

➤ Comment adapter l'agriculture aux tensions hydriques à venir ?

Delphine Leenhardt

UMR G-EAU, Montpellier

Coordinatrice du projet TAI-OC (programme TETRAE)

➤ Delphine Leenhardt

INRAE, Département ACT, UMR G-EAU, Montpellier

- Ingénieure agronome, thèse en science du sol (cartographie et modélisation)
- Recrutée à l'INRA sur un poste de chercheure en agronomie
 - Toulouse
 - Agronomie du territoire, modélisation
 - Gestion quantitative de l'eau (sécheresse, pénurie d'eau, irrigation, partage de l'eau)
 - Scénarios pour limiter les crises en période d'étiage
 - Montpellier (depuis 2021)
 - Agroécologie et irrigation
 - Coordinatrice du projet TAI-OC (Transition agroécologique et irrigation en Occitanie)



> Plan

Contexte en Occitanie:
agriculture, irrigation

Les enjeux

Le projet TAI-OC



Enquêtes chez les
irrigants engagés en
agroécologie

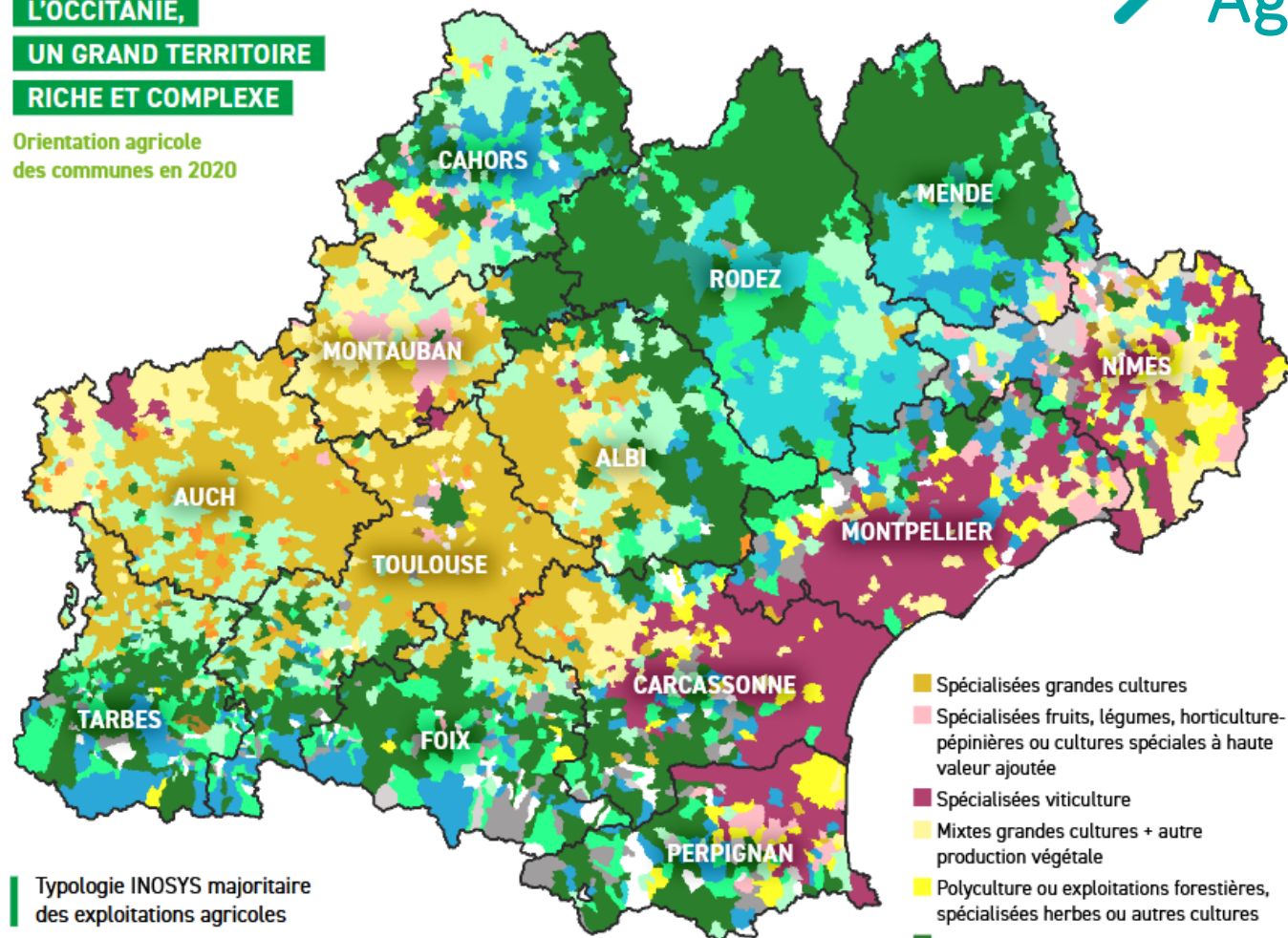
Pratiques
agroécologiques et
gestion durable de l'eau

Motivations à la transition
agroécologique des
irrigants

conclusions

**L'OCCITANIE,
UN GRAND TERRITOIRE
RICHE ET COMPLEXE**

Orientation agricole
des communes en 2020



Typologie INOSYS majoritaire
des exploitations agricoles

Système d'exploitation majoritaire en Surface Agricole Utile
selon la typologie INOSYS Nouveau Regard

Sources : Données RA2020, CVI, BDNL,
appariement DRAAF Occitanie / INOSYS, traitement CRAO

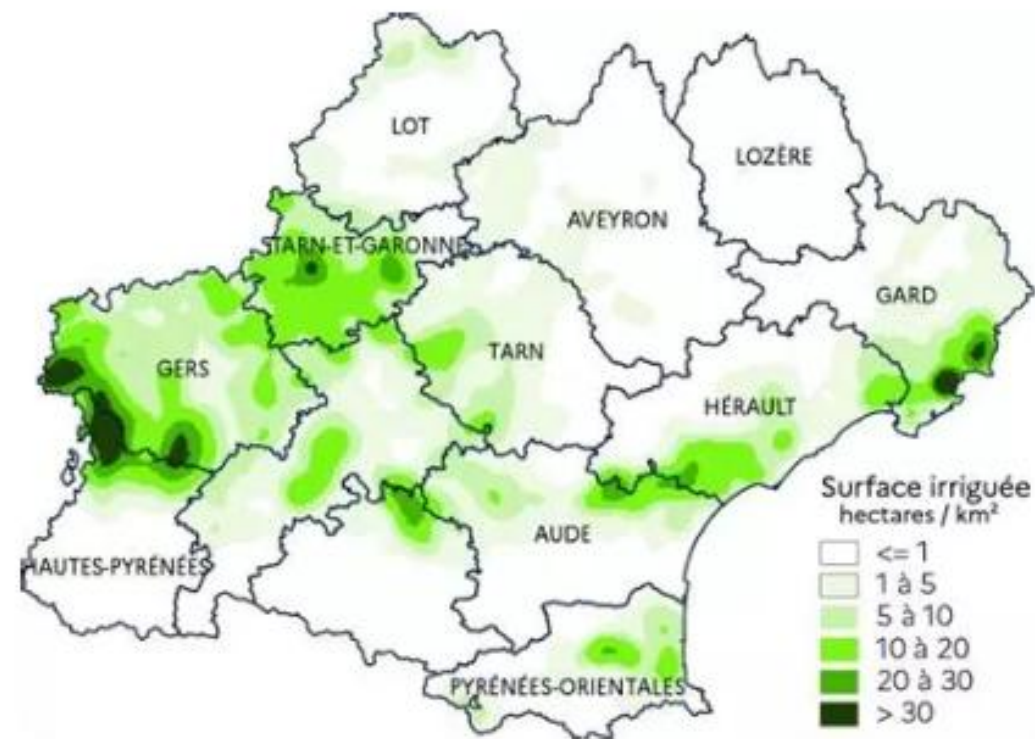


<https://occitanie.chambres-agriculture.fr/sinformer/ressources-documentation/toutes-les-publications/publication/chiffres-cles-semons-lavenir-en-occitanie>

- Spécialisées grandes cultures
- Spécialisées fruits, légumes, horticulture-pépinières ou cultures spéciales à haute valeur ajoutée
- Spécialisées viticulture
- Mixtes grandes cultures + autre production végétale
- Polyculture ou exploitations forestières, spécialisées herbes ou autres cultures
- Spécialisées élevage bovin viande
- Spécialisées élevage bovin lait
- Spécialisées élevage ovin viande
- Spécialisées élevage ovin lait
- Spécialisées élevage caprin
- Spécialisées élevage granivore
- Polyélevage
- Polyculture-élevage avec herbivores
- Polyculture-élevage granivores
- Autres élevages (équins, apiculture, microélevage)
- Pas d'EA ou EA non affectées

➤ Agriculture et irrigation en Occitanie

draaf.occitanie.agriculture.gouv.fr



Surface irriguée
hectares / km²

- ≤ 1
- 1 à 5
- 5 à 10
- 10 à 20
- 20 à 30
- > 30

Mémento de la statistique agricole d'Occitanie 2025 |
DRAAF Occitanie

Figure 6 – Variation de la superficie irriguée de maïs grain et semence entre 2010 et 2020 par département.

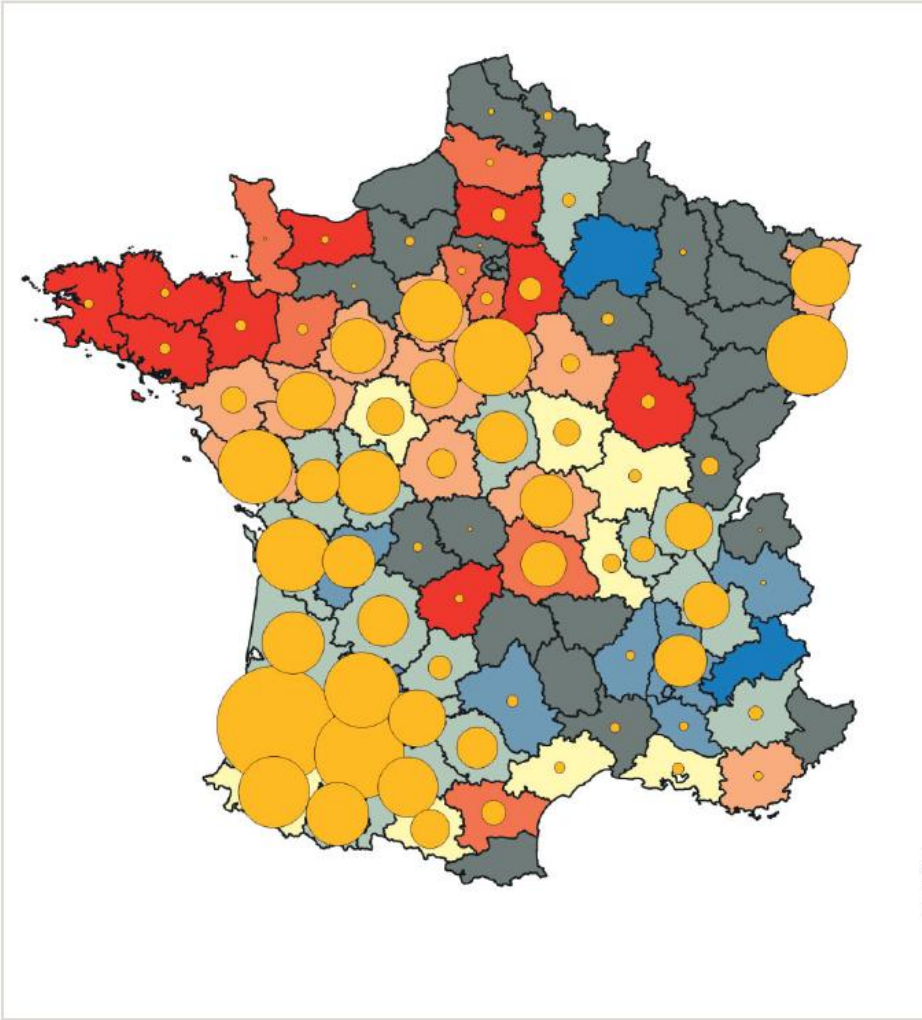
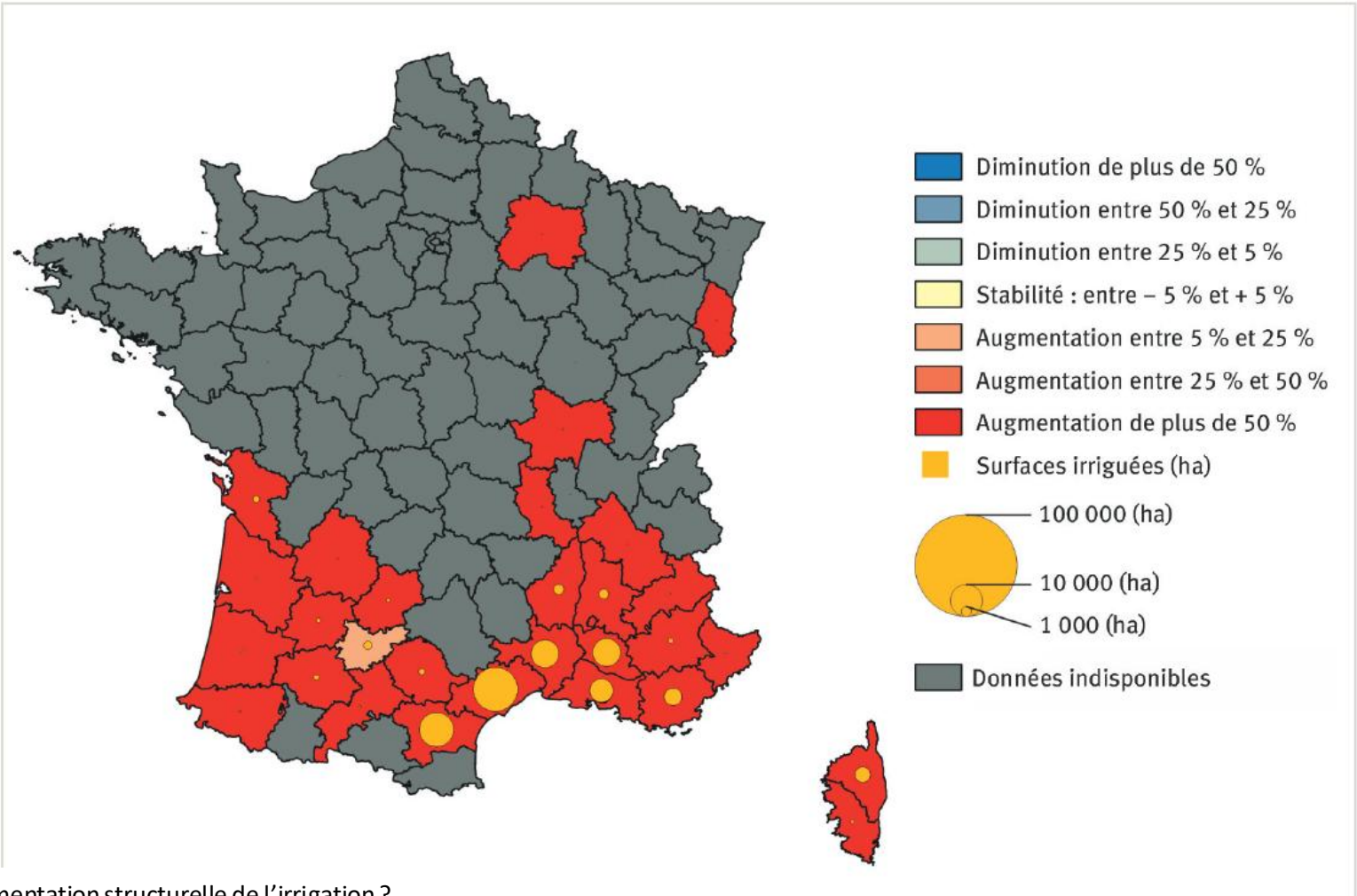


Figure 7 – Variation de la superficie irriguée de la vigne entre 2010 et 2020 par département.



