



**HAL**  
open science

## Gestion de l'irrigation en ressource contrainte

Sophie Gendre, Jacques-Eric Bergez

► **To cite this version:**

Sophie Gendre, Jacques-Eric Bergez. Gestion de l'irrigation en ressource contrainte. Varennes de l'eau - Atelier 2, Nov 2021, Paris, France. 35p. hal-03432731

**HAL Id: hal-03432731**

**<https://hal.inrae.fr/hal-03432731v1>**

Submitted on 17 Nov 2021

**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.



*Sophie GENDRE (Arvalis)*  
[s.gendre@arvalis.fr](mailto:s.gendre@arvalis.fr)  
*Jacques-Eric BERGEZ (INRAE)*  
[jacques-eric.bergez@inrae.fr](mailto:jacques-eric.bergez@inrae.fr)

# Gestion de l'irrigation en ressource contrainte

**ARVALIS**  
Institut du végétal

**INRAE**



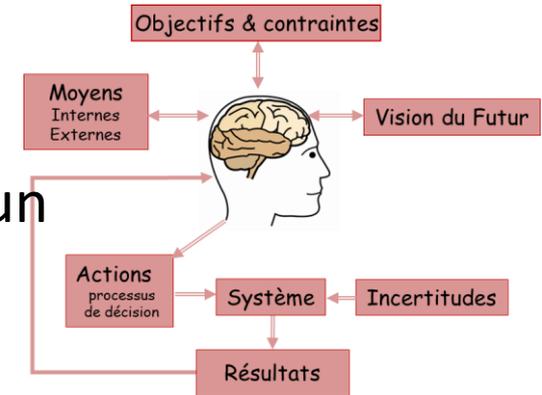
# De quoi allons-nous parler ?

1. Quelques définitions
2. Echelles de temps et d'espace
3. Gestion à la parcelle – Exemple
4. Gestion à la ferme – Exemple
5. Gestion au territoire – Exemple
6. Perspectives



# Quelques définitions

- **Stratégie:** choix raisonné de l'agriculteur de mobilisation de ses ressources pour atteindre un objectif défini
- **Ressources contraintes:** situations dans lesquelles la conduite de l'irrigation ne permet pas de suivre la stratégie hors contrainte de l'agriculteur (ETM ou autre)
- **Notions importantes**
  - Volume disponible d'irrigation en  $m^3$
  - Débit d'irrigation en mm/j
- **Ressource limitée:** pas limitante tous les ans (limitant x années sur 10)
- **Ressource = Volume**





# Plusieurs dimensions de décision en ressource contrainte



Spatial

Territoire

Exploitation

Parcelle

3 SIMULTEAU

2 ASALEE

MO<sub>U</sub>STICS

1 Irré-LIS VL

Automatisation irrigation

MODERATO

BHYP

Temporel

Stratégique

Tactique

Opérationnel



# Gestion ressource contrainte à la parcelle

## Questions posées

### Outils de pilotage de l'irrigation

- Bonne dose au bon moment
- Pertinents en volume non limité



### Volume limité

- Limitant pour la culture ?
  - ⇒ Besoins en eau satisfaits pendant tout le cycle ?
- Comment utiliser/répartir au mieux ce volume ?
  - Entre la cigale et la fourmi





# Exemple maïs

## courbe de déstockage VNL

⇒ cinétique de déstockage couvrant les besoins en eau

## courbe de déstockage VL

- ⇒ Transposition de la courbe VNL
- ⇒ Passant par Volume Disponible
- ⇒ Volume épuisé au même stade qu'avec VNL

## Équations du type :

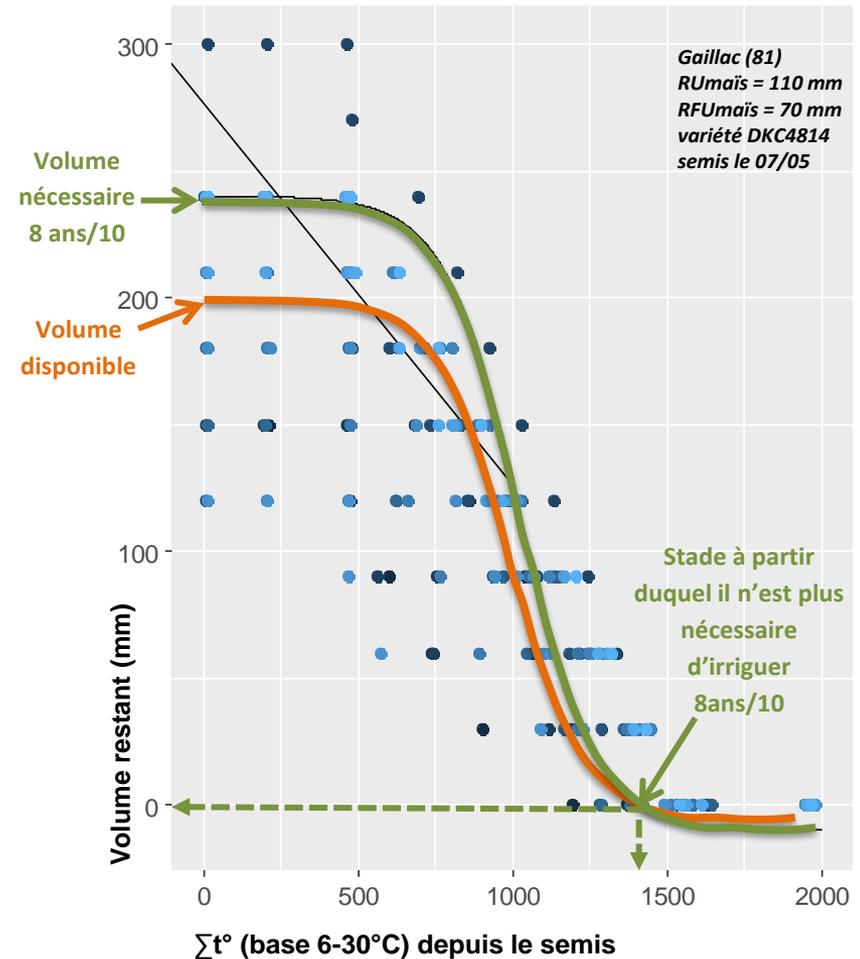
$$Y = \frac{a}{1 + \exp(k_1 X + k_2)} + b$$

avec :

