

Impacts du changement climatique sur la santé des plantes

Quelle réalité? Quelles adaptations?
Quel rôle de la biodiversité fonctionnelle?





Une réalité: l'évolution récente du risque sanitaire des cultures

Nombreux exemples ces dernières décennies de maladies émergentes, d'intensité ou de répartition différente...

<p>Review and synthesis</p> <p>Drivers of emerging fungal diseases of forest trees</p> <p>Luisa Ghelardini^a, Alessia Lucia Pepori^a, Nicola Luchi^a, Paolo Capretti^{a,b}, Alberto</p> <p>^aInstitute for Sustainable Plant Protection, National Research Council C.N.R., Via Madonna del Piano, 10 50019 Sesto Fiorentino, Italy ^bDipartimento di Scienze delle Produzioni Agroalimentari e dell'Ambiente DiSPAA, Università di Firenze, Piazzale delle Cascine 28, 50144</p>	<p>Emerging infectious diseases of plants: pathogen pollution, climate change and agrotechnology drivers</p> <p>Pamela K. Anderson¹, Andrew A. Cunningham², Nikkita G. Patel³, Francisco J. Morales⁴, Paul R. Epstein⁵ and Peter Daszak³</p> <p>¹International Potato Center, PO Box 1558, Lima 12, Peru ²Institute of Zoology, Zoological Society of London, Regent's Park, London, UK, NW1 4RY ³Consortium for Conservation Medicine, Wildlife Trust, 61 Route 9W, Palisades, NY 10964, USA ⁴International Center for Tropical Agriculture, AA 6713, Cali, Colombia ⁵Center for Health and the Global Environment, Harvard Medical School, Boston, MA 02115, USA</p>
<p><i>Ramularia collo-cygni</i>—An Emerging Pathogen of Barley</p> <p>Neil D. Havis, James K. M. Brown, Gladys Clemente, Peter Frei, Malgorzata Maciej Kaczmarek, Pavel Matusinsky, Graham R. D. McGrann, Sylvie Hind Sghyer, Aurelien Tellier, and Michael H</p>	<p>ARTICLE</p> <p>DOI: 10.1038/s42003-018-0013-y OPEN</p> <p>Potential for re-emergence of wheat stem rust in the United Kingdom</p> <p>Clare M. Lewis¹, Antoine Persoons¹, Daniel P. Bebber², Rose N. Kigathi^{1,3}, Jens Maintz¹, Kim Findlay¹, Vanessa Bueno-Sancho¹, Pilar Corredor-Moreno¹, Sophie A. Harrington¹, Ngonidzashe Kangara¹, Anna Berlin⁴,</p>

Pourquoi?

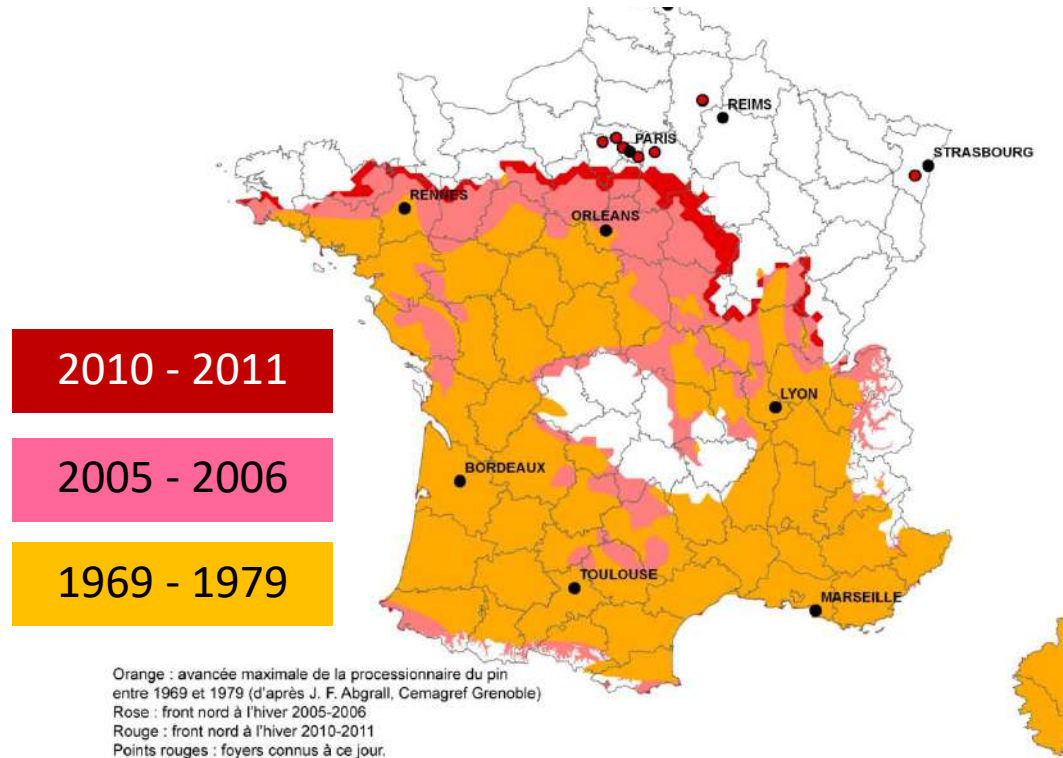
- Changements de l'activité humaine (échanges commerciaux, usage des sols)
- Changement climatique
 - > événements extrêmes (orages, ouragans) : favorise la dispersion
 - > nouvelles conditions favorables au développement de maladies introduites (ou pré-existantes)



Une réalité: l'évolution récente du risque sanitaire des cultures

Exemple de la progression de la chenille processionnaire du pin en France

- en latitude (5 km/an)
- en altitude (3 à 7 m/an)



