MEDIEVAL, méthodes et dispositifs innovants pour l'évaluation du matériel végétal fruitier. Axe "Comportement agronomique du matériel végétal"

Daniel Plénet, Christian Hilaire, Sandrine Codarin

▶ **To cite this version:**

Daniel Plénet, Christian Hilaire, Sandrine Codarin. MEDIEVAL, méthodes et dispositifs innovants pour l'évaluation du matériel végétal fruitier. Axe "Comportement agronomique du matériel végétal". [0] GIS Fruits; INRAE; CTIFL. 2016, 24 p. hal-03403821

HAL Id: hal-03403821
https://hal.inrae.fr/hal-03403821

Submitted on 26 Oct 2021

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.

MEDIEVAL

Méthodes et dispositifs innovants pour l'évaluation du matériel végétal fruitier

Axe de travail : Comportement agronomique du matériel végétal

Rédacteurs : Daniel Plénet (Inra), Christian Hilaire (Ctifl), Sandrine Codarin (Ctifl)

Introduction : objectifs et enjeux

L'étude du comportement agronomique du matériel végétal en arboriculture fruitière a pour objectif d'apprécier et d'évaluer un ensemble de caractères dont la connaissance est déterminante pour les producteurs afin de choisir un matériel adapté à leurs conditions de milieu et à leurs objectifs de production. Cette connaissance leur permettra de définir une stratégie de gestion du verger intégrant le comportement du matériel végétal et son potentiel de production. Ce premier objectif a longtemps prévalu, même s'il s'est rapidement étoffé sur la composante qualité du produit.

Cependant l'étude du comportement agronomique doit répondre aussi à des attentes plurielles des différents acteurs de la filière et de la société en intégrant les enjeux émergents. De ce fait, elle repose sur une batterie de critères de plus en plus élargie qui va évaluer le matériel végétal (porte-greffe, arbre, fruits) et son potentiel d'adaptation aux milieux et aux techniques, ainsi qu'aux évolutions des modes de production et aux changements climatiques. Cette étude du comportement repose donc sur de l'acquisition de données dans des conditions de vergers permettant l'expression de la variabilité des traits phénotypiques dans des dispositifs dédiés. Certaines caractéristiques peuvent cependant être étudiées plus spécifiquement, en particulier la qualité des fruits et le comportement du matériel végétal aux stress biotiques et abiotiques. De même, l'analyse du comportement agronomique ne peut pas être dissociée des modes de production dans lesquelles les études sont réalisées et des objectifs économiques des producteurs et de la filière (figure 1).

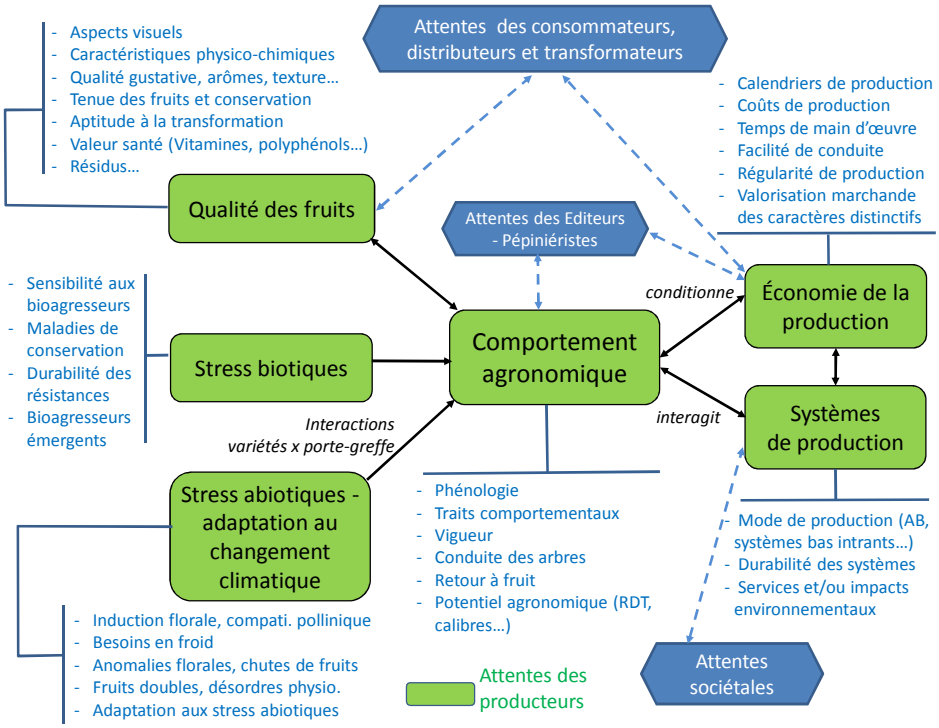

Figure 1. Les principales qualités attendues dans l'évaluation du matériel végétal (MV) fruitier (réflexions issues des séminaires MEDIEVAL). De nombreuses attentes sont partagées par les différents acteurs de la filière. Les attentes des producteurs (couleur verte) sont cependant centrales puisque c'est par leur intermédiaire que l'expression des qualités du MV s'exprimera en interaction avec les systèmes de production ce qui va conditionner l'économie de la production Pour les autres acteurs, nous avons seulement relié les critères à leurs attentes dominantes.

L'évaluation du comportement agronomique, au sens strict, se fait actuellement dans le cadre d'un réseau expérimental organisé de manière à :

- définir les caractères agronomiques d'intérêt à observer et homogénéiser les protocoles d'acquisition des données
- apprécier la variabilité de l'expression phénotypique et des performances de production du matériel végétal dans des conditions pédoclimatiques variées, et dans certains cas sous l'influence de modes de production diversifiés
- capitaliser les données pour réaliser une synthèse des principaux traits phénotypiques et de leur variabilité, et pour produire une appréciation globale des performances quantitatives et qualitatives de production pour des conditions de culture données
- communiquer aux éditeurs et aux producteurs les principales caractéristiques du comportement agronomique du matériel végétal. Cette communication s'élargit de plus en plus vers l'aval de la filière (distributeurs, consommateurs…), en particulier sur les critères de la qualité des fruits

Sur de nombreuses espèces fruitières, les principaux caractères observés et mesurés visent à documenter les dates des principaux stades phénologiques et de maturité des fruits, l'architecture des arbres et leur facilité de conduite, les processus de mise à fleur-fructification-nouaison et de croissance des fruits, la concordance de floraison, les caractéristiques visuelles et la qualité des fruits pour différentes utilisations, la productivité et sa régularité, le retour à fruits, etc. Ces informations peuvent être accompagnées d'appréciation, parfois à dire d'experts, sur la sensibilité du matériel végétal à certains bioagresseurs, la facilité de conduite des arbres, le temps nécessaire à consacrer aux interventions manuelles, ainsi que le potentiel de performances agronomiques (rendement, qualité des fruits…) et technico-économiques pour des conditions de culture définies par le réseau d'évaluation.

Dans le cas des porte-greffe, l'étude du comportement agronomique vise à apprécier la vigueur conférée au greffon, et les modifications qu'il peut induire sur le comportement agronomique des variétés greffées, son aptitude à explorer le sol, son adaptation aux différentes conditions pédologiques et aux contraintes hydrominérales (comportement au calcaire, stress anoxique ou hydrique, etc.), son comportement aux stress biotiques (nématodes, chancre bactérien, pourridié…) et la performance agronomique du couple porte-greffe x variété.

Dans un premier temps, un état des lieux et une analyse des forces et faiblesses des dispositifs existants seront réalisés. Ensuite, après avoir identifié les points importants à prendre en compte pour mieux répondre aux enjeux émergents, des pistes seront présentées pour faire évoluer le dispositif d'études du comportement agronomique du matériel végétal.

1 – Dispositifs, méthodes et critères existants

1.1 Etat des lieux

1.1.1 Réseaux d'évaluation de la charte nationale

Pour neuf espèces fruitières, l'étude du comportement agronomique se fait dans le cadre de la charte nationale de caractérisation et de comportement des variétés et porte-greffe fruitiers signée en 1998 par les partenaires CTIFL, FNPF, CEP et INRA. Cette charte comprend un volet, géré par le GEVES, correspondant aux études de Distinction-Homogénéité-Stabilité (DHS) réalisées sur le matériel végétal lors de son inscription au catalogue Français du CTPS et dans le cadre de la protection des Obtentions Végétales en droit Français par INOV ou européen par l'OCVV. Le deuxième volet, coordonné par le CTIFL, concerne l'étude du comportement agronomique et fait l'objet de ce document.

Les espèces concernées sont : pommier, poirier et les porte-greffes fruits à pépins ; abricotier, cerisier, pêcher, prunier et les porte-greffes fruits à noyau ; amandier, châtaignier, noyer et les porte-greffes de fruits à coque.

La Charte encadre le dispositif mis en place pour évaluer les innovations variétales dont le développement commercial est attendu en France. Elle comporte deux niveaux d'expérimentations (tableau 1). Les études sont effectuées sur les centres du CTIFL et de l'INRA, et dans les stations régionales engagées dans le réseau de la Charte. Le CTIFL coordonne le dispositif en animant la concertation pour harmoniser les méthodes et les protocoles d'évaluation en cohérence avec les besoins professionnels, et en veillant à la qualité des expérimentations. Il assure aussi l'administration de la base de données Koala qui centralise les informations des niveaux 1 et 2.

Niveau 1 : les vergers d'évaluation
Il vise une évaluation rapide et succincte de l'intérêt agronomique et commercial de la variété grâce à des dispositifs expérimentaux installés sur 2 à 3 sites géographiques et pour des périodes d'observations comprises entre 5 et 8 ans. Les observations réalisées ont pour objectif de décrire et caractériser des critères phénotypiques majeurs (phénologie, floribondité, description du fruit, potentiel de production,...) sur quelques individus (collections variétales constituées de 2 à 3 arbres par variété) et par comparaison avec des témoins de référence. Ce dispositif vise à identifier relativement rapidement les matériels les plus intéressants pour la filière. Les critères d'évaluation concernent essentiellement les attentes des producteurs, des éditeurs-obtenteurs et du « marché » (présentation du fruit, créneau de maturité…).

