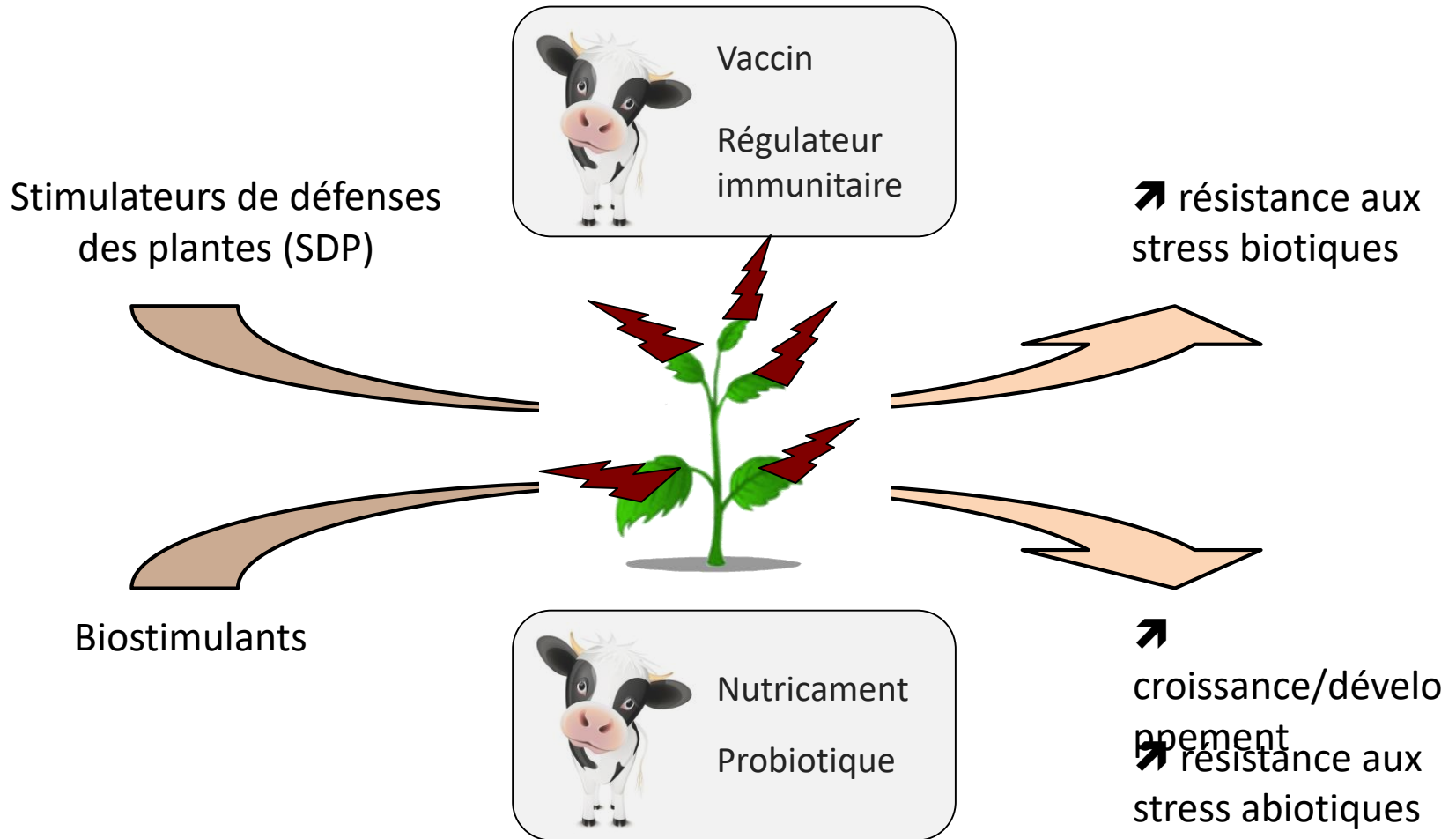


# Nouveaux outils pour évaluer l'effet des stimulateurs des plantes ou améliorer leur utilisation

Marie-Noëlle Brisset

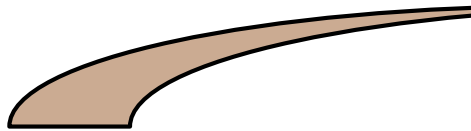
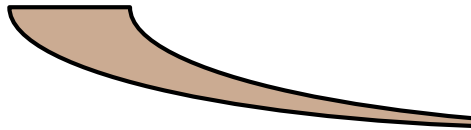


# Les stimulateurs des plantes : de quoi parle-t-on ?

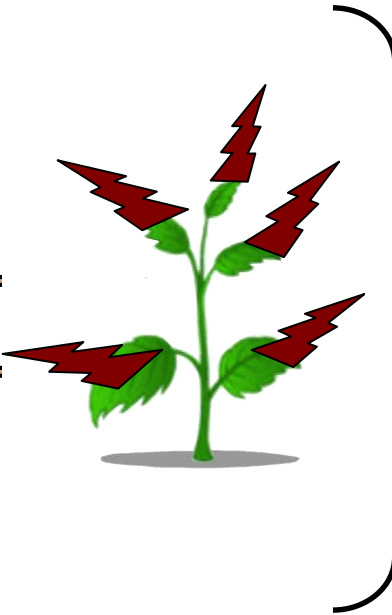


# Les stimulateurs des plantes : de quoi parle-t-on ?

Stimulateurs de défenses  
des plantes (SDP)



Biostimulants



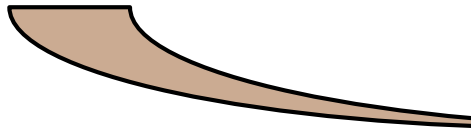
+ Molécules de synthèse

Composés ou extraits d'origine  
naturelle (minérale, organique)

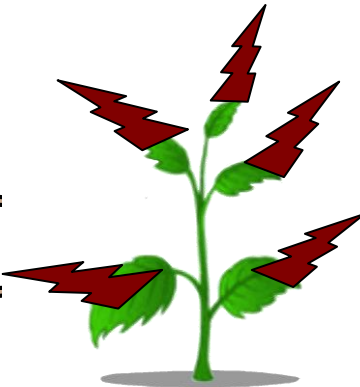
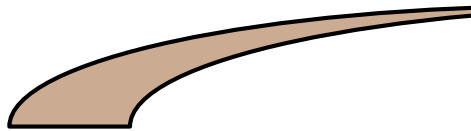
Microorganismes vivants

# Les stimulateurs des plantes : de quoi parle-t-on ?

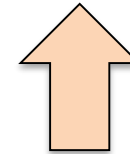
Stimulateurs de défenses  
des plantes (SDP)



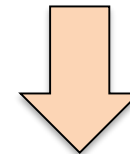
Biostimulant



Réduire les pesticides



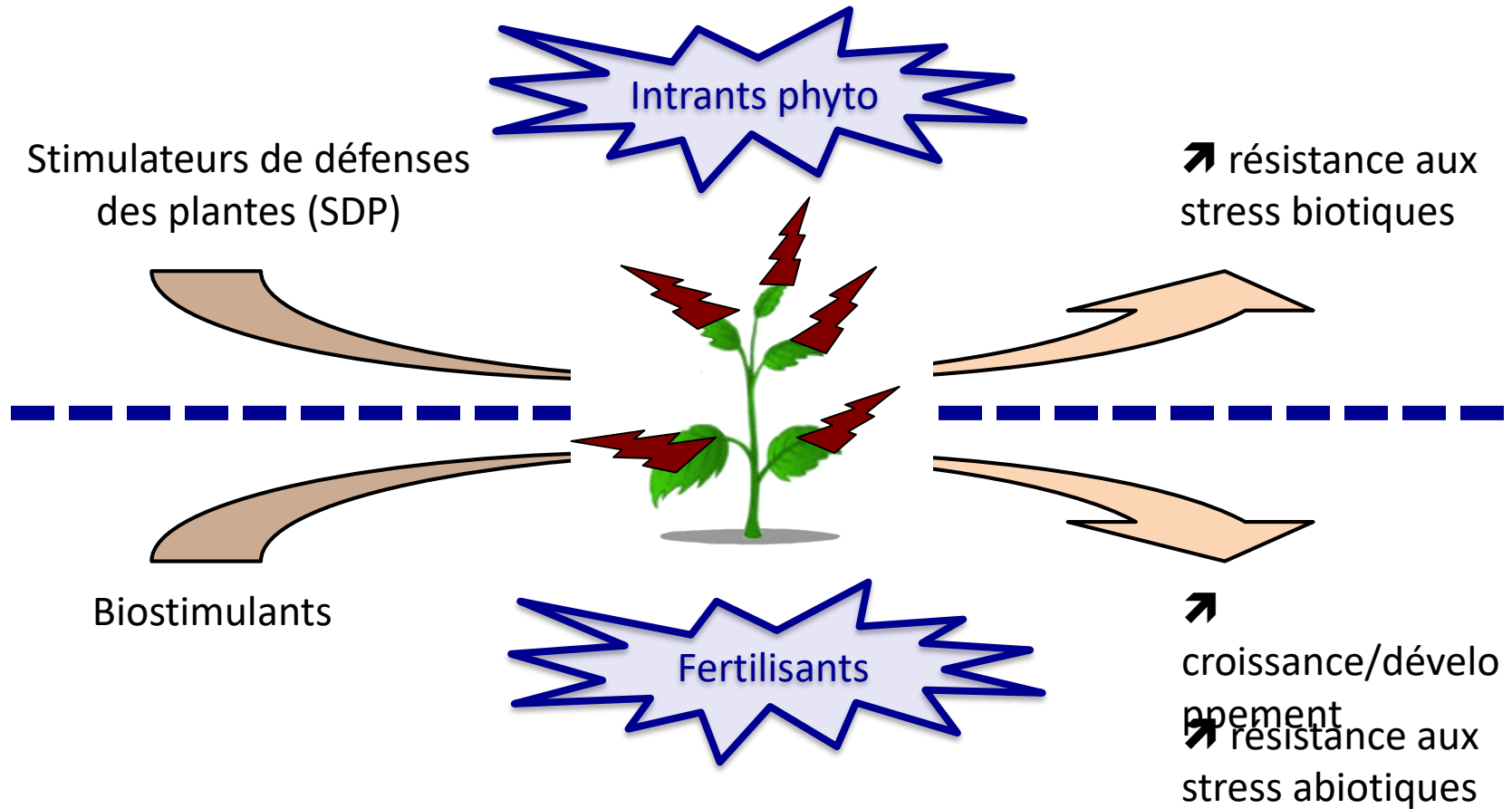
Défi : en faire des acteurs de  
la conduite des cultures



