



# Bioagresseurs et architecture des couverts végétaux: vers des idéotypes variétaux et cultureaux

**Bernard TIVOLI et Didier ANDRIVON**  
INRA, UMR 1349 IGEPP, Rennes

***Caractéristiques architecturales des plantes/couverts susceptibles de réduire l'expression et le développement des épidémies***





## Contexte de la protection des cultures

Ces cinquante dernières années . . .

Grand succès du contrôle des maladies et ravageurs par les pesticides

Utilisation massive des produits phytosanitaires pendant les saisons culturales

- blé: 3.5 pesticides
- colza: 4.6 pesticides
- p.d.t.: 14.4 pesticides
- vigne: 20.0 pesticides
- pommier: 28 pesticides

- Directives européennes sur on pesticide registration, les marchés et l'utilisation durable

- Plan national d'action pour la réduction des pesticides

Limite l'attention accordée aux pratiques culturales dans les systèmes de protection

Génère des problèmes pour la santé humaine et la protection de l'environnement

**Mouvement général  
de réglementation  
et de législation**



## Alternatives à l'approche 'tout pesticide'

Depuis 10-15 ans: besoin de développer des systèmes bas-intrants basés sur des méthodes innovantes de lutte

Est-il possible d'exploiter les caractéristiques architecturales des plantes et des couverts pour réduire les développements épidémiques?

Analyser comment les caractéristiques architecturales modifient les processus épidémiques

Revisiter les interactions plante - maladie au sein des couverts de l'hôte

Definir lesquelles de ces caractéristiques peuvent réduire le développement épidémique

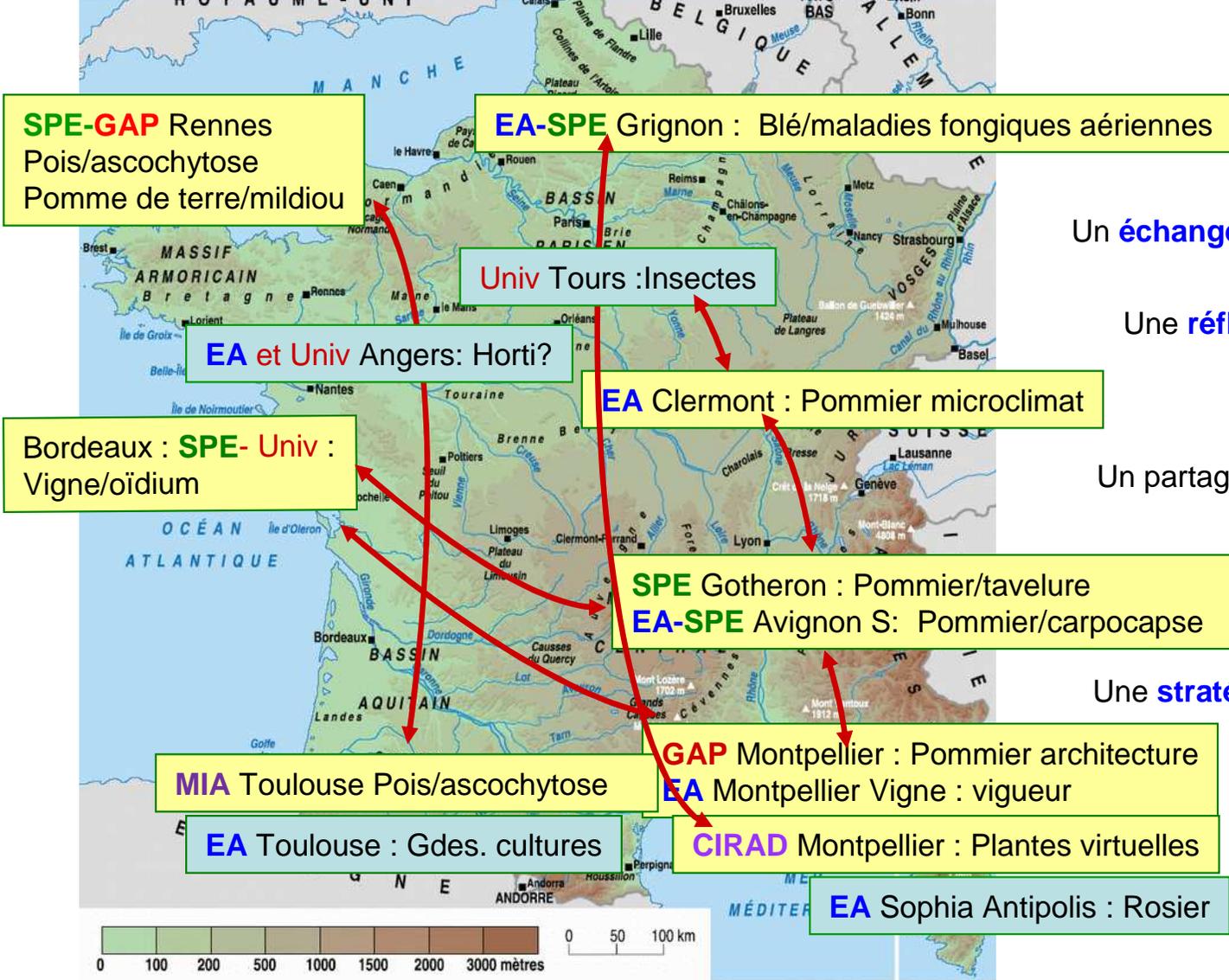
Modéliser simultanément le développement de la plante et le développement épidémique