Tableau 1. Nombre de sites et de partenaires impliqués dans l'évaluation du matériel végétal dans le cadre de la charte nationale pour les espèces fruitières concernées (situation en 2012-2013).

	Espèces fruitières	**Niveau 1**	**Niveau 2**
Fruits à pépins	Pommier	3 sites (CTIFL Lanxade, CTIFL Balandran, INRA Angers) (environ 50 à 70 hybrides ou mutants introduits annuellement ; environ 300 variétés)	9 sites (CTIFL Lanxade, CTIFL Balandran, INRA Angers, La Morinière, CEFEL, Invenio, CEHM, La Pugère, SEFRA-Poisy), plus de 49 variétés observées depuis 1998
	Poirier	3 sites (CTIFL Lanxade, CTIFL Balandran, INRA Angers) (environ 10 à 25 variétés introduites /an)	6 sites (CTIFL Lanxade, CTIFL Balandran, INRA Angers, La Morinière, La Pugère, SEFRA-Poisy)
	Porte-greffe	Idem Pommier – Poirier (60 PG observés)	6 sites pour les PG
Fruits à noyau	Abricotier	4 sites (CTIFL Balandran, SEFRA, Sica CENTREX, SERFEL) ; 50 à 60 variétés introduites annuellement	6 sites (CTIFL Balandran, SEFRA (3 lieux), CENTREX, SERFEL)
	Cerisier	3 sites (CTIFL Balandran, INRA Bordeaux, La Tapy)	7 sites (CTIFL Balandran, INRA Bordeaux, La Tapy, SEFRA, CEFEL, VEREXAL)
	Pêcher	2 sites (370 variétés en observation), CTIFL Balandran, SEFRA ; 50 à 60 variétés introduites annuellement	4 sites (120 variétés en observation), CTIFL Balandran, CENTREX, SEFRA, SERFEL,
	Prune	3 sites : CEFEL (prunes européennes et américano-japonaises), La Pugère (prunes américano-japonaises), AREFE (mirabelles et quetsches)	4 sites : AREFE (Mirabelle), CEFEL (prunes européennes et américano-japonaises), La Pugère (prunes américano-japonaises), VEREXAL (quetsche).
	Porte-greffe	Idem abricotier, cerisier, pêcher, prunier	
Fruits à coque	Amandier	-	-
	Châtaignier	1 site : Création / évaluation comportement	
	Noyer	1 site : Creysse (sud-Ouest)	2 sites : Creysse et SENURA

Niveau 2 : **les vergers de comportement**

L'objectif est de juger l'adaptation du MV aux principales conditions pédoclimatiques des différentes zones de production et de mettre au point des techniques de production (taille, gestion de la charge en fruits…) permettant l'expression du potentiel de production de la variété. Les critères d'évaluation visent à répondre essentiellement aux attentes multiples des producteurs, de la distribution et des consommateurs, mais avec un élargissement progressif au fil des années aux préoccupations environnementales et/ou réglementaires, aux préférences des consommateurs, à la segmentation, à la conservation/transformation… De ce fait, le niveau 2 sert de « support » à de nombreuses questions développées dans les axes thématiques qualité, stress biotiques, stress abiotiques et changement climatique. Cette évaluation du comportement, en verger et en post-récolte, est réalisée seulement sur le MV qui a été identifié comme potentiellement le plus intéressant suite aux analyses du niveau 1. Cette étude du comportement agronomique des variétés est réalisée sur 2 à 9 sites pour élargir la diversité des milieux et pour des périodes d'observations moyennes comprises entre 5 et 12 ans. L'évaluation porte sur les caractères observés au niveau 1, auxquels sont ajoutés de nouveaux critères afin de juger du comportement du MV, de leurs performances agronomiques et leur adaptation régionale : comportement de l'arbre, facilité de conduite, compatibilité pollinique dans les conditions de vergers, besoins en froid, anomalies florales, rendement brut et

commercialisable, distribution en calibres, qualité des fruits, comportement des fruits en post-récolte, maladies de conservation, sensibilités diverses en verger, etc. Le nombre d'arbres plantés pour chaque variété est compris entre 15 à 30 arbres selon l'espèce et le site, mais sans répétition spatiale au sein de chaque dispositif.

Le MV est intégré au niveau 1 suite à une demande annuelle des éditeurs–obtenteurs. Jusqu'en 2015, l'intégration d'une variété du niveau 1 au niveau 2 repose sur des propositions faites par les éditeurs-obtenteurs et/ou les experts du réseau du comportement agronomique (CTIFL, Stations Régionales et INRA). Bien souvent, l'introduction au niveau 2 se fait avant la fin des études de niveau 1 afin d'accélérer l'acquisition de l'information sur certains comportements du MV, en particulier potentiel de production, calibres, qualité des fruits… surtout pour les variétés apparaissant potentiellement les plus intéressantes.

1.1.2 Critères pour caractériser le comportement du matériel végétal

Les critères observés sont nombreux et bien sûr adaptés à chaque espèce fruitière. La plupart des critères ont été définis lors de la création de la charte pour répondre aux attentes et enjeux de l'époque, c'est-à-dire l'évaluation de l'innovation variétale en termes de phénologie, production et de certains aspects de qualité des fruits. Nous présentons succinctement ceux utilisés sur l'espèce pêcher pour illustrer les catégories de critères qui sont généralement documentés de manière assez générique. Pour plus de précision, se reporter aux protocoles établis dans le cadre de la charte pour les différentes espèces fruitières.

Les observations portent sur :

- Port et architecture de l'arbre : acrotonie, basitonie ; érigé, étalé, etc.
- Phénologie : pour chaque variété, la date de débourrement et l'époque de débourrement, la floraison (début, mi et fin floraison), le type de fleur (rosacée et campanulée), la floribondité, l'intensité d'éclaircissage et l'époque d'éclaircissage. Certains critères sont classés par rapport à des variétés de référence.
- Besoins en froid et désordres associés : des informations liées à la qualité de la fructification sont enregistrées (notation qualitative ou observations quantitatives ces dernières années) pour prendre en compte l'impact de certaines conditions climatiques : chute des bourgeons, anomalies florales, qualité de la nouaison… (voir axe stress abiotique et adaptation aux changements climatiques)
- Notation de la vigueur de l'arbre
- Potentiel agronomique : deux possibilités sont offertes (simplifiée ou complète) dans le niveau 1 alors qu'au niveau 2, c'est la méthode la plus complète qui est réalisée systématiquement :
    - Dans le niveau 1, pour les variétés qui présentent peu d'intérêt (potentiel de calibre ou de coloration insuffisant ; trop forte sensibilité à une maladie…), la production n'est pas pesée, ni calibrée. Un échantillon de 20 fruits environ est prélevé sur le calibre dominant pour réaliser, d'une part, une description du fruit et, d'autre part, des analyses physico-chimiques.
    - De manière systématique dans le niveau 2 et pour les variétés témoins et celles ayant un bon potentiel dans le niveau 1, les performances agronomiques sont déterminées par une récolte réalisée en plusieurs passages (2 à 3 passages par semaine) lorsque les premiers fruits sont mûrs. A chaque cueille, les mesures réalisées concernent : poids total récolté, calibrage de la récolte, détermination du pourcentage de déchets, analyse physico-chimique par calibre (indice réfractométrique, acidité). Ces analyses sont maintenant réalisées à l'aide de l'automate Pimprenelle®.
- Description et qualité des fruits selon une liste très complète de critères portant sur la présentation extérieure du fruit, l'aspect intérieur (coloration de la chair, taille du noyau…), la

description de la qualité physico-chimique (texture, acidité…), ainsi que des appréciations sur des paramètres de qualité gustative (Voir le document du groupe thématique qualité des fruits)

- Observation d'une sensibilité particulière : forte sensibilité aux maladies ou ravageurs (monilia, oïdium, cloque…), sensibilités aux noyaux éclatés, noyaux fendus ou cracking, épiderme sensible aux coups de soleil, brûlures, etc.

Ces observations peuvent être complétées par d'autres critères sur certaines espèces fruitières, notamment en ce qui concerne la conservation et l'aptitude à la transformation. Les observations sont réalisées chaque année pour toutes les variétés présentes dans le réseau.

1.1.3 Evolution de la charte nationale ces dernières années

a) Evolution des protocoles

Sur certaines espèces fruitières à durée de vie commerciale courte (pêcher…), les expérimentateurs en lien avec certains partenaires de la charte ont fait évoluer ces dernières années le niveau 1 en intégrant un grand nombre des critères du niveau 2 (production, distribution en calibres, qualité des fruits, observations sur la sensibilité aux principaux bioagresseurs…) sur le MV qui apparaît le plus intéressant dès la 3^{ième} année (début de production significative). Dans ce cas, la connaissance du comportement agronomique du MV est pratiquement acquise dès la fin du niveau 1 (au bout de 6 à 8 ans) et l'intérêt du niveau 2 ne se justifie plus vraiment. Les limites à cette évolution sont la réduction possible de la fiabilité des informations (2 ou 3 arbres dans le niveau 1 *vs* 15 à 20 arbres au niveau 2) et surtout la perte d'information sur l'adaptation du MV à des situations pédoclimatiques et des pressions de bioagresseurs très diversifiées (moins de site au niveau 1 vs le niveau 2). Sur ce dernier point, les limites sont cependant à tempérer par le fait que (i) dans le cas de la pêche, le critère « adaptation aux conditions pédoclimatiques » n'a pas un poids très important au regard de la variabilité existante en France et (ii) dans le cas de l'abricot où ce facteur joue au contraire un rôle très important, le nombre de sites participant au niveau 1 couvre déjà une bonne partie de la diversité des milieux pédoclimatiques (4 sites *vs* 6 sites au niveau 2 pour l'abricot), et les informations recueillies au cours du temps sont particulièrement utiles du fait de la grande sensibilité de la régularité de production aux conditions climatiques. Les conséquences de cette évolution du réseau mériteraient cependant d'être analysées plus finement surtout dans le cas d'une restructuration plus profonde de la charte. L'intérêt d'un seul niveau d'évaluation est également valable pour les fruits à coques dans le but de raccourcir la durée d'évaluation pour ces espèces à mise à fruits lente.