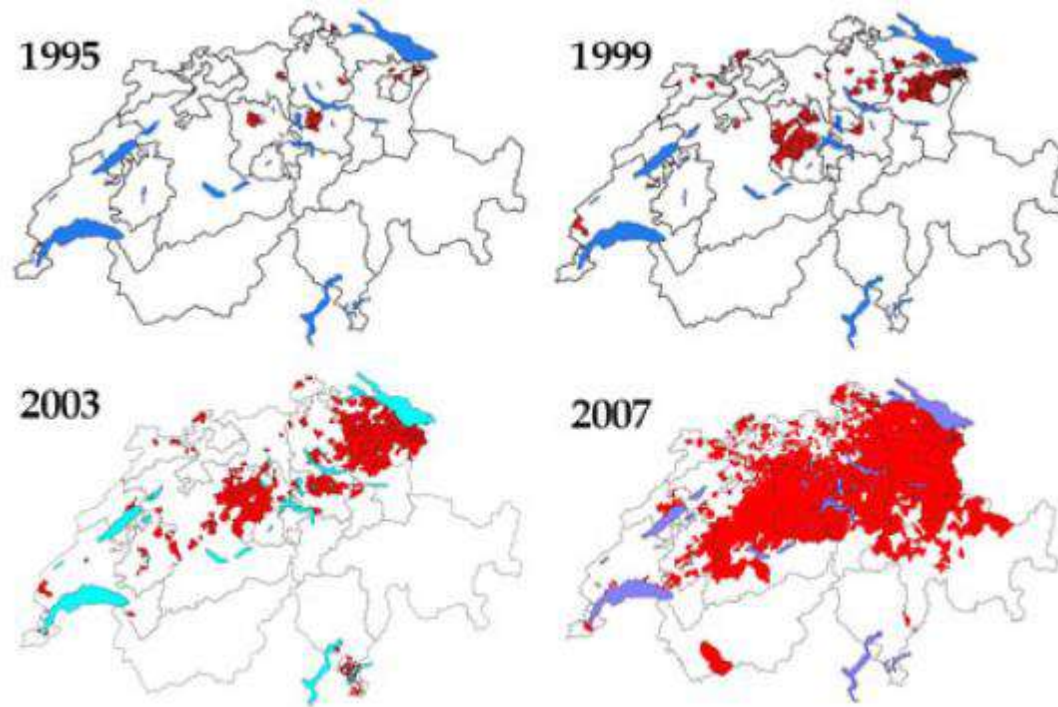
Deux causes identifiées:
conifères le long des autoroutes, et **climat**.

(source: INRAE, UR Zoologie forestière)



Une réalité: l'évolution récente du risque sanitaire des cultures

Exemple de la progression du feu bactérien des rosacées en Suisse



Introduction liée à l'homme puis progression sur les Rosacées en Suisse entre 1995 et 2007 favorisée par les **printemps doux et humides**.

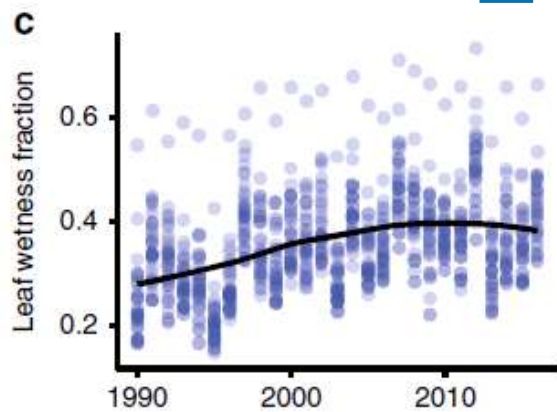
(source: Holdenrieder et al., 2008)



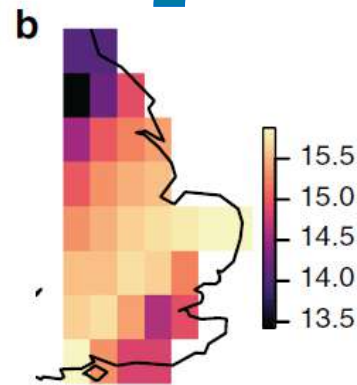
Une réalité: une évolution... en relation avec le climat changeant !

Exemple de la réapparition de la rouille brune du blé au Royaume Uni ces 25 dernières années

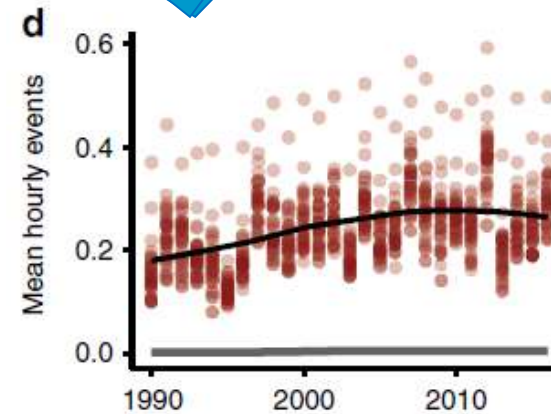
- ↗ durée d'humectation des feuilles
 - ↗ température durant l'humectation
- } **Climat estival + favorable à l'infection**



Durée d'humectation



Température durant l'humectation (1990-2016)



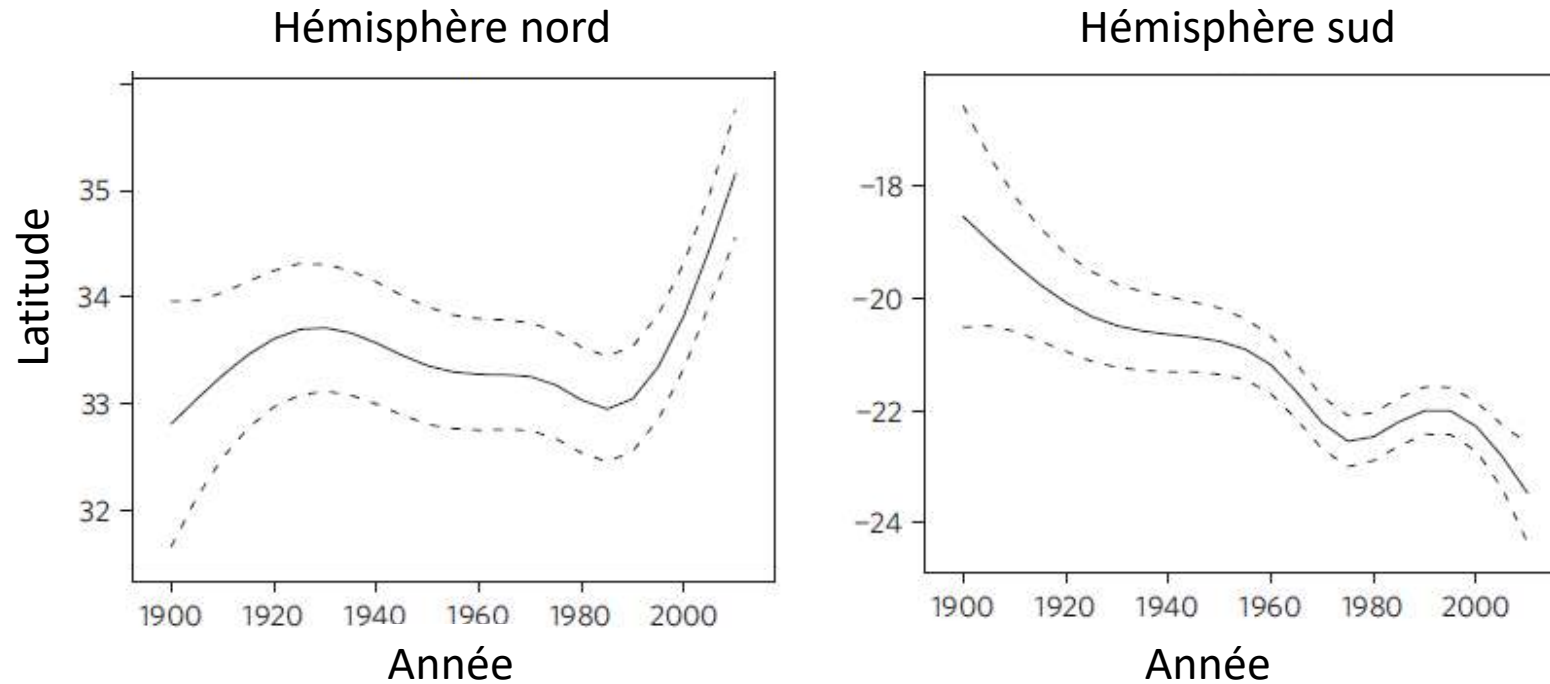
Nb horaire de nouvelles infections

(source: Lewis et al., 2018)



Une réalité: une évolution... en relation avec le climat changeant !

