

SEMINAIRE du groupe de travail MEDIEVAL

(Méthodes et dispositifs Innovants d'Evaluation du matériel végétal fruitier)

Date : 25/11/2014

Lieu : Ctifl, Centre de Balandran

Rédacteurs : M. Guadagnini-Palau, D. Plénet, B. Jeannequin, C. Hilaire

Animateurs de la réunion : Benoît Jeannequin (INRA), Daniel Plénet (INRA), Christian Hilaire (Ctifl)

Personnes présentes :

B. Jeannequin (INRA), JL. Regnard (Sup-Agro), D. Gómez-Candón (Sup-Agro), C. Pinet (Serfel), S. Codarin (Ctifl), F. Dosba (Montpellier SupAgro/GIS Fruits), D. Plénet (INRA), C. Hilaire (Ctifl), J. Ruesch (Ctifl), V. Mathieu (Ctifl), G. Charlot (Ctifl), C. Tronel (Ctifl/CEHM), S. Pinczon du Sel (La Tapy), F. Warlop (Grab), M. Guadagnini-Palau (Ctifl/INRA), Laurent Brun (INRA), C-E. Parveaud (ITAB), BIP, B. De Solan (Arvalis), E. Hostalnou (CA66/Sica Centrex), M. Al Rifai (INRA), S. Stevenin (Sefra), M. Rames (BIP), F. Lheureux (Ctifl).

Personnes excusées : Y. Bintein (Ctifl), J-M. Audergon (INRA), S. Colleu (INRA/Gis Fruits)

1. Programme du séminaire

✓ **Présentation de projets mettant en œuvre une vision prospective du phénotypage**

Le projet PHENOME – Benoit de Solan (Arvalis- UMT CAPTE Avignon)

Phénotypage par imagerie drone sur essais variétaux fruitiers : quels dispositifs de terrain ? Quelles méthodologies ? Quelles variables ? Quelle exploitation des données ? – Jean-Luc Regnard (Montpellier SupAgro- UMR AGAP)

Cf. présentations ppt

✓ **Rappel du chantier MEDIEVAL : objectifs, état d'avancement et livrables attendus**

✓ **Méthodes à développer pour prendre en compte les nouveaux enjeux :**

Proposition d'une méthode de travail

Présentation du travail réalisé pour l'axe « Sensibilité aux bio-agresseurs »

Réflexions et synthèse pour les axes « comportement agronomique », « qualité des fruits » et « stress abiotiques »

Suite du chantier et organisation

2. Rappel (objectifs, état d'avancement et livrables attendus)

✓ **Objectifs du groupe MEDIEVAL**

Les objectifs principaux du groupe sont :

- Contribuer à dresser un état des lieux objectif et une analyse critique des dispositifs actuels d'évaluation du matériel végétal ;

- Identifier les nouveaux outils et méthodes pour améliorer la caractérisation du matériel végétal fruitier.

Une contribution supplémentaire pourra être apportée pour faire des propositions permettant d'améliorer l'efficacité technique et économique des méthodes et dispositifs d'évaluation au sein de la filière Fruits.

✓ **Etat d'avancement et calendrier du groupe MEDIEVAL**

Séminaire 1 (1/10/2013 à Paris) : Etat des lieux des modalités d'évaluation pour chaque espèce fruitière

- Exposé introductif de Jean-Marc Meynard (Inra SAD) : « Quelques réflexions sur l'évaluation variétale. Cas des grandes cultures »
- Etat des lieux des modalités d'évaluation pour chaque espèce fruitière
- Synthèse de J.-M. Audergon

Séminaire 2 (13/12/2013 au Ctifl Balandran) : Identifier les enjeux liés aux évolutions des dispositifs avec 2 ateliers : (Synthèse de Vincent Mathieu, C. Hilaire, M. Millan et J-M Montagnon)

- Dispositifs expérimentaux pour évaluer les caractéristiques du matériel végétal adapté à la diversité des modes de production
- Modalités de phénotypage du comportement du matériel végétal en réponse aux enjeux de durabilité

Séminaire 3 (20/02/2014 à Paris) :

- Exposé introductif de Catherine Bastien (Inra AGPF) : Réseaux et dispositifs expérimentaux d'évaluation du comportement variétal chez le peuplier
- Présentation de la démarche d'analyse prospective développée par FranceAgriMer
- Discussion autour des enjeux d'un projet CasDar « Quelles variétés adaptées aux futurs systèmes de production arboricoles et aux futures demandes de fruits ? » projet travaillé par les porteurs mais *non déposé*

✓ **Livrables attendus du groupe MEDIEVAL**

Rédaction d'un rapport de synthèse dressant un état des lieux de l'évaluation variétale chez les différentes espèces fruitières, des dispositifs et méthodes mobilisés, et des perspectives de progrès offertes par les évolutions technologiques

Identification de projets destinés à adapter les dispositifs et les méthodes d'évaluation aux nouveaux enjeux.

✓ **Objectifs de la journée**

Préparer une synthèse « collective » qui alimentera le rapport du groupe MEDIEVAL :

- **Des enjeux et méthodes innovantes à identifier** (Compléter / Structurer / Hiérarchiser collectivement les informations recueillies lors des deux premiers séminaires),
- Des projets de recherche-expérimentation à co-construire notamment à déposer au prochain appel à projet CasDar CTPS (5 mars 2015).

3. Echanges sur les dispositifs et méthodes à développer pour prendre en compte les nouveaux enjeux

Le groupe MEDIEVAL a mené ses réflexions sur les 4 axes choisis lors des précédents séminaires :

- **Comportement agronomique,**
- **Qualité des fruits,**
- **Stress abiotiques – adaptation au changement climatique,**
- **Stress biotiques (sensibilité aux bioagresseurs).**

✓ **Suite au travail entrepris sur l'axe « sensibilité aux bioagresseur » depuis juillet 2014 (recrutement de Marine Guadagnini-Palau employée par le Ctifl, sur financement du Gis Fruits), les premiers résultats ont été présentés à titre d'exemple de démarche de travail.**

Cf. présentation ppt « Sensibilité aux bioagresseurs - État des lieux et Analyse des ressources disponibles »

✓ **Concernant les trois autres axes « Comportement agronomique », « Qualité des fruits » et « Stress abiotiques et adaptation au changement climatique », une synthèse des réflexions issues des premiers séminaires a été réalisée selon le plan suivant :**

- Dispositifs existants, critères d'observation actuels, capitalisation et diffusion des résultats
- Analyse critique des dispositifs existants
- Lister / préciser les questions émergentes
 - Compléter / Préciser les questions émergentes identifiées lors des 1^{er} séminaires
 - Hiérarchiser les questions selon le point de vue des experts
- Identifier (ou non) les nouvelles méthodes potentiellement mobilisables pour évaluer le matériel végétal
 - Compléter / Préciser les méthodes « mobilisables » identifiées lors des 1^{er} séminaires
 - Identifier les points nécessitant des études et des recherches complémentaires
- Croiser « questions émergentes / nouvelles méthodes »
 - Compléter et hiérarchiser les informations (avis des experts)
- Synthétiser les informations et les réflexions