Réduire/compléter les engrais  
classiques

# Les stimulateurs des plantes : de quoi parle-t-on ?

## Règlementation



# Constat

Manque de méthodes et d'outils d'évaluation de l'efficacité des stimulateurs

Pour faciliter le repérage  
de produits « à potentiel »

Labo/serre

Ne conserver que ces produits pour  
des expérimentations en conditions  
de production

Serre/terrain

# Démarche angevine

- 1) Cas de l'outil qPFD pour les SDP
- 2) Elargissement à de nouveaux outils et aux biostimulants en conditions contrôlées
- 3) Elargissement au terrain

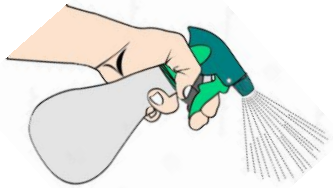
# Démarche angevine

- 1) Cas de l'outil qPFD pour les SDP
- 2) Elargissement à de nouveaux outils et aux biostimulants en conditions contrôlées
- 3) Elargissement au terrain

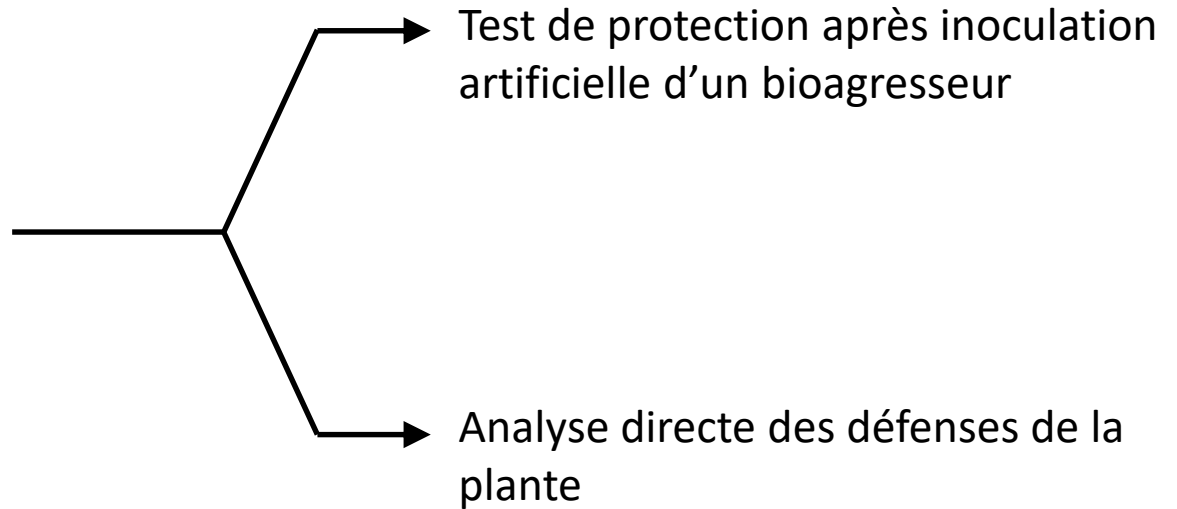


# Criblage de SDP au laboratoire

Deux possibilités



Traitement SDP



qPFD = outil de mesure de ces défenses

# Les défenses des plantes

Ac#on#icide&  
&&#n#tabolites&&#phytoalexines)&  
&&#prot#ines&&#prot#ines&#PR)&  
&&#formes&#ves&#oxyg#ne&#ROS)&

1

Barri#re  
chimique

!!!Renforcement!pari#tal!!  
!polyph#nols!(lignine)!  
!polysaccharides!(callose)!  
!prot#ines!

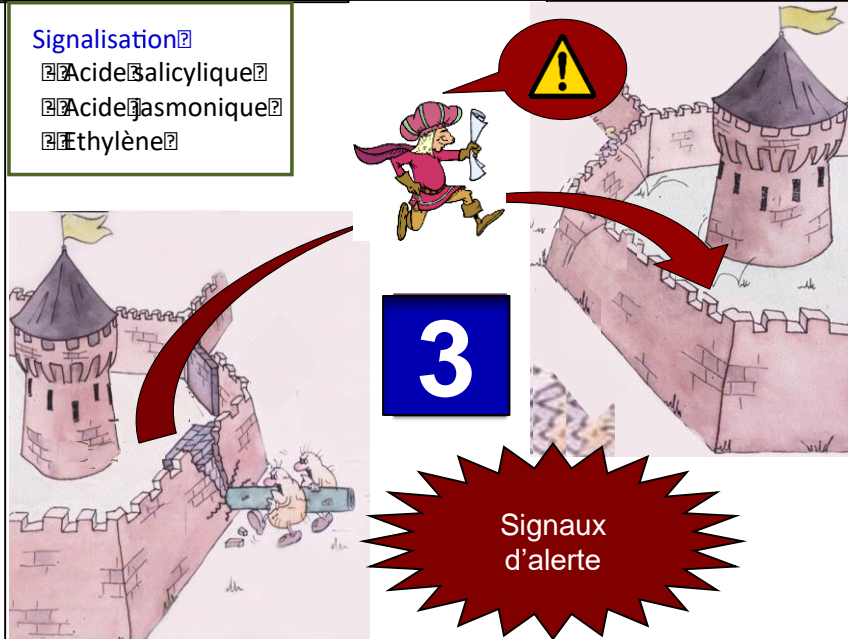
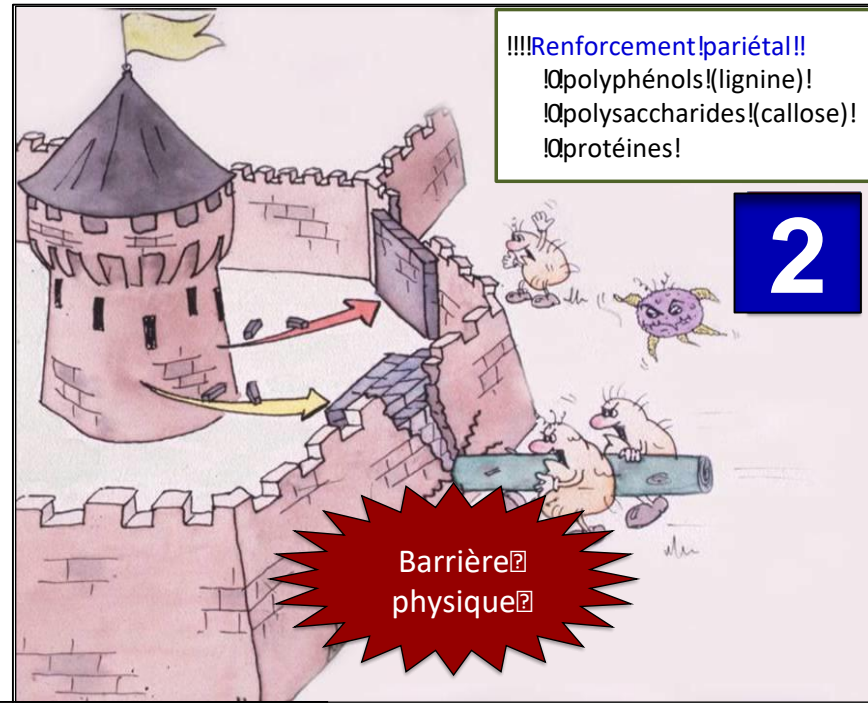
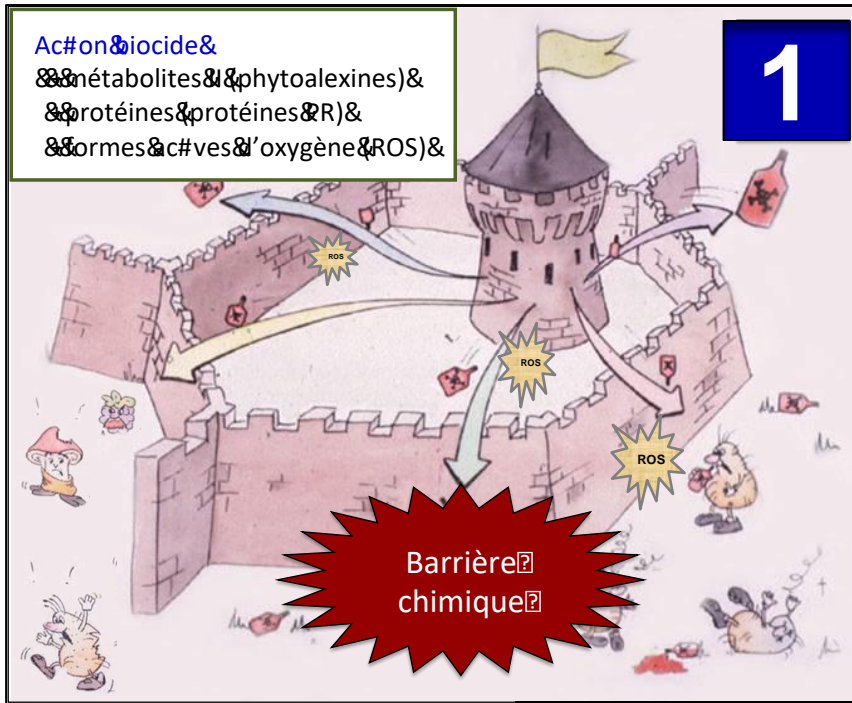
2

