



**HAL**  
open science

## Le Pin d'Alep: évolution, acclimatation et adaptation au changement climatique

Bruno Fady, Hendrik Davi, Nicolas Martin-StPaul, Guillaume Simioni,  
Bernard Prévosto, Bernard Boutte, Eric Rigolot

### ► To cite this version:

Bruno Fady, Hendrik Davi, Nicolas Martin-StPaul, Guillaume Simioni, Bernard Prévosto, et al.. Le Pin d'Alep: évolution, acclimatation et adaptation au changement climatique. Colloque : Bâtir demain avec le pin d'Alep, France Forêt PACA. FRA., Jul 2019, Marseille, France. hal-02788882

**HAL Id: hal-02788882**

**<https://hal.inrae.fr/hal-02788882>**

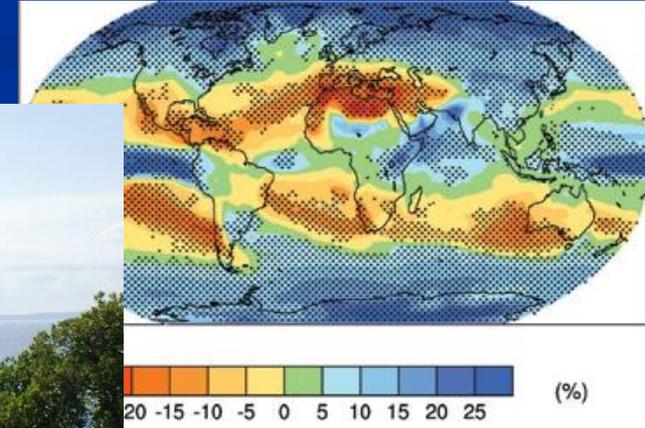
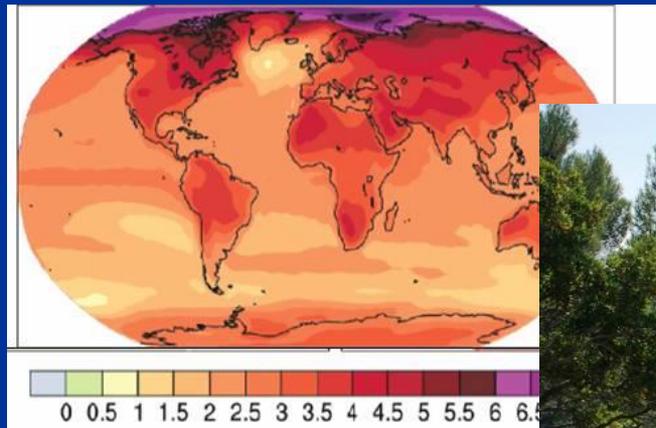
Submitted on 5 Jun 2020

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

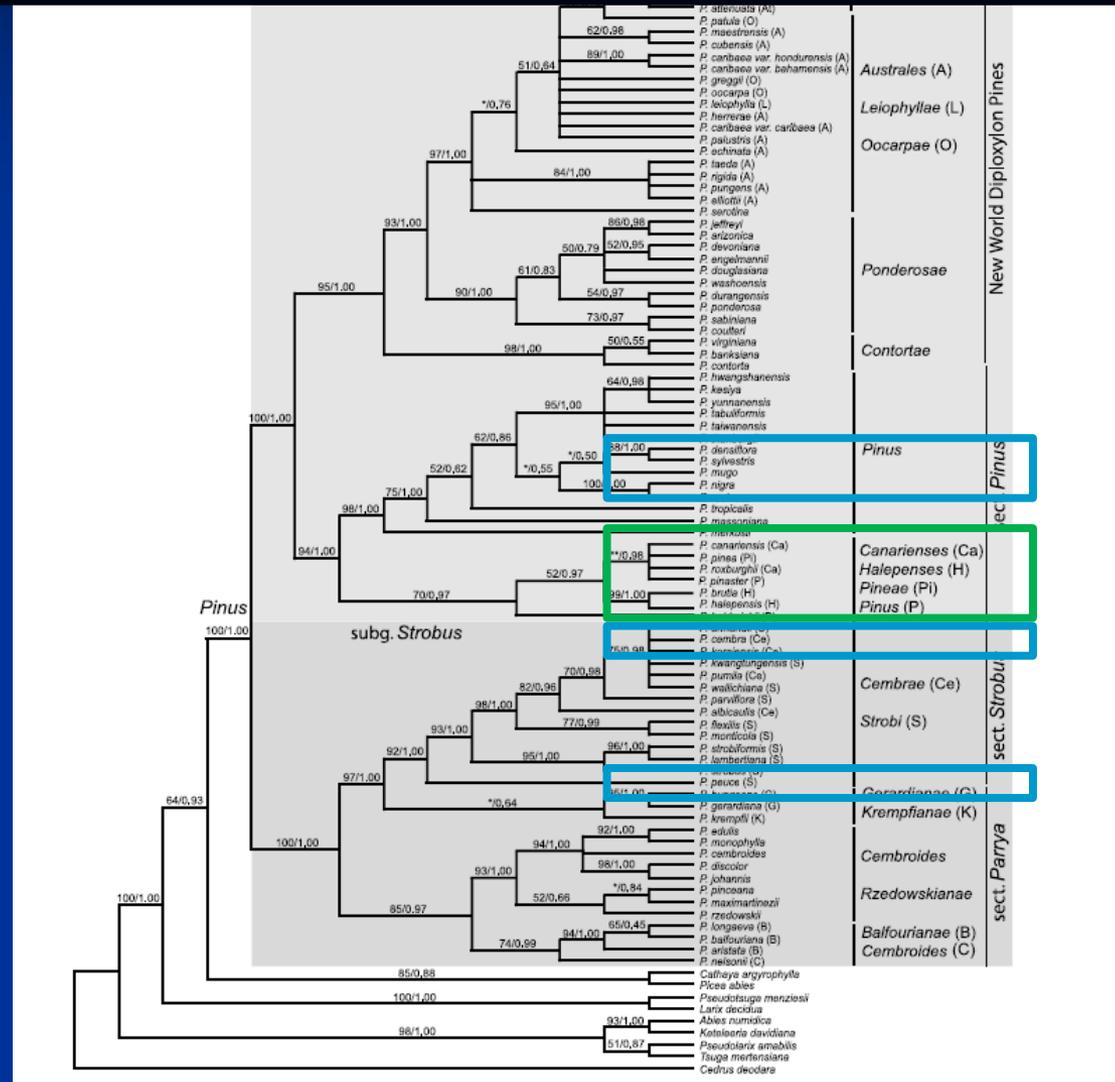
# ***Le Pin d'Alep - évolution, acclimatation et adaptation au changement climatique***

**B. Fady, H. Davi, N. Martin, E. Rigolot, G. Simioni, INRA – URFM, Avignon**  
**B. Prévosto, Irstea, Aix-en-Provence**  
**B. Boutte, DSF, Avignon**

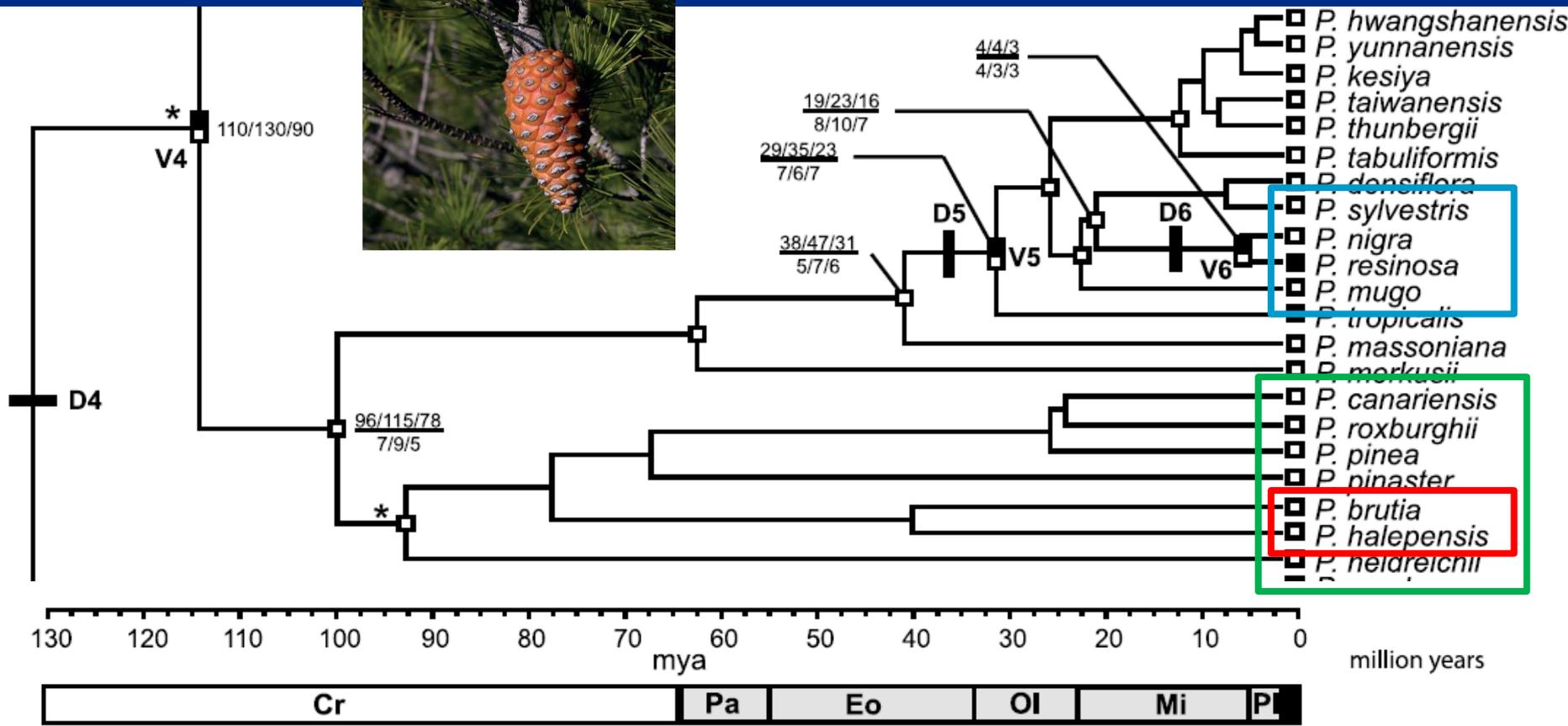


# Evolution : la phylogénie des 110 espèces de pin dans le monde

Une dizaine d'espèces en Europe et autour de la Méditerranée (dans un même clade)