Cf. présentation ppt « Démarches et Réflexions sur les 4 axes »

✓ **Suite à ces présentations ont été abordés les points suivants (liste non exhaustive) :**

Sensibilité aux bioagresseurs

- Quels tests génétiques pour évaluer la résistance du matériel végétal : faire attention à la spécificité des souches, au spectre de virulence...
- Repérer les nouveaux couples espèce x bioagresseur (ex. anthracnose du pommier...)
- Coûts pour adapter une méthode à un nouveau couple ?
- Intérêt des dispositifs d'évaluation participatif (nécessité d'un travail en réseau et structuré) comme complément des dispositifs en station d'expérimentation
- Plus impliquer les éditeurs/pépiniéristes au travail d'évaluation
- Comment intégrer les aspects commerciaux d'une variété (ex. une variété assez sensible aux bioagresseurs mais très bien valorisée commercialement) ?

Comportement agronomique

- Mieux valoriser les dispositifs actuels : quel soutien méthodologique pour analyser les données de réseaux multisites (bases de données actuelles). Il faut identifier les variables complémentaires nécessaires à cette analyse (données météo., etc.)
- Discussion sur l'analyse G x E : elle devrait permettre de calculer l'interaction GxE et d'identifier les critères qui sont sensibles ou non à l'environnement et aux effets années. Ce type d'analyse pourrait peut-être permettre d'alléger les observations dans les réseaux, si un critère ne présente pas de variabilité inter-site, il suffira de l'observer dans un seul site
- Importance d'avoir un protocole d'observation homogène sur tous les sites
- Cette analyse GxE mériterait un travail de recherche pour démontrer effectivement son intérêt (preuve du concept) et illustrer la démarche à utiliser avant une généralisation. Pour ceci, il faut une convention qui protège les apporteurs de données (travail à conduire impérativement en partenariat)
- Evaluer aussi les possibilités d'analyser le lien matériel végétal et mode de conduite

Qualité des fruits

- L'aspect qualité nutritionnelle n'est pas une priorité des dispositifs d'évaluation du matériel végétal (ces études peuvent se faire sur d'autres dispositifs) [Nb : À noter cependant qu'il serait nécessaire d'avoir quelques études pour quantifier la variabilité de la qualité nutritionnelle et montrer l'importance ou non du Génotype]
- Très fort intérêt pour le phénotypage haut débit pour mesurer la qualité des récoltes, surtout pour les méthodes non destructives (suivi de la maturité, etc.) et la mise au point de méthodes de prédiction des dates de récolte
- Intérêt pour mettre au point des indices intégrateurs de la qualité des fruits (ex. des travaux sur pommier)
- Ne pas oublier de mesurer aussi l'aptitude à la transformation des fruits au cours de process de fabrication de produits transformés (compotes, jus, etc.)
- La problématique qualité des fruits doit être travaillée en lien avec le groupe qualité du GIS Fruits (développement méthodologique)

Stress abiotiques

- Adaptation aux changements climatiques : importance du critère « anomalies florales » sur certaines espèces
- Cette thématique fait aussi partie de groupes de travail et de projets de recherches soutenus par le GIS Fruits (personnes identifiées : V. Mathieu, J.-P. Bosc, C. Pinet)
- Importance de l'évaluation du comportement des porte-greffe (fruits à noyau et fruits à pépins) face aux stress abiotiques (et biotiques) et aux problèmes de fatigue des sols – Quels efforts y consacrer ?
- Évaluer l'intérêt d'une évaluation du comportement du matériel végétal en conditions contrôlées (dispositif en pot, sous serre...) : validité de certains indicateurs de réponse observés dans ces conditions pour « extrapoler » à des comportements au champ ?
- Sur certaines espèces, importance de l'étude du comportement à l'asphyxie racinaire (cerisier)

✓ **Suite du séminaire**

Après ces échanges, 4 **groupes de travail** ont été constitués afin de rédiger par axe un **document** qui sera **envoyé** aux animateurs du groupe MEDIEVAL avant **le 30 janvier**.

Ce document, d'environ 10 pages + annexes, devra être rédigé suivant le plan suivant :

1 – Dispositifs, méthodes et critères existants

- Etat des lieux
- Capitalisation et diffusion des résultats
- Analyse critique

2 – Questions émergentes :

- Quelles nouvelles méthodes et/ou quels dispositifs à développer pour répondre aux nouveaux enjeux ?
- Identifier les projets R&D potentiels à co-construire

Annexes à fournir avec le document : protocoles d'observation, méthodes de caractérisation, etc.

Ces documents seront intégrés au **rapport du groupe MEDIEVAL**.

Les personnes identifiées pour coordonner (en gras) et participer à la rédaction sont :

- Axe « comportement agronomique » : **D. Plénet**, G. Charlot, **C. Hilaire**, S. Codarin,...
- Axe « Qualité des fruits » : **S. Codarin**, P. Vaysse, J-M. Audergon ...
- Axe « Stress abiotiques et adaptation aux changements climatiques » : **V. Mathieu**, C. Pinet, C. Hilaire, J. Luc Regnard et S. Codarin (pour les aspects porte-greffe-fatigue du sol),...
- Axe « Sensibilité aux bioagresseurs » : **M. Guadagnini-Palau**, L. Brun, J.M. Audergon, J. Ruesch,...

Document à envoyer avant le 30 janvier à :

Marine GUADAGNINI-PALAU

Tél : 04.32.72.24.56

e-mail : marine.guadagnini-palau@avignon.inra.fr



Groupe MEDIEVAL

Méthodes et Dispositifs innovants pour
l'Evaluation du matériel végétal Fruitier

Méthodes à développer pour prendre
en compte les nouveaux enjeux

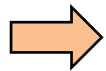
Séminaire du 25 novembre 2014
au Ctifl centre de Balandran

Objectifs de la journée



Préparer une synthèse « collective » pour :

- Alimenter le rapport du groupe MEDIEVAL
- Définir les priorités pour un projet CasDAR
 - Des enjeux à identifier (formaliser et hiérarchiser)
 - Des méthodes innovantes à identifier



