

*Assemblée Générale AIRMF
Nîmes 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

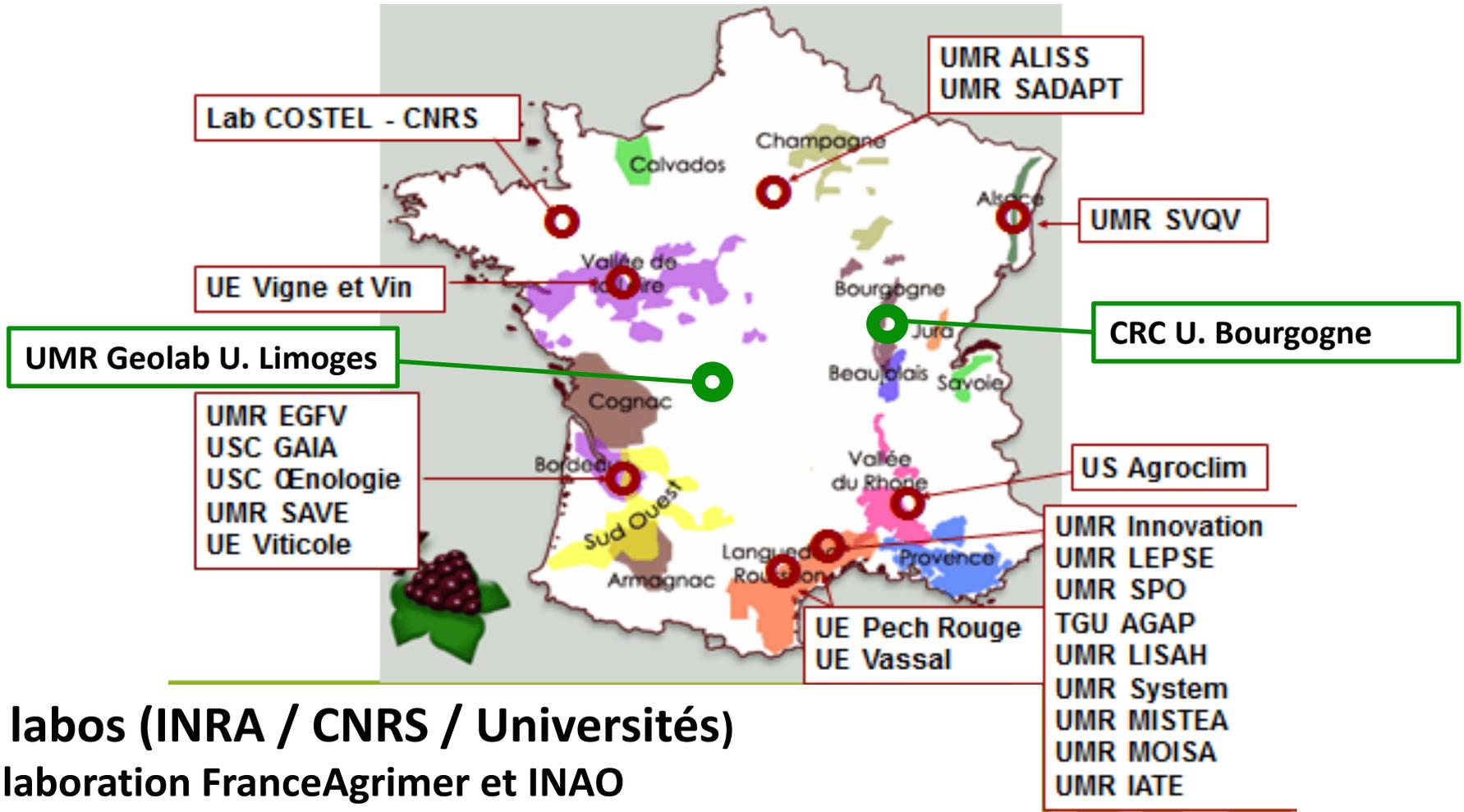
Avec les contributions de:

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

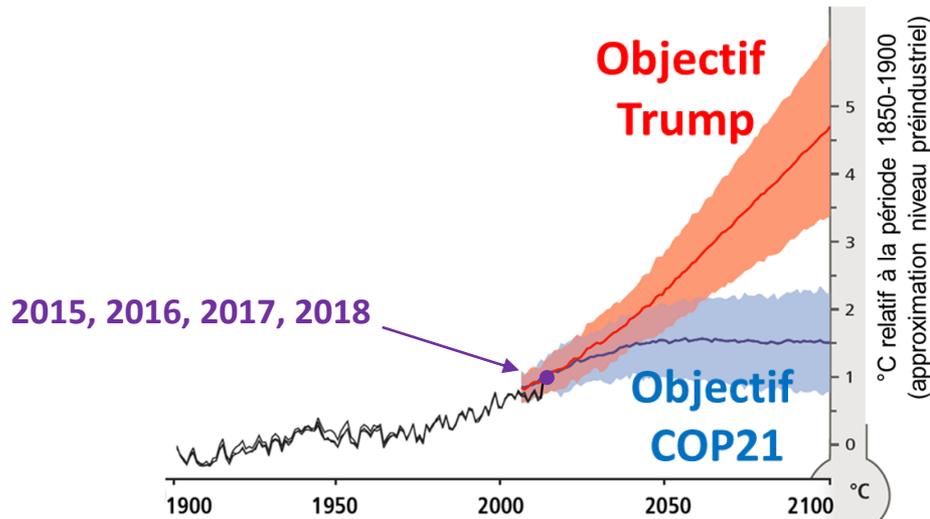
90 chercheurs et étudiants

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

Congrès Climwine 2016
LACCAVE2.21 (2018-2020)

Le changement climatique observé, simulé

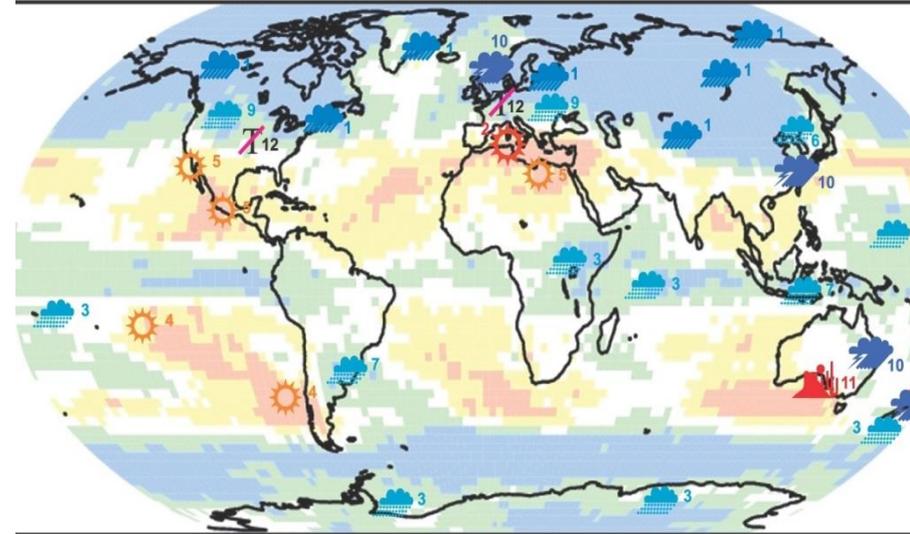
Evolution de la température moyenne de la surface du globe
(GIEC 2013 et NCDC 2016)