Barri#re  
physique

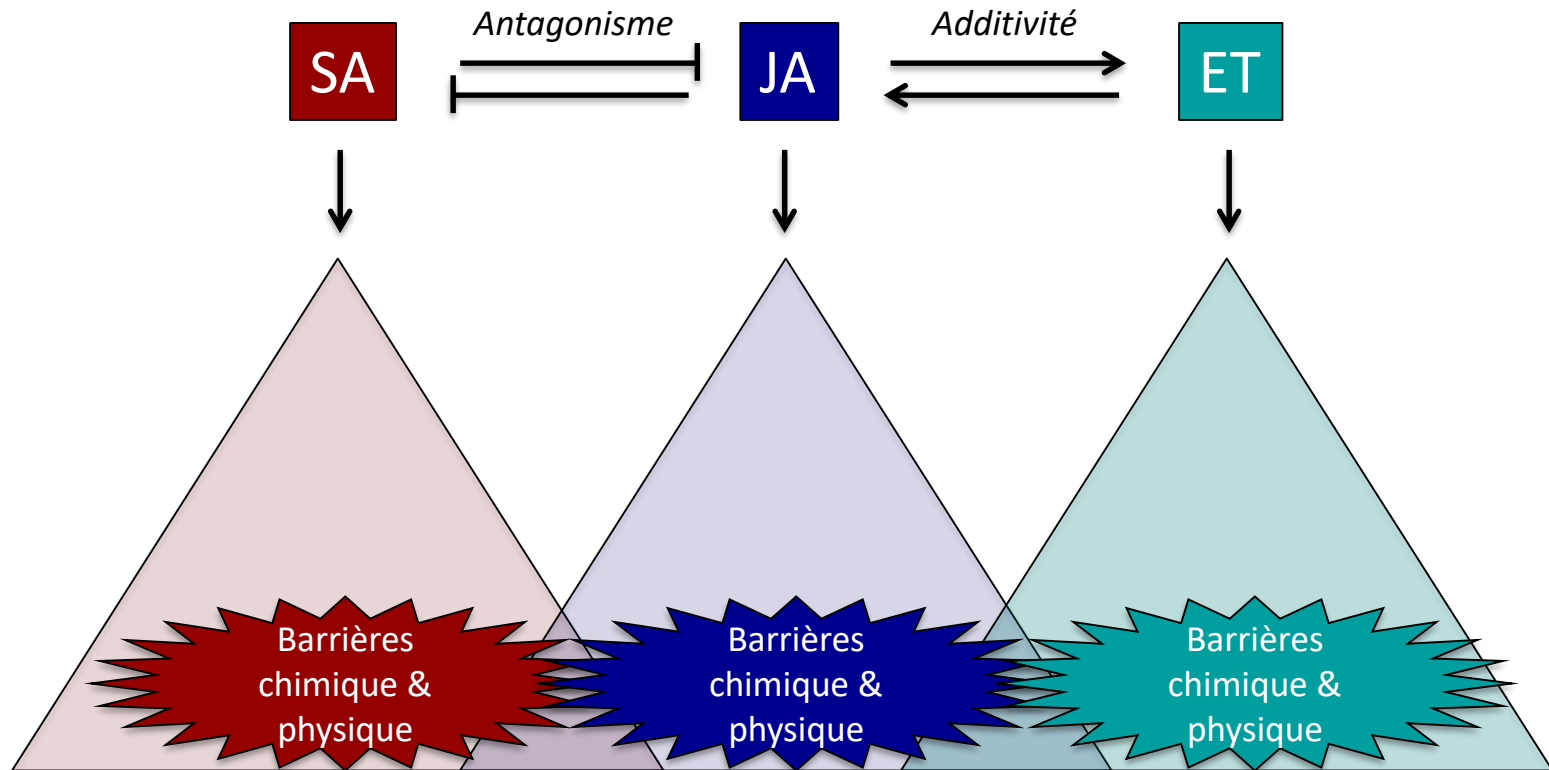
Signalisation  
!Acide!salicylique!  
!Acide!jasmonique!  
!Ethyl#ne!

3

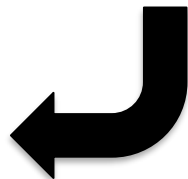
Signaux  
d'alerte



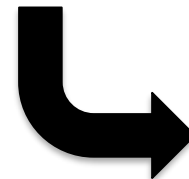
# Trois signaux d'alerte majeurs



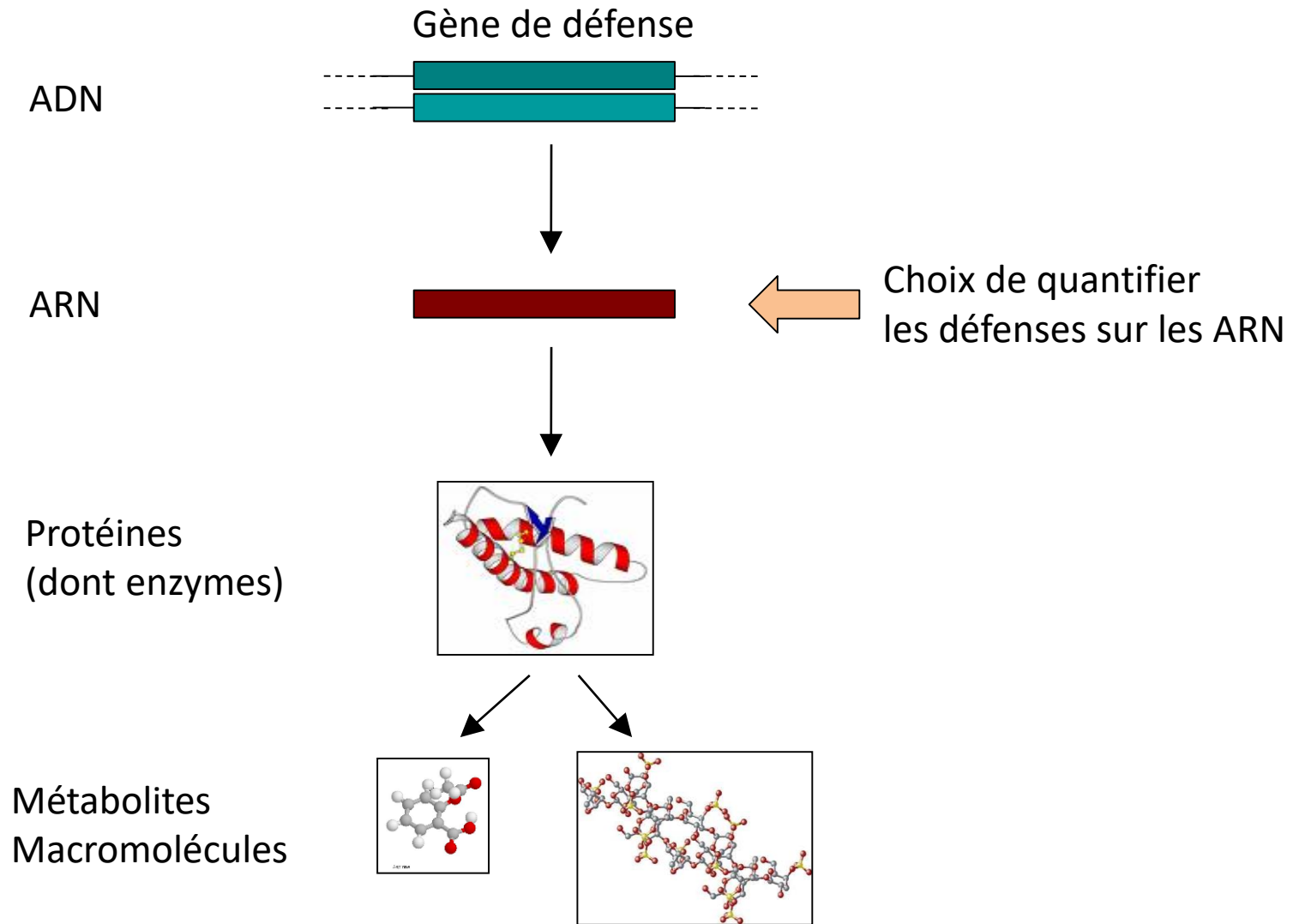
Résistance à certains  
bioagresseurs



Résistance à d'autres  
bioagresseurs



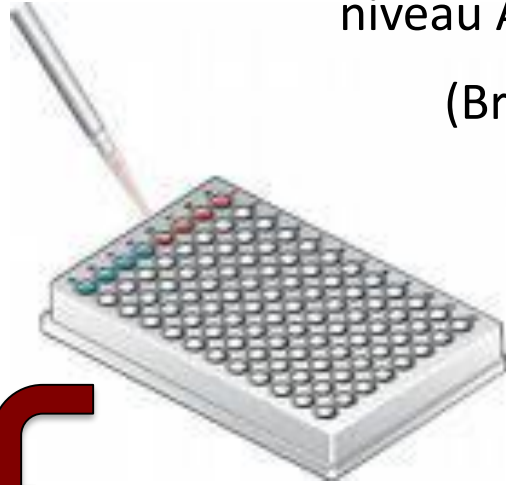
# Comment repérer l'induction des défenses ?