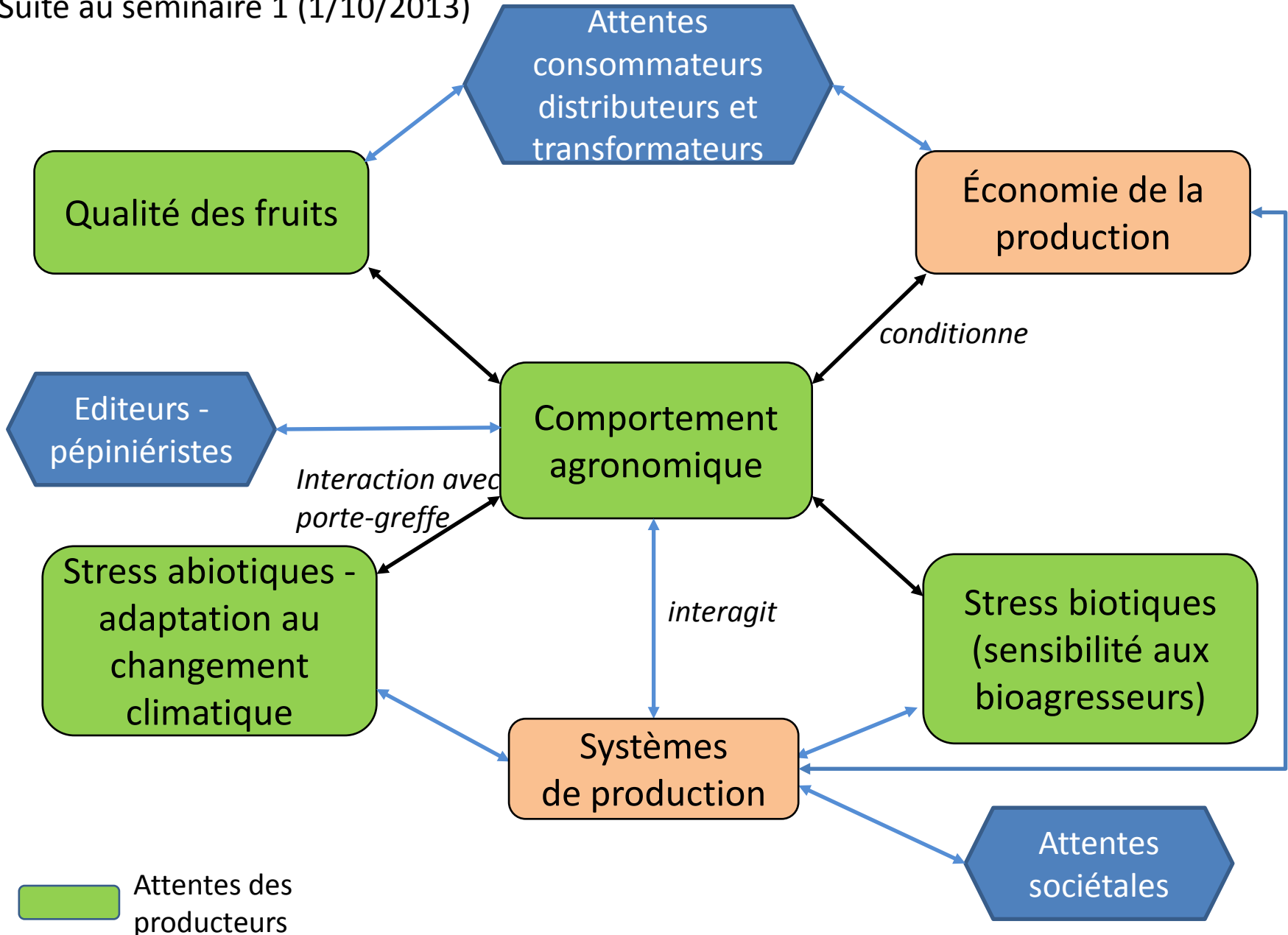
Compléter / Structurer / Hiérarchiser collectivement les informations recueillis lors des deux premiers séminaires pour pouvoir **rédigier** une première version du rapport MEDIEVAL et le projet CASDAR

Proposition d'une méthode de travail

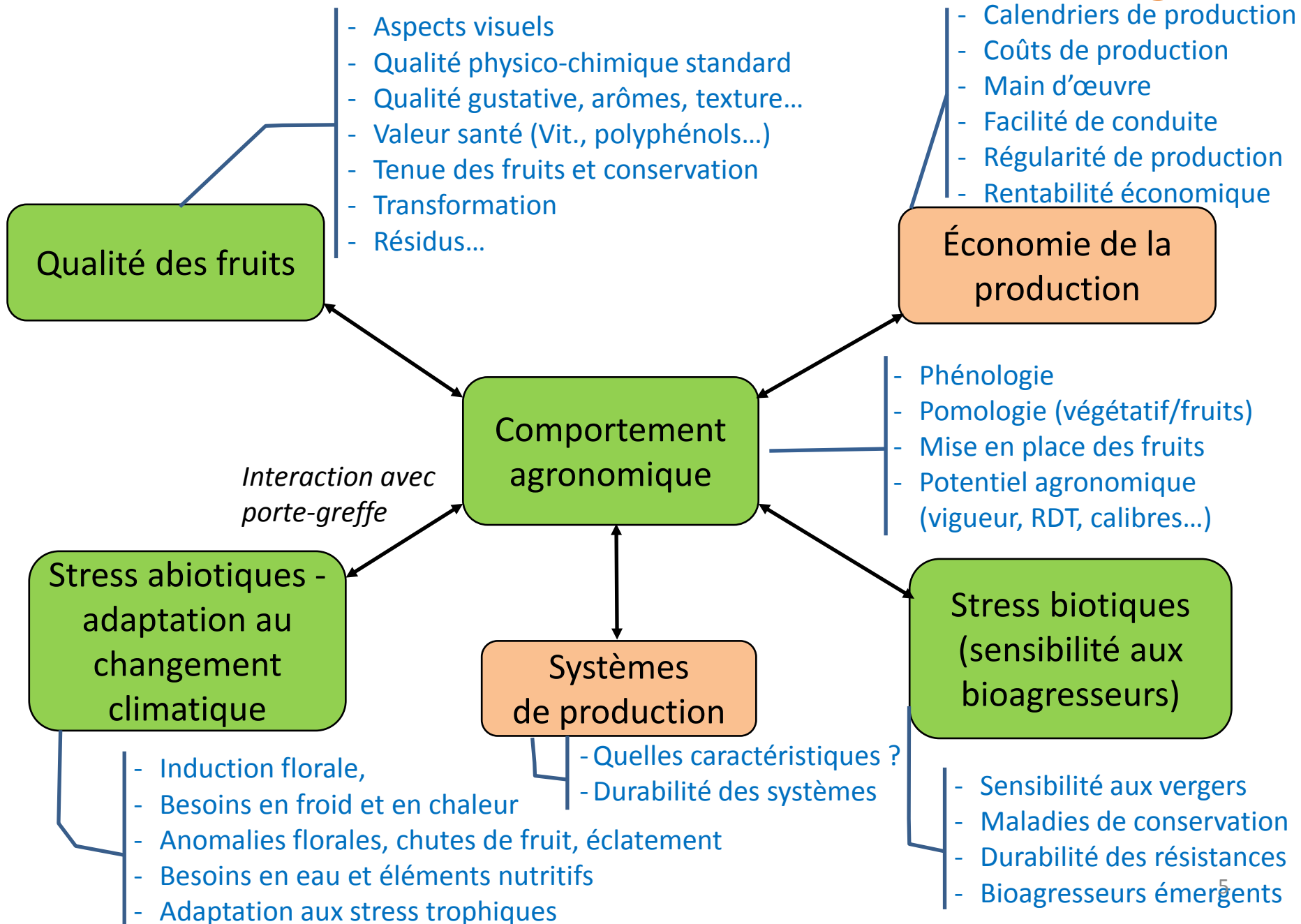
- Les axes majeurs pour répondre aux différents enjeux
- Une grille d'analyse commune
- Travail réalisé pour l'axe « Sensibilité aux bioagresseurs »
- **Atelier** : réflexions sur les 3 autres axes

