

*Assemblée Générale AIRMF  
Nimes le 27 mai 2019*

# **Impacts du changement climatique sur la vigne et le vin: quelles stratégies d'adaptation ?**

**Jean-Marc Touzard**

Directeur de Recherche INRA  
UMR Innovation, Montpellier

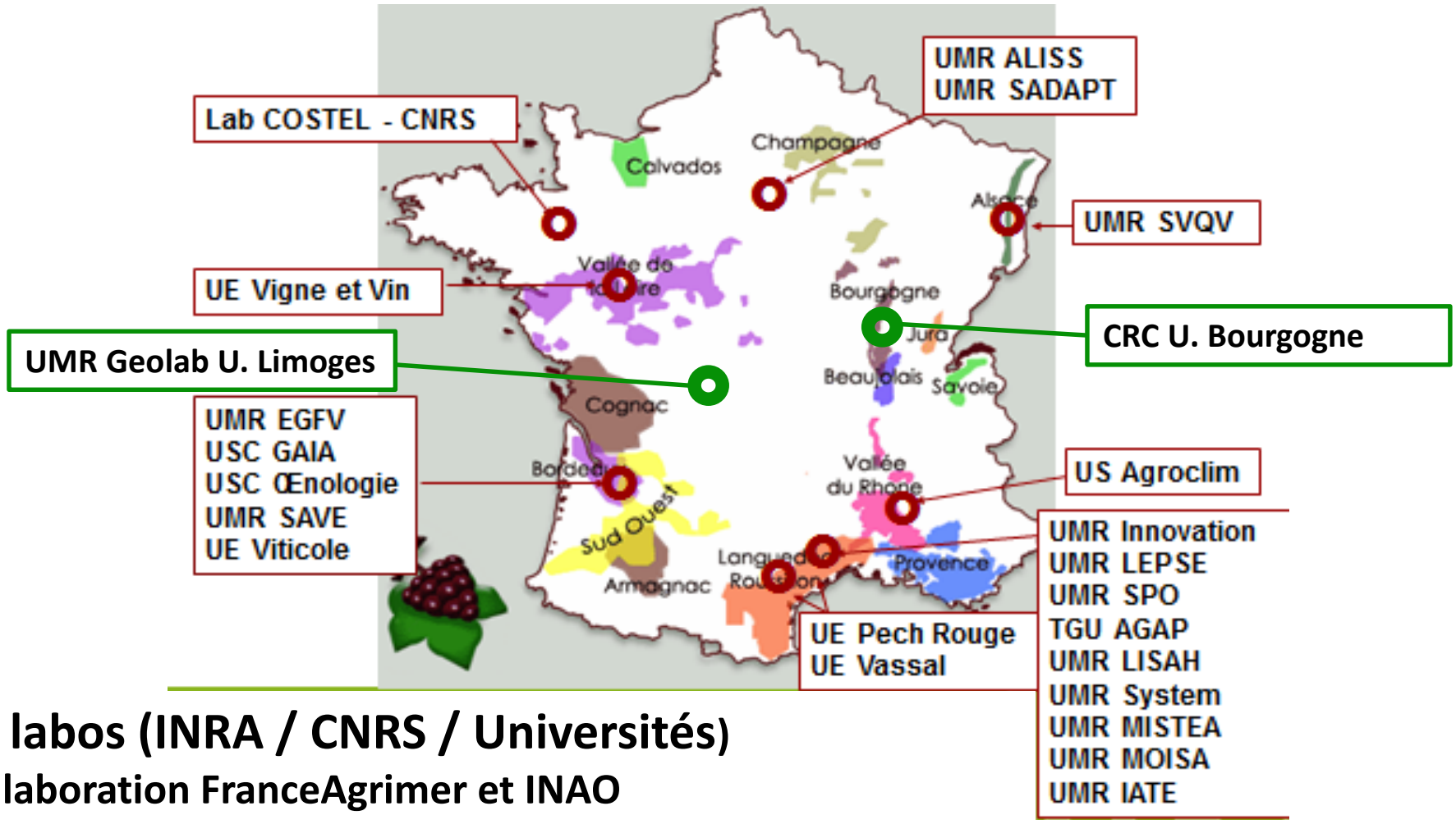
Avec les contributions de:

N. Ollat, I. Garcia de Cortazar, E. Duchêne, M Nougier (INRA),  
J. Gautier (INAO), P. Aigrain et F. Brugière (FAM),  
H. Hannin (Montpellier SupAgro)



# Projet LACCAVE (2012-2016) Métaprogramme ACCAF

(N. Ollat, JM.Touzard) Impacts du changement climatique et adaptations



**24 labos (INRA / CNRS / Universités)**

**Collaboration FranceAgrimer et INAO**

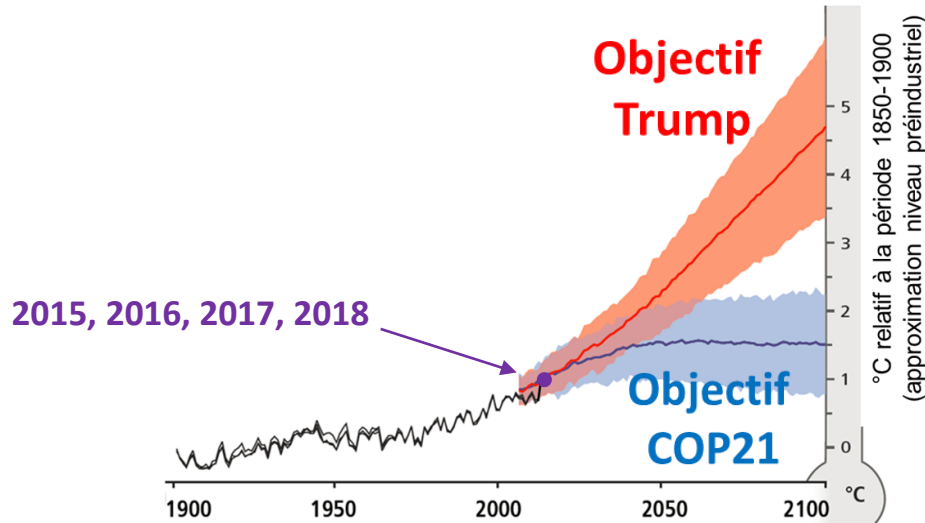
**90 chercheurs et étudiants**

Climatologie, génétique, écophysiologie, agronomie, œnologie, économie, sociologie, géographie...

**Congrès Climwine 2016**  
**LACCAVE2.21 (2018-2020)**

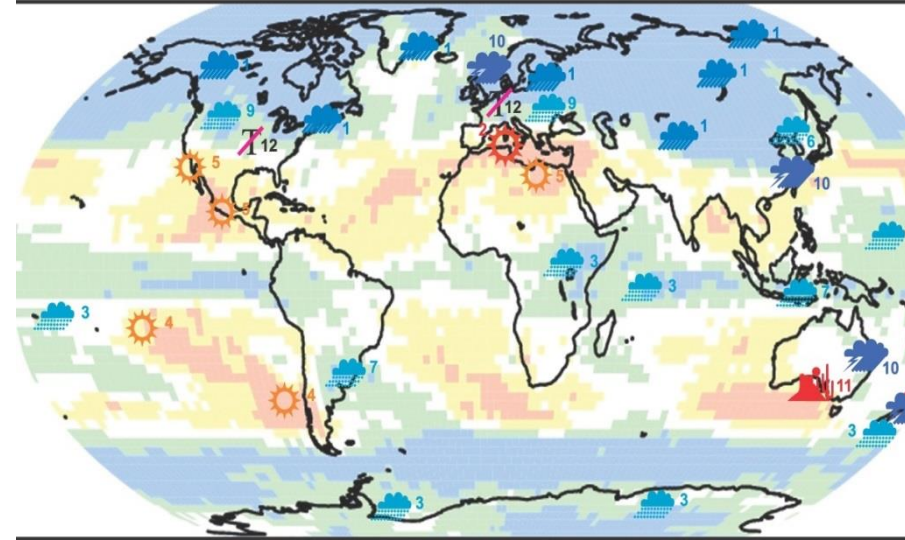
# Le changement climatique observé, simulé

Evolution de la température moyenne de la surface du globe  
(GIEC 2013 et NCDC 2016)



1. Augmentation **température moyenne**  
observé : +1°C monde ; +1,4°C France  
entre +1,5°C et +2,5°C en 2050  
jusqu'à + 5°C en 2100  
Selon nos émissions de gaz à effets de serre