Sur les autres espèces fruitières (fruits à pépins en particulier), les niveaux 1 et 2 restent assez bien différenciés et complémentaires pour évaluer et étudier le comportement agronomique, avec en particulier une très bonne prise en compte de la diversité des zones de production quand on passe au niveau 2 (9 sites d'expérimentation en pommier).

Enfin, il faut noter l'accroissement des mesures concernant les critères de qualité des produits pour répondre aux attentes de l'aval et permettre une meilleure adaptation de l'offre aux préférences des distributeurs, consommateurs et/ou de la transformation (segmentation, aptitude à la conservation…).

b) Introduction de dispositifs ou d'observations complémentaires à la charte

Pour prendre en compte certains enjeux, notamment la réduction d'usage des produits phytopharmaceutiques, des dispositifs d'études du comportement agronomique du matériel végétal ont été mis en place sur certaines espèces fruitières pour compléter les informations issues des dispositifs niveau 1 et 2 de la charte.

- Sur pêcher, dans le cadre de la charte, un réseau d'études de la sensibilité aux principaux bioagresseurs a été mis en place dans les années 2008-2010 pour accompagner le plan Ecophyto.

Pour ne pas trop alourdir le réseau, un seul essai est installé par site avec l'étude du bioagresseur exerçant localement une forte pression : CTIFL centre de Balandran (oïdium), SEFRA (cloque), SERFEL (tordeuse orientale du pêcher et thrips) et CENTREX (cloque). Les essais sont conduits en blocs randomisés avec 6 répétitions. 28 variétés sont observées annuellement avec des témoins de sensibilité. La durée de l'essai est prévue sur 5 ans.

- Sur pêcher et abricotier, pour compléter les informations recueillies au niveau 2, il a été ajouté à partir de 2009, une étude sur le comportement des nouvelles variétés face aux maladies de conservation (monilioses principalement). Cette étude est réalisée sur les 4 sites de niveau 2 selon un protocole commun (observations sur des lots de fruits mis en « conservation » pendant 14 jours après la récolte). En 2015, les observations ont concernées 40 variétés (avec des témoins de sensibilité). Les données doivent venir enrichir la fiche variétale de comportement agronomique sur ce critère primordial pour ces espèces.

1.1.4 Autres réseaux

Si la charte nationale constitue la principale source d'information « partagée » par l'ensemble des acteurs de la filière pour les fruits à pépins, à noyau et à coque, il existe d'autres dispositifs d'évaluation du comportement agronomique pour répondre à attentes plus spécifiques ou à des filières plus concentrées car destinées à un usage bien particulier.

- Des études du comportement du MV sont réalisées sur des espèces fruitières non intégrées à la charte : pomme cidricole (coordinateur : IFPC), prune d'Ente (coordinateur : BIP), kiwi, cassis et olivier…
- Dispositifs d'étude du comportement de variétés réalisés en pré-sélection, mis en place sur des parcelles d'éditeurs
- Dispositifs d'évaluation du matériel végétal pour le mode de production Agriculture Biologique (pilote : ITAB / GRAB), mais qui ne sont pas des dispositifs pérennes (mise en œuvre dans le cadre de différents appels à projet comme le Casdar CTPS ou de FranceAgriMer)
- Des dispositifs d'étude du comportement de variétés mis en place sous convention privée à la demande d'un éditeur
- Des dispositifs spécifiques pour évaluer le comportement du matériel végétal sur des traits particuliers (sensibilité aux bioagresseurs avec des études méthodologiques réalisées en collaboration entre CTIFL, Stations régionales, GRAB et l'INRA d'Angers et de Gotheron en particulier ; études de l'effet de certains stress abiotiques, potentiel de conservation avec le groupe de travail post-récolte, etc.). Voir les documents des axes thématiques correspondants.

Ceci souligne la complémentarité possible des différentes sources d'information, auxquelles il faut rajouter les études concernant le développement de nouveaux modes de conduite, de nouvelles méthodes de conservation, la caractérisation plus précise de la qualité des fruits et de leurs aptitudes à la conservation ou la transformation, les préférences des consommateurs… qui enrichissent les connaissances sur le comportement du matériel végétal et la variabilité de certains traits phénotypiques.

La connaissance du comportement du matériel végétal (au moins pour les variétés qui deviennent des standards) se construit donc souvent progressivement à partir de l'intégration par les experts d'information provenant de différents dispositifs et études. Cependant, une intégration plus consolidée et plus partagée de toutes ces « briques » de connaissances qui permettent de caractériser les principaux traits du comportement phénotypiques et agronomiques des variétés les plus prometteuses constitue sans doute un des enjeux majeurs du futur.

1.2 Capitalisation et diffusion des résultats

En lien étroit avec ces partenaires du réseau expérimental de la charte, le CTIFL assure un travail important de capitalisation des données (bases de données variétales Koala). Cette base est accessible seulement aux expérimentateurs du réseau de la charte nationale.

Les observations réalisées sont, dans un premier temps, confidentielles (variété sous numéro). Un compte rendu multi-site est réalisé. Celui-ci est envoyé aux membres du réseau et aux éditeurs et obtenteurs concernés. Il présente la liste des variétés en observation et celles dont l'observation sera arrêtée, les conditions climatiques de l'année, une synthèse des observations par variété…

Progressivement, les informations sont synthétisées (agrégation des données quantitatives, synthèse de l'appréciation du comportement agronomique par les différents expérimentateurs…) pour être présentées aux éditeurs - obtenteurs et aux producteurs.

La diffusion des principaux traits observés (périodes de réalisation des stades comme la floraison et les dates de maturité, les niveaux de performance possible, répartition des calibres, aspect et qualité physico-chimique des fruits, tenue du fruit lors de la conservation…), accompagnés d'un avis lié à l'expertise des responsables des programmes d'évaluation du MV, vise à toucher un public très large en utilisant différents supports (fiches variétales sur le web, journaux professionnels, ouvrages…) et en organisant des journées techniques pour une diffusion auprès des producteurs.

Il faut signaler le rôle important de démonstration du réseau grâce à l'organisation régulière au cours de l'année de visites de producteurs et des conseillers techniques dans les différents sites pour qu'ils puissent « visualiser » certains traits phénotypiques (architecture des arbres, vigueur, aspects visuels des fruits, qualité gustative…) afin d'affiner leur connaissance du MV avant les choix de plantation.

Enfin, les données sur le comportement du MV, complétées par les études sur la qualité des fruits et les préférences des consommateurs, apportent des réponses aux demandes formulées par la filière aval. Les distributeurs demandent de plus en plus des informations précises pour connaître les produits et leur évolution dans les magasins, ainsi que les attentes des consommateurs : calendrier variétal de maturité, analyses sensorielles (descripteurs, tests hédoniques), préférences des consommateurs, évolution en post-récolte des nouvelles variétés, stades optimales de récolte avec leur code couleur, etc. L'ensemble de ces informations permet d'élaborer des stratégies commerciales basées sur la segmentation et la communication pour apporter une plus-value grâce à cette différenciation qualitative.

1.3 Analyse critique du dispositif

Cette analyse est réalisée selon les principes d'une matrice « Forces, Faiblesses, Opportunités, Menaces » pour dégager une vision synthétique du dispositif actuel (charte) d'évaluation du comportement agronomique du matériel végétal fruitier (tableau 2). Les points principaux sont ensuite développés pour enrichir l'analyse et transcrire les échanges au sein du groupe MEDIEVAL.

Cette analyse est générique aux espèces fruitières fruits à pépins et fruits à noyau : dans certains cas, elle devrait être modulée pour intégrer les spécificités d'une espèce.

Tableau 2 : Analyse synthétique des forces, faiblesses, opportunités et menaces du dispositif actuel d'évaluation du matériel végétal fruitier (MV).

Interne (au dispositif)	**Forces** • Très fort Intérêt de la filière amont et aval pour la connaissance du MV • Approche en réseau et partenariat • Richesse et qualité de l'information • Représentativité de la diversité des bassins de production • Réseau représentatif du mode de production standard actuel • Ajustement pragmatique du réseau pour prendre en compte les besoins de la filière • Diffusion concertée et large des observations et des résultats	**Faiblesses** • Coût humain et financier élevé • Dépendance aux savoirs experts pour l'appréciation de certains critères • Durée longue pour un retour opérationnel de l'évaluation du MV • Faible prise en compte de la diversité des itinéraires techniques, des modes de conduite et de production • Dispositif peu adapté à l'évaluation de la sensibilité aux bioagresseurs et à la durabilité • Capacité du réseau à répondre à certaines problématiques (interactions GxE ou GxP , VATE…)
Externe (environnement du dispositif)	**Opportunités** • Excellence française de la filière innovation, multiplication et certification du MV fruitier • Intérêt pour l'économie et la diversification des cultures dans les territoires • Forte attente de certains acteurs de la filière pour un MV adapté aux nouveaux enjeux • Renforcement des interactions R&D • Développement de méthodes et outils innovants utilisables pour évaluer le MV	**Menaces** • Développement de réseaux privés d'évaluation des variétés • Difficulté de prioriser les enjeux entre les acteurs de la filière • Financement du dispositif ne permettant plus une prise en compte des objectifs de long terme • Manque de moyens pour rendre opérationnelle de nouvelles technologies

a) Forces

Très fort intérêt de la filière amont et aval pour la connaissance du MV

- Forte attente des producteurs pour une bonne connaissance des principales caractéristiques du MV, en particulier rendement, calibre, qualité et facilité de conduite…
- Obtenteurs - Editeurs très intéressés par les résultats du réseau qui leur apporte une connaissance globale de leur matériel, en complément des réseaux privés qu'ils peuvent mettre en place
- Intérêt de plus en plus important de la filière aval et des consommateurs sur la connaissance de la qualité des produits et de leur évolution avant consommation.