# La place du pin d'Alep dans phylogénie des pins euro-méditerranéens: une histoire ancienne



Apparition du groupe Alep / brutia il y a 80 millions d'années



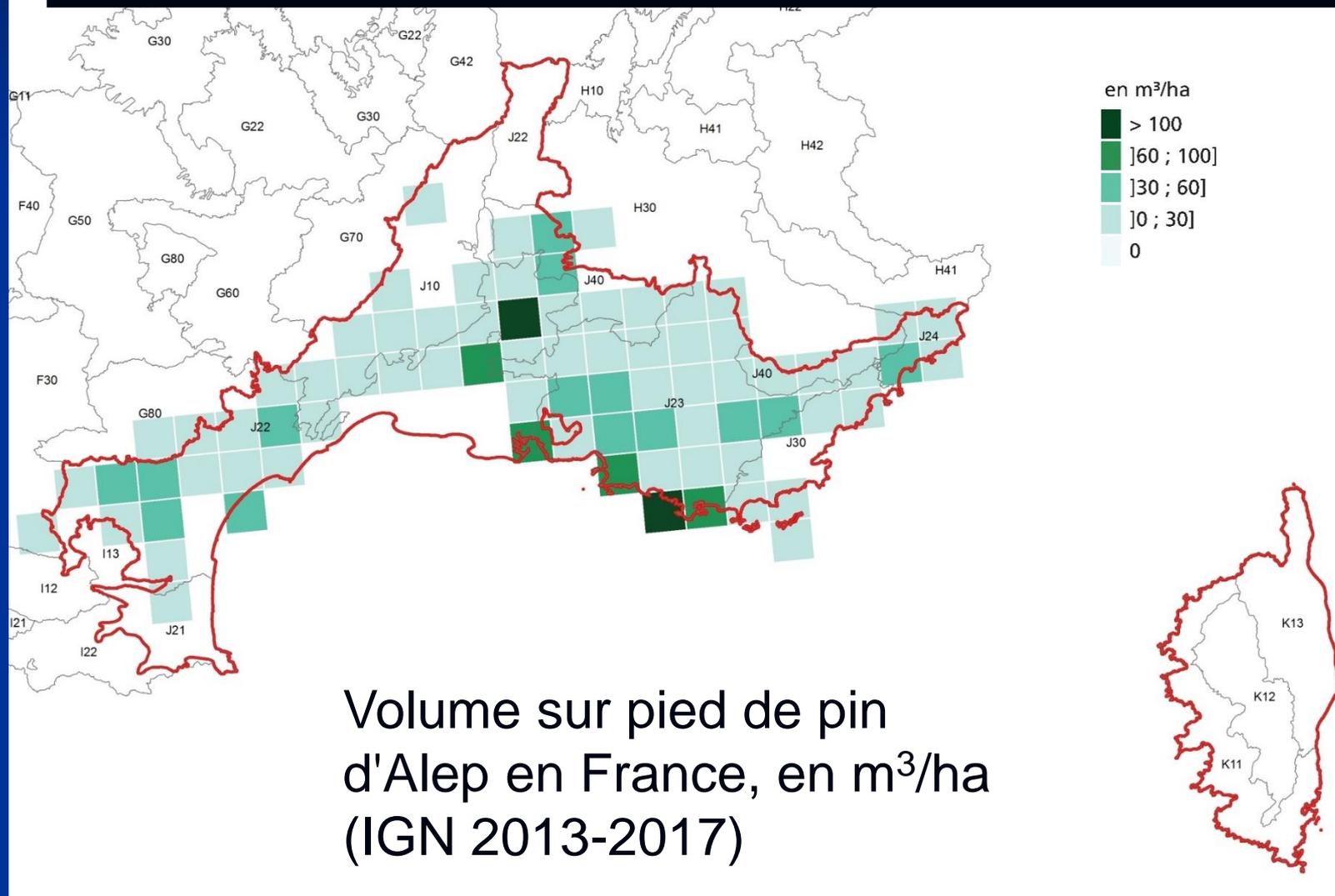
## *Pinus halepensis*



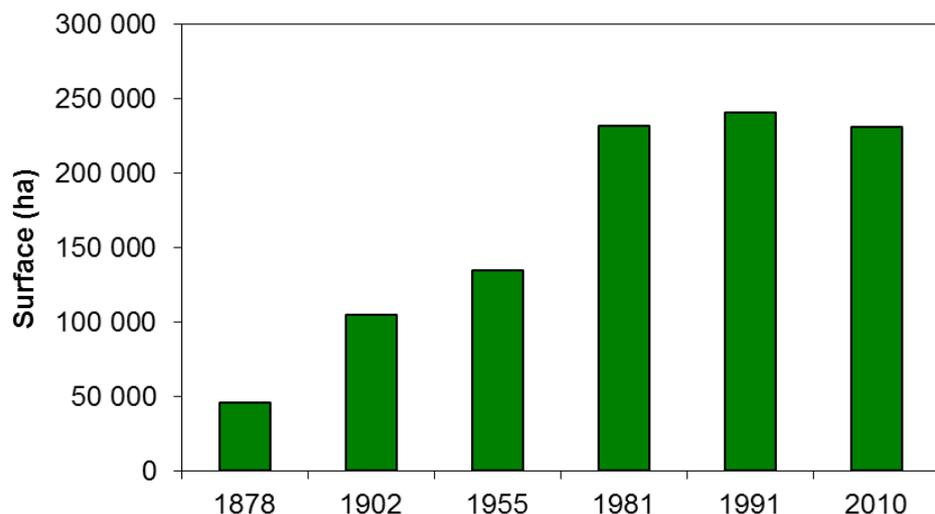
*Pinus halepensis* : 3,5 millions ha ; 0 – 600 m -> 2000 m altitude ;  
350 – 700 mm précipitations ;  $- 2^{\circ}\text{C} < T < +10^{\circ}\text{C}$ .

*Pinus brutia* : 4 millions ha ; 0 – 600 m -> 1400 m altitude ;  
600 – 1000 mm précipitations ;  $- 2^{\circ}\text{C} < T < +10^{\circ}\text{C}$

# *Le pin d'Alep en France occupe la zone écologique (Greco) Méditerranéenne (sauf Corse)*



# La place du pin d'Alep en France au 20<sup>ème</sup> siècle dans la Greco Méditerranée



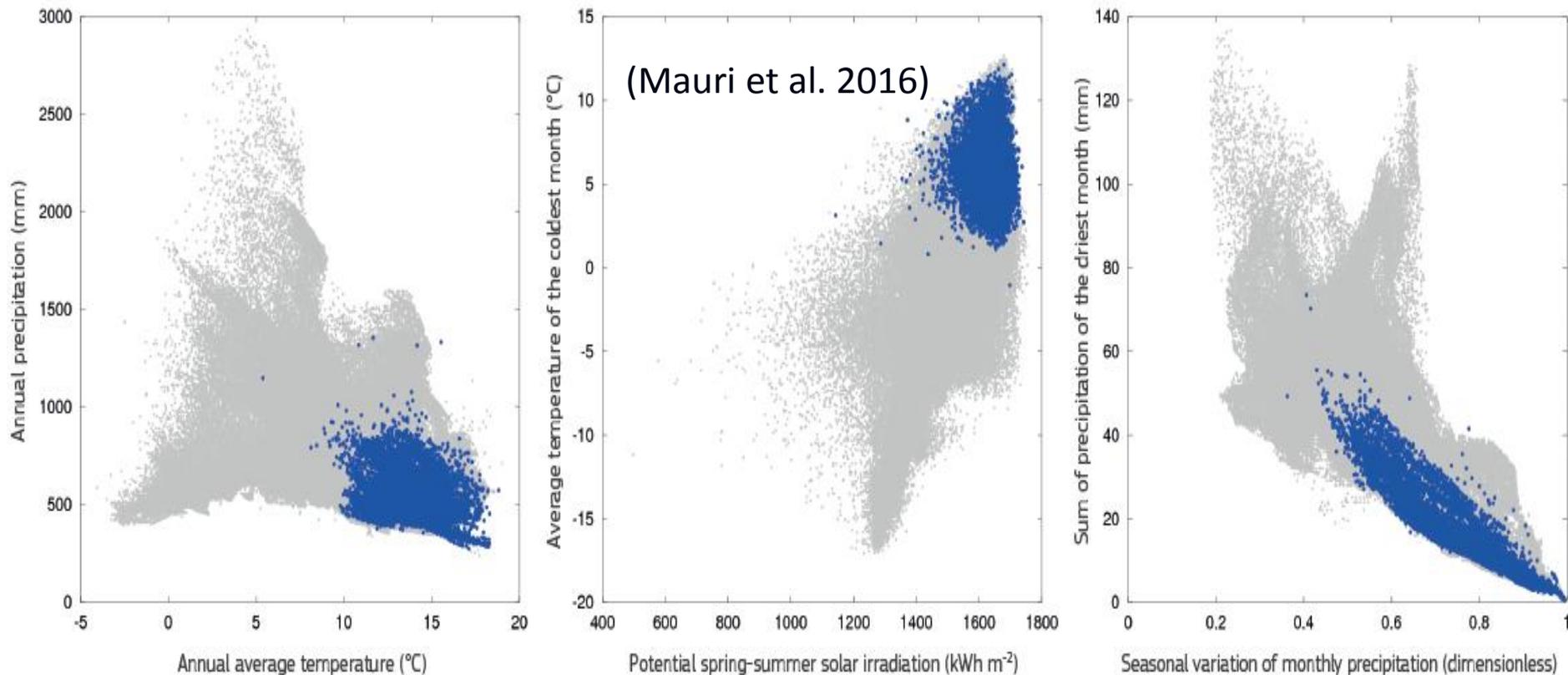
Evolution des surfaces en pin d'Alep en 150 ans (France)

	Surface (ha)	Volume (million s m <sup>3</sup> )
<b>Chêne pubescent</b>	<b>367000</b>	<b>20</b>
<b>Chêne vert</b>	<b>441000</b>	<b>13</b>
<b>Autres feuillus</b>	<b>157000</b>	<b>14</b>
<b>Pin d'Alep</b>	<b>232000</b>	<b>17</b>
<b>Autres conifères</b>	<b>127000</b>	<b>11</b>

# Niche écologique : *Pinus halepensis* occupe les habitats les plus extrêmes en Europe

Field data in Europe (including absences) ● Observed presences in Europe ●

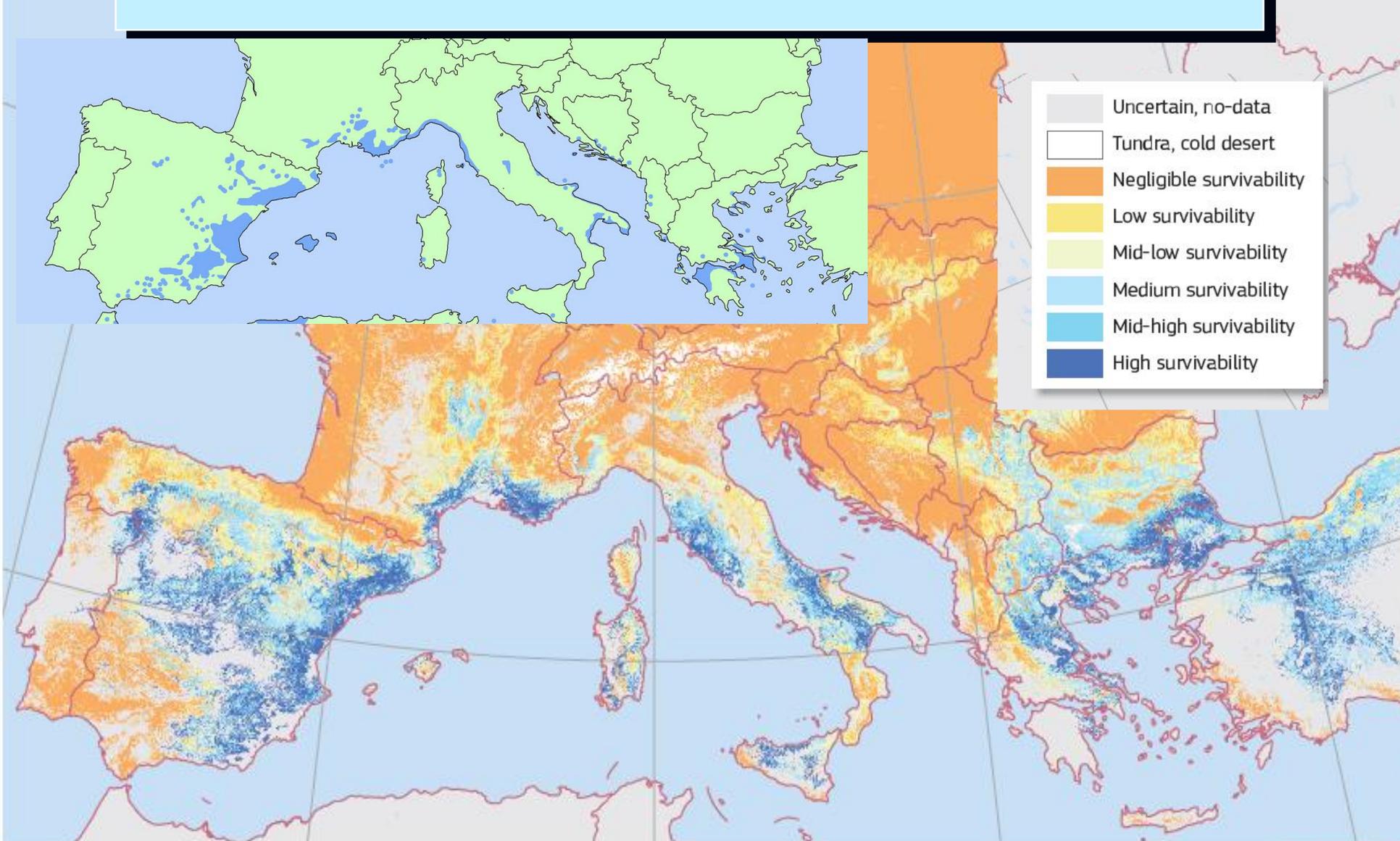
Autoecology diagrams based on harmonised field observations from forest plots for *Pinus halepensis*.