Axes de l'évaluation du matériel végétal

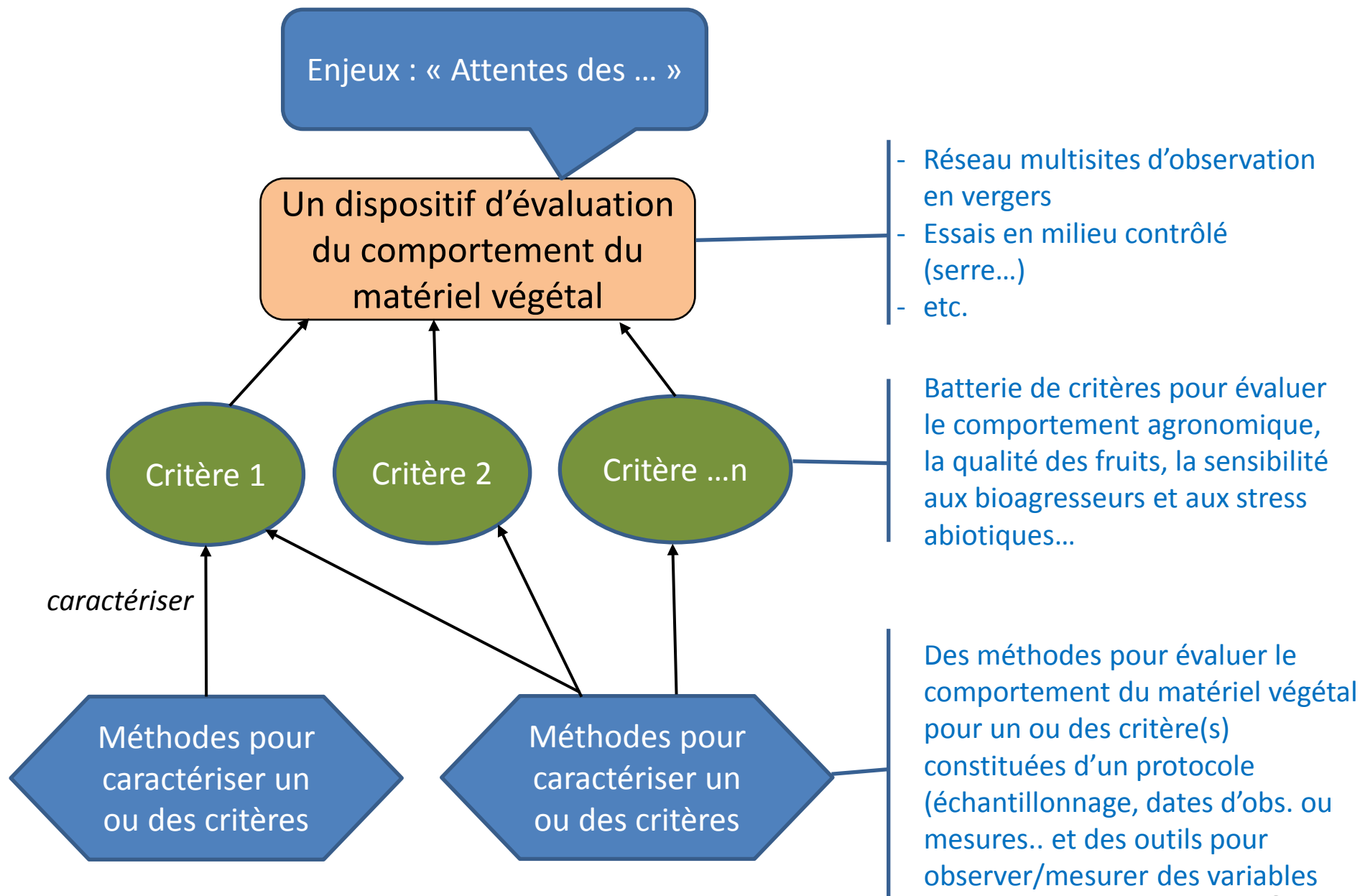
Suite au séminaire 1 (1/10/2013)



Axes et critères de l'évaluation du matériel végétal



Un vocabulaire commun



Une grille d'analyse commune

Etat des lieux sur l'évaluation du matériel végétal

- Dispositifs
- Critères d'évaluation
- Méthodes utilisées...

Abordés lors du séminaire 1

Question 1 : quelles nouvelles questions émergentes ?

- Préciser / formuler les nouveaux critères pour répondre aux nouvelles problématiques
- Hiérarchiser les points cités par les experts (en tenant compte des espèces)
- ...

Abordées dans les fiches « espèces »
et lors du séminaire 2

Une grille d'analyse commune

Question 2 : quelles méthodes pour documenter ces nouveaux critères

- Identifier et/ou recenser les méthodes potentiellement mobilisables pour caractériser les nouveaux critères

- Méthodes existantes mais non utilisées en « routine »

- => Dire d'experts de l'évaluation du M.V.

- Méthodes à développer (adapter une méthode existante ou dans un autre domaine d'activité à l'évaluation du M.V.)

- => experts + projets pour adapter et tester ces nouvelles méthodes

- Absence de méthodes

- => analyse bibliographique, enquêtes auprès de spécialistes, puis projet de recherche pour mettre au point des méthodes pour l'évaluation du M.V.