# qPFD = Puce Faible Densité quantitative

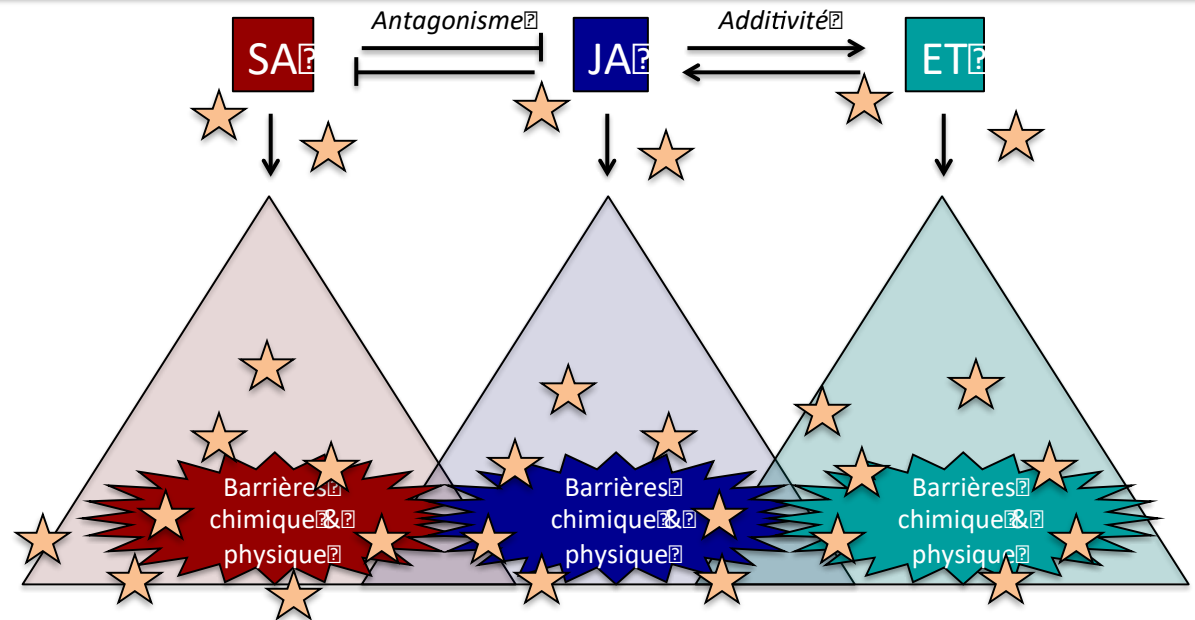
Outil moléculaire prêt à l'emploi pour quantifier 28 marqueurs de défense au niveau ARN dans un tissu de plante

(Brevet WO/2011/161388)



1 plaque = 1 échantillon de tissu

Choix des 28 marqueurs ★



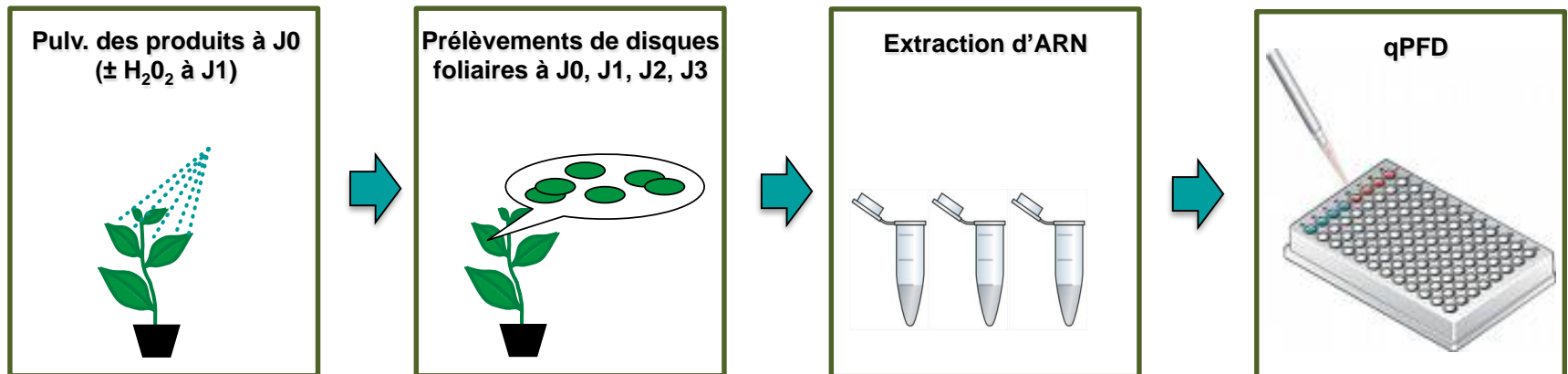
# Matériel et méthode

## Matériel Végétal

Semis de pommier  
(population)

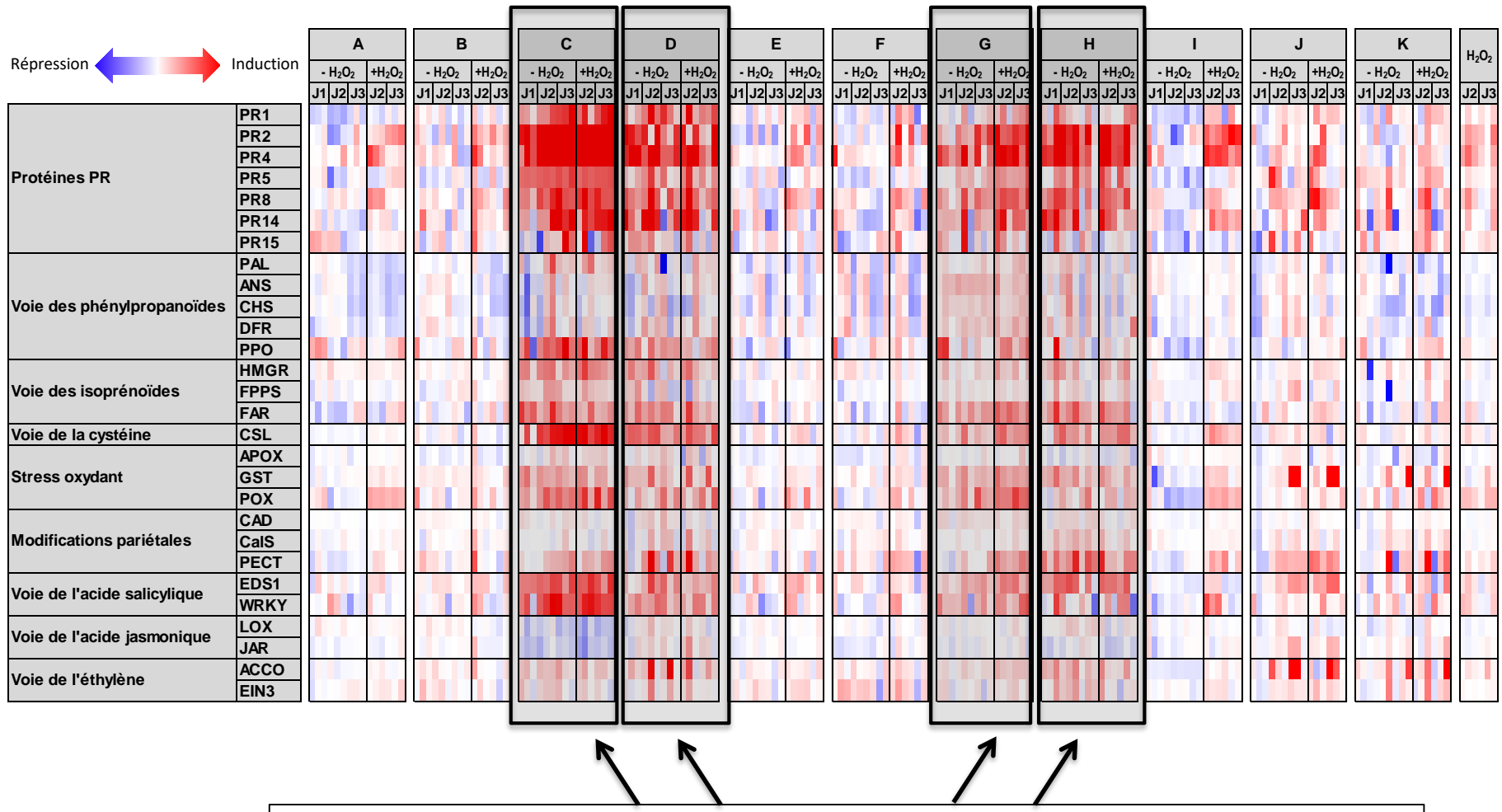


## Méthodologie





# Exemple de résultat avec 11 SDP candidats





# Validation des résultats qPFD avec des résultats de protection vis-à-vis des 3 pathosystèmes majeurs du pommier



Feu bactérien  
(*Erwinia amylovora*)