Progression vers les plus grandes latitudes de la répartition de nombreuses espèces de bioagresseurs



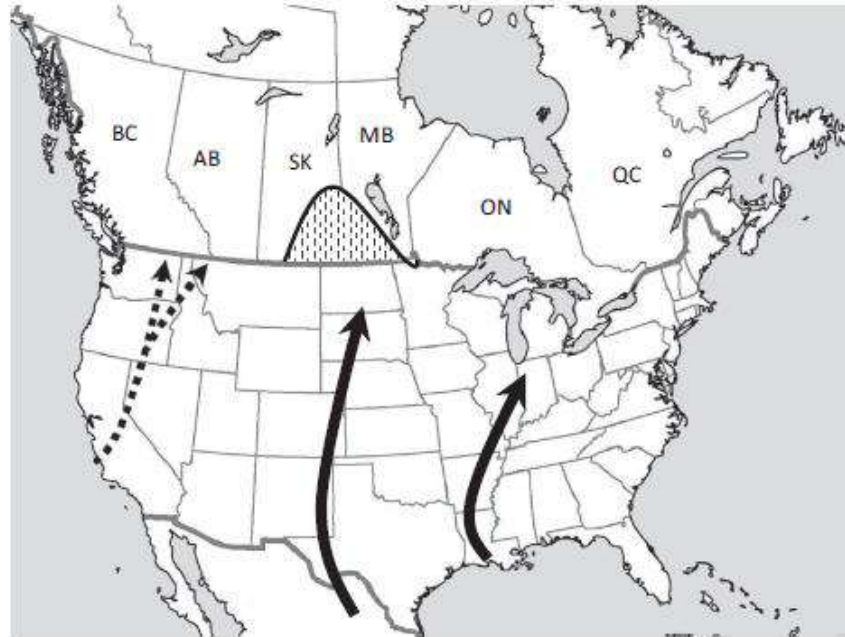
« Nous démontrons ici un déplacement moyen vers le pôle de $2,7 \pm 0,8 \text{ km.an}^{-1}$ depuis 1960, grâce à l'observation de centaines de parasites et pathogènes... »

(source: Bebber et al., 2013)



Une réalité: le changement climatique est l'un des facteurs (mais pas le seul)

Exemple des rouilles des céréales dans les bassins céréaliers nord-américains



- Puccinia pathway
- - - Pacific North West pathway
- ▨ The rust area

FIGURE 1 Map of North America, showing the main wheat-producing provinces in Canada and the main disease regions with pathway for typical cereal rust migration



Rouille noire



Rouille brune

(source: Aboukhaddour et al., 2019)



Une réalité: le changement climatique est l'un des facteurs (mais pas le seul)

Exemple des rouilles des céréales dans les bassins céréaliers nord-américains

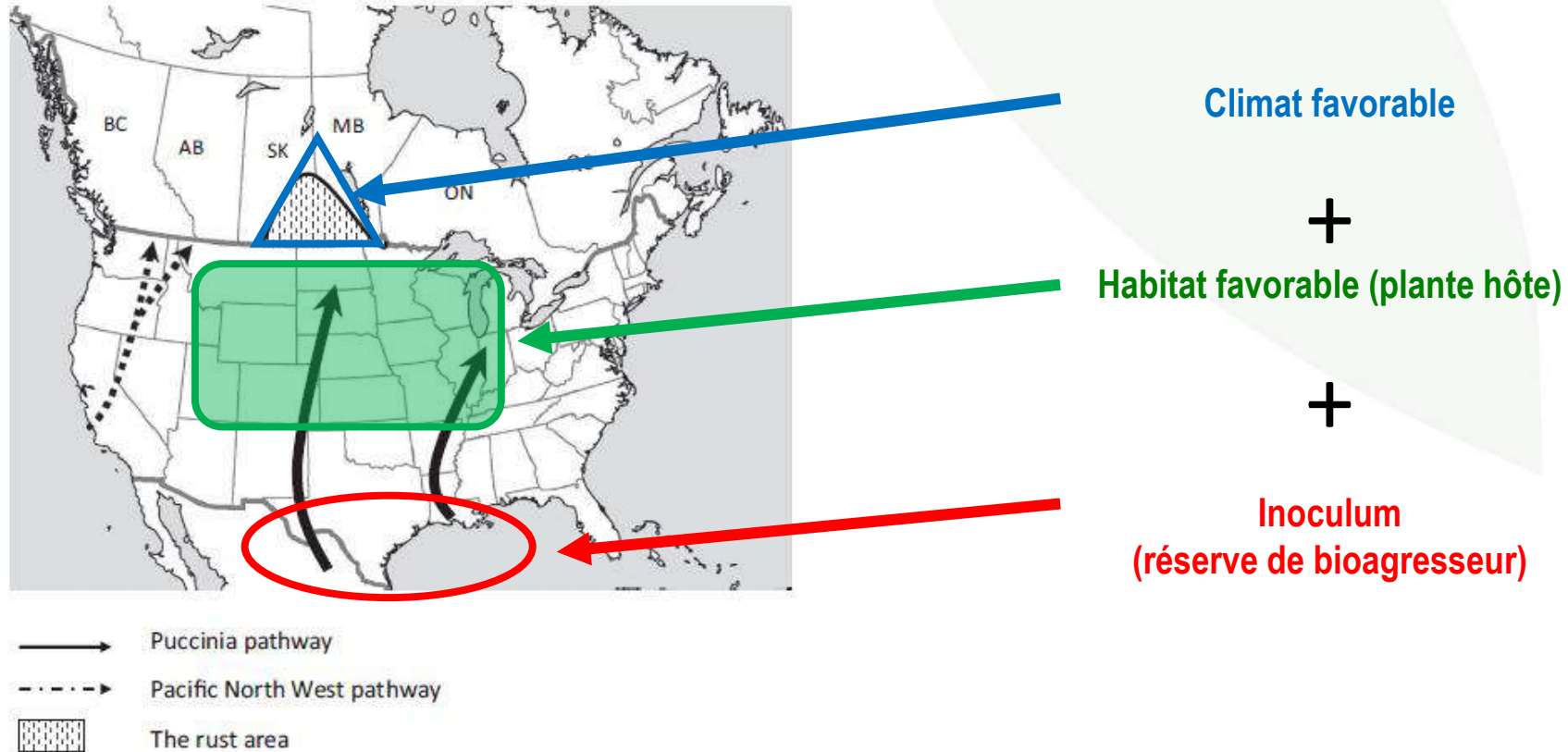


FIGURE 1 Map of North America, showing the main wheat-producing provinces in Canada and the main disease regions with pathway for typical cereal rust migration