Approche en réseau et partenariat

- Harmonisation des observations et des critères au sein de chaque espèce fruitière et/ou entre espèces
- Dynamique partenariale (Ctifl, Stations expérimentales, Inra, éditeurs…) validée par les professionnels.

Richesse et qualité de l'information

- Nombreux critères observés et mesurés en routine avec une bonne précision sur les paramètres qui sont majeurs pour les producteurs : phénologie, comportement de l'arbre, performances agronomiques (rendement, répartition en calibre) et la qualité des fruits (aspects visuels, qualité physico-chimique, texture…)
- Stockage des résultats bruts dans la base de données KOALA
- Sur certaines espèces fruitières, la majorité du matériel végétal est évalué (niveau 1) et les principales variétés d'intérêt passent par le niveau 2 pour une évaluation plus complète
- Réseau permettant de pratiquement documenter la VATE (Valeur Agronomique, Technologique et Environnementale) mais les protocoles de la charte ne permettent pas une exploitation statistique des données.

Bonne représentativité de la diversité des bassins de production (au niveau 2)

- Implantation des dispositifs d'étude du comportement agronomique dans de nombreux sites expérimentaux (CTIFL, stations régionales d'expérimentation, INRA…) permettant une bonne représentativité pédoclimatique des principaux bassins de production
- Bonne utilisation de cette diversité des conditions du milieu pour adapter le choix du matériel végétal aux différentes zones de production

Réseau représentatif du mode de production standard actuel

- Evaluation du matériel végétal dans un réseau représentatif du mode de production standard actuellement pratiqué par la majorité des producteurs (conditions de culture assez intensives évitant l'apparition de facteurs limitants grâce à des apports d'intrants assez bien raisonnés). Ces conditions permettent l'expression du potentiel de production du matériel végétal.
- Appréciation à dire d'experts de la performance technico-économique possible du MV mais il n'y a pas de calcul économique *sensu stricto* car les dispositifs expérimentaux ne sont pas appropriés (placette de trop petites tailles, etc.).

Ajustement pragmatique du réseau pour répondre aux besoins de la filière

- Intégration, au niveau de la charte, d'études du comportement du MV face aux principaux bioagresseurs et aux maladies de conservation (post-récolte) sur certaines espèces fruitières
- Utilisation de tests biologiques et/ou moléculaires permettant d'évaluer la sensibilité de l'abricotier à la sharka

- Elargissement et/ou approfondissement des observations et mesures réalisées dans les dispositifs de la charte à de nouveaux critères pour tenir compte de certaines attentes

Diffusion concertée et large des observations et résultats
- Analyse partagée des résultats entre les différents expérimentateurs permettant un transfert maîtrisé de l'information
- Diffusion assez large et publique des principaux traits phénotypiques et de l'appréciation des experts sur l'aptitude à produire : phénologie, période de maturité, niveau de performance possible, aspect et qualité physico-chimique des fruits…
- Publications de fiches variétales sur différents supports (web, journaux, ouvrages…)
- Organisation de présentations des caractéristiques variétales et de journées techniques pour une diffusion auprès des acteurs de la filière
- Stages de formation de connaissances du MV à différents acteurs de la filière

b) Faiblesses

Coût humain et financier élevé
- Temps nécessaire à l'évaluation de nombreux traits phénotypiques d'intérêt induisant un coût important des dispositifs
- Absence d'une analyse précise « coûts / bénéfices» (temps ou coût d'acquisition / importance du critère) pouvant guider la recherche d'une meilleure optimisation du dispositif actuel (suppression de certaines observations peu utilisées dans les fiches d'informations variétales ?) afin de préparer son évolution vers l'élargissement à d'autres critères. Il semble cependant que les gains seraient marginaux. L'économie de moyens la plus substantielle se concentre sur l'articulation des niveaux 1 et 2 de la charte. Ceci nécessiterait un examen très précis des conséquences de la suppression d'un niveau car les objectifs et les attentes des deux niveaux sont normalement assez différents.
- Financement du dispositif mal réparti entre les acteurs de la filière et forte dépendance aux financements publics (FranceAgriMer, région…)

Dépendance forte aux savoirs experts pour l'appréciation de certains critères
- Difficulté d'automatisation de la plupart des observations et mesures
- Complexité de l'appréciation de certains traits phénotypiques nécessitant un savoir-faire « expert »
- Fragilité du réseau sur certaines espèces fruitières car l'expertise repose sur très peu de personnes dont le remplacement n'est pas forcément assuré sur le moyen terme.
- Problèmes possibles de transfert des compétences lors du remplacement d'un expert et dans la continuité des niveaux d'appréciation de certains traits phénotypiques.

Durée longue pour un retour opérationnel de l'évaluation du MV
- Disponibilité assez tardive des résultats consolidés (au minimum 8 à 10 ans si on prend en compte le temps nécessaire pour les niveaux 1 + 2 du fait de la pérennité des espèces fruitières et du temps nécessaire à l'entrée en production) par rapport aux possibilités de plantations chez les producteurs. Ces délais peuvent remettre en question l'intérêt d'une telle évaluation dans le cas d'espèce à renouvellement variétal très rapide (cas du pêcher en particulier)
- *A contrario*, ce temps nécessaire à l'évaluation du comportement du MV doit être resitué dans la durée totale nécessaire pour obtenir une nouvelle variété chez les espèces fruitières (minimum 15 ans). Ceci montre l'importance d'anticiper très tôt sur les besoins de la profession, dès le plan de croisement utilisé pour la création variétale.

Faible prise en compte de la diversité des itinéraires techniques et des modes de production

- Le faible nombre d'arbres, même dans le niveau 2, ne permet pas vraiment d'étudier le comportement du MV à différents modes de conduite. De ce fait, les arbres sont étudiés dans les conditions d'une conduite standardisée, même si l'expertise des expérimentateurs leur permet de donner un avis sur le comportement du MV face à des changements mineurs du mode de conduite (en croisant les informations sur les types de fructification, l'aptitude à produire sur des organes courts ou longs, le niveau de ramification, etc.)
- Evaluation du MV pour les modes de production dominants qui recherchent une conduite proche de conditions potentielles. Le comportement du MV dans d'autres conditions de production (agriculture biologique, vergers économes en intrants, vergers agroécologiques) n'est donc étudié que sur des réseaux de moindre ampleur ou par des observations réalisées dans des vergers de producteurs.
- Pour réduire les coûts de production, l'adaptation du MV à des possibilités de mécanisation de certains chantiers est un point important pour le futur. Le faible nombre d'arbres ne permet pas de réaliser ces études de mécanisation dans des conditions représentatives
- L'analyse de certains traits (aptitude du porte-greffe à prélever l'eau et les éléments minéraux, comportement de la variété au déficit hydrique ou aux changements globaux…) nécessite des dispositifs spécifiques pour permettre l'expression de la variabilité des caractères étudiés en réponse à des gradients de conditions du milieu ou de stress abiotiques : comment mieux structurer la complémentarité des différents dispositifs ?

Dispositif peu adapté à l'évaluation de la sensibilité aux bioagresseurs et de la durabilité

- L'analyse du comportement agronomique est réalisée dans des conditions devant assurer la meilleure maîtrise des bioagresseurs pour ne pas biaiser les résultats agronomiques par l'impact de leurs dégâts. Ce choix expérimental justifié nécessite cependant l'acquisition de références complémentaires sur le comportement du MV face aux bioagresseurs, en particulier pour permettre aux producteurs de choisir un MV tolérant/résistant pouvant s'intégrer à des modes de production économes en produits phytopharmaceutiques. Les observations réalisées sur le réseau actuel permettent seulement d'écarter le MV très sensible. A noter cependant, que des dispositifs complémentaires à la charte permettent, ces dernières années et sur certaines espèces, de mieux documenter le comportement aux stress biotiques.
- Le faible nombre d'arbres par site ne permet pas une mesure fiable du temps consacré à la conduite des arbres, ce qui rend difficile voire impossible une évaluation des coûts de production. Les experts arrivent cependant à identifier les variétés difficiles à conduire ou qui nécessitent un investissement en temps de travaux manuels plus élevé.

Capacité du réseau à pouvoir répondre à certaines problématiques ?

- Les protocoles actuels de la charte nationale ne permettent pas une analyse statistique des performances agronomiques du MV par rapport à des témoins comme dans le cadre de la VATE. Une évolution vers la VATE alourdirait énormément le temps d'acquisition des informations. Cette évolution ne semble pas souhaitée par la plupart des acteurs car ils s'interrogent sur la plus-value directement opérationnelle dans la connaissance du comportement global du MV fruitier. Sa faisabilité technique est aussi un point de discussion. Cependant, les politiques publiques ont mis en place un plan d'action Semences et Agriculture Durable qui vise à rapprocher la démarche VATE et le réseau national d'évaluation du matériel végétal fruitier. Une réflexion conjointe apparaît donc nécessaire pour identifier les interactions possibles.
- À noter cependant l'absence de méta-analyse pour connaître la capacité du réseau à répondre aux problématiques des interactions G x E (Génotype x Environnement). Cette situation est sans doute liée à une formulation pas assez bien construite des questions de recherche autour de ce thème G x E pour mobiliser les partenaires du réseau sur l'intérêt de ce type d'études .
- Le dispositif actuel ne donne aucune information sur le comportement du MV cultivé dans des modes de production différents de ceux de la production fruitière intégrée. Il existe cependant

quelques dispositifs complémentaires mais réalisés de manière indépendante à la charte qui évaluent le comportement de certaines variétés conduites sous le cahier des charges de l'Agriculture Biologique. L'absence de regroupement des informations sur le comportement du MV sous différents modes de production ne permet actuellement pas une analyse croisée des traits phénotypiques les plus affectés par les pratiques culturales.