Alice Scotti, Sébastien Loubier. Vers une augmentation structurelle de l’irrigation ? Enseignements du recensement agricole de 2020. *Sciences Eaux & Territoires*, 2024, 45, pp.8246. [10.20870/Revue-SET.2024.45.8246](https://doi.org/10.20870/Revue-SET.2024.45.8246). [hal-04808658](https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-04808658)

+160% de l’irrigation de la vigne à cuve (39 943 ha)
→ 8,3 % de la surface totale en vigne

➤ L'irrigation : usage agricole de l'eau dominant

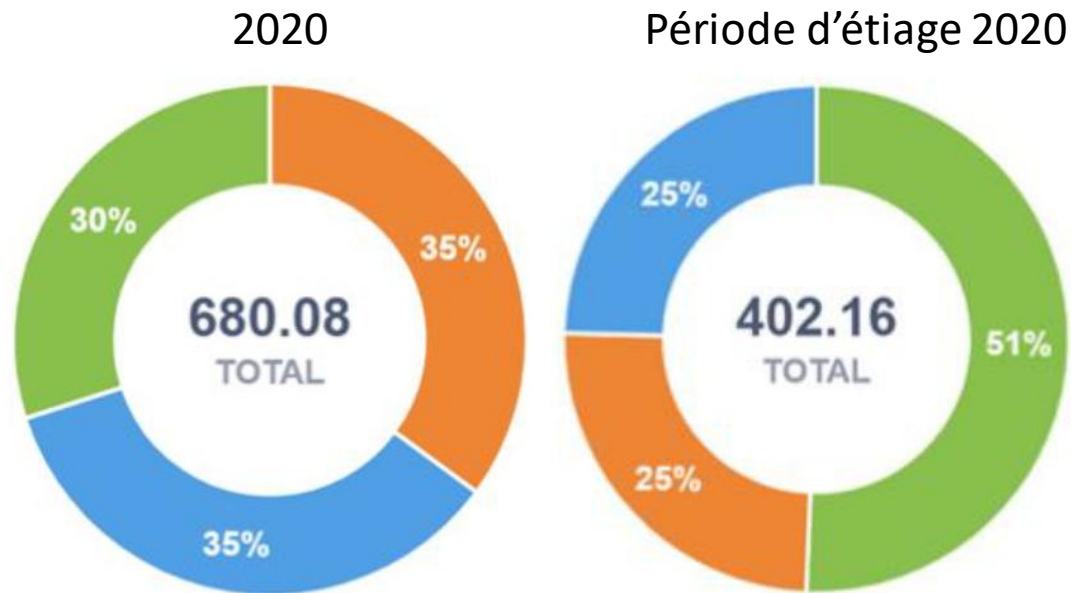
• Irrigation	85%
• Abreuvement des animaux	12%
• Nettoyage des bâtiments d'élevage	3%
	15%

➤ L'irrigation : usage agricole de l'eau dominant

... surtout en période d'étiage

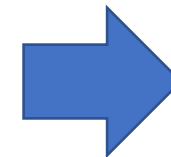
Bassin de la Garonne

Prélèvements



• **Irrigation** 85%

• Abreuvement des animaux 12%
• Nettoyage des bâtiments d'élevage 3% } 15%



Concurrence entre usages sur les débits

Figure 2 : Schémas présentant la répartition des prélèvements et des consommations d'eau par usage en 2020 en étiage et hors étiage. (Données issu de l'observatoire de la Garonne : (Le Syndicat 2025a))

Légende : ● : Irrigation ; ● Industrie ; ● Alimentation en Eau Potable

FACON, Justine, 2025. Quel avenir pour le bassin de la Garonne?
Mémoire d'ingénieur, El Purpan. 166p

➤ Des étiages plus sévères à l'avenir (Explore2)

Baisse des débits estivaux
dans le sud-ouest
quelque soit le scénario

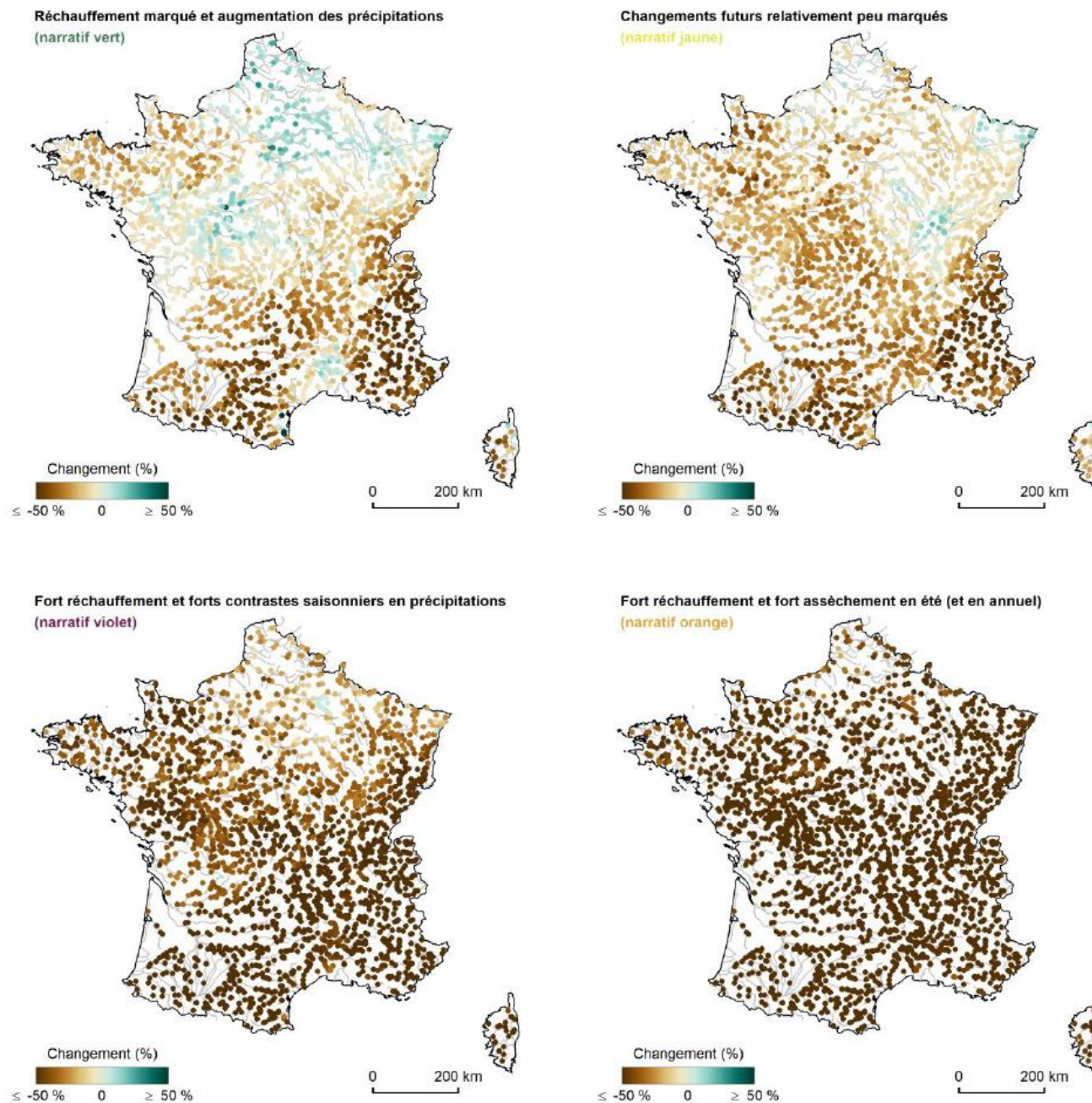


Figure 5 : Changements projetés pour le débit moyen estival pour quatre futurs contrastés (narratifs d'Explore2) sous scénario de fortes émissions en fin de siècle (référence : 1976-2005) (estimation médiane tous modèles hydrologiques confondus)

➤ Enjeux

- Avoir une agriculture respectueuse de l'environnement
 - Vers des pratiques agroécologiques
- Faire face aux défis du changement climatique
 - Plus de besoins en eau
 - Moins de ressources en eau

➔ Se passer d'irrigation ?

➔ Irriguer écologiquement ?



Objectif : explorer les relations entre agroécologie et irrigation ... à différentes échelles

Trois grands systèmes

Grandes cultures, Viticulture, Maraichage

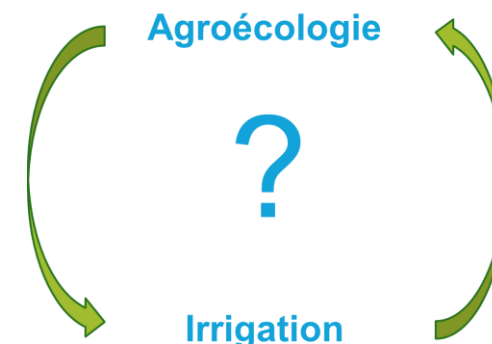
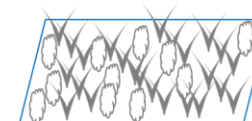
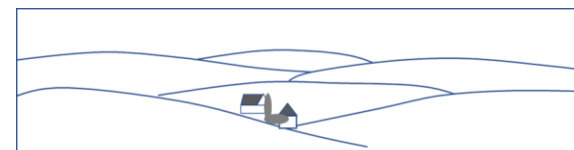
Une approche pluridisciplinaire et multi-échelle:

Agronomes, économistes

Apprendre

par l'expérimentation

par enquêtes



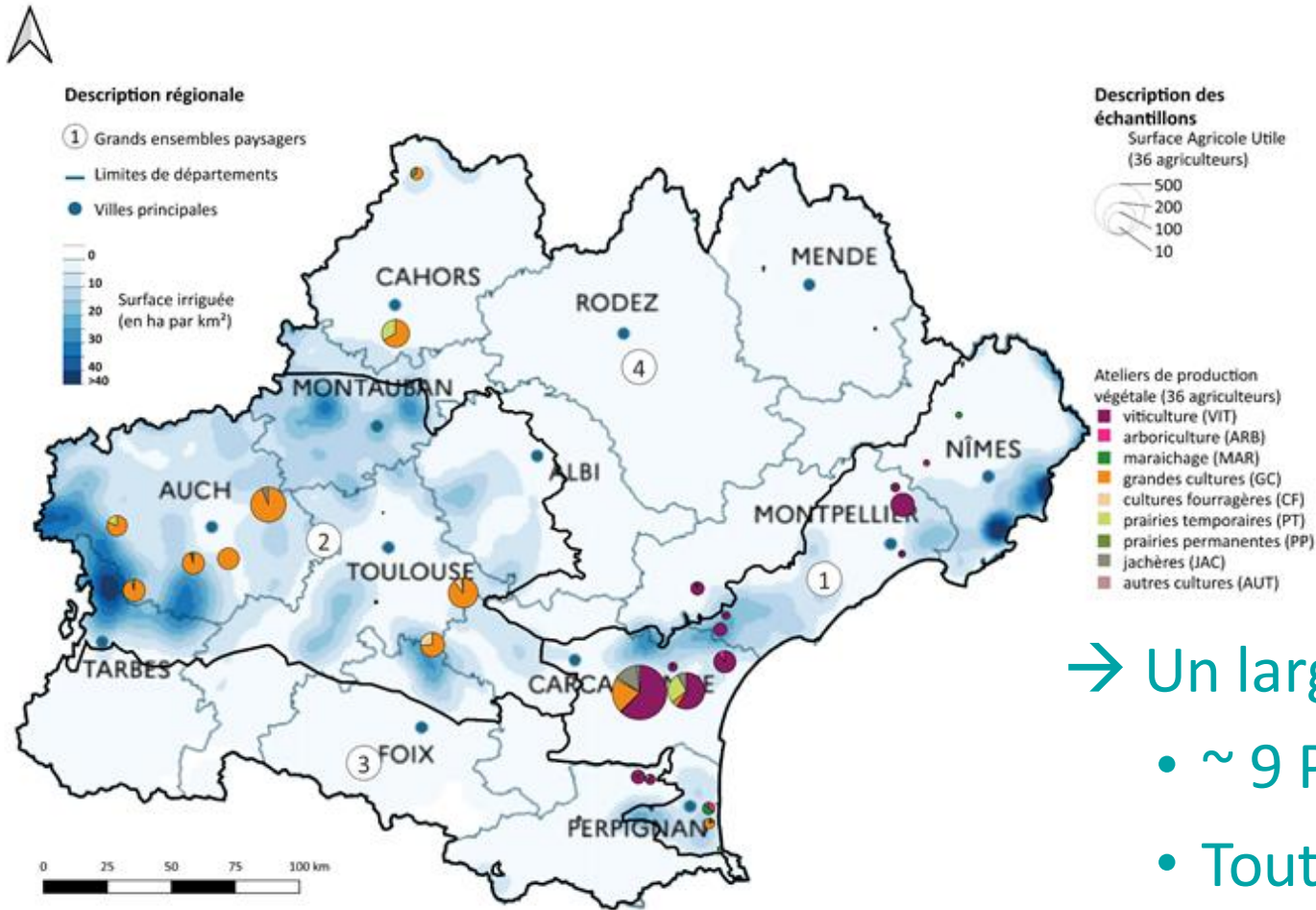
➤ Enquêtes chez des irrigants engagés en agroécologie

- Pratiques agroécologiques
- Motivations, freins et leviers

- <https://www.tetrae.fr/actualites/webinaire-gtt1>



➤ Sur les pratiques agroécologiques des irrigants

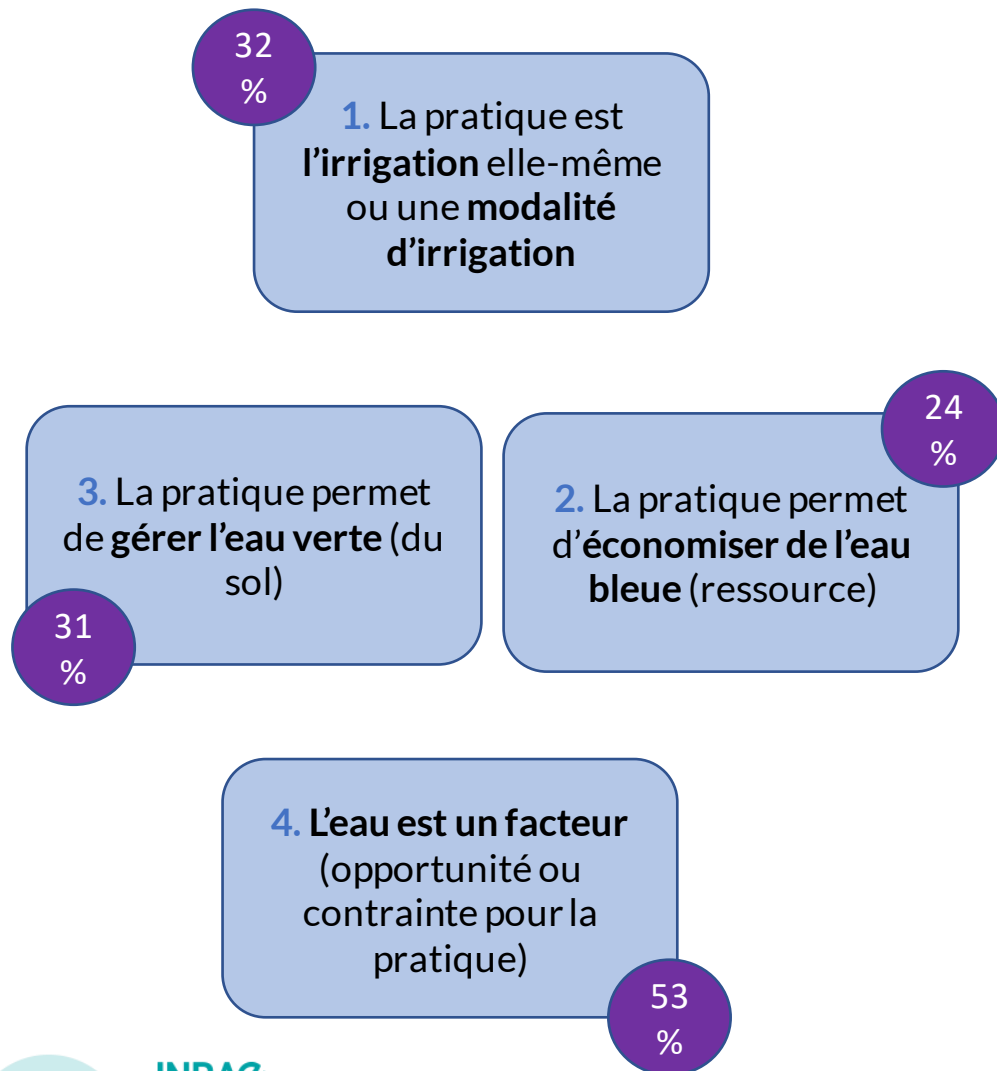


36 irrigants enquêtés

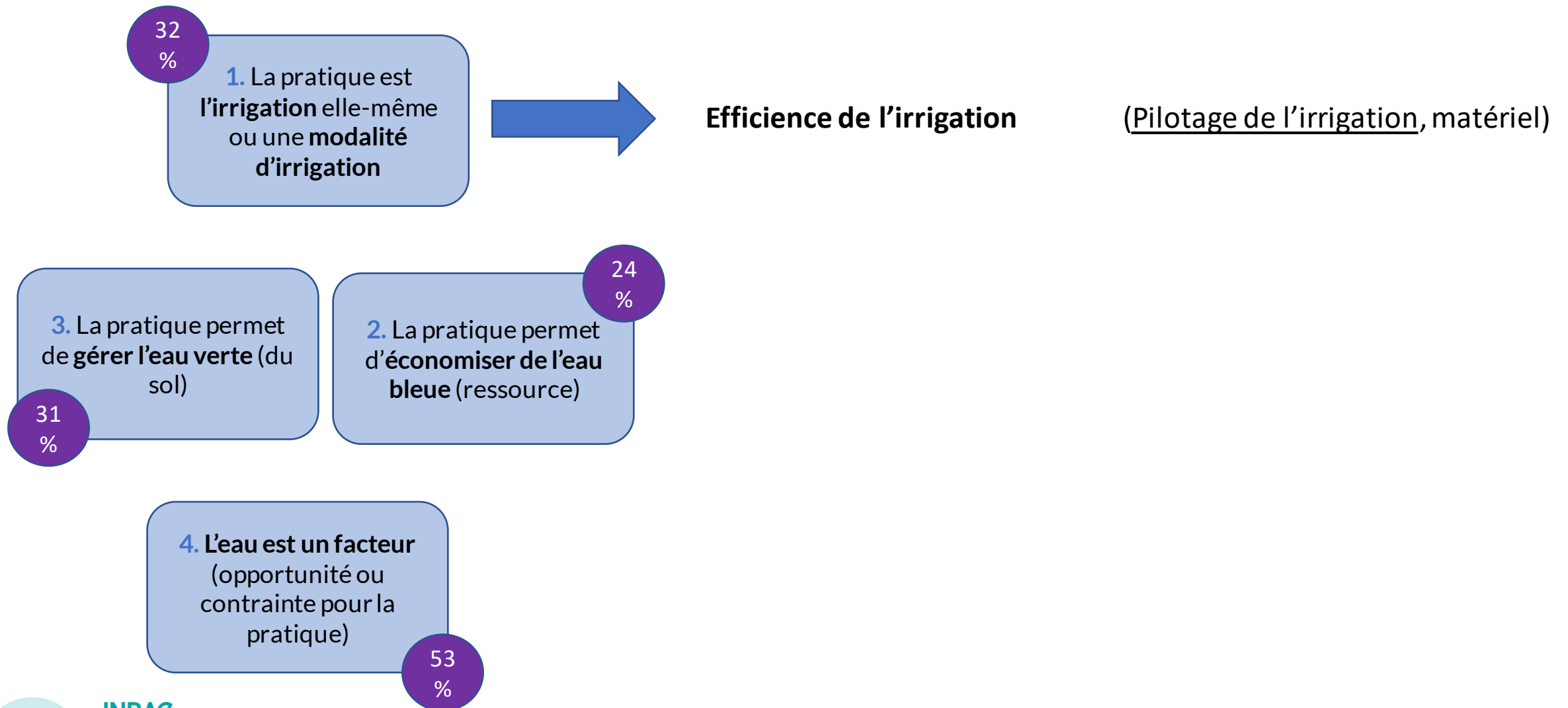
➔ Un large spectre de pratiques (330)