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

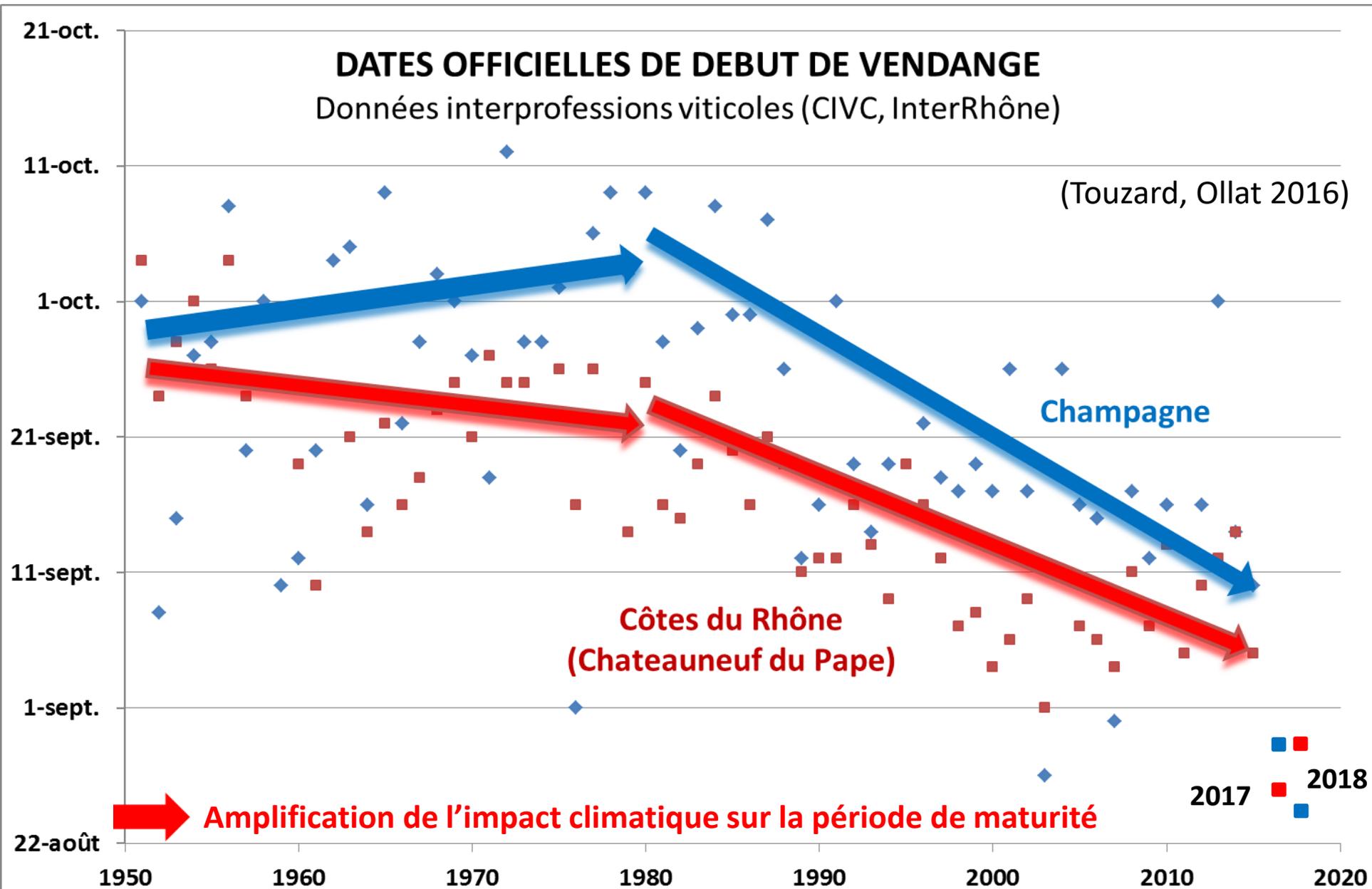
3. Augmentation **variabilité climatique**
Sécheresses estivales plus marquées
Variations annuelles, séquences anormales
Evènements extrêmes: canicules, pluie...



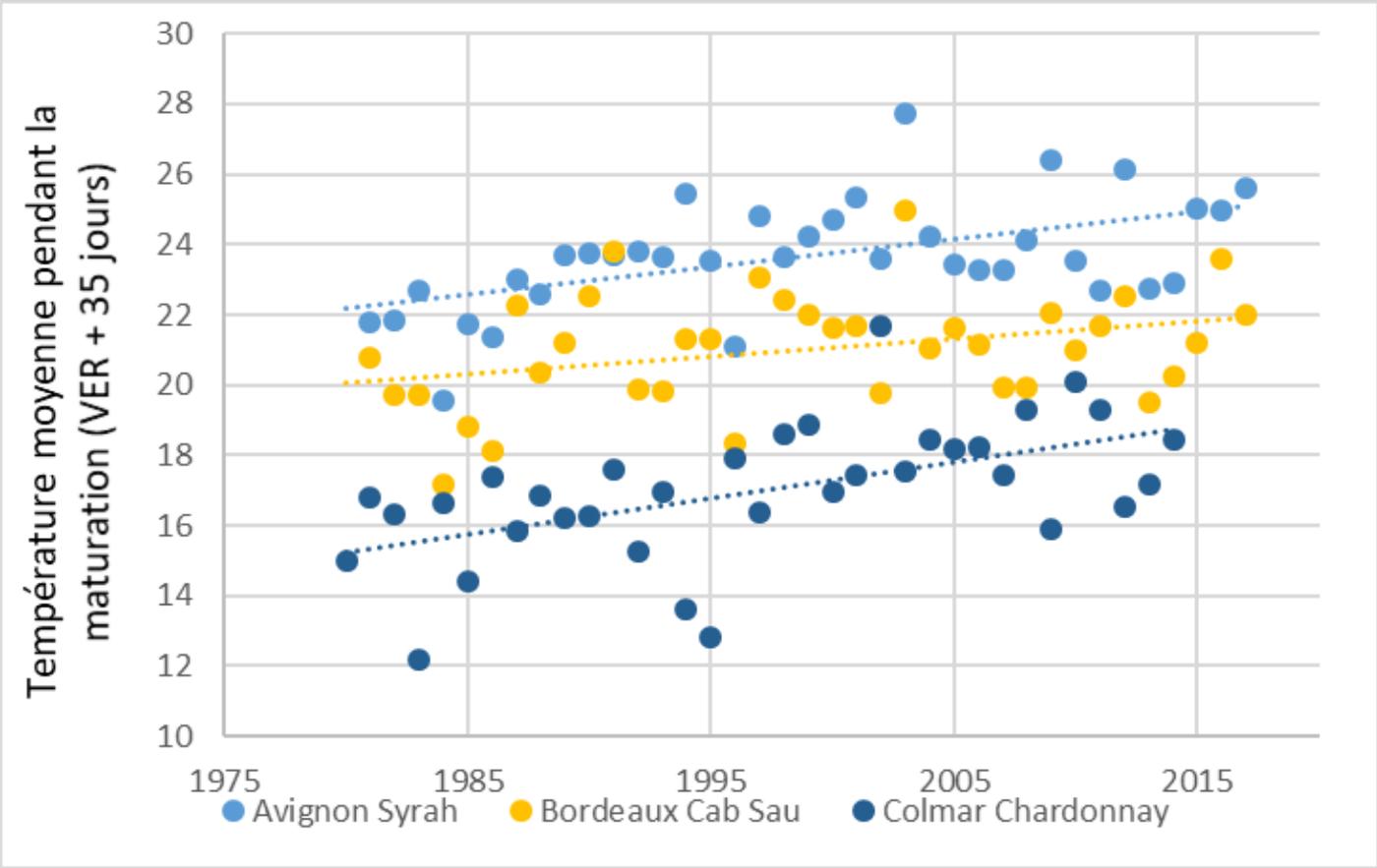
2. Modification de la **pluviométrie**
peu d'impacts observés mais
Hausse Europe du nord
Baisse Europe du sud