Tavelure  
(*Venturia inaequalis*)



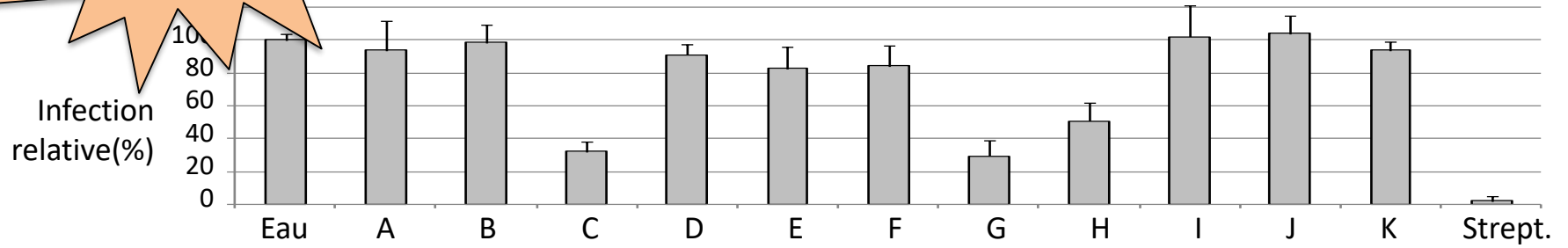
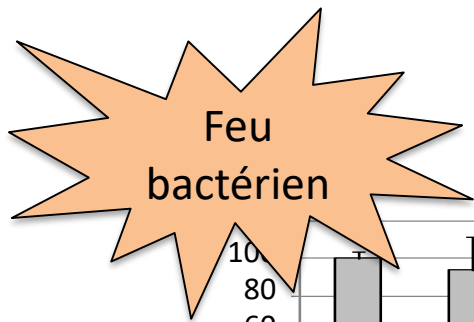
Puceron cendré  
(*Dysaphis plantaginea*)

Semis de pommier  
(population)

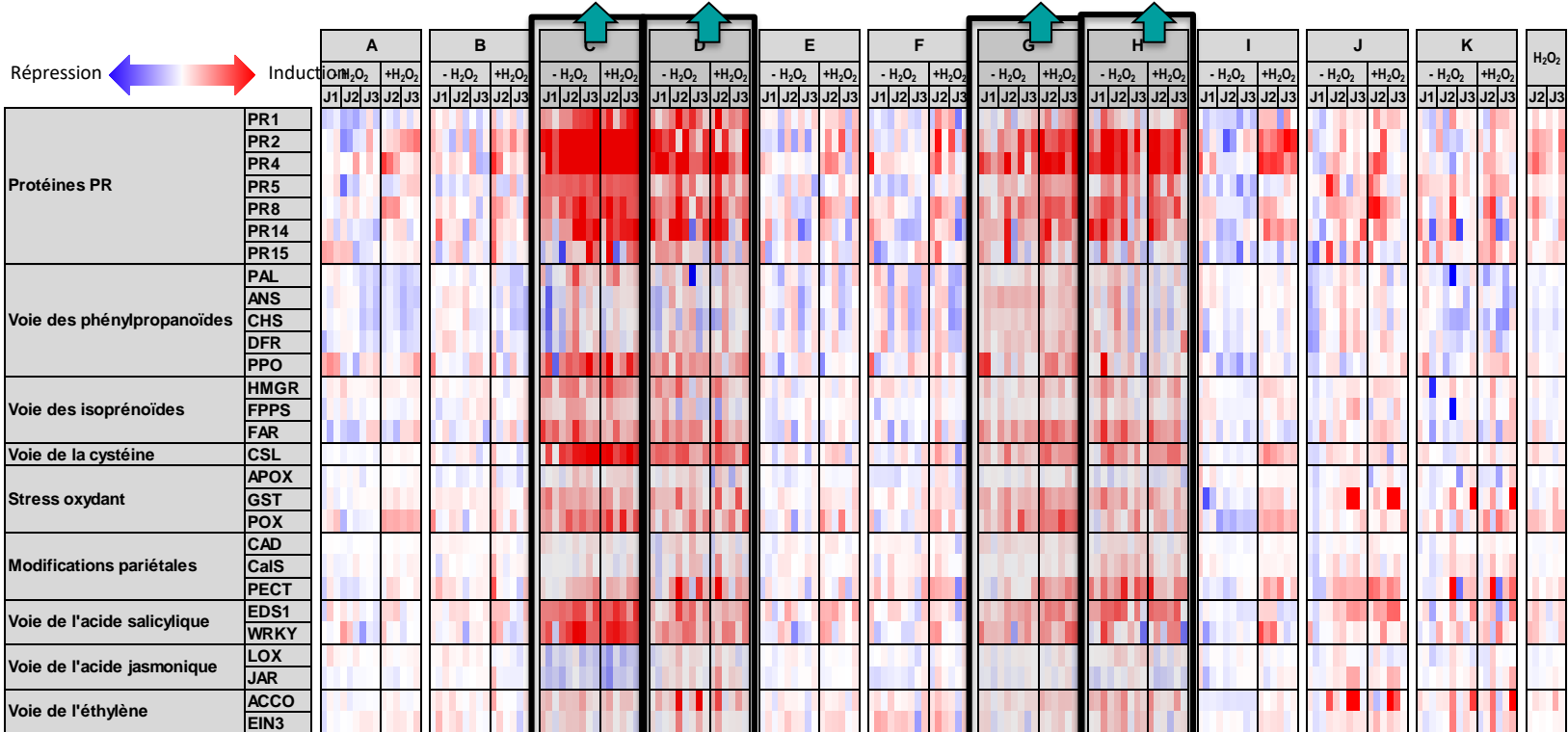
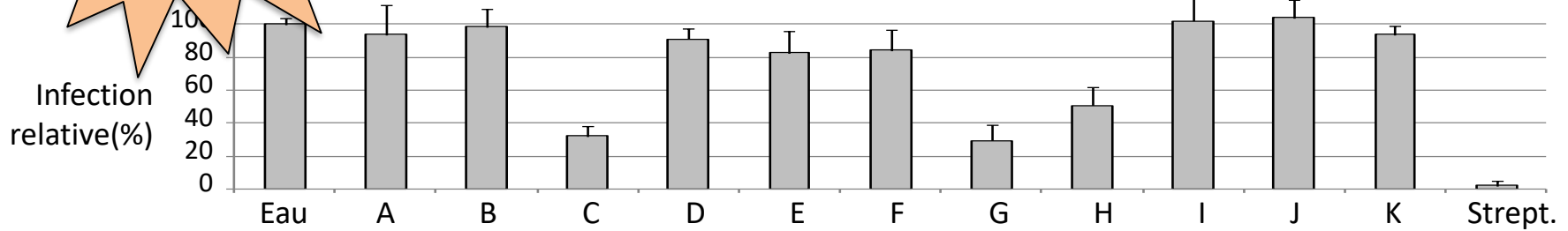
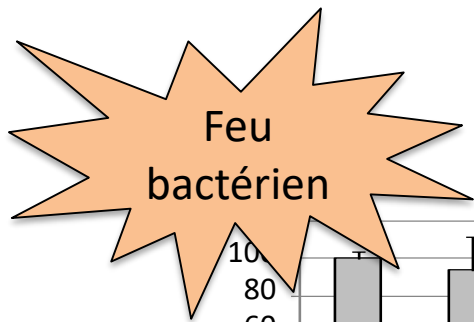


