



**GOVERNEMENT**

*Liberté  
Égalité  
Fraternité*

# Changement climatique et agriculture : tendances et défis

**Thierry CAQUET**

*INRAE, Directeur Scientifique Environnement*

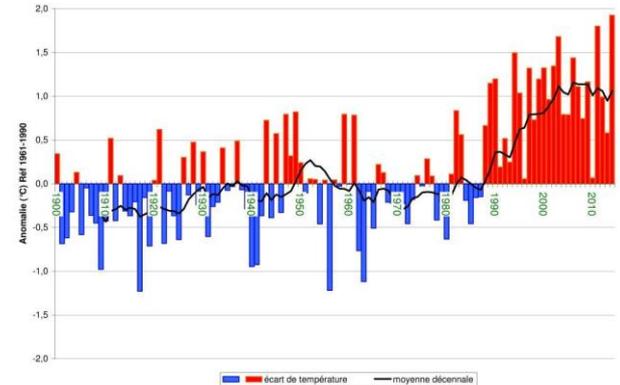
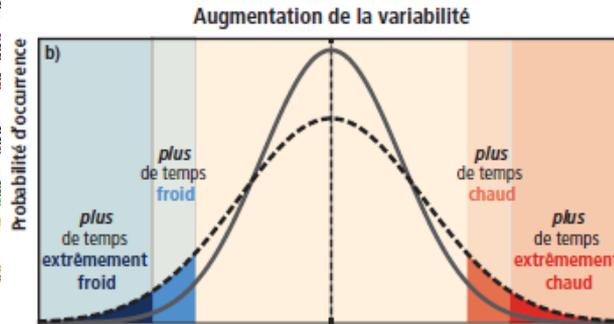
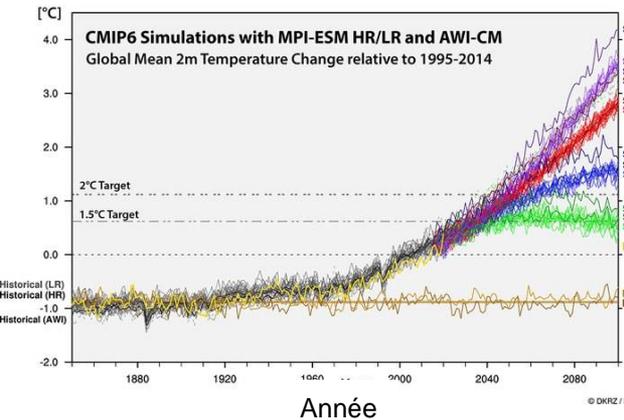