# Le réseau EpiArch



**Un réseau pluridisciplinaire de coopération scientifique (50 scientifiques)**  
**Echanges et mutualisation des compétences/savoir-faire/acquis des équipes SPE, EA, GAP et MIA**

- Phytopathologistes
- Entomologistes
- Généticiens
- Agronomes
- Microclimatologistes
- Modélisateurs

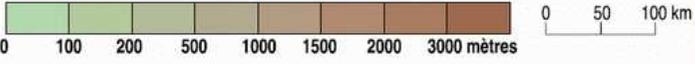


Un échange d'informations

Une réflexion collective

Un partage de savoir-faire

Une stratégie scientifique



# Un projet de recherche ANR ARCHIDEMIO (2009-2012)



**Modéliser les interactions entre développement de la plante, architecture du couvert et épidémies de maladies fongiques aériennes, pour une gestion durable des cultures.**

**Plantes à croissance indéterminée, avec masse végétative importante**

Type liane

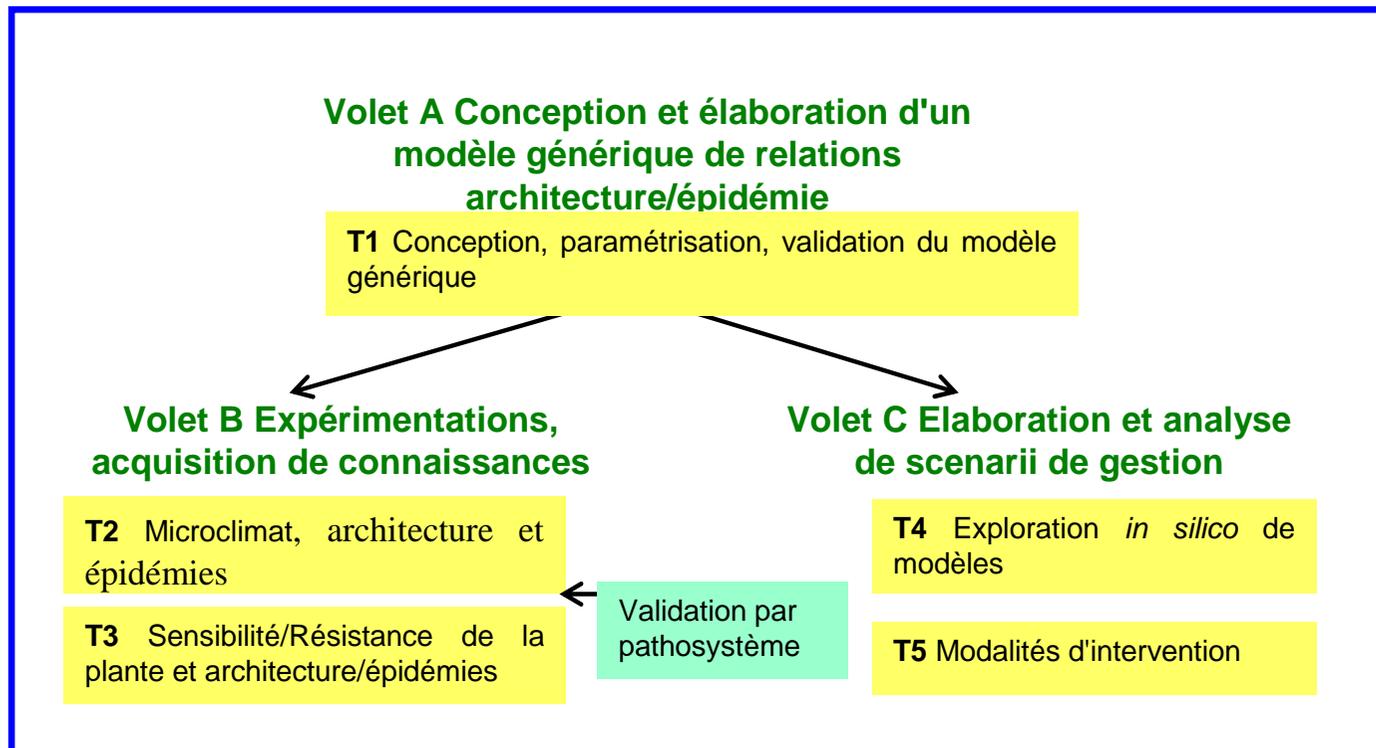
Igname : anthracnose/*Colletotrichum gloeosporioides* (génétique, conduite)

Vigne : oïdium/*Uncinula necator* (conduite, vigueur)

Type érigé

Pomme de terre : mildiou/*Phytophthora infestans* (génétique, conduite)

Pois : ascochyte/*Mycosphaerella pinodes* (génétique, conduite)