(source: Aboukhaddour et al., 2019)



Une réalité: le climat « joue » de plusieurs manières

Le climat intervient sur de nombreuses étapes du cycle de vie du bioagresseur

❖ Champignons ou oomycètes pathogènes:

- ❖ Production d'inoculum primaire
- ❖ Dispersion et dépôt
 - ❖ Infection, latence, sporulation
 - ❖ Survie

❖ Insectes ravageurs:

- ❖ Ponte
- ❖ Eclosion
- ❖ Mue de croissance (larve) / nymphale
- ❖ Mue imaginale (adulte)

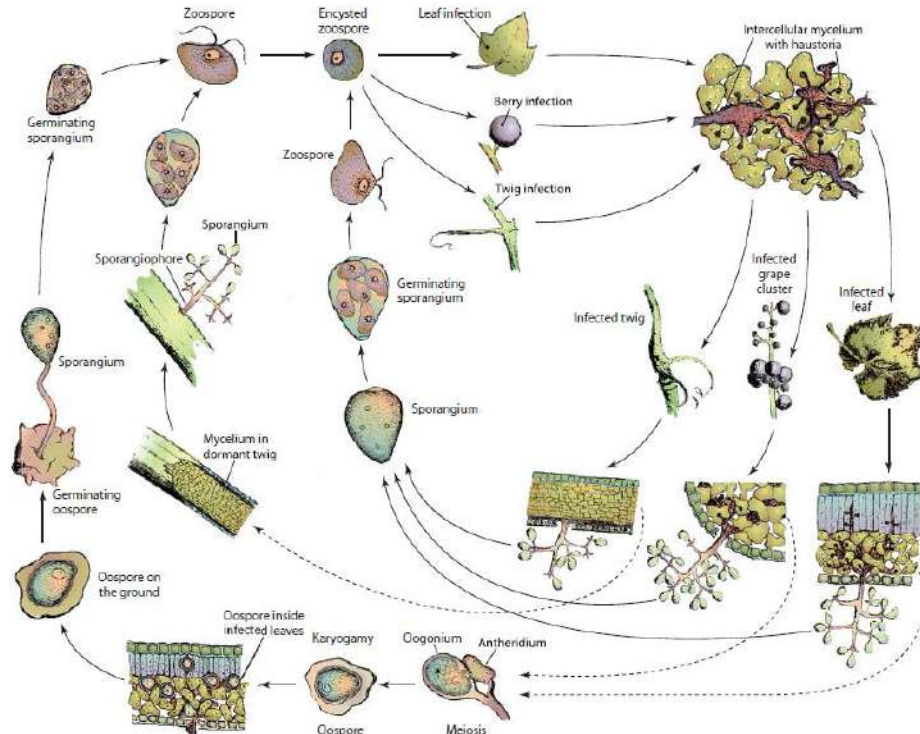
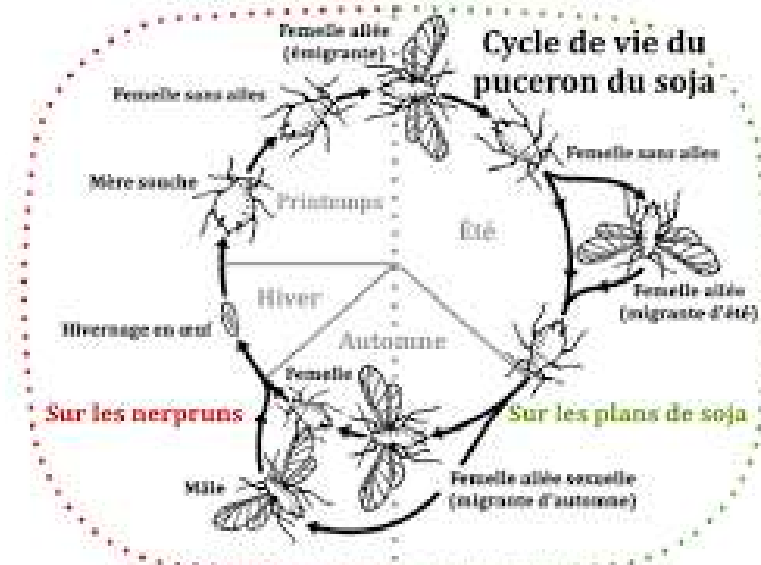


FIGURE 11-32 Disease cycle of downy mildew of grapes caused by *Plasmopara viticola*.

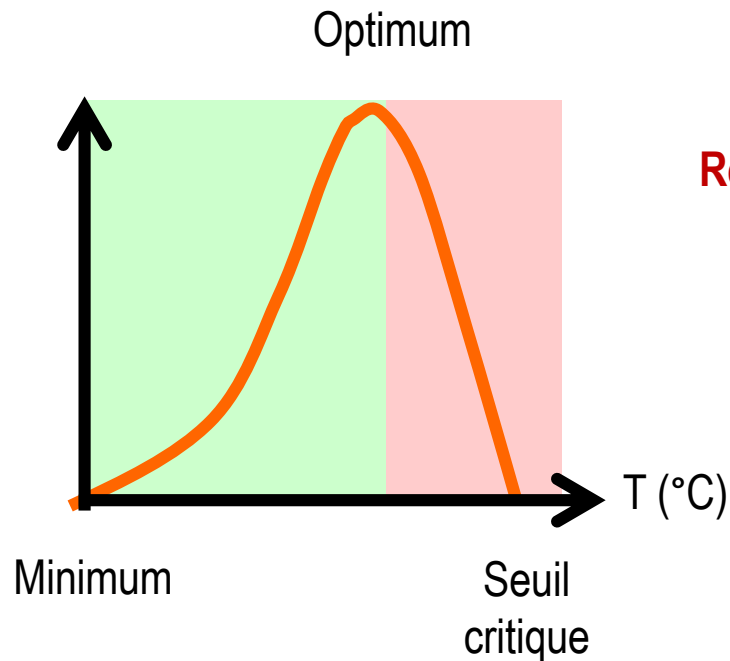


(source: Agrios, 2005)

