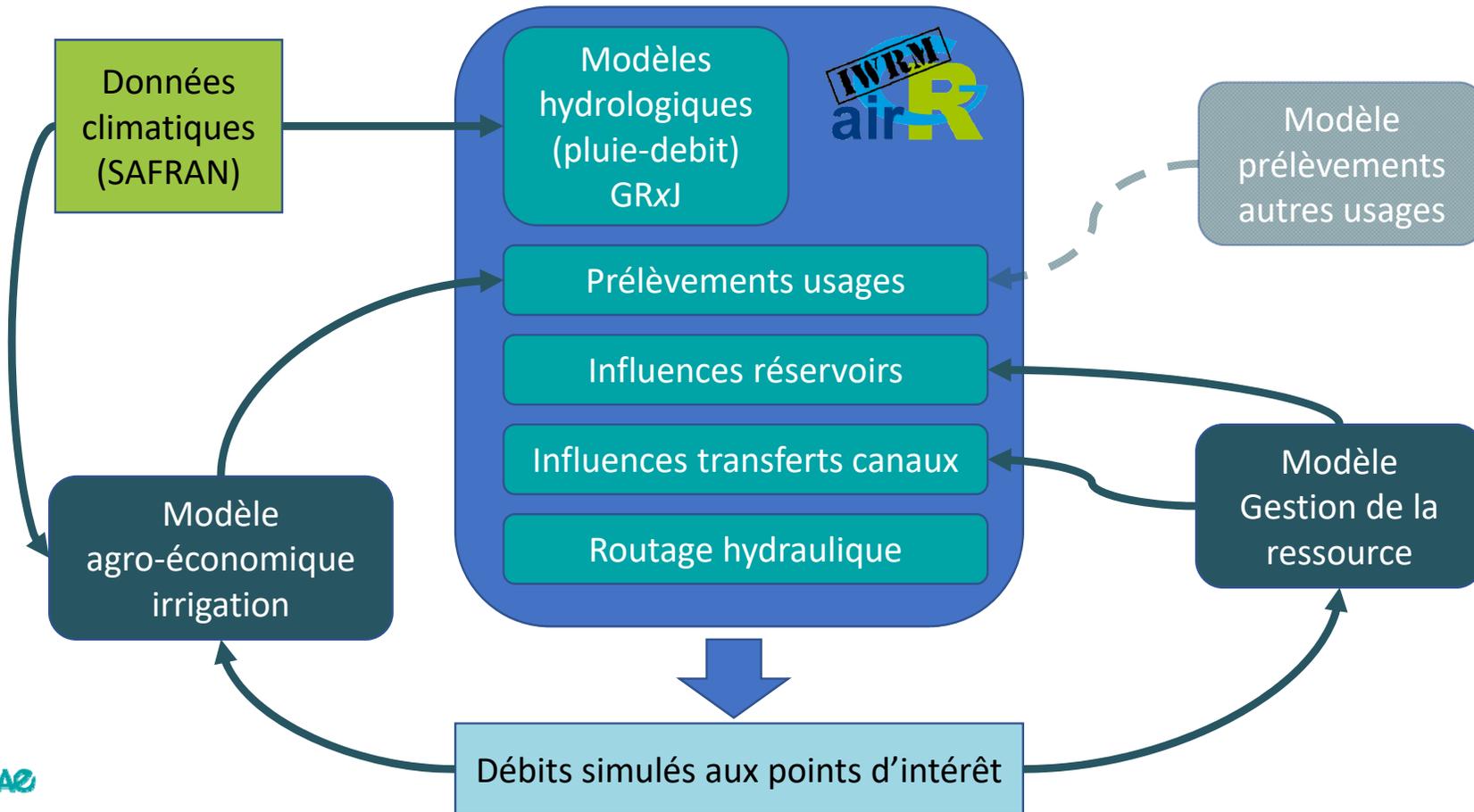
### Structuration du modèle

- Découpage du bassin versant en fonction des points d'intérêts
  - Stations hydrométriques
  - Réservoirs
  - Points d'échange avec les canaux VNF
  - Points de prélèvement pour l'irrigation
  - Points de prélèvement des autres usages (AEP, industrie)



## ➤ Le modèle hydrologique intégré

Structuration du modèle



## ➤ Le modèle hydrologique intégré

Calage du modèle sur les observations

### Données nécessaires pour le calage du modèle hydrologique

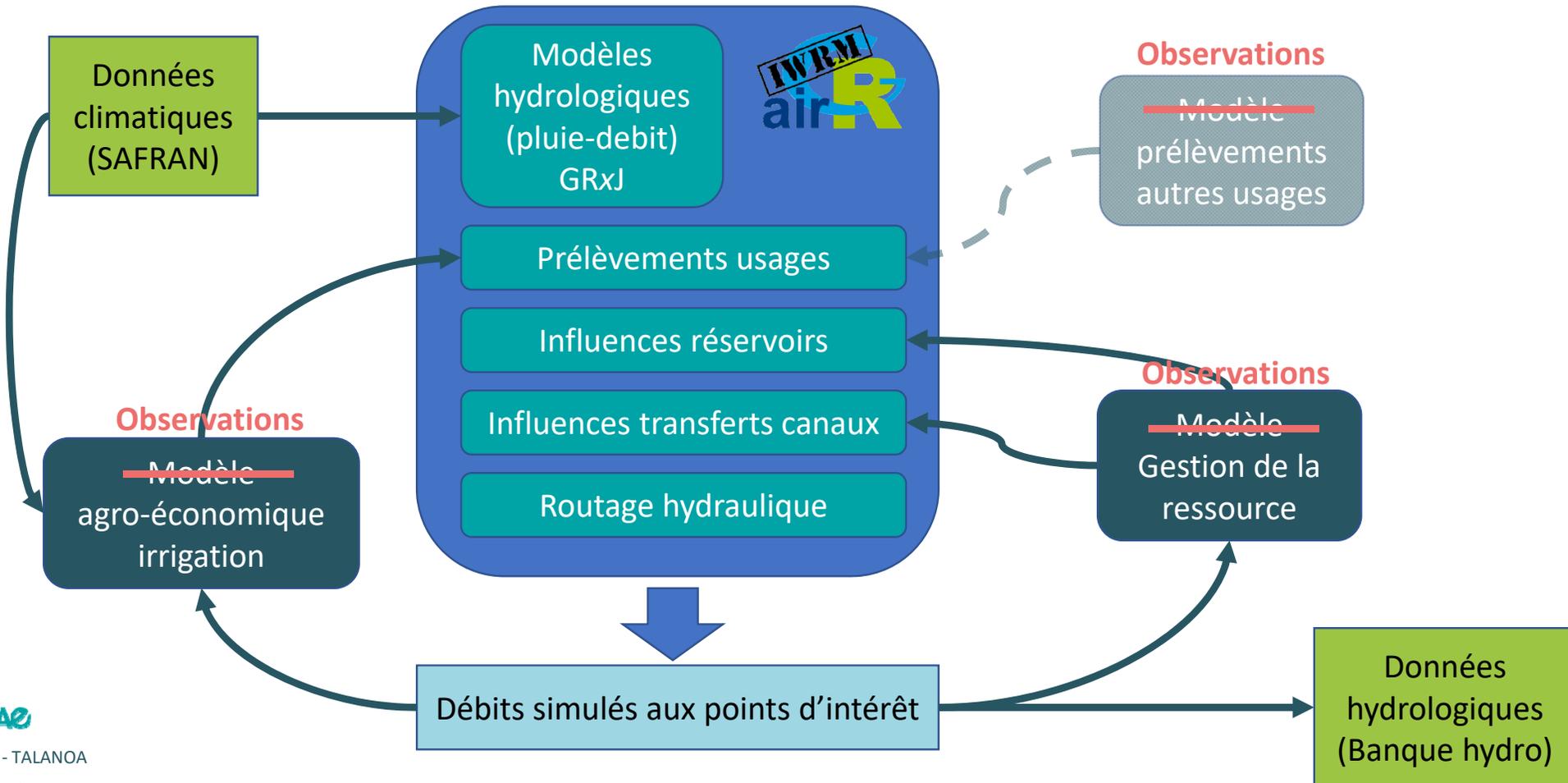
- Données météo (P, E, T) journalières (SAFRAN journalier 1958-2021)
- Chroniques de débits des stations hydrométriques du bassin
- Débits d'apport et débits de lâcher des réservoirs
- Débits de transfert entre les canaux VNF et les cours d'eau naturels
- Débits prélevés pour l'irrigation et les autres usages