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

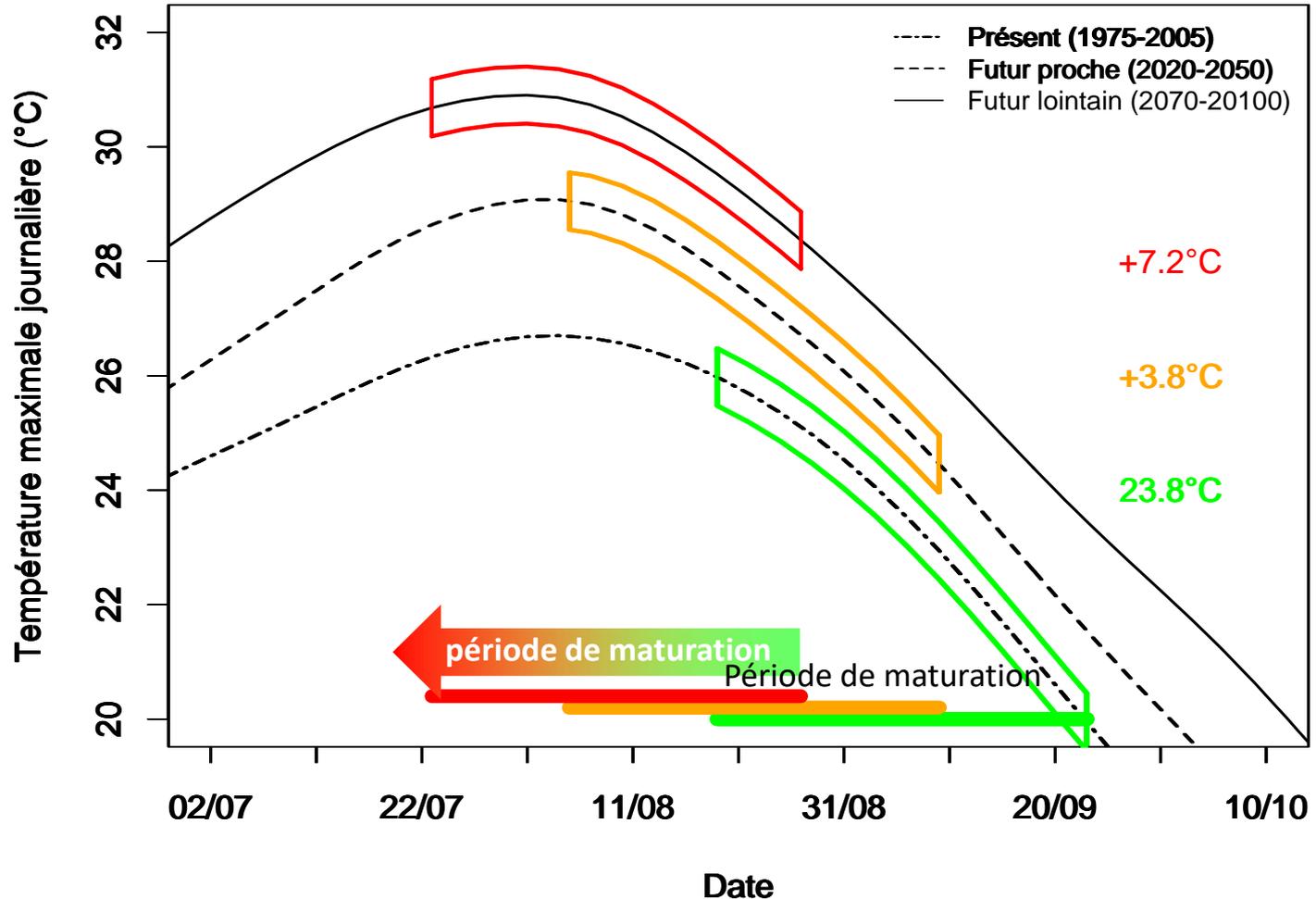


Augmentation de la température moyenne pendant la maturation

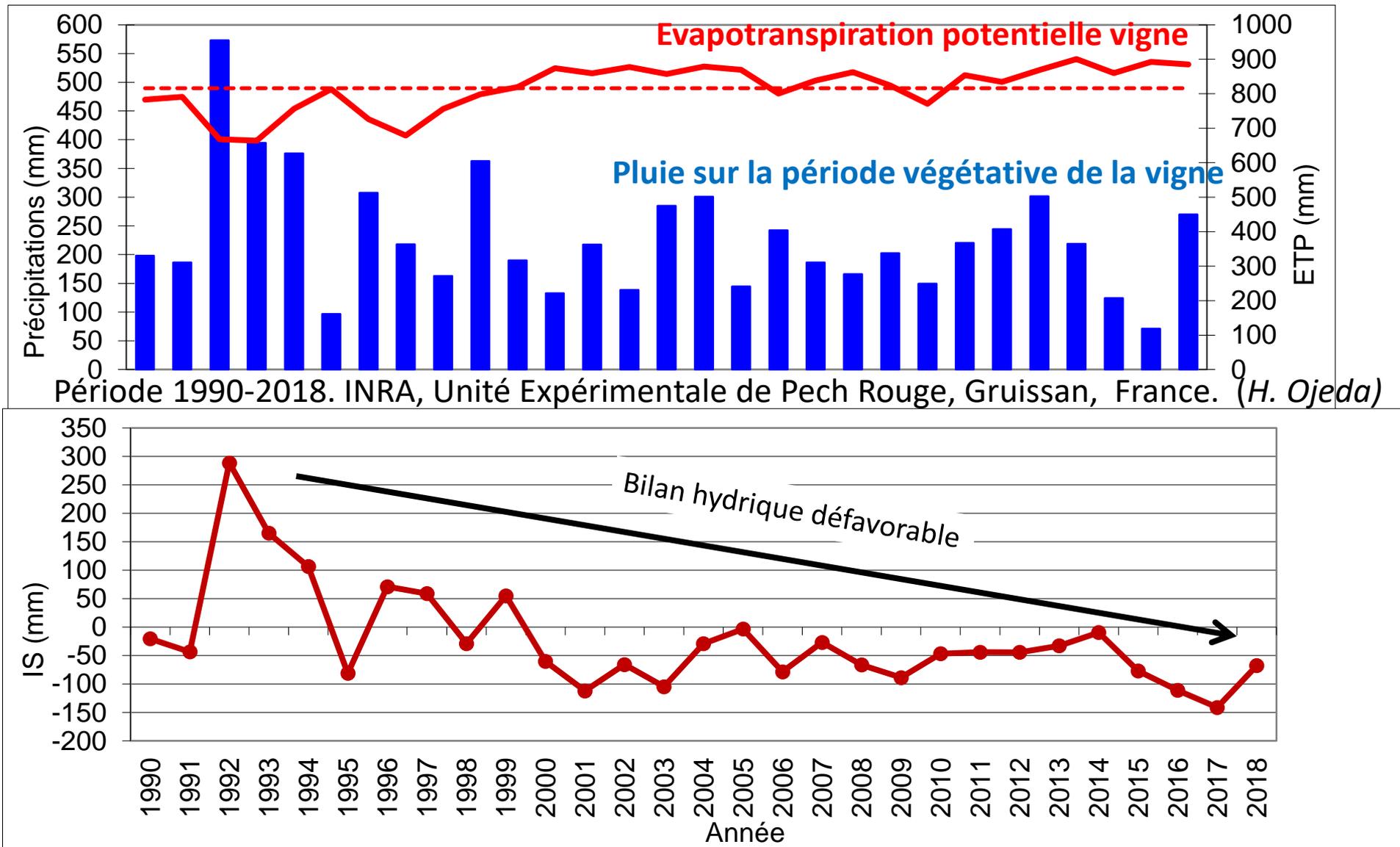


Une double peine: augmentation des températures et décalage vers le milieu de l'été