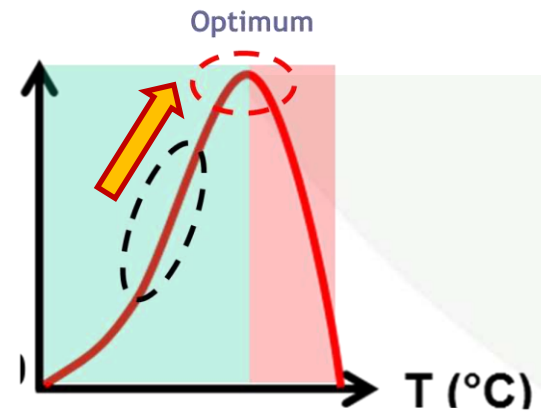


Une réalité: le climat « joue » de plusieurs manières

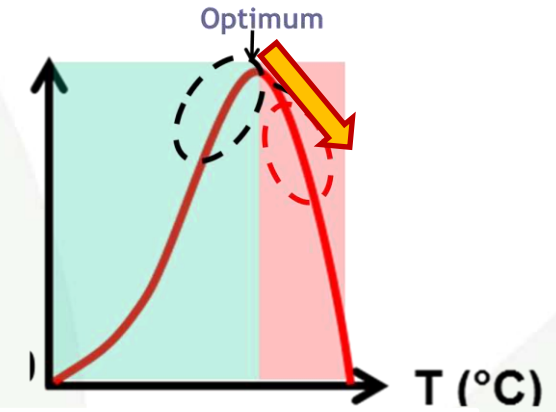
Le changement climatique peut avoir des effets contradictoires selon les organismes concernés
Et leur réponse propre à la température.



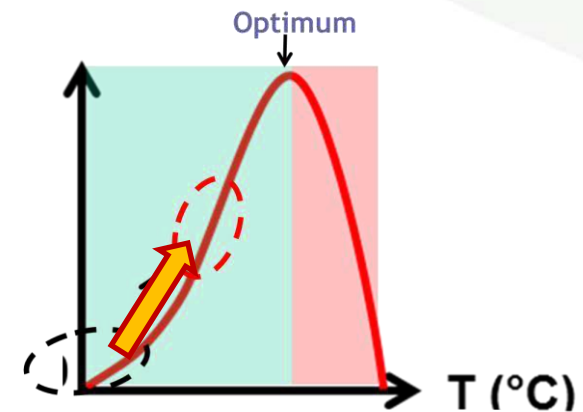
Réchauffement



Vers l'optimum



Au-delà de l'optimum

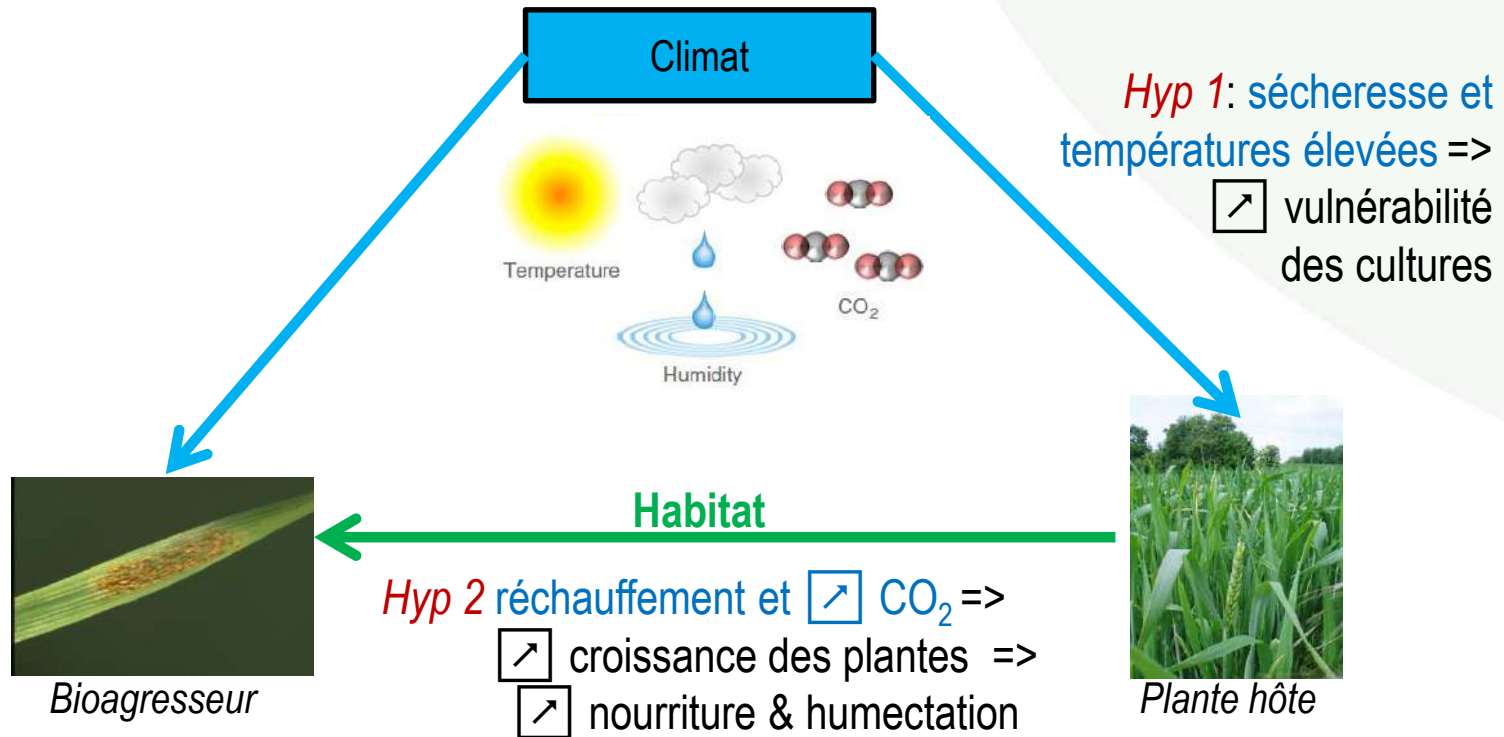


Nouvelles opportunités



Une réalité: le climat « joue » de plusieurs manières

Le climat intervient indirectement via l'hôte du bioagresseur





Adaptation(s) ? D'une gestion tactique ciblée vers une gestion anticipée et systémique

La gestion tactique du risque sanitaire

❖ Mécanique



Désherbage mécanique

❖ Biologique



*Ennemis naturels
(parasitisme, prédation),
substances attractives ou
répulsives, etc.*

❖ Chimique



❖ Génétique



*Variétés résistantes
ou tolérantes*



Adaptation(s) ? D'une gestion tactique ciblée vers une gestion anticipée et systémique

Vers une gestion anticipée...