X = somme de température depuis le semis

Y = Volume restant à la date correspondant à la somme de température X

a, b, k1 et k2 étant des coefficients du modèle



Volume -> on devrait plutôt employer le terme de Dose Totale



# Module décisionnel

## Règles de décision :

- Quand le stade de début d'irrigation est atteint
- Si le stade de fin d'irrigation n'est pas atteint
- Si la durée du tour d'eau depuis la dernière irrigation est dépassée
- Si le Réservoir Facilement Utilisable (RFUr) est épuisé
- Si le volume restant > courbe VL

## Calculs rétrospectifs sur les 20 dernières années :

- Dates d'apparition des stades et  $\sum t^\circ$  correspondantes
  - 10F
  - Floraison
  - H50
- Dose unitaire / Temps de retour définis par l'utilisateur



## Fonction de production

– Relation entre rendement et consommation en eau ou stress hydrique ( $ETR/ETM$ )

– relation du type :

$$\frac{r}{R} = f\left(\frac{ETR}{ETM}\right)$$

$$\frac{r}{R} = k1 \times \frac{ETR^{phase1}}{ETM^{phase1}} + k2 \times \frac{ETR^{phase2}}{ETM^{phase2}} + \text{interactions} + \text{résiduel}$$

– avec :

$r$  = rendement obtenu à l'ETR (stress)

$R$  = rendement obtenu à l'ETM (non stressé)

*NB : fonction de production utilisée dans d'autres modèles développés par Arvalis*

$k1, k2, \dots$  = coefficients du modèle

phase1 = 10F -> floraison

phase2 = floraison -> H32

8

⇒ Déterminer les stratégies aboutissant à  $r/R$  le plus élevé possible



## **24 stratégies** de conduite de l'irrigation

- Dose unitaire (mini 20 mm)
- Période de retour (maxi 10 jours)
- Stade début
- Stade fin

## **Doses totales disponibles**

- 200, 150 mm

## **Contexte** agro-pédo-climatique

- Gaillac (alluvions, RU=110mm)



# Fréquence pour laquelle le volume disponible est limitant

(fréquentiel sur 20 ans)

		<b>Gaillac</b>
<b>Volume disponible</b>	<b>200 mm</b>	<b>5.5</b>
	<b>175 mm</b>	<b>8</b>
	<b>150 mm</b>	<b>9.5</b>
	<b>125 mm</b>	<b>9.5</b>

Rappel : dose totale nécessaire pour garantir une conduite à l'ETM 8 ans sur 10 :