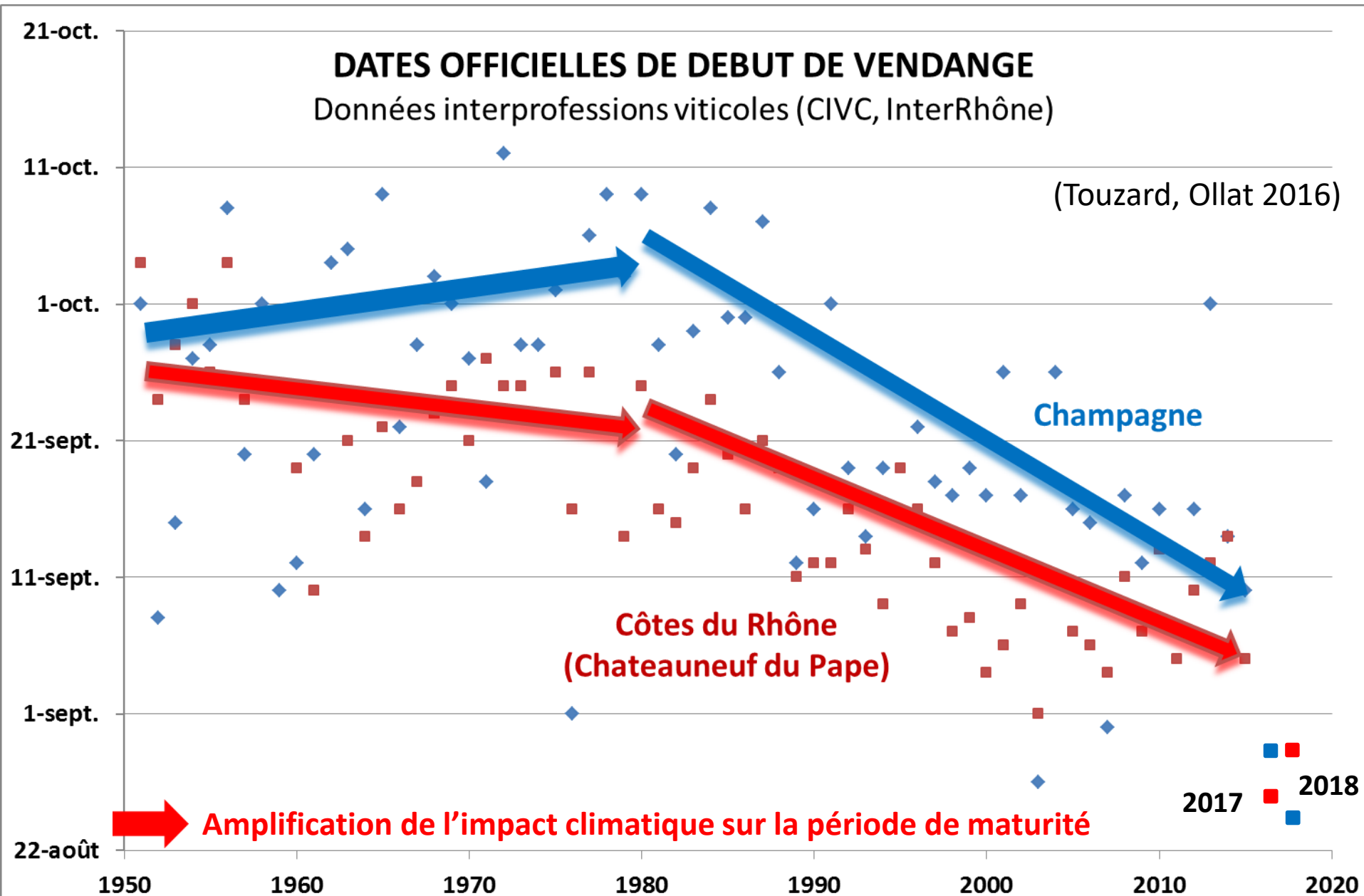
3. Augmentation **variabilité climatique**  
Sécheresses estivales plus marquées  
Variations annuelles, séquences anormales  
**Evènements extrêmes**: canicules, pluie...



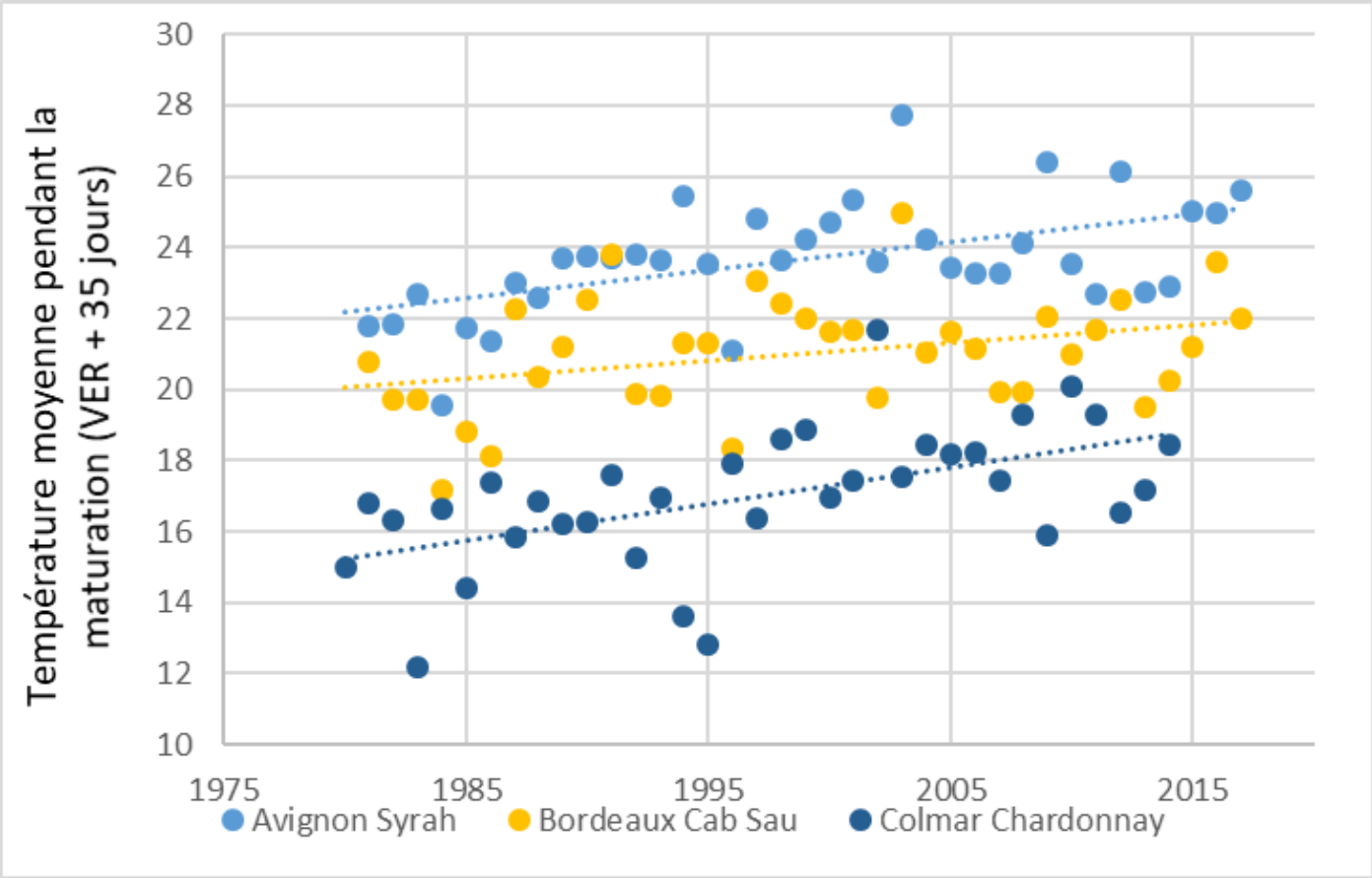
2. Modification de la **pluviométrie**  
peu d'impacts observés mais  
Hausse Europe du nord  
Baisse Europe du sud

4. **Effets indirects multiples**  
Hausse niveau des mers, salinisation  
Ressource en eau  
Erosion de la biodiversité  
Microorganismes, bioagresseurs  
**Ecosystèmes, incendies** et paysages...

