



## ➤ Besoins en eau pour l'agriculture dans un contexte de changement climatique

Nina Graveline – Economiste INRAE

UMR Innovation

# INRAE

- 1 / La changement climatique & le besoin en eau en agriculture
- 2 / Du besoin à la demande en eau
- 3 / De multiples adaptations
- 3 / Exemples de travaux
- 4 / Discussions & conclusion

# ➤ Les impacts du changement climatique sur l'agriculture

**Les effets du changement climatique sont nombreux et incertains**

- Modification:
- Du régime des T
  - de la pluviométrie
  - Du CO2 atmosphérique
  
  - Accroissement des phénomènes extrêmes (pluies, gels, tempêtes, chaleurs...)



**Les impacts sur les plantes & l'exploitation**

Modification de la croissance, développement des plantes (dont phénologie)

Modification des jours, périodes disponibles pour le travail

**Les impacts sur la production agricole et les résultats économiques**

Rendements modifiés

Qualité (e.g. vin)

Effets indirects sur la demande/les prix

# ➤ Besoin en eau en agriculture

Le « besoin » : une notion agronomique technique

## L'évapotranspiration

- L'ETR correspond à la quantité d'eau (en mm) qu'évapore le sol et transpire la plante par jour en conditions culturales normales.  $ETR_{max} = ETM$
- $ETM = Kc \times ETP$ , soit l'évapo-transpiration maximale est fonction d'une évaporation dite potentielle (ETP) et d'un coefficient cultural (Kc) qui ramène le 'potentiel' aux conditions réelles.
- L'ETP est donc l'évapotranspiration potentielle, soit le **maximum** d'eau (en mm) que peut évaporer le sol et transpirer la plante à condition que le sol soit bien pourvu en eau et que les plantes couvrent uniformément le sol. Ainsi l'ETP est donnée pour un sol dont la réserve utile est pleine, recouvert d'un 'gazon' homogène

## Le déficit hydrique (besoin d'irrigation potentiel) : $ETM - ETR$

Ou confort hydrique,  $ETR/ETM$

l'indice agroclimatique,  $P - ET_0$ , représentant la différence entre l'offre climatique (P, la pluie) et la demande climatique ( $ET_0$ ) à l'échelle annuelle.