**INRA**

- SPE
- EA
- GAP
- MIA

**INRIA**

- unité de Bordeaux

- FNPPPT &

ACVNPT

- UNIP &

FNAMS

- UPROFIG

- ITV

- ACTA



## Objectifs

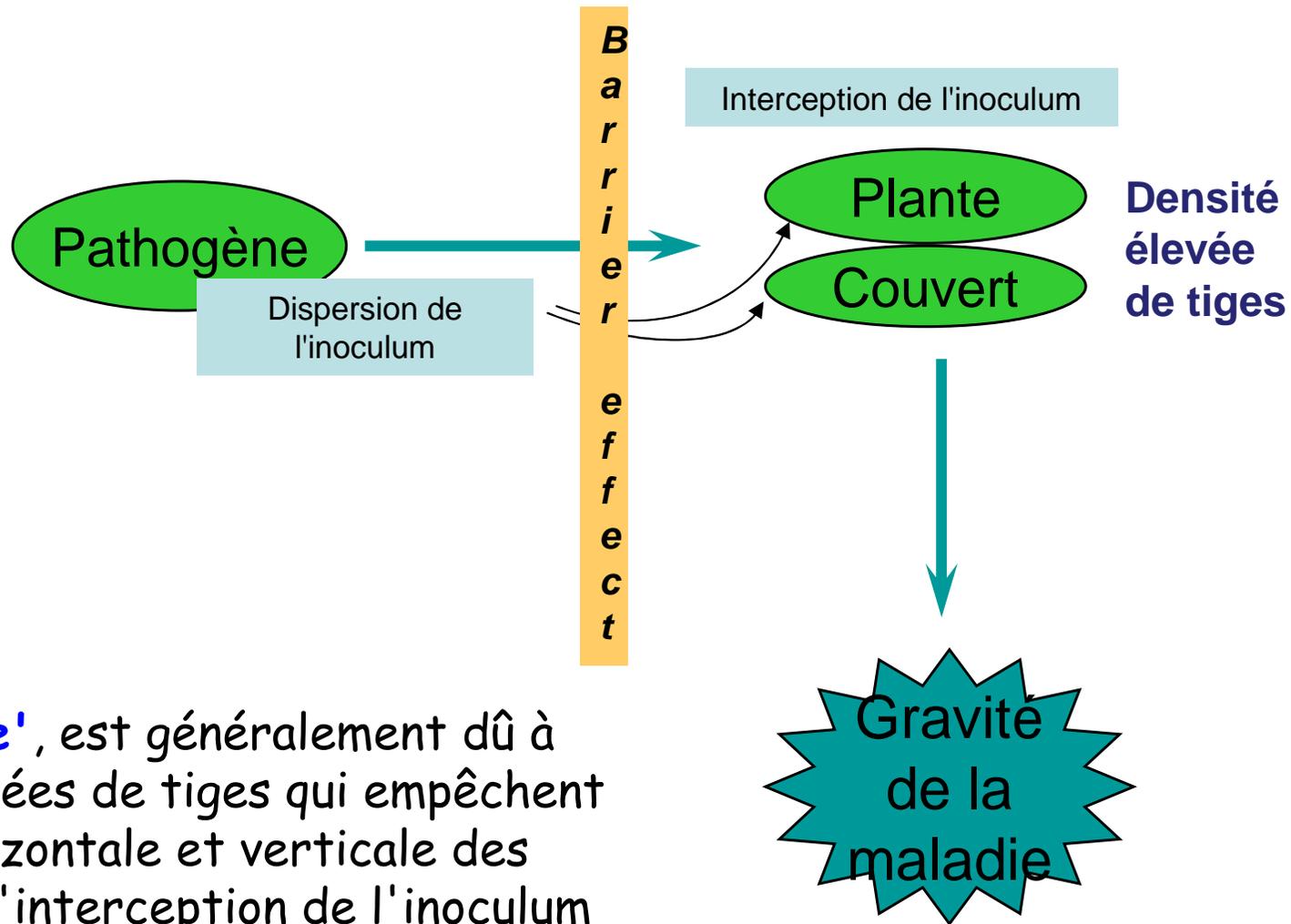
*Dans le cas des maladies aériennes provoquées par des champignons . . .  
. . . décrire et expliquer comment les caractéristiques architecturales induisent  
des épidémies plus ou moins graves*

### Trois questions clés

- Quels sont les processus liés aux épidémies susceptibles d'être influencés par l'architecture?
- Comment caractériser l'architecture par rapport à ces processus?
- Comment est-il possible d'explorer et d'exploiter ces effets?