- ~ 9 PAE / ferme
- Toutes fonctions
- Souvent multifonctionnelles
- 42% des PAE ont un lien à l'eau

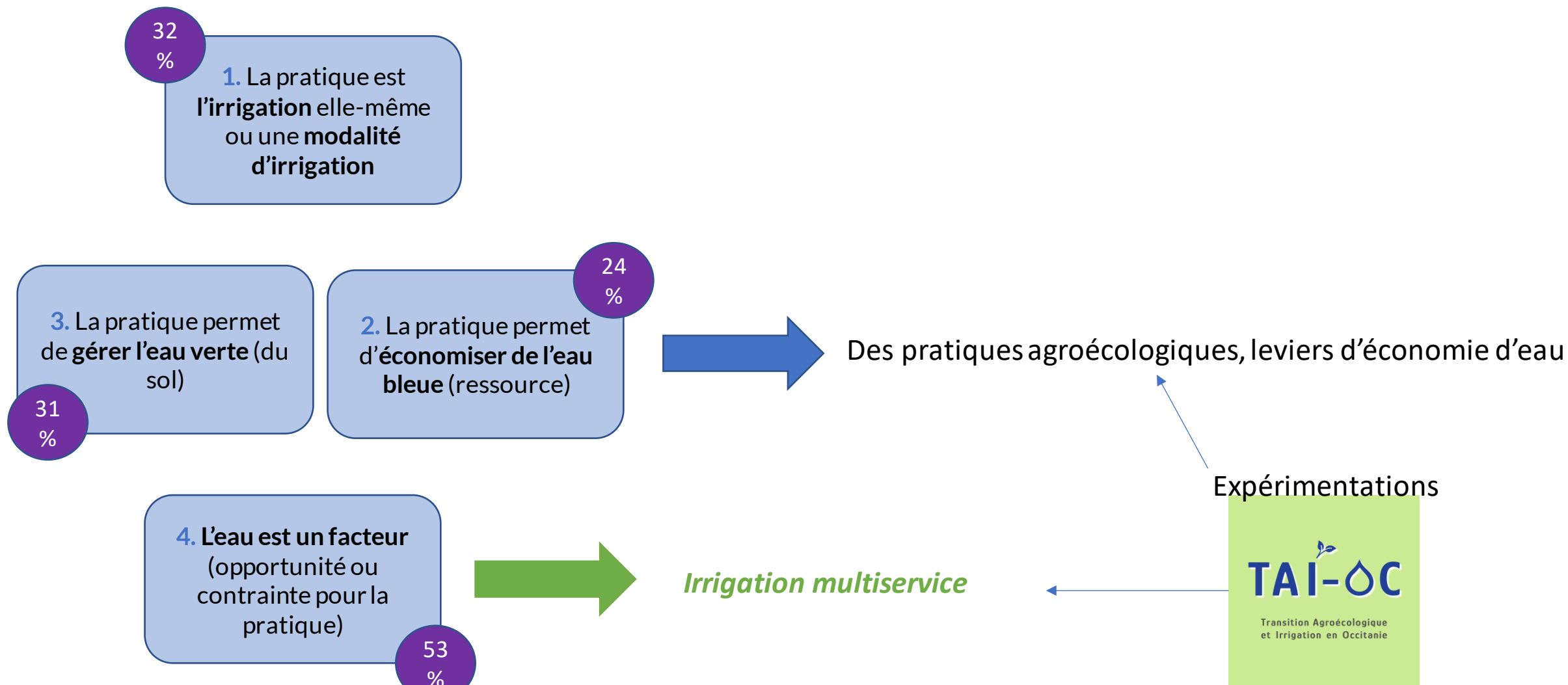
➤ Différents liens à l'eau des pratiques agroécologiques



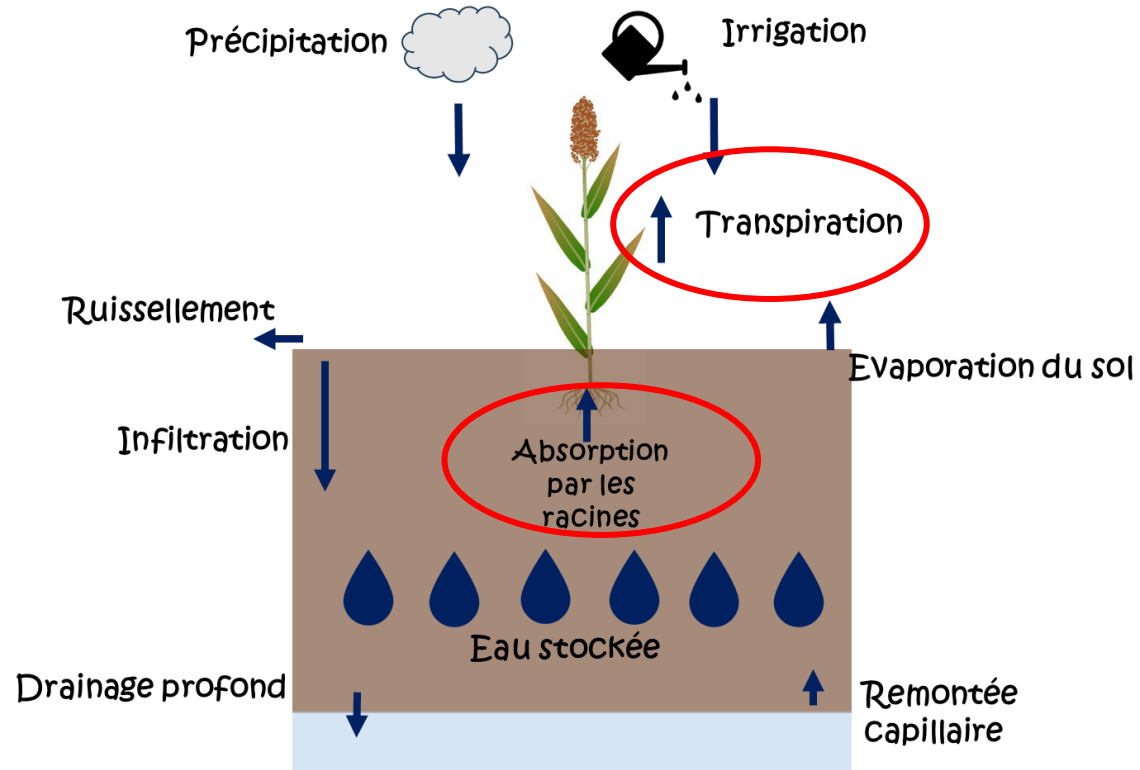
➤ Différents liens à l'eau des pratiques agroécologiques



➤ Différents liens à l'eau des pratiques agroécologiques



➤ Des pratiques agroécologiques, leviers d'économies d'eau



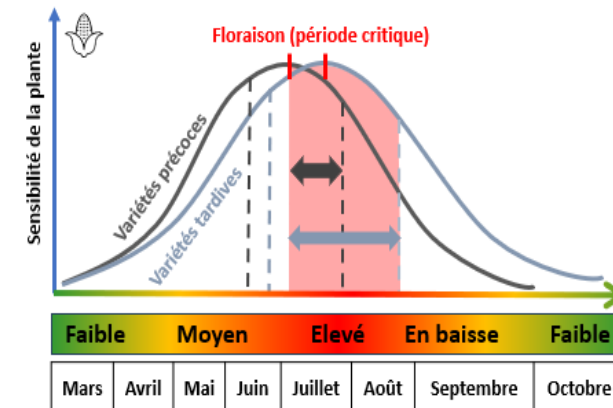
Niveau d'action



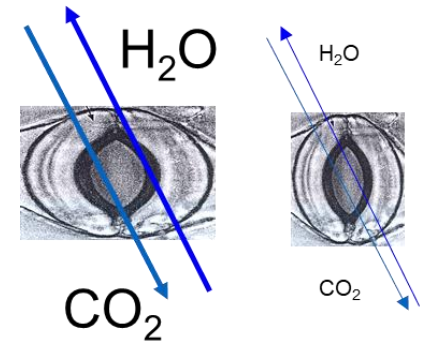
2. La pratique permet d'économiser de l'eau bleue (ressource)

• Amélioration variétale

- Résistance au stress hydrique
- Profondeur d'enracinement
- Niveau de précocité

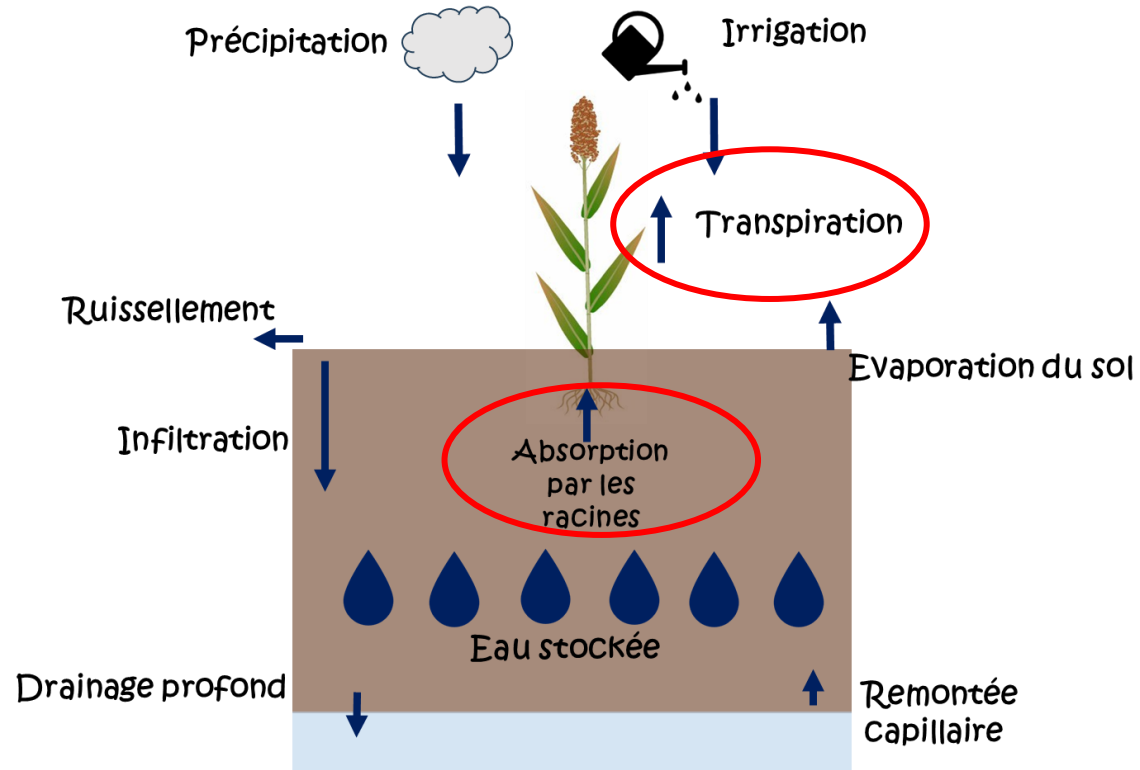


Adapté du site : Semences de France



➤ Des pratiques agroécologiques, leviers d'économies d'eau

2. La pratique permet d'économiser de l'eau bleue (ressource)



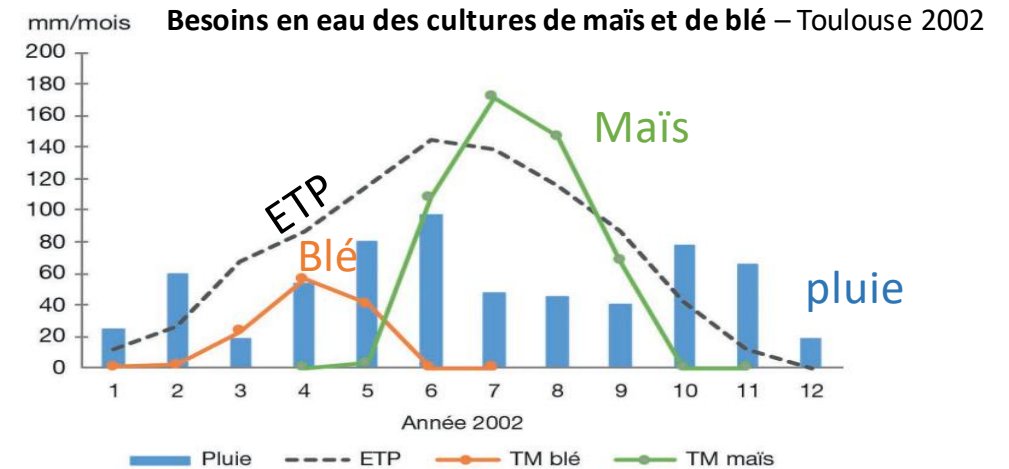
Niveau d'action



Plante

• Choix d'espèces

- Décalage du cycle / période critique



• Associer les espèces

- Pour explorer tout le profil de sol



Cultures annuelles



Systèmes prairiaux



Agro foresterie

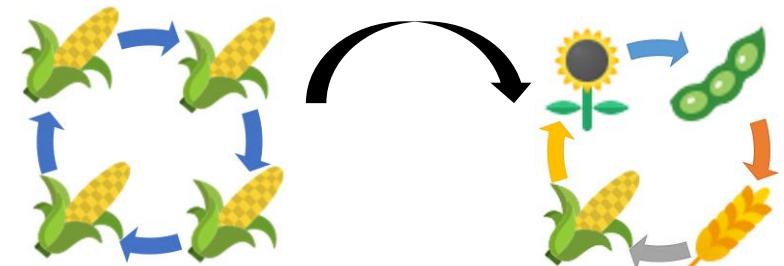


Sylvo pastoralisme

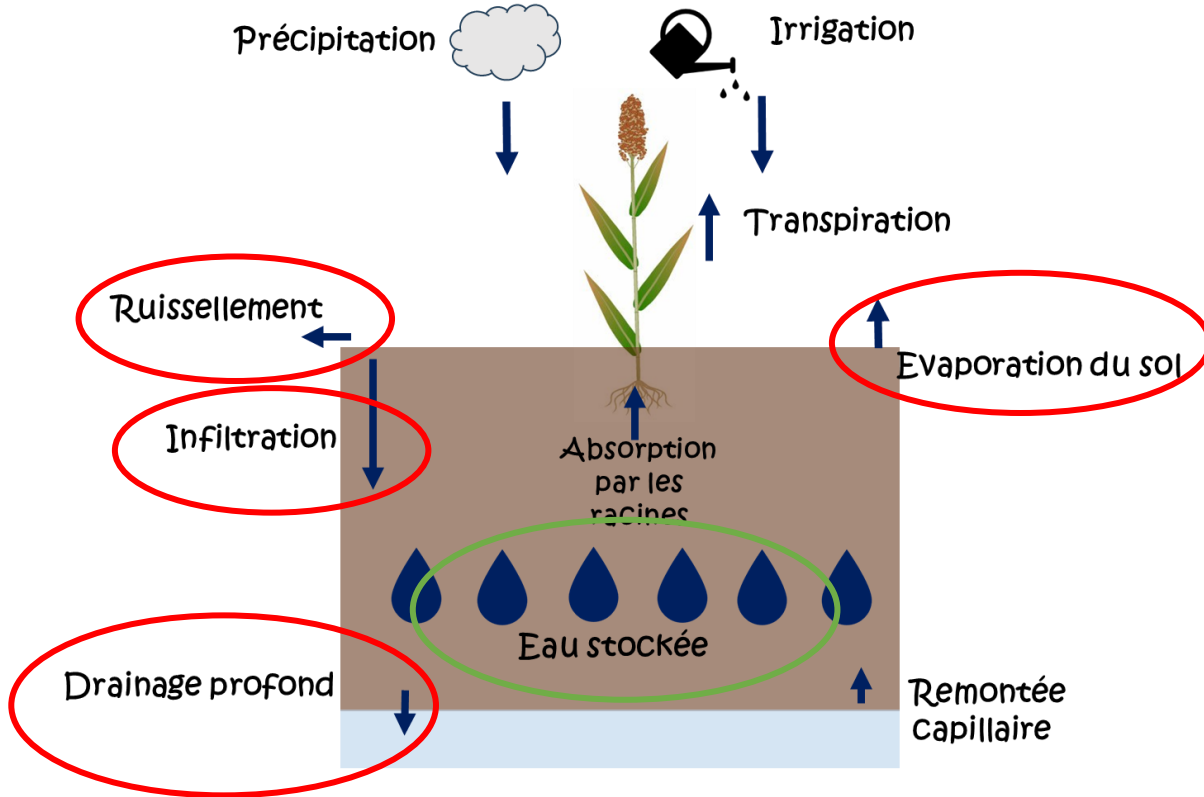


Arbres ou Arbustes

Colloque d'hiver de l'AFPSVT (Bedoussac et al., 2018)