+/- abordés dans les fiches et lors du séminaire 2

Points non abordés pour le moment

Une grille d'analyse commune

Synthétiser et hiérarchiser les informations

1. Lister / préciser les questions émergentes

- Compléter / Préciser les questions émergentes identifiées lors 1^{er} séminaires
- Hiérarchiser les questions (avis des experts)

2. Identifier (ou non) les nouvelles méthodes potentielles

- Compléter / Préciser les méthodes « mobilisables » identifiées lors 1^{er} séminaires
- Identifier les points nécessitant des études / recherches complémentaires



3. Croiser « questions émergentes / nouvelles méthodes »

- Compléter et hiérarchiser les informations (avis des experts)

4. Synthétiser les informations et les réflexions

Une grille d'analyse commune

Axes	Comportement Agronomique	Qualité des fruits	Stress biotique	Stress abiotique / changement climatique
Etat des lieux sur les moyens actuels mis en œuvre : <ul style="list-style-type: none">• Dispositifs• Critères actuels• Méthodes et techniques actuelles				
Q1 : Quelles nouvelles questions émergentes ?				
Q2 : Comment les aborder : quelles méthodes et quels dispositifs ?			Ex. Présentation Marine	



Exemple du travail réalisé sur l'axe

« Comment évaluer la sensibilité du matériel végétal aux bioagresseurs ? »

Marine Guadagnini-Palau

Proposition d'une méthode de travail

- Les axes majeurs pour répondre aux différents enjeux
- Une grille d'analyse commune
- Travail réalisé pour l'axe « Sensibilité aux bioagresseurs »
- **Atelier** : réflexions et synthèses sur les 3 axes :
« comportement agronomique », « qualité des fruits » et
« stress abiotiques et adaptation au changement climatique »

Axe 1. Comportement agronomique

État des lieux (voir présentations du 1/10/2013)

Dispositifs existants

- Niveau I et II de la charte fruitière (ou dispositifs équivalents)
- Autres dispositifs :
 - Sensibilité aux bio-agresseurs (à mettre dans axe Stress Biotique)
 - Adaptation à l'AB
 - Autres modes de conduite (adaptation à la mécanisation, ...?)

1. Comportement agronomique

Critères d'observation actuels : liste très longue (ex. pêche)

- **port de l'arbre** (acrotonie / basitonie ; type de port (érigé, étalé, pleureur)...
- **Débourrement, floraison, nouaison** (dates en fct variétés témoins ; précocité ; type de fleur ; floribondité ; qualité de la nouaison ; intensité et précocité de l'éclaircissage)...
- **Potentiel agronomique** (vigueur ; productivité ; Rdt / cueille ; calibrage ; % déchets ; analyses physico-chimique / calibre ; IR, acidité, fermeté)...
- **Description du fruits** (très nombreux critères pour forme, couleur, aspect, type de noyau ...)



- Recenser / regrouper les protocoles d'études du comportement agronomique (établir une liste et les mettre en annexe du rapport)
- S'interroger sur l'utilité de tous les critères

1. Comportement agronomique

Capitalisation et diffusion des résultats

- Observations confidentielles
- Base de données Koala (pour quelles espèces ?)
- Compte rendu multi-sites à destination des membres du réseau, éditeurs et obtenteurs...
- Différentes valorisations des résultats :
 - calendrier de maturité,
 - Journées techniques « variétés » à destination des professionnels
 - fiches descriptives des variétés avec une appréciation « experte » du comportement agronomique (conseil sur la conduite, temps de travaux)...

1. Comportement agronomique

Analyse critique des dispositifs existants

- Un ensemble de caractères bien rodés et bien intégrés dans les dispositifs d'évaluation
- Validés par la profession
- Chronophage et coûteux
- Temps assez long pour retour de l'information
- Valorisation incomplète du dispositif
- Évaluation du matériel végétal dans des conditions standardisées pas suffisamment représentatives des diversités des modes de production

➔ Quelles possibilités d'évolution des dispositifs existants ?
(simplification des critères, modifications des dispositifs, ...)

1. Comportement agronomique

Q1 : Questions émergentes (d'après liste des experts du 1/10/2013)

- Phénotypage moyen à haut débit : Pour quels critères ? Quels méthodes et outils ?
- Marquage moléculaire
 - Compatibilité au greffage ; Compatibilité pollinique
- Comment mieux valoriser les dispositifs pour analyser les interactions G x E ?
- Comportement du matériel végétal dans différents modes de production et/ou différents systèmes de conduite ?
- Comment évaluer les performances économiques (actuellement « approchées » par potentiel de production (Rdt x calibre), régularité et appréciation de la facilité de conduite et les besoins en MO) : est-ce suffisant ?
- *À compléter ?*

1. Comportement agronomique

Q2 : Quels nouvelles méthodes et/ou dispositifs ? (d'après liste du 13/12/2013)

- Quelles possibilités pour le phénotypage moyen débit, intérêt pour le non destructif ?
- Développer des méthodes de traitements de données pour explorer G x E et identifier les nouvelles variables à capitaliser sur les dispositifs
- Quels tests en serre/labo (pour quels critères) ?
- Faire un bilan sur les nouveaux dispositifs « comportement variétal sous contraintes biotiques et/ou abiotiques »
- Comment faire le lien entre comportement du matériel végétal, ITK et coûts de production en complément des réseaux existants (BDD avec observations issues des producteurs...) ?
- ...

1. Comportement agronomique

Questions émergentes	Nouvelles méthodes	Comment faire ?
Critères pour phénotypage haut débit	Méthodes de phénotypage haut débit	
Marquage moléculaire		
Études interactions G x E	Méthodes de traitements de données ?	
Comportement MV et modes de production	- Dispositifs en réseau ? - BDD participative ? - Dispositifs en serre / labo	
Évaluation technico-économique	- En dispositif expé. ? - BDD <i>in situ</i> (ex. base EFI pour jeune verger) ?	

- Autres questions et méthodes ?
- Définir les priorités ?
- Comment s'organiser pour développer / tester les nouvelles méthodes (GT existant, GT à créer, projet à monter,....) ?

Axe 2. Qualité du fruit

Critères d'observation actuels (réalisés en routine ou à la demande selon l'espèce)

- Maturité produit : Régression amidon, Code couleur,
- Sucre (IR), acidité totale
- Fermeté : durofel©, pénétromètre
- Qualité gustative : dégustation experts
- Analyse sensorielle
- Texture
- Arômes
- Qualité post récolte : Indice Sensifel© (sensibilité meurtrissures)
- Conservation

2. Qualité du fruit

Analyse critique des dispositifs existants

- Une préoccupation constante
- Des méthodes considérées comme longues et chères (analyse sensorielle, dégustation par expert, arômes,...)
- Des méthodes rapides, faciles et assez fiables (code couleur, IR-AT, durofel©)...
- Couplage entre appréciation experte et mesures objectives
- Subjectivité de certaines méthodes

2. Qualité du fruit

Q1 : critères émergents

- Qualité nutritionnelle (vit C, polyphénols,...)
- Comment apprécier la texture (jutosité et croquant) et la sensibilité sous-épidermique
- Phénotypage haut débit de la qualité (Infrarouge,...)
- Maturation et post-récolte
 - Evaluation de la maturité non destructive (type Da-Meter)
 - Vitesse de maturation
 - Evolution du fruit dans circuit de distribution
- Index intégrateur de qualité (Tastifel©)
- Aptitude à la transformation ?
- Bases de la segmentation des produits

2. Qualité du fruit

Questions émergentes	Méthodes & Outils	Comment faire ?
Qualité nutritionnelle (teneurs fibres, polyphénols, vit. C,...)		
Appréciation texture (jutosité, croquant)	Outil type projet Rosbred – Mohr® Digi test, projet ANR Alid	
Maturation et post récolte : - Evaluation non destructive - Vitesse de maturation - Evolution dans circuit de distribution	- Outil d'évaluation non destructeur, portatif (type Da-Meter, outil IRSTEA, outil NIRVANA,...) - - plateforme de Rungis	
Index intégrateur de qualité	Tastifel© : indice combinant, fermeté, taux de sucres, acidité, jutosité ; à partir des données Koala ?,...	
Phénotypage haut débit	Infrarouge,...	
Aptitude à la transformation	?	
Base d'une segmentation		

- Définir les priorités (selon les espèces)
- Comment s'organiser pour développer / tester les nouvelles méthodes ?