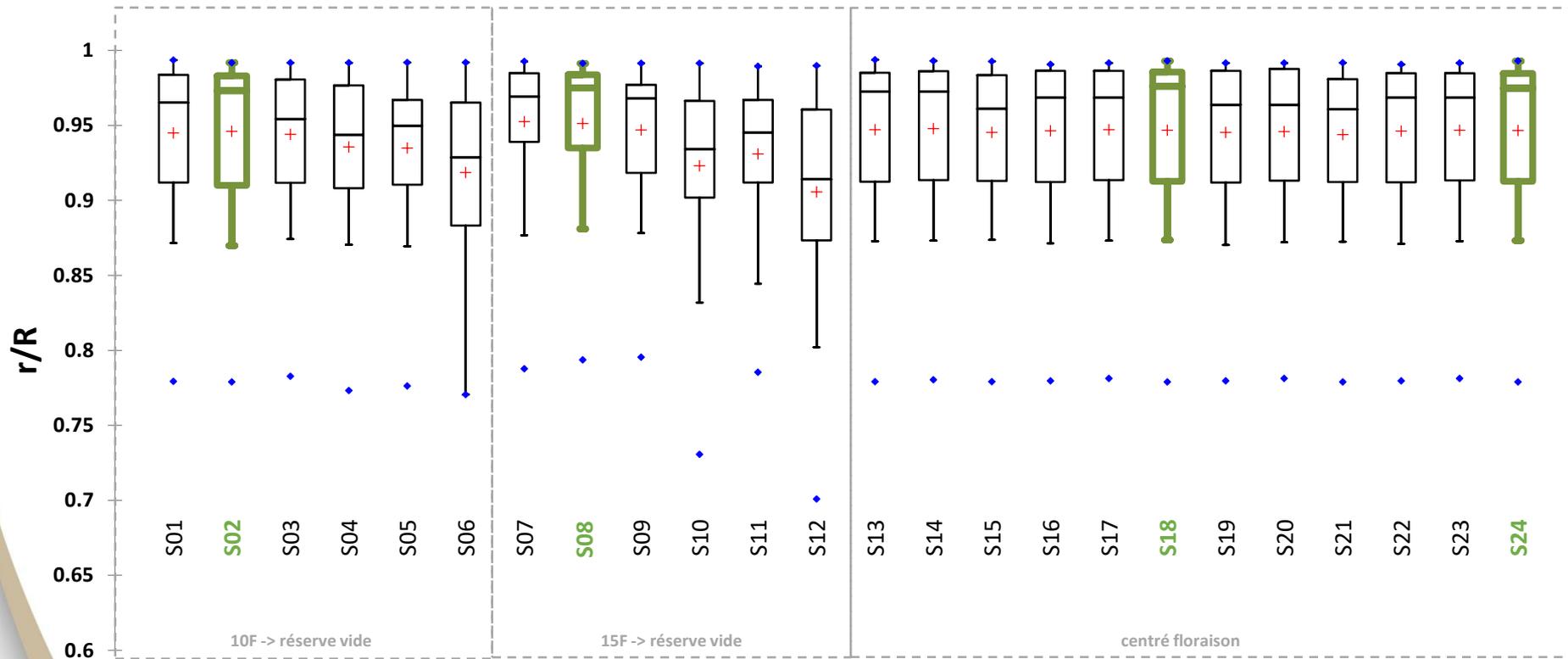
240 mm

variété DKC4814  
semis le 07/05



# VL200\_Gaillac

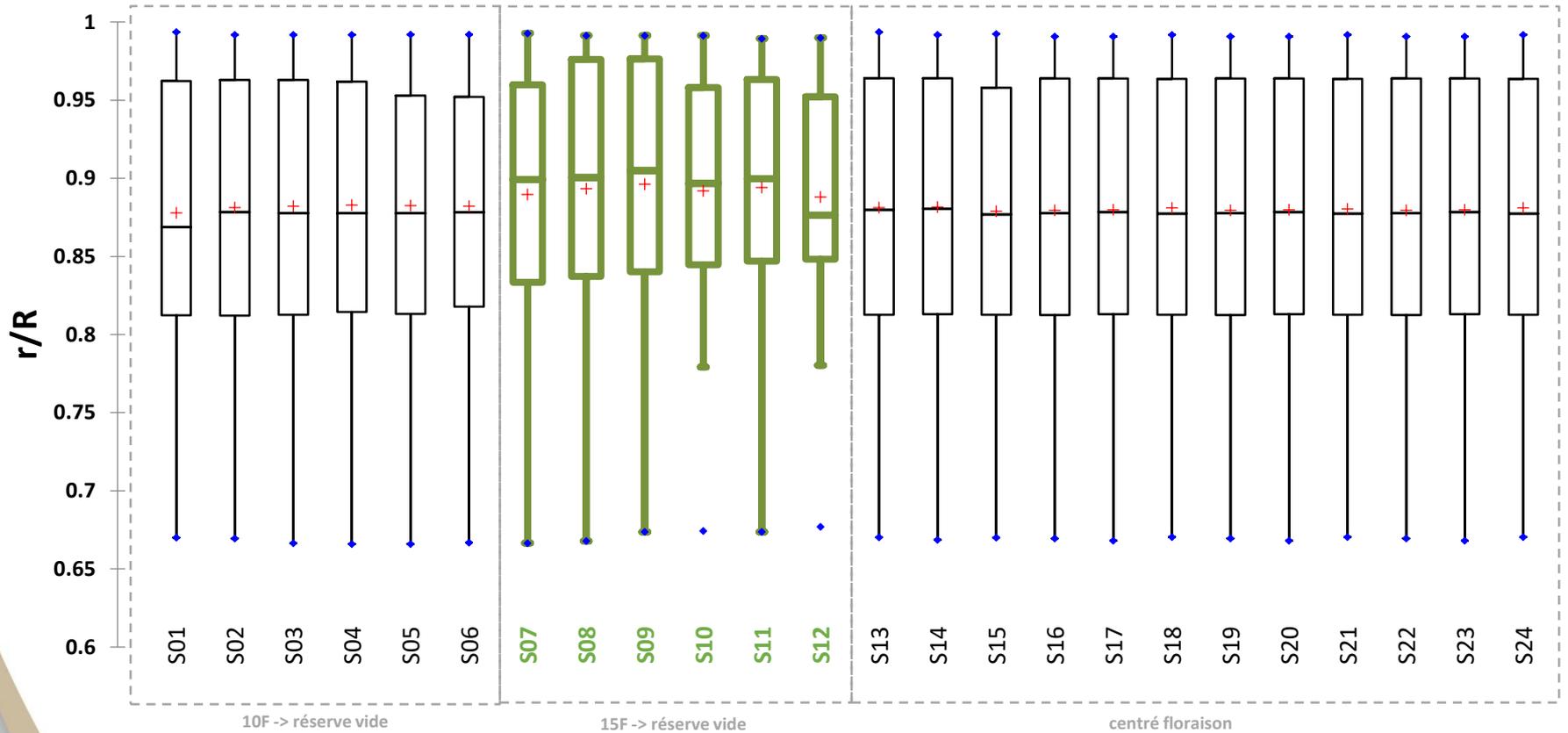
données 1998-2018



En vert : meilleurs scénarios...ou les moins mauvais



# VL150\_Gaillac





# Conclusion

- Pas d'outil existant actuellement mais des outils en cours de développement
- Plusieurs stratégies envisageables :
  - Cigale / Fourmi
  - Selon les stades critiques
  - Selon la prévision météo



# Plusieurs dimensions de décision en ressource contrainte



Spatial

Territoire

Exploitation

Parcelle

3 SIMULTEAU

2 ASALEE

MO<sub>U</sub>STICS

1 Irré-LIS VL

Automatisation irrigation

MODERATO

BHYP

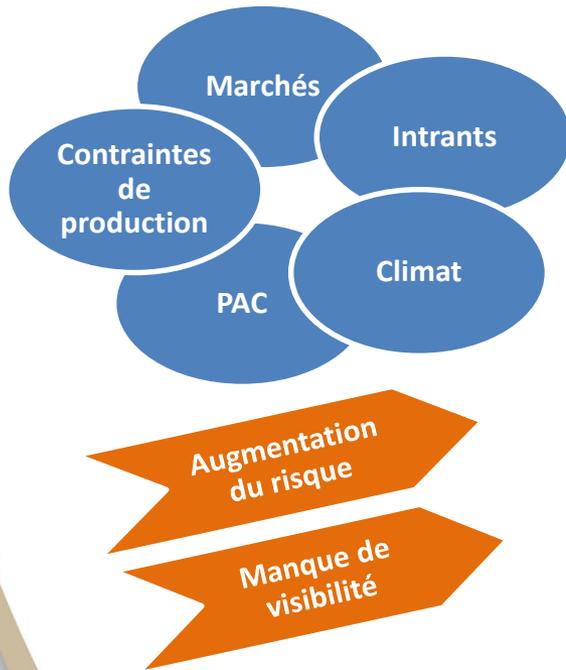
Temporel

Stratégique

Tactique

Opérationnel

# Un outil pour quoi ?



## Des outils d'optimisation d'assolement

- Obsolètes ?
- Critères d'optimisation ?
- Travaux des précédentes UMT

## Des attentes

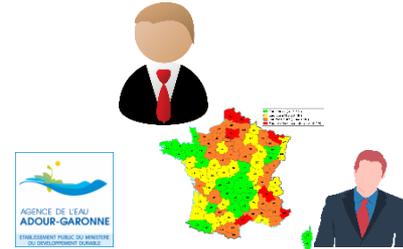
- **Des opérateurs économiques**
  - Adaptation de bassins
  - Maintien de revenu des agriculteurs
  - Adaptation des outils logistiques
- **Des institutionnels**
  - Pour accompagner le changement
- **Des agriculteurs**
  - pour tester LEUR solution d'adaptation