# Quels processus liés aux épidémies peuvent être influencés par l'architecture? (1)

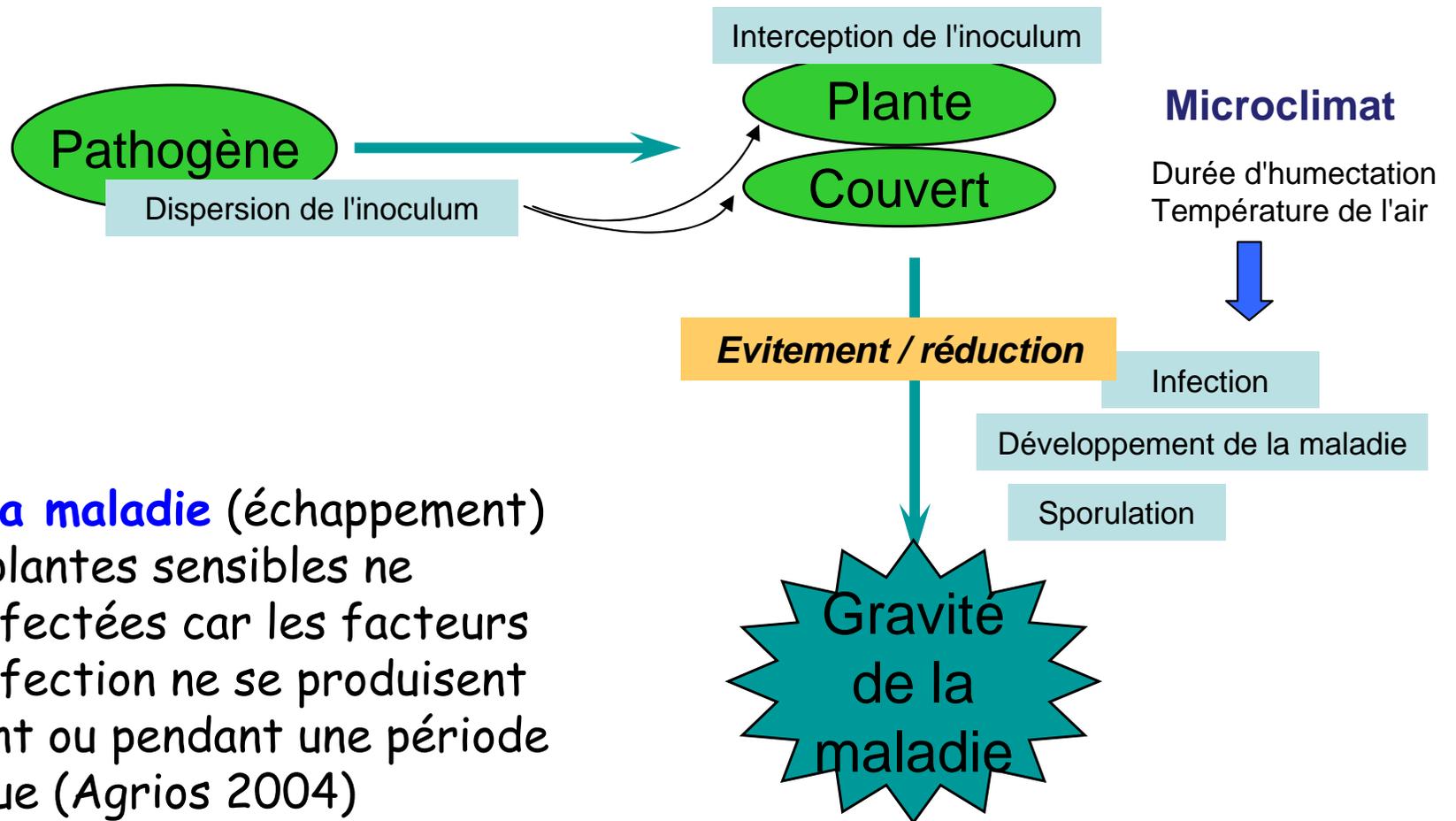
*L'effet 'barrière' et l'interception de l'inoculum*



L'**effet 'barrière'**, est généralement dû à des densités élevées de tiges qui empêchent la dispersion horizontale et verticale des spores ainsi que l'interception de l'inoculum