# Impact 1. stades de développement plus précoces

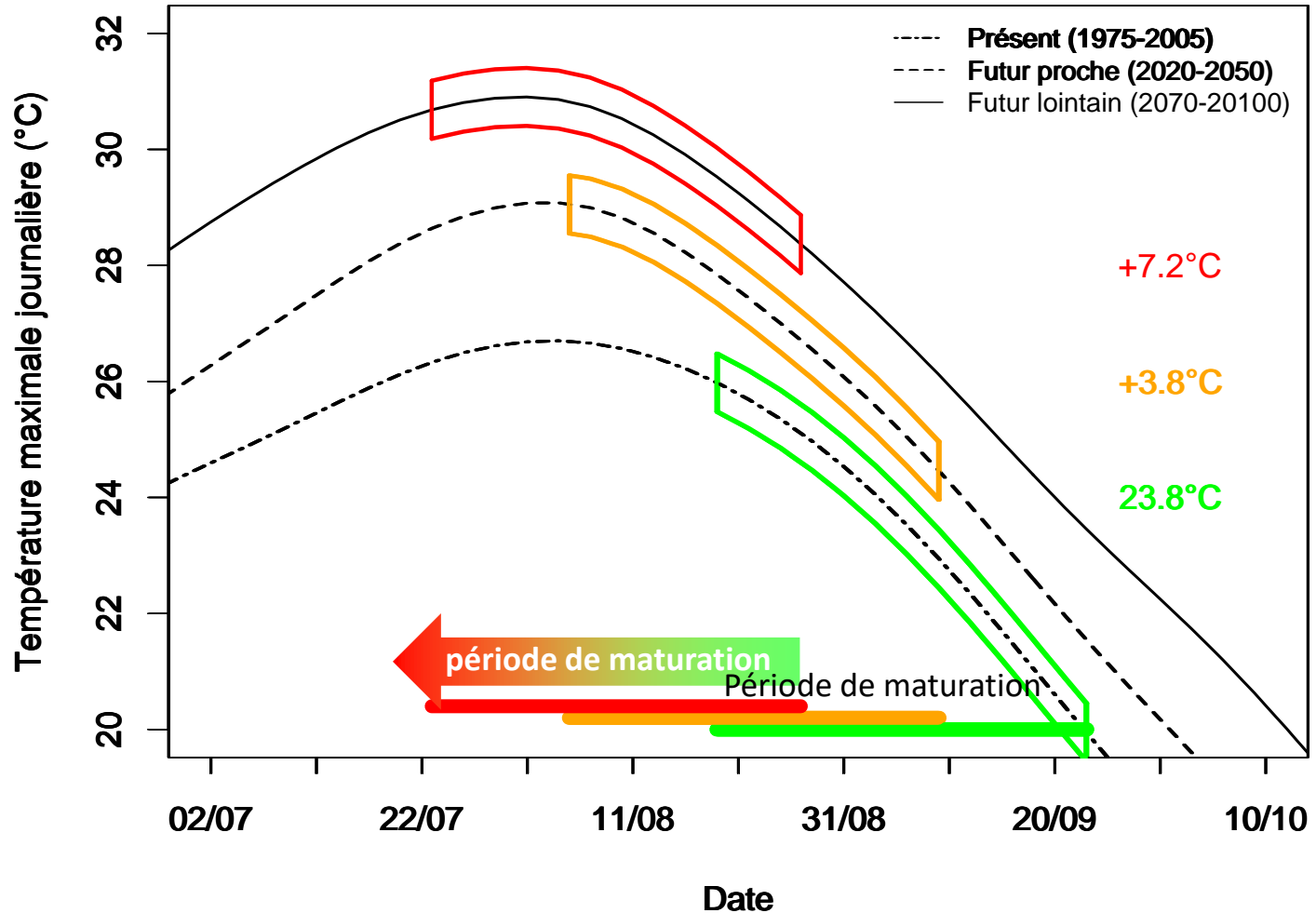


# Augmentation de la température moyenne pendant la maturation

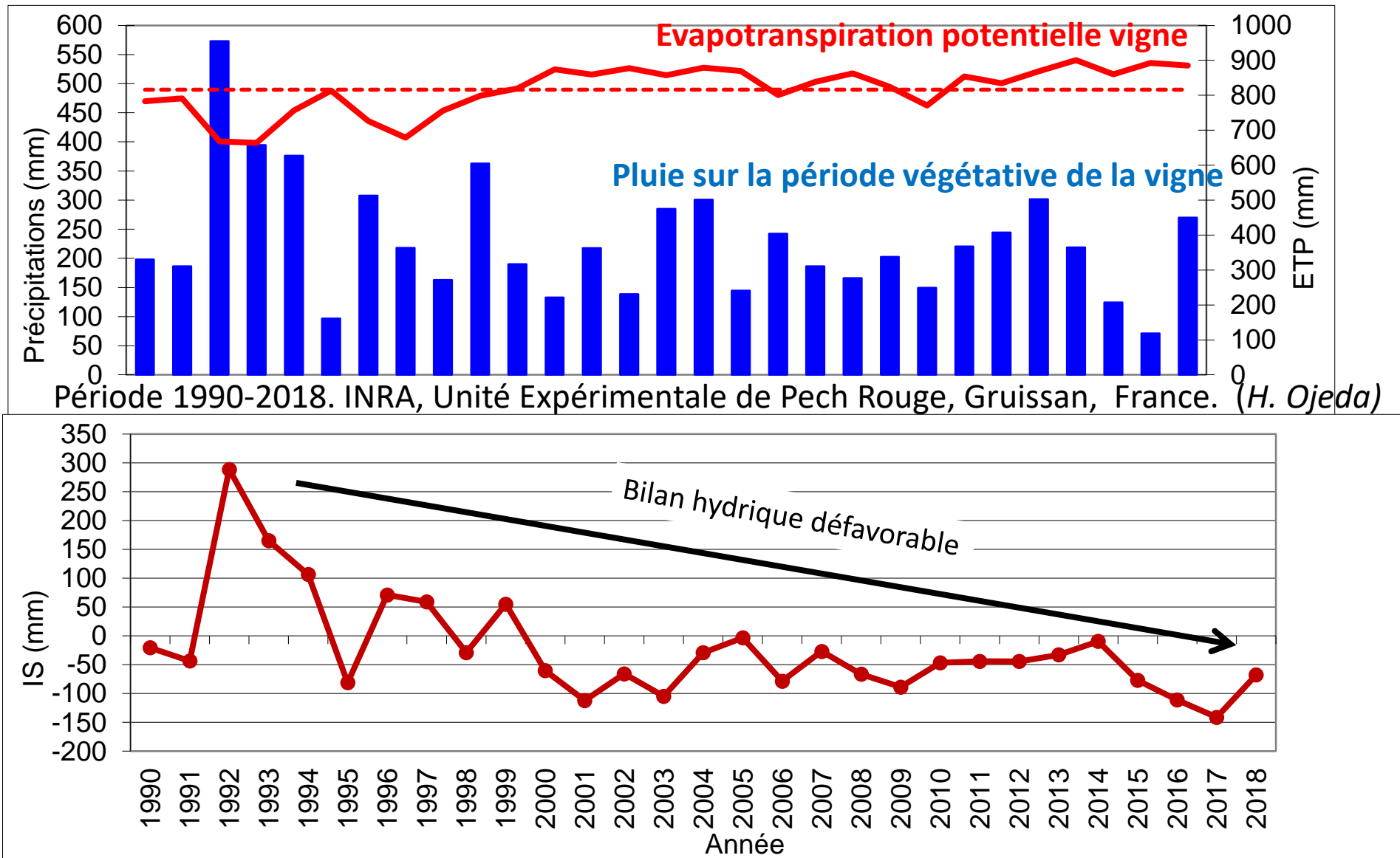


# Une double peine: augmentation des températures et décalage vers le milieu de l'été

Simulations INRA Colmar: Gewurztraminer, Alsace, scénario A1B



# Impact 2. Déficit hydrique sur les vignes du sud de la France



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

# Impact 3. Impacts sur la qualité des vins

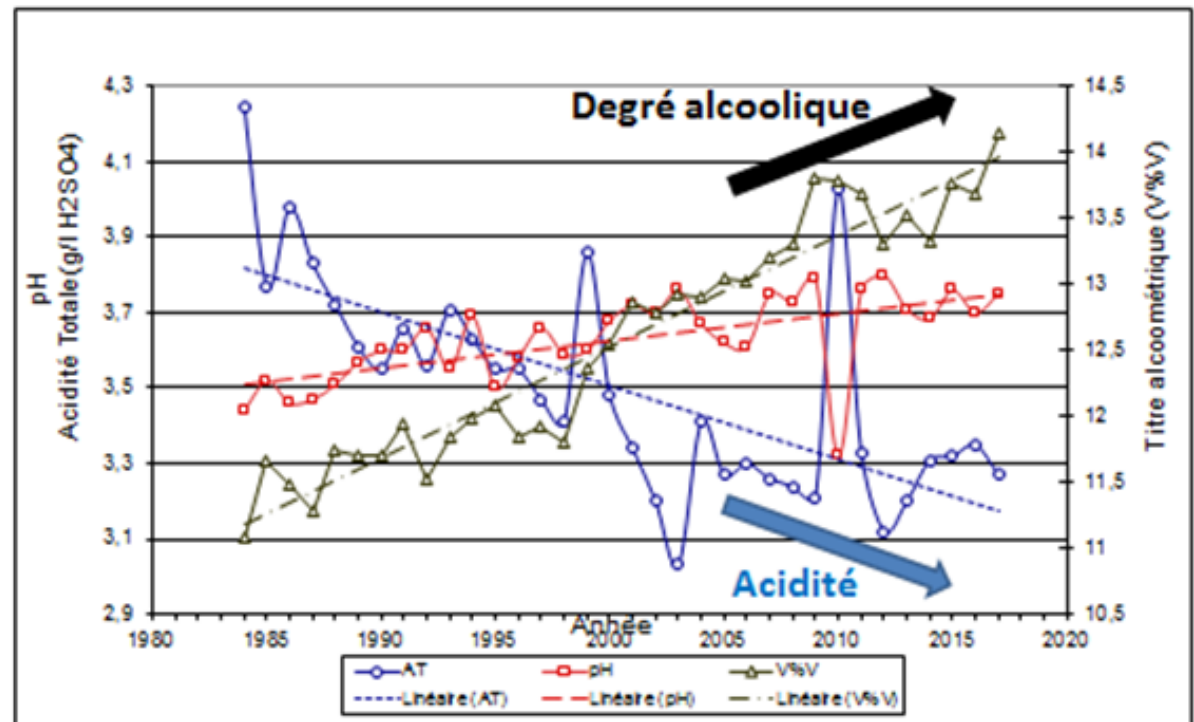
Augmentation  
taux de sucre  
et d'alcool

Baisse de  
l'acidité

Modification du  
Profil aromatique  
(cinétique précurseurs d'aromes)

Risque de perte de couleur sur les vins rouges (anthocyane)

**Perçu comme une contrainte pour les vignobles du sud**  
**Mais des effets positifs sur les autres vignobles**

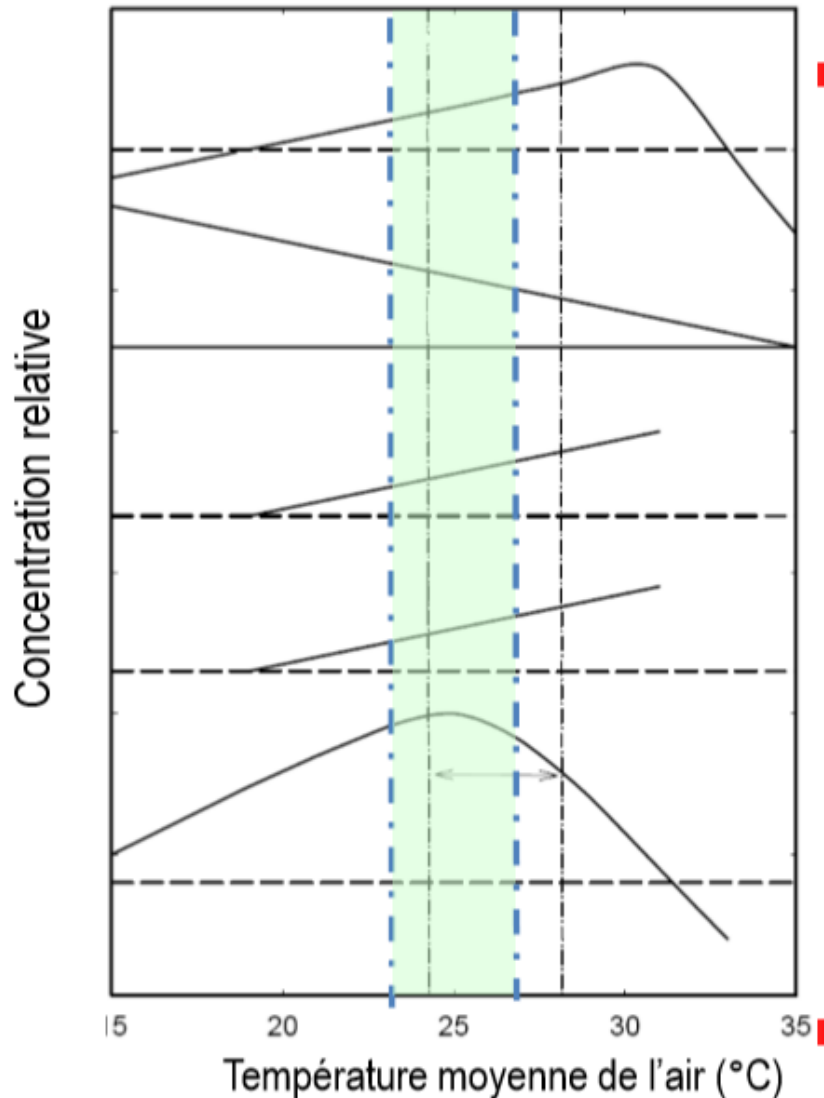


Languedoc Region (Ojeda et al.)  
Source: Laboratoire DUBERNET.