# Un outil pour qui ?

## Groupes d'agriculteurs autour d'une thématique

- Accompagnés par techniciens



- Institutionnels
  - Mesures d'impact et solutions d'adaptation



- Exploitations agricoles
  - Diagnostics



# Gestion stratégique exploitation agricole

## ASALEE

Utilisable en  
ressource contrainte  
ou non

AGENCE DE L'EAU  
ADOUR-GARONNE

ETABLISSEMENT PUBLIC DU MINISTÈRE  
DU DÉVELOPPEMENT DURABLE

**1 Outil**

**1**

Aléas climatiques



Variabilité économique

Indicateur économique

**2**

**Des assolements**



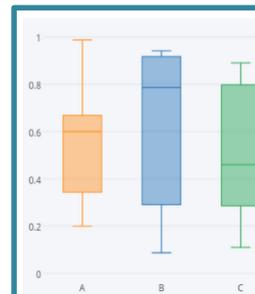
Scénarios d'assolements  
Atelier de co-construction



- Quel revenu espérer?  
- Quels sont les risques économiques  
encourus? Les opportunités?..

**3**

**Comparaison d'assolements**



Des indicateurs de performance  
Des indicateurs de variabilité  
De consommation en eau...

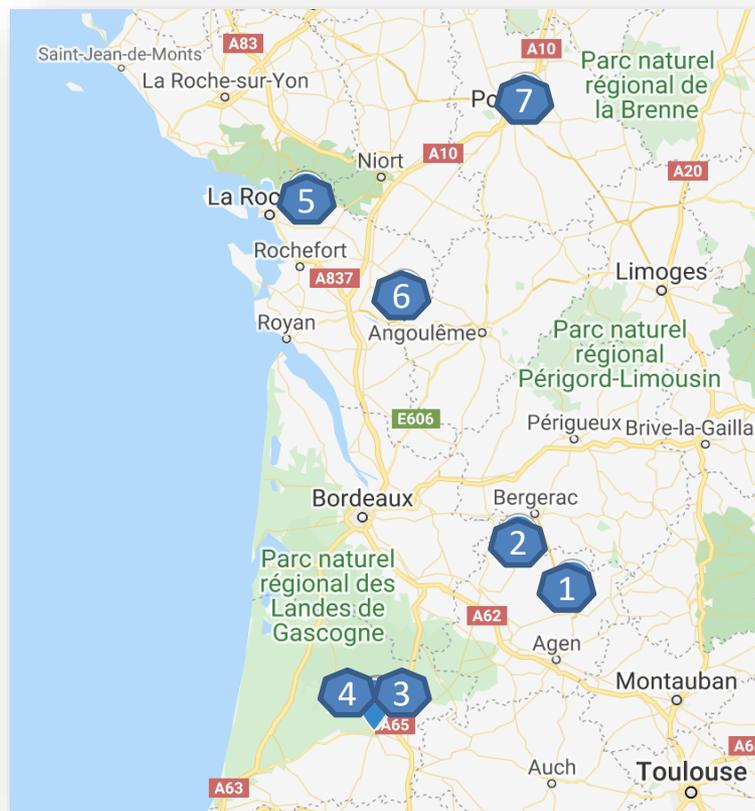




# La Nouvelle-Aquitaine à l'étude dans le projet CLIMASSOL

## 7 territoires contrastés

Groupe	Secteur	Partenaire
1	Lot et Garonne - Vallée du Lot	Alcor Groupe Terres du Sud
2	Lot et Garonne - Coteaux de Seyches	
3	Landes - Vallée de l'Adour	Maïsadour
4	Landes - La Midouze	
5	Charente-Maritime - Groies	Terre Atlantique
6	Charente - Terres de Champagne	Océalia
7	Vienne - Groies	Chambre d'agriculture de la Vienne



Localisation des 7 fermes du projet CLIMASSOL

# Les ateliers de co-conception

## Sélection / construction Ferme type

- Connaissance du territoire
- Données disponibles
- Proposition d'une ferme support de simulation

## Présentation - Adaptation

- Présentation des objectifs de l'étude
- Présentation de la ferme type
- Discussion et adaptation : assolement, sols, matériels...

## Hypothèses de changement de contexte

- Problématiques techniques / objectifs
- Priorisation des enjeux et hypothèses de changement (volumes d'eau ...)

## Scenarii d'adaptation

- Conception de scenarii d'adaptation au contexte validé précédemment
  - Travaux de groupe et restitution
  - Priorisation
    - Présentation d'un jeu d'hypothèses : charges, rendement...
    - Discussion adaptation