➤ Des pratiques agroécologiques, leviers d'économies d'eau



Niveau d'action



Sol



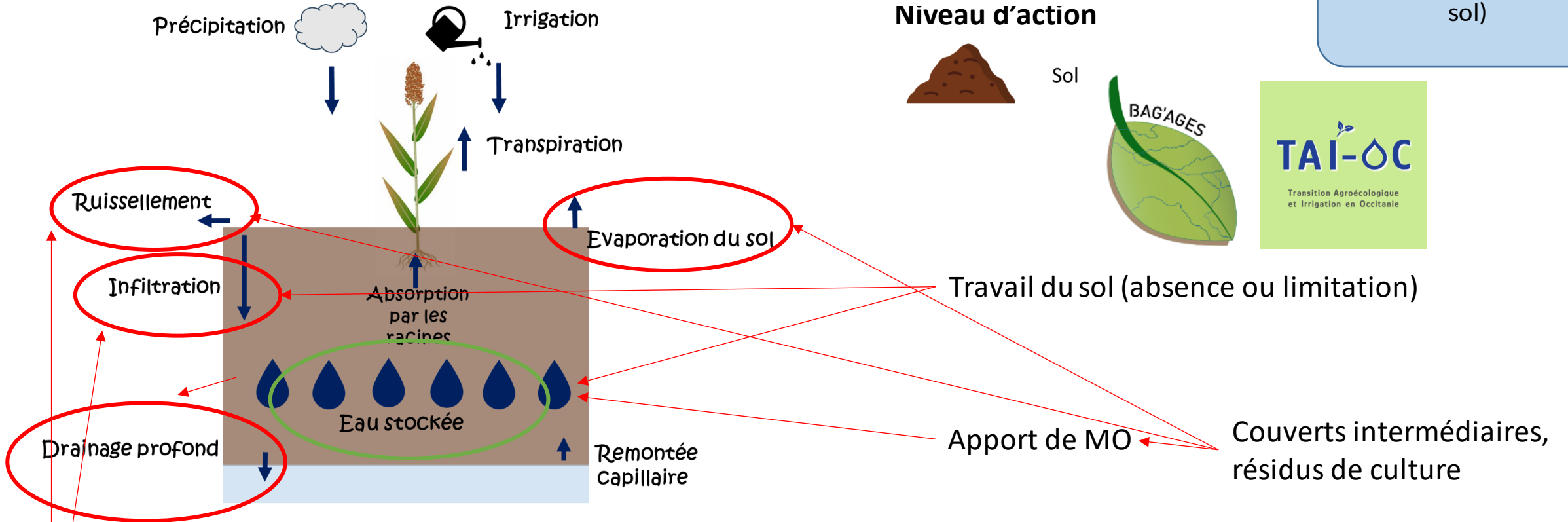
3. La pratique permet de gérer l'eau verte (du sol)

Les propriétés physiques du sol conditionnent

- La quantité d'eau stockée
- Les flux d'eau (infiltration, évaporation, ruissellement)

➤ Des pratiques agroécologiques, leviers d'économies d'eau

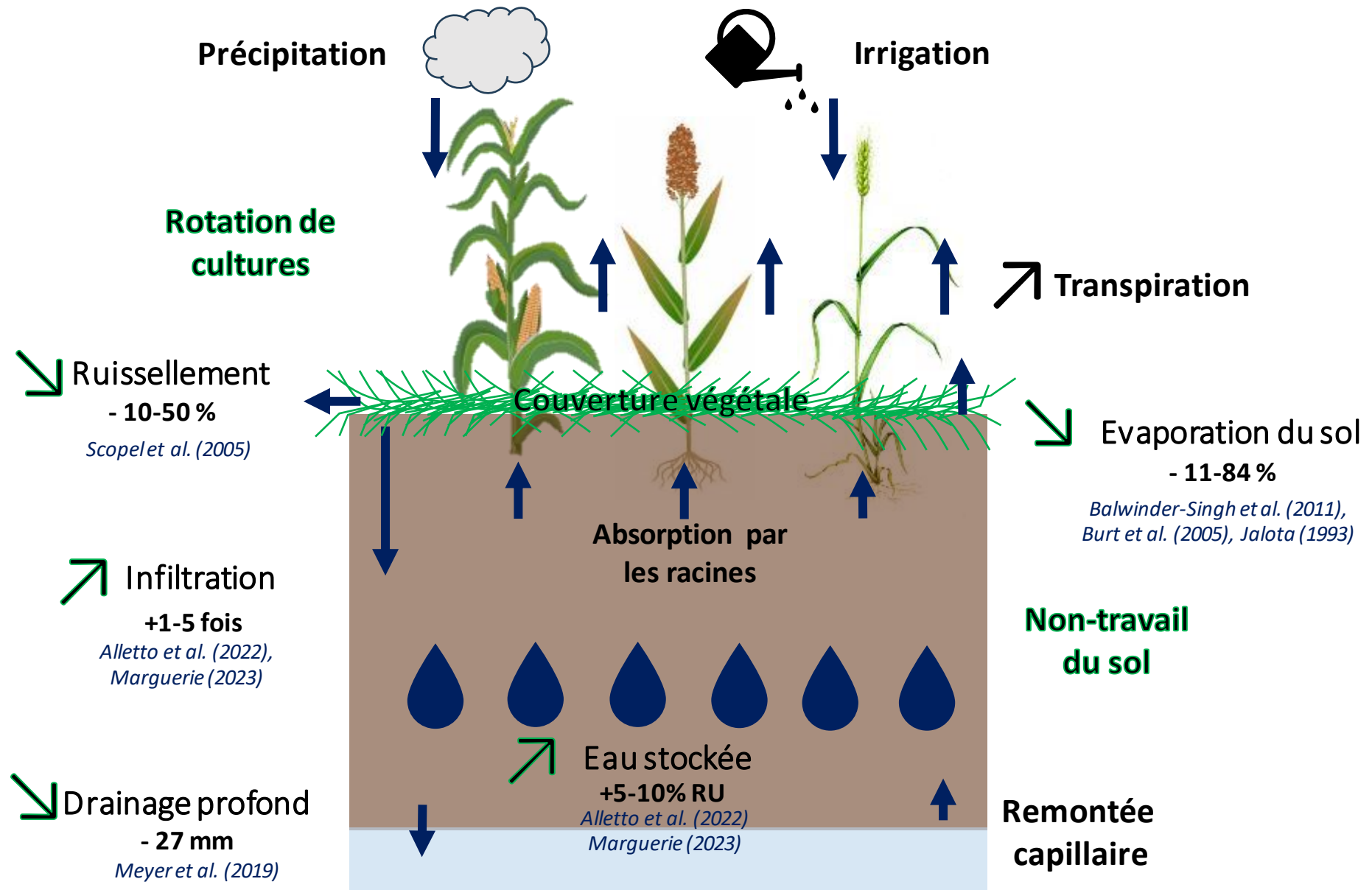
3. La pratique permet de gérer l'eau verte (du sol)



A l'échelle des paysages: les aménagements (terrasses, haies)



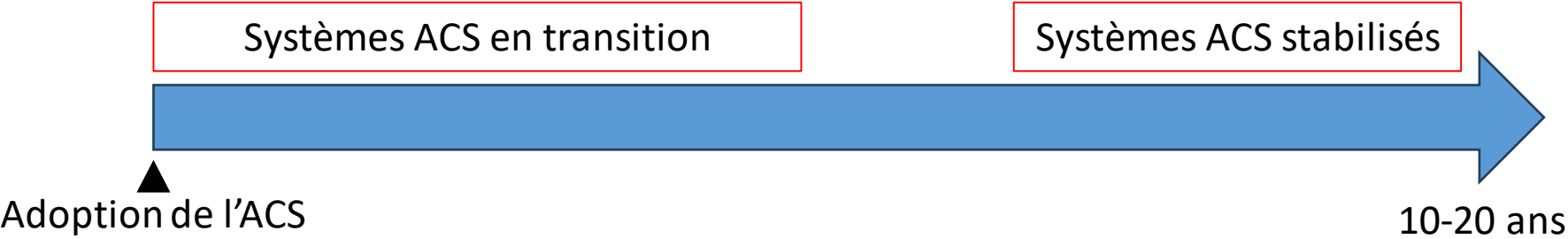
L'exemple de l'Agriculture de Conservation des Sols (ACS)



Prendre en compte la transition



Temporalité



Résultats très dépendants du contexte

Forte variabilité des résultats sur chaque compartiment du bilan hydrique
→ fonction du type du **climat**, **sol** (texture et profondeur), **culture** et **type de pratique appliquée**

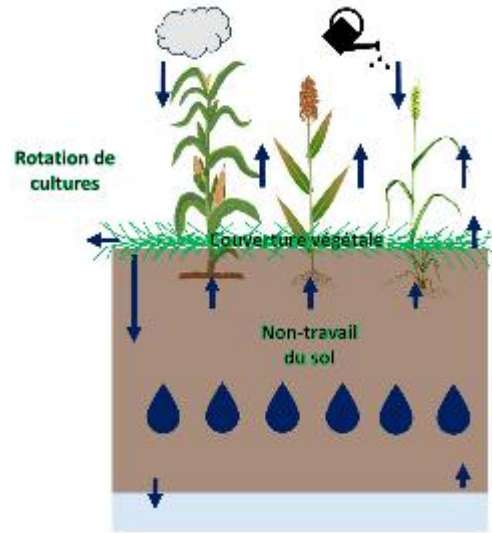
Consommation en eau des couverts

Consommation hydrique des couverts hivernaux		
Couvert	Période observée	Perte totale d'humidité sur l'horizon 0-60 cm par la présence du couvert (mm)
Féverole	11/01/21 -15/04/21	120
Moutarde + phacélie + vesce	17/11/21 -11/05/22	300
Avoine + féverole	01/10/22 -17/05/23	360

Dominguez-Bohorquez (2025)

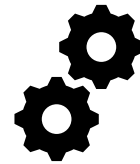
↳ du stock initial d'eau disponible pour la culture d'été suivante si pas de recharge avec les pluies

Freins à l'adoption de l'Agriculture de Conservation des Sols (ACS)



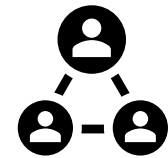
Contraintes économiques

- Investissement initial en matériel
- Possible baisse de rendement à court terme
- Difficulté d'accès aux aides ou aux marchés valorisant ces pratiques



Contraintes techniques

- Maîtrise complexe des couverts, du semis direct et de la fertilité
- Gestion des adventices difficile sans travail du sol
- Adaptation nécessaire au contexte agropédoclimatique



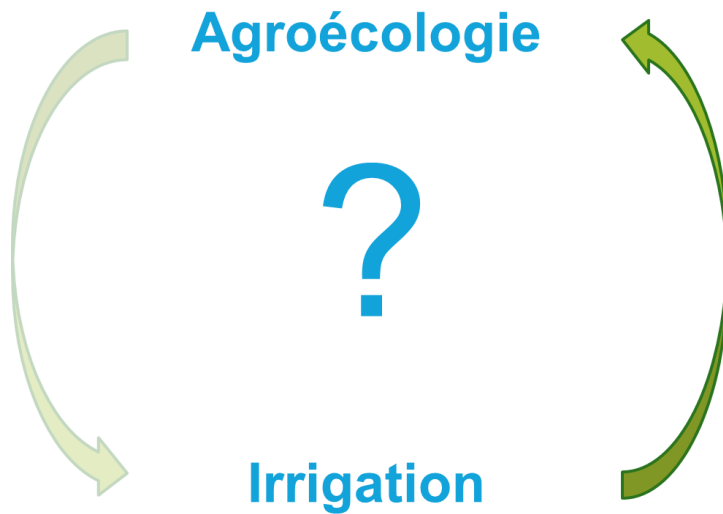
Acceptabilité sociale

- Temps d'adaptation
- Besoin de coordination collective et de partage d'expérience (matériel partagé, rotations, gestions des couverts)

➤ L'irrigation multiservice



4. L'eau est un facteur
(opportunité ou
contrainte pour la
pratique)



Quelle place de l'irrigation
dans les systèmes
agroécologiques?

Quel apport de l'irrigation
aux systèmes
agroécologiques?

- Une réalité dans les fermes enquêtées
- Des suivis et analyses dans les expérimentations



Quelques illustrations



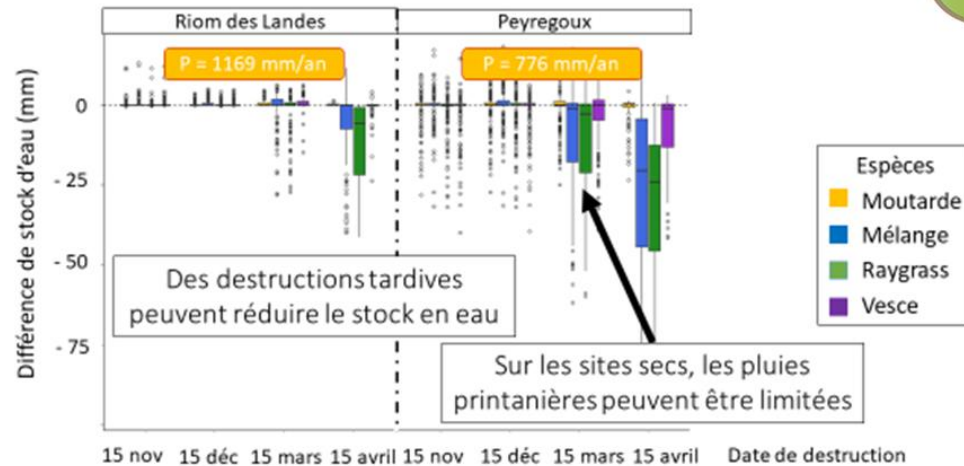
INRAE

Irrigation

17 septembre 2026 / Webinaire I4CE / D. Leenhardt

Irriguer les couverts intermédiaires

Les CIMS peuvent diminuer le stock d'eau selon :
date de destruction (13%) x choix de l'espèce (5%) x pédoclimat (7%)



Thèse N. Meyer, 2020

Irriguer les couverts pour augmenter la biomasse produite
et donc la matière organique des sols

→ Évaluation des services et dysservices
→ (Thèse Hector Mussillon)



Crédit: Lorenzo Carré



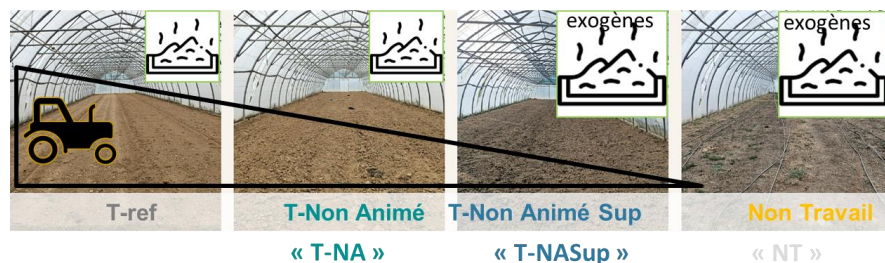
Crédit: Claire Wittling

Projet TAI-OC / Essais Grandes Cultures

Dispositifs expérimentaux – Toulouse (31) et Montpellier (34)

Irriguer pour permettre de bénéficier des services du non-labour

Gradient de perturbation des sols initié fin 2022 en 4 modalités (4 tunnels de 320m²)

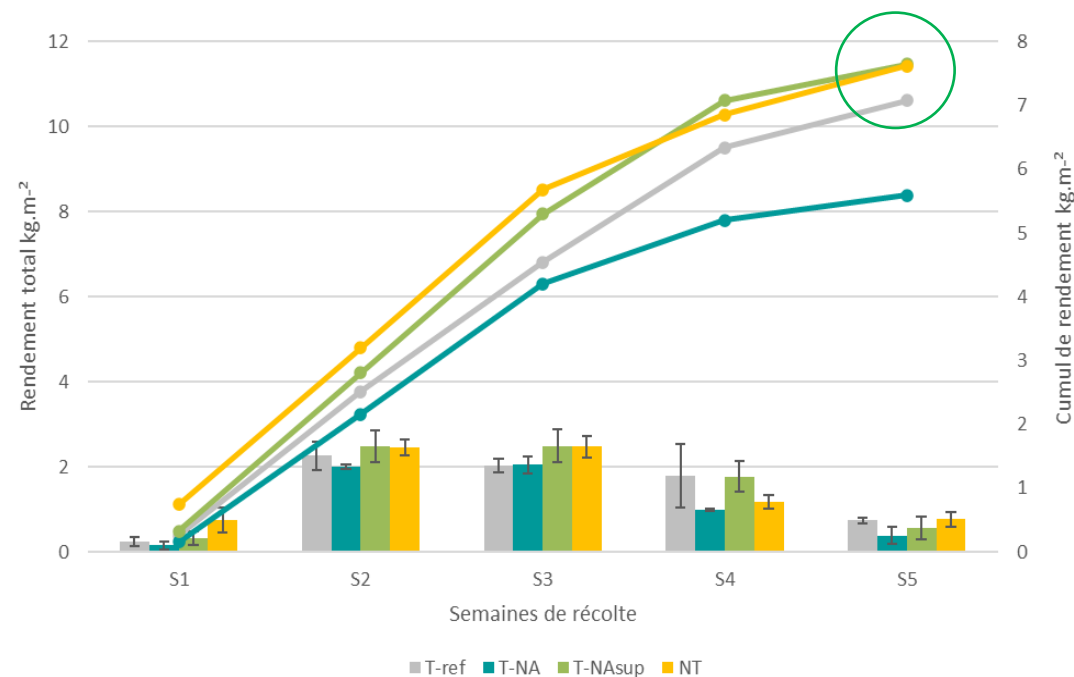
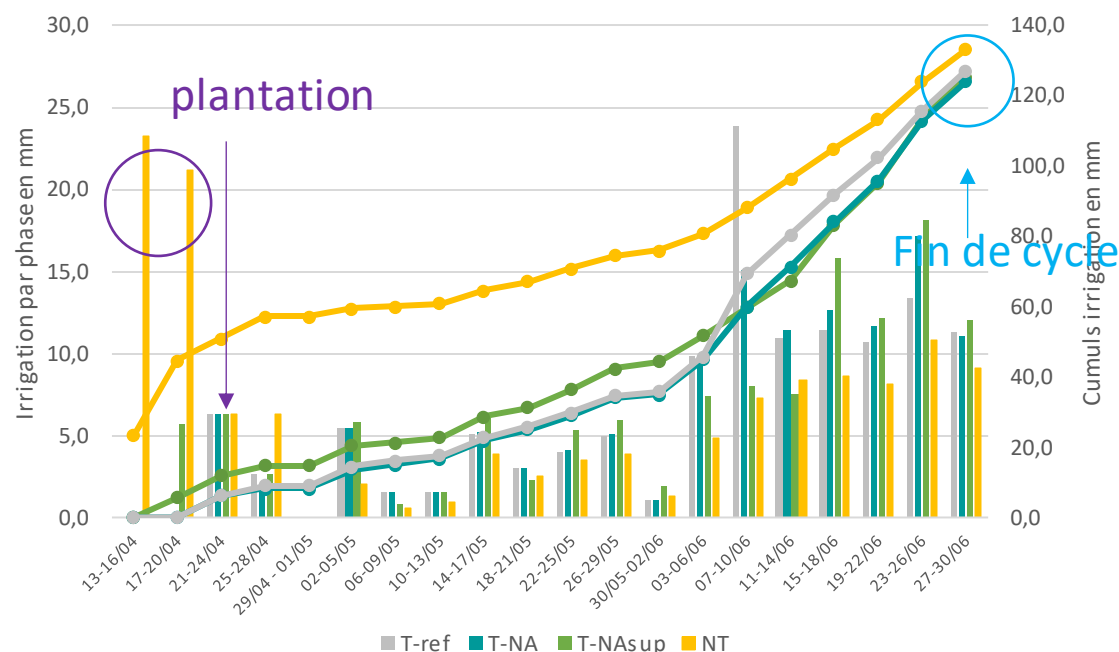