# Effets attendus en termes de composition

zone optimale



■ sucre

→ trop (alcool) ou pas assez si fort stress (blocage photosynthèse)  
vins déséquilibrés

ac malique/tartrique

potassium

pH ↑  
Pb microbio

proline

→ amines biogènes  
déviation bactériennes  
*Histamines...*

anthocyanes

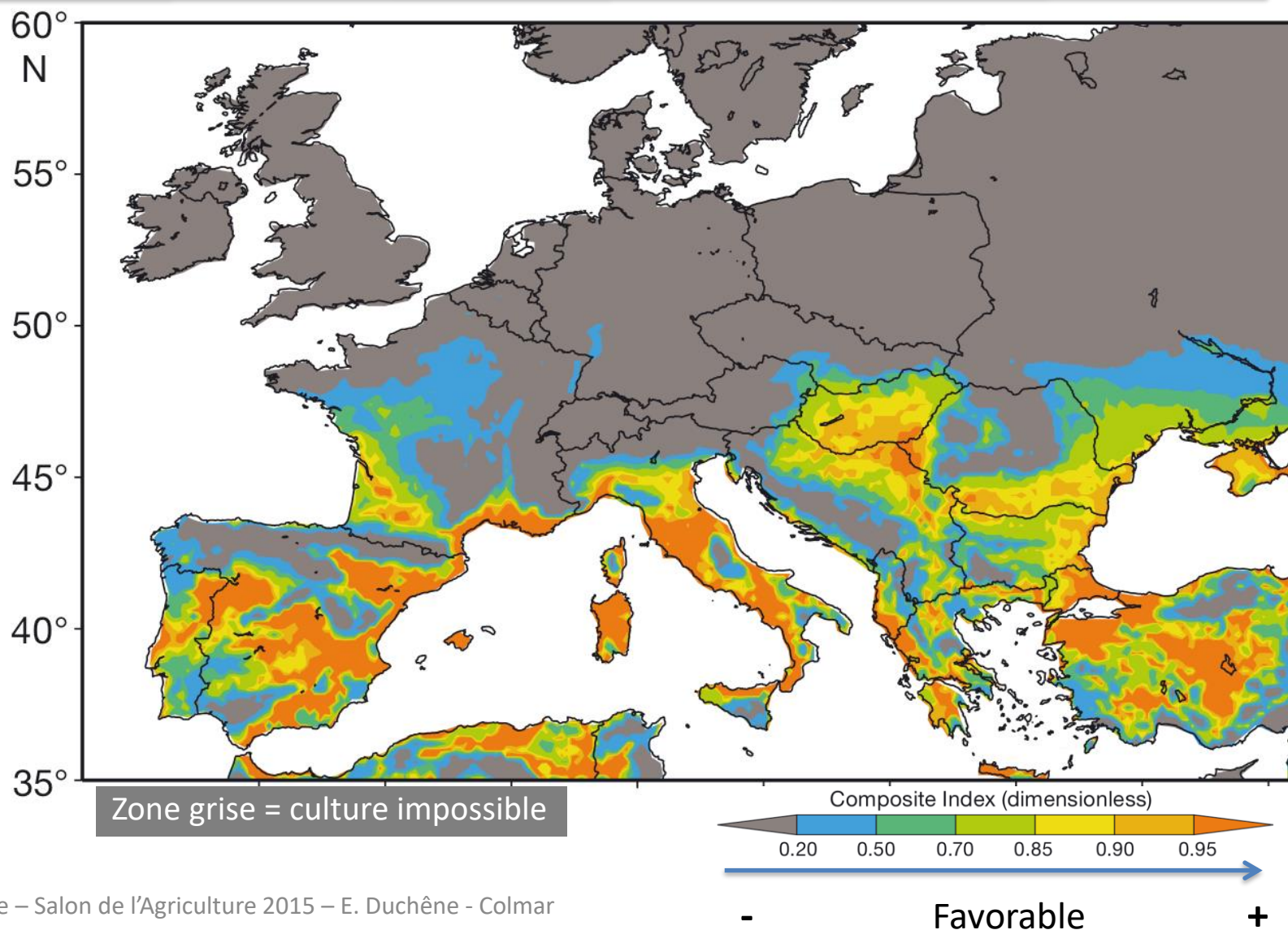
comp. phénoliques

→ diminution de la synthèse  
→ dégradation  
vins déséquilibrés

(d'après Coombe, 1987)

# Impact 4. terres favorables à la vigne

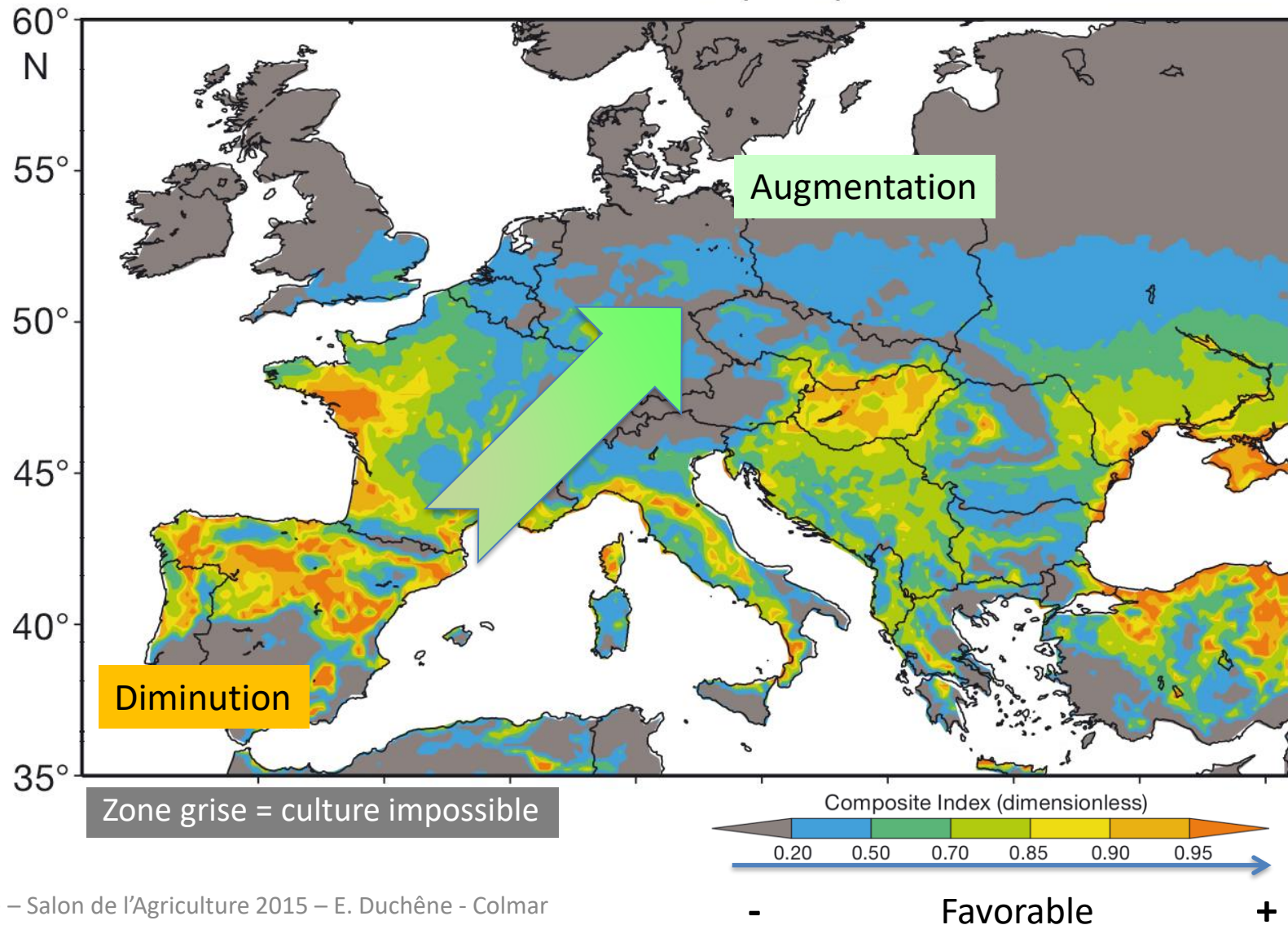
## Climat actuel



(Malheiro et al (2010). Climate Research 43, 163-177)