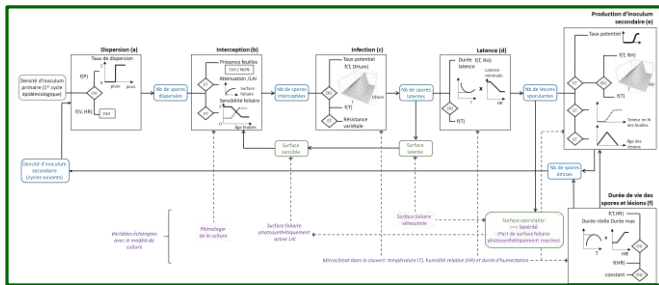


Epidémiosurveillance
Santé Végétale

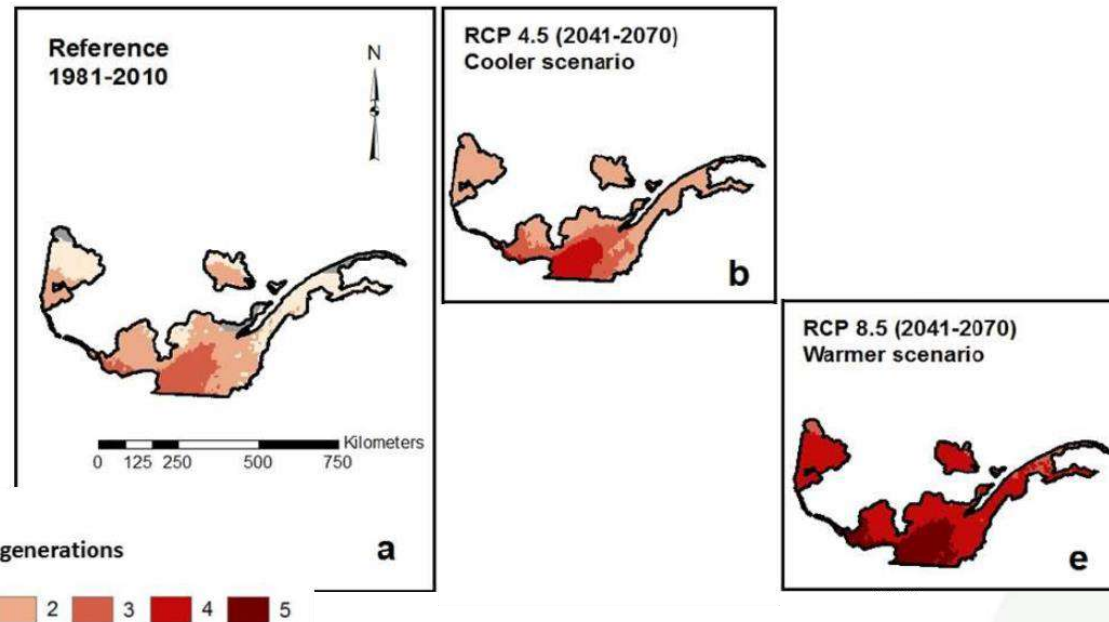
❖ Epidémiosurveillance

- ❖ Plateforme ESV (2018): équipe Anses + INRAE: veille phytosanitaire et scientifique, centralisation des données de surveillance, évaluation des dispositifs, traitement et analyse de données

❖ Modélisation: représentation simplifiée climat → risque sanitaire



Dans le futur, augmentation du nombre de générations de nématodes durant un cycle de culture de soja



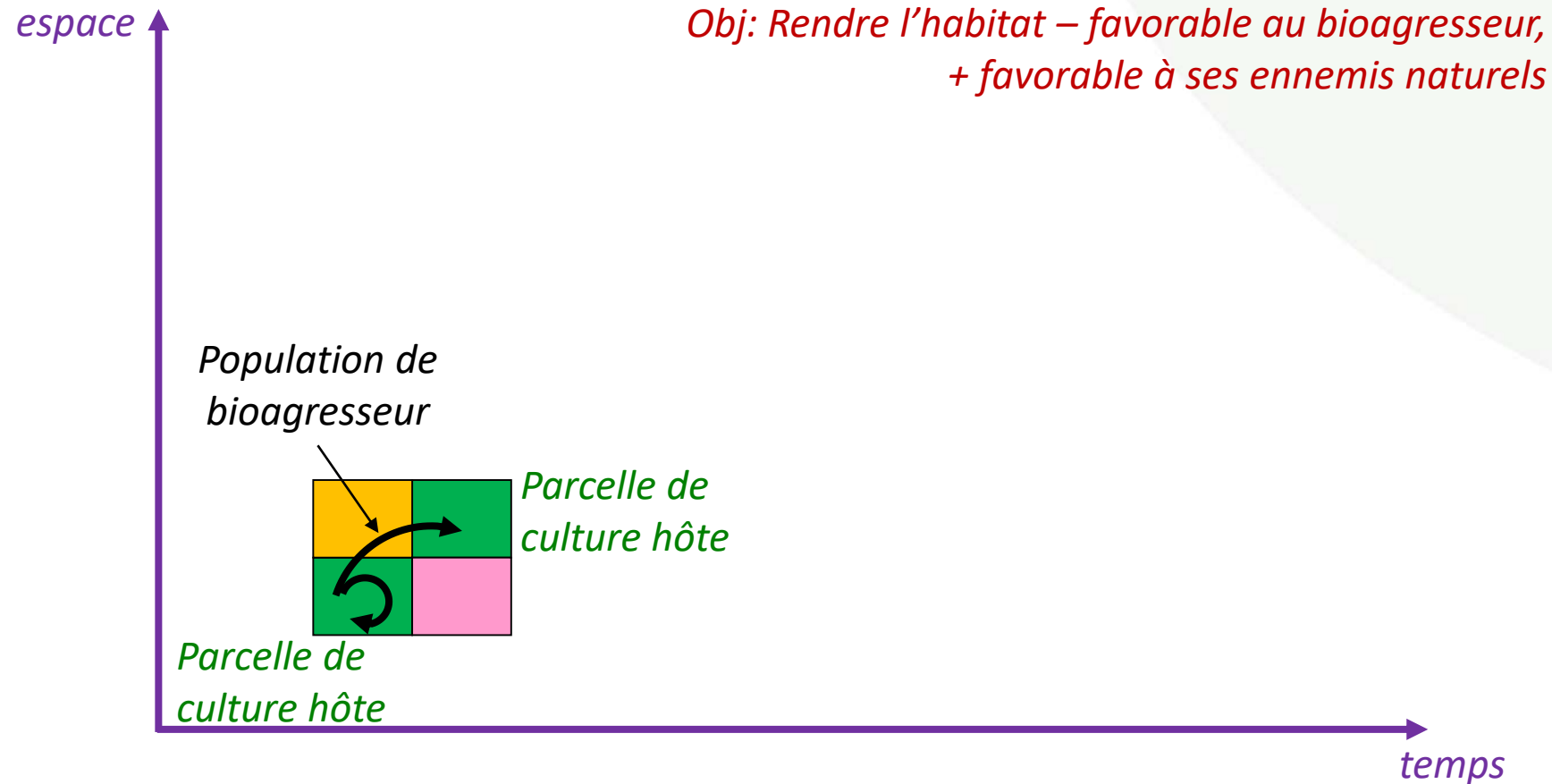
(source: Gendron St-Marseille et al., 2019)