... permettent le complet développement des symptômes typiques

# Résultats de protection avec les 11 SDP candidats



# Résultats de protection avec les 11 SDP candidats



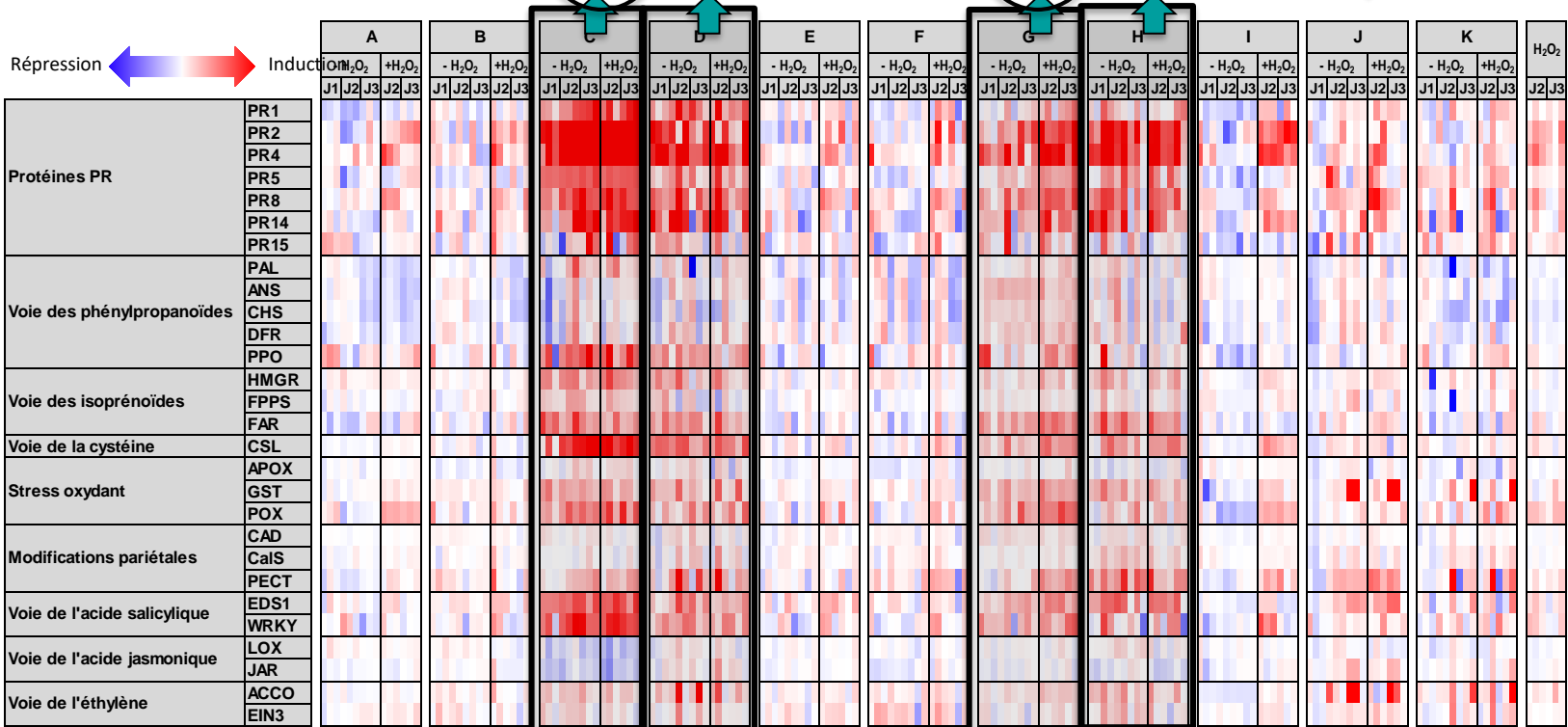
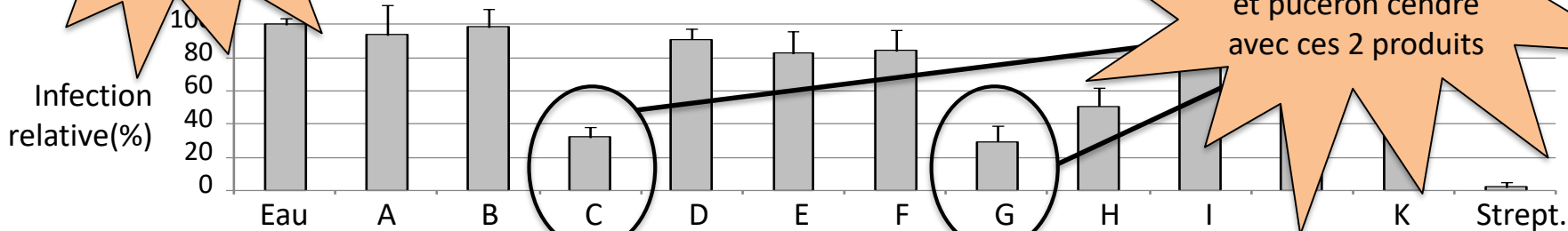
Pas de faux négatifs

Un faux positif

# Résultats de protection avec les 11 SDP candidats

Feu bactérien







Protection aussi obtenu pour tavelure et puceron cendré avec ces 2 produits



Pas de faux négatifs

Un faux positif

# Développée sur pommier (brevet 2011), la qPFD a été étendue à d'autres espèces depuis...

Depuis 2013	Tomate 	Vigne 	Pomme de terre 	Blé 
En cours	Carotte 			
En projet	Colza 			

# Démarche angevine

- 1) Cas de l'outil qPFD pour les SDP
- 2) Elargissement à de nouveaux outils et aux biostimulants en conditions contrôlées
- 3) Elargissement au terrain

# Elargissement à de nouveaux outils et aux biostimulants

➤ Création du LabCom ESTIM en 2016

« Mise au point d'outils d'Evaluation des STIMulateurs des plantes »



UMR IRHS Angers – Arexhor Pays de Loire



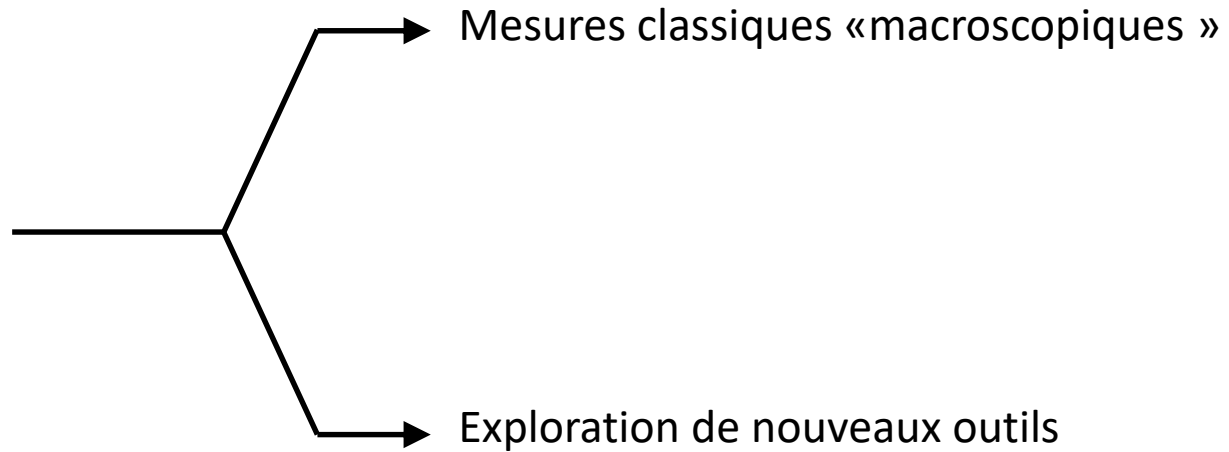
Station d'Angers de l'Institut technique de  
l'Horticulture ASTREDHOR