# Changement climatique : les données du problème

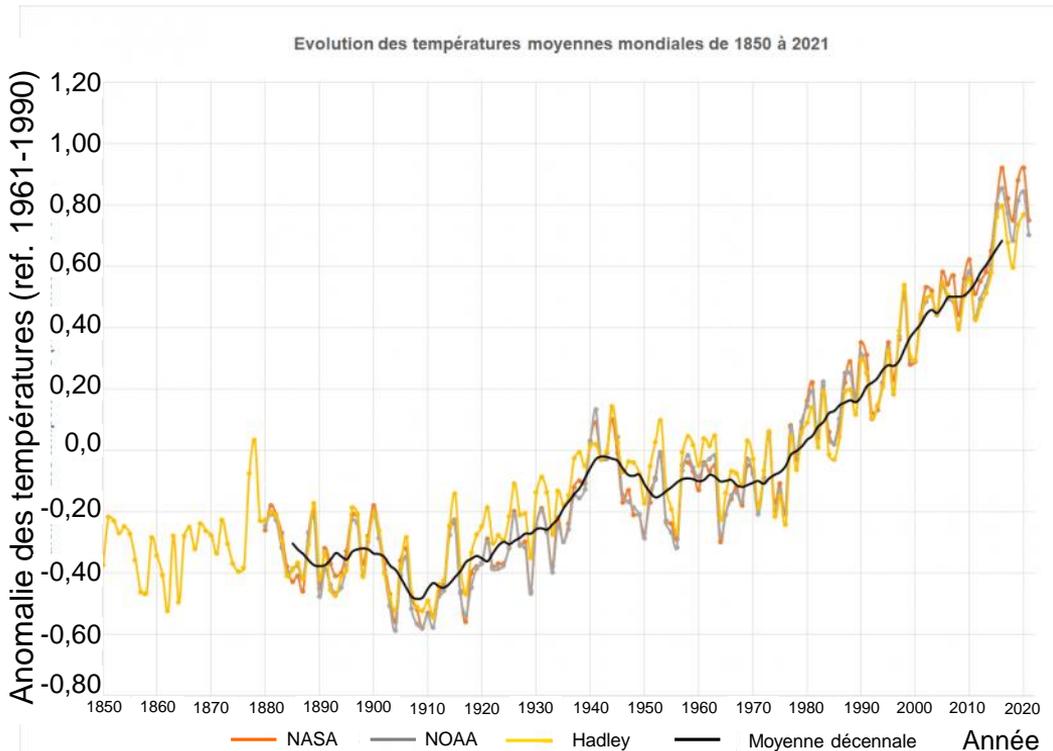
**1** Changements tendanciels

**2** Evènements climatiques extrêmes

**3** Variabilité saisonnière et interannuelle



# Un réchauffement confirmé

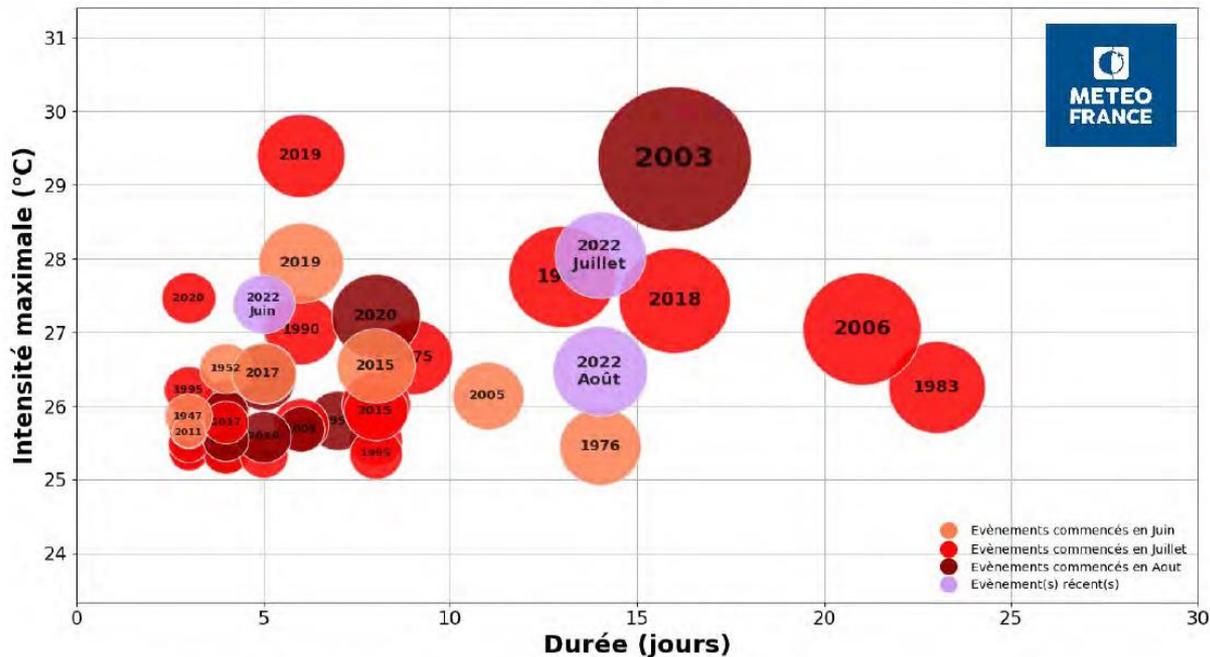


Crédits : NOAA - NASA - UKMet / Traitement ONERC (<https://www.ecologie.gouv.fr/impacts-du-changement-climatique-atmosphere-temperatures-et-precipitations>)

- Monde
  - + 1,1°C depuis la fin du XIX<sup>e</sup> siècle
  - **+0,1/+0,2°C/décennie** depuis 1975
- Europe/France
  - **≈ +0,5°C/décennie** depuis 1991

# Extrêmes climatiques – Vagues de chaleur

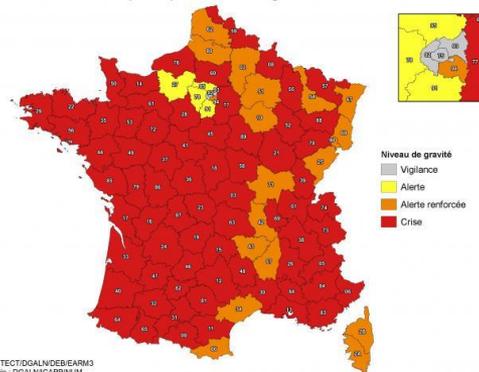
**Vagues de chaleur observées en France  
1947 à 2022 : 46 épisodes identifiés**



[https://meteofrance.fr/sites/meteofrance.fr/files/files/editorial/Bilan\\_aout\\_2022\\_05092022\\_V1.pdf](https://meteofrance.fr/sites/meteofrance.fr/files/files/editorial/Bilan_aout_2022_05092022_V1.pdf)

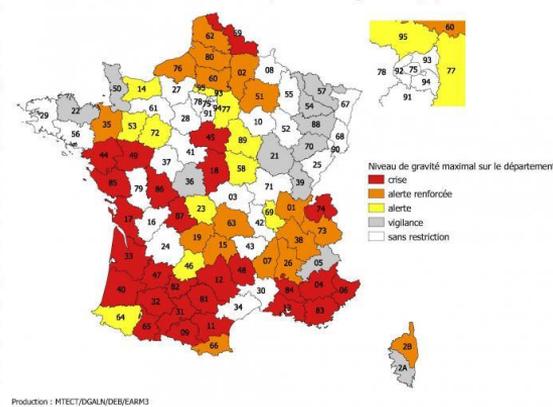
# Extrêmes climatiques – Précipitations

Niveau de gravité maximal limitant les usages de l'eau par département en vigueur au 28/09/2022

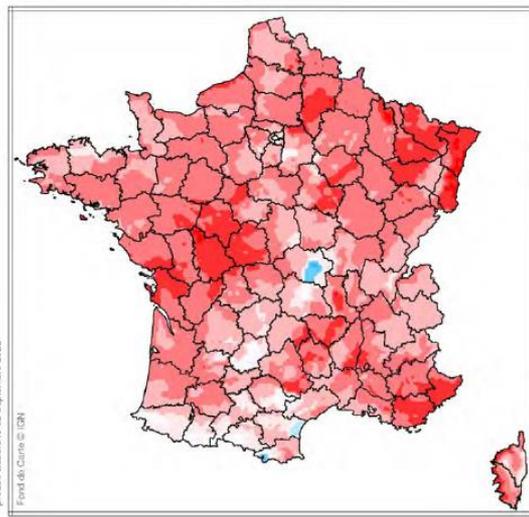


Source : MTECT/DGALN/DEB/EARM3  
 Cartographie : DGALN/CAPPINJM  
 Le 28/09/2022

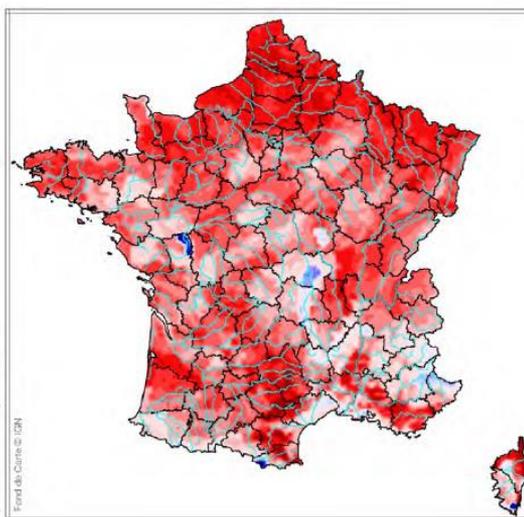
Carte représentant le niveau de gravité maximal limitant les usages de l'eau par département en vigueur au 14/11/2022



France  
 Rapport à la normale 1991/2020 du cumul de précipitations efficaces  
 De Septembre 2021 à Août 2022



France  
 Ecart pondéré à la normale 1991/2020 de l'indice de humidité des sols  
 le 1 Septembre 2022



[https://meteofrance.fr/sites/meteofrance.fr/files/files/editorial/bsh\\_eau\\_sol\\_202209.pdf](https://meteofrance.fr/sites/meteofrance.fr/files/files/editorial/bsh_eau_sol_202209.pdf)

# Projections du 6<sup>ème</sup> rapport du GIEC

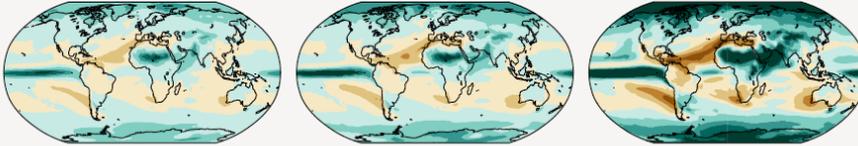
c) Annual mean precipitation change (%) relative to 1850-1900

Precipitation is projected to increase over high latitudes, the equatorial Pacific and parts of the monsoon regions, but decrease over parts of the subtropics and in limited areas of the tropics.