# Quels processus liés aux épidémies peuvent être influencés par l'architecture? (2)

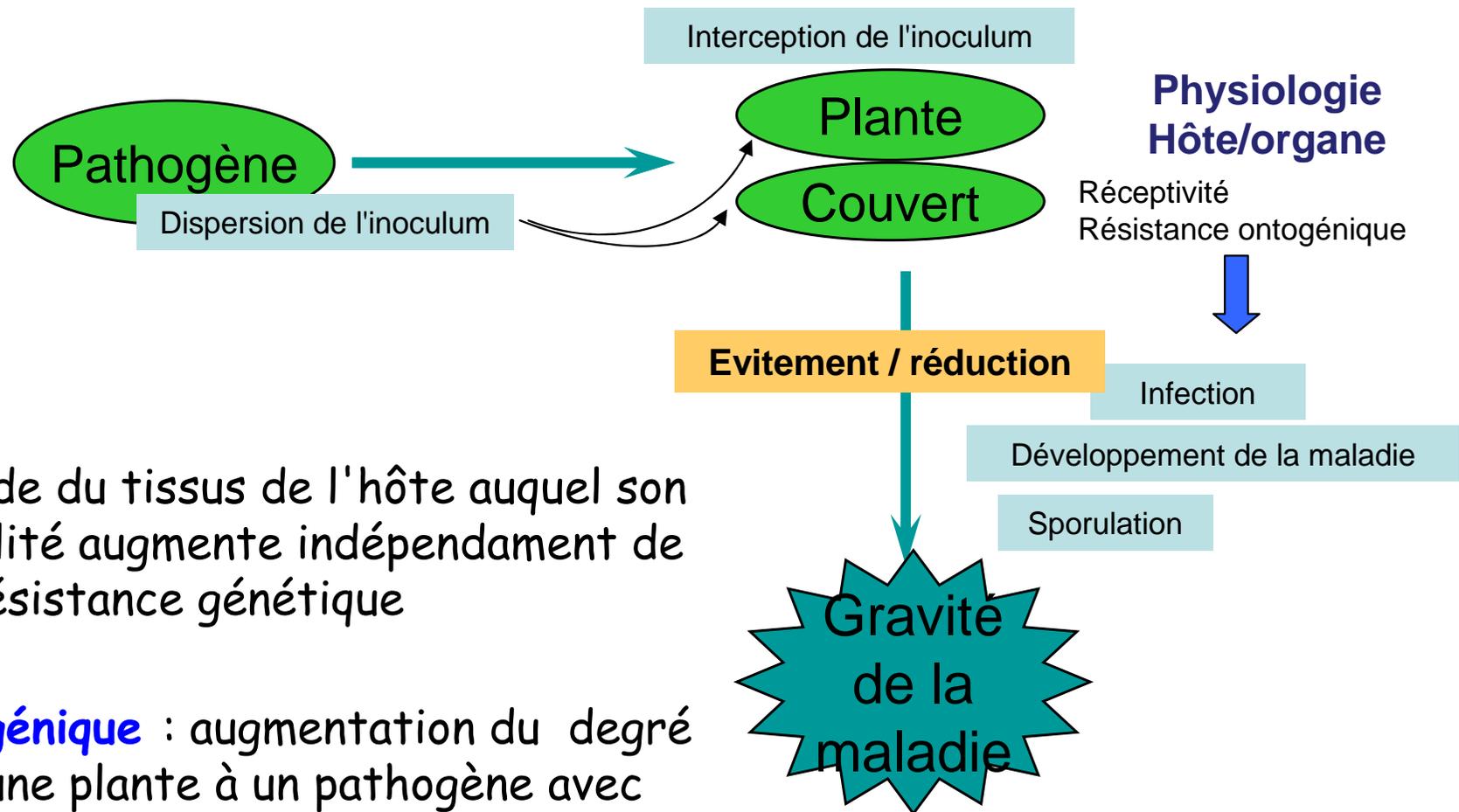
## Microclimat et gravité de la maladie



**L'évitement de la maladie** (échappement) a lieu quand des plantes sensibles ne deviennent pas infectées car les facteurs nécessaires à l'infection ne se produisent pas au bon moment ou pendant une période suffisamment longue (Agrios 2004)

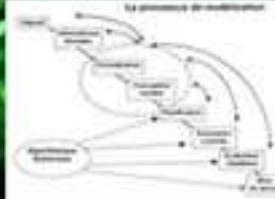
# Quels processus liés aux épidémies peuvent être influencés par l'architecture? (3)

*Réceptivité de l'hôte/organe ou résistance ontogénique et gravité de la maladie*



**Réceptivité** : stade du tissu de l'hôte auquel son niveau de sensibilité augmente indépendamment de tout aspect de résistance génétique

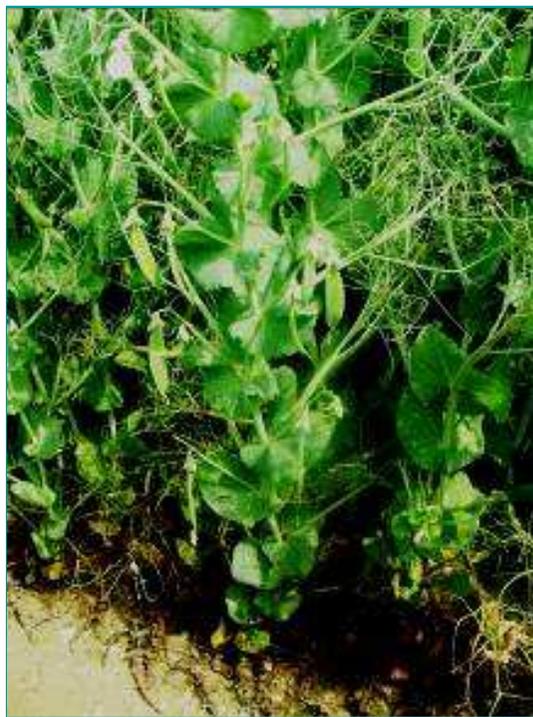
**Résistance ontogénique** : augmentation du degré de résistance d'une plante à un pathogène avec l'âge et le stade de développement de la plante



## Comment caractériser l'architecture par rapport à ces processus? (1)



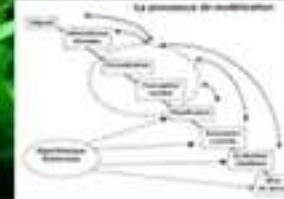
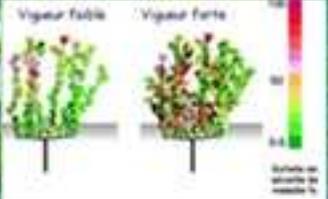
De nombreux traits architecturaux sont séparément connus pour agir sur le développement épidémique: ramification, hauteur de plante, longueur d'entre noeud, indice de surface foliaire (LAI), ...



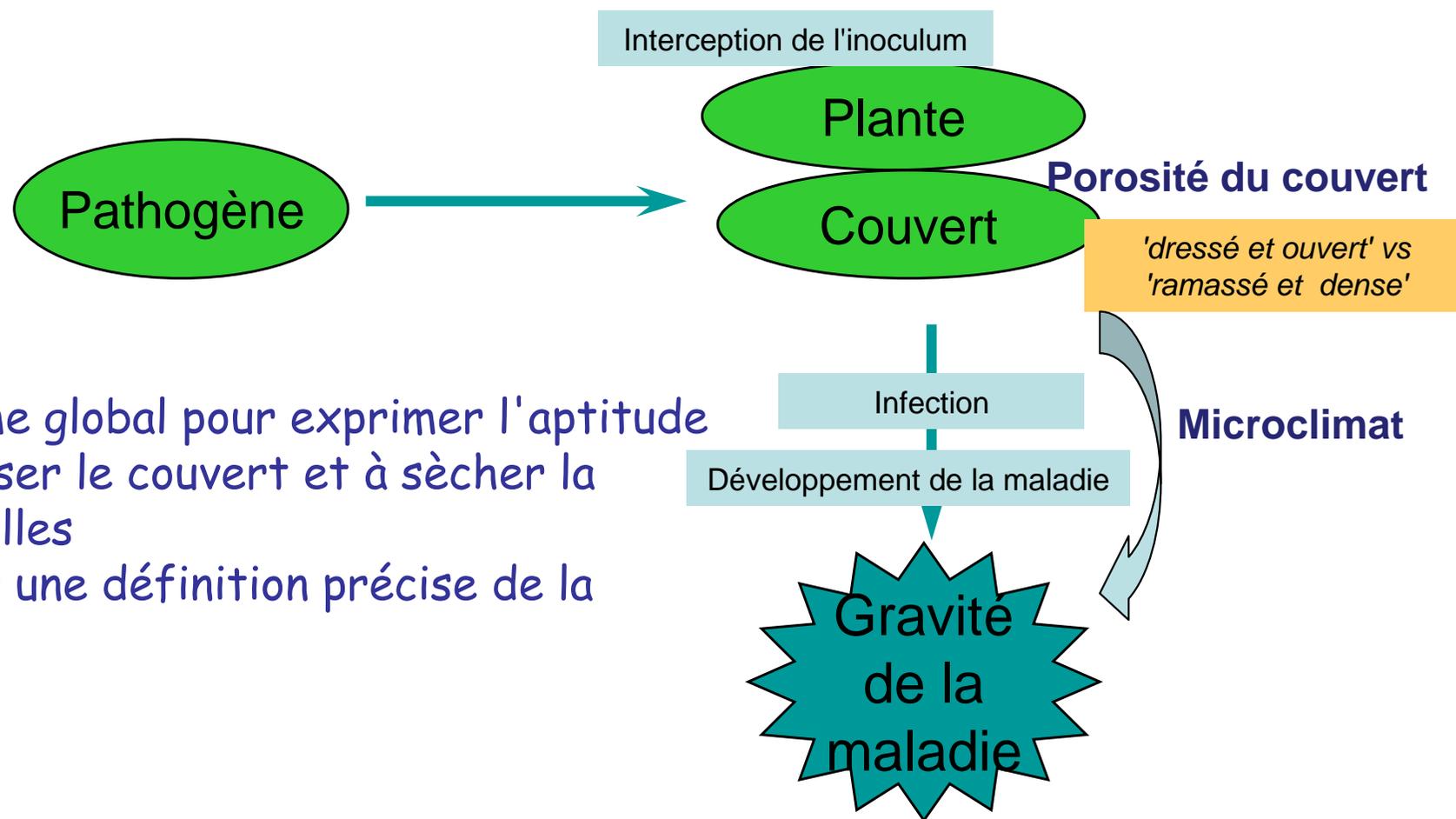
L'appréciation de traits architecturaux agissant sur les épidémies est complexe.