Le pin d'Alep supporte les extrêmes chaud et sec, mais craint le froid

***La place du pin d'Alep et ses potentialités  
dans un contexte de changement climatique :  
les atouts***

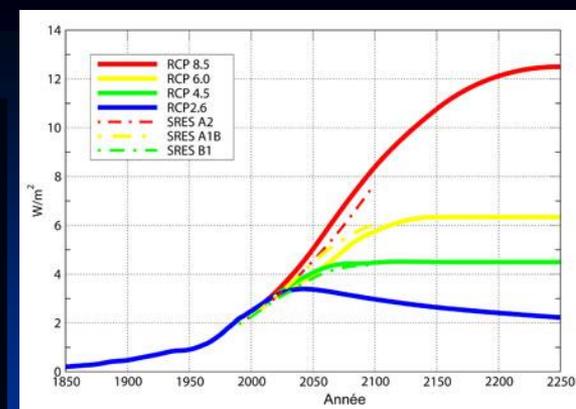
# Aire potentielle du pin d'Alep en Europe



(Mauri et al. 2016)

Map 3: High resolution map estimating the maximum ha

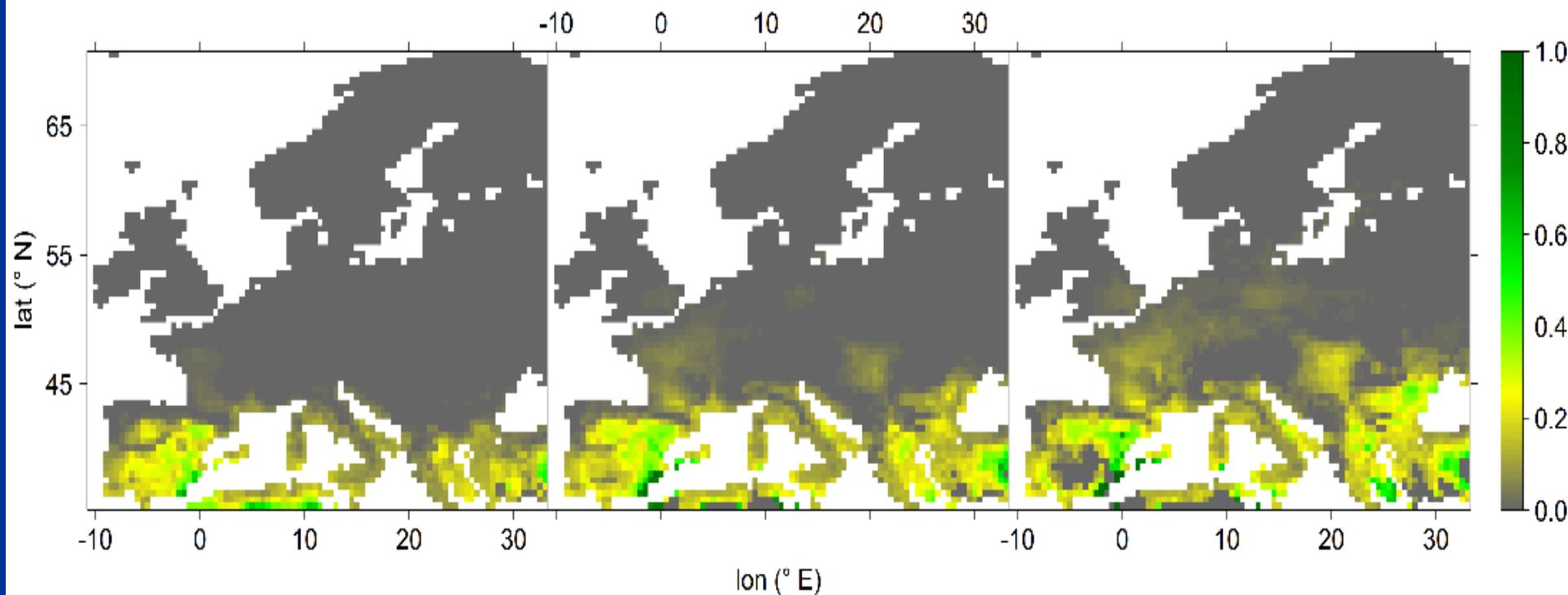
# Probabilité d'abondance relative du pin d'Alep sous climat actuel, RCP 4.5 et RCP 8.5 (2061 - 2090)



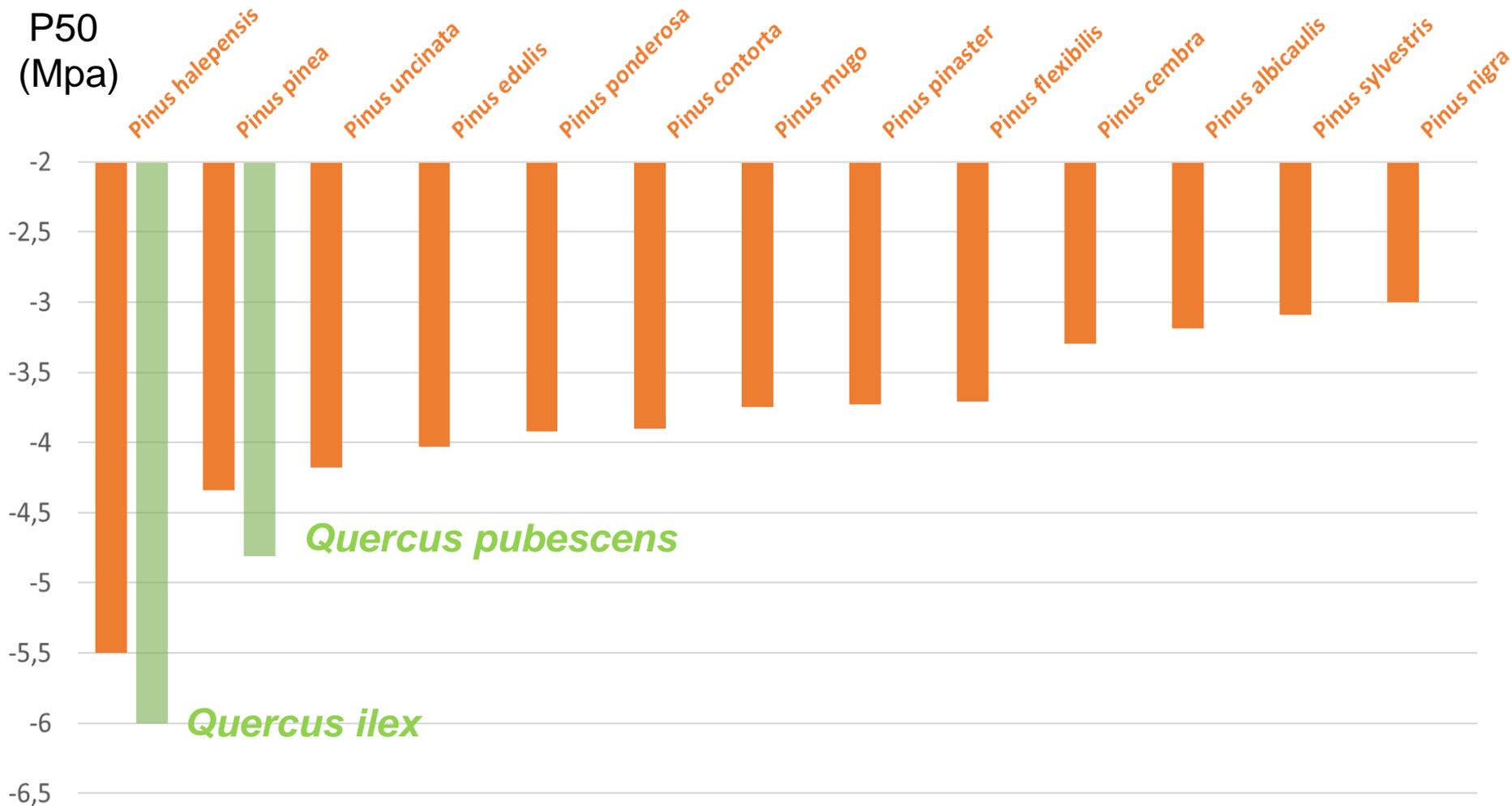
Historic

RCP 4.5

RCP 8.5

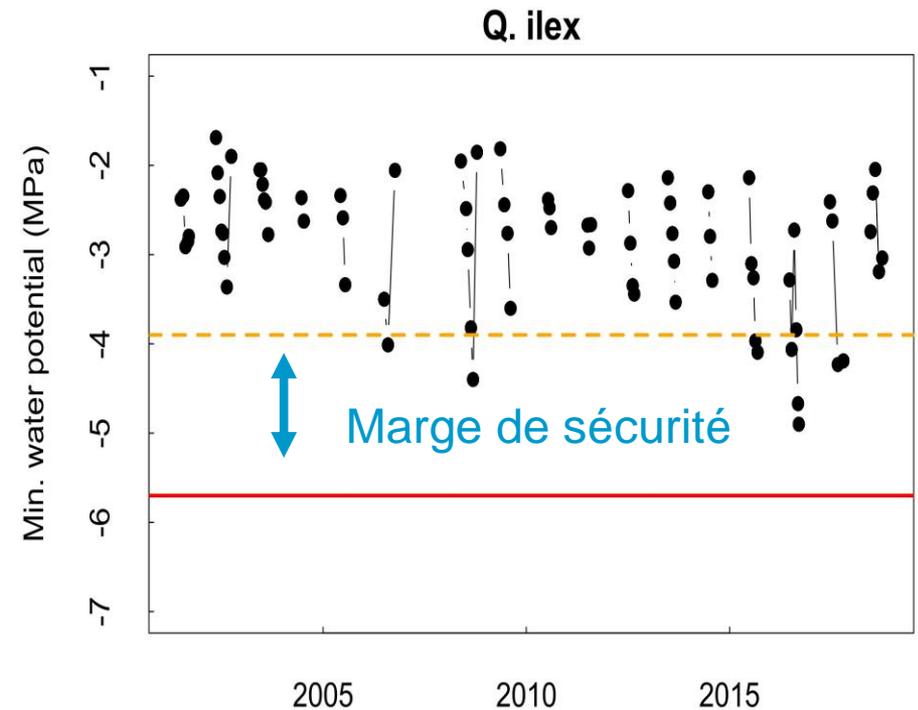
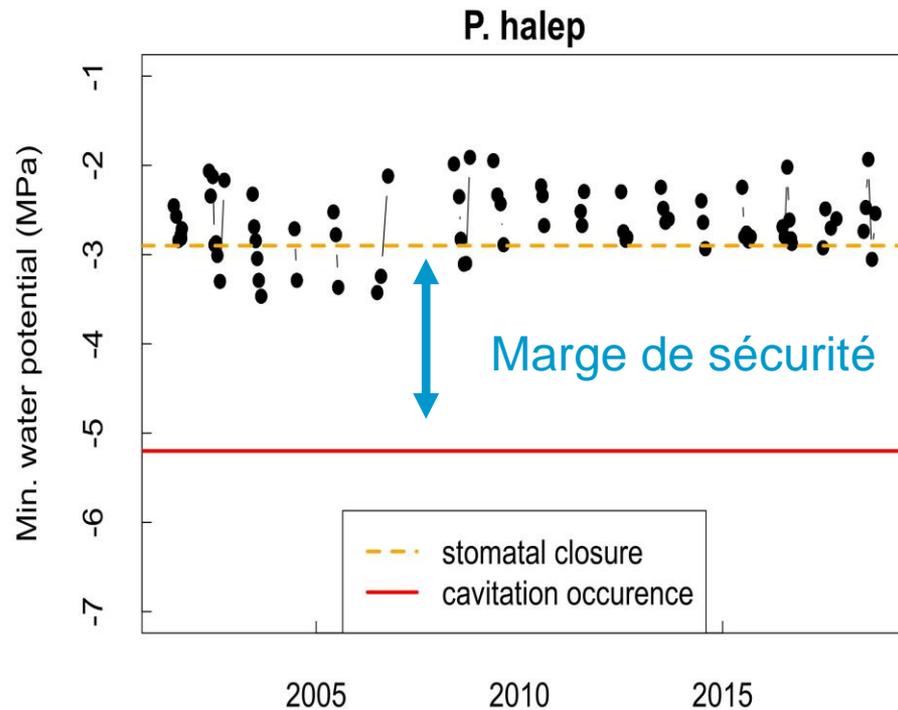


