



MEDIEVAL

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

Axe de travail : Qualité des fruits

Annexe 14

Rédacteurs : Sandrine Codarin (Ctifl), Pierre Vaysse (Ctifl), Brigitte Navez (Ctifl)

La qualité des fruits est définie selon plusieurs critères (séminaire Medieval du 25 novembre 2014) :

1. Aspects visuels relatifs à la qualité externe du fruit : coloration, calibre, défauts d'aspect (cosmétique)
2. Maturité du produit : paramètres physico-chimiques, code amidon, codes couleur. Il s'agit de déterminer la fenêtre de récolte pendant laquelle les paramètres de maturité commerciale et/ou maturité en vue du stockage sont présents de façon optimale tout en minimisant l'incidence des désordres post-récolte
3. Qualité organoleptique : saveurs, arômes, texture...
4. Tenue des fruits et conservation
5. Qualité nutritionnelle, valeur santé
6. Qualité sanitaire (hygiène, respect de la législation sur les résidus)

Seuls les points 1 à 4 sont pris en compte lors de l'évaluation variétale *stricto sensu*.

Ces critères peuvent être pris en compte d'une façon séquentielle et sont hiérarchisés en fonction du stade de sélection de la variété. Les aspects visuels, le calibre, la qualité gustative, les paramètres physico-chimiques et le comportement en post-récolte sont essentiels pour juger la variété et font l'objet de mesures et notations enregistrées.

La qualité nutritionnelle fait partie de critères secondaires et est prise en compte sur certaines espèces, à un stade de sélection avancé. Elle devient pertinente à partir du moment (1) où la bonne qualité gustative du produit est avérée, (2) où il existe une variabilité suffisante des valeurs pour l'espèce ou le segment de produit considéré et (3) où cette valeur nutritionnelle ne se dégrade pas lorsque le produit arrive chez le consommateur au cours du suivi filière (dégradation identique quelles que soient les variétés). Ce dernier critère pourra être intégré comme un élément participant à la communication sur un produit.

La qualité des fruits est une préoccupation majeure et constante de l'évaluation variétale que ce soit en verger et en post-récolte. Le but est de proposer aux consommateurs des produits de bonne qualité gustative et constante.

A un stade précoce de l'évaluation, les variétés vont être sélectionnées selon des critères rédhibitoires : qualité gustative insuffisante à dire d'expert, à la récolte (pomme, pêche, cerise) et lors de la phase post-récolte (pomme, poire, abricot), potentiel de coloration insuffisant (coloration / durée de conservation impossible à tenir), hétérogénéité de forme, ...

A un stade plus avancé de l'évaluation variétale, la caractérisation organoleptique des variétés permettra d'enrichir la description de l'espace produit de référence (ou de situer le produit dans cet espace). Des tests hédoniques pourront être réalisés afin de recueillir l'avis de consommateurs sur le produit et positionner la variété dans son espace produit.

Il est à noter que l'expression des critères de la qualité organoleptique est en lien étroit avec les conditions de culture des arbres (impact sur la texture, la tenue du fruit, l'échaudure, ...).

Dans la suite du document, seule la qualité organoleptique sera prise en compte.

1. Dispositif, méthodes, outils et critères existants

1.1 Etat des lieux

1.1.1 Réseaux d'évaluation de la charte nationale

- **Qualité interne**

La qualité gustative est prise en compte dès les premiers stades de l'évaluation variétale (niveau 1). A ce stade, deux critères sont renseignés :

- **Note de qualité gustative** : dégustation réalisée par les expérimentateurs (à dire d'expert) à la récolte (pêche, cerise, pomme, prune) et/ou en cours de conservation (pomme, poire, abricot, châtaigne, noix). Cette note est accompagnée de notes de texture, jutosité, fermeté, elles aussi assises sur une appréciation à dire d'expert. De par sa nature subjective, une intercalibration de la notation de la qualité gustative par les experts devrait être organisée régulièrement pour chaque espèce.
- **Analyse des paramètres physico-chimiques à la récolte** : mesure de fermeté, taux de sucres, acidité, jutosité, régression de l'amidon, ces analyses sont adaptées aux différentes espèces. Les mesures sont automatisées en utilisant l'automate Pimprenelle dans la majorité des sites. Si ce n'est pas le cas, les mesures sont effectuées manuellement selon des protocoles communs. L'utilisation de Pimprenelle a permis d'augmenter le nombre de lots analysés puisque sa capacité d'analyse est d'environ 30 lots / jour. Le nombre de fruits analysés à cette étape correspond à une quinzaine de fruits par lot au minimum.
- Les analyses sont systématiques à partir du moment où il y a suffisamment de fruits disponibles sur les 2 à 3 arbres de la variété évaluée au stade 1. Cette analyse permet de donner une première idée du potentiel organoleptique du fruit.

A un stade plus avancé (niveau 2), la notation va permettre d'affiner les critères de récolte :

- La note de qualité gustative est toujours affectée suite à une dégustation par les expérimentateurs (à dire d'expert)
- Un suivi de maturité est effectué afin de définir le meilleur compromis entre les différents critères au moment de récolte tout en minimisant l'incidence des désordres physiologiques et sanitaires post-récolte. Le suivi maturité adapté à chacune des espèces consiste chez les fruits à pépins à pratiquer des analyses de paramètres physico-chimiques de 3 semaines avant la date de récolte présumée jusqu'à 1 à 2 semaines après cette date selon un rythme hebdomadaire.
- En parallèle, des essais d'aptitude à la conservation sont mis en place afin d'acquérir des premières références sur le potentiel de maintien de la qualité des variétés.
- Ces tests nécessitent un approvisionnement en fruits conséquent. Les paramètres physico-chimiques sont mesurés sur des échantillons de 25 fruits à chaque date. Il est nécessaire de conserver plusieurs caisses de fruits homogènes pour les essais d'aptitude à la conservation.