### Difficultés à surmonter

Prélèvements pour l'irrigation nécessiteront une désagrégation de données au pas de temps journalier voire une reconstitution à partir d'un modèle agro-climatique. Idem pour les autres usages.

## ➤ Le modèle hydrologique intégré

Calage du modèle hydrologique



## ➤ Le modèle hydrologique intégré

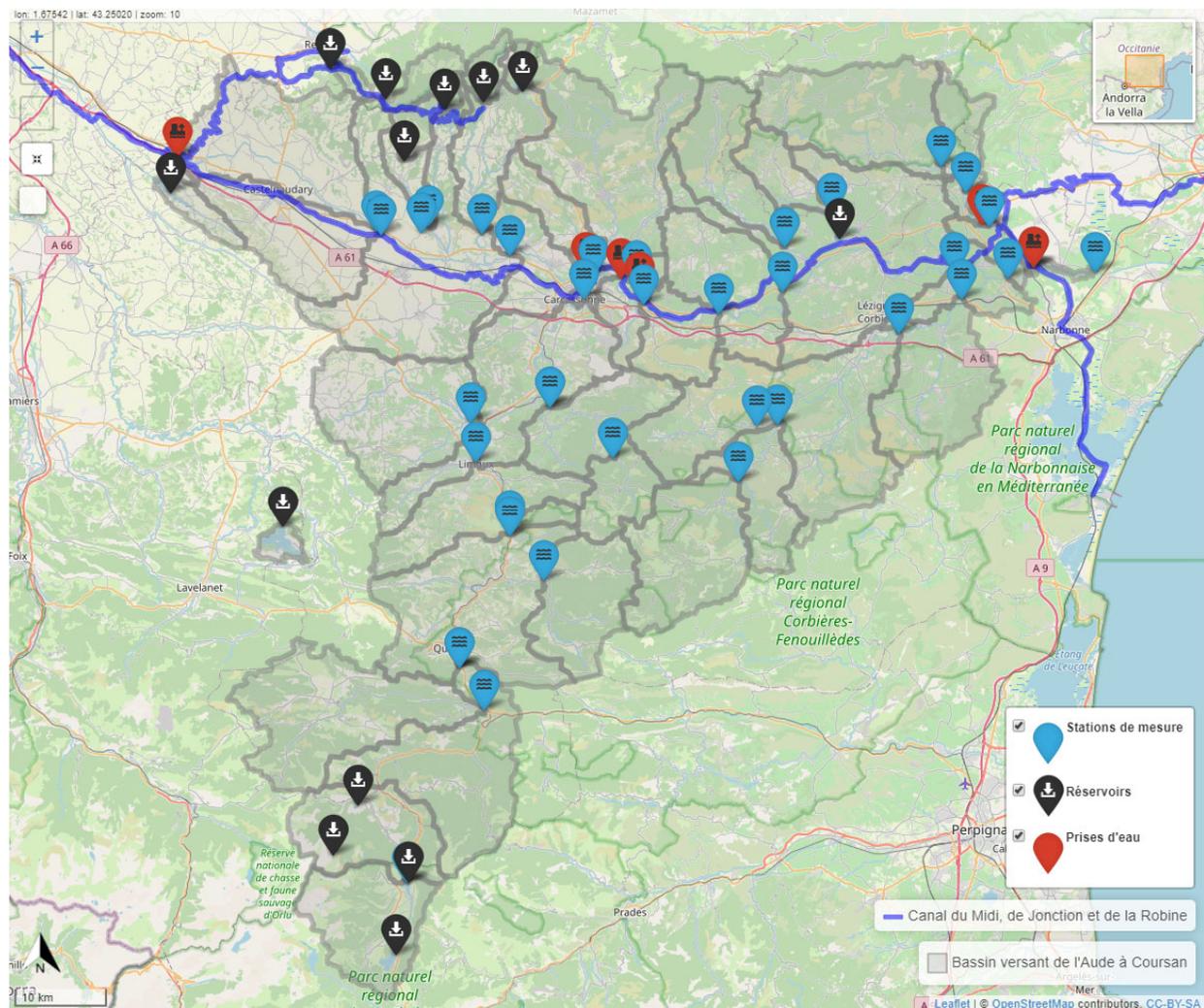
Simulation des scénarios socio-éco-climatiques

### Données pour la simulation de scénarios

- Forçages climatiques fournis à partir de 10 scénarios RCP4.5 et RCP8.5 utilisés par Explore2
- Besoin en eau d'irrigation modélisé à partir du couplage avec le modèle agro-éco et des innovations explorées
- Gestion de la ressource en eau modélisée à partir des règles de gestion des réservoirs et canaux:
  - règles de gestion actuelles (statusquo)
  - règles élaborées lors des dialogues Talanoa