# Résistance à la cavitation de quelques pins



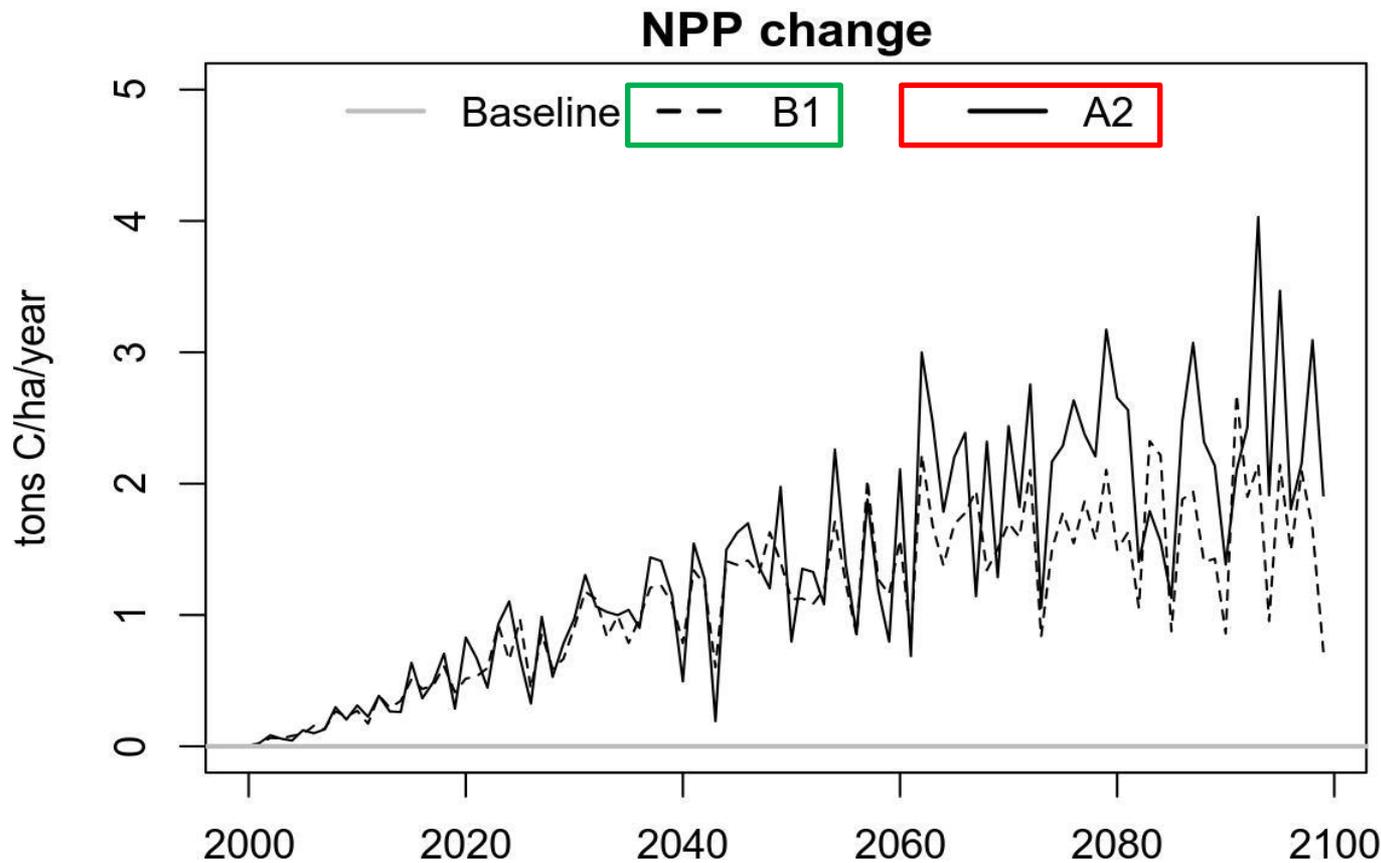
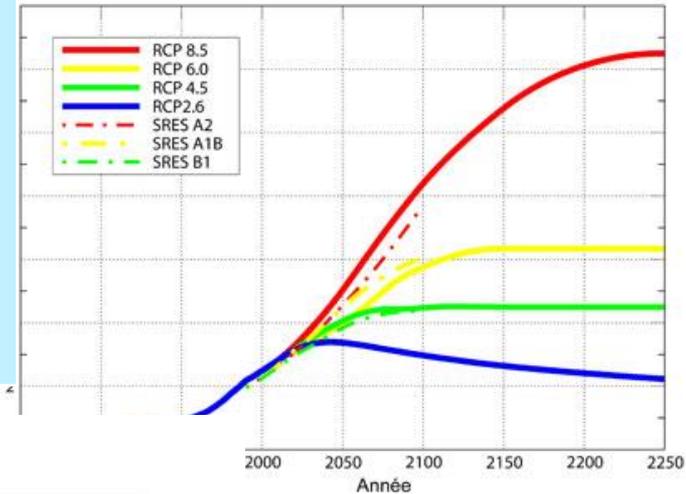
La résistance à la cavitation (P50) du pin d'Alep est la plus forte de tous les pins. Elle est équivalente à celle du chêne vert

# *Le pin d'Alep a une meilleure marge de sécurité hydraulique que le chêne vert (Fontblanche)*



Le pin d'Alep se maintient loin du potentiel de cavitation (P50) en contrôlant sa transpiration lors de fortes sécheresses

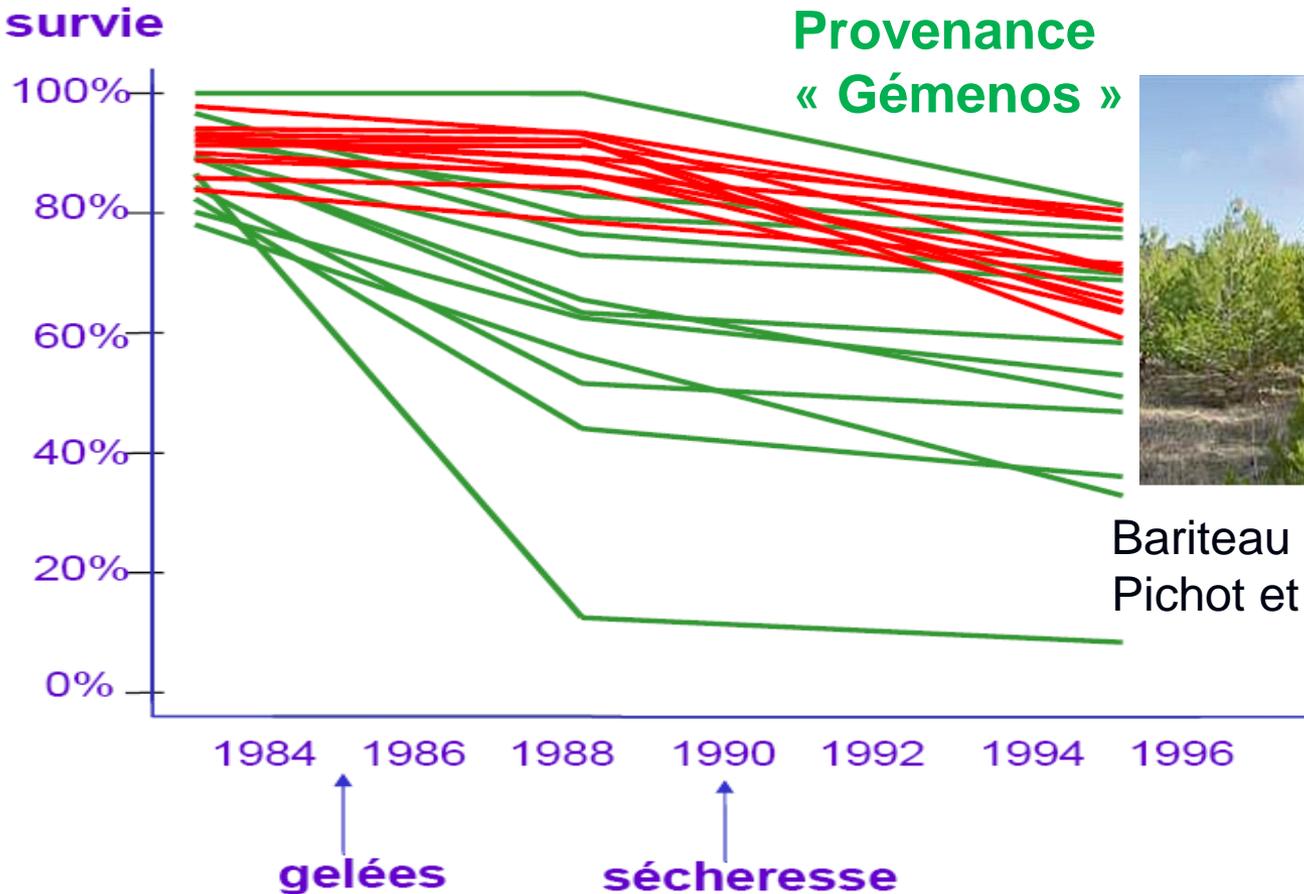
# Modélisation de l'effet de fertilisation du CO<sub>2</sub> sur la productivité primaire nette (NPP) du pin d'Alep (Fontblanche)



# Diversité intra- et interspécifique : le potentiel de la provenance locale

Provenances de *Pinus halepensis* et *Pinus brutia*: survie en plantation après deux événements climatiques majeurs

survie



Bariteau (AFS) 1992,  
Pichot et al. (non publié)