Modalité NT (la plus AE):

1. Apport d'eau importants et précoces pour permettre la plantation
Mais
2. Pas de pénalisation du total d'irrigation
→ *moins de pression sur la ressource en période critique (milieu d'été)*
3. Pas de pénalisation du rendement, du calibre moyen et de la qualité des fruits

Résultats 2023 sur Concombre

Irrigation et cumuls d'irrigation par modalité (pas de temps de 4 jours)



Projet TAI-OC / Essai 2023 / maraîchage

Dispositif expérimental SMART-Sol – UE Maraichage(66)

Irriguer pour diversifier



- Introduire des cultures pérennes / arbres
- Permettre d'implanter des couverts

Conventionnel



Agroécologique



Couverture de l'inter-rang
et rangs d'arbres intercalés

Projet TAI-OC / viticulture

Essai Villeneuve-lès-Maguelone (34)

Irriguer pour réguler



En maraîchage sous abri

- **régulation du climat sous l'abri.**
 - éviter le développement des désordres physiologiques liés à une transpiration irrégulière
 - augmenter l'hygrométrie ambiante (par aspersion ou brumisation) est défavorable à certains prédateurs (acariens tétraniques, thrips) et favorable à certaines populations d'insectes auxiliaires. Attention: compromis à rechercher car cette hausse de l'hygrométrie peut aussi favoriser le développement d'autres bioagresseurs : pathogènes fongiques, mollusques, adventices...
- **Régulation des bioagresseurs**
 - solarisation : pratique agronomique visant à détruire les populations de bioagresseurs telluriques dans les couches superficielles du sol (jusqu'à 30 cm) par une montée en température du sol via un apport d'eau conséquent, la mise en place d'une bâche plastique transparente et la fermeture des ouvrants de l'abri lors de fortes chaleurs.
- **implantation de diverses plantes de service dans, et en dehors des abris**
 - pour attirer des insectes auxiliaires des cultures et contribuer ainsi à la régulation des populations d'insectes ravageurs.



Crédit: Lorenzo Carré



Crédit: Lorenzo Carré

Irrigation multiservice

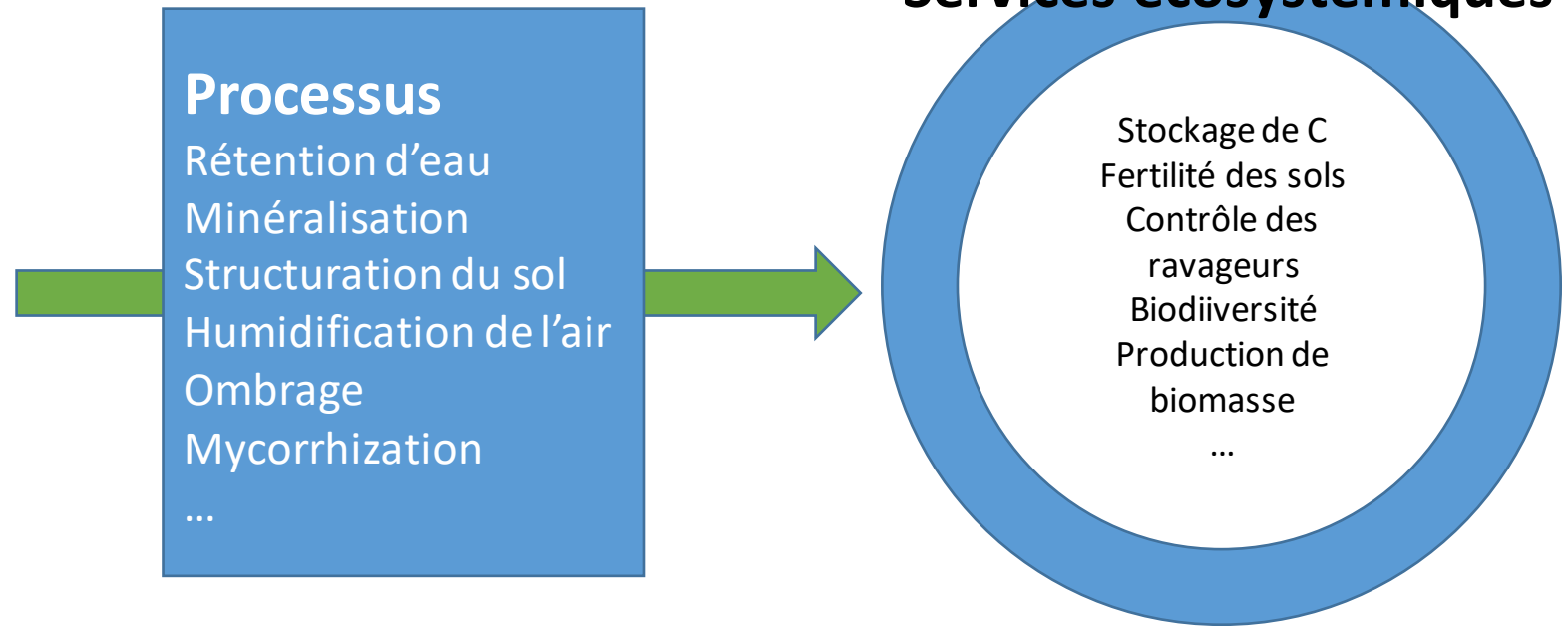
Une irrigation qui permet d'augmenter la performance des pratiques écologiques

Irriguer pour

Pratiques agroécologiques

- Diversification et association de cultures
- Couvertures végétales et plantes de service
- Limitation du travail du sol
- Agroforesterie
- Protection intégrée
- ...

Gestion d'irrigation efficiente et parcimonieuse des cultures



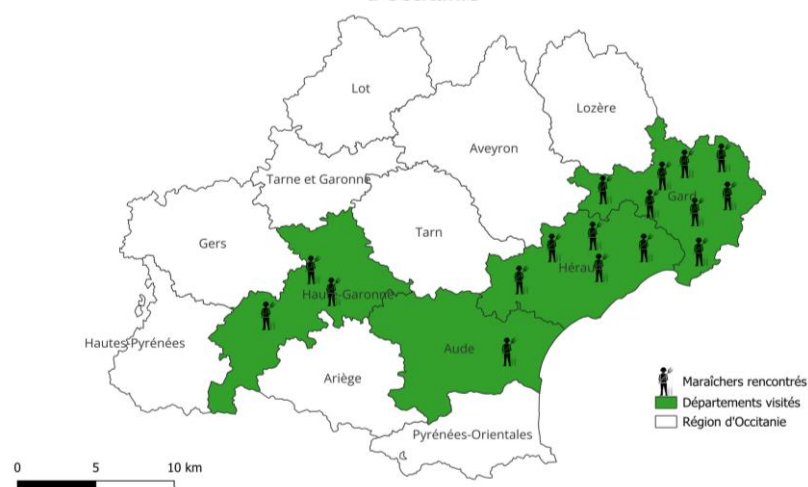
➤ Motivations/freins/leviers à la transition agroécologique des irrigants

- 3 enquêtes spécifiques

Maraichage :

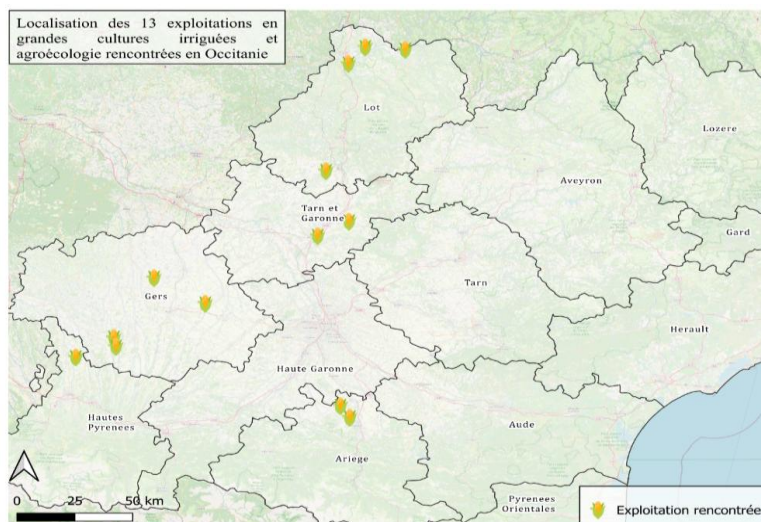
21 entretiens / 17 exploitations (9 en bio)

Localisation géographique des maraîchers rencontrés dans la région d'Occitanie



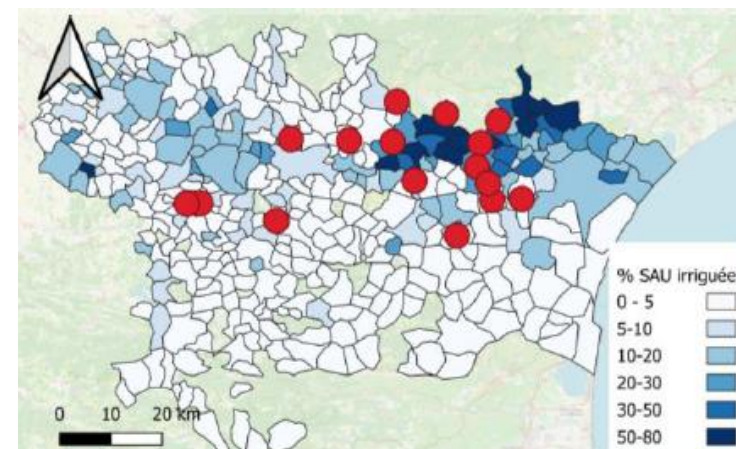
Grandes cultures :

20 entretiens/ 13 exploitations



Viticulture :

26 entretiens / 17 exploitations



Aude

➤ Motivations/freins/leviers à la transition agroécologique des irrigants

• Des motivations

- Variées
- Différentes selon les systèmes

Systèmes de culture	Grandes Cultures	Viticulture	Maraîchage
Très importantes faisant consensus	Transmission Rentabilité Adaptation au CC Environnement	Adaptation au CC Environnement Transmission	Santé Environnement Transmission
Moyennement importantes faisant consensus	Consommation en eau Santé	Santé Consommation en eau	Adaptation au CC Consommation en eau
Peu importantes faisant consensus	Dynamique territoriale Pression sociale Demande des consommateurs	Dynamique territoriale Demande des consommateurs Pression sociale	Demande des consommateurs Dynamique territoriale Pression sociale
Clivantes	Philosophie de vie	Philosophie de vie Rentabilité	Philosophie de vie Rentabilité

• Des motivations

- Qui varient selon le niveau d'agroécologisation

Ex: en Maraichage

Profil de motivation



Niveau d'agroécologisation

Santé et demande
des consommateurs

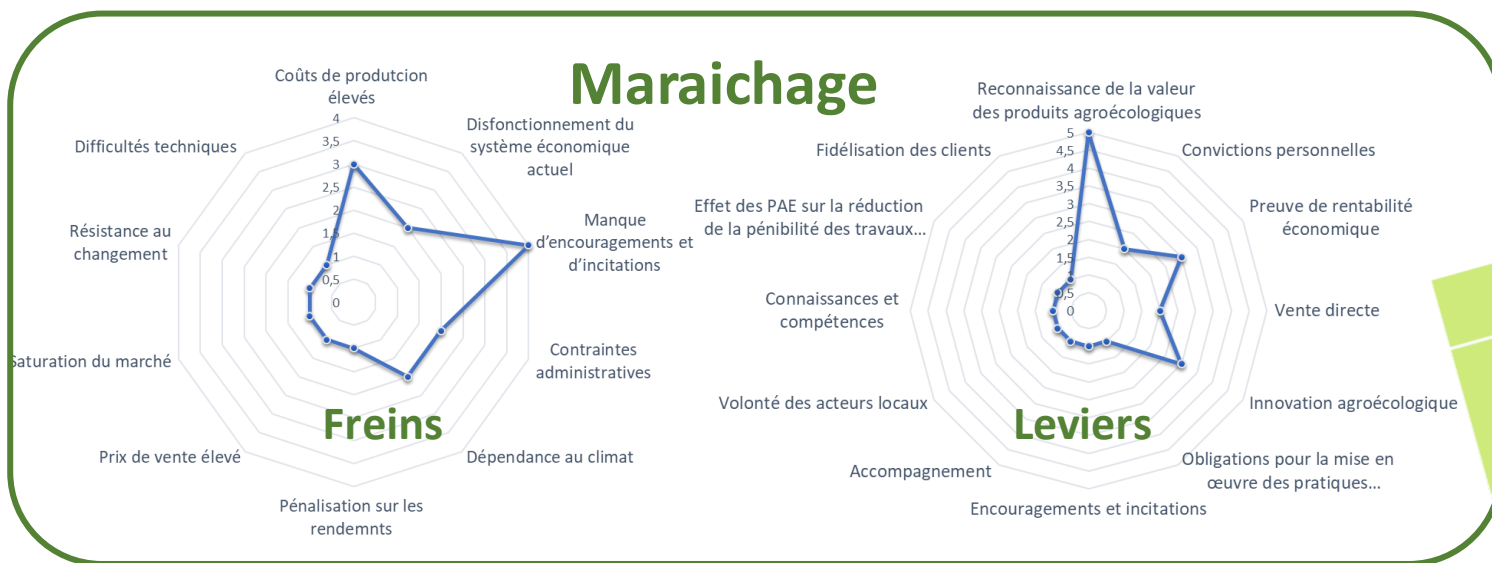
Philosophie de vie,
transmission,
environnement

Adaptation au CC,
économie d'eau,
environnement

➤ Motivations/freins/leviers à la transition agroécologique des irrigants

• Des freins et leviers

- Très divers
- de nature économique, socio-culturelle ou politique et selon les systèmes de culture



	Freins principaux	Leviers principaux
Socio-culturels	Préférence pour le présent, « lock-in » de connaissances et culturels, modification de l'organisation du travail...	Proximité producteur-consommateur, mise en place de pratiques collective, multiplication des réseaux formels et informels...
Economiques	Crises de la filières, coût de l'accompagnement, absence d'aide au maintien de pratiques...	Valorisation commerciale et normalisation des pratiques agroécologiques...