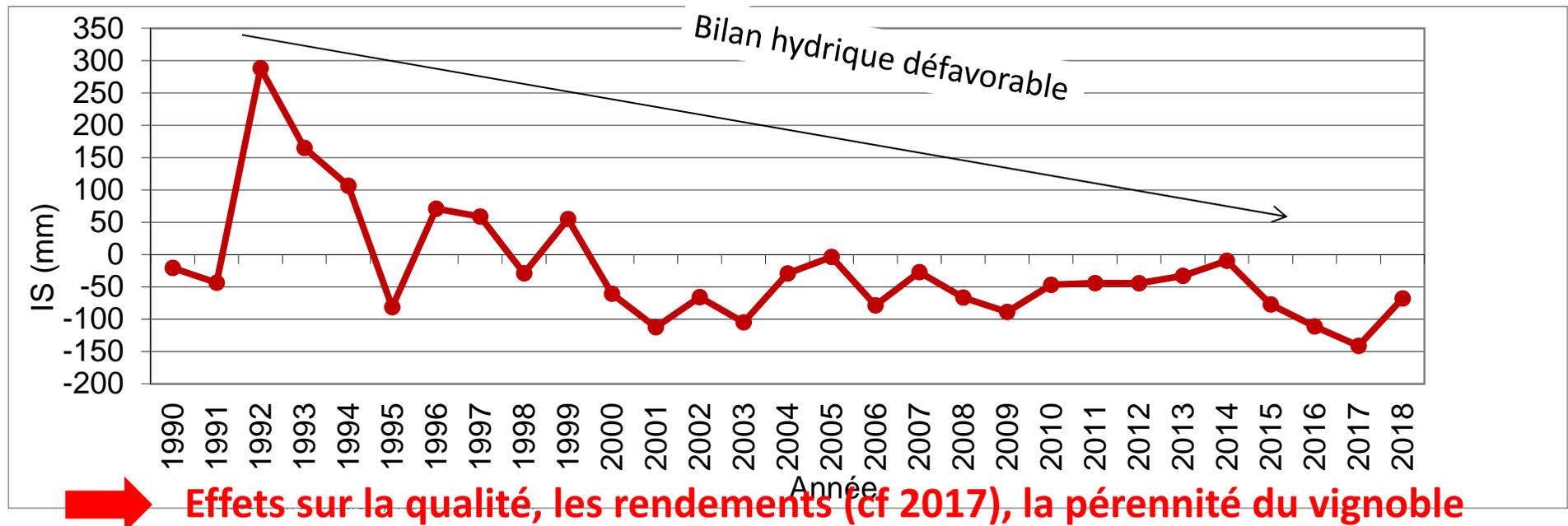
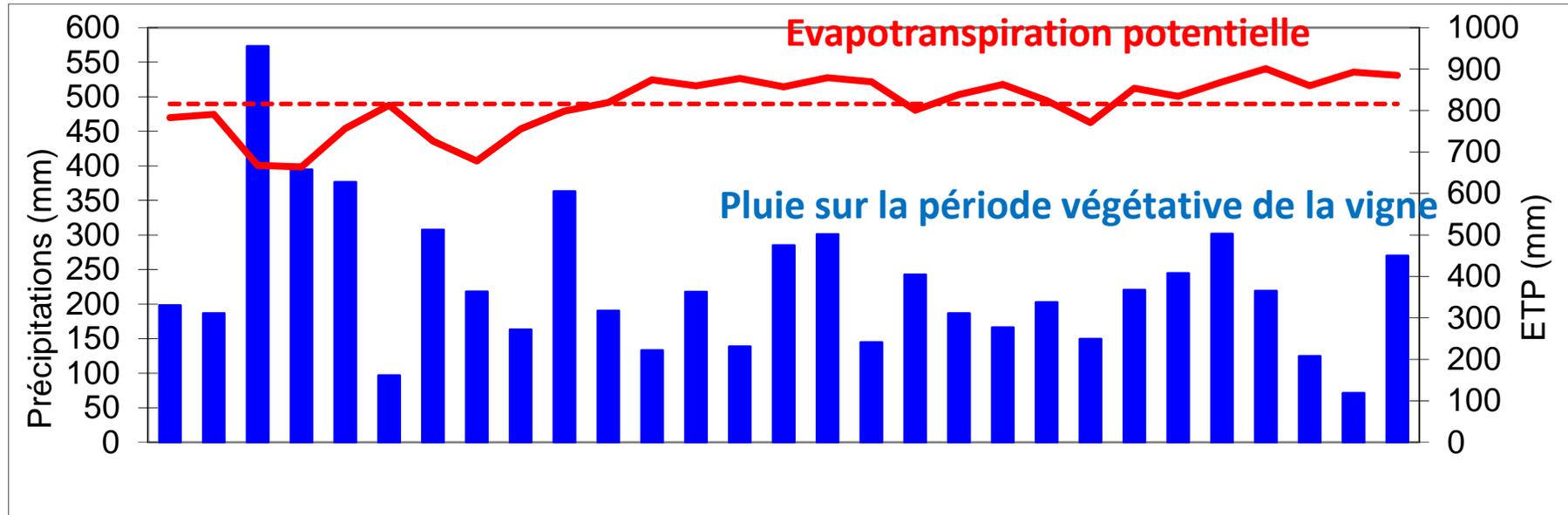
## La réserve utile : $\Delta Ru$ (en mm) = $P$ (en mm) - ETR - Infiltration - Ruissellement

Source: <https://www.supagro.fr/ress-pepites/processusecologiques/co/EquationBilanHydrique.html>