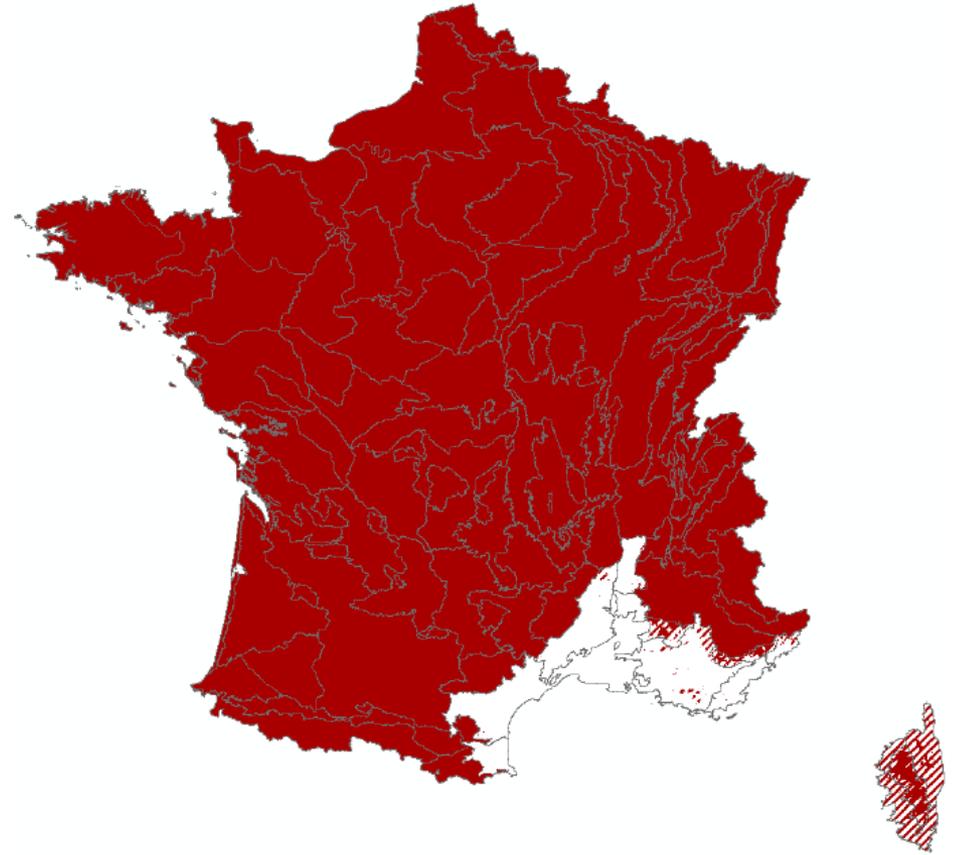
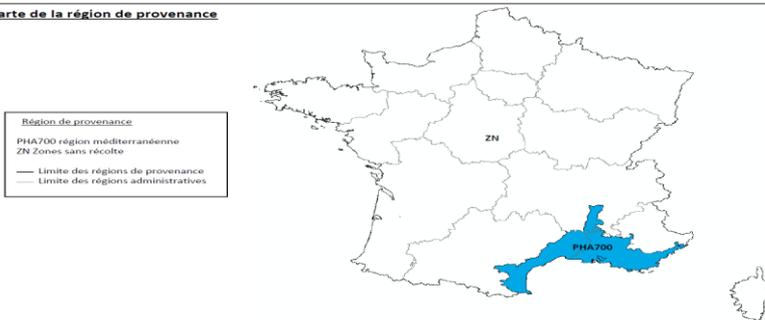
# ***Le pin d'Alep en France : une espèce soumise à la directive européenne sur les MFR, faisant l'objet de recommandations***

## **Carte des conseils d'utilisation pour des projets de plantation de pin d'Alep**

Zones géographiques dans lesquelles :

-  des MFR de pin d'Alep sont conseillés,
-  le pin d'Alep n'est globalement pas conseillé, mais certains MFR sont utilisables si le diagnostic local conclut à la possibilité de recourir à cette espèce,
-  aucun MFR de pin d'Alep n'est conseillé. Les limites altitudinales (600 et 900m) sont également représentées.

Carte de la région de provenance



Carte des conseils d'utilisation du pin d'Alep

***La place du pin d'Alep et ses potentialités  
dans un contexte de changement climatique :  
les points plus négatifs***

# Les risques sanitaires. « Top Ten » de la veille sanitaire du DSF (1989-2017) sur pin d'Alep

N°	Espèce ou dégât	N. fiches
1	Chancre à <i>crumenulopsis</i>	201
2	Hylésine destructeur + pin + sp.	136
3	Bris de neige	47
4	<i>Haematoloma dorsata</i>	40
5	<i>Sphaeropsis sapinea</i>	38
6	Processionnaire du pin	31
7	<i>Phellinus pini</i>	27
8	Dégât lié à la sécheresse	23
9	Dégât dû au vent	22
10	Dégât abiotique indéterminé	16

Abiotique (4)

Insecte (3)

Pathogène (3)

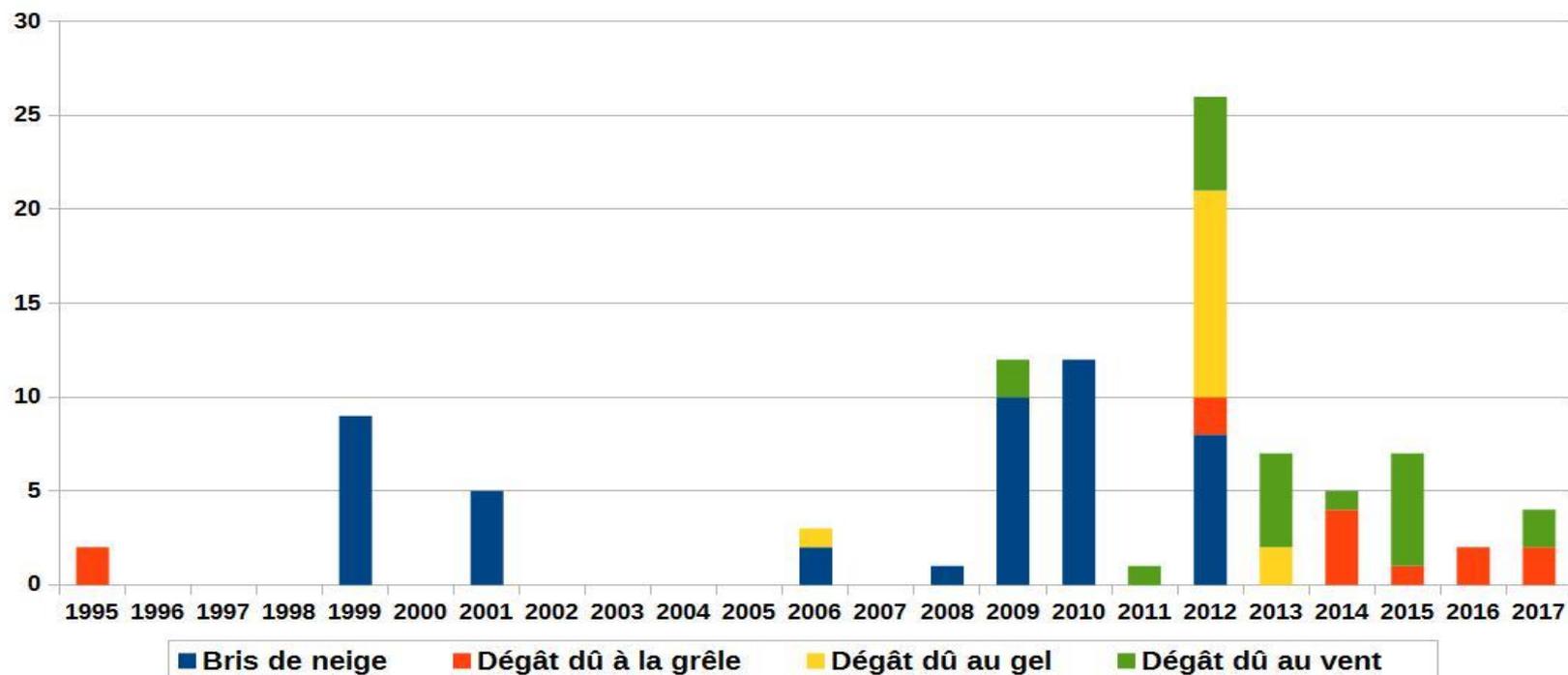
580 / 900 signalements (64 % du total) concernent 10 risques. Le chancre à *Crumenulopsis sororia* et l'hylésine destructeur représentent 37 % des signalements sur 30 ans



## Dégâts de neige 2009 - Bouches du Rhône



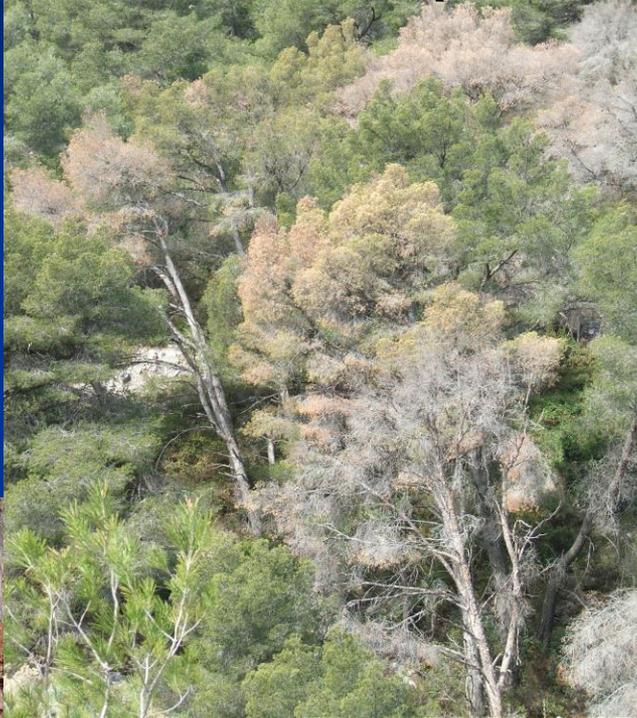
SIGNALEMENTS DE 4 DEGATS ABIOTIQUES SUR PIN D'ALEP - 1989-2017



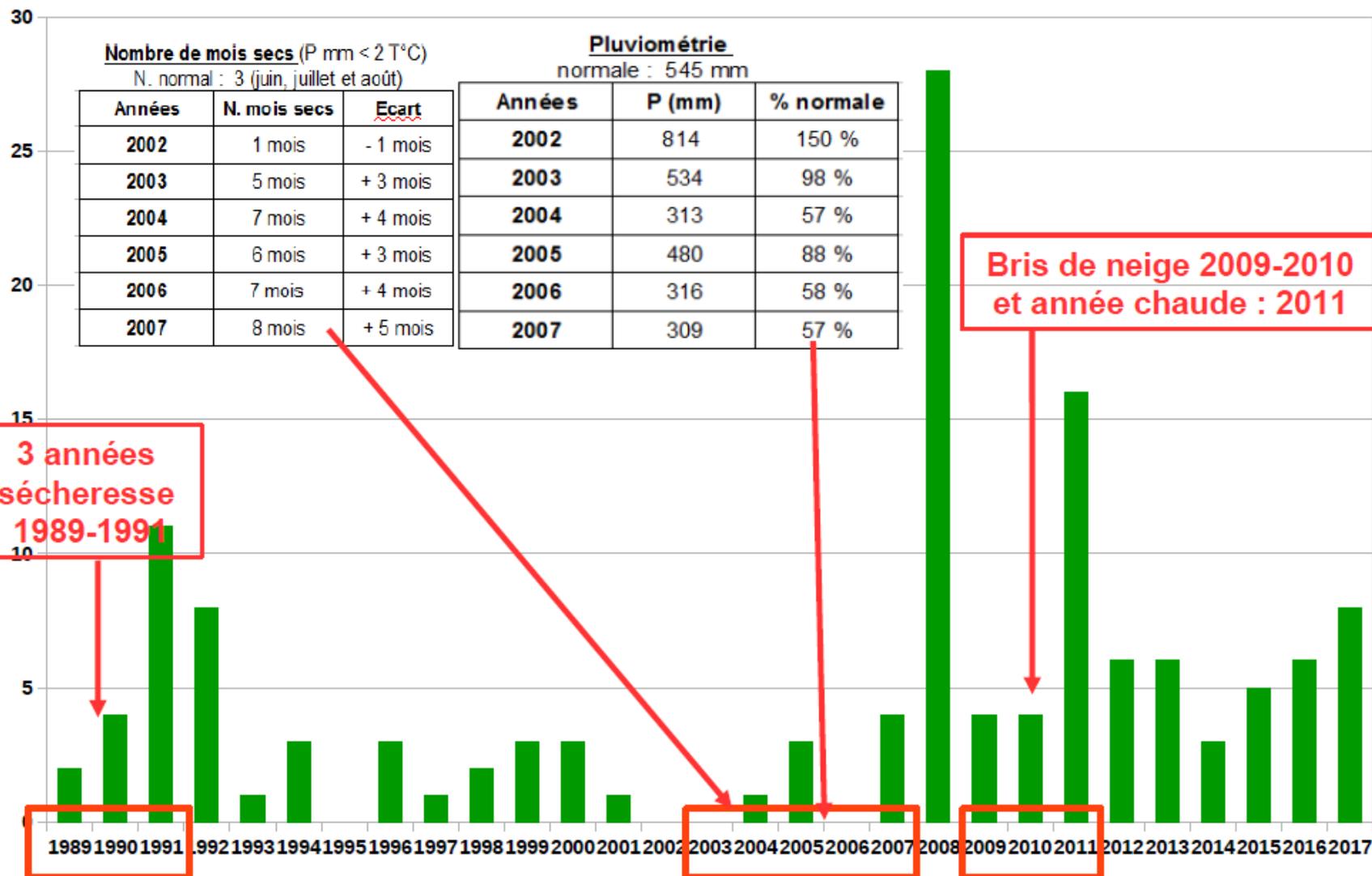
***L'hylésine destructeur : parasite de faiblesse***  
***Bris de neige, stress hydrique prolongé***  
***(1989-1991 ; 2003-2007....)***