Grandes cultures

Irrigation

17 septembre 2026/

	Principaux freins	Principaux leviers
Socio-culturels	Compétence des conseillers agricoles Isolement des exploitations en transition Reconnaissance de la profession	Formation des conseillers Développement de réseaux informels d'agriculteurs Normalisation et évolution des perceptions des PAEs
Économique et politique	Prise de risque Surcoût des pratiques Perte de temps	Cultures à forte VA Nouveaux dispositifs d'aides publiques (PSE, crédit carbone, crédit impôt recherche) - CUMAs Aides à l'embauche

> Conclusion

Transition agroécologique et gestion durable de l'eau

- Mobiliser les **pratiques agroécologiques** pour réduire structurellement les besoins en irrigation,
 - Développer une **irrigation multiservice** capable d'amplifier les bénéfices écologiques et hydriques des systèmes agricoles, et
- Intégrer ces approches dans les **arbitrages collectifs de partage** de l'eau pour une *Gestion durable de la ressource en eau*
- Soutenir les agriculteurs à la transition agroécologique par des **instruments économiques variés**



INRAE

➤ Merci de votre attention



Rester critique sur les « solutions miracles »

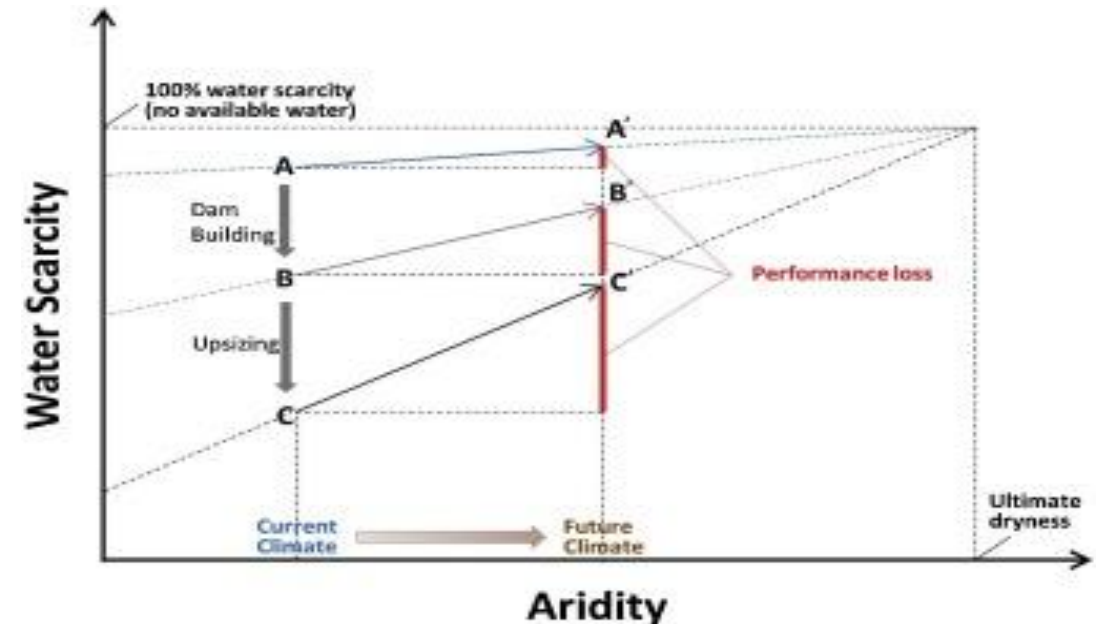
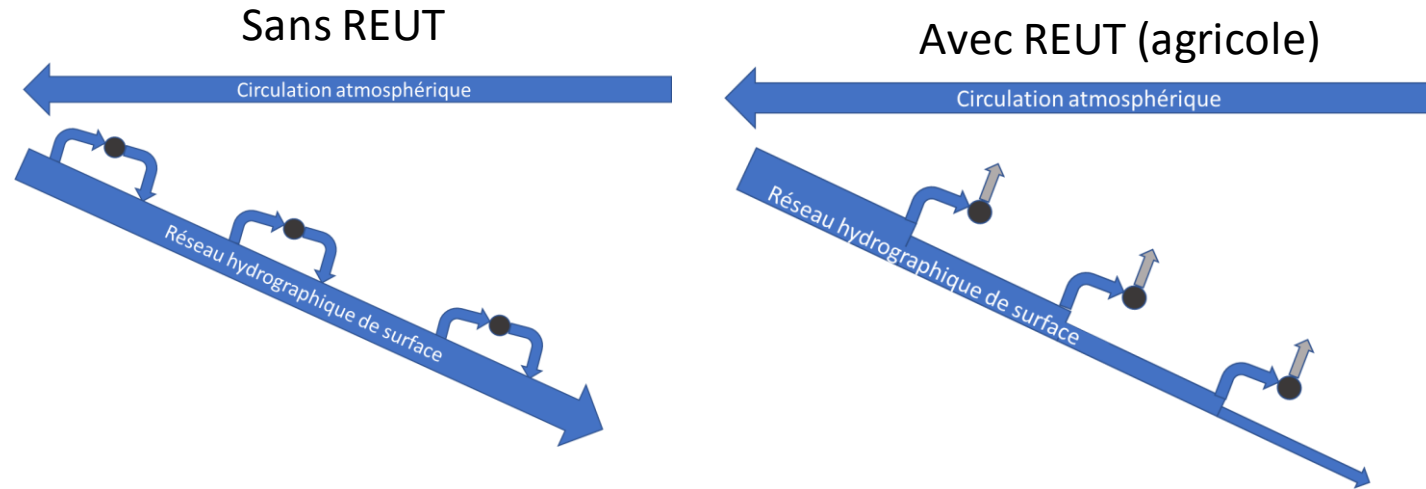
- Réutiliser l'eau usée?

- Pénalisation des usages avals
- Contraintes de qualité / normes
- Coût, gouvernance

Burgaud et Montginoul, 2026

- **Stocker l'eau dans les retenues ?**

- Quelle capacité de remplissage en conditions de changement climatique?
- Coût
- Risque d'entretien d'un système agricole dépendant



Kim et al. 2019

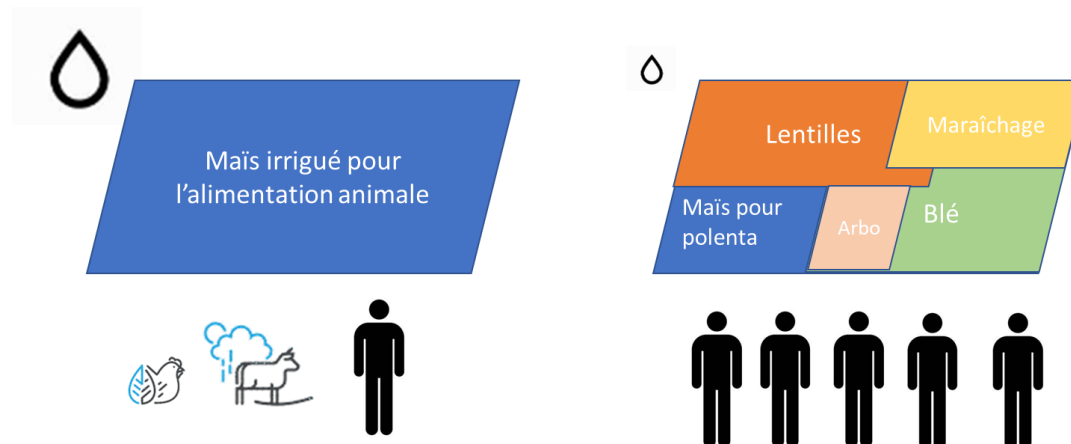
La sécurité alimentaire dans un contexte de pénurie d'eau

dépend aussi de choix politiques...

- **Préserver les sols à forte RU**
 - Ne pas brader les bonnes terres agricoles !



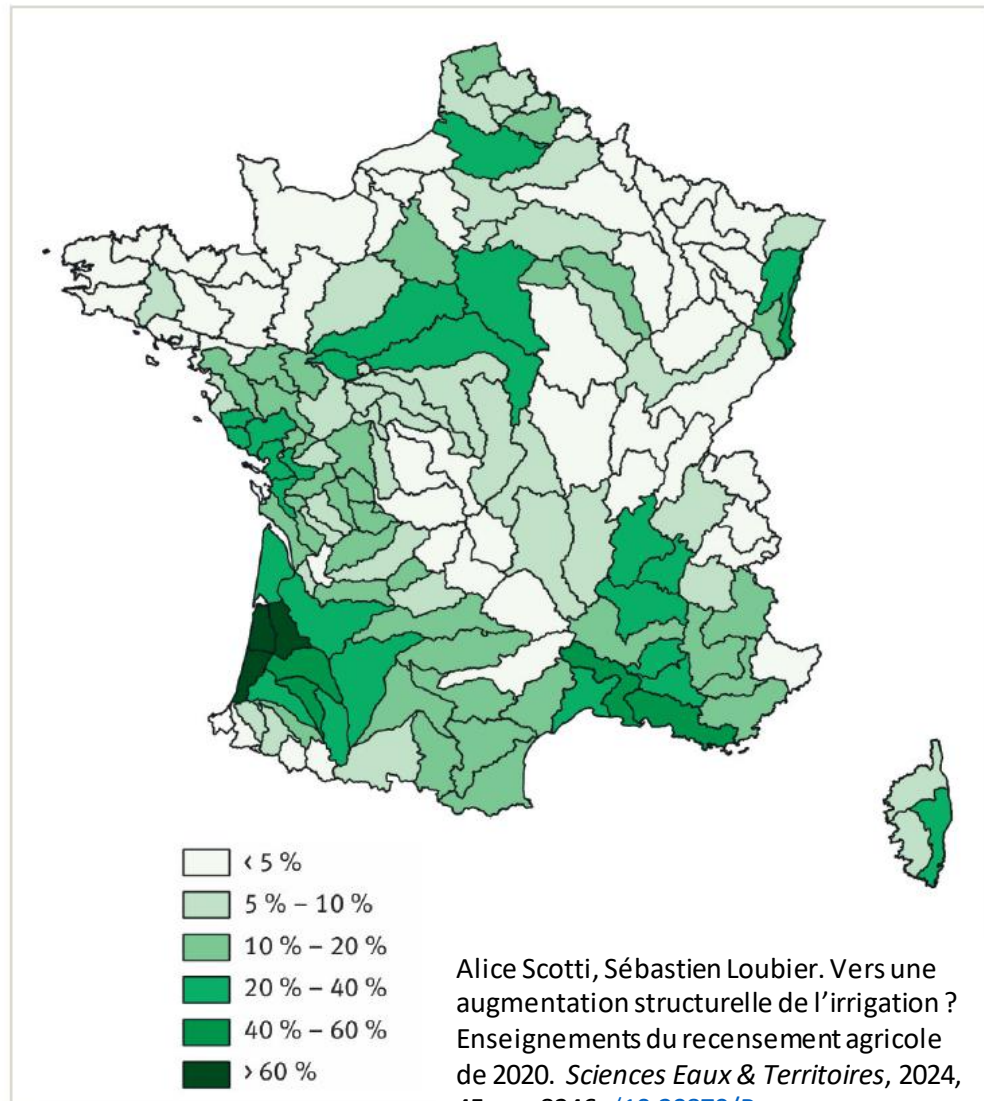
- **Revoir nos choix de production sur les surfaces où l'irrigation est peu efficace**



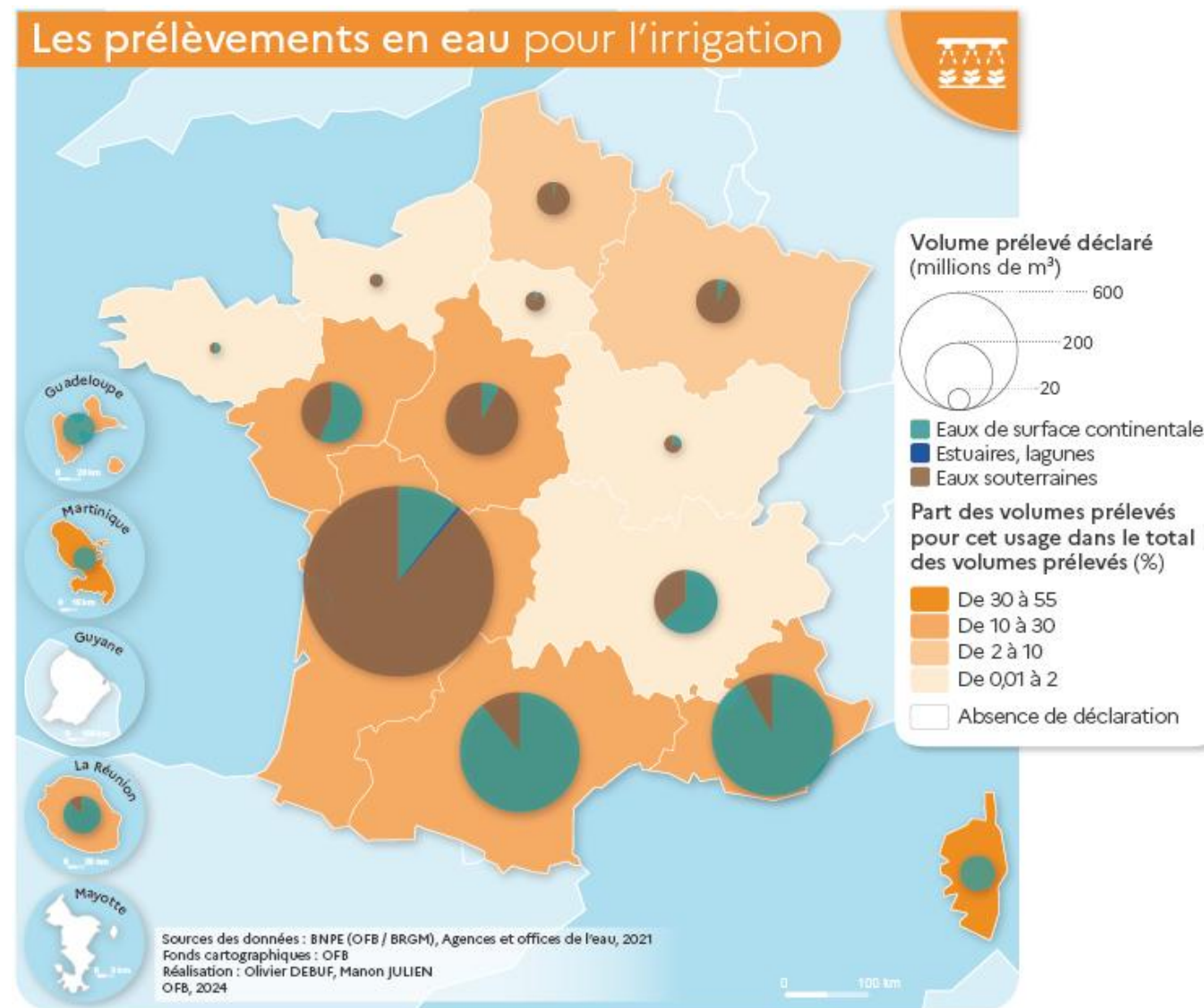
→ **Élevage à l'herbe, en montagne**

➤ Situation du BAG et de l'Occitanie / France

Figure 4 – Part des surfaces équipées par secteur hydrographique en 2020 (%).

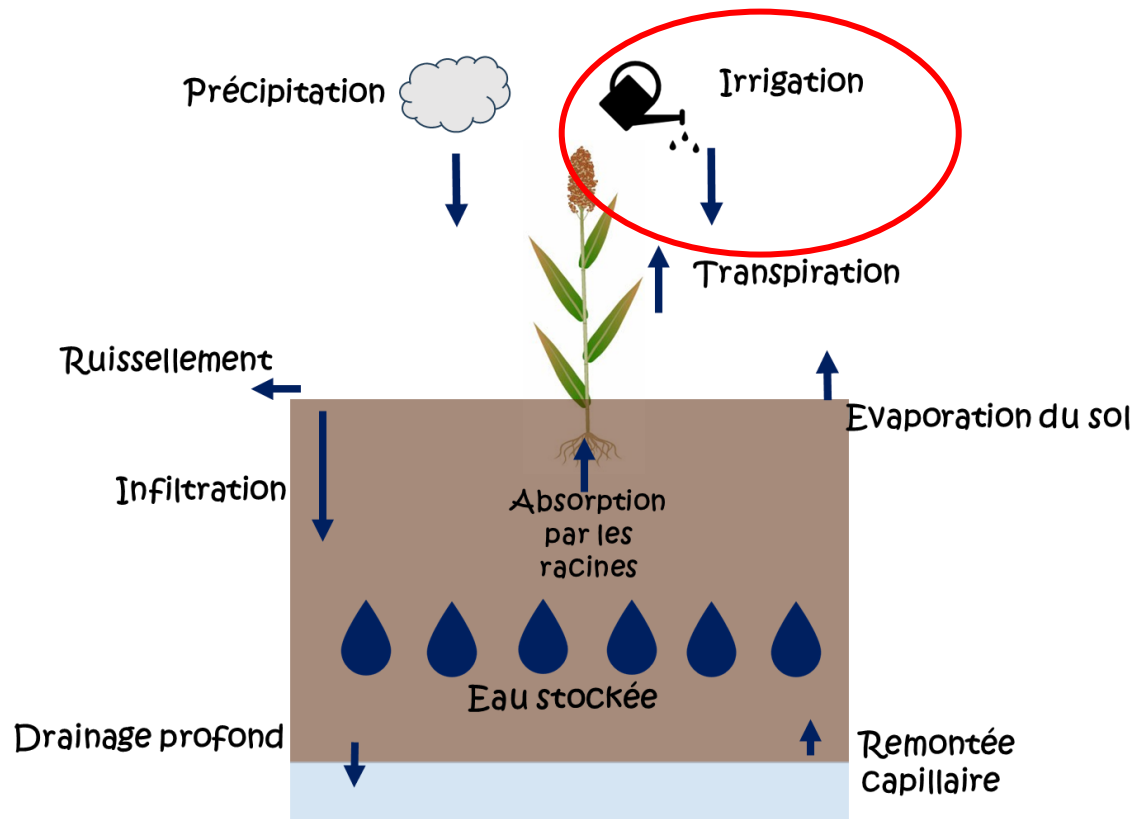


17 septembre 2026/ Webi



<https://www.eaufrance.fr/lagriculture-dans-le-cycle-de-leau>

> Efficience de l'irrigation



Niveau d'action

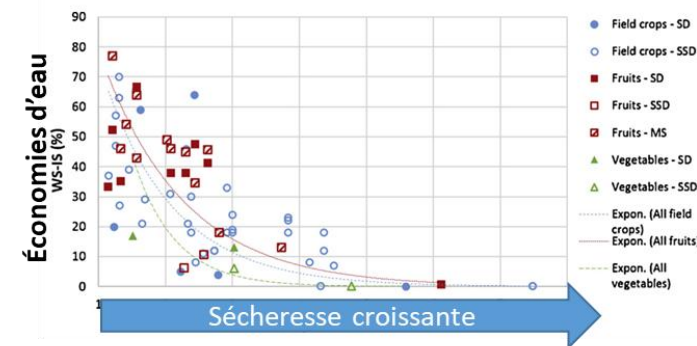


Gestion de l'irrigation

1. La pratique est l'irrigation elle-même ou une modalité d'irrigation

En contexte de changement climatique: meilleur potentiel d'économies d'eau via le **pilotage**

Par le matériel d'irrigation

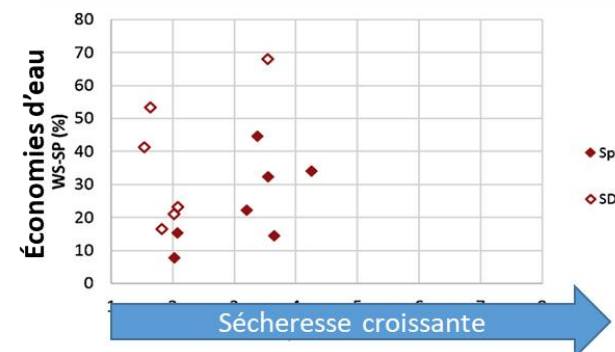


(Serra-Wittling et al., 2019)



Différentes techniques d'irrigation

Par le pilotage de l'irrigation



Sol



Augmenter le réservoir utilisable du sol (RU)