## Hypothèses technico- économiques

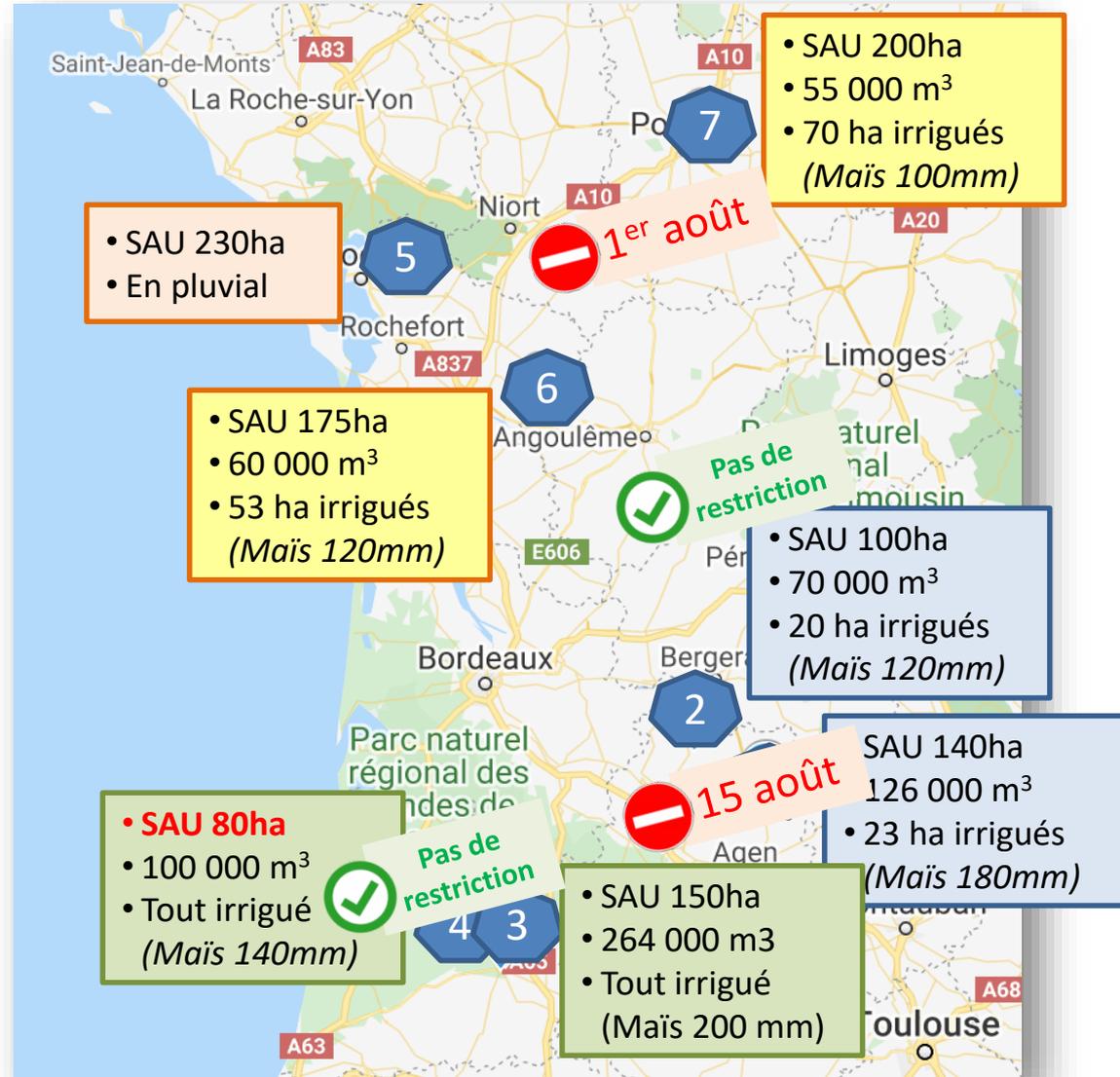
Au cours de  
l'atelier



# Fermes types du projet CLIMASSOL

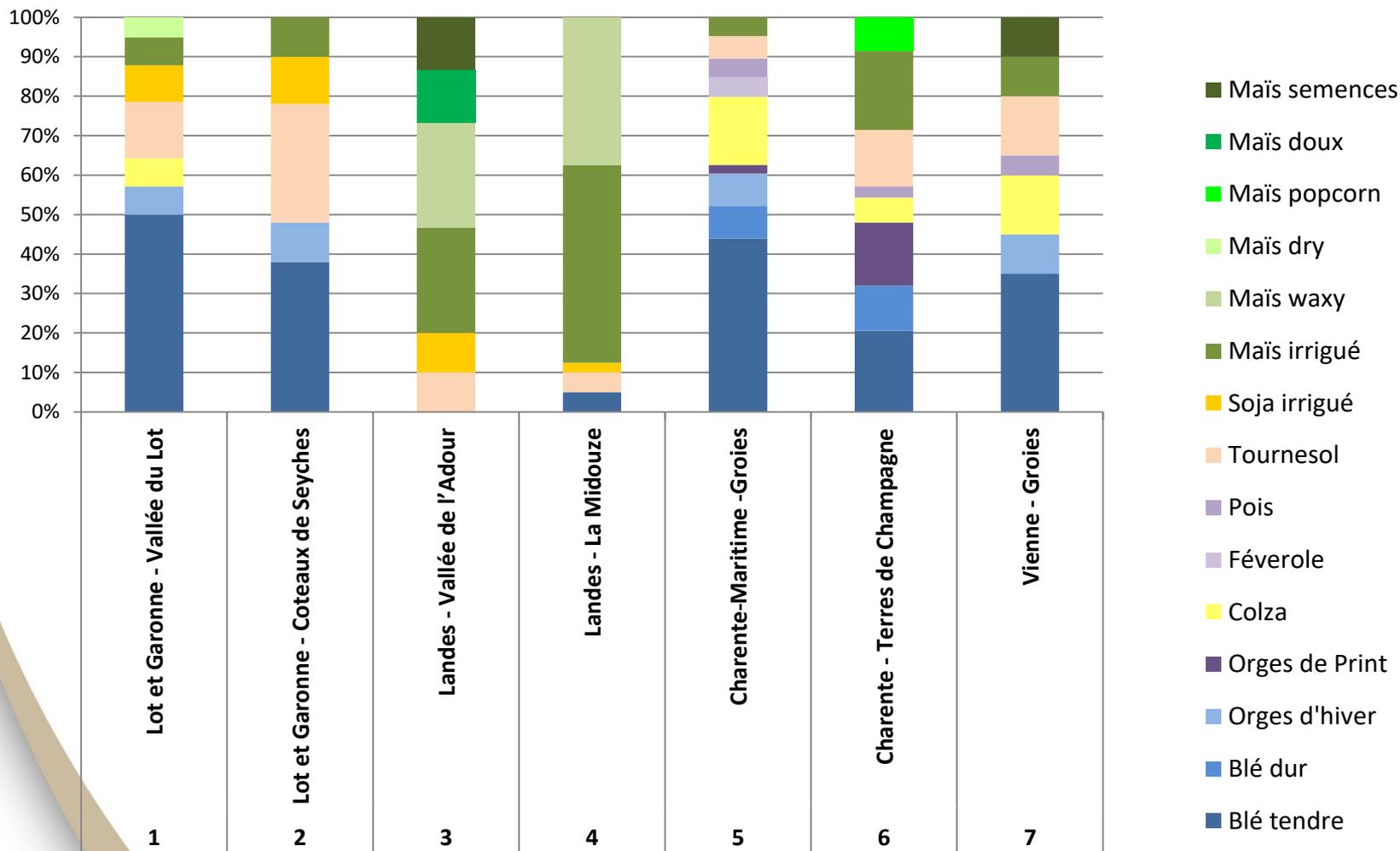
## 7 territoires contrastés

Groupe	Secteur
1	Lot et Garonne - Vallée du Lot
2	Lot et Garonne - Coteaux de Seyches
3	Landes - Vallée de l'Adour
4	Landes - La Midouze
5	Charente-Maritime - Groies
6	Charente - Terres de Champagne