- Certaines études sur l'impact des changements climatiques (besoins en froid…) ont mis en évidence l'intérêt des données accumulées sur le long terme par le réseau évaluation du matériel végétal. Une analyse détaillée des possibilités ou des limites permises par les observations déjà capitalisées pour répondre à certaines questions émergentes seraient à poursuivre pour apprécier la nécessité de faire évoluer les protocoles d'observation. Ces travaux doivent se faire sur la base d'une collaboration garantissant les intérêts des acteurs du dispositif.

c) Opportunités

Excellence française de la filière innovation, multiplication et certification du MV fruitier

- La France a un rôle de leader international dans le processus « innovation, multiplication et certification du matériel fruitier », du fait de son excellent niveau d'organisation (création, obtenteurs, éditeurs, réseau d'étude du comportement variétal, pépiniéristes, certification du MV…), du dynamisme des acteurs et de la qualité des contrôles garantissant un très bon niveau sanitaire des plants produits en France.
- Le secteur de l'innovation variétale – multiplication fruitière français est un des plus gros exportateurs au niveau mondial et cette situation constitue un atout important pour toute la filière (production – transformation – distribution – consommation) car cela lui laisse la maîtrise de ses orientations stratégiques : ne pas se faire « imposer » un MV qui ne répondrait pas aux futurs enjeux définis par la filière, les consommateurs français et les politiques publiques.
- Le maintien ou le développement d'une filière compétitive de production sur certaines espèces fruitières, en particulier les fruits à coque, peut inciter à relancer l'innovation variétale et les besoins d'études du comportement agronomique de ces nouvelles variétés.

Intérêt pour l'économie et la diversification des cultures dans les territoires

- Valeur économique de la filière production fruitière dans certains territoires
- L'arboriculture peut être aussi une culture de diversification dans certaines zones de production spécialisées en grandes cultures, viticulture, etc. (exploitations se diversifiant pour alimenter des circuits courts, exploitations à orientation mixte…) ce qui peut permettre une valorisation de la main d'œuvre locale et/ou de services écosystémiques à l'échelle des territoires (protection du sol contre l'érosion sur certaines zones de coteaux grâce aux vergers enherbés, pollinisation, diversité des habitats pour les auxiliaires des cultures…).

Forte attente de certains acteurs de la filière pour un MV adapté aux nouveaux enjeux

- Forte volonté des professionnels pour maintenir un dispositif d'évaluation du MV apportant des réponses indispensables sur le court et moyen termes (comportement agronomique, productivité, qualité des fruits…) comme dans le réseau actuel.
- Attente de certains acteurs de la production pour un MV adapté aux enjeux émergents (résistance / tolérance aux bioagresseurs, adaptation au changement climatique, diversification des modes de production…)
- Attentes des acteurs de la distribution pour disposer de produits adaptés à leurs exigences logistiques et aux exigences des consommateurs (segmentation, nouveaux produits comme pomme et abricots rouges…)

Renforcement des interactions Recherche – Expérimentation – Développement (R&D)

- La crise actuelle (économiques, techniques, biologiques) met en évidence le besoin de renforcer les liens entre la recherche et le réseau d'évaluation pour faciliter le développement de nouvelles

méthodes pour caractériser certains critères et pour mieux analyser certains comportements du matériel végétal. La mise en place du Groupement d'Intérêt Scientifique Fruits (GIS Fruits) est une opportunité pour favoriser ces interactions.
- Nécessité de faire évoluer la chaine d'acquisition de l'information sur le comportement du MV, avec notamment une meilleure prise en compte des enjeux futurs, et une mutualisation plus large des moyens pour évaluer le MV et capitaliser les informations.

Développement de méthodes et outils innovants utilisables pour évaluer le MV
- De nouveaux outils de phénotypage haut débit seront sans doute disponibles dans le moyen terme pour évaluer certains traits phénotypiques du matériel fruitier. Les axes thématiques « qualité », « stress biotiques » et « stress abiotiques » ont aussi identifié de nouveaux outils et méthodes, en particulier biologique et biomoléculaire et par imagerie spectrale, pour tester certaines caractéristiques du MV. Outre leur intérêt pour réduire le temps d'acquisition de l'information, ces méthodes vont sans doute apporter des informations supplémentaires sur de nouveaux traits phénotypiques. Il faut donc définir un dispositif qui permettra d'optimiser l'acquisition d'informations de nature très différentes mais complémentaires.
- Réflexion approfondie sur les outils informatiques et/ou l'interopérabilité entre bases de données pour regrouper des informations de nature très différentes.

d) Menaces

Développement de réseaux « privés » d'évaluation des variétés
- Si le dispositif national d'évaluation du comportement agronomique des innovations variétales devient trop contraignant et trop onéreux, les éditeurs en lien avec certaines organisations de producteurs, peuvent privilégier des démarches d'évaluation privées. Cette évolution posera la question de l'accès à des informations objectives sur les variétés par les producteurs indépendants n'ayant pas les capacités à mettre en place des tests de variétés.

Priorisation des enjeux entre les acteurs de la filière et les politiques publiques
- Absence d'une vision prospective et/ou d'accord pour faire évoluer le dispositif vers les véritables enjeux prioritaires de demain
- Risque d'une filière s'orientant sur une « stratégie du court terme » pour répondre aux difficultés économiques majeures actuelles mais sans essayer de les concilier à des objectifs de long terme
- Gouvernance plus complexe du fait d'une plus grande représentativité des différentes familles professionnelles au sein du dispositif.

Financement du dispositif et manque de moyen pour mieux prendre en compte des objectifs de long terme
- Instabilité des financements ne permettant pas la mise en place des dispositifs nécessaires à l'acquisition de données sur le long terme
- Du fait des difficultés actuelles pour financer un réseau d'évaluation du MV fruitier, il y a un risque important d'orienter le réseau sur des objectifs à court et moyens termes alors que les grands enjeux nécessiteraient l'organisation d'un réseau permettant d'apporter des réponses à des questions complexes sur le long terme.

Manque de moyens pour rendre opérationnelles de nouvelles technologies
- Frein à l'adoption de nouvelles technologies souvent très onéreuses avant un déploiement à plus large échelle
- Frein au recrutement de personnes pour développer/utiliser ces nouvelles méthodes et outils demandant des compétences spécifiques pour traiter des informations de nature très différentes par rapport aux critères usuels d'analyse du comportement agronomique

Synthèse

L'évaluation du comportement agronomique repose largement sur le dispositif de la charte nationale. L'excellence du travail réalisé par les expérimentateurs réalisant l'évaluation du comportement est largement reconnue au niveau français et européen. Ce dispositif est donc une référence pour la filière fruitière du fait de la qualité des informations qui en émane et de la démarche en « réseau » grâce à un partenariat efficace qui permet d'étudier l'adaptation du matériel végétal à des conditions pédoclimatiques variées. Le dispositif a aussi su évoluer pour mieux répondre à certaines problématiques.

Cependant, une analyse un peu plus approfondie de l'ensemble du dispositif pourrait aider à identifier les marges de manœuvre pour une future évolution. Le dispositif « charte », malgré son évolution récente, apparaît peu adapté pour instruire certaines questions comme l'adaptation du matériel végétal aux changements climatiques et aux stress abiotiques et biotiques, ainsi qu'à de nouveaux modes de production. De plus, sa capacité à répondre à certaines questions (G x E …) reste encore à tester.

Malgré les menaces financières pesant actuellement sur le réseau, il existe de réelles opportunités pour maintenir et développer un dispositif national d'évaluation du comportement du matériel végétal fruitier afin de répondre aux enjeux actuels et émergents. Se saisir de ces opportunités, c'est préserver l'avenir de la filière française de production de fruits tant le matériel végétal (innovation, évaluation et certification) est au cœur de la performance technique, commerciale et économique dans ces systèmes de production. C'est aussi inciter l'innovation variétale, grâce à un système d'évaluation adapté et rénové, à mieux prendre en compte les problématiques environnementales, et sociétales, ainsi que les impacts liés aux changements climatiques. Pour cela, il faudra cependant savoir entrainer tous les acteurs de la filière vers des objectifs partagés, tout en prenant bien en compte les attentes plurielles de ces acteurs, ce qui peut exiger une gouvernance et un financement plus collectifs.

Cependant, cette évolution du (des) réseau(x) d'évaluation du comportement agronomique du matériel végétal doit trouver un juste équilibre entre (i) des attentes et des échelles de temps différentes selon les acteurs, (ii) l'augmentation du nombre de critères pour répondre aux nouvelles problématiques concernant la qualité des fruits, la sensibilité aux bioagresseurs et l'adaptation aux nouveaux modes de production et aux changements climatiques, et (iii) des moyens limités (financiers, humains, méthodologiques et techniques). L'enjeu réside donc dans la volonté de la filière à rechercher cet équilibre et à se doter d'un nouveau dispositif qui devra être plus évolutif et sans doute plus diversifié et partagé.

2 – Questions émergentes et propositions d'évolution des dispositifs

L'arboriculture fruitière est confrontée à de grands enjeux, actuels et/ou émergents, que ce soit sur les aspects de production et qualité des produits, rentabilité économique, adaptation aux changements climatiques, préservation des ressources non renouvelables et protection de l'environnement grâce à la réduction des intrants (produits phytopharmaceutiques, eau d'irrigation, engrais de synthèse, énergie…). L'innovation variétale est un élément important à prendre en compte pour développer une arboriculture fruitière performante et durable.