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

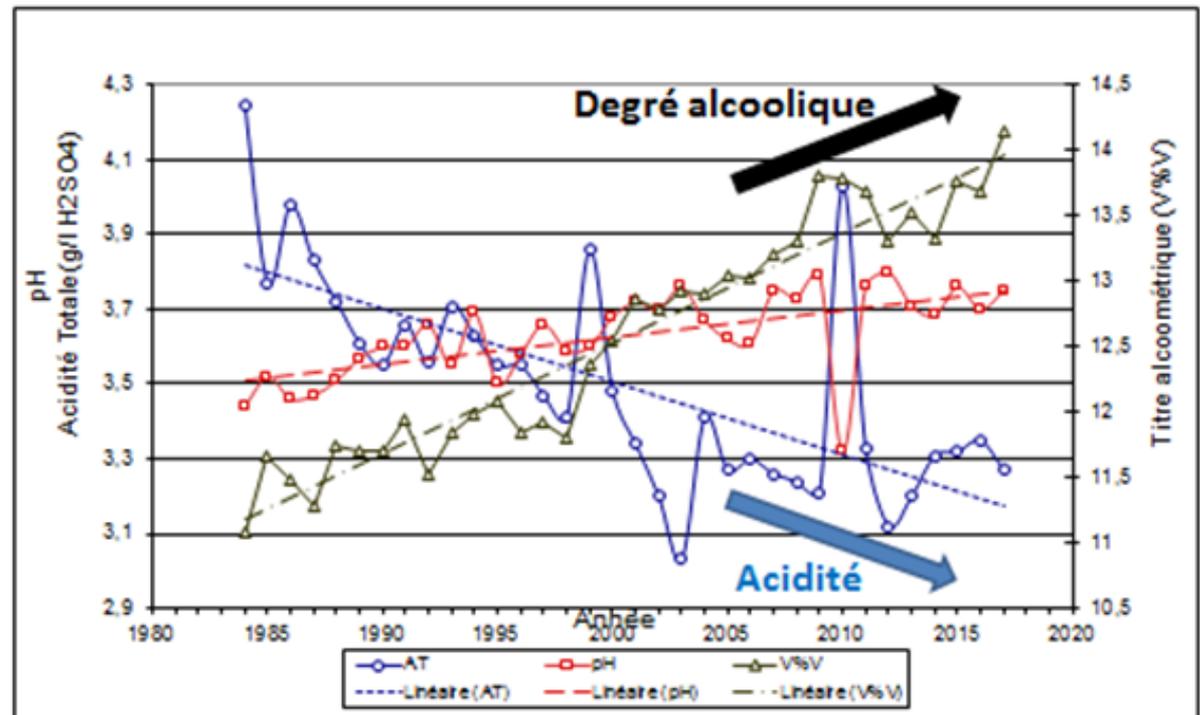
Augmentation
taux de sucre
et d'alcool

Baisse de
l'acidité

Modification du
Profil aromatique
(cinétique précurseurs d'aromes)

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

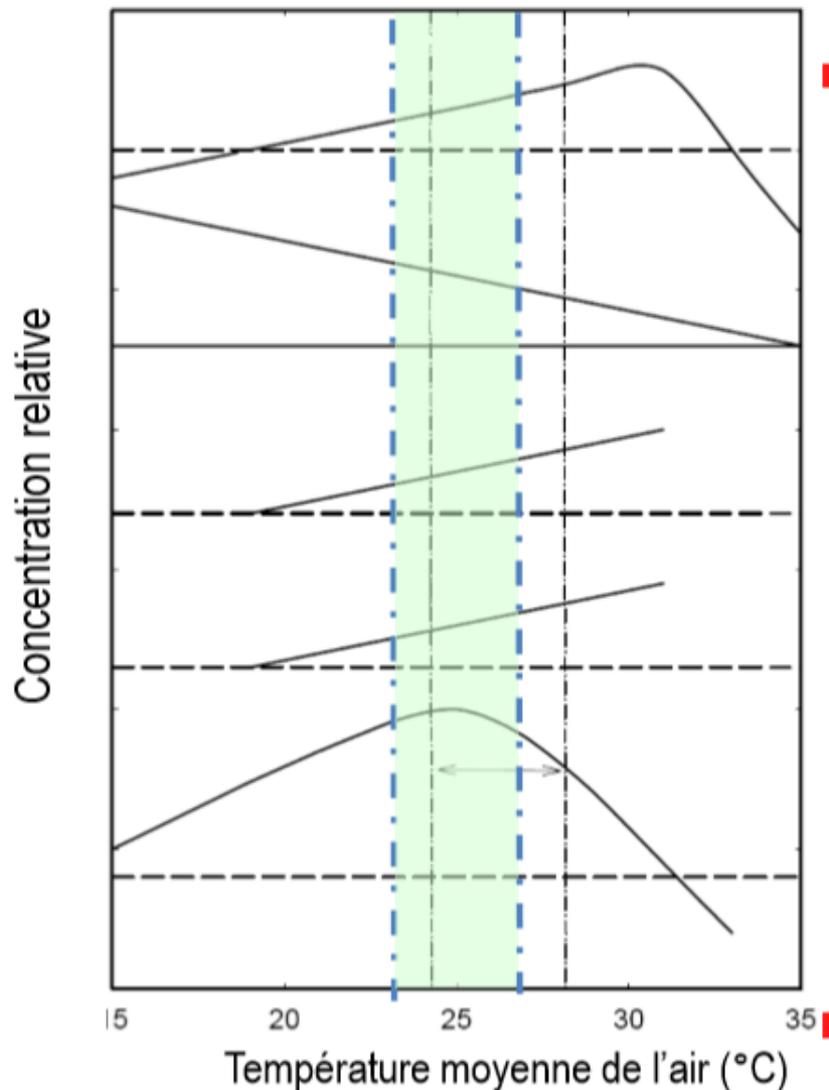
Perçu comme une contrainte pour les vignobles du sud
Mais des effets positifs sur les autres vignobles



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

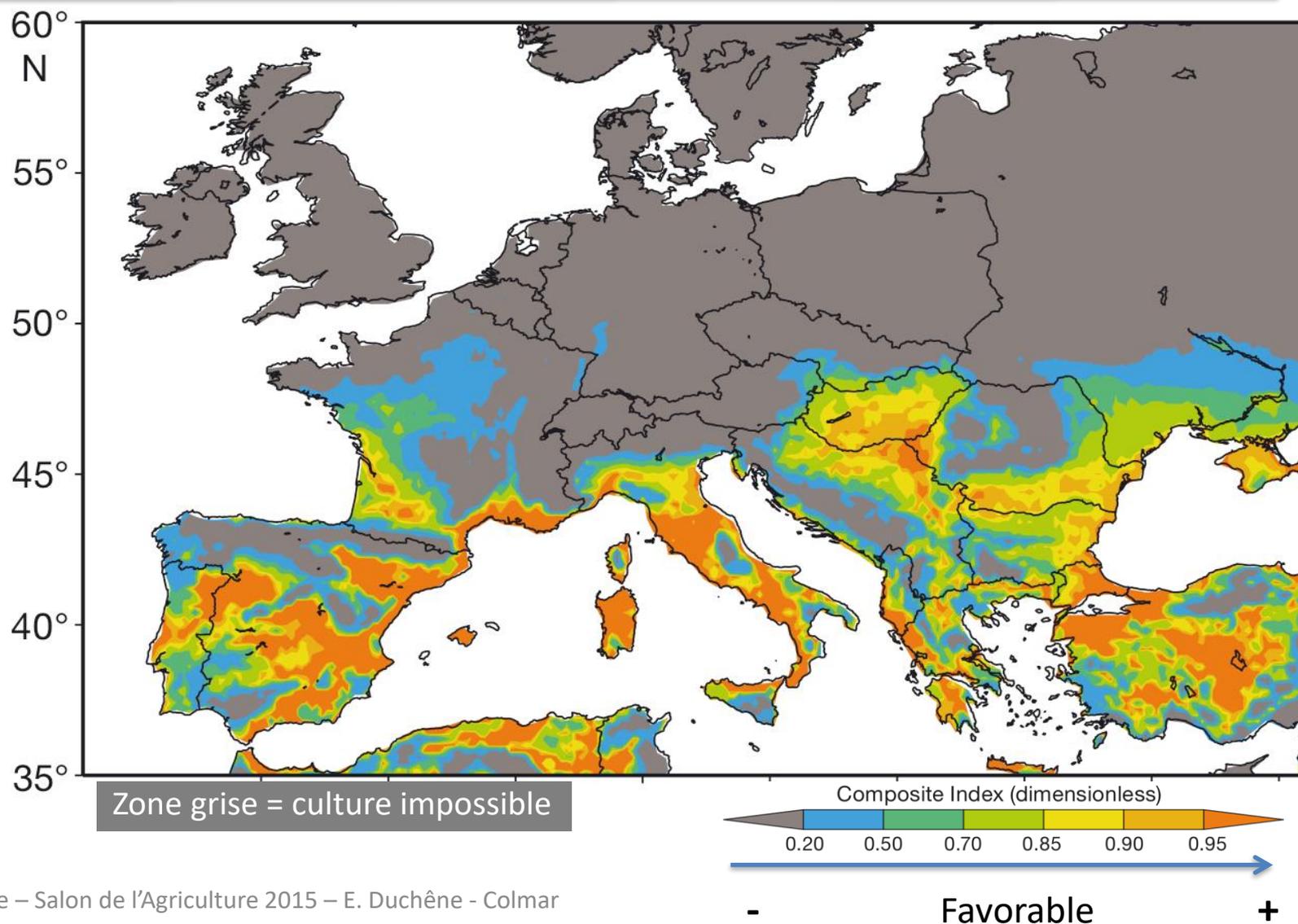
comp. phénoliques

→ diminution de la synthèse
→ dégradation
vins déséquilibrés

(d'après Coombe, 1987)