# ➤ Déficit hydrique sur les vignobles du sud de la France

Période 1990-2018. INRA, Unité Expérimentale de Pech Rouge, Gruissan, France. (H. Ojeda)



➔ Effets sur la qualité, les rendements (cf 2017), la pérennité du vignoble

# ➤ La « double (voir triple) peine » du changement climatique

## 1\* Une augmentation de l'évapotranspiration

Ex: Monoculture de maïs : + 40 mm de besoin en moyenne dans le FP (soit entre + 10 et 30%) (Voir résultat du projet CLIMATOR)

Mais à long terme un raccourcissement des stades phénologiques

## 2\* Des ressources en eau moins pourvues : baisse de la recharge des eaux souterraines & baisse de débit des cours d'eau

Une augmentation de la pluviométrie dans le Nord & Une baisse au Sud, notamment en été

Estimation variable selon les bassins versants et aquifères mais valeur de l'ordre de -10 / 30 % of recharge, Boe et al. 2009 ; Ducharne et al. (2010)

## 3\* Et il n'y a pas que le stress hydrique qui « change » avec le changement climatique !

- *En vigne par exemple :*
  - Les raisins subissent des températures plus élevées pendant la période de maturation : (mauvais pour qualité)
  - Récolte plus précoce donc plus chaud, difficile maîtrise des T

# ➤ Des informations techniques par ex. dans le Mémento Irrigation de BRL

LE MÉMENTO A BÉNÉFICIÉ DU SOUTIEN FINANCIER DE LA RÉGION OCCITANIE ET DE L'AGENCE DE L'EAU RHÔNE MÉDITERRANÉE CORSE.

**Au sommaire :**

- Partie 1 : Contexte environnemental et volet réglementaire relatif à l'irrigation
- Partie 2 : Maîtrise des pratiques d'irrigations
- Partie 3 : Références et données de base utilisées dans le Mémento Irrigation
- Partie 4 : Organisation et mode d'emploi des fiches d'irrigation
- Partie 5 : Fiches irrigation par type de cultures :
  - Cultures légumières (13 fiches)
  - Cultures fruitières (16 fiches)
  - Grandes cultures (9 fiches)

Consulter le Mémento Irrigation en ligne  
 Télécharger le Mémento Irrigation dans son intégralité (13 Mo)

**Cultures fruitières**

## Amandier

**Consommation mensuelle de la culture**

**Consommation en eau mensuelle de la culture**

**Consommation en eau totale (en année normale)**

Consommation annuelle (année moyenne) : **471 mm**  
 Besoin annuel en eau d'irrigation : **294 mm**  
 Année médiane - station de Montpellier

**Coefficients culturaux optimisés**

**Consommation décadaire de la culture**

**Besoins annuels en eau d'irrigation en année normale, sèche et humide selon la zone géographique**

**Besoins décadaires en eau d'irrigation par décade**

Mois	Juin			Juillet			Août		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Coefficient culturaux Kc	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Besoins culturels (Kc x ETP) en mm	21	21	21	21	21	21	21	21	21
Irrigation (en mm)	0	0	0	0	0	0	0	0	0

**Besoins annuels en eau d'irrigation (en mm)**

En année	Année	Année	Année	Année	Année	Année
Normale	294	295	212	204	272	248
Sèche	284	242	264	213	224	264
Humide	232	223	178	206	212	214

**Commentaires**

Cette espèce méditerranéenne par excellence supporte un rationnement en eau modérée, cependant, pour les vergers adultes, une restriction trop sévère de l'apport en eau compromet le grossissement normal de...

Il est de se transformer en amandier vert la fin Mars, les apports en eau sont alors moins déterminants pour la suite du cycle cultural.

Au CTIFL, les Kc sont abaissés 15 jours avant la récolte...