Dans ce contexte, l'évaluation du comportement du matériel végétal devra élargir ses critères afin de repérer les innovations adaptées aux scénarios possibles du futur. L'identification et la prise en compte de ces nouveaux critères d'évaluation, en complément de ceux utilisés actuellement, va nécessiter une analyse prospective et des travaux méthodologiques pour étudier leur pertinence et leur faisabilité, avant une utilisation au sein des dispositifs dédiés à l'évaluation variétale. Cette acquisition de données sur de nouveaux critères nécessitera sans doute la mise en place de dispositifs spécifiques adaptés à leur analyse, mais complémentaire à un réseau de base centré sur l'analyse du comportement agronomique. Ces dispositifs complémentaires pourront être assez diversifiés pour mieux répartir l'effort d'acquisition de données et mieux prendre en compte la diversité des attentes et des modes de production (réseaux expérimentaux, réseaux participatifs composés de vergers de producteurs volontaires, réseaux d'observation des éditeurs…)

De ce fait, le dispositif global d'étude du matériel végétal doit être en capacité d'évoluer pour intégrer progressivement ces nouveaux critères et la diversité des dispositifs. Cette complémentarité des sources d'information documentant les critères actuels et à venir devra garantir une évolution maîtrisée du système actuel et satisfaire les différentes attentes des acteurs de la filière en prenant bien en compte leurs objectifs à court, moyen et long terme.

Les questions émergentes et les conséquences possibles en termes de critères et/ou de méthodes pour l'évaluation sont présentées dans un premier temps. Des propositions sur le contour d'un dispositif d'évaluation du matériel végétal sont ensuite décrites comme base de discussions avec les différents acteurs de la filière et les financeurs.

2.1 Questions émergentes et méthodes à développer (outils et dispositifs)

Les questions émergentes sur l'évaluation du comportement agronomique du matériel végétal qui ont été identifiées lors des échanges du groupe MEDIEVAL sont assez transversales à celles des autres axes thématiques du fait du rôle intégrateur du réseau « comportement » (figure 2), d'autant plus que le réseau d'évaluation est « pourvoyeur » de matériel (fruits en particulier) et/ou d'informations indispensables aux autres thématiques. Il est donc nécessaire de se reporter aux documents sur les autres axes thématiques.

Pour la partie comportement du matériel végétal, les questions émergentes peuvent être regroupées par type de méthodes à explorer ou type de dispositif à mettre en œuvre.

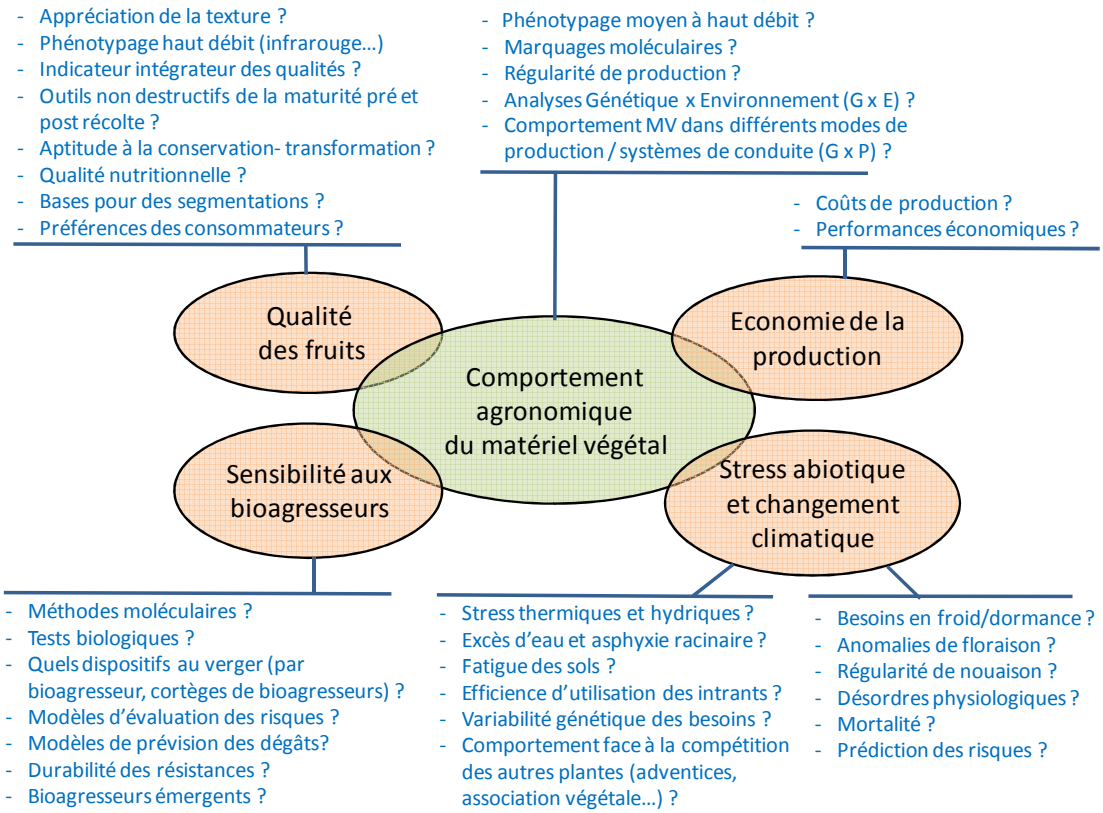

Figure 2. Questions émergentes sur le dispositif d'évaluation du comportement agronomique du matériel végétal fruitier, en lien avec celles des différents axes thématiques. Un travail de priorisation a été effectué dans la synthèse générale du rapport.

2.1.1. Méthodes et outils

Les points devant être améliorés concernent l'augmentation de la vitesse d'acquisition des informations et/ou l'allègement du travail pour les expérimentateurs. Ceci renvoie aux questions sur des méthodes de phénotypages à moyen ou haut débit et sur les tests moléculaires pour acquérir des informations sur certains traits phénotypiques. Une étude précise des possibilités offertes par ces nouvelles technologies et de leur opérationnalité en arboriculture fruitière serait donc à conduire, même si certaines de ces méthodes innovantes ne sont pas opérationnelles dans un proche avenir. L'effort devra aussi porter sur la mise au point de méthodes permettant d'analyser le matériel végétal soumis à des gammes de condition plus contrastées et/ou plus diversifiées (climat, itinéraires techniques, modes de production, pression biotique…) afin d'étudier la variabilité de la réponse de certains traits phénotypiques qui pourront être mobilisés par la suite pour analyser et/ou prédire la capacité d'adaptation du matériel végétal à des contextes de production différents.

a) Phénotypage haut débit

- Intérêts pour l'évaluateur

Le phénotypage haut débit doit permettre d'acquérir plus facilement et rapidement des traits phénotypiques plus nombreux et de suivre leur dynamique grâce à des approches non destructives. Il permettra donc un gain de temps important pour l'évaluation du MV. Selon les techniques utilisées, le phénotypage haut débit peut permettre de quantifier de nouveaux traits phénotypiques (surface foliaire, structure du végétal, composition biochimique, indicateurs de stress…), certains étant actuellement peu utilisés en arboriculture fruitière.

- Questionnements

- Quelles sont les méthodes de phénotypage à haut débit qui seront disponibles dans un proche avenir en arboriculture fruitière ?
- Quelles complémentarités entre les dispositifs d'étude au verger et des tests biologiques (serre) et/ou moléculaires (laboratoire) et pour quels critères ?

- Verrous techniques

Les principaux verrous identifiés sont liés à la faible disponibilité d'outils adaptés aux arbres fruitiers. Le volume des arbres rend aussi plus compliqué l'accessibilité aux caractères d'intérêt. Les outils sont souvent très onéreux alors que leur pertinence et donc leur utilité n'ont pas encore été évaluées sur les arbres fruitiers. Des compétences nouvelles doivent être acquises pour pouvoir utiliser ces outils. Enfin, ces outils nécessitent la constitution de nouveaux référentiels pour les évaluateurs sans pouvoir se raccrocher aux références disponibles.

- Propositions

Des projets importants portant sur le phénotypage haut débit ont été lancés dans le secteur des grandes cultures[1]. Ces dynamiques de recherche – développement impulsent un fort développement méthodologique (capteurs, acquisition et traitement du signal, valorisation des informations au sein du processus d'évaluation du matériel végétal, etc.) dans le domaine du phénotypage haut débit dont le secteur de l'arboriculture fruitière devrait pouvoir en tirer profit.

Ces technologies reposent souvent sur l'imagerie spectrale qui permet une acquisition rapide du signal tout en étant non destructive et non invasive. Selon les longueurs d'onde utilisées (visible, proche ou moyen infrarouge ou de l'exploitation de l'ensemble du spectre), ces méthodes permettent de caractériser différentes variables d'intérêt (état nutritionnel, statut hydrique, structure du couvert…) pour l'étude du comportement des couverts végétaux dans leur environnement. Les méthodes spectrométriques du proche infra-rouge sont actuellement mobilisables au laboratoire pour déterminer certains paramètres de qualité des fruits (maturité, teneur en sucres solubles totaux, acidité, composition en différents sucres et acides, teneur en azote, etc.). Les spectromètres portables ou les techniques de mesure de la fluorescence chlorophyllienne sont maintenant utilisables dans les vergers pour acquérir des informations « ponctuelles et à faible débit » sur la teneur en azote et en chlorophylle, l'efficience de fonctionnement de l'appareil photosynthétique, la masse surfacique, etc.

Le couplage de la spectrométrie et des imageurs permet d'acquérir des données spectrales spatialisées à une échelle qui est variable selon les capteurs, les vecteurs sur lesquels ils sont embarqués (terrestres ou aériens dont les drones) et de la distance à la cible. Les variables mesurées dépendent de la technologie utilisée (nombre de fruits, architecture des plantes avec la surface foliaire, fraction du rayonnement intercepté, température foliaire (infrarouge thermique), teneurs en azote et en chlorophylle…). Ces techniques non destructives donnent accès à la dynamique de mise en place des caractères d'intérêt étudiés, ainsi qu'à leur hétérogénéité au sein des arbres ou du peuplement. Toutes ces technologies nécessitent cependant encore un important travail de traitement et d'analyses des images.