Impact 4. terres favorables à la vigne

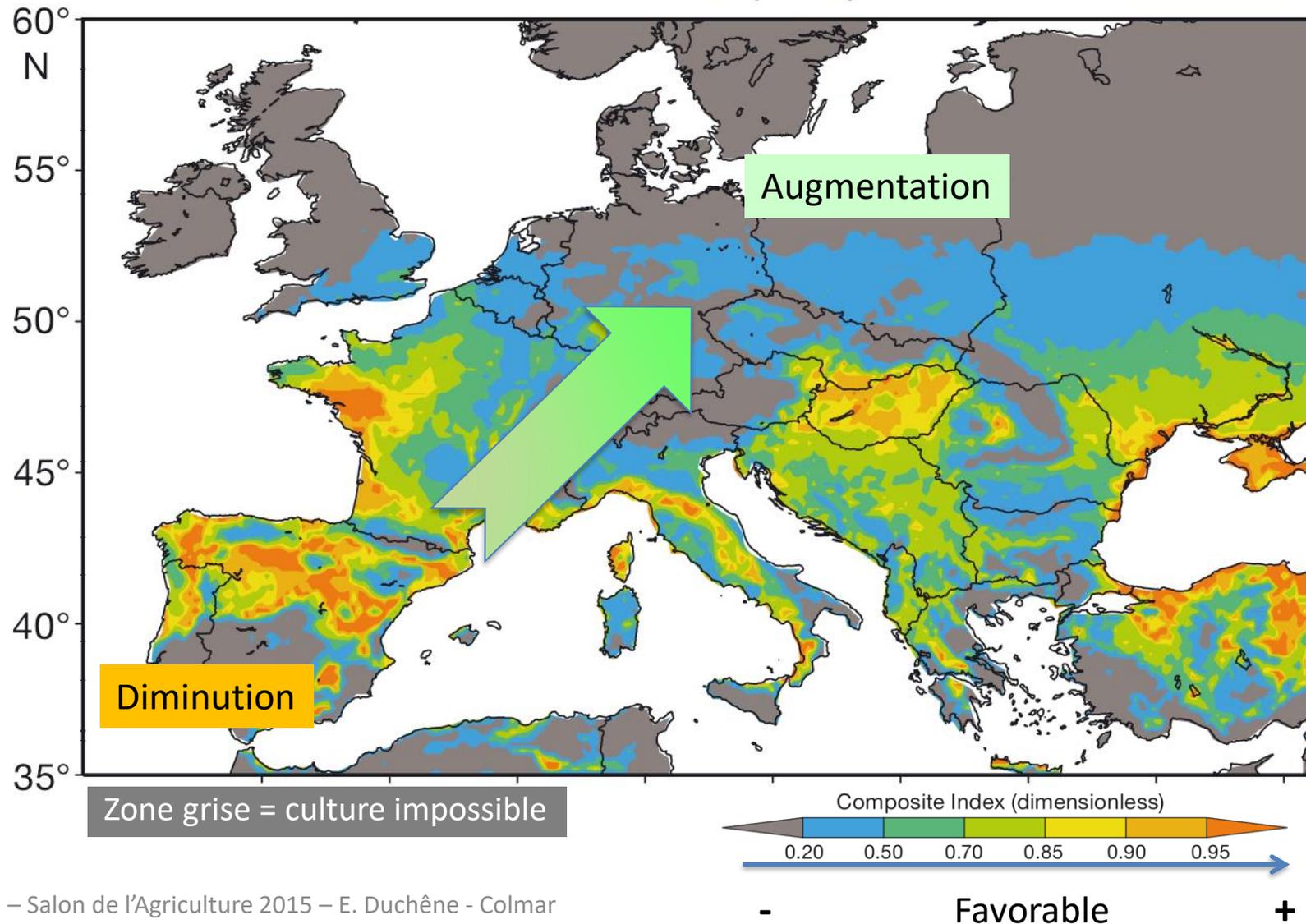
Climat actuel



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

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

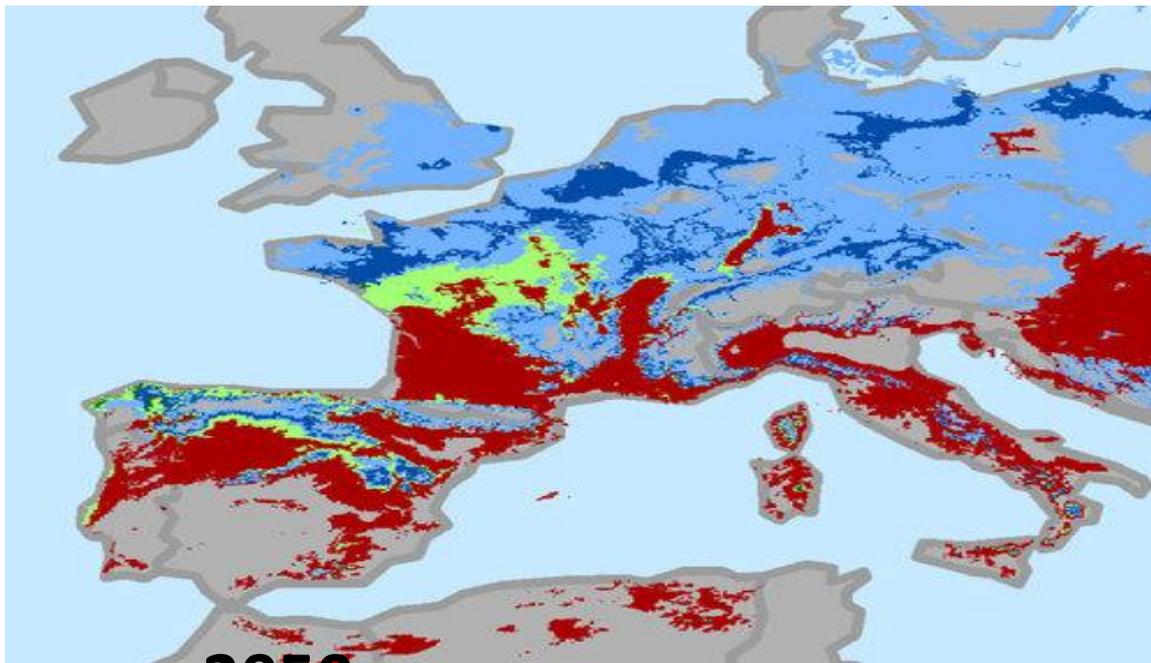
2041–2070 (A1B)



(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^{1,2,3,4}, Hans Schults², Inaki Garcia de Cortazar-Ataur⁵, Eric Duchêne⁶, Nathalie Ollat^{6,7}, Philippe Piver⁸, Benjamin Buis⁹, Jean-Pascal Gantouy^{6,8}, Hervé Quéma⁶, 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.

Conflicts of interest: The authors declare no conflict of interest.
¹In vitro conversion should be allowed from various vineyard treatments.