Long. : 4 - 5 mm



# Evolution du nombre de signalements annuels de *Tomicus (destruens)* sur Pin d'Alep – 1989-2017

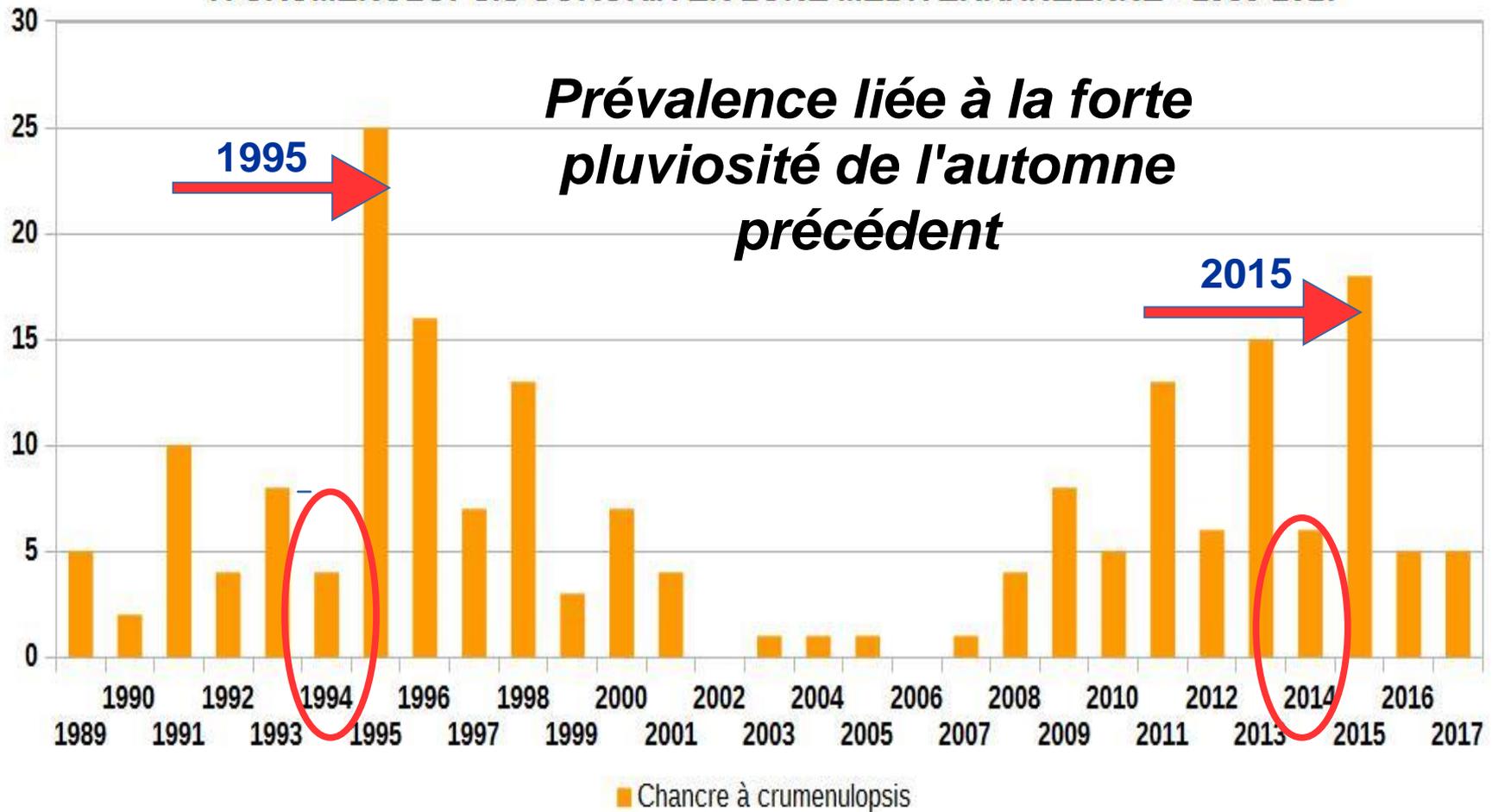


***Maladie chancreuse à Crumenulopsis sororia***  
***Principale cause de jaunissement et chute foliaire***



# Maladie chancreuse à *Crumenulopsis sororia*.

EVOLUTION DU NOMBRE DE SIGNALEMENTS DE DEGATS DE CHANCRE A CRUMENULOPSIS SORORIA EN ZONE MEDITERRANEENNE - 1989-2017



# Le polypore du pin : *Phellinus pini*

- Arbres blessés, gemmés ou chauffés (feu...)
- Provoque émission de résine : « bois gras » = allume-feux, distillation
- Pourriture alvéolaire brun-rouge



**Le taux d'arbres pourris sur placettes IFN en France en 2005-2014 est de 3,6%.**

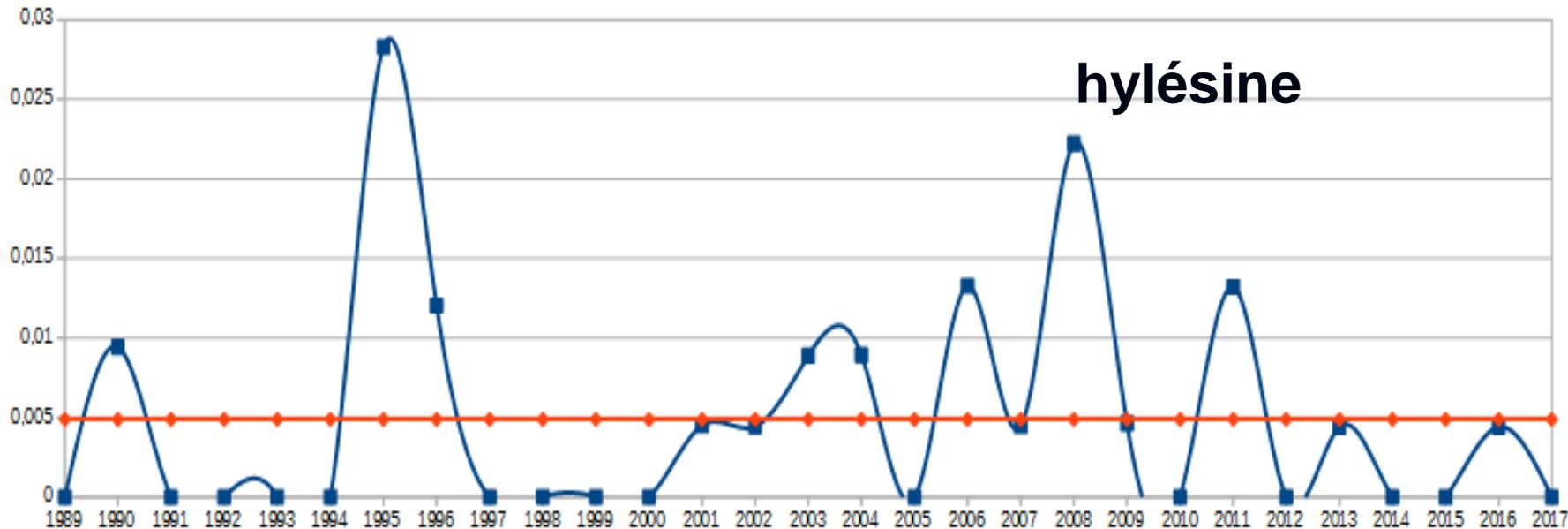
**C'est plus que l'épicéa (2,7%) réputé très sensible à la pourriture.**

# ***Suivi sanitaire par le DSF depuis 1989***



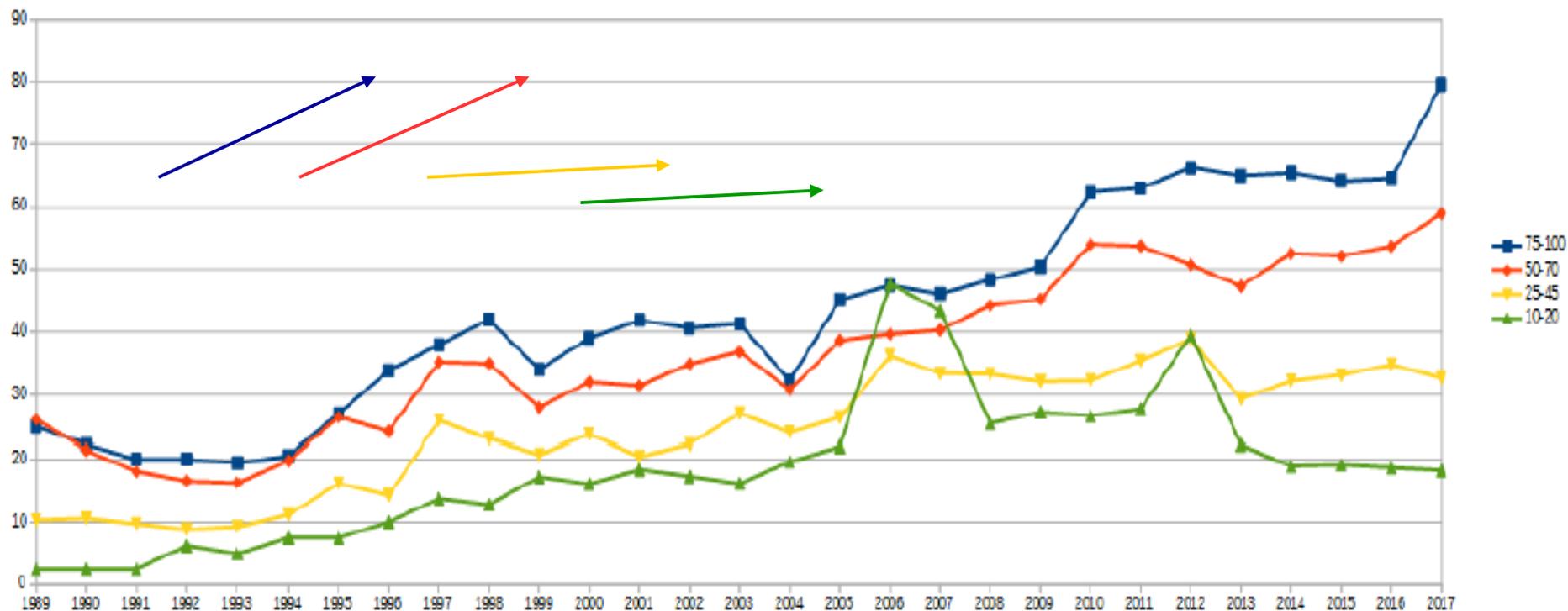
***14 placettes avec 226 pins d'Alep en 2017***