Axe 3. Stress abiotiques et adaptation au changement climatique

Dispositifs existants

- Observations réalisées sur le Niveau I et II de la charte fruitière (ou dispositifs équivalents)
 - Phénologie x besoins en froid, dates de floraison, dates de maturité
 - Anomalies florales
 - Sensibilité aux coups de soleil
- Dispositifs spécifiques :
 - En serre : sensibilité au gel, besoins en froid et chaleur
 - au champ : étude du comportement des **porte-greffe**...
 - ...

3. Stress abiotiques et adaptation au changement climatique

Critères d'observation actuels

- Phénologie : dates de débourrement, floraison, nouaison, maturité...
- Anomalies florales, chutes de bourgeon ?
- Détermination des seuils de sensibilité au gel (serre)
- Besoins en froid et chaleur ? (quels modèles ?)
- % de chutes de fleurs / fruits suite à un accident climatique ?
- Sensibilité aux coups de soleil
- Test levée de dormance
- ...
- Porte-greffe : comportement au calcaire, sensibilité à l'asphyxie racinaire

3. Stress abiotiques et adaptation au changement climatique

Q1 : critères émergents

- **Comportement aux stress abiotiques :**
 - Stress thermique (forte T°)
 - Stress hydrique
 - Excès d'eau et asphyxie racinaire
 - Fatigue des sols
 - Efficience de l'utilisation des intrants : variabilité génétique?
 - ...

3. Stress abiotiques et adaptation au changement climatique

Q1 : critères émergents

- **Adaptation au changement climatique :**
 - Phénologie : caractérisation variabilité des variétés, modélisation, prédiction des risques...
 - Dormance
 - Fruits doubles
 - Désordres floraux et/ou chute des fruits
 - Désordres physiologiques
 - vitesse de maturation
 - ...

3. Stress abiotiques et adaptation au changement climatique

Q2 : Quelles nouvelles méthodes ?

- **Comportement aux stress abiotiques :**
 - Réponses thermiques du feuillage (image haute résolution, infrarouge,...)
 - Stress hydrique : mesures discriminantes sur arbres en pot, demande climatique et variabilité photosynthétique ?
 - Mesures aériennes par caméra multi-spectrale
 - Excès d'eau : méthode en développement sur cerisier, fluorescence de la photosynthèse
 - Fatigue des sols : absence de critères ?
 - ...
- Problématique de l'interaction PG x variété
- ...

3. Stress abiotiques et adaptation au changement climatique

Q2 : Quelles nouvelles méthodes ?

- **Adaptation au changement climatique :**
 - Phénologie : développer une méthodologie commune d'acquisition des données, modélisation
 - Dormance : mesure NIRS , autres possibilités de marquage
 - Fruits doubles : ?
 - ...
- Problématique en lien avec programmes de recherche actuels (mécanismes) et le développement de modèles (intégration des processus) pour étudier les risques liés aux scénarios climatiques par simulation

3. Stress abiotiques et adaptation au changement climatique

Questions émergentes	Méthodes & Outils	Comment faire ?
Stress abiotiques		
Stress thermique (forte T°)	- Images haute résolution	
Stress hydrique	- Demande climatique et variabilité photosynthétique ? - Test sur Arbres en pot : - méthodes de caractérisation du stress	
Excès d'eau et asphyxie racinaire	- Voir méthode sur cerisier - Fluorescence chlorophyllienne	
Fatigue des sols	- ?	
Efficience de l'utilisation des intrants : variabilité génétique?	- Quelles méthodes ?	

- Définir les priorités (selon les espèces)
- Comment s'organiser pour développer / tester les nouvelles méthodes ?

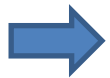
3. Stress abiotiques et adaptation au changement climatique

Questions émergentes	Méthodes & Outils	Comment faire ?
Changement climatique		
Phénologie : caractérisation variabilité des variétés, modélisation, prédiction des risques...	<ul style="list-style-type: none">- développer une méthodologie commune d'acquisition des données,- modélisation	
Dormance	<ul style="list-style-type: none">- mesure NIRS ,- autres possibilités de marquage	
Fruits doubles	<ul style="list-style-type: none">- ?	
Désordres floraux et/ou chute des fruits	<ul style="list-style-type: none">-	
Désordres physiologiques	<ul style="list-style-type: none">-	
vitesse de maturation	<ul style="list-style-type: none">-	

- Définir les priorités (selon les espèces)
- Comment s'organiser pour développer / tester les nouvelles méthodes ?

Organisation de la suite du travail

- Constitution de petits GT pour synthétiser et rédiger
 - Identifier 1 ou 2 animateurs / axe
 - Rédiger une pré-synthèse / axe et la partager avec 4 ou 5 experts
 - Envoi aux animateurs du groupe MEDIEVAL (**avant mi-janvier**)
- Consolidation et rédaction d'une synthèse collective qui alimentera le rapport MEDIEVAL
- Priorités à définir (mi-fin janvier 2015)



Un projet à déposer pour le prochain CasDar
(calage fin janvier 2015)



Merci pour votre participation



SENSIBILITÉ AUX BIOAGRESSEURS

État des lieux et Analyse des ressources disponibles

CONTEXTE

- Plan ECOPHYTO

Conception de système de production économes en produits phytopharmaceutiques

- Producteurs

Connaissance du comportement du matériel végétal face aux bioagresseurs essentiel pour définir la stratégie de protection des vergers et réduire l'utilisation des produits phytopharmaceutiques

→ Quelles méthodes mettre en œuvre pour caractériser la sensibilité aux maladies et aux ravageurs ?