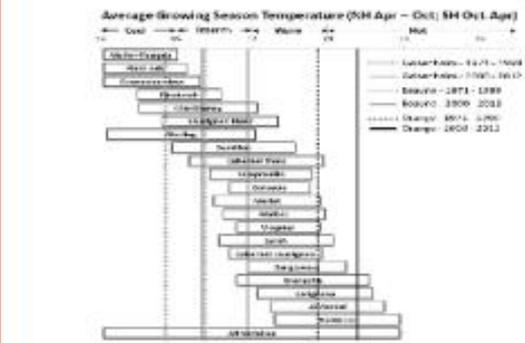


Fig. 1. Average growing season temperature from 1971 to 1999 and from 2000 to 2012 in Rheingau, Germany (Eisenstein station), Burgundy, France (Beaune station), and Rhone Valley, France (Orange station). Note that Müller-Thurgau and Pinot gris, Pinot noir, as well as Syrah and Viognier are already beyond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

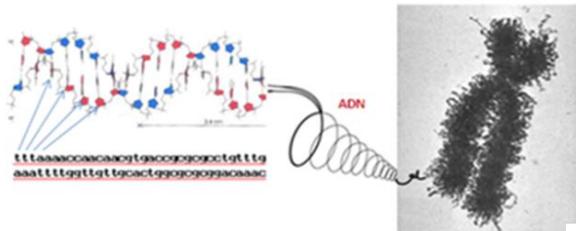
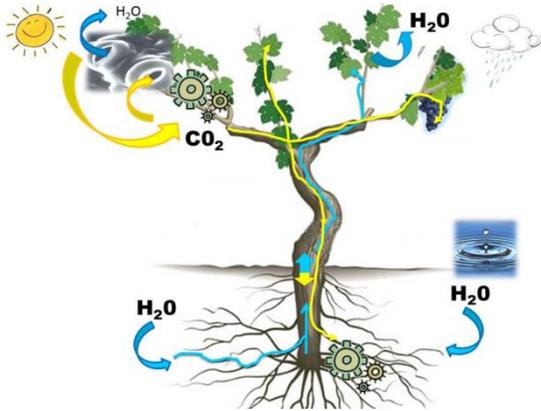
- Les chercheurs français ont répondu en contestant l'article américain:
- Les cépages tolèrent des températures un peu plus élevées que celles qui étaient retenues ;
 - Les viticulteurs peuvent s'adapter, alors que la simulation a figé les pratiques et l'encépagement

Impact 5. Multiples effets socio-économiques

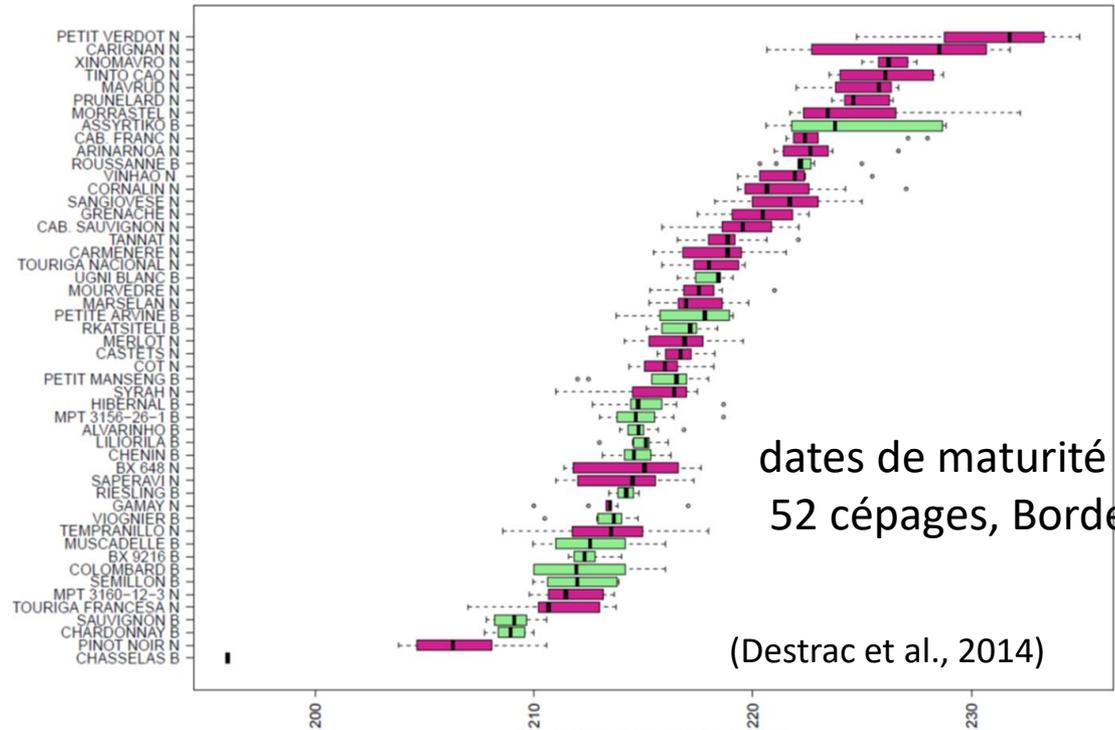
- Effets sur rendements et qualités jouent sur les produits, coûts et **revenus des viticulteurs**
- Augmentation du **risque économique**
- Impacts potentiels sur la **valeur du vignoble** ?
- Modification de **hiérarchies entre terroirs et vins** ?
- **Impact sur la** concurrence entre régions viticoles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

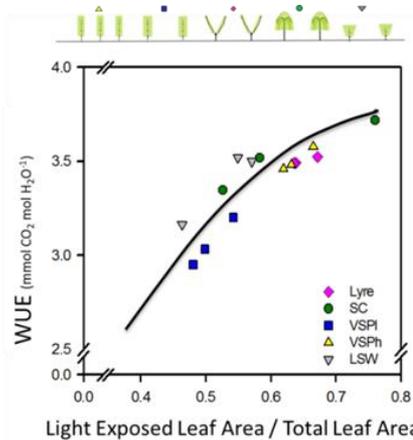
- Effeuilage
- Densité des vignes
- Taille: hauteur et couverture des grappes
- Gestion du sol : matière organique, enherbement
- Agroforesterie, gestion des pourtours (haies...)



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

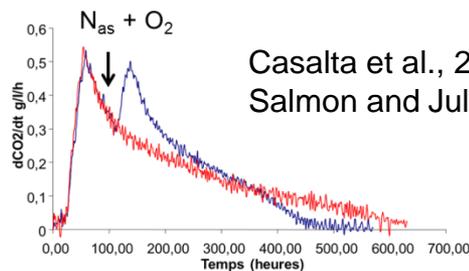


Adaptation 3. Nouvelles pratiques Oenologiques = solutions correctives

Réduire la teneur en éthanol
membranes semi permeables

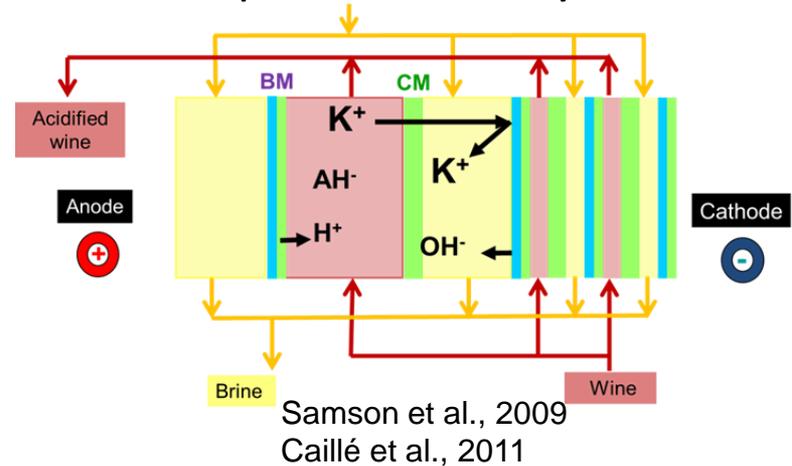


Meilleur controle de la vinification

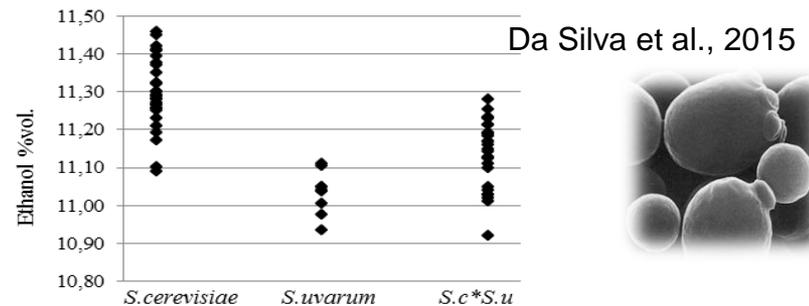


Limiter l'oxydation avec des températures plus basses
Gestion des nutriments pour une meilleure fermentation