Si un investissement de moyens humains et matériels dans ce domaine technologique est sans aucun doute une priorité pour accélérer le processus de phénotypage du matériel fruitier, il ne faut pas sous-estimer les questions agronomiques que cela soulève. En effet, ces nouvelles technologies vont

[1] Par exemple, le projet Phénome (début en avril 2013) qui associe l'Inra, Arvalis-Institut-du-Végétal et Terres Inovia, a pour ambition d'équiper la communauté scientifique française avec une infrastructure capable de mesurer, grâce à des méthodes précises et à haut débit, des caractères agronomiques de plantes soumises à divers scénarios de climats et d'itinéraires techniques associés au changement global.

donner accès à des variables «indicatrices » de certains processus physiologiques qui ne prendront du sens que par leur intégration dans une démarche globale (modèles conceptuels ou modèles quantitatifs) du fonctionnement des arbres. Il est aussi nécessaire de constituer de nouveaux référentiels (variabilité observée dans un large domaine de génotype et de milieu…) permettant de transformer une information biophysique sur un état du couvert en une valeur prédictive d'un trait phénotypique et/ou d'un comportement agronomique potentiel. Il faut aussi assurer le lien avec le génotypage afin d'identifier les zones du génome concernées par les variables mesurées et analyser leur déterminismes génétiques.

b) Méthodes d'études des interactions Génétique x Environnement (G x E)

- Intérêts

Les méthodes d'analyse des interactions génotypes x environnements[2] (G x E) doivent permettre d'exploiter les données acquises lors de l'évaluation du MV dans différentes conditions pédoclimatiques dans le but d'analyser la variabilité des principaux traits phénotypiques et de prédire le comportement des variétés dans d'autres contextes. Ces méthodes d'analyse seront sans doute assez communes à celles liées aux questionnements sur les effets des systèmes de culture, aux impacts des contraintes abiotiques et à l'adaptation du MV au changement climatique.

A noter que nous développons cet aspect sous l'angle des méthodes à mettre en œuvre pour exploiter les données du réseau actuel (charte niveau 1 et 2) afin d'approfondir l'étude des interactions G x E. Pour cela, il est donc essentiel de rappeler l'importance de préserver un réseau multisite permettant de bien prendre en compte la diversité des conditions pédoclimatiques des principaux bassins de production.

- Questionnements

- Est-ce que les informations enregistrées sur les dispositifs de la charte sont suffisantes pour réaliser une analyse G x E ?
- Quels gains et intérêts attendre de ces études G x E pour la filière ?
- Quelles méthodes faut-il développer de manière conjointe aux études G x E pour analyser et comprendre ces interactions (évaluation assistée par modèles, approches des traits fonctionnels…) ?

- Verrous techniques

Jusqu'à présent, l'évaluation du matériel végétal repose essentiellement sur des critères descriptifs et quantitatifs qui sont mobilisés de manière assez statique dans des conditions de culture assez standardisées pour permettre l'expression d'un potentiel (réseau actuel d'évaluation du MV fruitier). Le réseau permet aussi d'évaluer, pour chaque matériel végétal, la gamme de variabilité de chacun des critères grâce à la diversité des conditions pédoclimatiques (en particulier, variations climatiques intra et inter-annuelles). L'appréciation portée par les experts sur le MV intègre le niveau de performance sur les différents critères et leur régularité, souvent par comparaison à des témoins de comportement. Cette démarche offre cependant une capacité très limitée pour prévoir le comportement du matériel végétal dans des conditions assez différentes de celles du test. Cette limite devient assez problématique dès lors qu'on adresse les questions d'adaptation du matériel végétal aux changements climatiques et aux situations de stress abiotiques variées.

[2]. Pour la plupart des caractères, le phénotype résulte des effets conjoints de 3 composantes : le génotype G, l'environnement E qui contribue toujours pour une part au phénotype et l'interaction entre le génotype et l'environnement GxE. La valeur pour un phénotype peut se résumer à la formulation additive: P = G + E + GxE. Cette interaction entre le génotype et l'environnement est très importante car elle signifie que l'expression d'un gène n'est pas indépendante du milieu dans lequel ce gène s'exprime.

- Propositions

Dans un premier temps, il semble nécessaire de démontrer l'intérêt d'une analyse plus approfondie des interactions G x E, notamment par l'analyse de la variabilité entre années et entre sites de certains traits phénotypiques. Pour cela, il faudrait organiser une étude de faisabilité d'une analyse G x E sur les données acquises et disponibles dans le cadre du réseau d'évaluation du MV fruitier en se focalisant sur une ou deux espèces. Il faudrait en particulier analyser les possibilités de réaliser des typologies de comportement variétal, ce qui permettrait de rattacher chaque nouvelle variété à un groupe ayant des traits de comportements phénotypiques assez similaires. La constitution de ces groupes permettrait de se focaliser par la suite sur les variétés représentatives de ces groupes de comportement ce qui devrait fortement alléger les dispositifs complémentaires à mettre en œuvre pour certaines thématiques (adaptation aux changements climatiques et comportements face aux stress abiotiques, etc.).

Suite à cette étude, l'analyse des capacités adaptatives du matériel végétal pourrait prendre un poids de plus en plus important dans le futur réseau d'évaluation pour identifier les innovations variétales potentiellement les plus intéressantes face aux enjeux émergents. L'atteinte de ces objectifs reposera sans doute l'étude de la variabilité des principales fonctions physiologiques des arbres (capacité photosynthétique, régulation de la transpiration, vitesse de croissance des fruits, mécanismes intervenant dans la floraison-nouaison, etc.) en réponse à une diversité de conditions du milieu. Comme il n'est pas envisageable de réaliser ce type d'études pour chaque variété introduite dans les réseaux d'évaluation, il faudra au préalable tester plusieurs hypothèses avant d'élargir cette démarche méthodologique au sein du réseau d'évaluation du matériel végétal :

- Peut-on mettre au point des critères basés sur des traits fonctionnels[3] et/ou des paramètres de modèles de fonctionnement des plantes ?
- Est-ce que les groupes de comportement variétal identifiés précédemment se caractérisent bien par des traits fonctionnels et/ou des paramètres de modèles de fonctionnement des plantes assez similaires ?
- Comment utiliser la modélisation pour intégrer les fonctions physiologiques d'intérêt caractérisées par le phénotypage haut débit ou par des approches de traits fonctionnels pour comprendre les interactions G x E et ensuite simuler/prédire la capacité adaptative des innovations variétales à de nouveaux contextes de production ?

Ceci nécessitera une analyse des travaux de recherches en écophysiologie afin d'identifier les fonctions physiologiques pouvant être discriminantes par rapport aux enjeux et pour analyser les méthodologies utilisées pour caractériser ces fonctions de manière assez simple et robuste pour une utilisation au sein d'un réseau d'évaluation du matériel végétal. Il faudra aussi questionner les équipes de recherche en écophysiologie et modélisation des arbres fruitiers pour identifier les modèles candidats qui pourraient être adaptés pour une utilisation opérationnelle dans ce cadre. Ceci milite pour un renforcement du partenariat entre les équipes d'évaluateurs et les équipes de recherche de ce domaine pour construire un projet collaboratif ambitieux permettant de porter cette thématique dans la durée et avec des moyens stabilisés.

[3] Traits fonctionnels : mesures qui résument les fonctions écologiques et physiologiques des espèces végétales. Méthode qui consiste à déduire les propriétés physiologiques des plantes (capacité photosynthétique, utilisation de l'eau et des éléments nutritifs, allocation du carbone, production de molécules pour la défense contre des agents pathogènes et prédateurs…) des mesures assez simples pour être effectuées sur le terrain.

2.1.2 Dispositifs : évolution et complémentarité

a) Interactions génotypes et pratiques culturales (G x P)

- Intérêts

Une bonne connaissance du matériel végétal est essentielle pour concevoir des modes de production plus économes dans l'usage des produits phytopharmaceutiques et en intrants (engrais et eau d'irrigation). Il faut pour cela caractériser le comportement des innovations variétales dans une gamme diversifiée de conditions de production pour appréhender la variabilité de réponse des principaux traits phénotypiques. Cette connaissance doit ensuite permettre de prédire l'adaptation des innovations variétales à de nouvelles conditions environnementales ou de modes de production. (se reporter aux documents des autres axes thématiques). Ces informations sur l'adaptation du MV aux modes de production sont en cohérence avec les objectifs du plan Semences et Agriculture Durable (SAD).

- Questionnements
  - Quels méthodes et dispositifs pour étudier l'adaptation du matériel végétal à différents modes de conduite ?
  - Comment assurer la complémentarité des réseaux qui étudient le comportement du matériel végétal dans différents modes de production (agriculture biologique, systèmes à faible niveau d'intrants…) ?

- Verrous techniques

L'analyse des interactions G x P nécessite des sites où plusieurs génotypes sont cultivés avec différents modes de production. Leur mise en œuvre est souvent difficile en arboriculture fruitière si on veut respecter les principes statistiques des plans expérimentaux (problème lié à la randomisation des répétitions en intra-site). La mise en place d'un réseau expérimental multisite dédié aux analyses statistiques des interactions G x P semble donc inenvisageable. Il faut donc imaginer un dispositif basé sur la complémentarité des réseaux d'observation du matériel végétal sous différents modes de production pour acquérir des informations fiables sur le comportement des innovations variétales.

- Propositions

La connaissance du comportement et/ou de l'adaptation du matériel végétal aux situations de production à faibles niveaux d'intrants et/ou au mode de production de l'agriculture biologique est absolument nécessaire pour créer un référentiel accessible à tous les producteurs. De ce fait, il faut imaginer un dispositif où les nouvelles variétés d'intérêt, identifiées dans un réseau de base (dans des conditions standards de production) et dans un réseau d'études de la sensibilité aux bioagresseurs, soient quasi systématiquement étudiées dans les conditions de production en AB et/ou à faibles niveaux d'intrants.