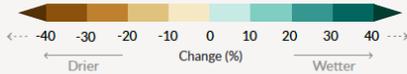
Simulated change at 1.5 °C global warming

Simulated change at 2 °C global warming

Simulated change at 4 °C global warming



Relatively small absolute changes may appear as large % changes in regions with dry baseline conditions



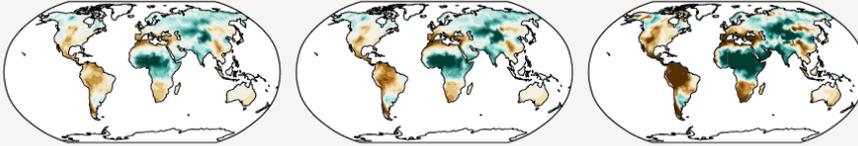
d) Annual mean total column soil moisture change (standard deviation)

Across warming levels, changes in soil moisture largely follow changes in precipitation but also show some differences due to the influence of evapotranspiration.

Simulated change at 1.5 °C global warming

Simulated change at 2 °C global warming

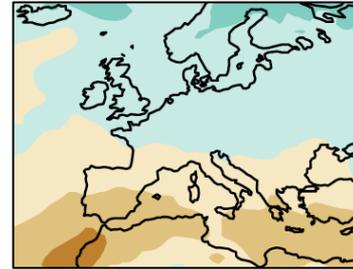
Simulated change at 4 °C global warming



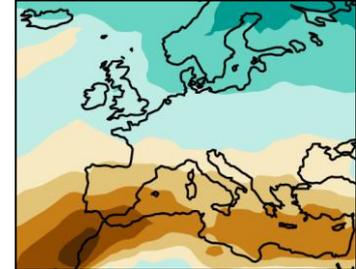
Relatively small absolute changes may appear large when expressed in units of standard deviation in dry regions with little interannual variability in baseline conditions



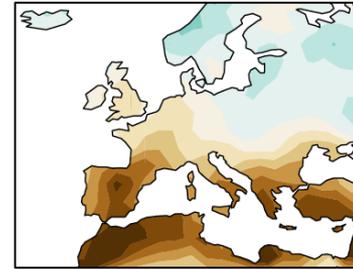
2°C



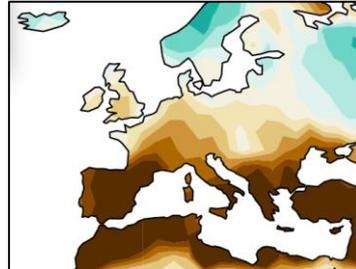
4°C



2°C

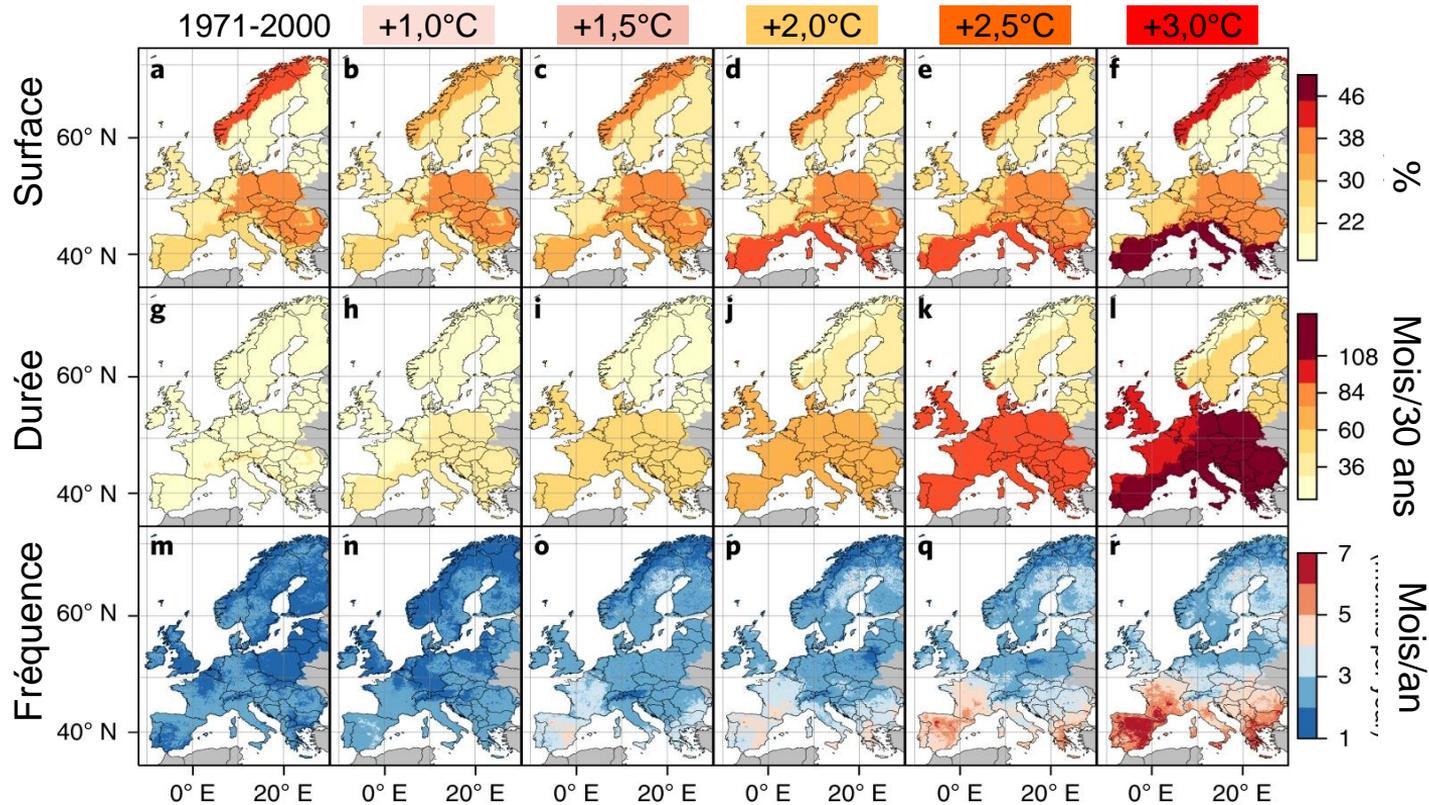


4°C

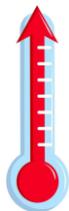


(IPCC, 2021: Summary for Policymakers)