# Aires favorables à la culture de la vigne: Simulation pour le futur

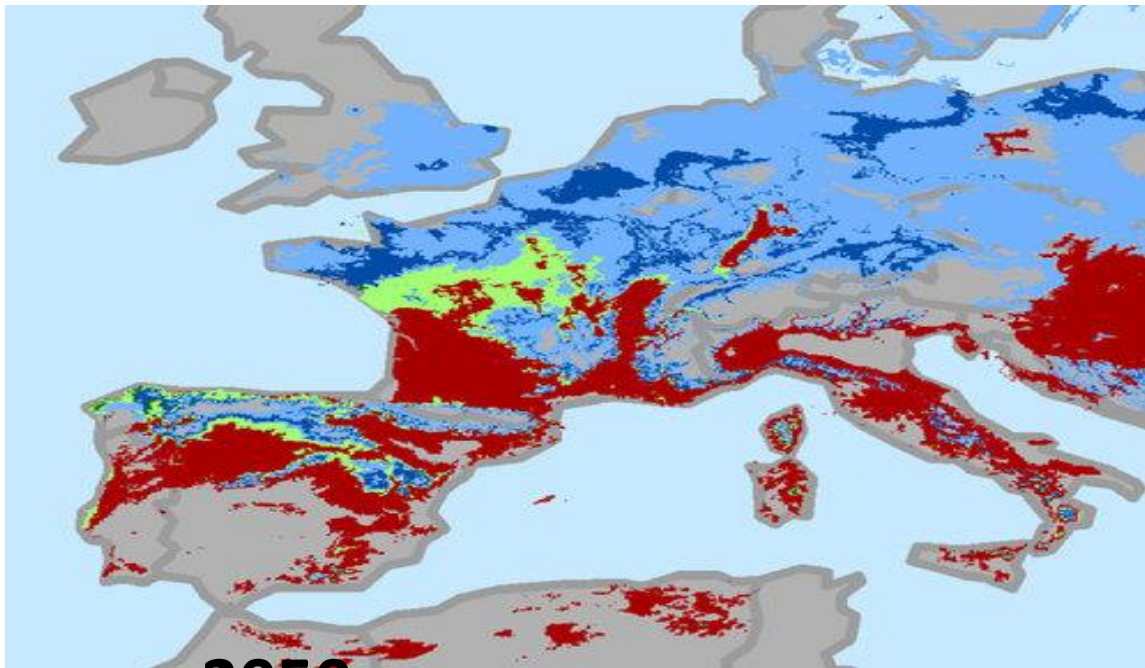
2041–2070 (A1B)



(Malheiro et al (2010). Climate Research 43, 163-177)

# Une simulation mécanique prévoit la quasi disparition du vignoble d'Occitanie en 2050

(Hannah et al. 2013, PNAS)



2050

« 67% of current vine area  
may be no more suitable  
for wine production  
in Europe »

## Why climate change will not dramatically decrease viticultural suitability in main wine-producing areas by 2050

Hannah et al. (1) recently published a comprehensive study showing substantial impacts of climate change on viticultural suitability, leading to potential ecological issues. We agree that expansion of viticulture into new areas can lead to a decrease in biodiversity and that an increase in water use for irrigation might lead to major freshwater conservation impacts. However, we disagree with the alarming statement that suitability for winegrowing of main wine-producing areas worldwide will dramatically decrease over the next 40 y. We point out major methodological flaws in ref. 1, mostly linked to (i) the misuse of biogeographical data to compute suitability index, (ii) underestimation of adaptations of viticulture to warmer conditions, and (iii) the inadequacy of the monthly time step in the suitability approach.

The suitability index in ref. 1 is mainly compiled from grapevine maturity groupings as defined by Jones (ref. 2 is the wrong citation; this classification is given in ref. 3) and Glendon (4), not peer-reviewed). In refs. 3 and 4, groupings were constructed from empirical observations collected in premium wine-growing areas and not based on grapevine physiological modeling. We argue that it is very difficult to establish precise upper limits by variety for growing high-quality wines and that those given in ref. 3 are underestimated. To illustrate this aspect, we compare average growing season temperature (AVGST) from 1971 to 1999 and from 2000 to 2012 for three major wine-growing regions: Rheingau (Germany), Burgundy (France), and Rhone Valley (France; Fig. 1). Burgundy continues to grow great wines with Pinot noir since 2000, although AVGST is already above the upper temperature limit cited in ref. 3. The same is true for Rheingau with Pinot Gris and the Rhone Valley with

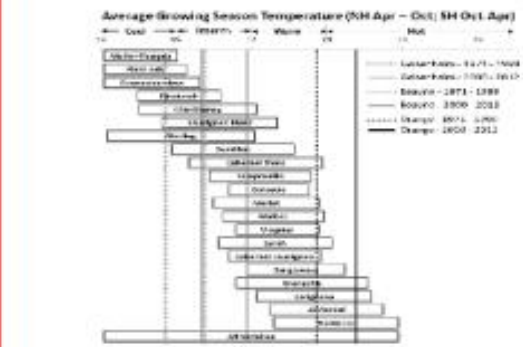
Syrah. High-quality viticulture is sustained in these regions despite increased temperature and dry farming, because of both the evolution of consumer's preferences and implementation of adaptive strategies by growers. A major flaw in ref. 1 is that noncapped growing degree days (GDDs) are computed and subsequently compared with varietal maturity groupings from ref. 4, whereas GDDs are capped at 19 °C [called biologically effective degree days (BEDDs)]. As the climate becomes warmer, the seasonal difference between BEDDs and noncapped GDDs increases up to several hundreds of DDs. Hence, projected ripeness in ref. 1 is weeks ahead of modeled ripeness, whereas ref. 4 would have been properly applied. This subsequently results in much higher temperatures during the projected last month before ripeness, which was the main criterion used in ref. 1 to consider a region suitable for viticulture or not.

A monthly time step was used in ref. 1. One month accounts for up to 270 BEDDs. When varieties are compared in maturity groupings that are 50 DDs apart, this resolution is too crude to yield reliable maturity predictions. Although Hannah et al. make an interesting point in predicting which regions worldwide may become suitable for viticulture by 2050 as a consequence of climate change, but in estimating related potential ecological impact, their conclusion that most of the present wine-growing regions will become unsuitable for viticulture is erroneous.

**Cornelia van Leeuwen<sup>1,2,3,4</sup>, Hans Schults<sup>2</sup>, Inaki Garcia de Cortazar-Atauri<sup>5</sup>, Eric Duchêne<sup>6</sup>, Nathalie Ollat<sup>6,7</sup>, Philippe Pons<sup>8</sup>, Benjamin Buis<sup>9</sup>, Jean-Pascal Gantouy<sup>6,8</sup>, Hervé Quéma<sup>6</sup>, Jean-Marc**

**Authors contributions:** C.v.L., H.S., I.G.A., E.D., N.O., P.P., B.B., J.-P.G., H.Q., and J.-M. conceived the study; C.v.L., I.G.A., E.D., N.O., P.P., B.B., J.-P.G., H.Q., and J.-M. analyzed data, and C.v.L. wrote the paper.

**Translational disclosure of conflict of interest:** No other commercial interests should be disclosed from various vineyard producers.



**Fig. 1.** Average growing season temperature from 1971 to 1999 and from 2000 to 2012 in Rheingau, Germany (Eisenstein station), Burgundy, France (Beaune station), and Rhone Valley, France (Orange station). Note that Müller-Thurgau and Pinot gris, Pinot noir, as well as Syrah and Viognier are already beyond the maximum value given in ref. 3 in Rheingau, Burgundy, and Rhone Valley, resp. Burg.

- Les chercheurs français ont répondu en contestant l'article américain:
- Les cépages tolèrent des températures un peu plus élevées que celles qui étaient retenues ;
  - Les viticulteurs peuvent s'adapter, alors que la simulation a figé les pratiques et l'encépagement

# Les scientifiques français pas d'accord. "Cette étude va trop loin !"

Inaki Garcia de Cortazar, chercheur à l'INRA à Avignon, remet en cause une étude qui ne laisse pas selon lui assez de place à la capacité d'adaptation de l'homme.



que ce soit via la structuration des parcelles, la taille vignes..."

## Aux vignerons de décider

Le scientifique français met également en évidence la difficulté de raisonner à échelle mondiale. "On peut observer des différences très importantes sur de toutes petites zones, entre deux parcelles

# C'est chaud pour le vin français

En cette fin d'été, les vendanges ont encore pris de l'avance. Alors que le réchauffement climatique affecte les parcelles, vignerons et spécialistes redoublent d'imagination pour préserver la filière.

par Benjamin Ballez pour le Monde



### notre dossier

produit d'origine plus...  
 de la filière...  
 de la filière...  
 de la filière...

### Rapport

Le rapport de l'Inra...  
 de la filière...  
 de la filière...  
 de la filière...

**AGRICULTURE** // Une récente étude évalue l'impact du réchauffement sur les vignes du monde entier. Le scénario est inquiétant mais il mérite d'être relativisé car l'adaptation est déjà en marche.

# Les vignes seront-elles les prochaines victimes du changement climatique ?



## Climat : branle-bas à l'Inra

Constat. Le réchauffement ne se dit pas du côté de la recherche...  
 la plupart des...  
 Inra...  
 de la filière...

# La vigne face à la surchauffe

**Recherche** | Génétique, nouveaux cépages, terroirs repensés. Des scientifiques relèvent le défi de l'élévation des températures. Zoom sur cet enjeu majeur alors que le salon Vinisud ouvre...

L'air est connu. Le changement climatique est en marche. Chronique d'un orfèvre viticole annoncé. Les vignes languedociennes vont toujours plus être confrontées à la surchauffe et ses corollaires : teneurs en sucre incontrôlables, alcoolisation effrénée, arômes dénaturés, acidité des nectars en chute libre...

Alors que Vinisud, le salon international des vins et spiritueux méditerranéens, ouvre lundi ses portes au parc des expositions de Montpellier, M. de Libère est allé à la rencontre de chercheurs de la communauté scientifique Agropolis, en quête de solutions pratiques face à cet enjeu majeur : adapter les terroirs du Sud pour qu'ils restent parmi les plus attractifs au monde.

### 1 Chambouler ou faire grimper les terroirs

« Si on reste cantonné dans une hausse de 1,5 à 2 degrés des températures, comme la COP21 l'a envisagé, eh bien tous les vignobles français pourront s'adapter », pronostique Jean-Marc Touzard, économiste spécialisé dans l'innovation face au changement climatique. À condition, selon ce directeur de recherche à l'In-



Sur les campus d'Agropolis International à Montpellier : les généticiens de la vigne Laurent Torregrosa (à gauche) et Patrice This (en haut), et l'économiste en innovation Jean-Marc Touzard, spécialiste de changement climatique. Photos CHRISTOPHE FORTIN

d'alcool, et qu'il d'été. On peut ai cépages grecs. Mais aussi redit les oubliés. « C'est terriblement à l'Alsace, le mortu qui a été ce qu'elle m'ait pas rentable. » voient venu le de des cépages per

### 4 Faire des gènes

Les scientifiques plus loin dans l'Laurent Torregrosa, un des vignerons, où il pe fait que lui off à développerme vaille à faire éra tant à la sèche taines variétés, dans des cépag pas ici question sements naturel qu'il existient et techniques de ques », présente un autre généticien de la vigne, Patrice This, directeur de recherche à l'Inra.