L'objectif sera donc de mieux structurer la complémentarité entre les évaluations sous différents modes de production ce qui suppose une intégration à un réseau national. L'approche en réseau permettra de collecter des données inter-calibrées dans différents sites pour permettre une exploitation collective des informations. Comme les moyens expérimentaux sont limités, on peut imaginer un dispositif qui reposerait sur le test du matériel végétal d'intérêt cultivé sous 2 ou 3 modes de production (en production fruitière intégrée, en agriculture biologique et/ou sous faibles intrants) dans un nombre réduit de sites (nombre à définir avec les partenaires du réseau) dont les

informations seraient consolidées par les données en provenance d'un réseau d'évaluation participatif développé avec des producteurs volontaires afin de pallier aux faibles nombres de sites expérimentaux. Ce réseau participatif serait à coordonner avec les conseillers techniques pour mettre en place un protocole d'observations allégé mais fiable du comportement agronomique du matériel végétal. Les données devront être centralisées pour permettre une analyse consolidée de la variabilité des critères phénotypiques qui auront été préalablement définis.

b) Matériel végétal, coûts de production et valeur ajoutée économique

- Intérêts

L'évaluation du potentiel des performances agronomique et qualitatif du matériel végétal (rendement, distribution en calibre, qualité des fruits) mesurées au sein du réseau comportement agronomique apporte déjà beaucoup d'information pour se faire une idée sur la valeur économique d'une variété pour un circuit commercial donné. Il manque cependant la dimension coût de production qui peut être aussi assez dépendante du matériel végétal (temps pour conduire les arbres, facilité pour réguler la charge en fruits, facilité de récolte…).

- Questionnements
  - Quel niveau d'information technico-économique à associer à la connaissance du matériel végétal ?

- Verrous techniques

Le dispositif charte ne permet pas de quantifier précisément les coûts de production pour chaque variété du fait du trop faible nombre d'arbres dans les dispositifs qui empêche une comptabilisation fiable des temps de travaux.

- Propositions

Le dispositif actuel d'évaluation du comportement permet de repérer l'intérêt économique d'une nouvelle variété en estimant son potentiel de performance agronomique et en identifiant les traits phénotypiques (souvent liés aux critères de qualité du fruit) qui pourraient donner lieu à une meilleure valorisation marchande si une démarche de segmentation est mise en place.

Pour accéder à des informations sur les coûts de production, fortement dépendant de la facilité de conduite de la variété, il faut des dispositifs complémentaires basés sur l'acquisition de données dans des situations réelles de production. A titre d'illustration, on peut citer la base de données technico-économiques EFI© pêche qui permet de calculer les coûts de production et/ou une marge théorique par variété, ainsi que la variabilité observée de ces critères, grâce à la collecte de données issues des parcelles de producteurs. En renforçant l'acquisition de données sur les vergers nouvellement plantés, on pourrait se faire assez rapidement une idée de l'intérêt économique des innovations variétales *in situ*. La structure d'une base de données technico-économique pomme existe aussi. C'est donc en valorisant au mieux la complémentarité entre les dispositifs qu'on pourra documenter des critères plus économiques.

2.2 Quelle structuration des flux d'information entre les dispositifs ?

Face à la multiplicité des critères à évaluer pour caractériser le comportement du matériel végétal devant répondre aux enjeux émergents, l'analyse montre que l'évaluation ne peut pas reposer sur un

seul réseau et/ou sur une seule source d'information, la connaissance du comportement du matériel se construisant progressivement par assemblage des critères d'intérêt.

Il est donc essentiel de réfléchir à un « dispositif global » (figure 3) reposant sur la complémentarité de différents réseaux et/ou de méthodes et outils permettant de tester le comportement du matériel végétal ou de certains traits dans une gamme de conditions contrastées, et avec des échelles de temps compatibles aux différents types d'attentes des acteurs.

Ce dispositif global devra reposer sur des caractéristiques « constitutives » d'un réseau national :

- Des dispositifs multisites pour accroitre la diversité des conditions de milieu et de production afin de mesurer la variabilité la plus importante possible des comportements du matériel végétal ou des critères analysés.
- Une approche multi-acteur et participative dans le but d'établir un profil des variétés le plus complet possible répondant aux différents enjeux de l'amont et l'aval de la filière. La mise en réseau des partenaires pouvant contribuer à l'acquisition d'information pour caractériser le comportement du matériel végétal devrait permettre de mieux mutualiser les efforts d'évaluation au sein de la filière. Les liens entre la recherche et le réseau national d'évaluation sont à renforcer pour favoriser le développement de nouvelles méthodologies dans l'acquisition des données et/ou l'exploitation d'informations complexes.
- L'accès à ces informations devra respecter les règles de propriétés intellectuelles du matériel végétal et les niveaux de contribution des différents acteurs du réseau.

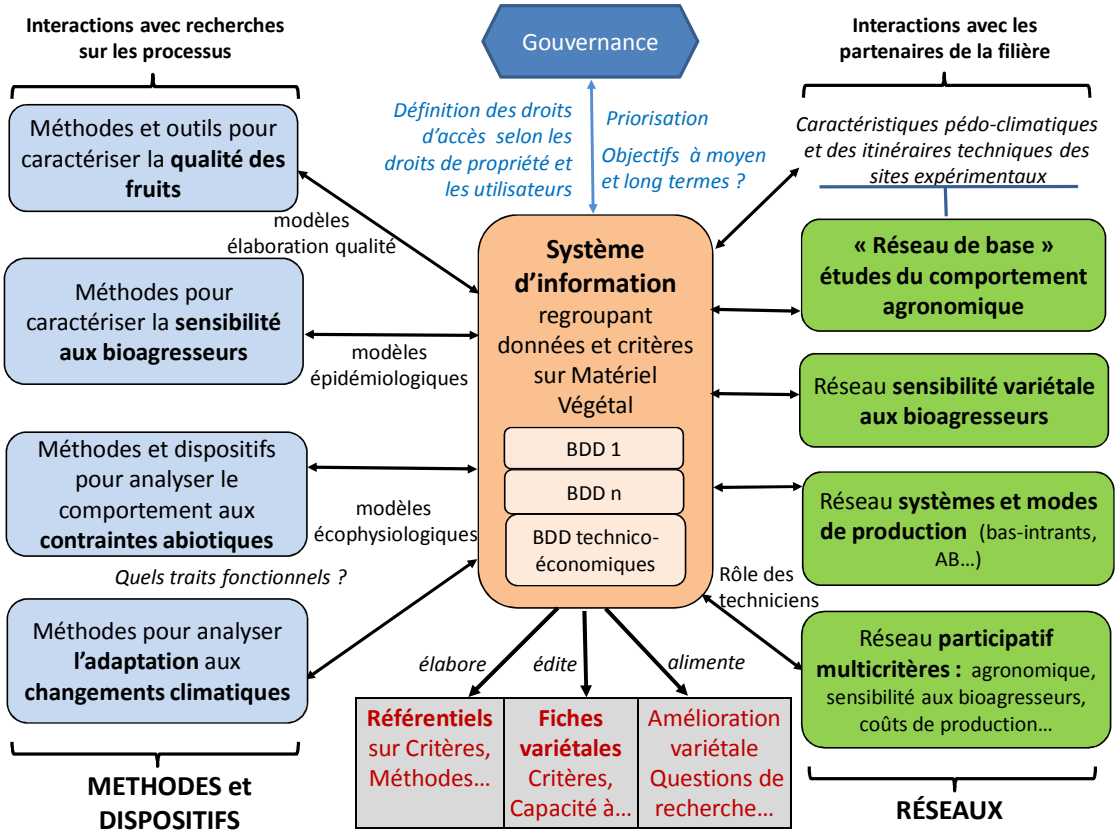

Figure 3. Eléments pour structurer un réseau d'acquisition de données et d'évaluation du comportement agronomique du matériel végétal fruitier

Plusieurs questions seront à débattre au cours de l'organisation de ce dispositif national d'évaluation du comportement du matériel végétal fruitier :

- Quelle configuration du dispositif pour permettre un « screening variétal » rapide et pas trop lourd visant à supprimer le matériel apparaissant rapidement peu intéressant par rapport aux critères émergents, de manière à consacrer le maximum des efforts d'évaluation du comportement agronomique sur les variétés potentiellement les plus intéressantes pour un large panel de critères ? Il faut cependant évaluer le risque d'éliminer certaines innovations variétales paraissant peu intéressantes sur certains critères, alors qu'elles auraient des traits phénotypiques d'intérêt sur des critères potentiellement intéressants pour de futurs scénarios techniques ou climatiques.

- Comment bien prendre en compte les différentes attentes des acteurs de la filière ? La question se pose en particulier sur le temps minimal nécessaire pour connaître avec suffisamment de précision le comportement du matériel végétal pour conseiller les producteurs lors de leurs choix de plantation. En effet, il faudra réaliser un compromis entre la nécessité d'une commercialisation des innovations variétales assez rapide pour permettre un retour sur investissement des éditeurs et des pépiniéristes, même si tous les critères de comportement ne sont pas complètement connus, et le besoin d'études plus spécifiques nécessitant un pas de temps plus long pour évaluer la capacité d'adaptation de ces variétés dans des conditions plus extrêmes comme l'adaptation aux changements climatiques, aux stress abiotiques, etc.

- La gouvernance de ce dispositif global et du système d'information est une des priorités à débattre au sein de la filière. Il s'agit en effet de définir les moyens et les compétences qu'il faut y consacrer sur le long terme et le rôle des différents acteurs dans l'acquisition des informations. Il faudra aussi définir les droits d'accès à l'information des différents acteurs de la filière, en fonction de leur rôle comme apporteur de données et/ou de contributeur financier, tout en prenant bien en compte les droits de propriétés sur le matériel végétal.

Comme l'organisation de ce dispositif repose sur les réflexions issues des différents groupes thématiques, les propositions du contour de ce réseau global seront développées dans la synthèse du rapport MEDIEVAL.