# Projections des sécheresses agricoles

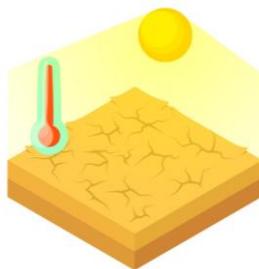
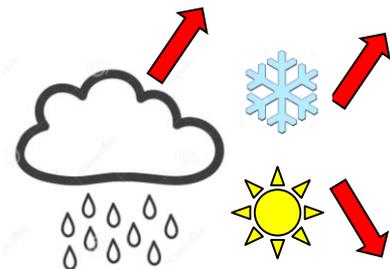
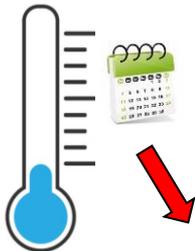


# Synthèse pour 2030-2050



Dépendance  $\pm$  importante :

- au scénario
- à l'horizon temporel
- au site



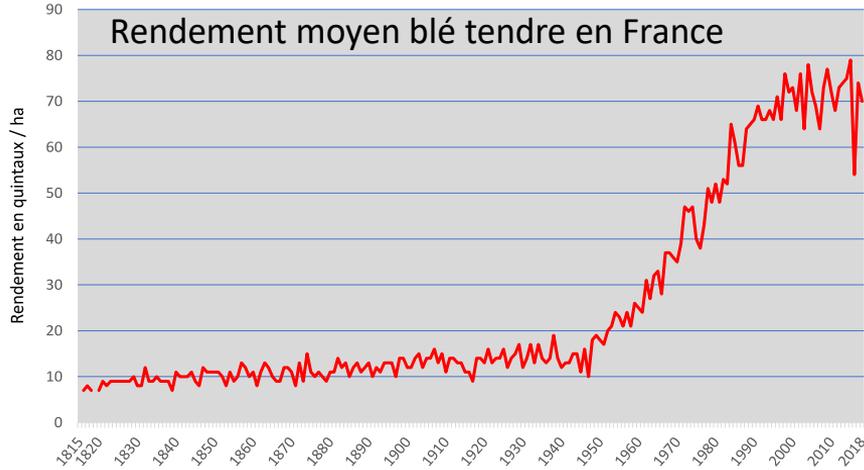
Rôles clés de l'évaporation  
et de l'évapotranspiration

Pour en savoir plus :

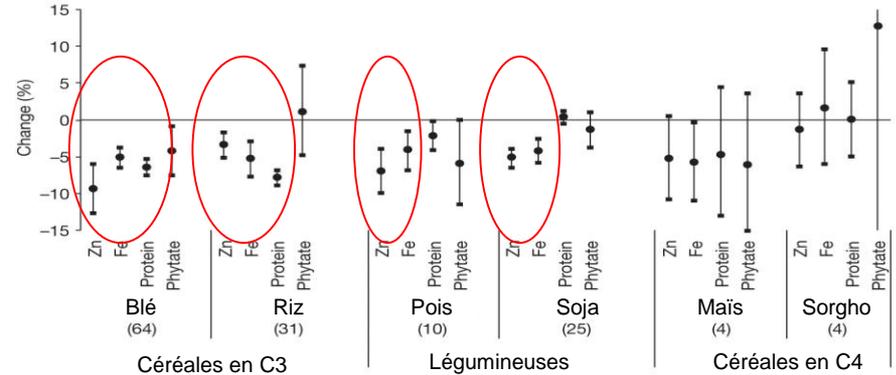
DRIAS 2020 : <http://www.drias-climat.fr>

Explore 2070 : <https://professionnels.ofb.fr/fr/node/44>

# Exemple d'effets sur les grandes cultures



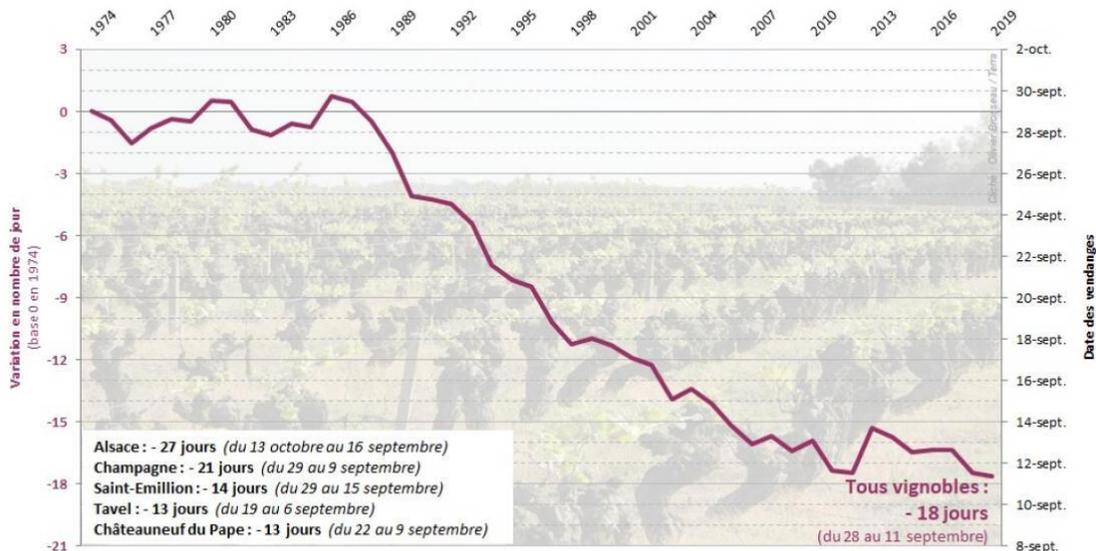
Sources: Statistiques Ministère de l'agriculture 1913, Tableaux rétrospectifs. GNIS & Unigrains.