Améliorer la capacité de rétention en eau du sol

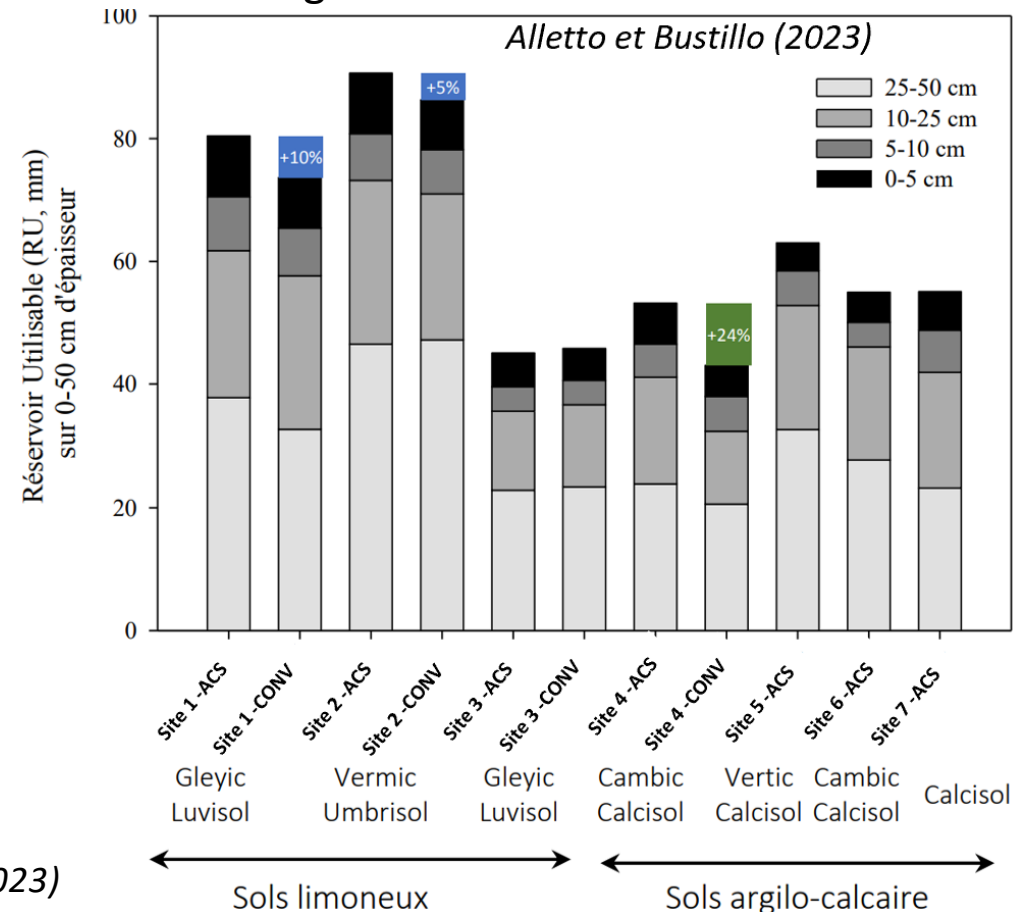
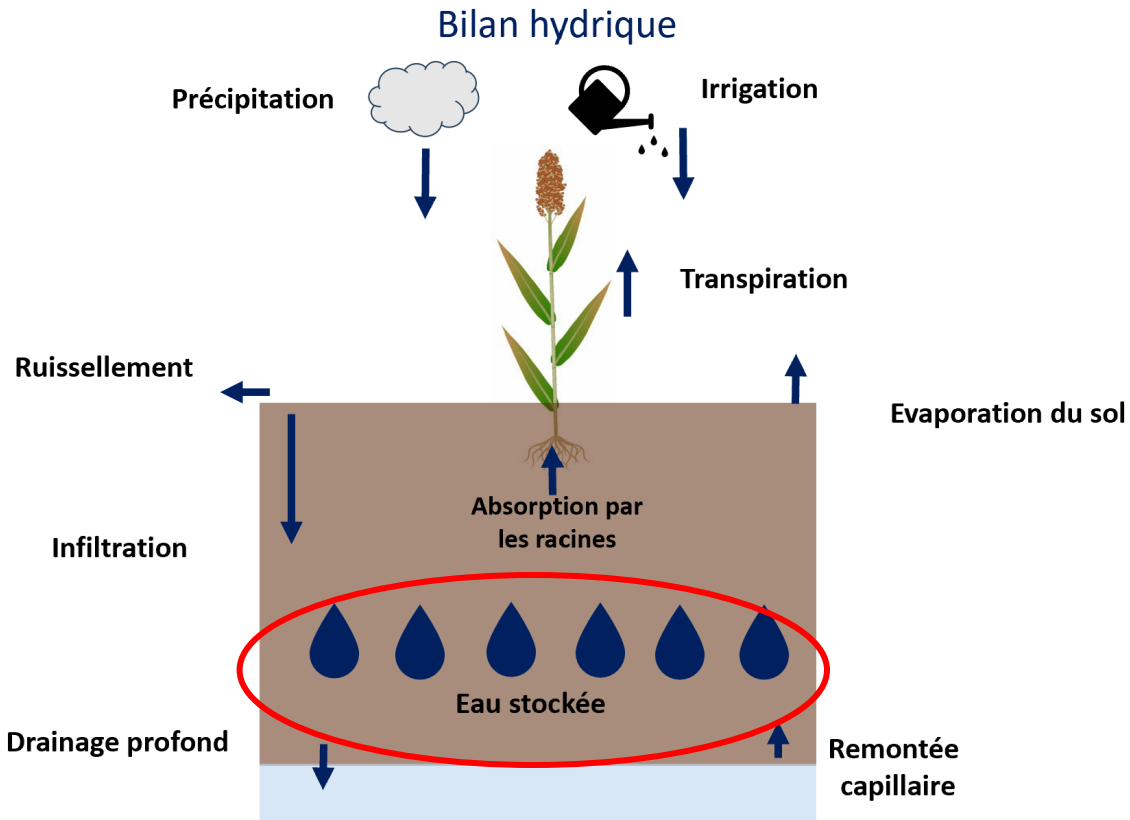
Préserver la structure du sol (amélioration de la porosité et stabilité structurale)

- Réduction voire non-travail du sol
- Augmenter la teneur des MO



ACS : Agriculture de Conservation des Sols

CONV : Agriculture conventionnelle



INRAE

Irrigation
17 septembre 2026 / Webinaire I4CE / D. Leen

Alletto et al., (2023)

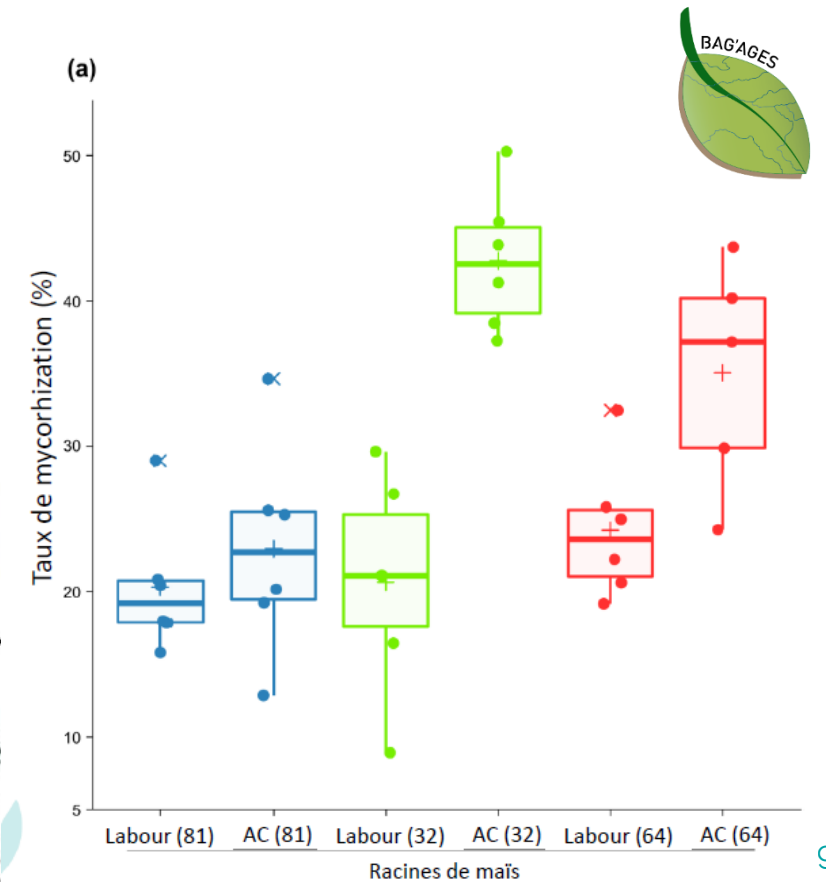
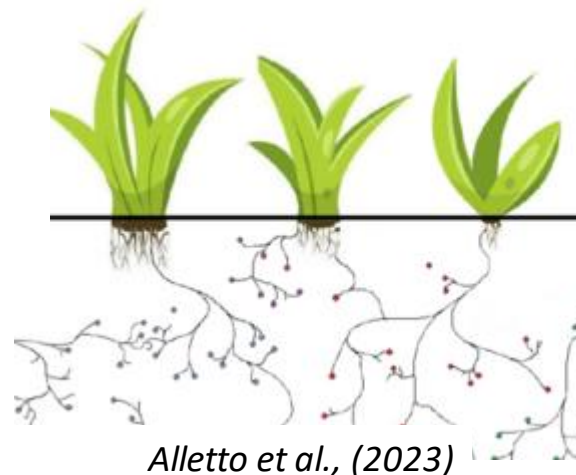
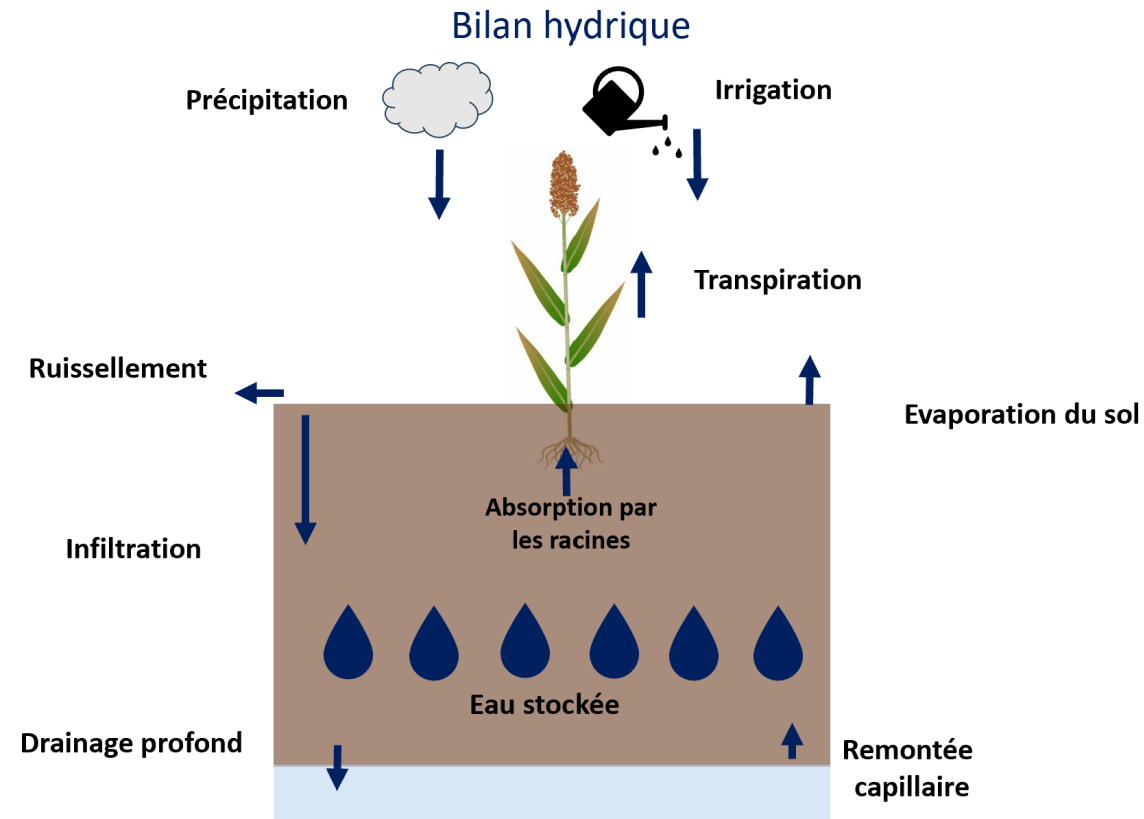
Sol

- Augmenter le réservoir utilisable du sol (RU)

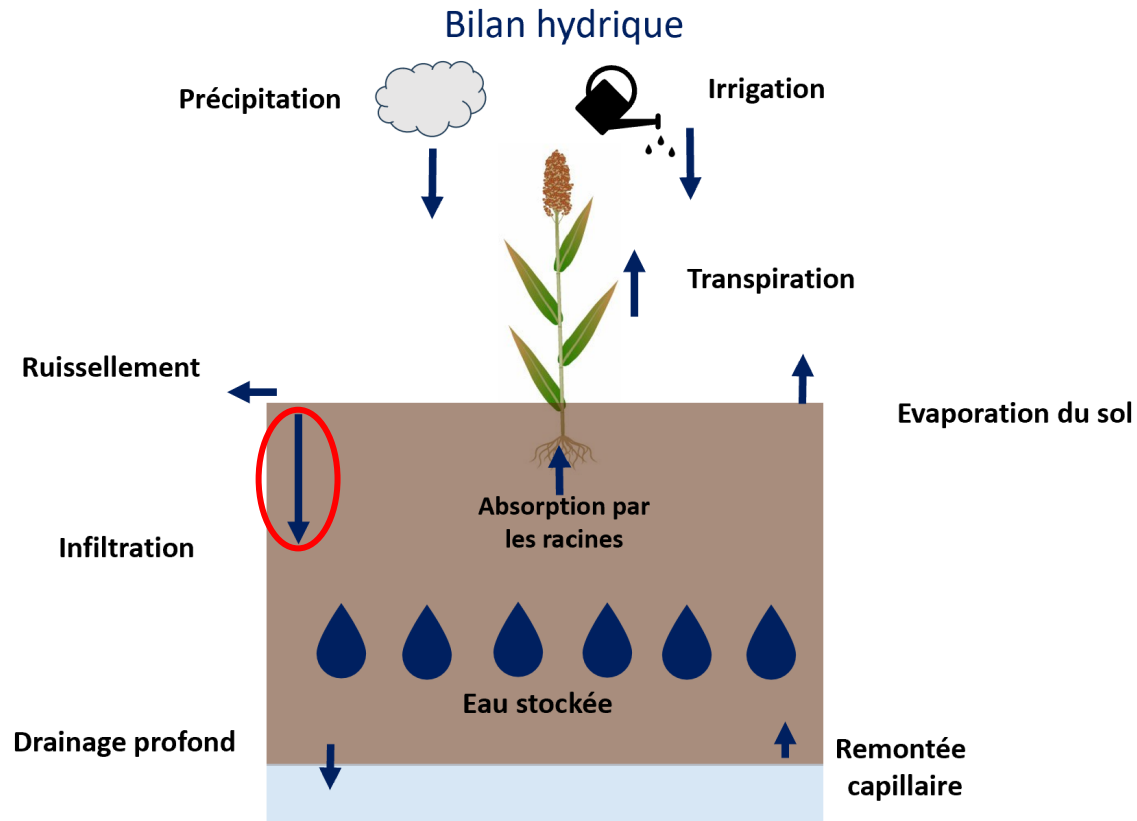


Agrandir le volume exploré par les racines

- Choisir les cultures / variétés à enracinement plus profond
- Eviter les semelles de labour (réduction du travail du sol)
- Favoriser l'association avec les mycorhizes (ex, par l'AC – Maes, 2021)



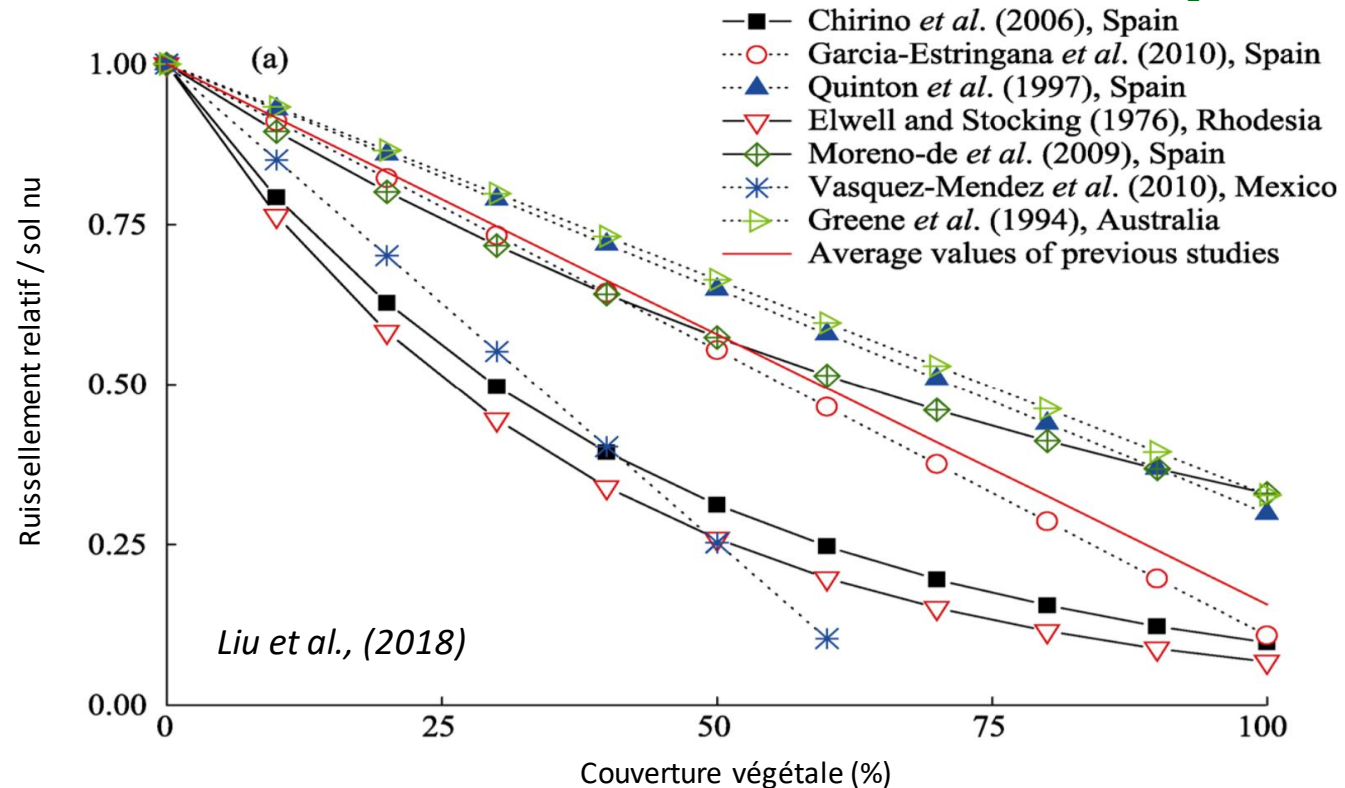
Sol



- Favoriser l'infiltration et la recharge du sol
- Diminuer le ruissellement

En combinant

- Couverture du sol (mulch vivant ou non)
- Préservation de la structure du sol
 - Eviter les semelles de labour (réduction du travail du sol)
 - Apports de MO