# Taux de mortalité du pin d'Alep sur le réseau de 14 placettes permanentes

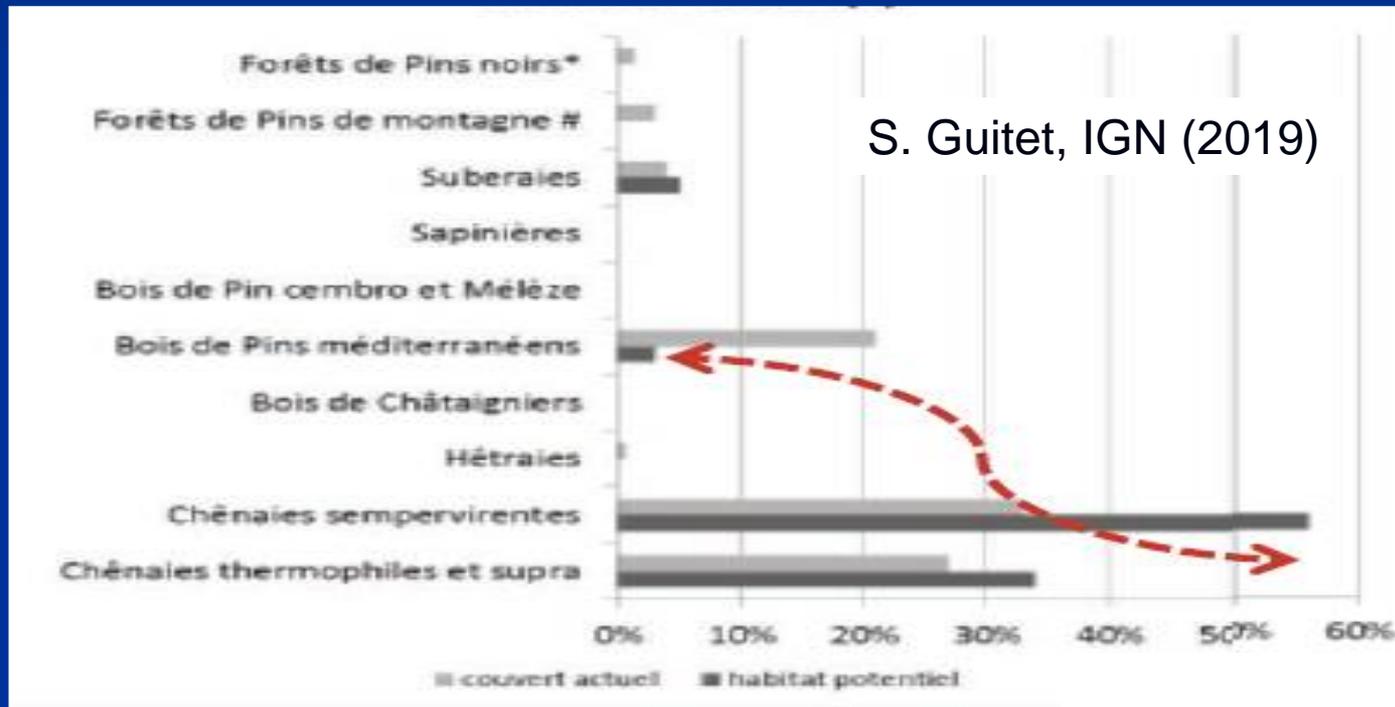


- 0,48 % de mortalité ce qui est un peu supérieur à celle constatée sur l'ensemble de la France (0,3%)
- Les épisodes intenses ou durables de sécheresse ressortent : 1995-1996, 2004, 2006-2008, 2011

# Evolution moyenne sur 30 ans du déficit foliaire par classe de déficit sur les 14 placettes permanentes



# *Un habitat potentiel surestimé dans la Greco Méditerranée*



le Pin d'Alep occupe actuellement beaucoup d'habitats naturels qui ne lui sont pas favorables sur le long terme si on n'intervient pas en sa faveur (caractère pionnier)

# Effets de traitements de préparation du sol sur la régénération du pin d'Alep (Barbentane)

Age = 90 ans  
G = 12 m<sup>2</sup>/ha  
N = 210 /ha

Témoin

Broyage seul

Broyage + scarification



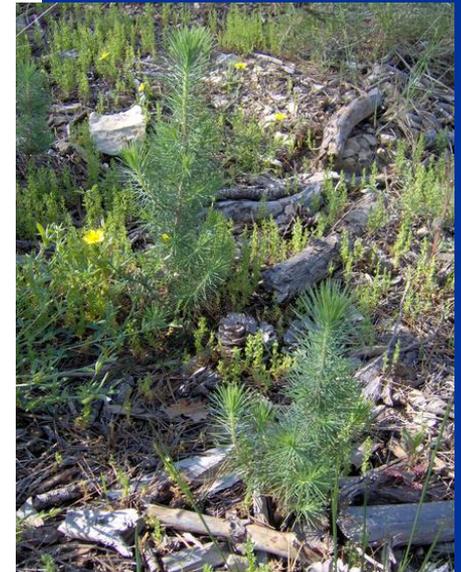
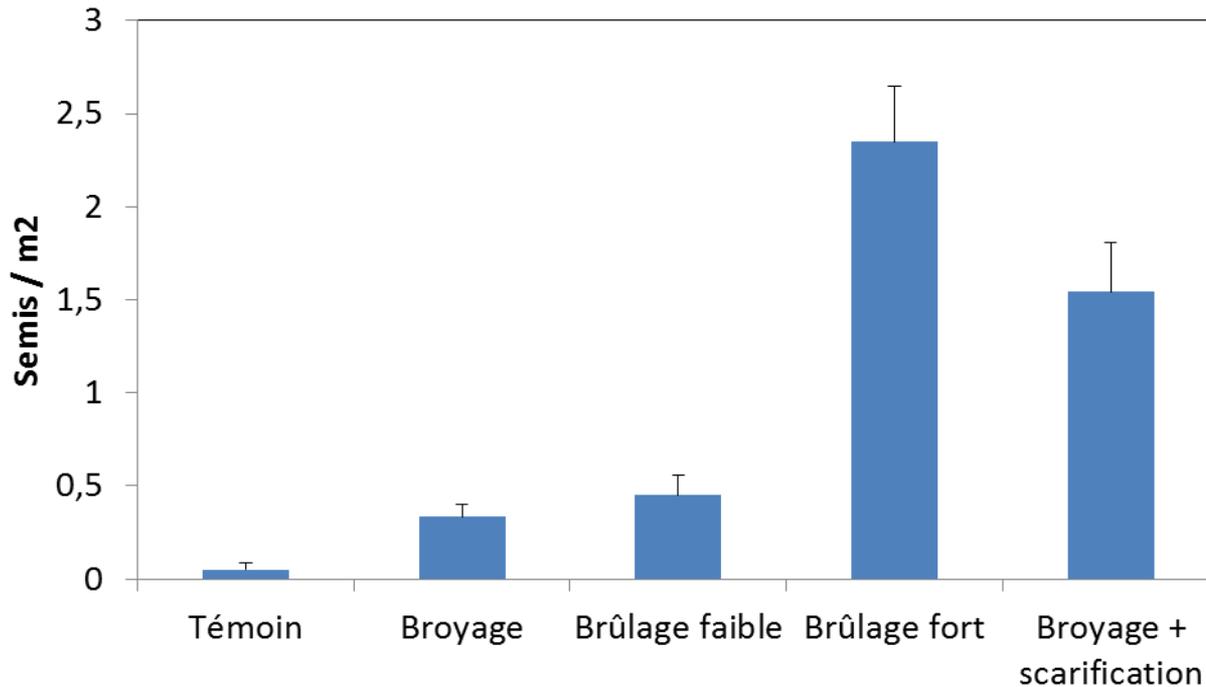
Brûlage léger



Brûlage fort

# *Effets de traitements de préparation du sol sur la régénération du pin d'Alep*

Densité de semis de pin en fonction des traitements au bout de 6 ans



**Régénération du pin d'Alep sur le site expérimental Irstea de Barbentane (13) : des interventions souvent nécessaires !**

# *influence de l'éclaircie du pin d'Alep sur la croissance et la survie des feuillus*



Couvert dense, pas d'éclaircie (30 m<sup>2</sup>/ha)



Couvert moyen, éclaircie moyenne (20 m<sup>2</sup>/ha)



Couvert léger, éclaircie forte (10 m<sup>2</sup>/ha)