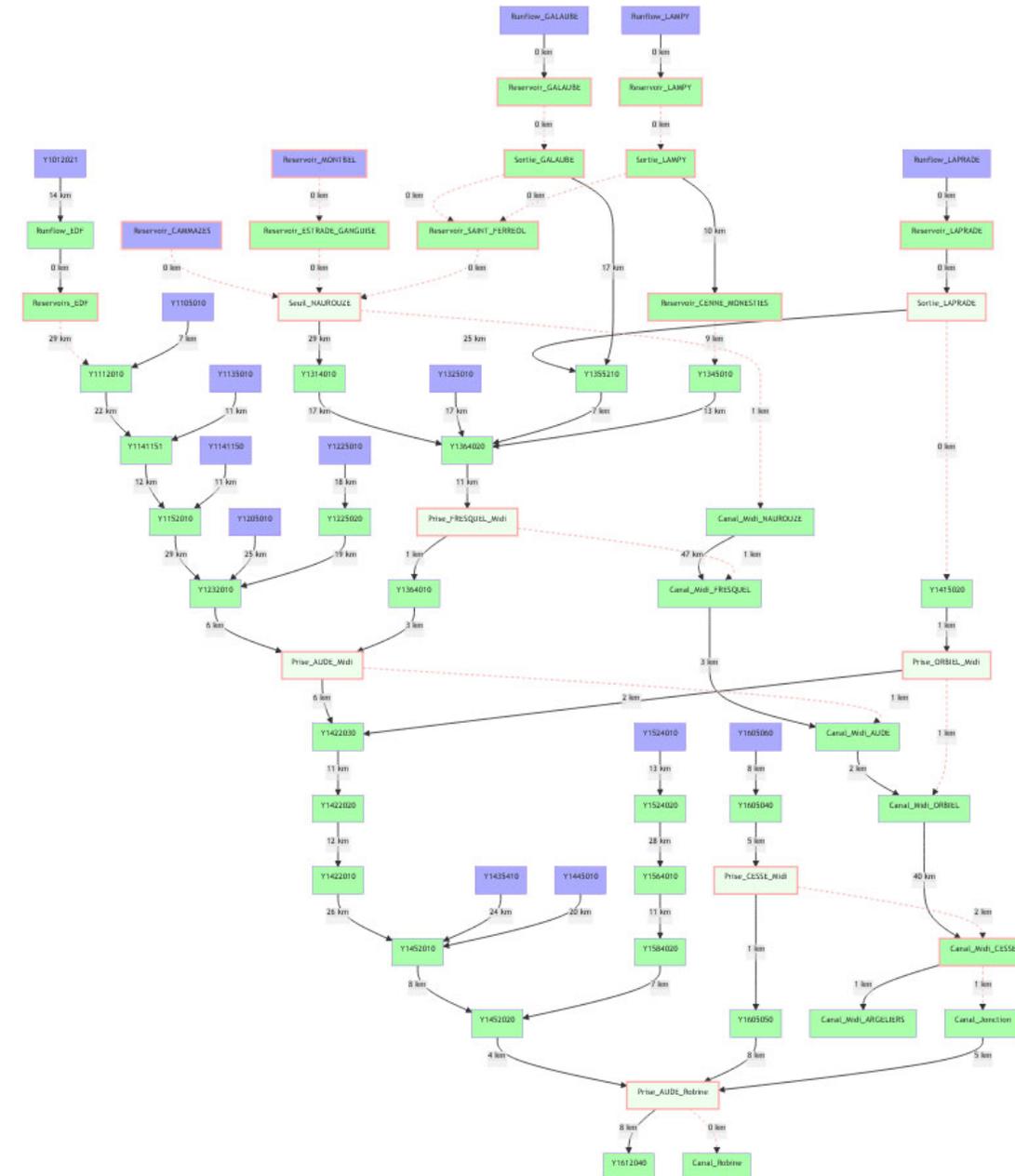
## ➤ Structuration du modèle en bassins versants intermédiaires (BVI)

- 46 stations hydrométriques
- 14 réservoirs:
  - Fusion des 4 réservoirs EDF
  - Pas de prise en compte du réservoir des Monts d'Orb pour l'instant
- Alimentation du canal du Midi et de la Robine par 4 prises encore en activité



## ➤ Représentation du réseau dans le modèle

- En bleu les bassins amont gaugés
- En vert les bassins versants intermédiaires gaugés
- En vert pastel les prises d'eau modélisées comme une station non gaugée
- En pointillé rouge, les « dérivations » vers les canaux VNF



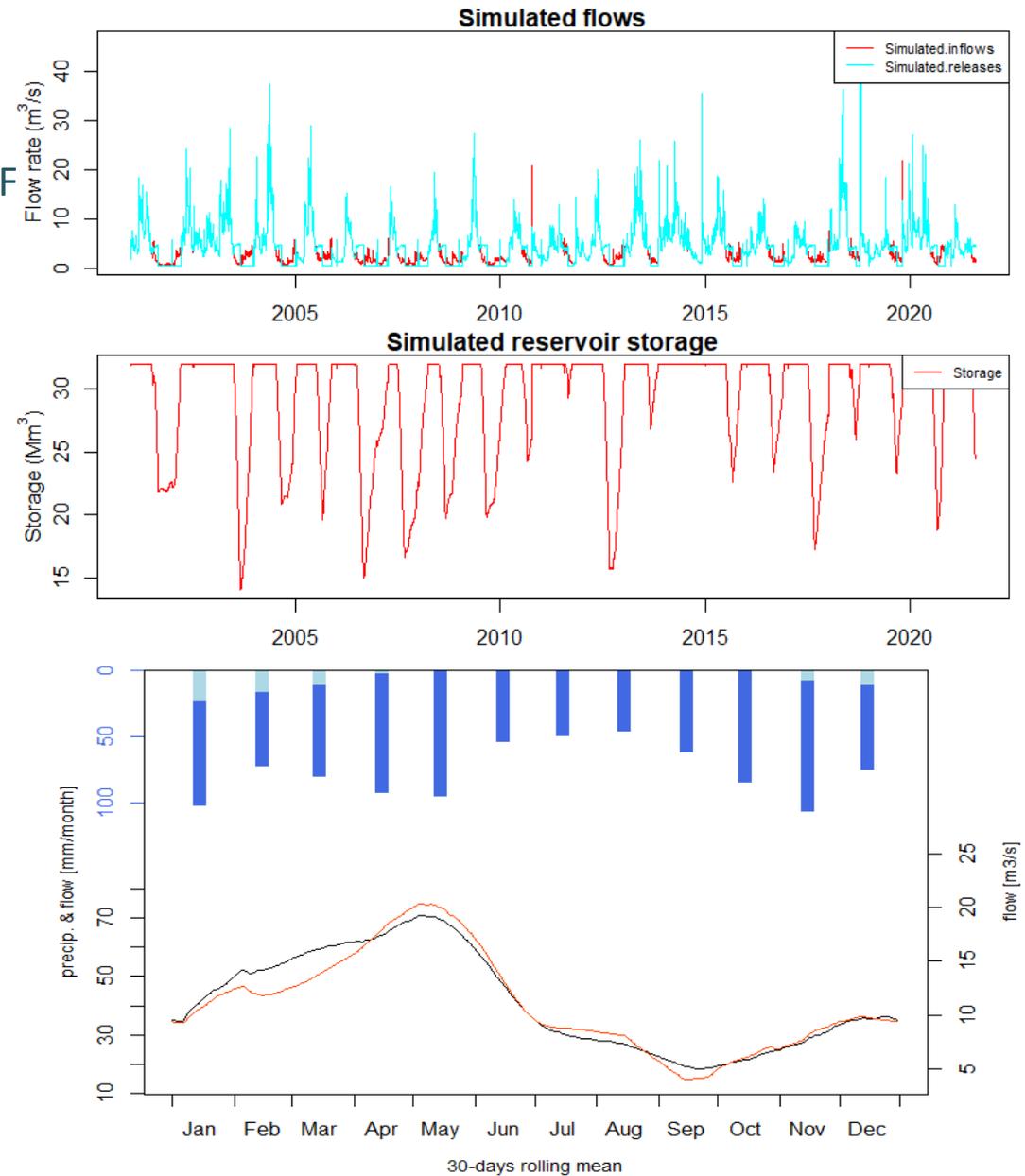
## ➤ Modélisation des réservoirs

- Demande auprès des gestionnaires:
  - Des chroniques journalières de volume et de lâchers
  - Des règles de gestion
- Les chroniques observés serviront à caler le modèle hydrologique
- Les règles de gestion serviront à programmer des règles pour la simulation forcée par des scénarios climatiques
- En cours:
  - VNF et BRL travaillent pour nous fournir des données
  - En attente de l'accord du département pour transmission des données de Laprade
  - EDF propose de fournir les débits naturalisés sur leur zone de barrage pour 3000€...
- Quels sont les données à disposition de la DDTM ?