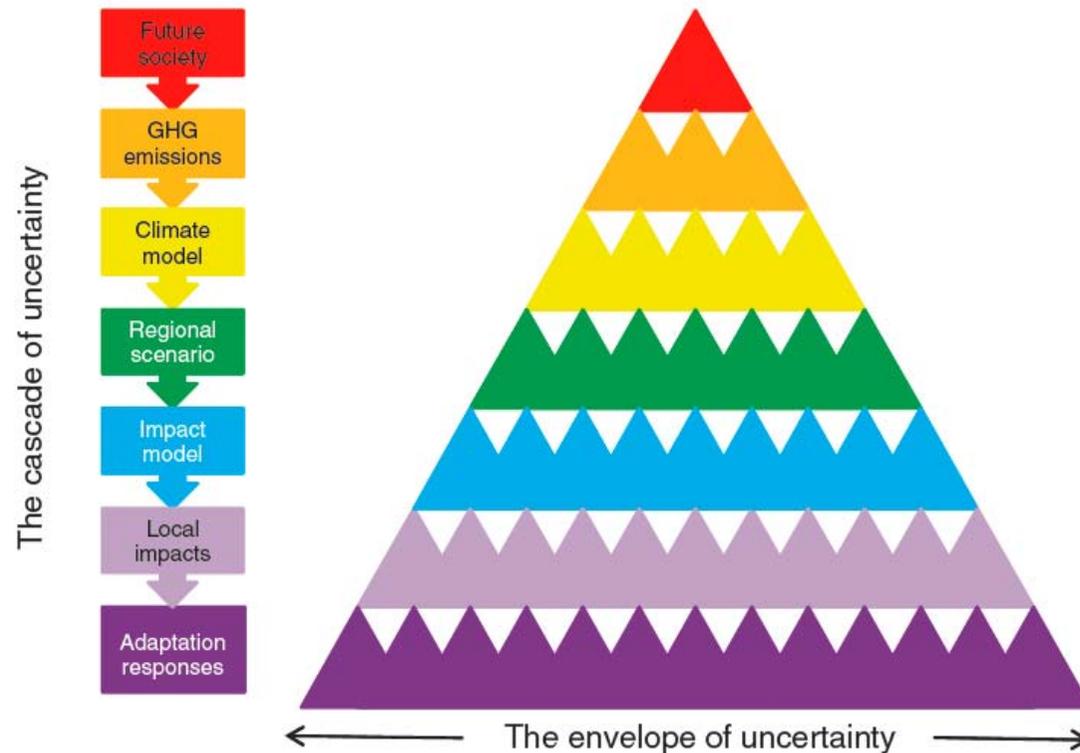
<https://www.brl.fr/fr/memento-irrigation-agricole#:~:text=Le%20M%3%A9memento%20a%20%20C%3%A9t%20con%20C%3%A7u,principales%20cultures%20de%20la%20r%20C%3%A9gion.>

## ➤ De fortes incertitudes

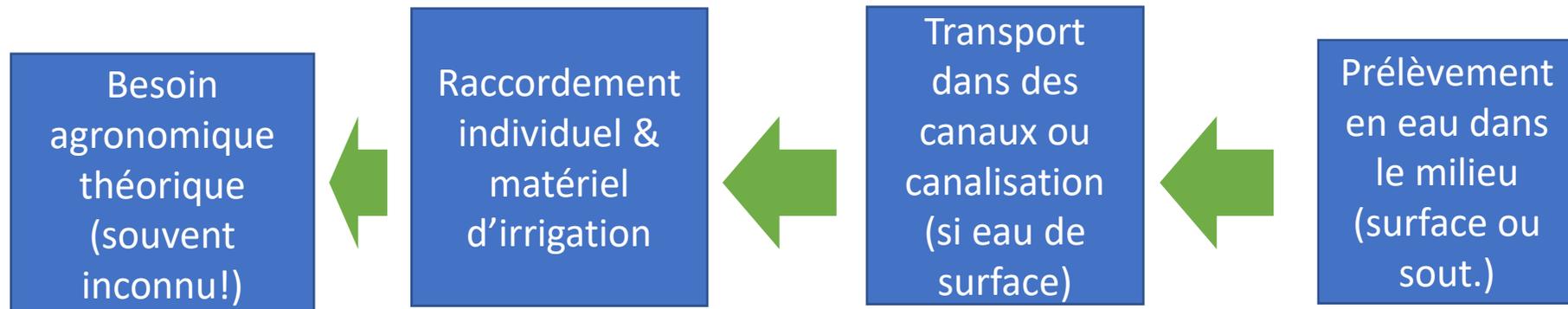
Les prévisions des modèles climatiques sont plus incertaines sur les pluviométries que sur les températures.