Myers *et al.* Nature, 2014

# Exemple d'effets sur cultures pérennes

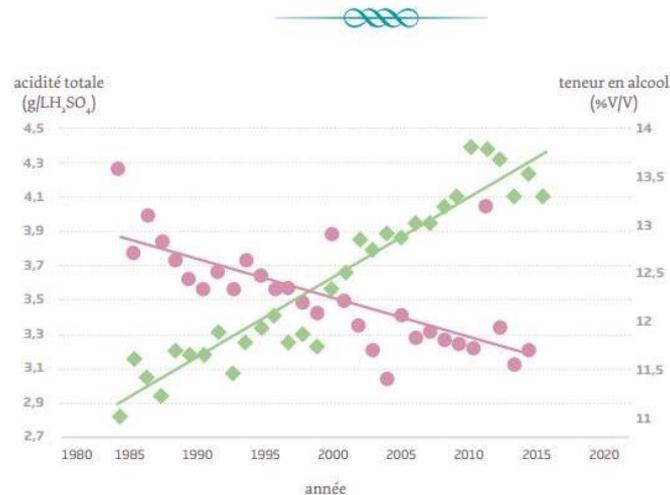
Evolution de la date moyenne de vendange entre 1974 et 2019 dans un panel de vignobles français



Note : 1974 = moyenne décennale 1965-1974 et 2019 = moyenne décennale 2009-2019.

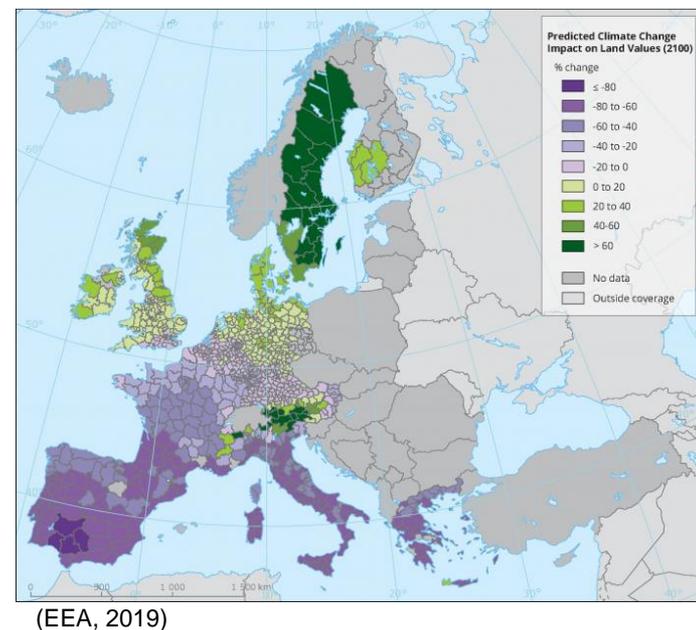
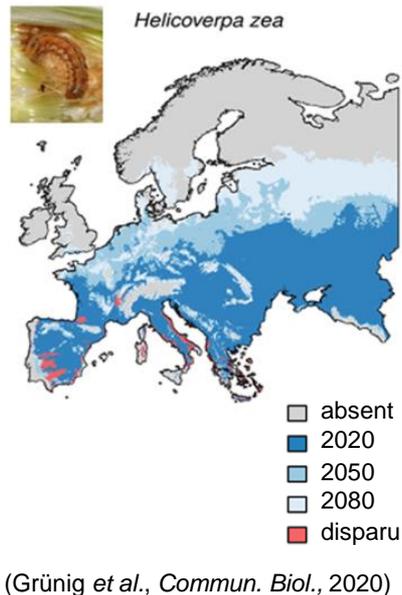
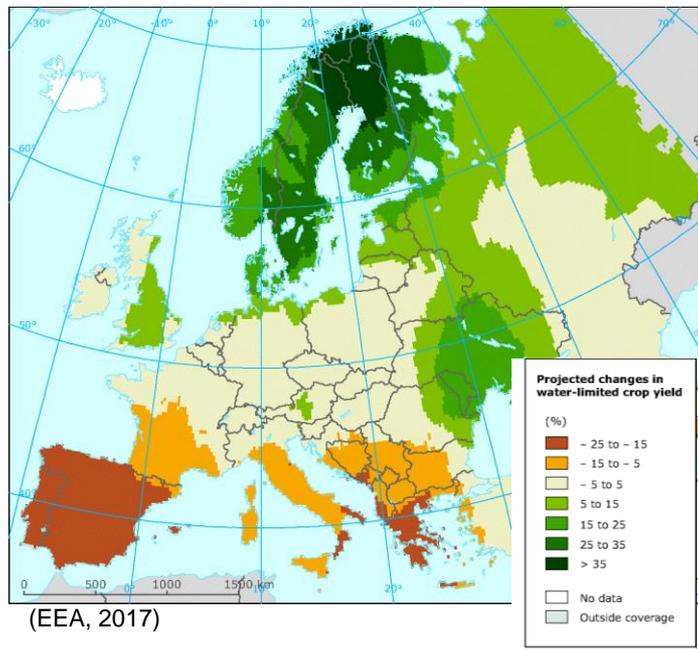

**ONB** Visuel ONB, d'après :  
 Origine des données : Inter-Rhône - ENITA Bordeaux - INRA Colmar - Comité interprofessionnel du vin de Champagne  
 Traitements : ONERC - SDES, 2020

Evolution des teneurs en alcool et en acidité des vins : une tendance qui se confirme  
 (Analyses de ~1500 vins/an  
 Source : Laboratoires DUBERNET)