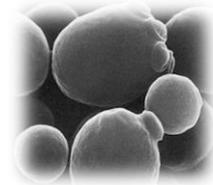
Ajuster le Ph, augmenter l'acidité
par électrodialyse



Selection de levures

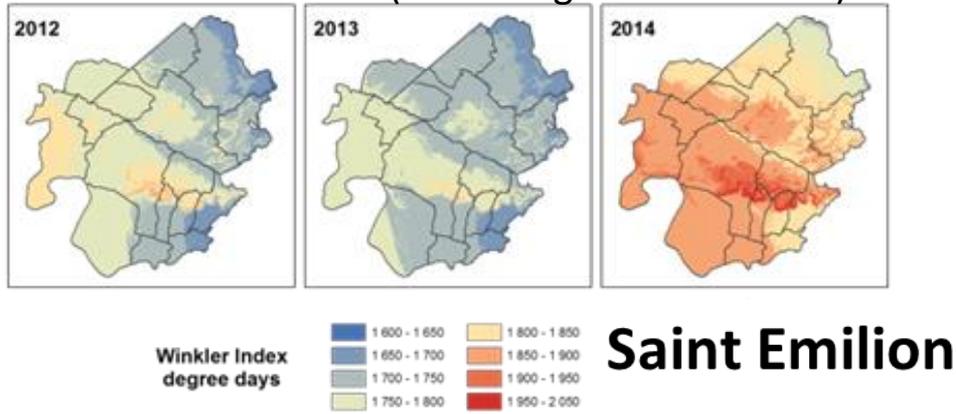


Diminution de l'éthanol : **0.6 – 1.3%**
Augmentation de l'acidité totale



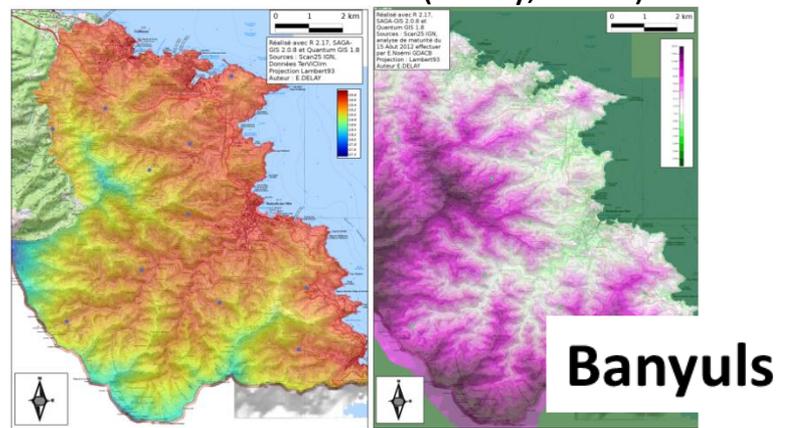
Adaptation 4. Réorganiser les plantations dans l'espace

(de Resseguier et al. 2015)



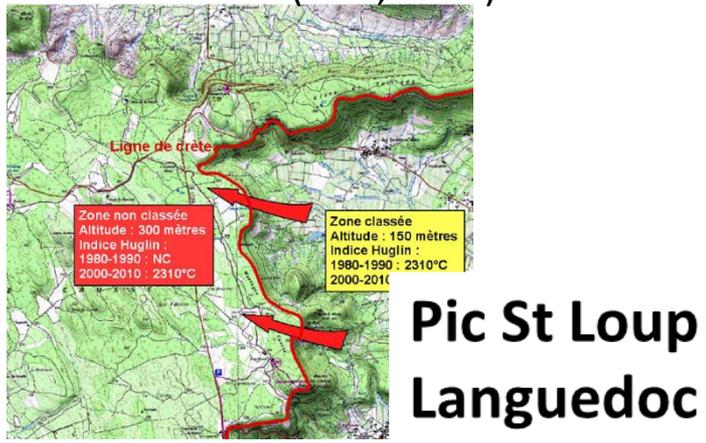
Tirer profit de l'hétérogénéité du terroir

(Delay, 2015)



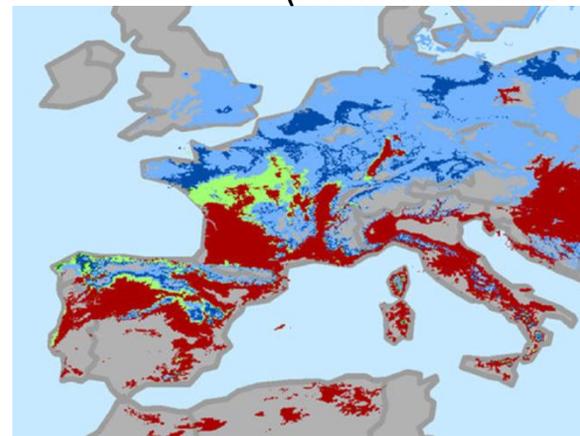
Réinvestir l'analyse du terroir
Simulations à l'échelle locale

(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)

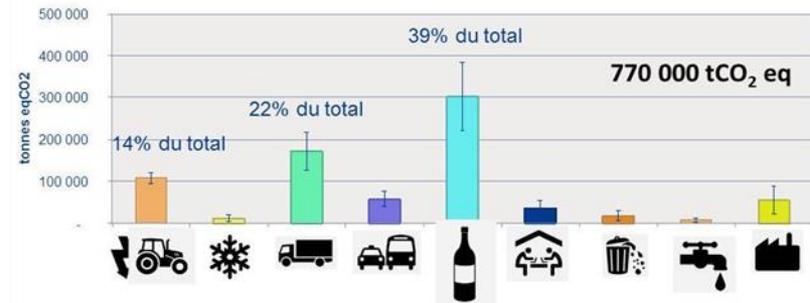


Economie expérimentale

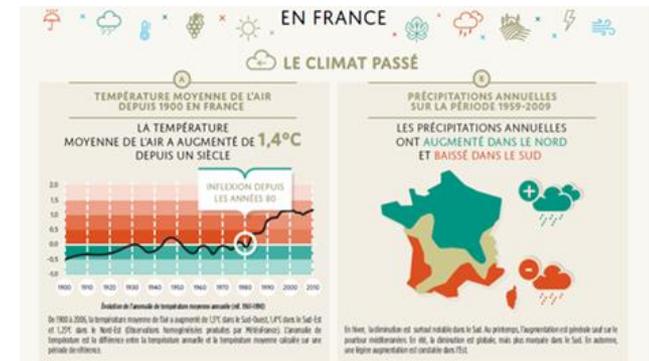
Associer l'adaptation aux efforts pour réduire les émissions de gaz à effets de serre, et en débattre