*Fraxinus ornus*



*Sorbus domestica*



*Arbutus unedo*



*Pistacia terebinthus*



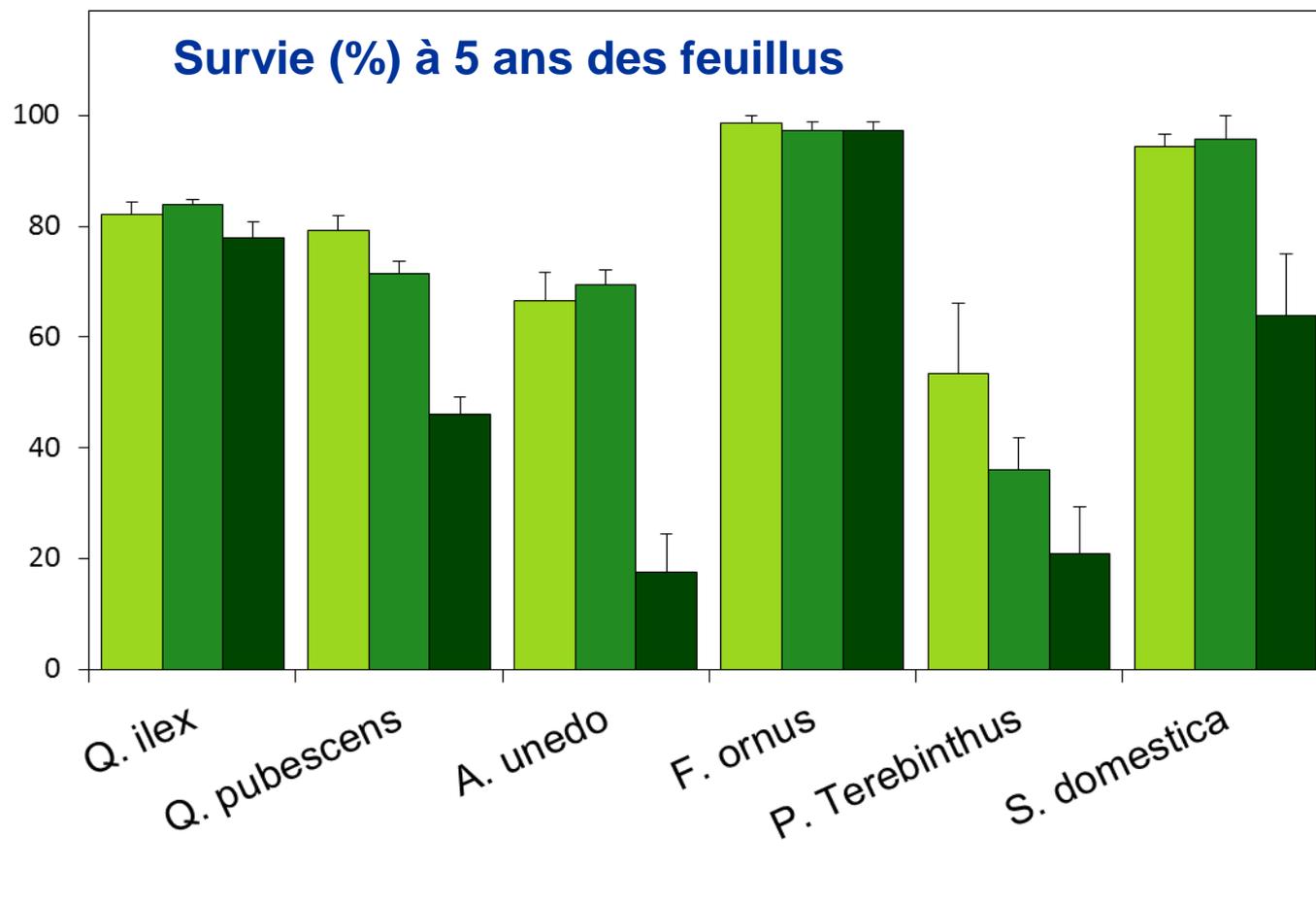
*Q. pubescens*

*Q. ilex*



**Expérimentation de St-Mitre : Plantation de feuillus et semis de chêne**

# *influence de l'éclaircie du pin d'Alep sur la croissance et la survie des feuillus*



- Couvert léger
- Couvert moyen
- Couvert dense

**Intérêt de l'éclaircie pour diminuer la compétition entre les arbres et favoriser les feuillus**



***Le pin d'Alep, une espèce  
qui « favorise » le feu***

Banque aérienne de graines



Pluie de graines après feu



Vague de germination



Régénération dense  
et de même âge

**Feu de cime favorisé :**

couvert clair

sous bois abondant

auto-élagage difficile

continuité verticale

aiguilles fines : inflammabilité

**Faible survie adulte :**

écorce fine

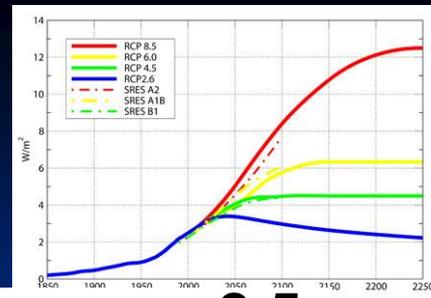
bourgeons peu protégés

**Régénération après incendie :**

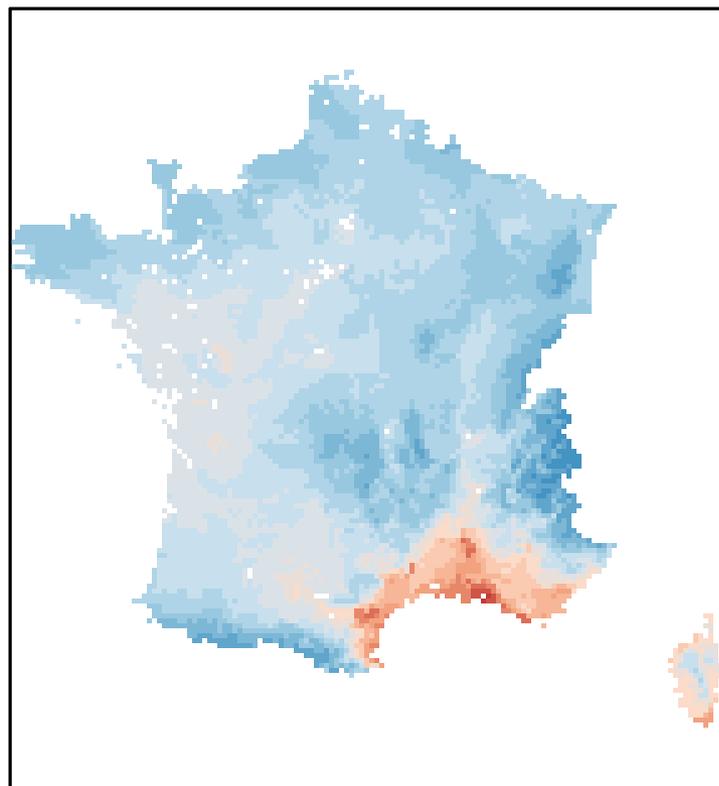
sérotinie

banque de graines aérienne

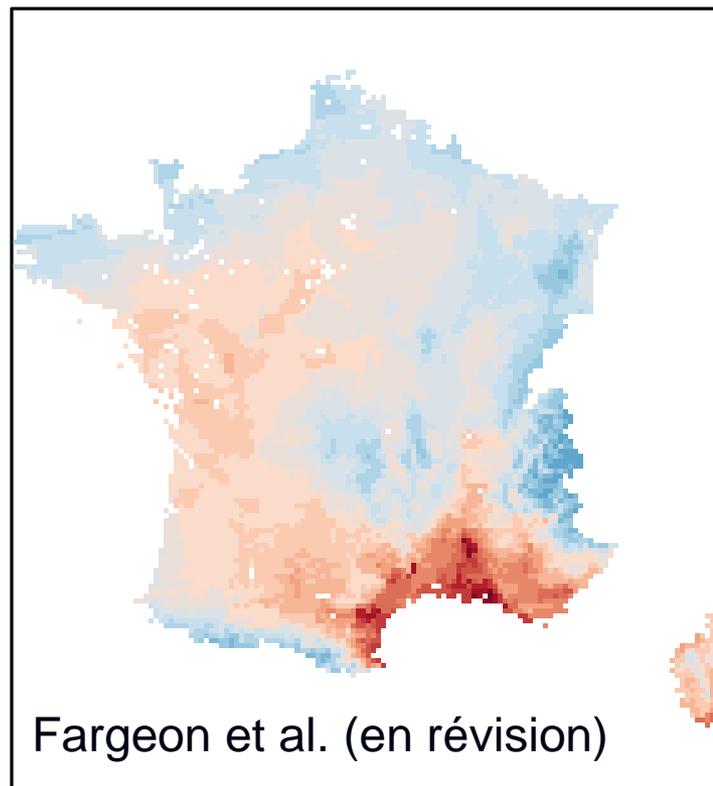
# Extension de la zone à risque feu de forêts au cours du 21<sup>ème</sup> siècle



Multimodel mean  
1995-2015



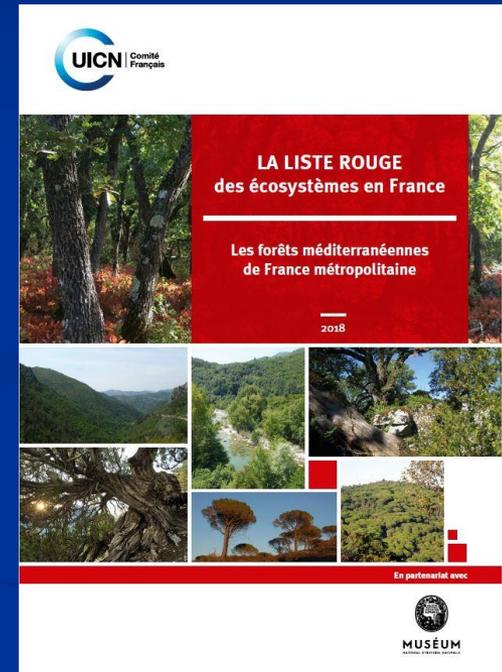
Multimodel mean rcp8.5  
2078-2098



Evolution de l'indice de risque feu de forêt (FWI90, les 12 jours les plus à risque de l'année) à l'horizon 2078-2098

# Conclusion

« ... Les Pinèdes à Pin d'Alep, dont l'expansion en France n'est limitée que par la neige et le gel, ne présentent actuellement pas de risques sérieux de dégradation. Au rythme actuel d'aridification du climat méditerranéen, ces dernières pourraient même devenir les dernières forêts composées de grands arbres de cette région, à moins de 600 mètres d'altitude... »  
(IUCN France 2018)



## *Quelques points clefs*

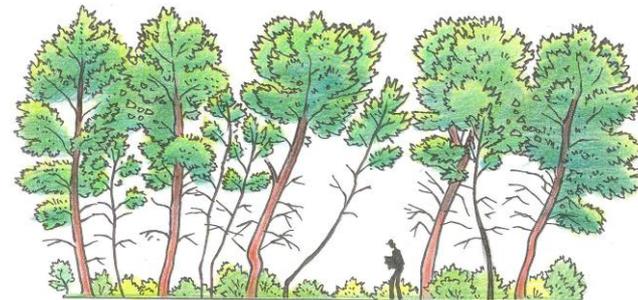
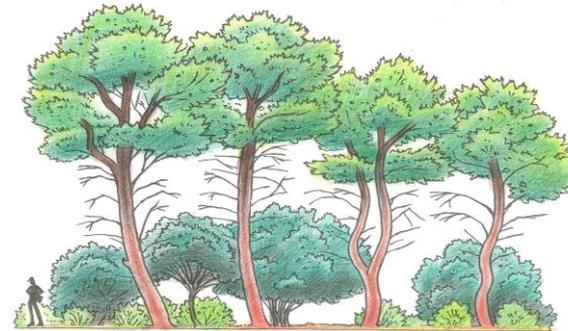
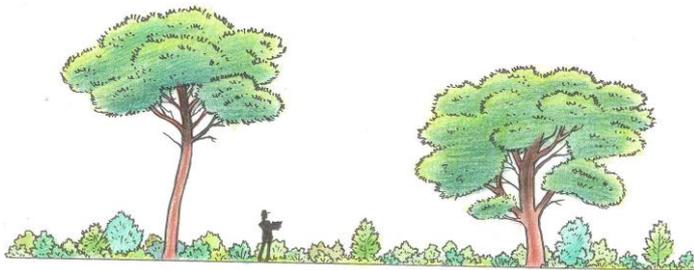
Fort potentiel de croissance au 21<sup>ème</sup> siècle, mais attention aux froids hivernaux précoces.

Le pin d'Alep est un pionnier => Besoin d'une sylviculture en sa faveur pour sa régénération, à inventer !!

Aller vers de la forêt mixte a un avantage certain (feu, productivité, biodiversité, protection contre les insectes / maladies, diversité de produits)

# Une sylviculture préventive à inventer

Favoriser le bois, la biomasse, la biodiversité, la protection contre l'incendies, etc ?



## *Quelques autres points clefs*

Si on plante (en dessous de 900 m en adret, 600 m en ubac), la ressource génétique locale est à préférer. Elle doit aussi être protégée !

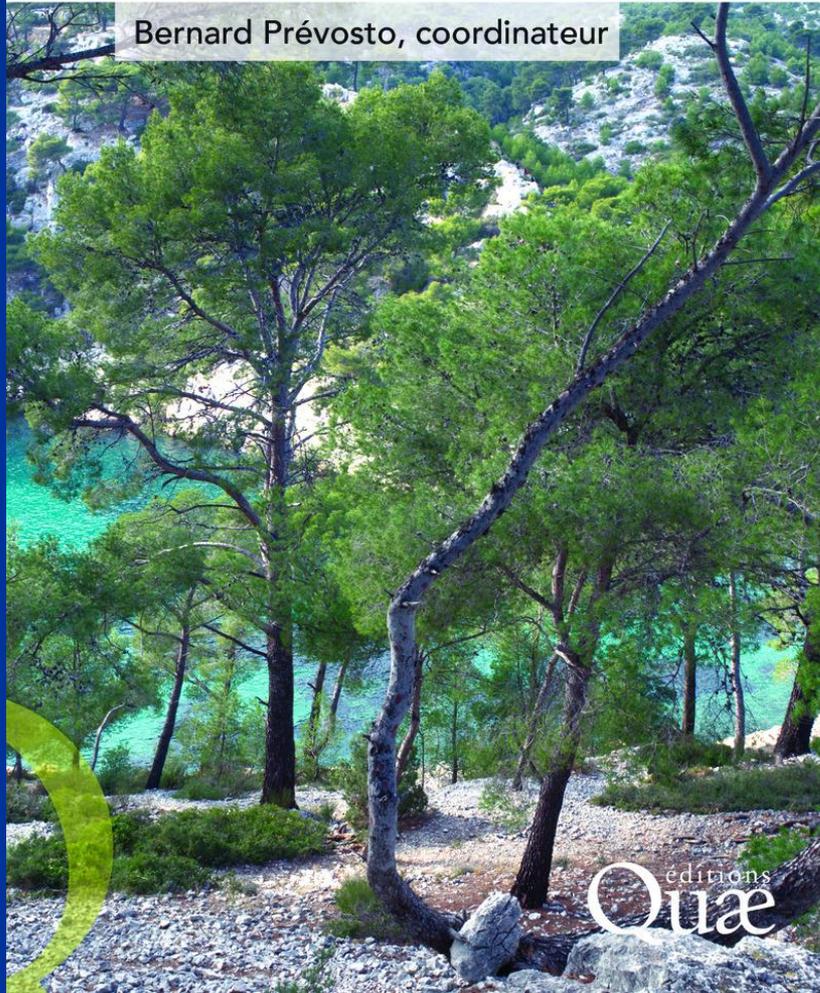
Des besoins de recherche en sylviculture et dynamique pour accompagner la filière : soutien nécessaire de la Région, importance des suivis et expérimentations de long terme, partager les données, les savoirs entre scientifiques et gestionnaires, etc.



# Le pin d'Alep en France

17 fiches pour connaître et gérer

Bernard Prévosto, coordinateur



Colloque : Bâtir  
demain avec le pin  
d'Alep - 12 juillet  
2019 - Marseille –  
Hôtel de Région