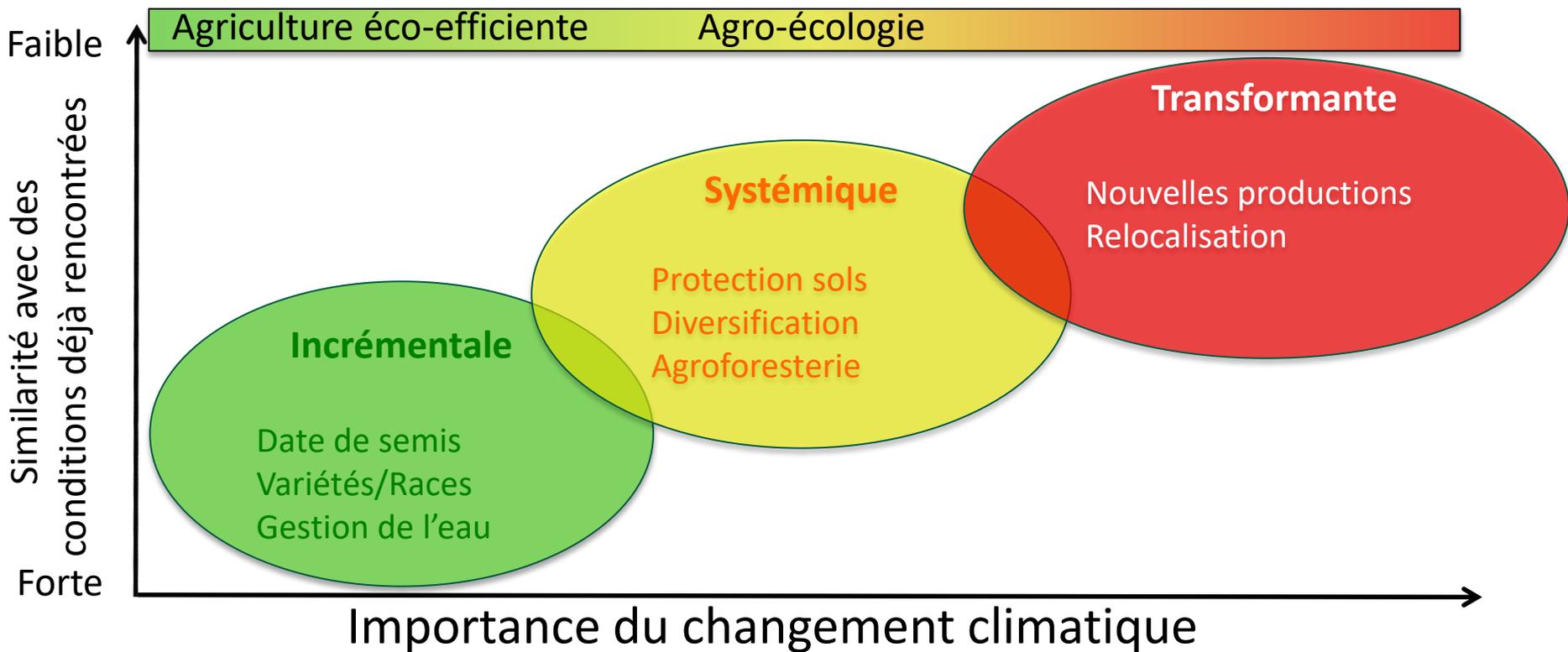


<https://naturefrance.fr/indicateurs/dates-de-vendanges-en-france-metropolitaine>

# Un renforcement attendu des effets déjà observés



# Nature et formes de l'adaptation en agriculture



# Les apports du Varenne agricole de l'eau et de l'adaptation au changement climatique



## VARENNE AGRICOLE EAU CHANGEMENT CLIMATIQUE

QUELS LEVIERS TECHNIQUES D'ADAPTATION AU CHANGEMENT CLIMATIQUE ?

Gérer les stress hydrique et thermique



  
**Pratiques d'élevage**  
Alimentation, diversification, reproduction...

  
**Sélection des races et des variétés**  
Diversification, races et variétés plus efficaces, plus résistantes...

  
**Techniques culturales**  
Travail du sol, diversification, intrants, densité, évitement

  
**Accès à l'eau**  
Irrigation, stockage, sobriété, recyclage, RéU...

  
**Aménagements des paysages**  
Culture et élevage sous ombre, implantation de haies, création de talus



  
**Agroéquipements**  
Automatisation, précision, outils « intelligents »

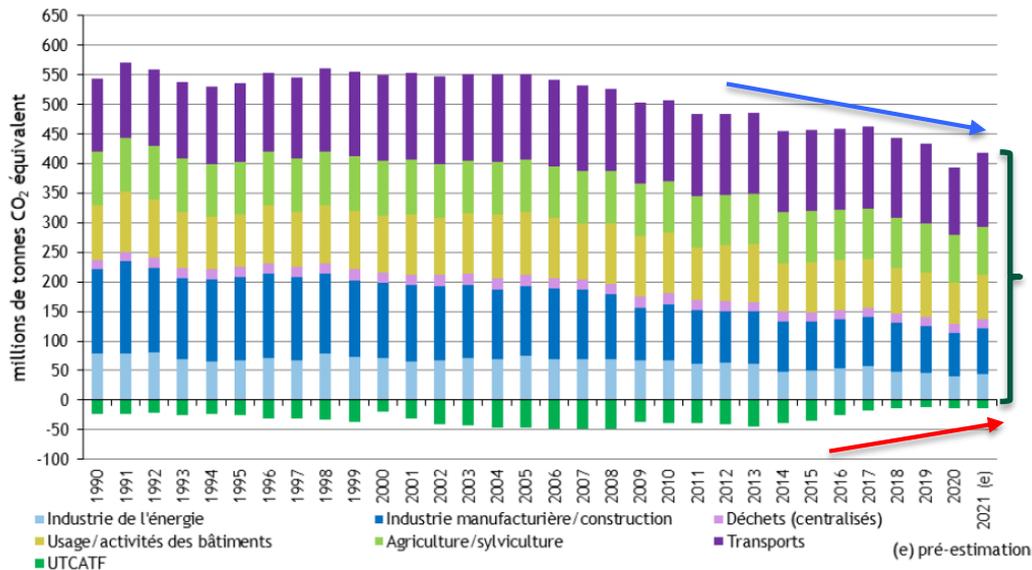
  
**Bâtiments**  
Ventilation, brumisation, isolation

  
**Formation et mise en réseau**  
Former les agriculteurs, les conseillers...

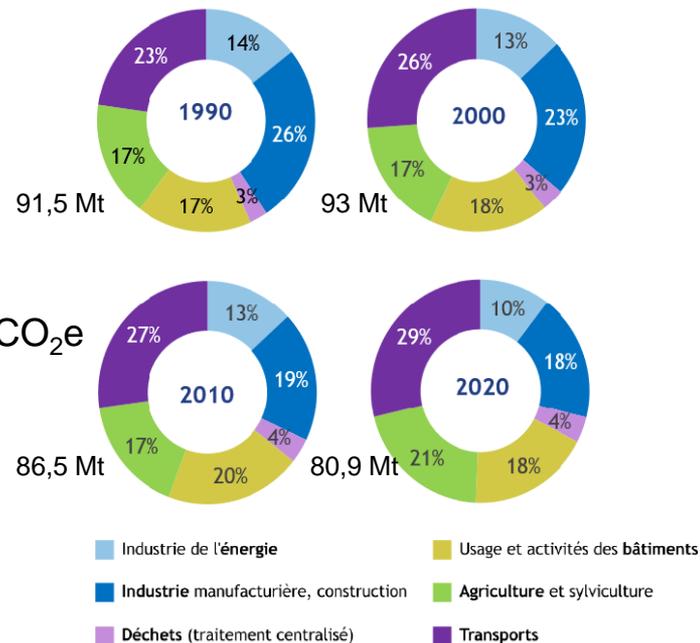


<https://www.acta.asso.fr/realisations/leviers-techniques-dadaptation-aux-stress-thermique-et-hydrique/>