Impacts of climate change on wine in France



Le réchauffement généralisé pourrait modifier...



### Enquête

# Les vignobles sous la menace du réchauffement climatique

de Nouvelle-Zélande, le sud du Chili, l'Ontario et d'autres régions du Canada ainsi que l'Angleterre, la Nouvelle et la région du Rhin

« En Alsace le changement climatique est déjà un problème, car il transforme le profil aromatique et l'équilibre des sucres et des

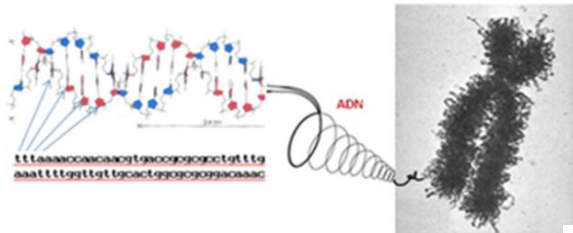
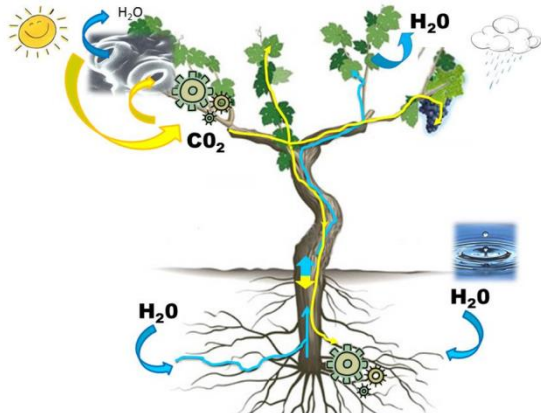


## Impact 5. Multiples effets socio-économiques

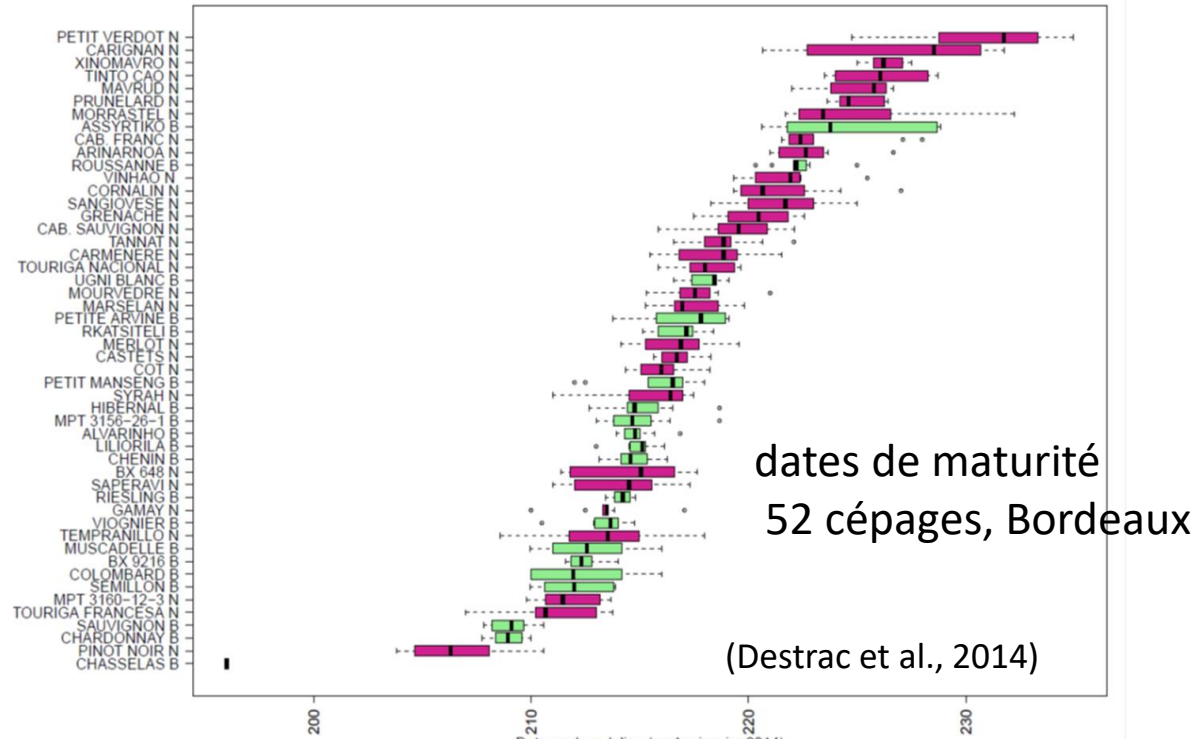
- Effets sur rendements et qualités jouent sur les produits, coûts et **revenus des viticulteurs**
- Augmentation du **risque économique**
- Impacts potentiels sur la **valeur du vignoble** ?
- Modification de **hiérarchies entre terroirs et vins** ?
- **Impact sur la** concurrence entre régions viticoles ?
- **Tensions sur les réglementations**, les AOP, IGP

# Adaptation 1. Changer de cépage

Des cépages plus tardifs, plus tolérants à la sécheresse et aux hautes températures, mais aussi résistant aux maladies et produisant moins de sucre, plus d'acidité



(Coupel-Ledru et al. PNAS, 2016)



Comparer les cépages dans chaque région

## Différentes options :

- clones : variabilité pour un même cépage
- modifier la répartition des cépages actuels
- variétés « anciennes »
- variétés cultivées dans d'autres régions/pays
- création de nouvelles variétés (hybrides)

Mieux connaître les bases génétiques et biologiques de l'adaptation



# Adaptation 2. Nouvelles pratiques viticoles



## Tester des pratiques agronomiques

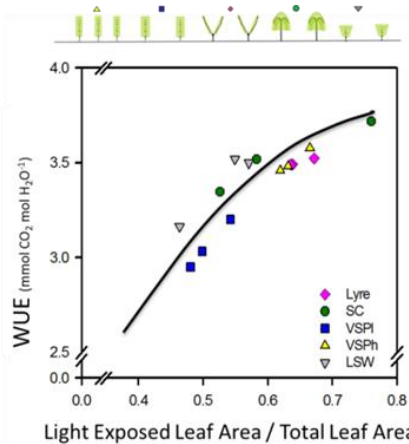
- Effeuilage
- Densité des vignes
- Taille: hauteur et couverture des grappes
- Gestion du sol : matière organique, enherbement
- Agroforesterie, gestion des pourtours (haies...)



**irrigation** au goutte à goutte  
Selon les besoins de la vigne,  
les objectifs de production  
... et la disponibilité de la ressource



3D scene Reconstruction



Gérer l'information  
Climatique et les risques

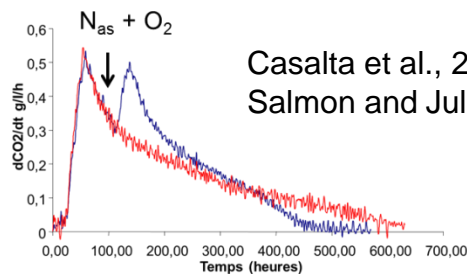


# Adaptation 3. Nouvelles pratiques Oenologiques = solutions correctives

Réduire la teneur en éthanol  
membranes semi permeables

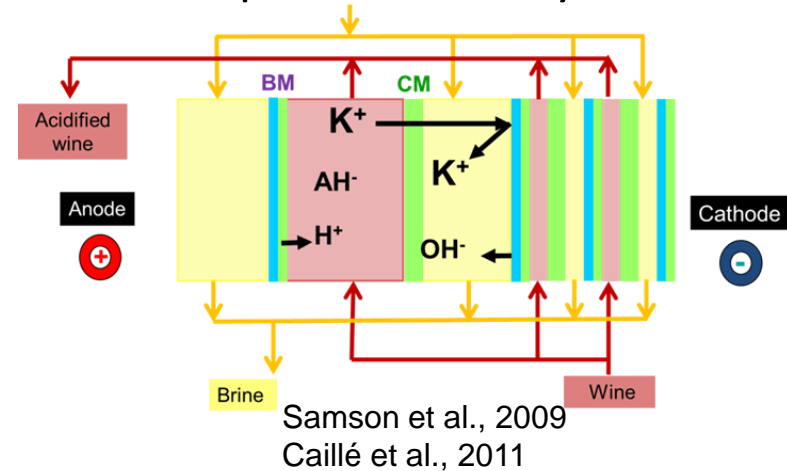


Meilleur controle de la vinification

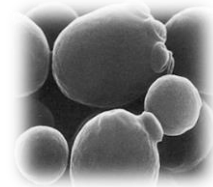
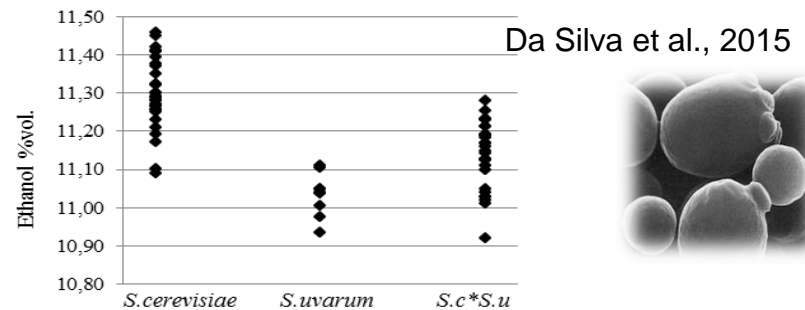


Limiter l'oxydation avec des températures plus basses  
Gestion des nutriments pour une meilleure fermentation