## ➤ Modélisation de l'Aude amont

Calage du modèle influencé par les barrages EDF

- Fusion des 4 barrages en 1
- Application systématique de la convention de Matemale en juillet-août
- Tentative de définition des lâchers pour hydro-électricité par calcul des différences entre les débits simulés et observés à Belvianes-et-Cavirac sur le régime mensuel



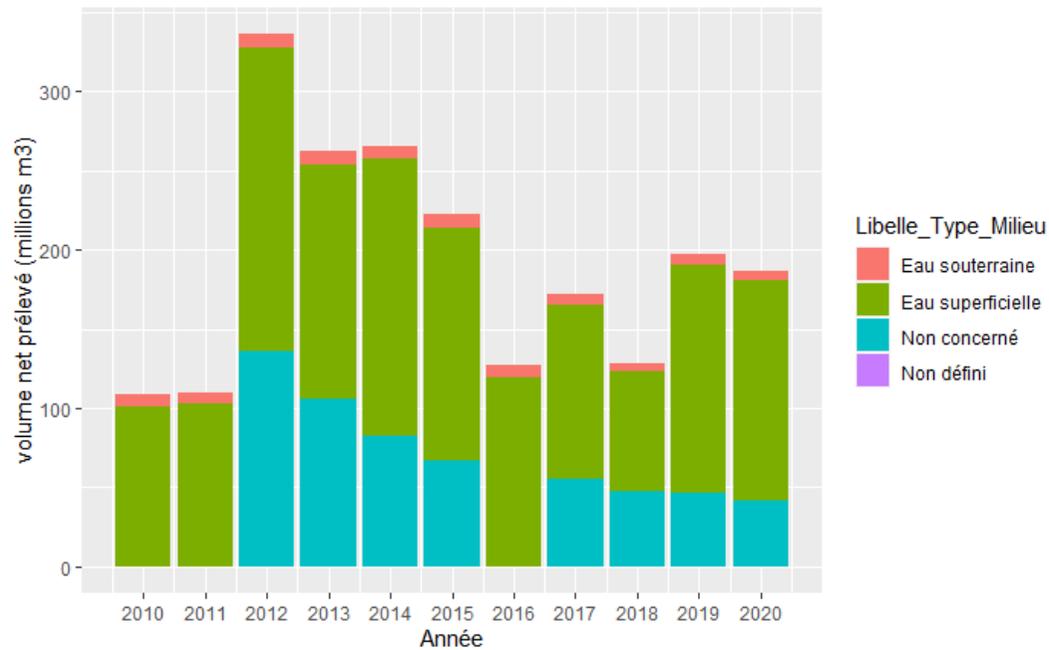
## ➤ Analyse de prélèvements existants

Traitement des données

- Fusion des fichiers de redevance AERMC pour les années 2010-2011 et 2012-2020
- Suppression des prélèvements en nappe profonde
- Attribution de l'usage « VNF » pour les prises d'eau du canal du Midi et de la Robine
- Calcul d'un prélèvement net
  - Abattement variable de 0 à 75 % en fonction du type d'industrie
  - Abattement de 75 % pour l'AEP

## ➤ Analyse de prélèvements existants

### Prélèvement par type de milieu

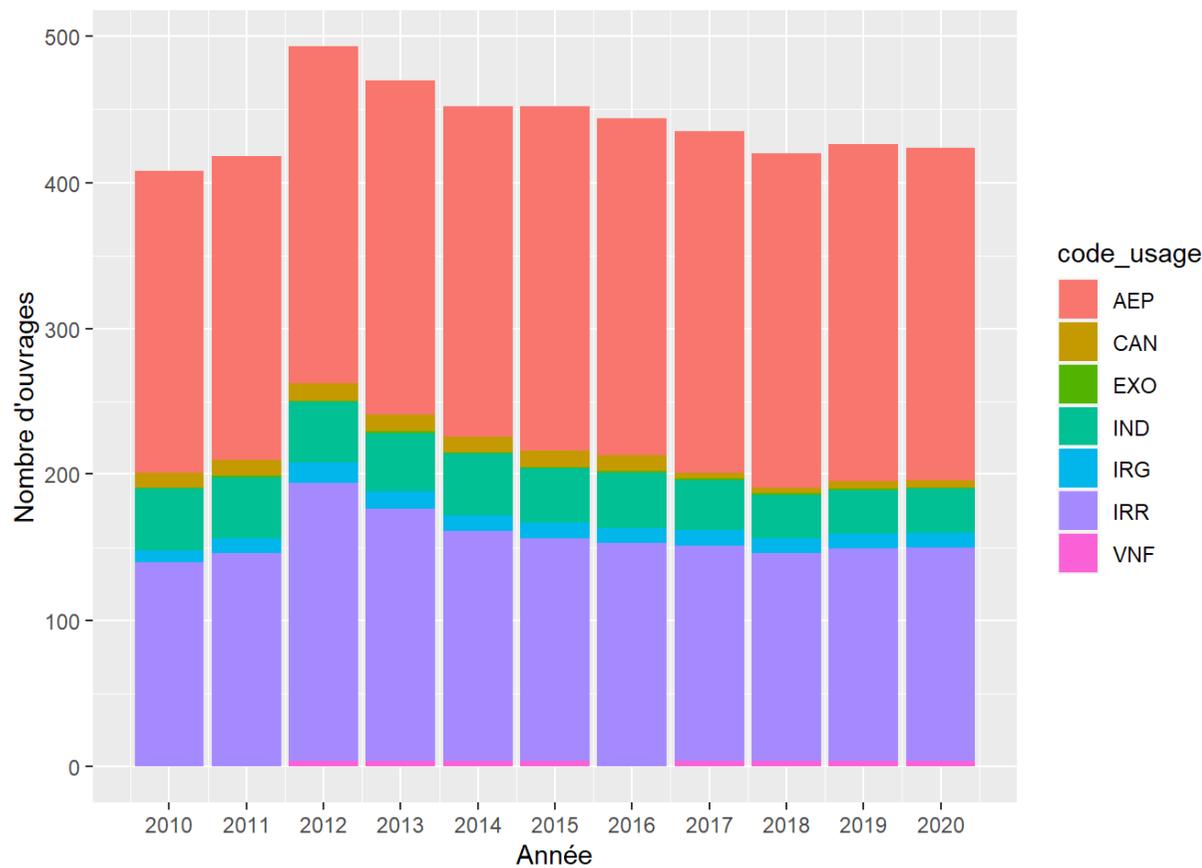


- Non concerné: Prélèvement pour l'alimentation du canal du Midi
- Les prélèvements souterrains étant supposés dans la nappe d'accompagnement seront modélisés comme des prélèvements directs en cours d'eau
- Les prélèvements d'eaux souterraines sont largement minoritaires et l'erreur d'appréciation de l'impact sur le cours d'eau devrait être minime