Adaptation(s) ? D'une gestion tactique ciblée vers une gestion anticipée et systémique

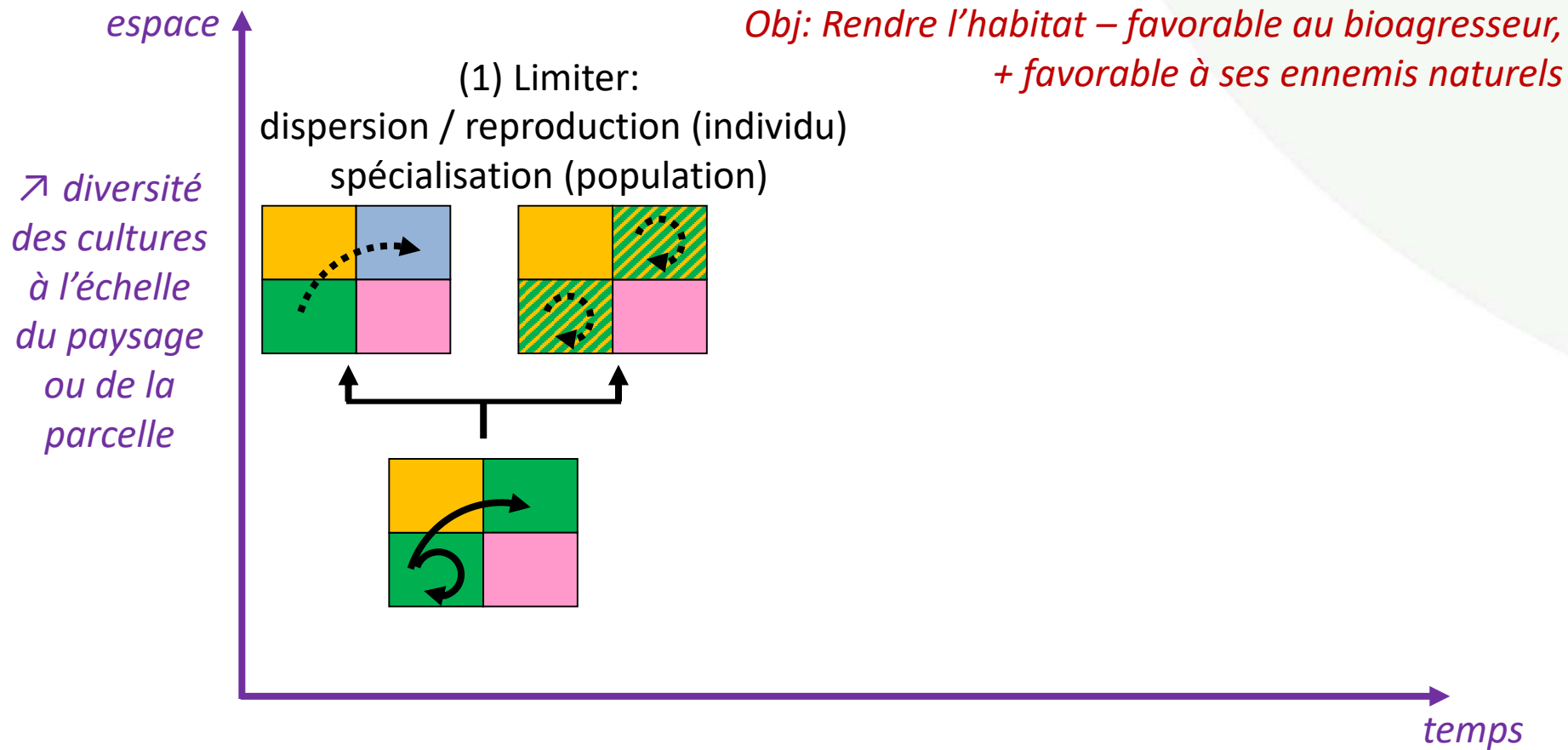
Vers une gestion anticipée... et systémique mobilisant la diversité végétale comme levier de régulation des bioagresseurs dans l'espace et dans le temps





Adaptation(s) ? D'une gestion tactique ciblée vers une gestion anticipée et systémique

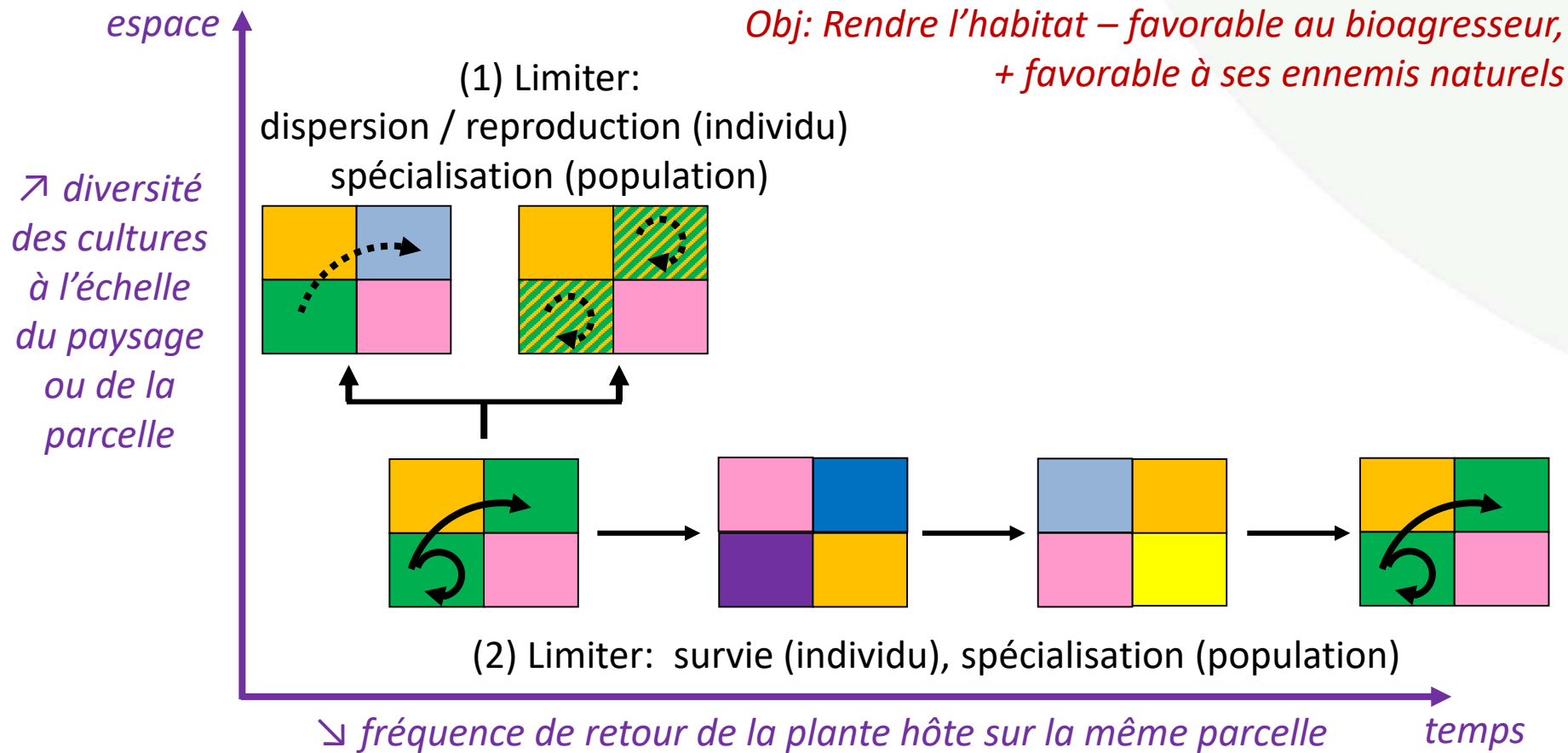
Vers une gestion anticipée... et systémique mobilisant la diversité végétale comme levier de régulation des bioagresseurs dans l'espace et dans le temps