D'autant plus incertains à de petites échelles : besoin de « downscaling »

Sur la pluviométrie une incertitude forte sur la limite N/S et sur les ampleurs



## ➤ Du besoin d'irrigation au prélèvement



$V \text{ utilisé} < V \text{ distribué} < V \text{ transporté} < V \text{ prélevé}$

## ➤ Du « besoin agronomique » à la « demande »

La demande ou l'introduction de l'économie = l'allocation de ressources rares

Le besoin est une notion technique (Vol) => la demande est une notion économique (Vol ; P)

- Il y a un coût associé à l'apport d'eau d'irrigation à la plante
- coûts d'investissement et de fonctionnement non négligeables & variables

Prix (sur un réseau par ex. Brl), coût énergétique pour la prélever en nappe, canalisations et matériel d'irrigation et redevances

BRL : Tarification en vigne (HT): 150€/ha [ Part fixe par ha (base 5ha) = 74€ & Part variable 750 m<sup>3</sup>/ha = 75€

- Une fois pris en compte, il peut ne plus être intéressant pour l'agriculteur d'irriguer (si coût de l'irrigation > bénéfice d'irriguer)

Tout dépend de ce bénéfice ou « productivité marginale de l'eau d'irrigation »

- Il y a des subventions publiques pour financer les investissements. Sans ça dans la plupart des cas la demande serait nulle

Coût de l'irrigation (total) > bénéfice de l'irrigation => pas d'investissement

## ➤ Evolution de la demande en eau suit elle l'évolution du besoin en eau des plantes ?

NON

Car elle dépend de nombreux autres facteurs que les facteurs agro-pédo-climatiques

- l'accès et le coût de l'eau ... et de la terre (extension ou contraction des surfaces agricoles)
- Des cultures choisies qui dépendent des **prix, des réglementations** (PAC, enviro...), des opportunités (contrats avec des industriels ou marchés de proximité)
- Des **pratiques** notamment celles permettant d'économiser l'eau

=> L'agriculture et les agriculteurs ne vont pas SUBIR passivement le changement climatique mais s'ADAPTER, ce qu'il font déjà

- L'évolution de la demande en eau résulte donc :
  - Des évolutions climatiques
  - Des réponses des agriculteurs à un ensemble de facteurs de changements

...et il y a possibilité de l'orienter avec les politiques publiques agricoles

**INRAE** & environnementales & la demande du consommateur

INRAE

- Une multitude d'adaptations possibles à l'accroissement du stress hydrique

# ➤ Gestion du stress hydrique : de multiples solutions / adaptations



Tester des **variétés** plus tardives, résistantes à la sécheresse, aux hautes températures, maladies

- clones
- Anciennes
- cultivées ailleurs
- Créées par l'Inra...

+ **porte-greffes**



Changer de **pratiques viticoles**:

- Effeuillage
- Taille, hauteur, densité
- Gestion du sol et agroécologie
- Agro-foresterie, gestion de haies

**Gérer l'information**  
**Climatique et les risques**



**INRAE**

**Irrigation de précision**  
Titre de la présentation  
Selon besoins et disponibilités



Des **pratiques œnologiques** correctives  
Contrôle des températures  
nouvelles levures  
Désalcoolisation  
acidification  
Gestion oxydation