Ajuster le Ph, augmenter l'acidité  
par électrodialyse



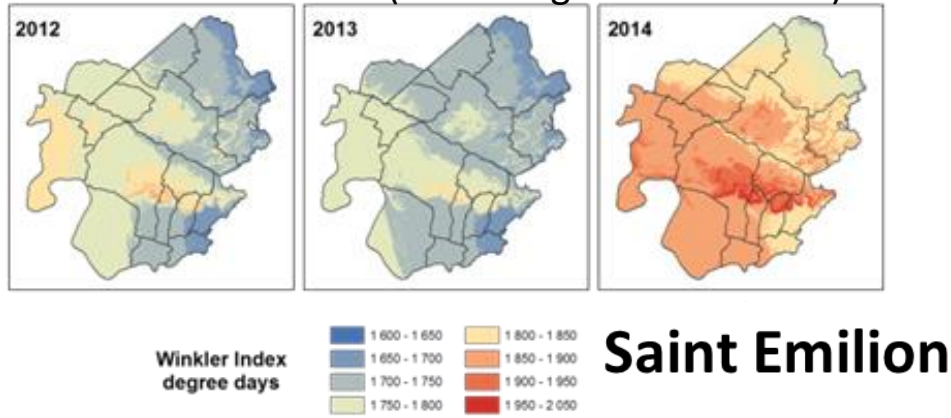
Selection de levures



Diminution de l'éthanol : **0.6 – 1.3%**  
Augmentation de l'acidité totale

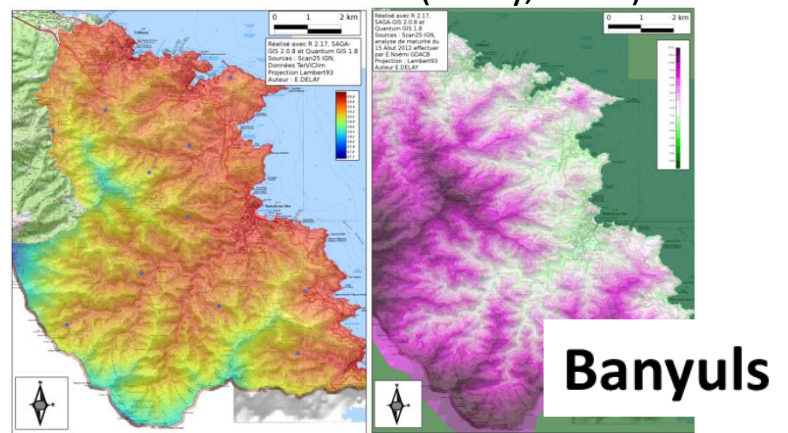
# Adaptation 4. Réorganiser les plantations dans l'espace

(de Resseguier et al. 2015)



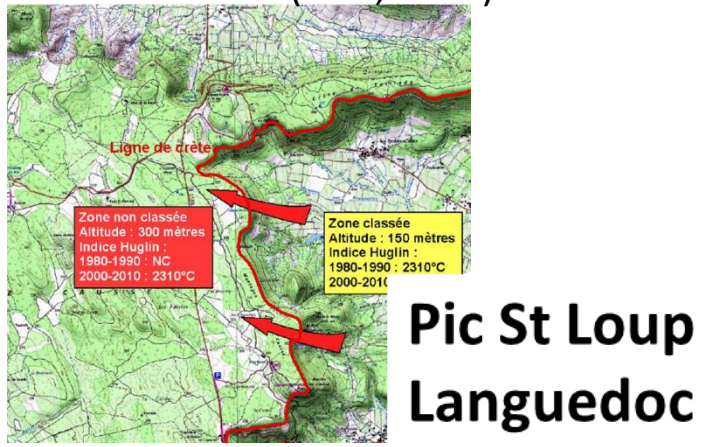
Tirer profit de l'hétérogénéité du terroir

(Delay, 2015)



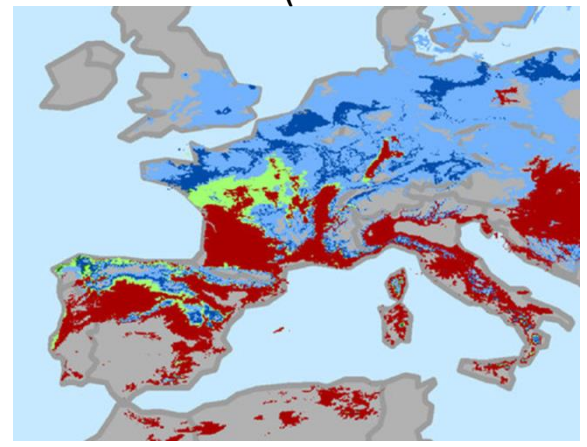
Réinvestir l'analyse du terroir  
Simulations à l'échelle locale

(ACH, 2014)



Changer d'altitude, d'exposition  
revoir les limites des aires AOP

(Hannah et al. 2013)



Se relocaliser et créer de nouveaux vignobles

# Adaptation 5 : Changer réglementations et institutions



Nouveaux cépages, pratiques et zonages dans **les cahiers des charges AOP et IGP**

Nouvelle **politique** pour des **services climatiques ?**



Une **gestion globale du risque** : assurance, investissements, réserves diversification, solidarités locales...



**Renforcer les collaborations** chercheurs viticulteurs à l'échelle des régions viticoles

# Adaptation 6. Construire des connaissances en intégrant les consommateurs et les citoyens

Connaître les perceptions des consommateurs sur:

- les impacts du CC sur la qualité
  - les solutions pour l'adaptation
- (Thèse Alejandro Fuentes)

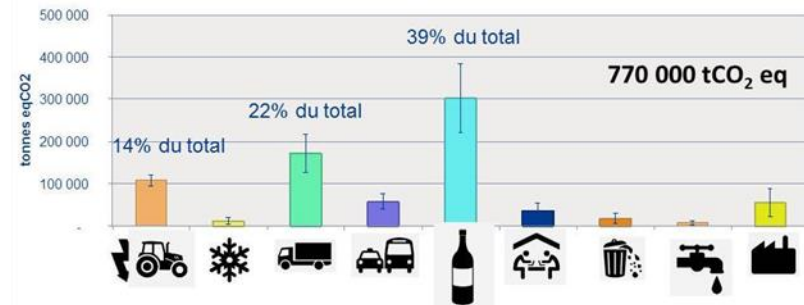


Economie expérimentale

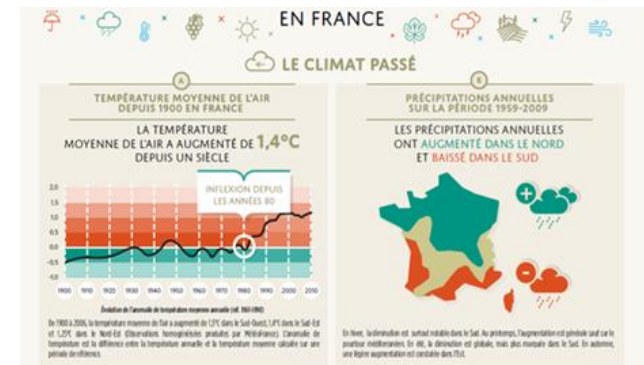
Associer l'adaptation aux efforts pour réduire les émissions de gaz à effets de serre, et en débattre

Associer l'enjeu climatique aux autres enjeux (revenu, qualité, santé, environnement,...) en débattre, communiquer avec les citoyens