Adaptation(s) ? D'une gestion tactique ciblée vers une gestion anticipée et systémique

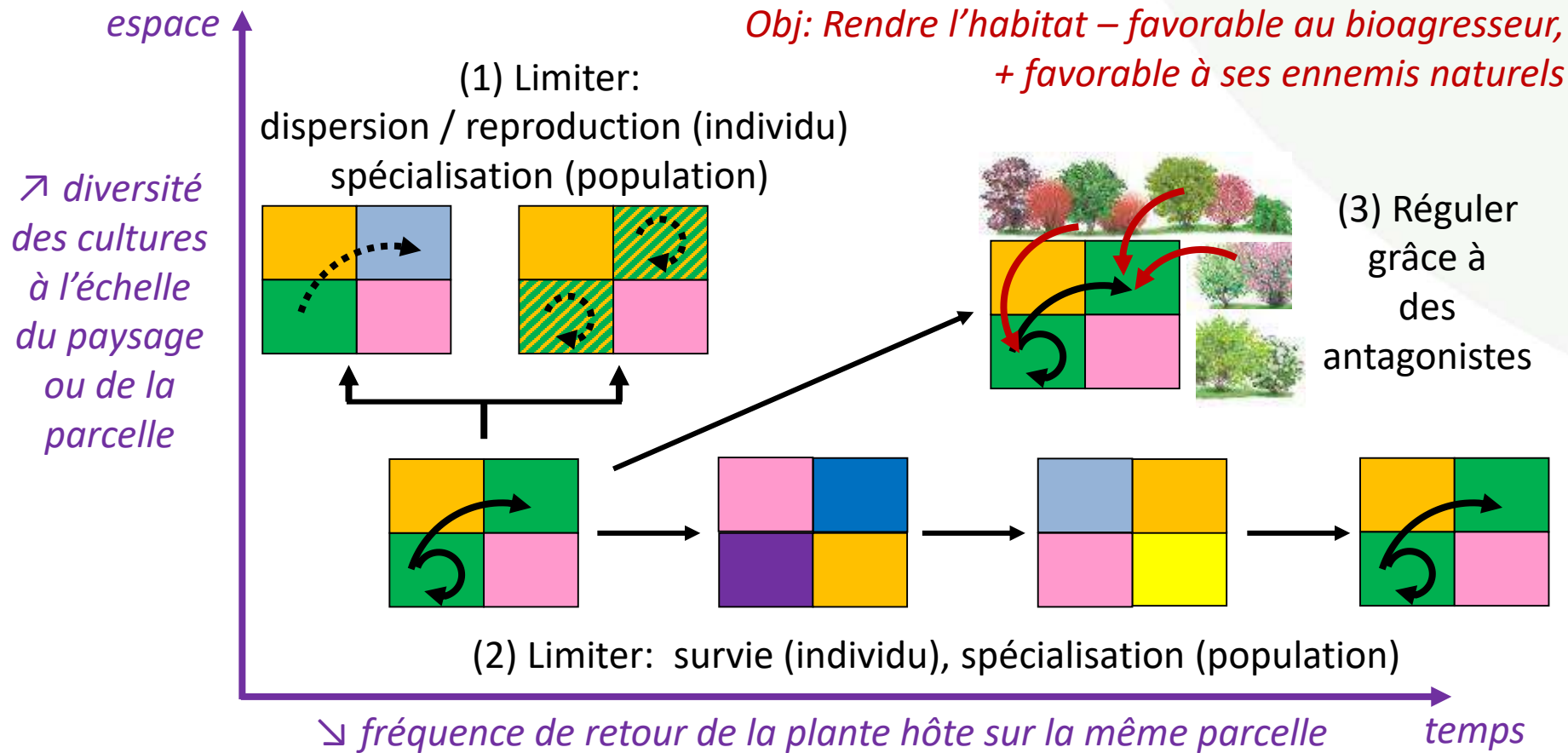
Vers une gestion anticipée... et systémique mobilisant la diversité végétale comme levier de régulation des bioagresseurs dans l'espace et dans le temps





Adaptation(s) ? D'une gestion tactique ciblée vers une gestion anticipée et systémique

Vers une gestion anticipée... et systémique mobilisant la diversité végétale comme levier de régulation des bioagresseurs dans l'espace et dans le temps





Quelle gestion de la biodiversité végétale ?

L'implantation et la gestion de la biodiversité végétale soulève des questions de:

- ❖ **Composition biologique**
 - ❖ Quelles associations de variétés ou d'espèces pour fournir des services de
 - ❖ Régulation des bioagresseurs, mais aussi de
 - ❖ Production : favoriser les complémentarités pour optimiser l'usage des ressources et maintenir une production stable face aux stress engendrés par le climat (sécheresse, températures élevées, ...)

- ❖ **Arrangement spatial**
 - ❖ Au sein des parcelles (rangs alternés, mélanges, bandes,...)
 - ❖ Aux abords des parcelles (haies, bandes fleuries ou enherbées, ...)

- ❖ **Echelle pertinente d'organisation et de gestion**
 - ❖ Champ, paysage, territoire
 - ❖ Filières

La biodiversité végétale « planifiée », c'est aussi d'autres services (Beillouin et al., 2021)

- ❖ Augmentation de la biodiversité associée (plantes non cultivées et animaux) +24%
- ❖ Amélioration de la qualité de l'eau +51%
- ❖ Amélioration de la qualité du sol +11%
- ❖ Amélioration de la production +14%

MERCI



tech & bio