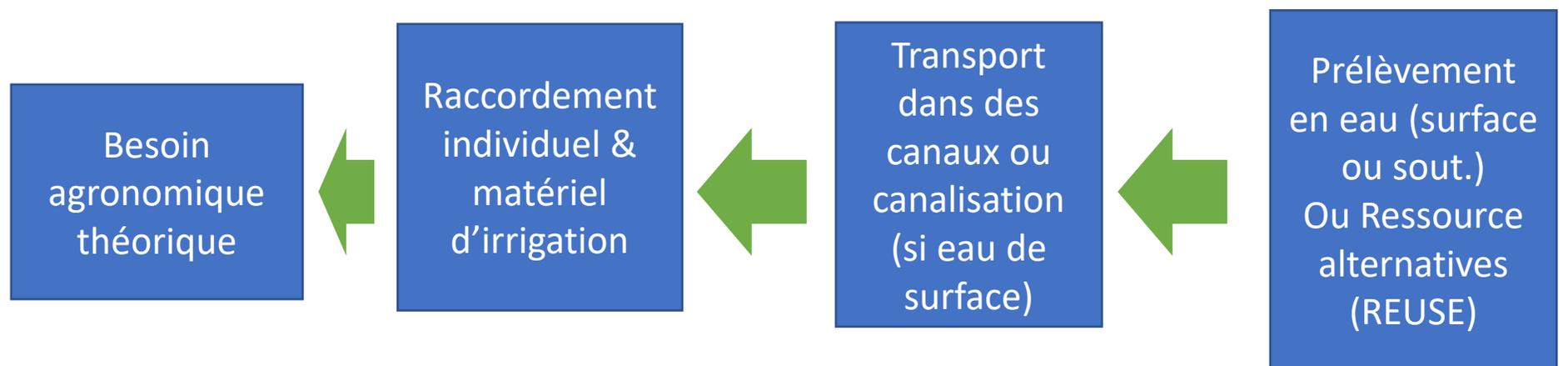
...



J.M. Touzard

## ➤ Des marges d'optimisation de l'irrigation

Attention à l'effet rebond : on économise de l'eau à la parcelle qui ne retourne plus au milieu & on peut étendre les surfaces irriguées



$V_{\text{utilisé}} < V_{\text{distribué}} < V_{\text{transporté}} < V_{\text{prélevé}}$

Pertes/ efficacité de la technologie (aspersion/Goutte à goutte...) & pilotage de l'irrigation

Pertes, amélioration du rendement des infrastructures

INRAE

➤ Exemples de travaux

# ➤ Comment estimer l'évolution de la demande ?

Projet mené et financé par le BRGM

✓ Enjeux : Améliorer la robustesse des prospectives de demande en eau d'irrigation

Quel évolution des surfaces irrigués en Languedoc-Roussillon ?

Questions du projet SIMADAPT :

- Quelle diversité des stratégies d'adaptation ? Place de l'irrigation ?
- Quels sont les facteurs déterminants des choix individuels des stratégies d'adaptation des exploitants et notamment de l'adoption de l'irrigation ?

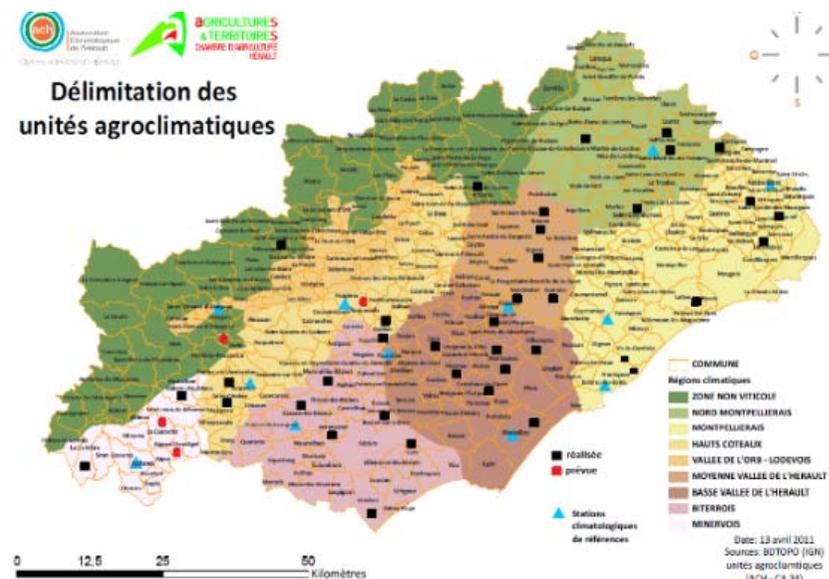
Cas d'étude: Viticulture en Languedoc-Roussillon