## Impact carbone des vins de Bordeaux



Source : CIVB

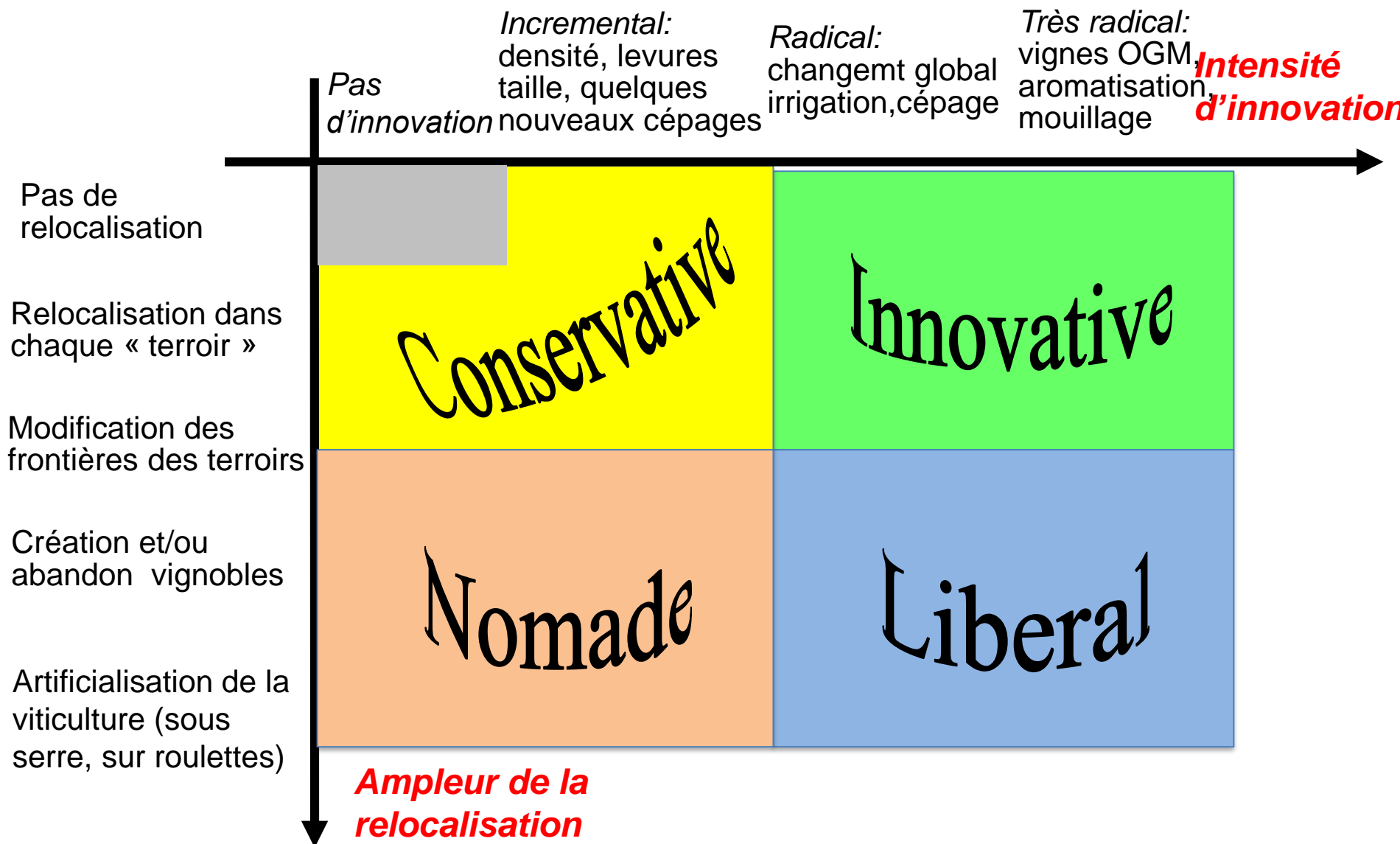


# Comment combiner les leviers de l'adaptation dans des stratégies partagées et à différentes échelles ?



**Adaptation 7 : développer de nouveaux outils et méthodes collaboratives pour le secteur de la vigne et du vin**

# Quatre scénarios en croisant 2 dimensions de l'adaptation

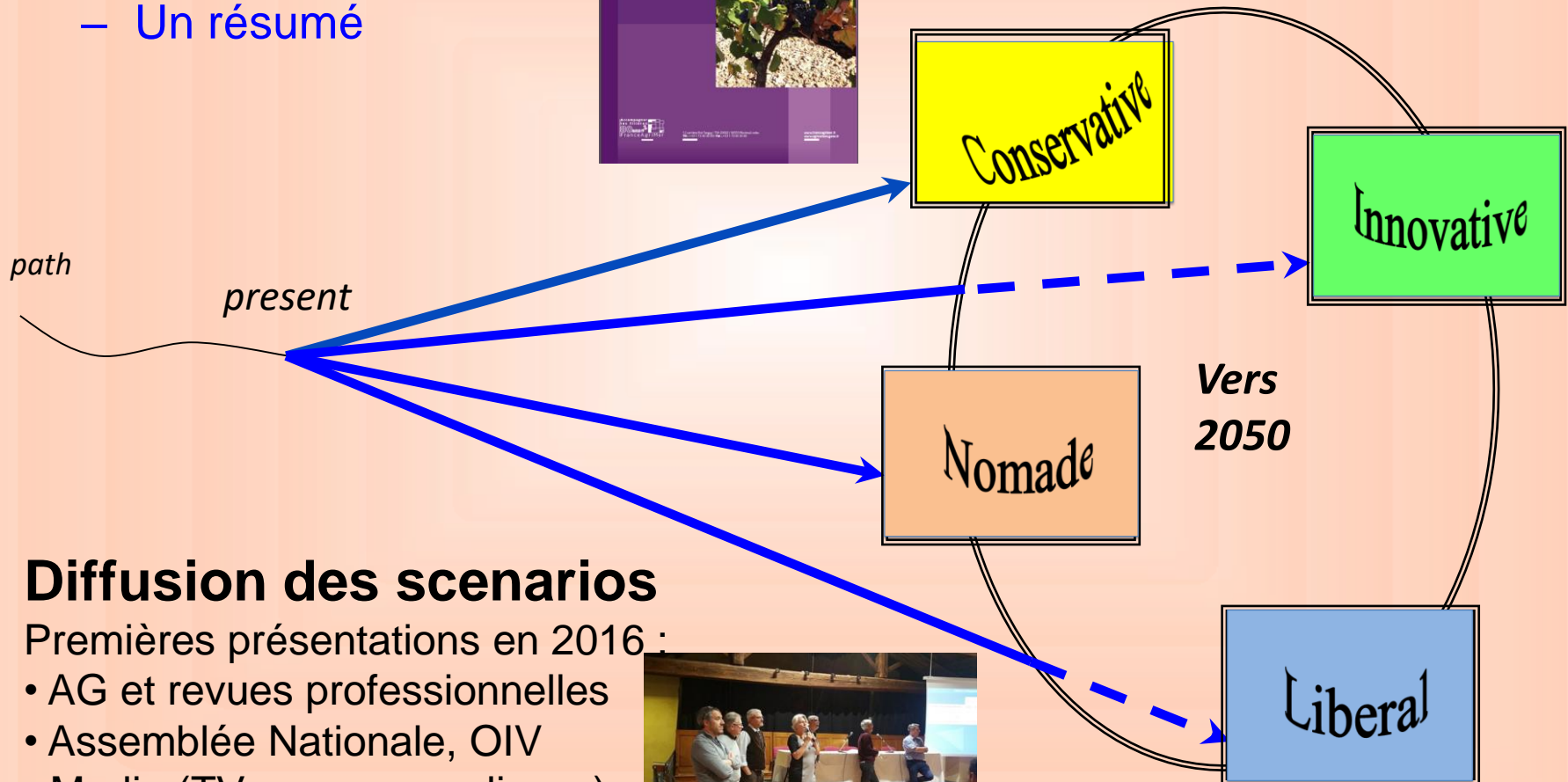
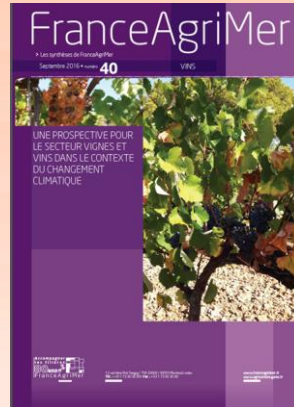


# 2015-16: un groupe d'experts du projet LACCAVE

## Construction de quatre scénarios et leurs chemins

Décrits par:

- Des hypothèses clés
- Une histoire longue
- Un résumé



## Diffusion des scénarios

Premières présentations en 2016 :

- AG et revues professionnelles
- Assemblée Nationale, OIV
- Media (TV, presses, radios...)





# Puis une démarche participative dans 6 régions viticoles (2017-2018)

Trois étapes dans chaque séance :

- 1) Spécification régionale des 4 chemins et scénarios, analyse des conséquences
- 2) Votes sur des **attitudes stratégiques** face à chaque scénario
- 3) Propositions **d'actions** selon chaque attitude par scénario

Synthèse, plaquette et base de données des 2222 propositions d'action

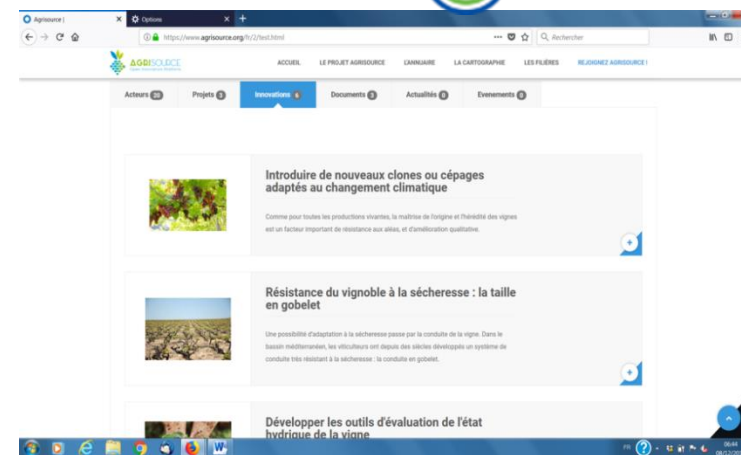


# Impacts des forum prospectives

- **Outil d'apprentissage collectif dans chaque région** : prise de conscience d'enjeux et conséquences, renforcement de liens, amorce de stratégies climat
- **Outil politique national** : création d'un **groupe national vin et changement climatique** (INAO, FranceAgrimer), **note d'orientation stratégique** pour le secteur
- **Soutiens à la formation et à l'innovation** viticulteurs, entrepreneurs et société: **plateforme d'Innovation** : Agrisource **Climathon** de Murviel (avec AOP Languedoc)
- **Contribution à l'évolution des questions de recherche** : nouveaux thèmes, méthodes participative et orientée solutions **Projet LACCAVE2.21**



[www.agrisource.org](http://www.agrisource.org) 



# Premier Hackathon climatique dans un village viticole



Home / Cities / Murviel-lès-Montpellier

## Une méthode pour co-construire des solutions pour un vignoble local

60 Participants viticulteurs, étudiants, habitants, chercheurs, entrepreneurs, associations...

Six solutions opérationnelles:

Système d'irrigation responsable, parcelle expérimentale partagée, certification climatique locale, association vignes et élevage, startup locale....



# Messages clé

1. La **compétitivité des vignobles est menacée** par le changement climatique, avec des différences régionales...
2. Des **solutions existent déjà** et permettent d'envisager que les viticulteurs peuvent s'adapter dans la plupart des vignobles actuels.... **Si le climat se stabilise autour de + 2°C....**
3. La **réduction des émissions de gaz à effet de serre** est imperative: "Si on aime le vin, on soutient les objectifs de la COP21".
4. La viticulture peut **contribuer à l'atténuation** : ACV, changement de pratiques, isolations, fixation de carbone, gestion des sols, agroforesterie, logistique responsable...

5. Pour s'adapter **pas de solution unique** : jouer sur la multiplicité des leviers : cépages, pratiques viticoles ou oenologiques, localisation, changement institutionnel...
6. Enjeux de coordination à l'échelle des chaînes de valeur, en prenant en compte les **attentes des consommateurs/citoyens**
7. Importance de **stratégies collectives aux niveaux local et régional** : rôle des associations, syndicats, coopératives, interprofessions...  
chance pour des AOP/IGP innovantes, opportunité pour les VSIG
8. Raisonner en **capacité d'adaptation** : construction de réseaux de partage d'expériences et de recherches à différentes échelles.  
Besoin de **nouveaux outils et méthodes collaboratives** pour l'adaptation (prospective, science participative, living lab...)
9. Nécessité d'un **cadre stratégique et politique** au niveau national, international (OIV) et **Européen...**