## ➤ Analyse de prélèvements existants

Evolution du nombre d'ouvrage par type de prélèvement

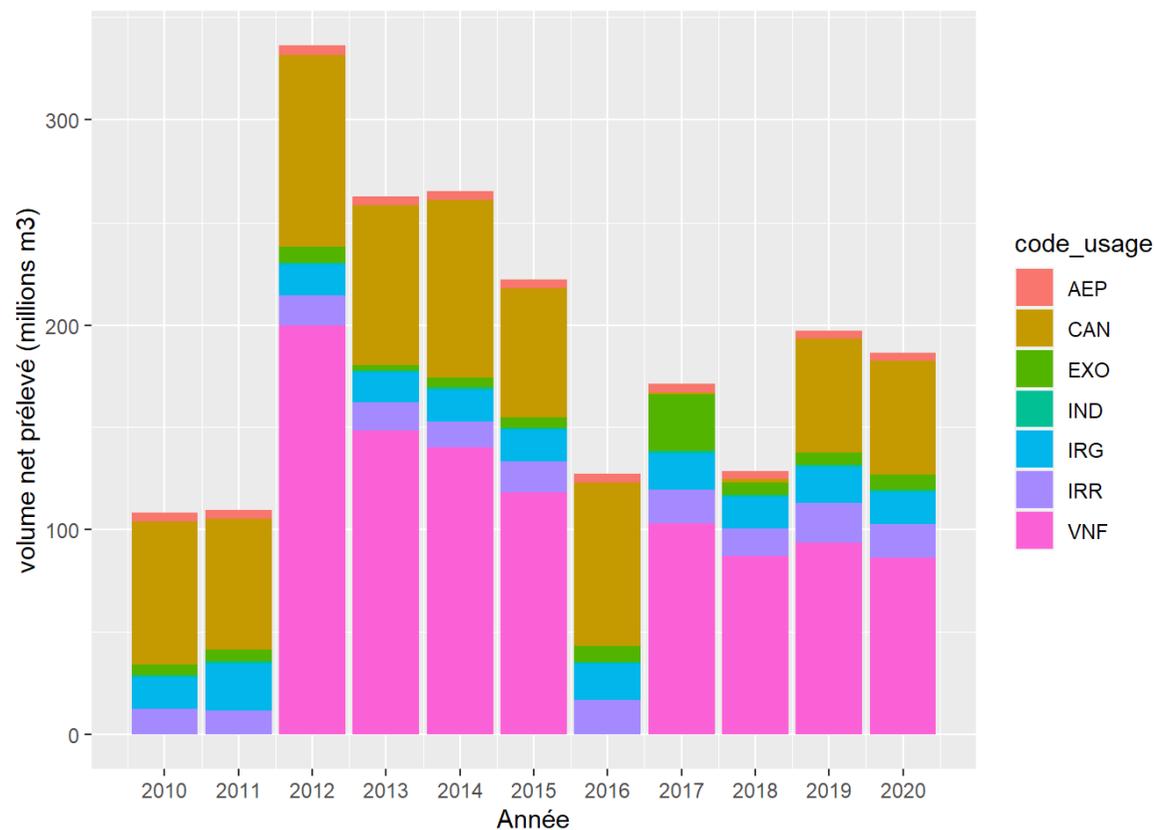
Annee	Autre usage éco.	Canal	Eau potable	Irr. gravitaire	Irr. non gravitaire	Usages exonérés	VNF
2010	42	10	207	8	140	1	NA
2011	42	11	208	10	146	1	NA
2012	42	12	230	14	190	1	4
2013	41	11	229	12	172	1	4
2014	42	11	226	11	157	1	4
2015	37	11	236	11	152	1	4
2016	38	11	231	10	153	1	NA
2017	34	4	234	11	147	1	4
2018	30	4	229	10	142	1	4
2019	30	5	231	10	145	1	4
2020	30	5	228	10	146	1	4



## ➤ Analyse de prélèvements existants

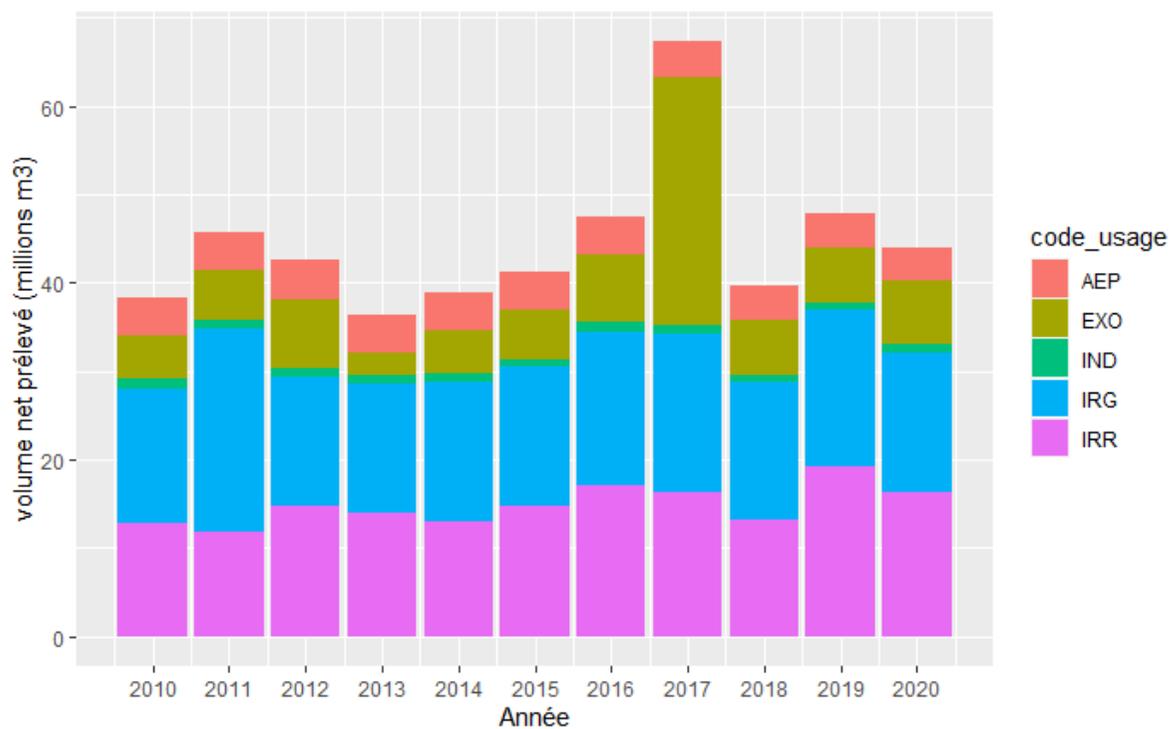
Evolution des volumes prélevés par type de prélèvement  
Volumes nets moyens annuels en millions de m3/an

Annee	Autre usage éco.	Canal	Eau potable	Irr. gravitaire	Irr. non gravitaire	Usages exonérés	VNF
2010	2,12	69,823	28,812	15,235	12,703	4,916	NA
2011	2,044	63,677	28,161	22,889	11,815	5,613	NA
2012	1,887	93,567	30,254	14,692	14,695	7,737	199,998
2013	1,763	78,188	29,122	14,587	13,986	2,445	148,28
2014	1,609	86,425	28,137	15,737	12,997	4,993	139,916
2015	1,546	62,663	28,171	15,775	14,687	5,55	118,261
2016	1,764	79,638	27,8	17,393	17,048	7,693	NA
2017	1,643	1,116	27,475	17,796	16,374	28,029	103,004
2018	1,409	1,706	26,022	15,641	13,141	6,166	87,147
2019	1,5	55,905	26,316	17,805	19,13	6,084	93,719
2020	1,849	56,292	24,518	15,645	16,339	7,231	86,258