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

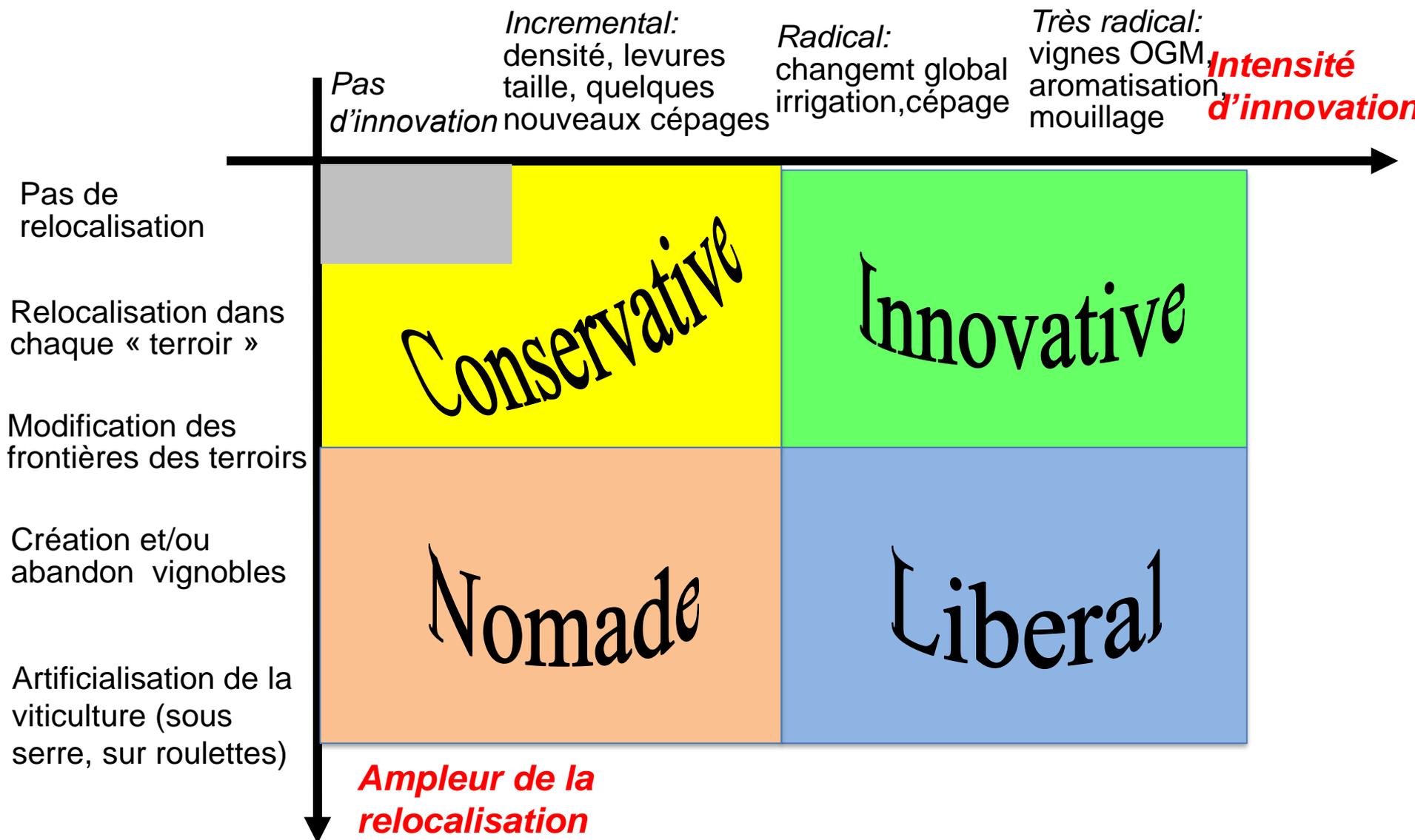


Comment combiner les leviers de l'adaptation dans des stratégies partagées et à différentes échelles ?



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

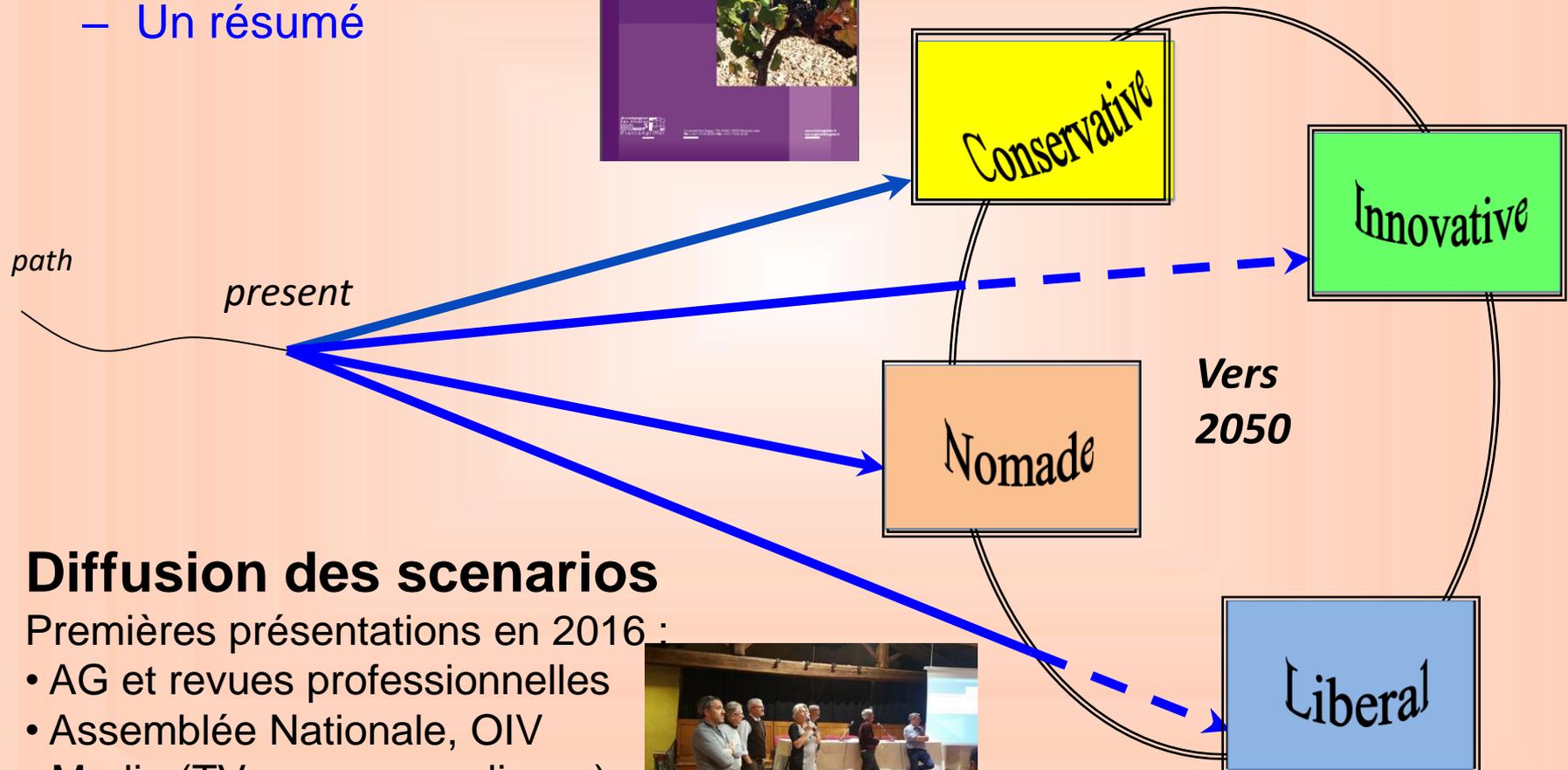
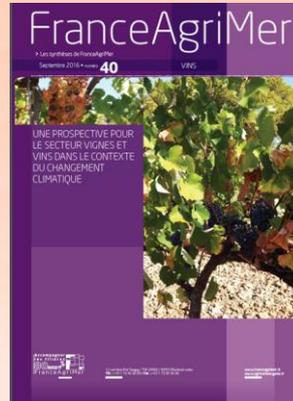


2015-16: un groupe d'experts du projet LACCAVE

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

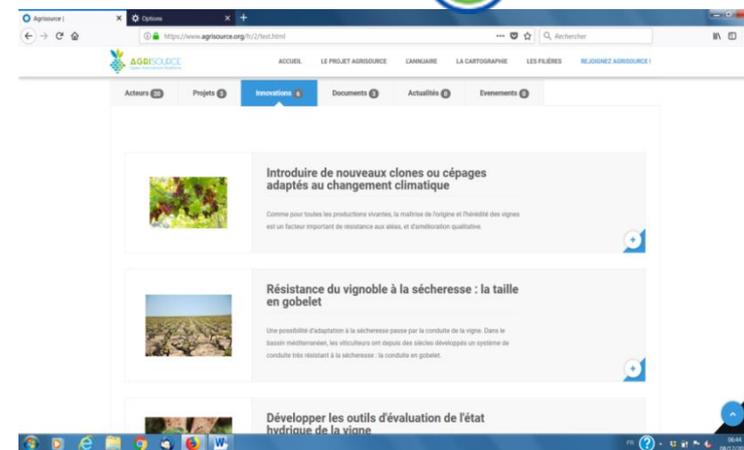


Impacts des forum prospectives

- **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 



Premier Hackathon climatique dans un village viticole



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

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

Six solutions opérationnelles:

Systeme 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...**