**BRGM en collaboration avec la CA 34  
+ Association Climatique de l'Hérault**

**INRAE**

Titre de la présentation

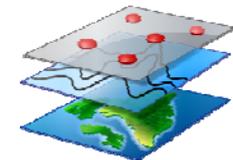
Date / information / nom de l'auteur



## ➤ Méthodologie

1. Enquête qualitative en face à face
  - Typologie « système de valeur »  
(innovation, revenus, environnement, tradition...)
  - Quelles pratiques/adaptations et modalités
2. Enquête quantitative via Internet
  - Diffusion via 4 Chambres
  - 361 réponses
3. Couplage des données d'enquête avec des données « terroirs » (SIG)
  - Données Inra & Météo France
    - Réserve utile
    - Pluie cumulée d'avril à septembre en mm
    - Somme des températures supérieures à 10 °C entre avril et septembre
4. Analyse statistique & économétrique des résultats

Interaction CA34 pour contacts agriculteurs, validation de la typologie et questionnaires



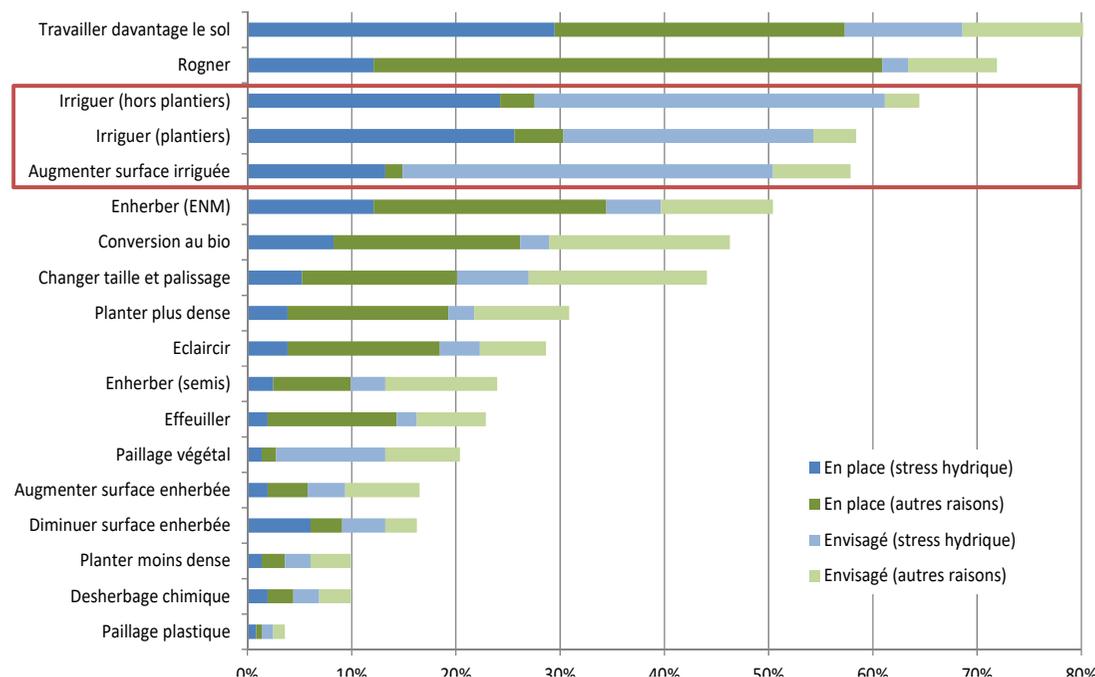
## ➤ Résultats de l'enquête quantitative (2014)