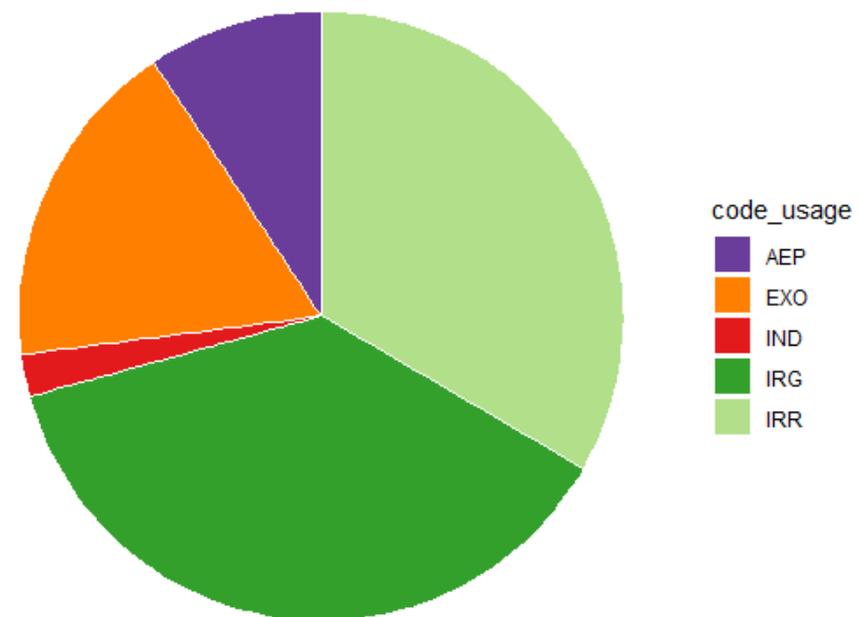


## ➤ Analyse de prélèvements existants

Evolution des prélèvements hors canaux et VNF



Proportion des prélèvements nets en 2020



## ➤ Analyse de prélèvements existants

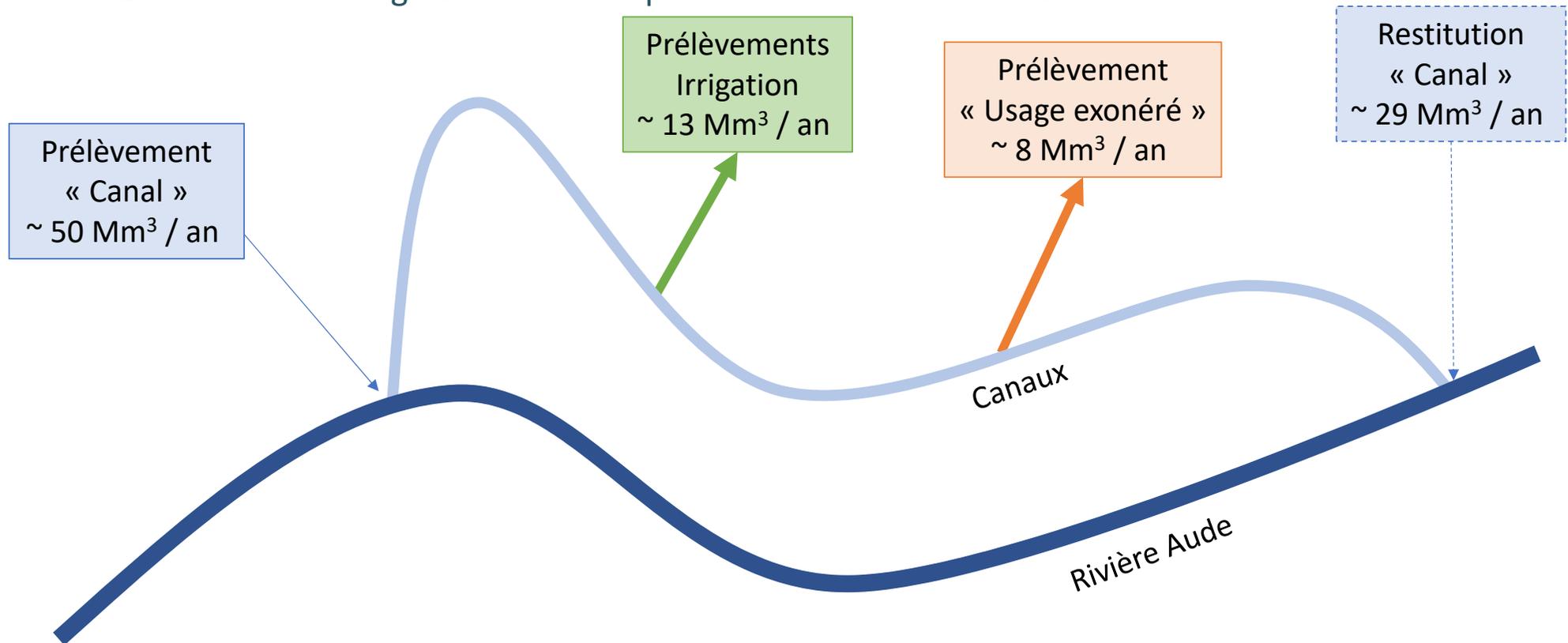
Le cas des canaux gravitaires: exemple de l'ASA de Marseillette:

### Exemple des données saisies entre 2016 et 2019...

Annee	Contribuable	Usage	Volume_preleve	Assiette	Volume_deductible
2016	ASA DE L'ANCIEN ETANG DE MARSEILLETTE	Canal	56407982	35694503	20713479
2016	ASA DE L'ANCIEN ETANG DE MARSEILLETTE	Irr. gravitaire	13020000	13020000	0
2016	ASA DE L'ANCIEN ETANG DE MARSEILLETTE	Usages exonérés	7693479	0	7693479
2017	ASA DE L'ANCIEN ETANG DE MARSEILLETTE	Irr. gravitaire	13020000	13020000	0
2017	ASA DE L'ANCIEN ETANG DE MARSEILLETTE	Usages exonérés	28029167	28029167	0
2018	ASA DE L'ANCIEN ETANG DE MARSEILLETTE	Irr. gravitaire	13020000	13020000	0
2018	ASA DE L'ANCIEN ETANG DE MARSEILLETTE	Usages exonérés	6165833	0	6165833
2019	ASA DE L'ANCIEN ETANG DE MARSEILLETTE	Canal	54205652	35061361	19144291
2019	ASA DE L'ANCIEN ETANG DE MARSEILLETTE	Irr. gravitaire	13060000	13060000	0
2019	ASA DE L'ANCIEN ETANG DE MARSEILLETTE	Usages exonérés	6084291	6084291	0

## ➤ Analyse de prélèvements existants

Le cas des canaux gravitaires: exemple de l'ASA de Marseillette



Des prélèvements en double :

- Entièrement pour « Canal » (attention au tronçon court-circuité)
- Partiellement pour « VNF » (consommation pour la navigation vers l'Atlantique, Agde et Robine)

## ➤ Analyse de prélèvements existants

Cas particulier de l'AEP: abattement direct ou gestion du tronçon court-circuité ?

- Modélisation du prélèvement net par défaut
- sauf là où le prélèvement et le rejet en station de traitement des eaux usées se trouve dans un autre bassin versant intermédiaire:
  - Modélisation du prélèvement brut et du rejet de STEU