7	Vienne - Groies





# Assolements de base des 7 fermes types





# Scénarios communs à plusieurs territoires

## Cultures sous contrat

- Semences (betterave, orge, tournesol, colza, maïs...)
- Maïs pop-corn, waxy...

## Dominance cultures d'hiver/cultures de printemps

## Introduction luzerne

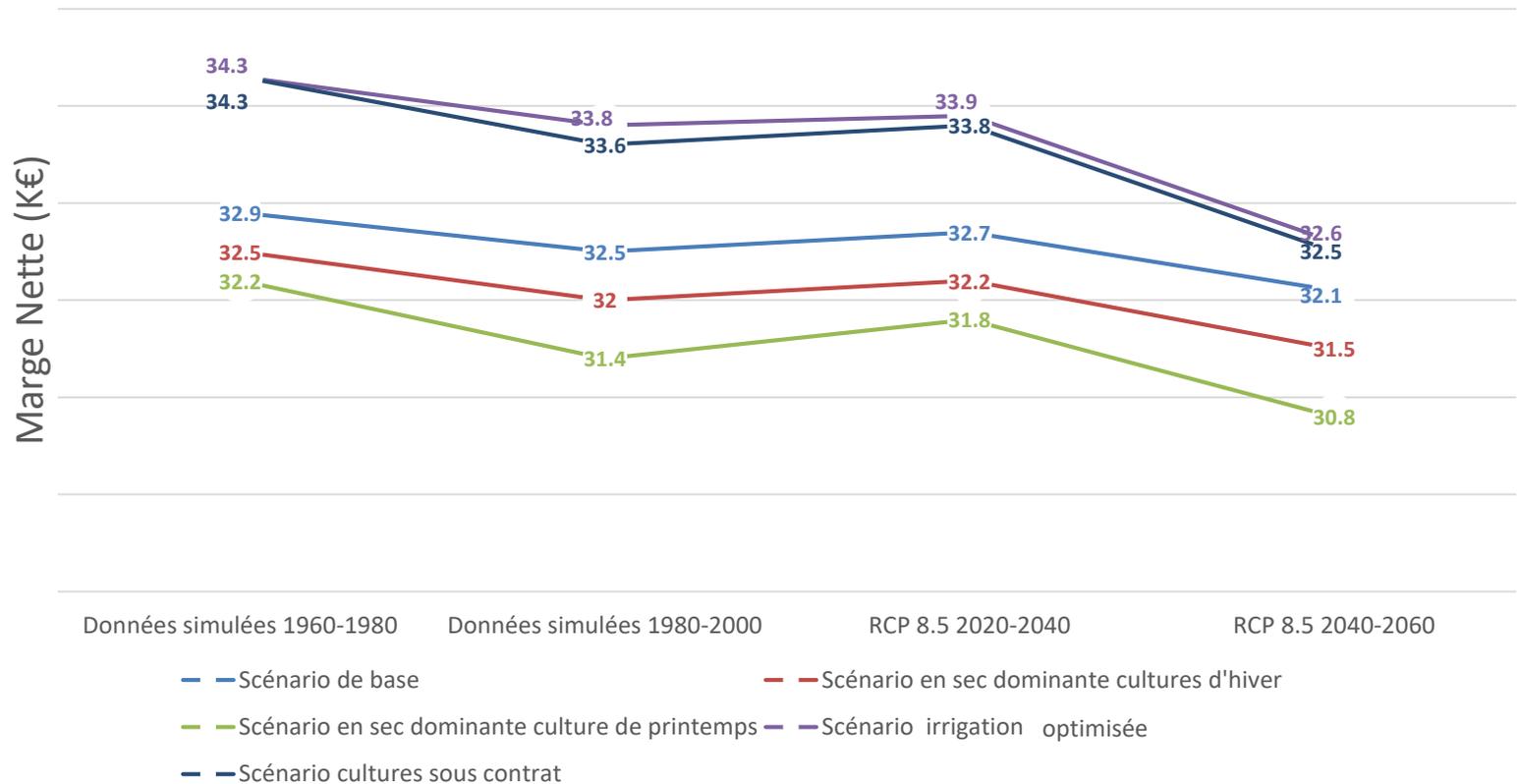
## Réduction volume d'eau d'irrigation jusqu'à un passage en sec