- Les perceptions du changement climatique actuel/passé:
  - un changement perçu parmi d'autres
- Evolutions perçues d'ordres réglementaires (77%), climatiques (73%), économiques (70%), techniques (63%) et sociétales
- les irrigants en ont une perception moindre
- il engendre des conséquences globalement sérieuses (66%) voire très graves (18%)
- Scénario de changement climatique (A1B du GIEC) :
  - Est inéluctable pour plus de la moitié des exploitants
  - Engendrerait des conséquences [Exploitation non impactée (1%)]
    - globalement sérieuses (66%)
    - voire très graves (18%)



# Les pratiques les plus fréquentes pour la gestion du stress hydrique

- actuellement :
  - le travail du sol mais aussi la diversification des cépages, Changements de clones ou de porte-greffes, Repositionnement des cépages sur les parcelles
  - Irrigation (30% irriguent)
- dans le futur : l'irrigation (28 % l'envisagent ; 57% des non-irrigants l'envisagent dans le sc. de changement climatique)
- Pas de pratique déterminante de la non-irrigation



## ➤ Pratiques liées à l'irrigation

- Poursuite des tendances passées : 35% envisagent d'augmenter leurs surfaces irriguées (pour une surface irriguée additionnelle de 18 ha en moyenne)
- Scénario de changements climatiques à horizon 2050 : 22% augmenteraient leurs besoin en eau
- Justification de l'irrigation : Sécurisation des rendements pour des cépages non méditerranéens (78%), l'augmentation de la qualité du vin (57%) ou l'augmentation des rendements pour des cépages méditerranéens (39%).
- Pratiques : réseaux de distribution d'eau brute (80%) et goutte-à-goutte (92%)
- Pilotage : Expérience personnelle et observation de la plante et des pluies (73%), Tensiomètre ou programmateur (12%)

## ➤ Résultats de l'analyse économétrique

Modèles (LOGIT) qualitatifs	Déterminants	
	Effet positif	Effet négatif
<b>Irrigation actuelle</b>	Stress hydrique Cave particulière Vendange mécanique Diversification  <b>Objectif : augmenter les revenus</b>	AOP Succession Niveau d'éducation
<b>Envisager l'irrigation</b>	Stress hydrique <u>perçu</u> Aversion au risque  <b>Objectif : innovation &amp; produire un vin de qualité</b>	Age de l'exploitant  <b>Objectif : la protection de l'environnement</b>

- ✓ Les choix d'adaptation ne s'expliquent pas uniquement avec les variables de terroirs
- ✓ Importance de considérer les caractéristiques individuelles

## ➤ Discussions & Conclusion

- **Améliorer la connaissance sur l'état des lieux**
  - surfaces précises irriguées, cultures
  - L'état ou les collectivités devraient collecter / exiger ces informations pour mieux suivre les déterminants des prélèvements.
- **Qui doit supporter/financer ces nouveaux « besoins » ? Pourquoi ?**
  - Aujourd'hui le contribuable finance à 80%
  - Est-ce acceptable que la vigne (produit non essentiel) soit subventionnée à cette hauteur ?
  - Tout n'est pas de l'impact du changement climatique
- **Comment allouer les volumes disponibles dans le milieu ?**
  - Premier venu, premier servi ?... La loi de la quasi jungle ?
  - Réflexion sur l'opportunité de l'usage de l'eau : de multiples projets possibles (différentes valo, différentes cultures...)
  - Réflexion sur le long terme : un dimensionnement de réseau différent selon pour viti ou maraichage (besoin de prospective)

# Merci de votre attention!

[Nina.graveline@inrae.fr](mailto:Nina.graveline@inrae.fr)



Titre de la présentation

Date / information / nom de l'auteur