CHARTE

- Informations assez globale sur le comportement du matériel végétal vis-à-vis des bioagresseurs principaux
 - Repérage des variétés très sensibles par rapport à une sensibilité moyenne, en lien avec l'expertise
 - Contexte de protection phytosanitaire classique
- Les dispositifs ne permettent donc pas une évaluation objective de sensibilité réelle aux bioagresseurs dans un contexte de réduction des intrants**

HORS CHARTE

- Dispositifs dédiés mis en place progressivement pour certains couples

(Cf. réunion octobre 2013)

→ **Evaluation de leur l'intérêt et des éventuels problèmes méthodologiques**

→ **Généralisation à d'autres couples espèce × pathogène sur différents sites géographiques**

CADRE DE TRAVAIL ET OBJECTIFS

- Grande diversité des couples espèce × pathogène
 - Grande diversité des méthodologies d'évaluation de la sensibilité
 - Multitude d'acteurs impliqués dans la caractérisation de matériel végétal fruitier
- État des lieux des ressources bibliographiques et des techniques disponibles pour la caractérisation de la sensibilité variétale aux maladies et aux ravageurs**

QUATRE ÉTAPES

- Répertorier la diversité des bioagresseurs pour chacune des grandes espèces d'intérêt et définir les couples les plus importants
- Recenser et analyser les dispositifs existants actuellement en place
- Identifier des méthodes de caractérisation de la sensibilité variétale disponibles, des outils et des techniques mobilisables
- Perspectives

MÉTHODE DE TRAVAIL

Étape	Bibliographie		Enquêtes / Entretiens avec personnes ressources	Protocoles, Fiches Méthodologiques
	Ouvrages	Base de données (site web WoS®) : articles scientifiques, revues, conférences		
Diversité bioagresseurs / couples espèce × pathogène principaux	X	X		
Dispositifs en place			X (Cf. docs 1 ^{ère} réunion MEDIEVAL)	X
Méthodes de caractérisation disponibles, outils et techniques mobilisables		X	X	X

ÉTUDE DOCUMENTAIRE

- Listing des couples espèces fruitières × bioagresseurs principaux
- Recherche de publications sur WoS®
 - Période large : 1973 à nos jours
 - Recherche de mots clés correspondant à notre sujet : « evaluation »
 - Association de requête couple espèce × bioagresseur et mot clé « evaluation »

ÉTUDE DOCUMENTAIRE ABRICOT



	Nom commun	Nom latin	nb occu couple esp/bio + evaluation	publi pertinentes / potentiellement pertinentes
Cryptogamiques	monilioses - fruits, fleurs	<i>Monilia laxa, fructicola, fructigena</i>	23	15 / 3
	rouille	<i>Tranzschelia (discolor et pruni-spinosae)</i>	0	
	maladies de conservation	<i>Botrytis cinerea, Alternaria spp...</i>	7	0 / 1
	oïdiums	<i>Sphaerotheca pannosa, Podosphaera tridactyla</i>	1	0
	tavelure noire du pêcher	<i>Fusicladium carpophilum, Venturia carpophila</i>	4	0
	maladie criblée	<i>Coryneum beijerinckii</i>	0	
	Gnomonia	<i>Gnomonia erythrostoma</i>	3	0 / 2
	Plomb	<i>Stereum purpureum</i>	0	
	Eutypiose	<i>Eutypa lata</i>	0	
	Cloque du pêcher	<i>Taphrina deformans</i>	0	
	Cytospora	<i>Cytospora leucostoma, cincta</i>	5	0 / 4
	verticilliose	<i>Verticillium dahliae</i>	0	
	Phytophthora / pourridiés	<i>Phytophthora cactorum... / Armillaria mellea...</i>	7	0 / 2
Bactériennes	Feu bactérien	<i>Erwinia amylovora</i>	6	0 / 2
	bactériose / chancre bactérien	<i>Pseudomonas spp.</i>	15	1 / 7
	Galle du collet	<i>Agrobactérium tumefaciens</i>	7	0
	Xylella fastidiosa	<i>Xylella fastidiosa</i>	0	
	maladie des taches bactériennes	<i>Xanthomonas arboricola</i>	13	1 / 2
Virus, Phytoplasme	ECA Enroulement chlorotique de l'abricotier/ ESFY	Phytoplasme European Stone Fruit Yellows (vecteur <i>Cacopsylla pruni</i>) <i>candidatus phytoplasma prunorum</i>	10	2 / 4
	sharka	<i>Plum pox virus (PPV)</i> (vecteurs : <i>pucerons</i>)	72	13 / 16
	PNRSV, PDV, ACLSV	<i>Prunus Necrotic Ringspot Virus (PNRSV), Prune Dwarf Virus (PDV), Apple Chlorotic Leaf Spot Virus (ACLSV)</i>		

ÉTUDE DOCUMENTAIRE

- Des données sur des thématiques variées (RG, hérédité, mécanisme résistance, détection, évaluation de la résistance,...)
 - Des publications pertinentes et potentiellement exploitables
- Poursuite des recherches avec analyse critique des informations relevées pour chacun des couples étudiés**
- Recroisement de ces données avec les « dire » des experts**

ANALYSE À DIRE D'EXPERTS

- Recensement des dispositifs d'évaluation de la sensibilité déjà en place et croisement avec les « dire » d'experts
- ➔ **Protocoles mis en œuvre sur dispositifs déjà en place, analyse critique**
- Prise de contact avec des personnes ressources (experts) par espèce et type de bioagresseurs
- Questionnaire pour guider l'entretien
- ➔ **Identification de méthodes pour l'évaluation/caractérisation de la sensibilité**
- ➔ **Essais de transposition en Fiche Méthodologique**

FICHE TYPE ESPÈCE X BIOAGRESSEUR

- Contexte
- Matériel Végétal
 - Arbres, plantules
 - Variétés, PG...
- Dispositif Expérimental
 - Verger / condition contrôlée
 - Type d'essais
 - Répétitions,...
- Inoculum
 - Type de source
 - Conditions de développement,...
- Inoculation / Infestation
 - Techniques
 - Stade végétatif,...
- Système de notation / Lecture des symptômes
- Analyse des données
- Remarques sur ce dispositif
- Mise en œuvre / Coût
- Contraintes
- Généricité de cette méthode
- Bibliographie

EXEMPLE

Fiche Méthodologique

Pomme x Tavelure



Issue des cahiers des techniques INRA :

« Dispositif d'évaluation des niveaux de sensibilité des variétés de pommier à la tavelure en verger »
Pascale Expert, Valérie Fouillet, Bernard Petit, Frédérique Didelot, François Laurens, Luciana Parisi

- **Contexte**

La tavelure est la maladie la plus importante du pommier, elle déprécie commercialement le fruit. Choisir des variétés résistantes est une des solutions face à cette maladie. En complément des études faites en serre sur plantes greffées en pots (Petit et al, 2005), cet essai a donc pour objectif de connaître la sensibilité de variétés de pommiers en verger soumis à un inoculum de *Venturia inaequalis* présent naturellement. La difficulté est d'obtenir une répartition homogène du pathogène sur la parcelle, mais aussi de trouver un système de notation prenant en compte l'arbre dans son ensemble. La suite de l'article présente les solutions trouvées face à ces difficultés techniques ainsi que les résultats de l'étude.