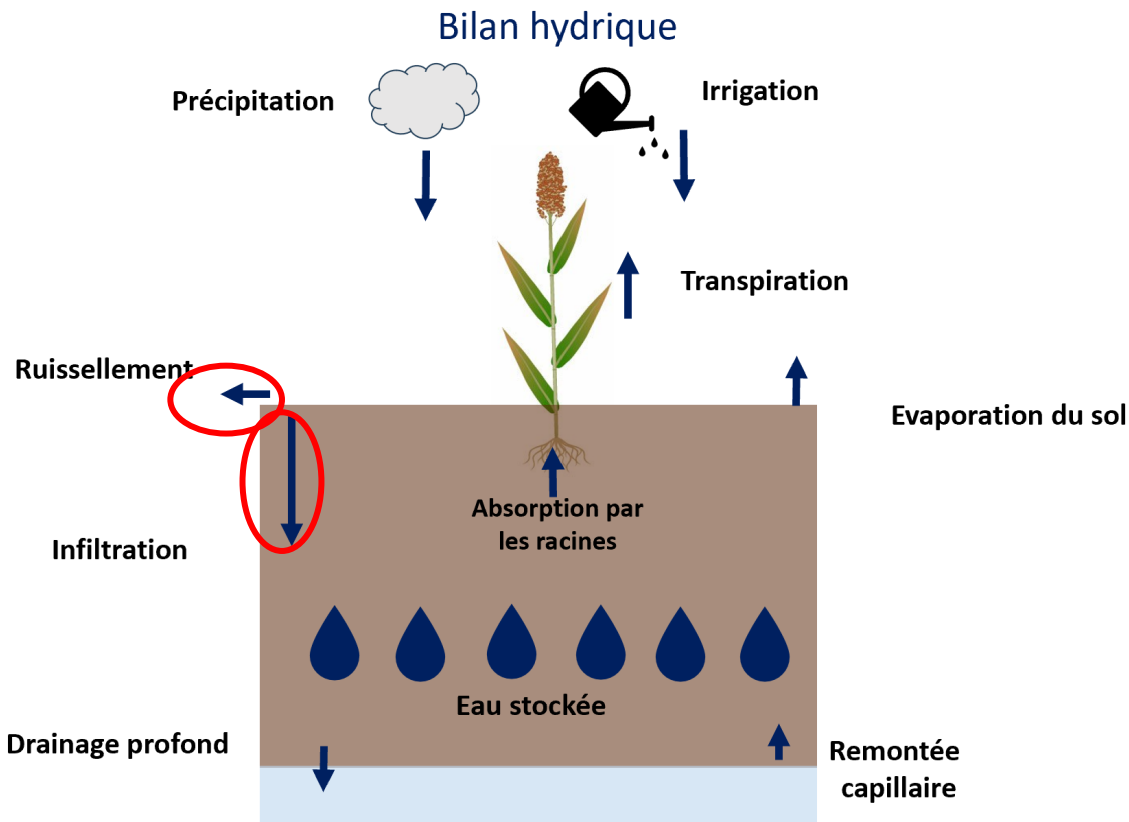
Sol



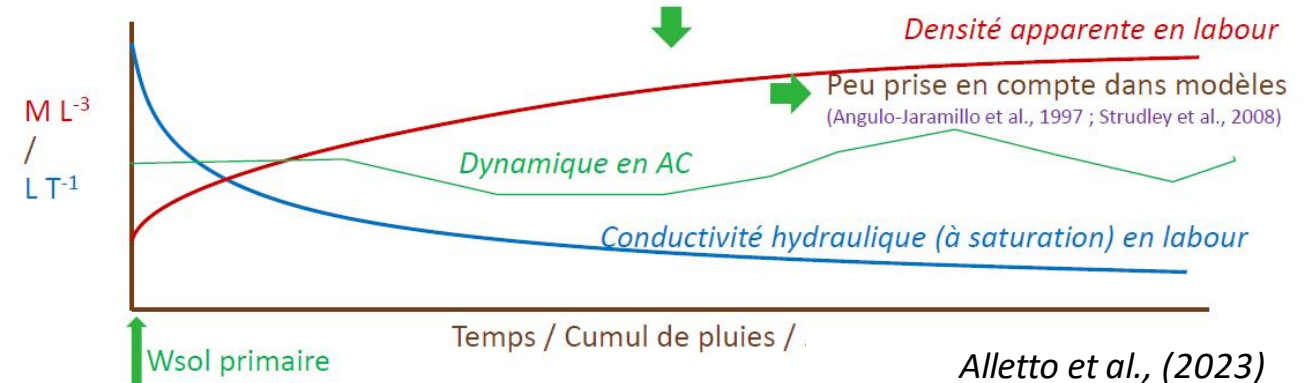
- Favoriser l'infiltration et la recharge du sol
- Diminuer le ruissellement

En combinant

- Couverture du sol (mulch vivant ou non)
- Préservation de la structure du sol
 - Eviter les semelles de labour (réduction du travail du sol)
 - Apports de MO



(Sauer et al. 1990 ; Green et al., 2003 ; Stange et Horn, 2005 ; Strudley et al., 2008)



Alletto et al., (2023)

INRAE

Irrigation

17 septembre 2026 / Webinaire I4CE / D. Leenhardt

Sol



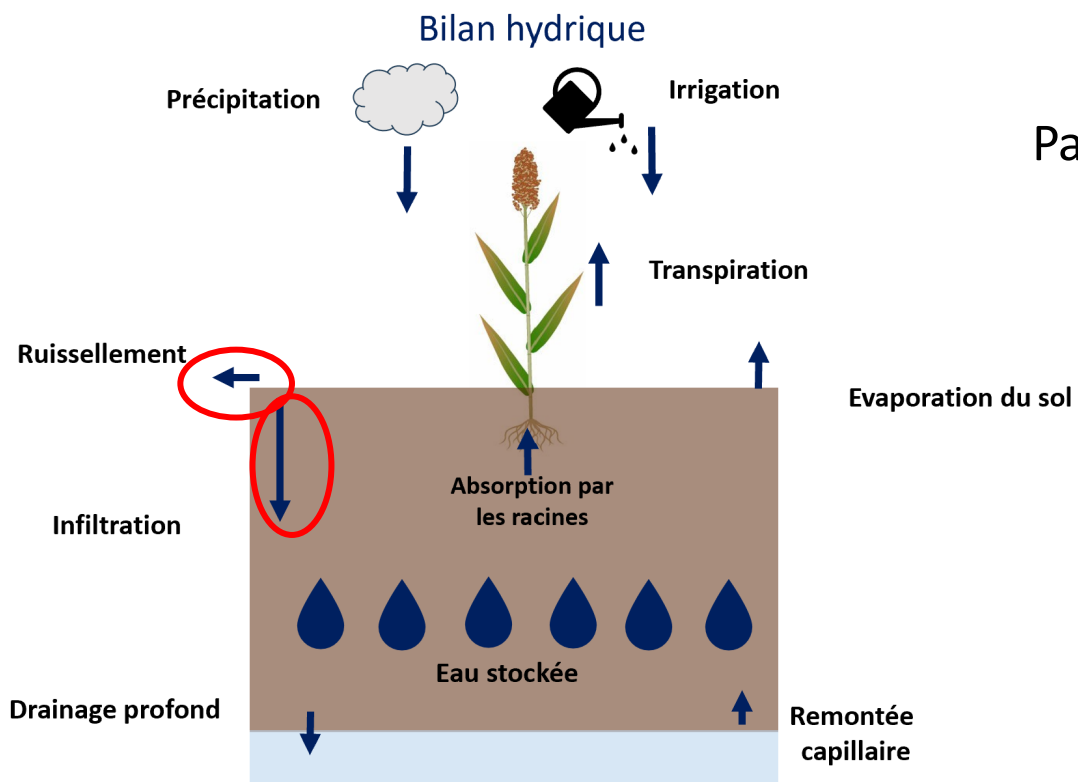
- Favoriser l'infiltration et la recharge du sol
- Diminuer le ruissellement

Par les techniques culturales

- Sens du labour
- Non labour

Par les aménagements

- Terrasses, Haies
- Zones humides



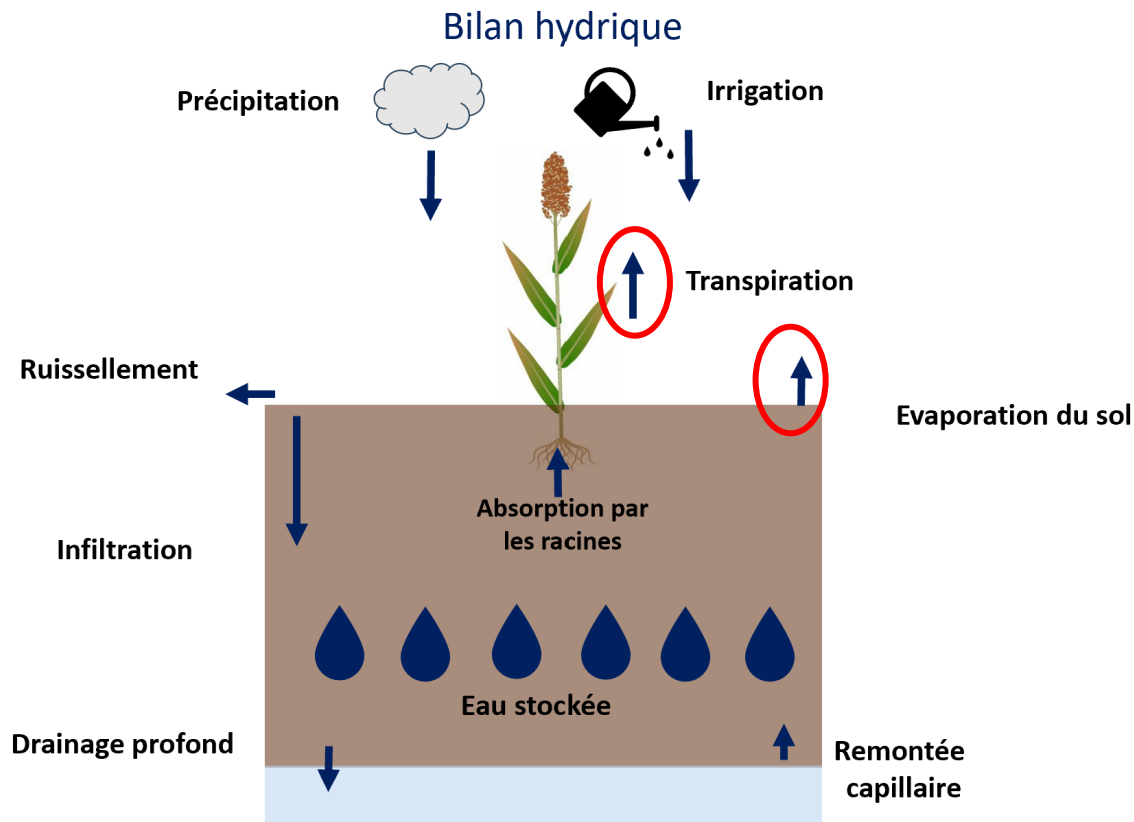
Crédit: D. Leenhardt

INRAE

Irrigation

17 septembre 2026/ Webinaire I4CE / D. Leenhardt

Sol



• Réduire les pertes vers l'atmosphère

Limiter l'évaporation du sol

- Couverture permanente du sol
- Mulch importé
- Valorisation des résidus de culture



Limiter la transpiration « excessive » des plantes

- Microclimat favorable ($\searrow$ T° et vitesse du vent, $\nearrow$ humidité locale)
 - Agroforesterie: Haies, arbres
 - Associations de cultures



Credits Delphine Leenhardt

Bilan : Plusieurs leviers à combiner pour jouer sur tous les termes et compartiments du bilan hydrique

Agroécologie

Pratiques et aménagements

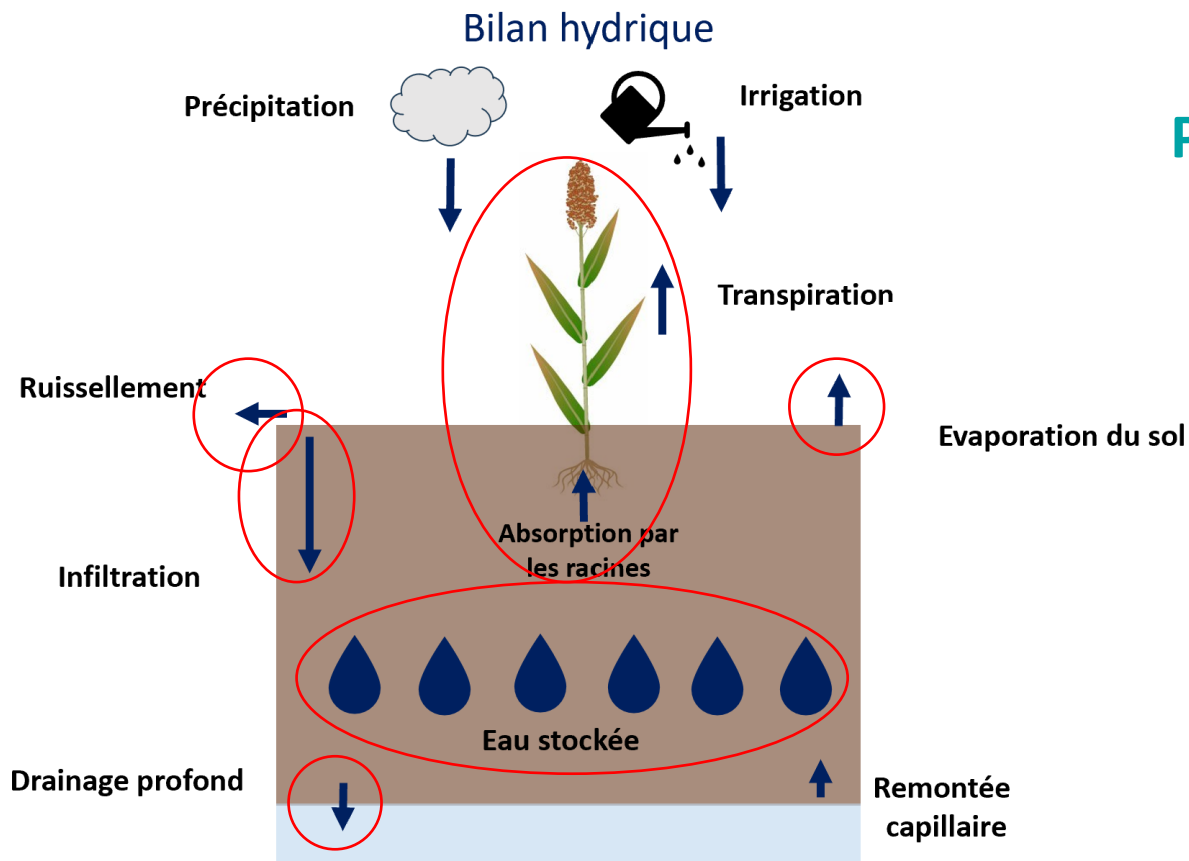
- Diversifier les cultures
- Limiter le travail du sol
- Rotations diversifiées et longues
- Agroforesterie
- Associations de cultures
- Aménagements paysagers

Reconception

Amélioration variétale Gestion d'irrigation

Substitution

Efficience



➤ Un large spectre de pratiques agroécologiques

	Nombre de pratiques agroécologiques	Métapratiqes											
		m1	m2	m3	m4	m5	m6	m7	m8	m9	m10	m11	total
Toutes pratiques	330	53	63	86	24	126	48	16	42	5	11	9	483
Pratiques liées à l'eau	139 (42%)	30	63	36	14	41	27	6	25	0	5	4	251

- ~ 9 PAE / ferme
- Toutes les métapratiqes sont couvertes
- Les PAE sont souvent multifonctionnelles (Rattachées à plusieurs MP)
- 42% des PAE ont un lien à l'eau

Métapratiqes (Guyomard et al. 2017)

m1: Travail du sol et gestion de l'état de surface
m2: Gestion de l'eau et de sa qualité
m3: Gestion des éléments minéraux (azote, phosphore, potassium et autres) et du statut organique des sols
m4: Choix des variétés et des semences
m5: Protection phytosanitaire des cultures
m6: Choix des successions de cultures et des assolements
m7: Conduite des plantes et des peuplements de végétaux
m8: Aménagements fonciers
m9: Choix et gestion des agroéquipements
m10: gestion de l'alimentation animale
m11: Gestion des effluents