Nécessité de définir un concept intégratif



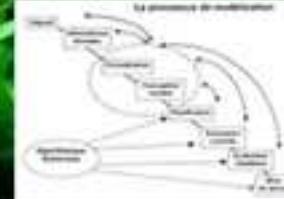
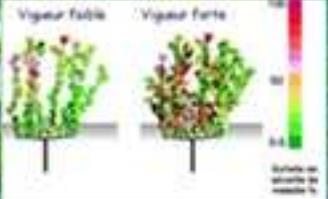


## Comment caractériser l'architecture par rapport à ces processus? (2)



'Porosité': terme global pour exprimer l'aptitude de l'air à traverser le couvert et à sécher la surface des feuilles

... Sans donner une définition précise de la porosité



## Comment caractériser l'architecture par rapport à ces processus? (3)

La porosité du couvert  
Cas des haies (Lazzaro et al., 2008)



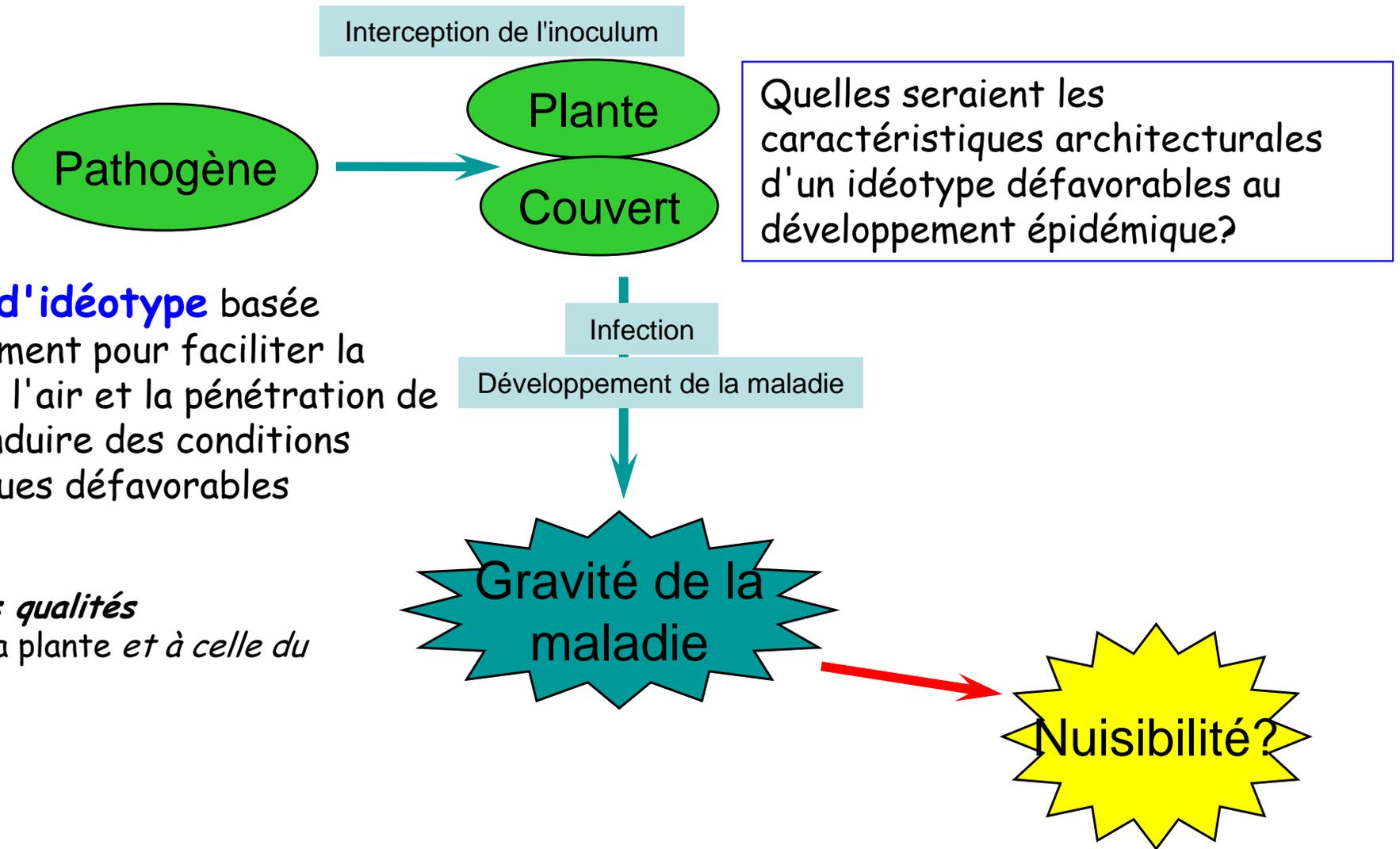
La porosité est définie comme le pourcentage de silhouette qui peut être traversée par la lumière. C'est la somme des 'trous' du couvert qui permettent de voir au travers.