Contributeur	Libelle_Ouvrage	Libelle_Type_Milieu	vol_min	vol_moy	vol_max
LE GRAND NARBONNE COMMUNAUTE D'AGGLOMERATION	PUITS DANS NAPPE DE L'AUDE STATION DE MOUSSOULENS	Eau souterraine	5.375	6.582	7.335
CARCASSONNE AGGLO	PRISE DANS L'AUDE USINE DE MAQUENS	Eau superficielle	4.744	5.075	5.600
SOC DES EAUX POTABLES LAPRADE	PRISE DANS RETENUE BARRAGE DE LAPRADE	Eau superficielle	1.379	1.500	1.608
SIAEP DE LA REGION DE L'ORBIEU	SOURCE DE L'ADOUX GORGES DE TERMINET	Eau souterraine	1.288	1.396	1.502
SIAEP DE LA REGION DE L'ORBIEU	FORAGES DE L'ESTAGNOL LIEU-DIT LA TUILERIE	Eau souterraine	0.254	0.718	1.046
SIAEP DU MINERVOIS	SOURCE DES PEYROLLES	Eau souterraine	0.500	0.586	0.640
COM DE COM DE CASTELNAUDARY LAURAGAIS AUDOIS	SOURCE LES CAMMAZES UF LAS NOBIOS	Eau souterraine	0.424	0.517	0.645
COM DE COM DE CASTELNAUDARY LAURAGAIS AUDOIS	FORAGE DANS NAPPE PROFONDE LIEU-DIT SAINTE MARIE	Eau souterraine	0.395	0.501	0.670
COMMUNE DE LIMOUX	PUITS DANS NAPPE LIEU DIT DE TIVOLI	Eau souterraine	0.030	0.489	0.778
SYNDICAT ORIENTAL DES EAUX DE LA MONTAGNE NOIRE	SOURCE FONT-BAROTE	Eau souterraine	0.316	0.476	0.589
COMMUNE DE LIMOUX	SOURCE L'ALET	Eau souterraine	0.268	0.404	0.744
LE GRAND NARBONNE COMMUNAUTE D'AGGLOMERATION	FORAGE DANS NAPPE LIEU-DIT LES MAILLOLES	Eau souterraine	0.339	0.384	0.436
RESEAU SOLIDARITE EAU 11 DIT RESEAU 11	SOURCE LA LOUBATIERE	Eau souterraine	0.360	0.360	0.360
COM DE COM DE CASTELNAUDARY LAURAGAIS AUDOIS	SOURCE CO D'EN SENS UF D'ISSEL	Eau souterraine	0.254	0.295	0.340
LE GRAND NARBONNE COMMUNAUTE D'AGGLOMERATION	PUITS DANS NAPPE DE COURSAN	Eau souterraine	0.183	0.287	0.386
RESEAU SOLIDARITE EAU 11 DIT RESEAU 11	SOURCE LA LOUBATIERE	Eau souterraine	0.240	0.279	0.296
COMMUNE DE LEZIGNAN CORBIERES	FORAGE DANS NAPPE DE ROQUEFERRANDE	Eau souterraine	0.079	0.274	0.500

## ➤ Analyse de prélèvements existants

Quelle explication pour la chute du nombre de prélèvement « Canal » entre 2016 et 2017 ?

Sélection des préleveurs « Canal » supérieurs à 250 000 m<sup>3</sup>/an :

Contribuable_Ouvrage	2015	2016	2017	2018	2019	2020
SYNDICAT MIXTE DU CANAL DE CANET / PRISE DANS L'AUDE	5.806	14.362	NA	NA	NA	NA
ASSOCIATION SYNDICALE AUTORISEE DES CANAUX D'ARROSAGE DE FORMIGUERES / PRISE DANS LA LLADURE RIVE DROITE -CANAL DE LA MATTE	0.851	0.851	0.832	0.832	0.832	0.832
ASA ARROSAGE CANAL HOMPS ET AZILLE / PRISE D'EAU CANAL DU MIDI	1.470	1.446	NA	NA	NA	NA
ASA DU CANAL PUICHERIC / PRISE DANS CANAL DU MIDI LIEU-DIT VILLEDUBERT	3.387	NA	NA	NA	NA	NA
ASA CANAL LUC SUR ORBIEU / PRISE DANS L'ORBIEU LIEU-DIT MAISON DU GARDE	3.605	3.709	NA	NA	NA	NA
ASA DE L'ANCIEN ETANG DE MARSEILLETTE / PRISE DANS L'AUDE LIEU-DIT DE NAUDY	46.798	56.408	NA	NA	54.206	54.559
ASA ARROSAGE DES JARDINS FAMILIAUX / PRISE DANS L'ARGENT DOUBLE JARDINS FAMILIAUX	0.203	NA	NA	NA	NA	NA
ASA IRRIGATION JARDINS PEYRIAC MINERVOIS / PRISE DANS L'ARGENT DOUBLE LIEU-DIT LA ROQUE HAUTE	0.136	0.136	NA	NA	NA	NA
ASA DE LA PRADE / PRISE D'EAU L'ARGENT DOUBLE	0.280	0.280	NA	NA	NA	NA
ASA DE CASTELNAU LA REDORTE / PRISE DANS CANAL DU MIDI LIEU-DIT VILLEDUBERT	NA	2.253	NA	NA	NA	NA
COMMUNE DE SAINT NAZAIRE D'AUDE / PRISE D'EAU CANAL DU MIDI	NA	NA	0.176	0.176	0.176	0.176
ASA ARROSAGE PLAINES SALINS DE PUICHERIC / PRISE DANS CANAL DU MIDI ECLUSE PUICHERIC	NA	NA	NA	0.664	0.664	0.664