- Maintien volume d'eau
- Réduction volume d'eau
- Passage en sec



# Exemple

## Evolution de la **Marge Nette** en fonction du scénario climatique **RCP 8.5** (Pessimiste) Ferme Vallée du Lot (47)

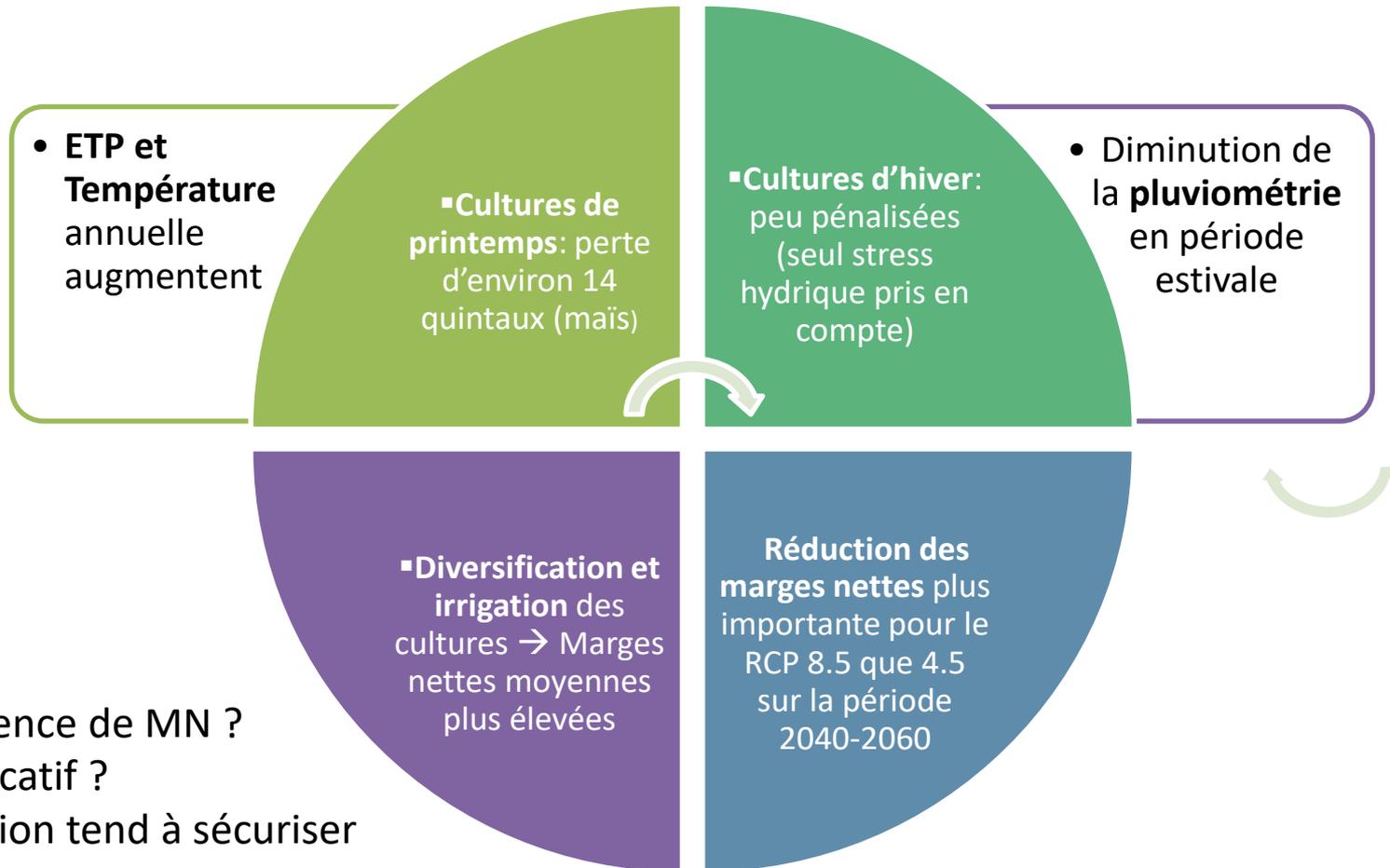


	Scénario base	Scénario en sec dominante cultures d'hiver	Scénario en sec dominante cultures de printemps	Scénario irrigation optimisée	Scénario cultures sous contrat
Evolution marge nette 1960-2040 (%)	-0,60%	-0,90%	-1,20%	-1,10%	-1,50%
Evolution marge nette 1960-2060 (%)	-2,40%	-2,80%	-3,10%	-5,20%	-5,50%



# Conclusion

## Ferme du Lot-Et-Garonne – Vallée du Lot



Différence de MN ?  
Significatif ?  
Irrigation tend à sécuriser



# Facteurs de sensibilités de l'étude

1. Variabilité des prix et niveaux de charges

2. Facteurs climatiques GIEC + Fonctions de production

3. Calcul du bilan hydrique

4. Evolution des prix de l'eau, réglementation irrigation



# Conclusion

- Importance de l'adaptation au territoire
- Pas de solution universelle
- Prisme de l'eau n'est pas le seul facteur de décision



# Plusieurs dimensions de décision en ressource contrainte



Spatial

Territoire

Exploitation

Parcelle

3 SIMULTEAU

2 ASALEE

MO<sub>U</sub>STICS

1 Irré-LIS VL

Automatisation irrigation

MODERATO

BHYP

Temporel

Stratégique

Tactique

Opérationnel

# Approche territoriale

## Systeme hydrologique (SWAT®)

- cours d'eau
- nappes
- retenues
- barrages
- Points de prélèvements et de rejet
- bassins versants
- canaux

## Gestion collective de l'eau

- points DOE\*
- unités de gestion et volumes prélevables
- zones et secteurs administratifs d'arrêt de sécheresse
- agents barrage / agent préfet

## Systemes de culture

Matériel d'irrigation  
Groupe d'irrigation

Mode de conduite des cultures

Séquence de culture

Culture  
(AqYield,  
HerbSim)

Parcelles et llots  
PAC

Systeme agricole

Exploitation/  
Agriculteur

Climat



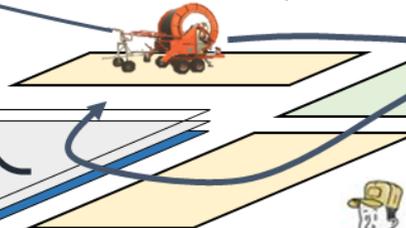
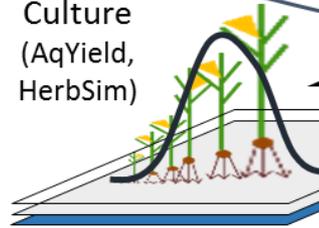
Sols