# Agriculture et émissions de GES



## Répartition des émissions de CO<sub>2</sub>e hors UTCATF en France



UTCATF : puits de carbone lié à l'Utilisation des Terres, aux Changements d'Affectation des Terres et à la Forêt

(CITEPA, 2022)

# Un enjeu fort : agriculture et neutralité carbone (SNBC)

SNBC2	Evolution des émissions de GES (par rapport à 2015)		Résumé des orientations
	2030	2050	
Production d'énergie	-36 %	<b>Zéro émission</b>	Développer les énergies décarbonées
Transports	-31 %	<b>Zéro émission</b>	Décarboner la mobilité
Bâtiments	-53 %	<b>Zéro émission</b>	100 % du parc « bâtiment basse consommation » en moyenne
Agriculture	-20 %	-46 %	Favoriser les pratiques qui diminuent les émissions, comme l'agro-écologie
Déchets	-38 %	-66 %	Prévenir et valoriser les déchets
Industrie	-35 %	-81 %	Développer les filières industrielles sobres en carbone
Forêts et bois		<b>+50 % absorption</b>	Maximiser les puits de carbone et développer la bioéconomie

- Ambition accrue pour l'agriculture dans la SNBC3 :
- Réduction émissions
  - Stockage C
  - Démarches intégrées  
=> production-consommation
  - Démarches intersectorielles

# Synergies potentielles entre atténuation et adaptation

Options de réponse basées sur la gestion des terres		Atténuation	Adaptation	Désertification	Dégradation des terres	Sécurité alimentaire	Coût
Agriculture	Hausse de la productivité agricole	F	M	F	M	E	—
	Agroforesterie	M	M	M	M	F	●
	Amélioration de la gestion des terres cultivées	M	F	F	F	F	●●
	Amélioration de la gestion des élevages	M	F	F	F	F	●●●
	Diversification agricole	F	F	F	M	F	●
	Amélioration de la gestion des terres pâturées	M	F	F	F	F	—
	Gestion intégrée de l'eau	F	F	F	F	F	●●
	Réduction de la conversion des prairies en terres cultivées	F	—	F	F	F	●
Forêts	Gestion des forêts	M	F	F	F	F	●●
	Réduction de la déforestation et de la dégradation des forêts	E	F	F	F	F	●●
Sols	Augmentation de la teneur en carbone organique du sol	E	F	M	M	F	●●
	Ralentissement de l'érosion des sols	↔	F	F	M	F	●●
	Réduction de la salinisation des sols	—	F	F	F	F	●●
	Réduction des tassements des sols	—	F	—	F	F	●

Critères clés employés pour déterminer l'ampleur de l'impact de chaque option de réponse intégrée

	Atténuation GtEqCO <sub>2</sub> an <sup>-1</sup>	Adaptation 1 000 000 hab.	Désertification 1 000 000 km <sup>2</sup>	Dégradation des terres 1 000 000 km <sup>2</sup>	Sécurité alimentaire 1 000 000 hab.	
positif	<b>Important</b>	Plus de 3	Positif pour plus de 25	Positif pour plus de 3	Positif pour plus de 100	
	<b>Modéré</b>	0,3 à 3	1 à 25	0,5 à 3	0,5 à 3	
	<b>Faible</b>	Moins de 0,3	Moins de 1	Moins de 0,5	Moins de 0,5	Moins de 1
Négligeable	<b>Faible</b>	Sans effet	Sans effet	Sans effet	Sans effet	
	<b>Modéré</b>	Moins de -0,3	Moins de 1	Moins de 0,5	Moins de 0,5	Moins de 1
	<b>Important</b>	-0,3 à -3	1 à 25	0,5 à 3	0,5 à 3	1 à 100
Négatif	<b>Modéré</b>	Plus de -3	Négatif pour plus de 25	Négatif pour plus de 3	Négatif pour plus de 3	
	<b>Important</b>	Plus de -3	Négatif pour plus de 25	Négatif pour plus de 3	Négatif pour plus de 3	

Variable: Peut être positif ou négatif    — pas de donné    s.o. sans objet

Degré de confiance

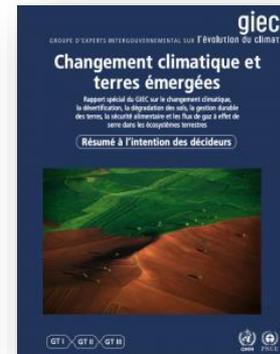
Confiance dans l'estimation de l'ampleur  
**E** Degré de confiance élevé  
**M** Degré de confiance moyen  
**F** Degré de confiance faible