- **Matériel Végétal**

- 20 variétés sur porte-greffe M9-Pajam2
- Variétés choisies pour leur résistance monogénique ou partielle

- **Dispositif Expérimental**

- Essai en bloc avec 4 répétitions
- Parcelle élémentaire : 6 arbres de la même variété.
- Implantation du verger sur le domaine du Bois l'Abbé à Beaucouzé (49) date de mars 1999
- Surface de 0,45 ha
- Inter-rang est de 4m
- Distance entre arbre de 1,5m
- Aucun traitement phytosanitaire anti tavelure n'est appliqué, et les fongicides choisis contre l'oïdium ou le chancre n'ont pas ou peu d'effet sur la tavelure.

- **Inoculum**

Afin de favoriser le développement de la tavelure, une variété très sensible (Gala) est plantée régulièrement dans tout le verger.

La disposition des arbres a été réfléchiée pour avoir une bonne répartition de foyers de la maladie. L'ensemble de la parcelle est entourée de rangs de Gala. Tous les 4 rangs : 1 rang de Gala. Sur le rang, tous les 6 arbres : 1 arbre de Gala.

Verger situé près d'une étendue d'eau, ce qui génère des conditions humides favorables au champignon.

Système d'arrosage par sprinkler installé au-dessus de la frondaison des arbres augmentant les chances de contamination.

- **Inoculation / infestation**

Deux inoculum composent le cycle du champignon (cf. figure 1). L'inoculum primaire qui est constitué par les ascospores contenues dans les périthèces dans les feuilles mortes au sol. Leur projection nécessite une pluie de 0,2mm au moins. L'inoculum secondaire constitué de conidies. Plusieurs cycles secondaires ont lieu au cours de la saison (Biggs, 1990). Les contaminations se font selon les conditions météorologiques (Schwabe, 1982). Une pluie ou une rosée avec une durée

EXEMPLE



d'humectation variable suivant la température est nécessaire à la germination des ascospores et conidies. Les conidies sont ensuite disséminées par les projections d'eau et par le vent.

- **Système de notation / Lecture des symptômes**

- ✓ Notation sur feuilles

Echelle représentant le niveau d'attaque de l'arbre dans sa globalité est utilisée.

Les symptômes se présentent sous forme de tâches circulaires brun olivâtre avec un aspect velouté, en face supérieure ou inférieure.

Trois notations ont été réalisées à des périodes différentes (figure 1) sur tous les arbres des 4 blocs, à des périodes différentes :

- printemps (fin de première période de contamination)
- mi été (contamination secondaire)
- septembre (contamination secondaire)

Pour chacune, la médiane des notes est calculée.

Les périodes de contaminations et les projections d'ascospores (Machardy, Gadoury, 1989) peuvent être connues grâce à un logiciel de prévision des risques (logiciel Vintage) couplé à une station météo (Cimel) ou aux avertissements agricoles fournis par le SRPV. Pour chaque notation il nous renseigne sur le risque potentiel et la présence d'ascospores ou de conidies.

Observation Niveau de sensibilité :

0 : pas d'observation (arbre manquant,...) x

1 : pas de symptôme macroscopique visible résistant

2 : quelques tâches de tavelure sont détectées après un examen approfondi de l'arbre très peu sensible

3 : tavelure visible immédiatement, avec des lésions très fines, éparpillées dans l'arbre peu sensible

4 : niveau intermédiaire

5 : infection répartie sur l'arbre : la majorité des feuilles ont au moins une tâche de tavelure moyennement sensible

6 : niveau intermédiaire

7 : infection importante : multiples lésions ou large surface tavelée sur la plupart des feuilles. Les feuilles tavelées finissent par tomber sensible

8 : niveau intermédiaire

9 : infection maximum : presque toutes les feuilles sont noires de tavelure très sensible

- ✓ Notation sur fruits

Le fruit atteint présente des tâches noires légèrement feutrées, évoluant en croûte liégeuse (photo 1).

Une seule notation est faite en septembre avant la récolte, même si les fruits peuvent être attaqués par la maladie dès leur apparition.

Sont notés tous les fruits de chaque arbre portant plus de cinq fruits.

Le pourcentage de fruits atteints mesure l'incidence de l'attaque.

- **Analyse des données**

- **Remarques sur ce dispositif**

Le système de notation globale est fiable, car on constate peu de variation pour une même variété. L'implantation a en effet permis une pression homogène de la tavelure. Cela est aussi confirmé par sa présence sur chaque arbre de Gala situé entre les variétés.

Notations sur feuilles et sur fruits ne sont pas toujours corrélées

EXEMPLE



- **Mise en œuvre / coût**

- **Contraintes**

Conditions climatiques sont importantes pour faciliter le développement de la tavelure. Ainsi une année peu favorable peut induire un développement de la tavelure seulement sur les variétés très sensibles.

L'ajout de témoins de sensibilité (variétés de référence, bien connues) dans ce genre de dispositif peut être un outil pour déterminer le niveau de sensibilité en cas de conditions climatiques peu propice pour l'évaluation de la sensibilité...

Les conditions climatiques variant d'une année à l'autre et celles-ci ayant une influence sur la maladie, il est donc indispensable de noter ce type d'essais plusieurs années de suite. Et cela permet d'autre part de connaître la durabilité dans le temps de la résistance des variétés à la tavelure

Nous constatons un contournement du gène de résistance Vf (Parisi et al, 1993).

Il est donc utile de s'intéresser aux variétés à résistance polygénique, même si elle est plus difficile à évaluer.

C'est pourquoi il est bien nécessaire de compléter les essais faits en serre sur plants par des essais en verger, d'autant plus que c'est le fruit qui est ensuite commercialisé.

- **Généricité de cette méthode sur une autre espèce**

- **Bibliographie**

- Numéro spécial du Cahier des Techniques INRA, Méthodes d'appréciation du comportement variétal vis-à-vis des bioagresseurs – Dispositif d'évaluation des niveaux de sensibilité des variétés de pommier à la tavelure - P. Expert V. Fouillet, B. Petit, F. Didelot, F. Laurens et L. Parisi
- Biggs A.R (1990) Apple scab. In Compendium of Apple and Pear Disease – APS Press, StPaul, Minesota p6-9
- Schwabe WF (1982) Wetting and temperature requirements for apple leaf infection by *Venturia inaequalis*.
- Machardy WE, Gadoury DM (1989). A revision of Mill's Criteria for Predicting Apple Scab Infection Periods. *Phytopathology* 79 : 304-310
- Parisi et al. (1993) A new race of *Venturia inaequalis* virulent to apples with resistance due to the Vf gene –*Phytopathology* 83 : 533-537
- Petit et al (2005) Dispositif d'évaluation précoce de la résistance du pommier à la tavelure (*Venturia inaequalis*). *Le Cahier des Technique* de l'INRA, numéro spécial

ANALYSE DES RÉSULTATS

- Analyse critique de toutes les méthodes mises en évidence
- Réalisation de Fiches Méthodologiques génériques espèce × type de bioagresseur
- Rapport
- Perspectives
 - comportement global et interaction avec d'autres bioagresseurs
 - Pression sur les différents sites géographiques



Merci de votre attention