## Autres usages

- Eau potable
- Eau industrielle

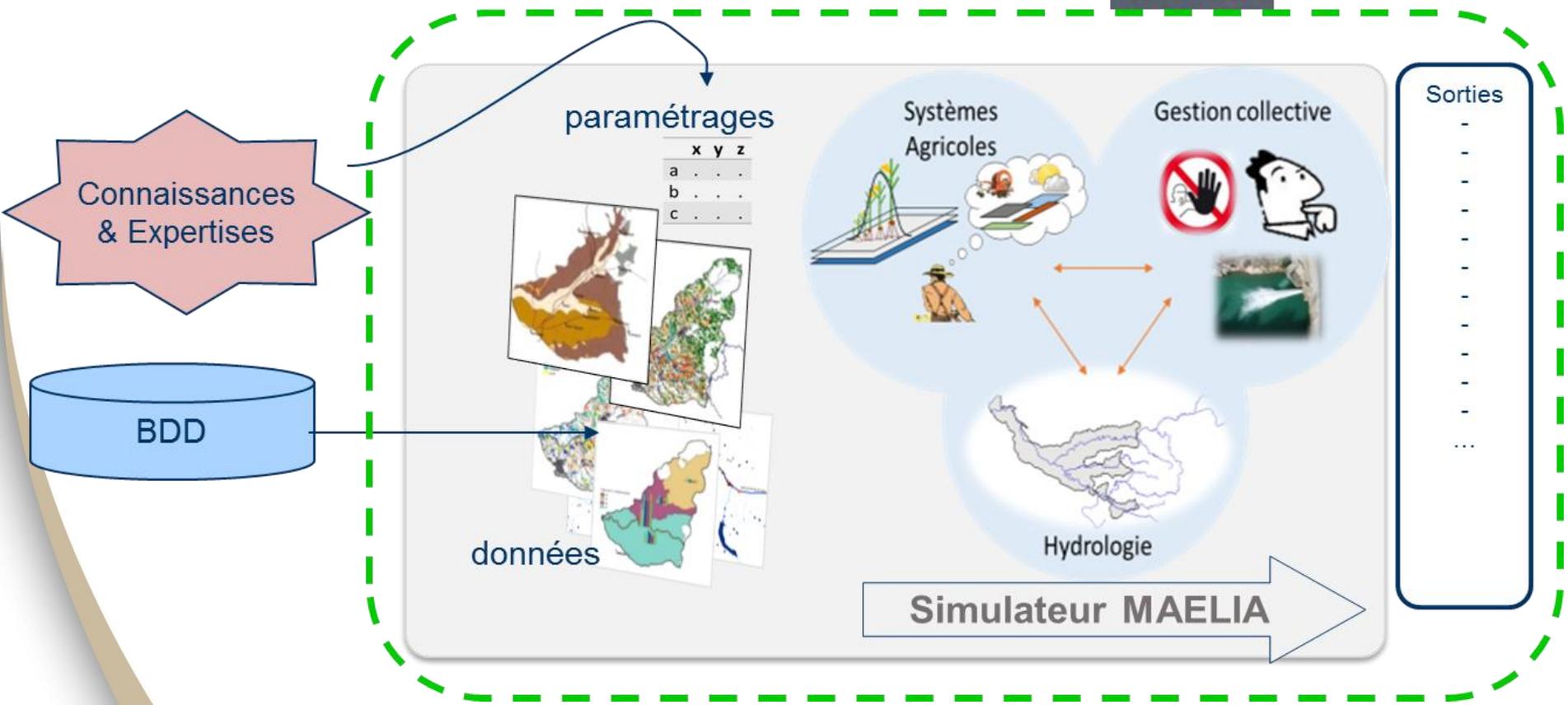
DOE\*

Retenues collinaires





# SIMULTEAU





## 2 territoires tests : Adour amont et Tarn aval

**Adour amont : 1 400 km<sup>2</sup>**

Surfaces irriguées : 27 000 ha, maïs et soja dominants

Volume prélevable en eaux de surface : 49.9 hm<sup>3</sup>

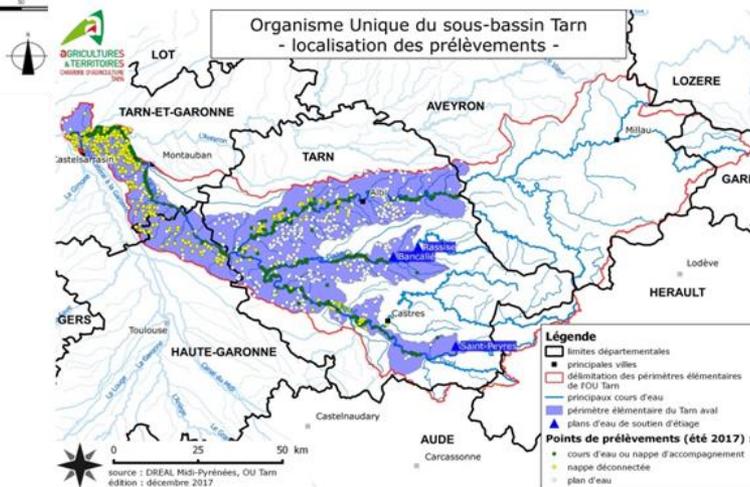
3 431 points de prélèvement (95% en eaux de surface et nappes d'accompagnement)

680 préleveurs-irrigants

Retenues de soutien d'étiage : 9 hm<sup>3</sup> mobilisables



*2 territoires classés en déséquilibre quantitatif au sens du SDAGE Adour Garonne 2016-2021*



**Tarn aval : 2 950 km<sup>2</sup>**

Surfaces irriguées  $\geq$  26 000 ha

Diversité de cultures

Volume prélevable en eaux de surface : 55.07 hm<sup>3</sup>

820 préleveurs dont 22 collectifs

Retenues de soutien d'étiage :

33 hm<sup>3</sup> mobilisables



# Conclusion

- Echelle très complexe
- Prise en compte de l'ensemble des usagers de l'eau difficile à modéliser
- Encore à l'état de recherche



# Perspectives

- Importance des indicateurs dans la gestion (volume restant, état plante...)
- Possibilité d'accéder à de plus en plus d'indicateurs via les capteurs
- Information en temps réel
- Triptyque numérique X big data X modélisation permettra de faire évoluer la gestion en ressource contrainte



# Ouverture

- Question du volume mis en avant
- Si débit limitant → question anticipation
- Si débit limitant et volume limitant → gestion de l'assolement