Plage de coût

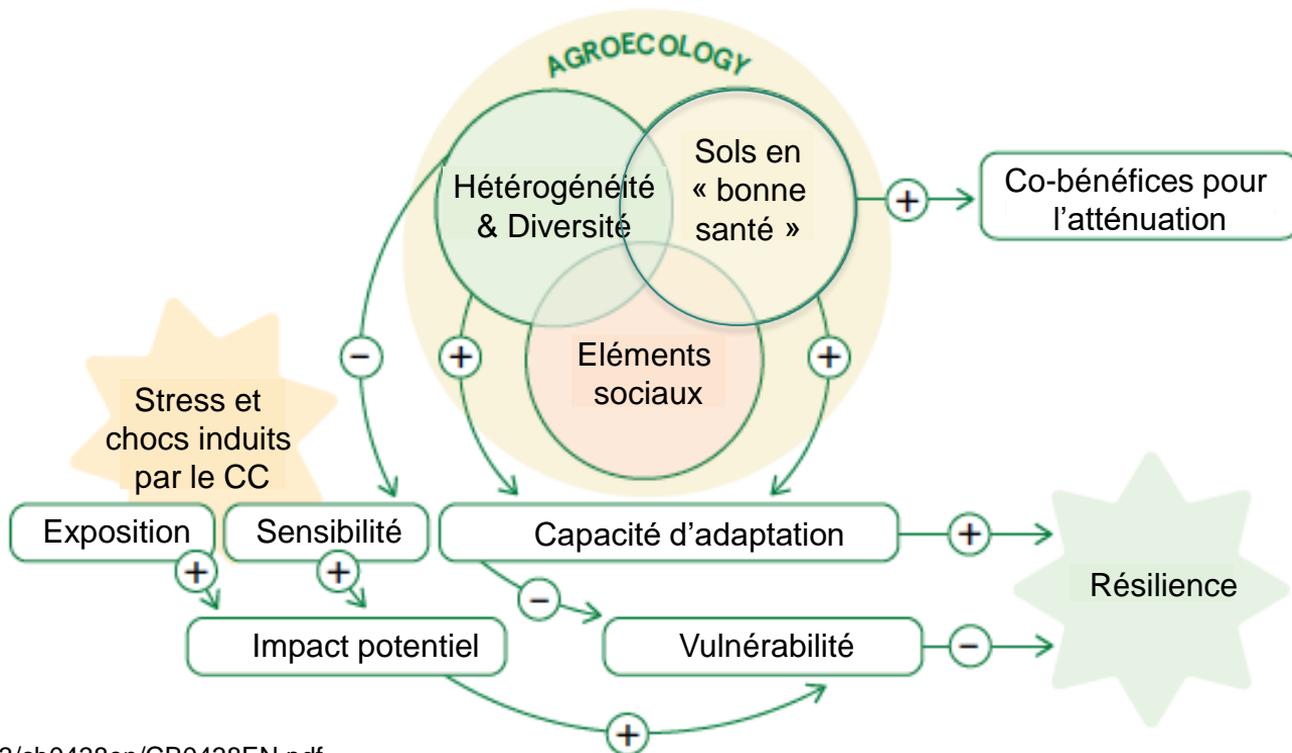
Voir, dans les notes techniques, les plages de coût en dollars É. U. tEqCO<sub>2</sub> ou en dollars É. U. ha<sup>-1</sup>.

●●●● Coût élevé  
 ●●● Coût moyen  
 ●● Coût faible  
 — pas de données

=> Possibilités de co-bénéfices

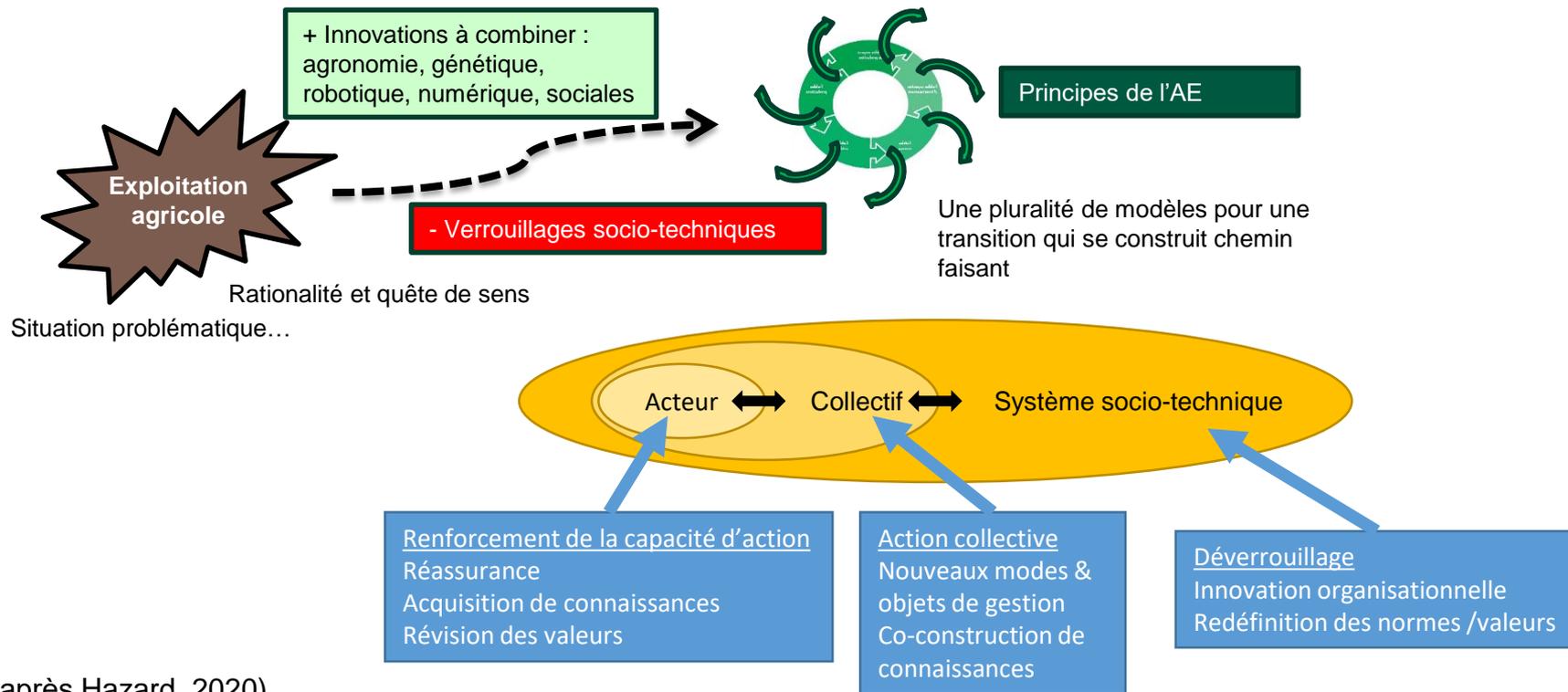


# Stratégie avec des co-bénéfices : exemple de l'agroécologie



<http://www.fao.org/3/cb0438en/CB0438EN.pdf>

# Transition agroécologique des exploitations



(D'après Hazard, 2020)

# Conclusion

- Une agriculture en 2040 qui ne sera pas identique à celle de 2023.
- Attentes fortes France et Europe de stratégies mutuellement compatibles :
  - Production
  - Atténuation
  - Adaptation
  - Ressources naturelles
  - Biodiversité
- L'éco-efficience ne suffira pas => Reconception/transition agroécologique.
- Combinaison de leviers indispensable.
- Vision systémique et multi-filière, située spatialement => Territoires.

# Merci pour votre attention