# Elargissement à de nouveaux outils et aux biostimulants

## Stratégie



Traitement SDP ou biostimulant  
+ stress abiotique éventuel



➤ Etablissement de corrélations

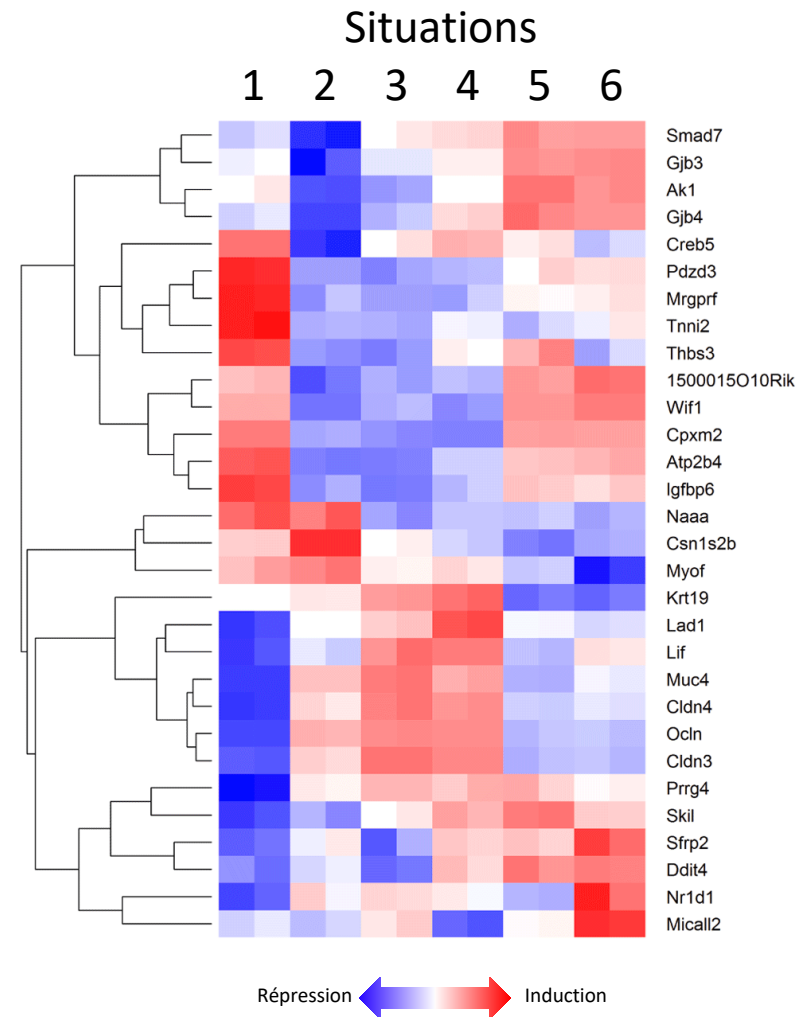


# Elargissement à de nouveaux outils et aux biostimulants



## 1) Outils moléculaires

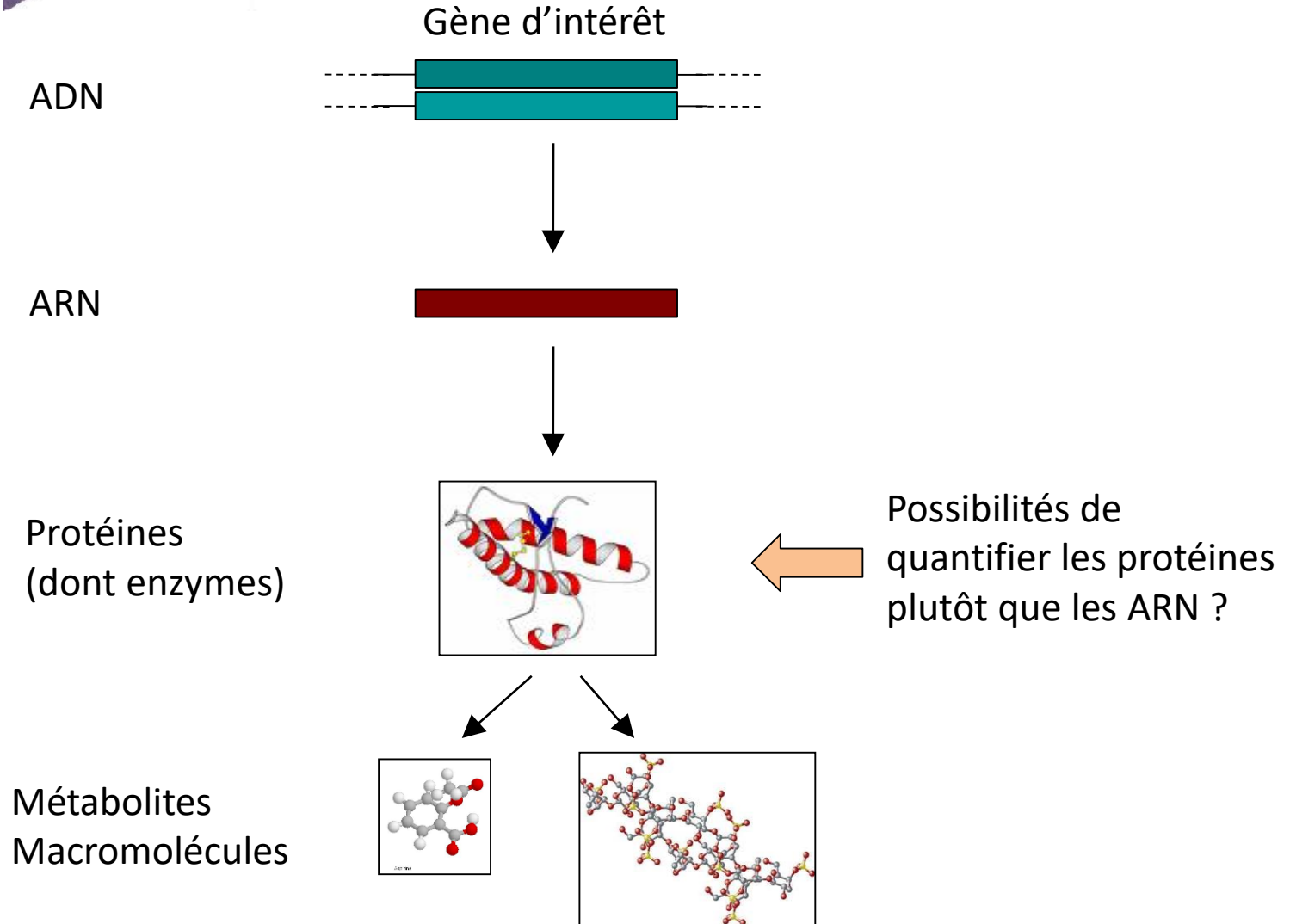
- Démarche comparable à la qPFD
- Recherche de marqueurs moléculaires de réponse de la plante dans ≠ situations 'stress x biostimulants'
- Objectif : cribler des biostimulants qui modulent ces marqueurs



# Elargissement à de nouveaux outils et aux biostimulants



## 2) Outils immunologiques

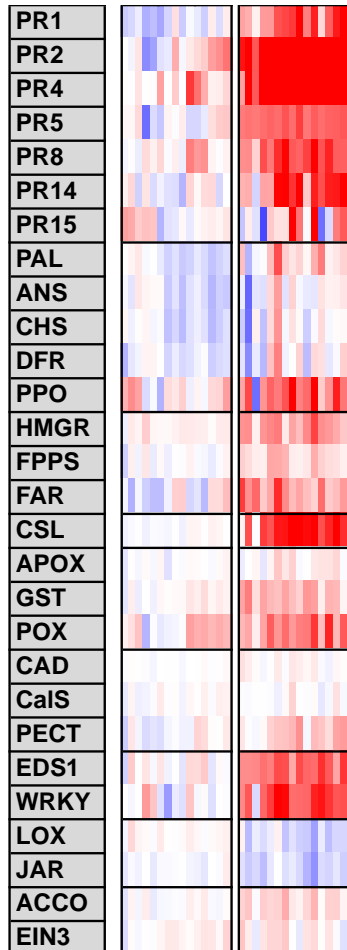


# Elargissement à de nouveaux outils et aux biostimulants



## 2) Outils immunologiques

Eau    Produit X



← Repérage de marqueurs particulièrement réactifs (ARN)



Développement d'anticorps spécifiques (protéines)



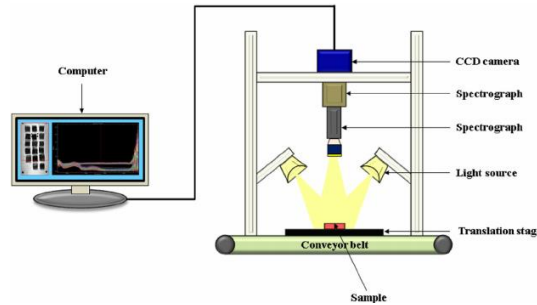
Détection immunologique de l'accumulation des protéines correspondantes



Test ELISA



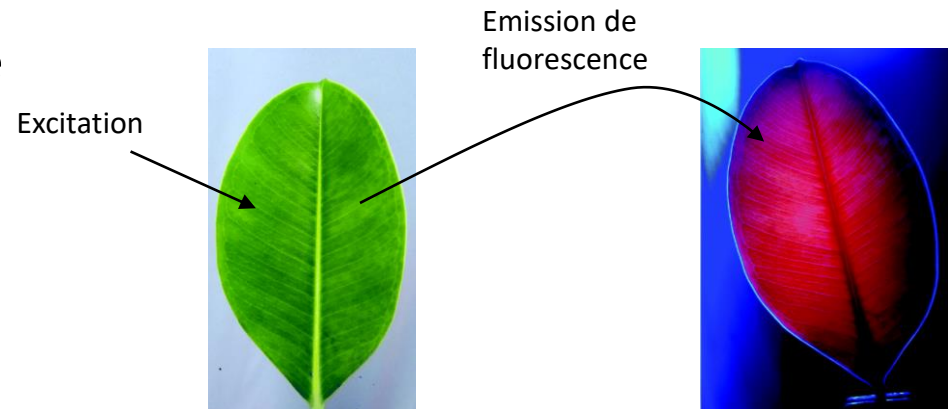
# Elargissement à de nouveaux outils et aux biostimulants



## 3) Outils d'imagerie

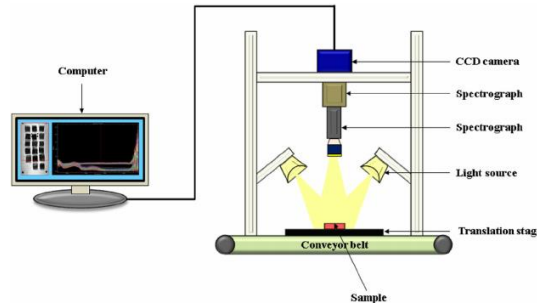
Deux techniques explorées

### 1 - Fluorescence de chlorophylle



- Mesure de la qualité de la photosynthèse
- Tout produit ou stress qui aura une action directe ou indirecte sur la photosynthèse devrait être repéré

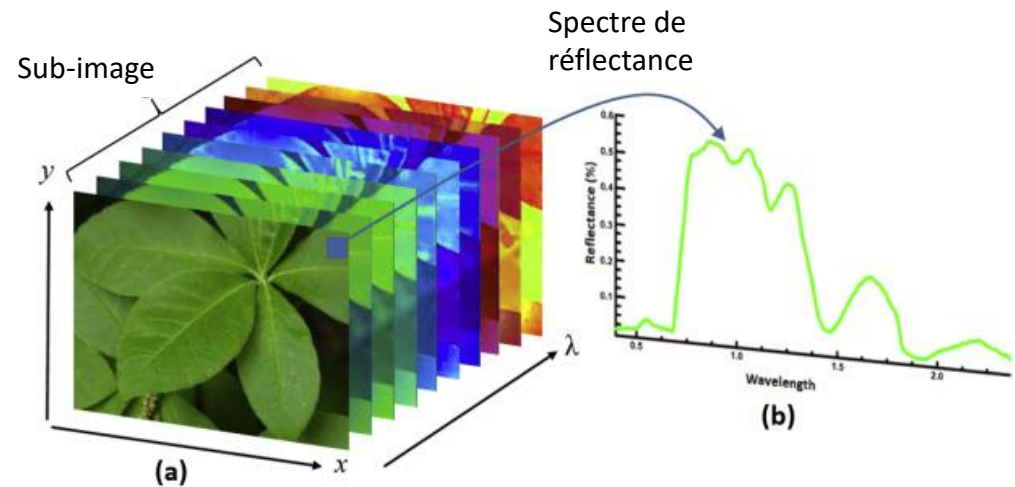
# Elargissement à de nouveaux outils et aux biostimulants