La haie agit comme une barrière au flux d'air et l'arrangement spatial des branches et des feuilles peut modifier significativement le flux d'air dans le couvert

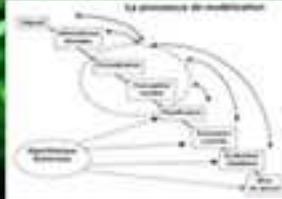
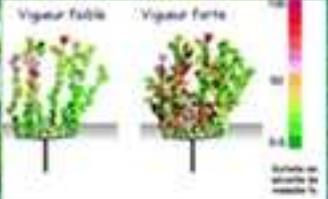


# Comment explorer et exploiter ces mécanismes pour une meilleure gestion des maladies?

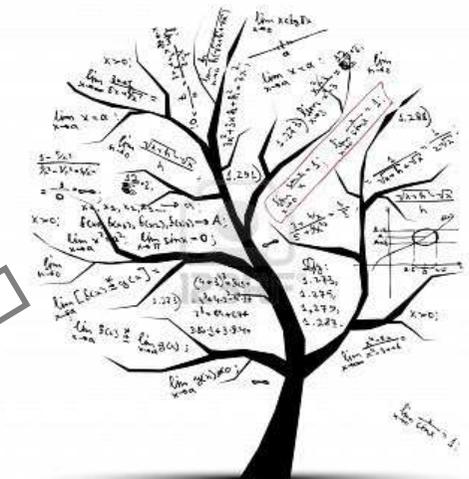
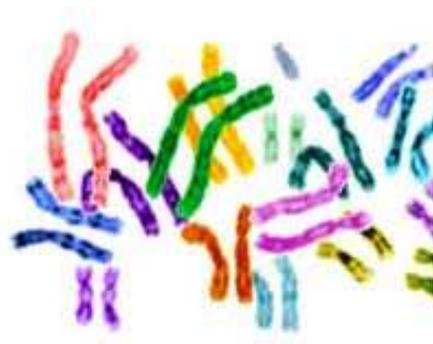


**Conception d'idéotype** basée sur l'échappement pour faciliter la circulation de l'air et la pénétration de la lumière = induire des conditions microclimatiques défavorables

*De nombreuses qualités*  
A l'échelle de la plante et à celle du couvert



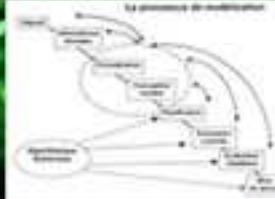
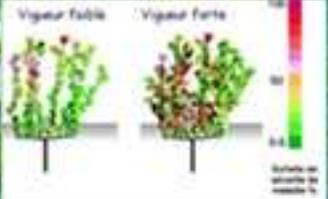
# ***Idéotypes: dimensions conceptuelles***



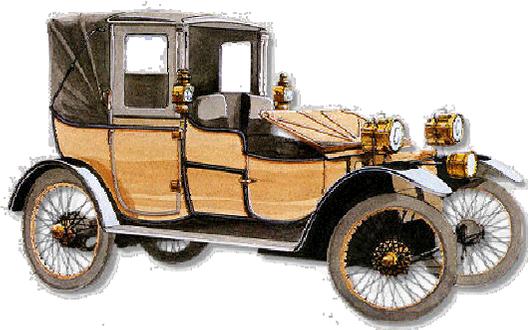


# Conséquences pour la conception

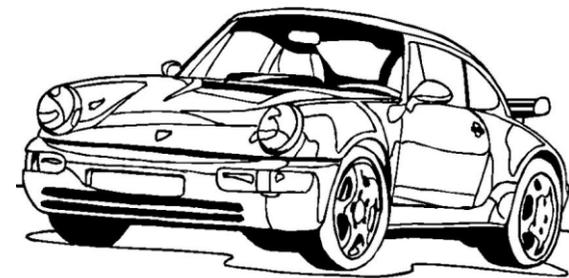
- **Gérer des dimensions multiples : un dilemme**
  - Rechercher d'un compromis (peut être suboptimal)...
  - ... ou faire des choix forts en favorisant une dimension par rapport aux autres?
- **Idéotypes = objets virtuels**
  - ***Ce qu'ils ne sont pas***
    - Des portraits robots de cultivars putatifs
    - Une pure utopie
  - ***Ce qu'ils pourraient être***
    - Des outils formels et explicites pour concevoir des solutions multidisciplinaires à des problèmes pratiques
    - Utiles pour
      - formuler, confronter, et parfois réconcilier des visions disciplinaires
      - évaluer les potentiels et limites opérationnelles des solutions proposées
      - choisir entre des possibilités concurrentes
- **Plusieurs dimensions = plusieurs solutions possibles**
  - Pas un seul idéotype, mais des solutions alternatives