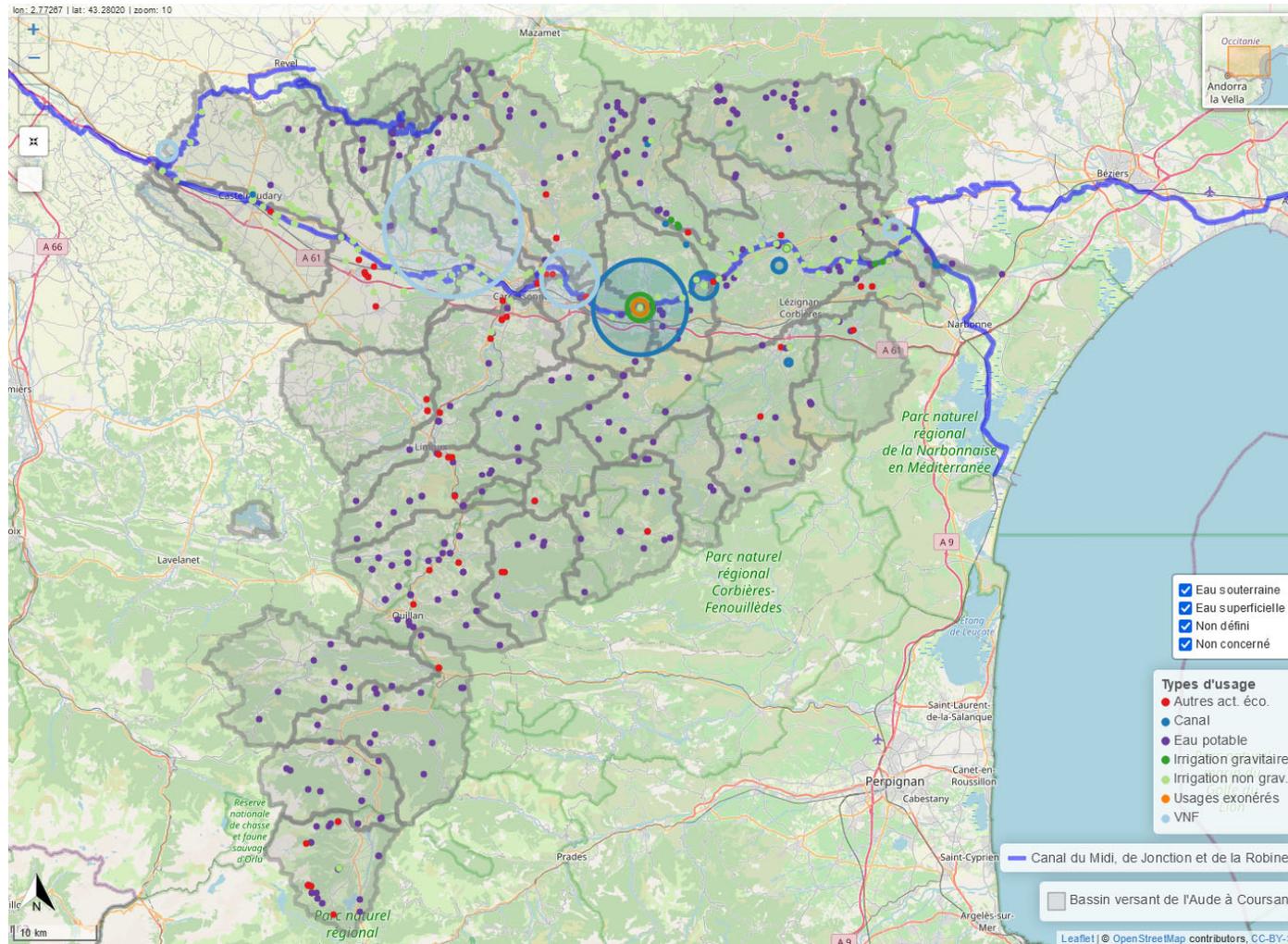


COPIE - TALANO

9 décembre 2022

# ➤ Analyse de prélèvements existants

Cartographie des prélèvements par rapports aux bassins versants intermédiaires



## ➤ Analyse de prélèvements existants

Reste à faire

- Identifier les prélèvements dans les canaux pour leur attribuer un type de milieu canal
- Calculer le besoin en eau du canal du Midi et de la Robine pour la navigation en soustrayant tous les prélèvements réalisés sur ces canaux

INRAE



TALANOA  
- w a t e r -

## ➤ Le jeu sérieux

Projet TALANOA – Terrain français  
Aude aval & Aude médiane

## ➤ Le jeu sérieux (M. Vieira Pak)

- Définition : « activité compétitive construite artificiellement, avec un objectif particulier, définie selon un ensemble de règles et de contraintes, et située dans un contexte spécifique » (Hays, 2005), et qui n'a pas comme objectif principal le divertissement »
- Le jeu contient un modèle défini comme un système composé de différents objets et variables et de leurs interactions.
- Le jeu peut prendre la forme d'un jeu informatique, un plateau de jeu, une simulation théâtrale

## ➤ Objectifs du jeu dans TALANOA

- Créer une vision/représentation partagée des dynamiques et problèmes du territoire
- Explorer l'effets des stratégies (individuelles, collectives / organisationnelles, institutionnelles, techniques) dont le développement agricole
- Simuler une combinaison de stratégies d'adaptation
- Tester la robustesse / différents scénarios

## ➤ Ce que l'on veut « mettre en scène »

Dans le jeu

- Les exploitations agricoles, les périmètres irrigués
  - la demande en eau
  - L'économie / les revenus afférents
- Les problèmes d'accès à l'eau / la disponibilité en eau et le lien avec le développement agricole
- Les effets de répartition de l'eau à l'amont et à l'aval du bassin versant, sans distinguer nécessairement amont-aval si cristallise trop de tension
- Les choix de modernisation
- La filière viticole
- Le rôle des institutions dans la gestion de l'eau et des dispositifs (régulation)

Pas de temps :

- Chaque tour de rôle peut représenter une année ou un pas de temps plus long (10 ans) pour observer l'impact à long terme des choix structuraux.

## ➤ Les acteurs qui seraient représentés

Dans le jeu TALANOA des rôles clés ont été identifiés :

- **Des agriculteurs** avec et sans irrigation. En fonction du rôle -irrigants ou pas irrigants- l'agriculteur doit développer l'agriculture et répondre aux besoins en eau de ses cultures. Préserver son revenu. (*irrigants sur et hors ASA ?*)
- **Des ASA** : leur rôle consiste à garantir la répartition et gestion de l'eau (choix de modernisation, règles)
- **Etat / collectivité / ETPB** : son rôle consiste à garantir le respect du bon état des milieux aquatiques, la mise en place d'instruments incitatifs ou réglementaires
- Gestionnaire de l'eau : rôle de VNF ou EDF par exemple. C'est celui qui repartie l'eau dans le territoire ( Acteurs nécessaires?)

=> Réflexion sur la nécessité d'explicitier l'ensemble des autres usagers de l'eau (environnement / pêche / navigation / AEP) : on propose de les considérer comme des contraintes dans un 1<sup>er</sup> temps.

## ➤ Les actions de chaque joueur

Les agriculteurs peuvent dans leurs exploitations / coopératives :

Arracher/replanter des cultures (irrigués ou non irrigués), vouloir s'équiper

Choisir des nouvelles cultures (reflet du développement agricole) surtout quand ils s'installent

Choisir la technologie d'irrigation, piloter l'irrigation

Le responsable ASA ( aussi un agriculteur) peut :

Moderniser/investir sur les systèmes d'irrigation (goutte à goutte / sous pression)

Prendre des décisions sur l'extension du réseau d'irrigation / du recul

Le gestionnaire du bassin peut :

Proposer des instruments incitatifs

Réglementer

Donner des conseils de pilotage en fonction de l'information climatique

Définir des situations de crises

## ➤ Comment ?

- Niveau de réalisme / abstraction à définir
- Calibrage :
  - choix de garder les bons ordres de grandeurs / proportions
  - dans un stade avancé (proto 2) les données de la modélisation/ réelle pourront être utilisées via une interface informatique

Prévoir 3 étapes dans le jeu :

- Représenter les choix structurels de l'agriculture impactant la demande en eau et le cycle de l'eau
- Dérouler une série d'années pour tester la robustesse des choix structurels et leur performance (avec une analyse multicritère)
- Auto-évaluation

## ➤ Site internet

- Souhaitez-vous que vos logos apparaissent sur la bannière horizontale ?
- Ce lieu peut permettre de stocker des documents clefs sur le sujet, n'hésitez pas à en proposer

- [Facebook : idée du groupe informel \(10\) Agriculture, Eau et changement climatique - Aude / TALANOA | Facebook](#)

## ➤ Perspectives sur le plan participatif

- Atelier 2 / 9 février sur la prospective – êtes vous disponible ?
- Atelier 27 / 28 février sur les leviers et dispositifs agro-écologiques – Vous pouvez noter la date
- Enquêtes aux agriculteurs / Stage dans le cadre de la thèse de Juliette Le Gallo à partir de Mars 2023.
- Autres idées ?
  - Avez-vous des évènements prévus en lien ? Des idées d'évènements à co-porter ?
  - Comment « partager des histoires / du vécu » ? Retour de la sécheresse estivale ? Evènement grand public ?

➤ **MERCI !**



COFIL - TALANOA

9 décembre 2022

## ➤ Quelques informations clefs sur le projet

Un projet du programme [PRIMA: Partnership for Research & Innovation in the Mediterranean area \(prima-med.org\)](https://prima-med.org)

- ✓ Juin 2021 – juin 2025 (4 ans)
- ✓ Coordination: Université de Salamanca (ES) Dionisio Perez Blanco (Chercheur en économie agricole)
- ✓ Budget : ~400 k€ :
  - ateliers et réunions de projets ;
  - 1 thèse en économie : Juliette Le Gallo ;
  - 1 CDD (2,5 ans)
  - Plusieurs stages de Master (possibilité d'encadrement conjointe)

**Composition du consortium** : Universidad de Salamanca (USAL),  
American University of Beirut (AUB),  
Centro Euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici (CMCC),  
National Water Research Centre (NWRC),  
Institut National de Recherche pour l'Agriculture, l'Alimentation et l'Environnement (INRAE),  
Institut National Agronomique de Tunisie (INAT),  
GECOsistema,  
Green Power for Agriculture and Irrigation (GPAI)

## ➤ Objectif : développer cette approche dans 6 terrains

Autour de la Méditerranée