## 3) Outils d'imagerie

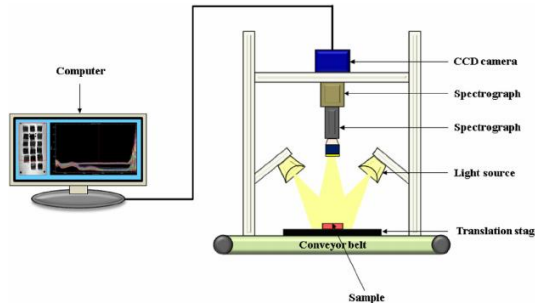
Deux techniques explorées

## 2 - Imagerie hyperspectrale

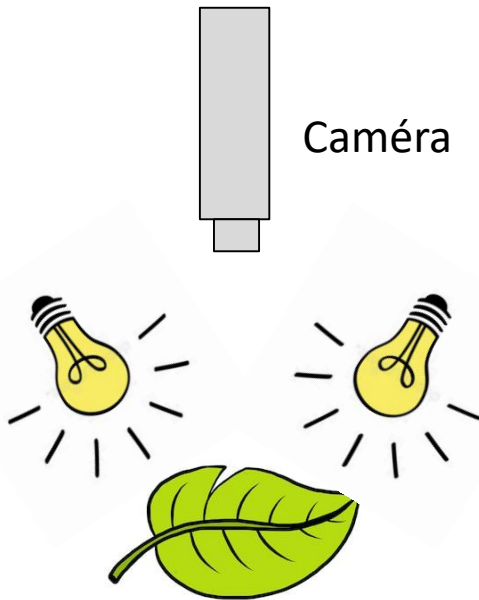


- Reflète la composition des tissus
- Tout produit ou stress qui modifiera cette composition devrait pouvoir être repéré

# Elargissement à de nouveaux outils et aux biostimulants



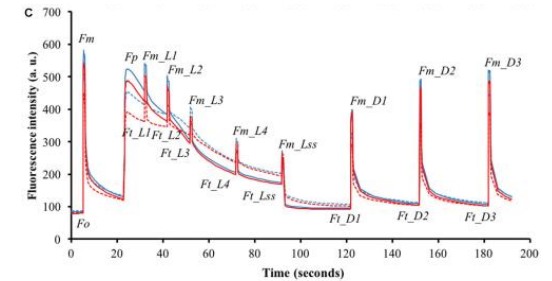
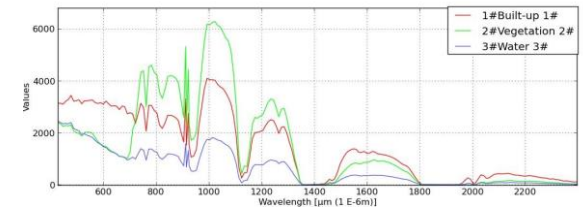
## 3) Outils d'imagerie



Prise d'images



Traitement des images



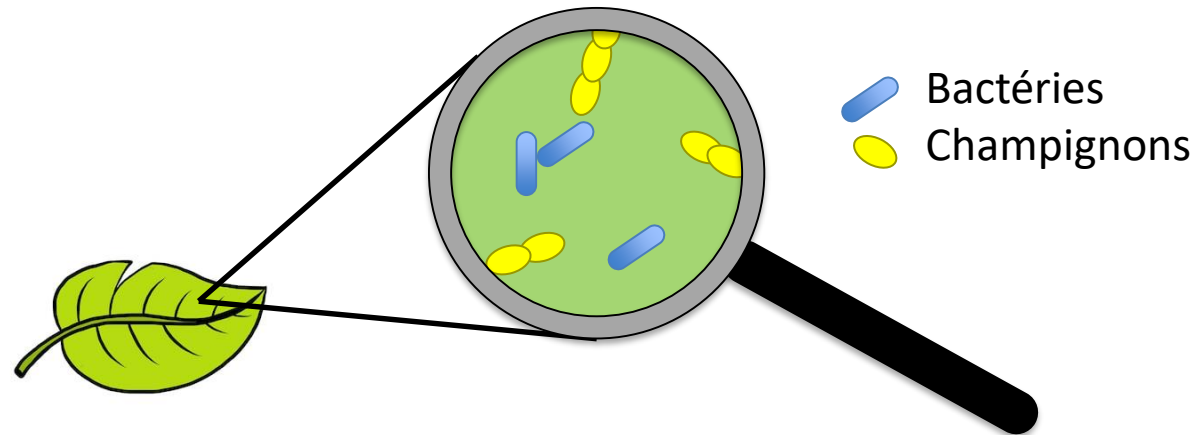
Recherche de signatures de l'effet des stimulateurs  $\pm$  stress

# Elargissement à de nouveaux outils et aux biostimulants



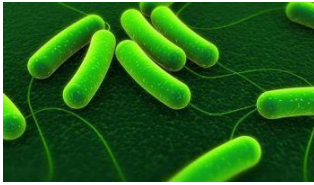
## 4) Outils d'analyse du microbiote

### Microbiote

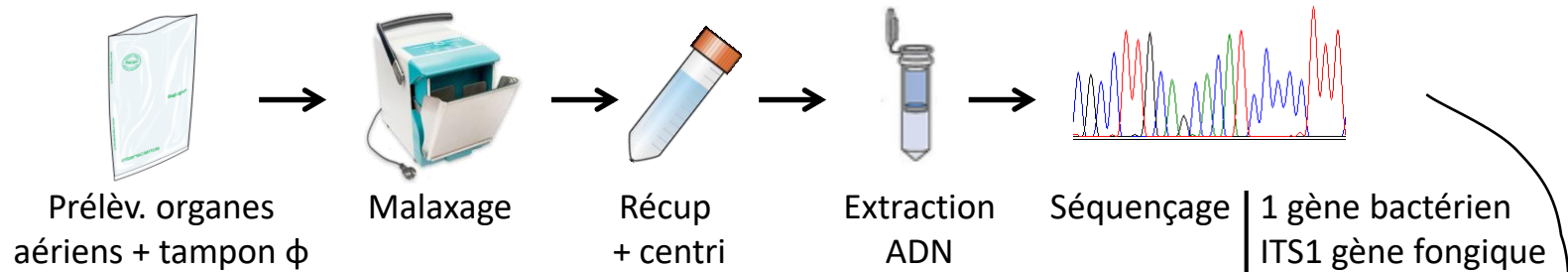


- L'utilisation de stimulateurs des plantes peut jouer (directement ou indirectement) sur la composition du microbiote

# Elargissement à de nouveaux outils et aux biostimulants

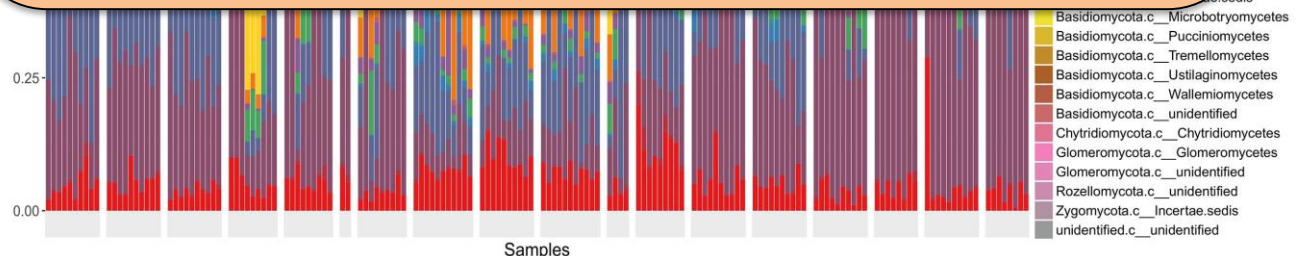


## 4) Outils d'analyse du microbiote



Situations produits  $\pm$  stress

- De plus en plus d'évidences que le microbiote joue un rôle déterminant dans la santé et la productivité des plantes
- Il faut éviter de diminuer les microbes bénéfiques, voire les favoriser (synergie)





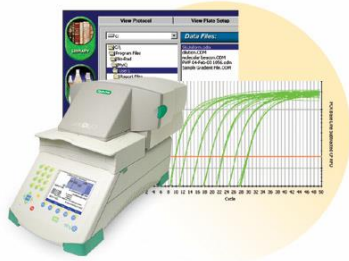
# Démarche angevine

- 1) Cas de l'outil qPFD pour les SDP
- 2) Elargissement à de nouveaux outils et aux biostimulants en conditions contrôlées
- 3) Elargissement au terrain

# Outils envisagés dans le futur

Laboratoire

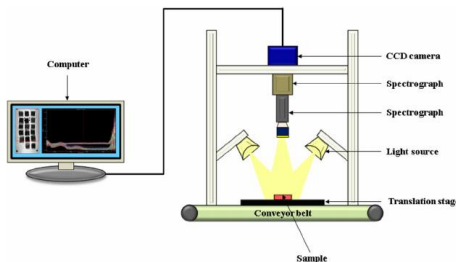
Terrain



Outils moléculaires



Outils immunologiques



Outils d'imagerie



# Conclusion

- Travail en cours
- Tâche complexe en raison de la multiplicité des situations à étudier

➤ RV dans quelques temps !

## **ResPom**

M.N. Brisset  
M. Gaucher  
A. Degrave  
A.S. Poisson



## **Fungisem**

P. Grappin  
T. Guillemette  
P. Simoneau  
C. Champion



## **Emersys**

T. Boureau  
M. Barret



## **Laris**

E. Belin



Recherche



## **Arexhor PL**

A. Ferre  
M. Tragin



Entreprise

Merci pour votre attention