# Concevoir des *idéotypes*: adaptation



•Partir de l'existant...  
et modifier pas à pas

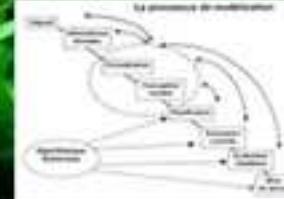
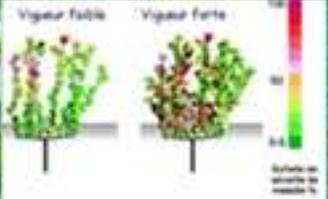


## •Forces

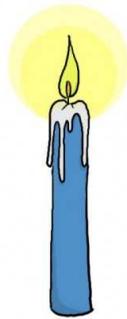
- Méthode familière aux sélectionneurs et agronomes
- Réajustement toujours possible en cours de route
- Des sorties de nouveaux cultivars à chaque étape
- Acceptabilité généralement bonne de ces génotypes

## •Faiblesses

- Faible degré d'innovation: pas de révolution attendue
- L'idéotype ne sera sans doute jamais atteint



# Concevoir des idéotypes: redesign



**Partir du but ->**

imaginer des solutions possibles ->  
construire leurs composants

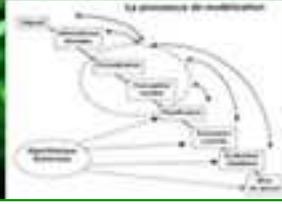


## • Forces

- Possible de concevoir des idéotypes à partir de rien : l'imagination plus que l'état actuel des acquis est la limite
- Possibilité de concevoir des types entièrement nouveaux ( ex: riz en C4)

## • Faiblesses

- Long
- Solutions pas toujours atteignables (par ex si diversité génétique n'existe pas pour les traits ciblés)
- Très dépendent de la définition de l'objectif!!



# Concevoir des idéotypes

Redesign : revient à repenser les objets et leurs fonctions



≠

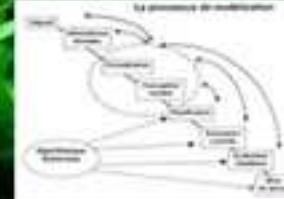
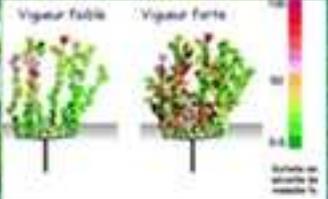


**Définir le but correctement et précisément est essentiel!**

# Idéotypes architecturaux pour limiter les épidémies



Surface foliaire (LAI)	petite
Taille des feuilles	petite
Longueur entrenoeuds	<i>long</i>
Densité de tiges	
Tenue de tiges	Elevée
Densité de surface foliaire	
Forme de plante	Erigée
Espace feuille/fruit	
Ramification	<i>faible</i>
Fermeture couvert	Lente
Précocité	
Résistance ontogénique	



# Idéotype de plante vs idéotype de couvert

**Ex: Vers un idéotype de pois défavorable au développement de l'ascochyte**

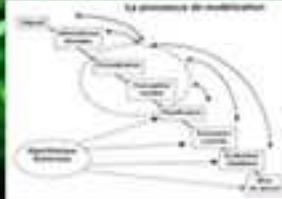
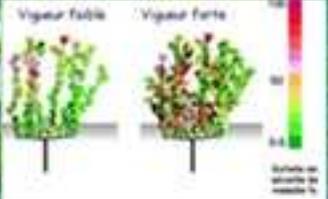
## Plante (génotype)

- ⊙ Haute
  - Entre-nœuds longs
- ⊙ Minimiser la surface foliaire
  - Stipules petites
  - Peu de ramifications
  - Type *afila*
- Retarder la sénescence
  - ⊙ Bonne tenue de tige
  - ⊙ *Insertion des organes fructifères haute*



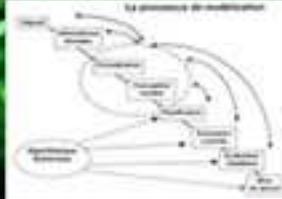
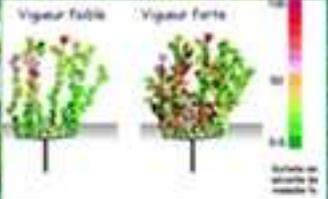
## Couvert (conduite culturale)

- ⊙ Maximiser la porosité
- ⊙ Maintenir un couvert aéré
  - Densité de semis
  - Date de semis*
  - Faible compensation
- Retarder la sénescence
- Résistance à la verse



## *Quelques messages à retenir*

- Un idéotype requiert un contexte précis
  - Objectifs & contraintes
  - Changement de contexte= changement de cible
  
- Plusieurs dimensions conceptuelles
  - Plus d'une solution = plus d'un idéotype
  - Compromis sont essentiels > un idéotype est un choix
  - L'interdisciplinarité est obligatoire
  
- Deux grandes voies de conception
  - La théorie peut aider... mais l'expertise est cruciale
  - Les modèles sont utiles pour choisir et décider



Merci pour votre attention!