L'évaluation variétale (niveaux 1 et 2) permet de décrire lors de la première étape la qualité de base de la variété, puis de décrire dans un second temps la variabilité de la qualité organoleptique d'une variété en fonction du rendement du système de production (potentiel maximum de rendement par variété c'est-à-dire la plage de rendement dans laquelle la qualité (ex : taux de sucres) est stable). Pour certaines espèces, la relation entre calibre et qualité organoleptique est également étudiée.

L'objectif est de caractériser les variétés selon leur potentiel organoleptique. Les critères rédhibitoires sont une qualité dégradée par rapport aux témoins, le manque de maintien de la qualité en post-récolte (ex : faible potentiel de conservation pour une époque de maturité donnée).

- **Qualité visuelle et lien avec la qualité organoleptique des fruits**

La relation entre calibre et qualité gustative est importante à établir et fait l'objet de travaux (principalement sur l'espèce pêcher). En pomme, il a pu être mis en évidence, lors du projet Pom'Enfant, qu'un petit calibre n'était pas forcément synonyme de faible teneur en sucres et que cette relation dépend des variétés. Ainsi, certaines variétés peuvent maintenir un taux de sucres élevé même sur des petits calibres alors que le taux de sucres des fruits de petits calibres décroît fortement pour d'autres variétés.

1.1.2 Analyses complémentaires

Les analyses mises en œuvre à un stade d'évaluation plus avancé (c'est-à-dire hors charte) vont avoir pour objectif d'enrichir la description des paramètres sensoriels/ organoleptiques d'une variété et de fournir des références techniques sur la connaissance des qualités sensorielles d'un produit et sur leur perception par le consommateur. Elles portent sur des variétés prometteuses, les méthodologies étant assez lourdes à mettre en œuvre et ne pouvant être réservées qu'à un nombre réduit de variétés. Elles pourront permettre également de recueillir l'appréciation d'un panel de consommateurs naïfs sur une variété afin d'appuyer une démarche de lancement commercial.

- Analyses sensorielles

L'analyse sensorielle est réalisée selon la méthode d'analyse descriptive quantitative basée sur la recherche et la quantification de descripteurs appropriés ce qui permet d'élaborer des profils

sensoriels. Les descripteurs utilisés sont définis lors de l'entraînement des panels spécifiques du Ctifl. Les méthodes sont décrites dans le Mémento évaluation sensorielle des fruits et légumes frais (Ctifl 2002).

- Test hédoniques

Les tests hédoniques réalisés au Ctifl sont utilisés pour recueillir la préférence des consommateurs. Ils sont réalisés avec des panels de consommateurs dits « naïfs » (c'est à dire n'ayant aucun lien particulier avec le produit). Les tests hédoniques peuvent aussi correspondre à l'étude d'acceptabilité d'un produit. Ils peuvent également être construits pour positionner un produit dans la gamme par rapport à la saison de commercialisation.

- Cartographie des préférences externe et segmentation des consommateurs

La cartographie des préférences consiste à mettre en relation la description objective des produits réalisée par un panel entraîné (analyse sensorielle quantitative) et les préférences des consommateurs. Cette méthodologie repose sur la dégustation d'un nombre relativement important de produits (9 à 15) bien différenciés et représentant la variabilité de l'espace produit qui est étudié. Le questionnaire d'usage et des attitudes qui est fourni aux dégustateurs permet d'apporter des hypothèses d'explication des préférences. Cette approche méthodologique permet d'identifier les caractéristiques sensorielles des produits attendues par différents segments de consommateurs. Elle repose sur une représentation graphique multidimensionnelle. Les préférences de chaque consommateur sont modélisées puis projetées sur la carte sensorielle des produits étudiés. Le postulat est de considérer que deux consommateurs proches dans ce plan auront les mêmes préférences. Pour aller plus loin, et notamment pour constituer des groupes de consommateurs qui ont les mêmes préférences, une classification peut être réalisée selon diverses méthodes. Elle consiste à agréger progressivement les individus selon leur ressemblance, mesurée à l'aide d'un indice de dissimilarité. L'analyse plus détaillée des groupes de consommateurs ainsi identifiés permet non seulement de quantifier l'importance d'un segment mais également de qualifier le profil de ces consommateurs, dans les limites des conditions de l'essai.

- Indice Sensifel©

Le meurtrimètre développé par le Ctifl, est un appareil qui permet de déterminer de façon objective la sensibilité aux meurtrissures de la pomme. Un logiciel associé permet d'affecter au lot d'une variété une note de sensibilité, l'indice Sensifel©. Développée pour la pomme, cette méthode permet ainsi de classer les variétés selon leur sensibilité aux meurtrissures et ainsi de prodiguer des conseils en matière de manutention.

- Indice Tastifel©

L'indice Tastifel© estime le potentiel gustatif de variétés de pommes (Golden, Gala, Granny Smith, Delicious Rouges, Fuji, Tentation®, Belchard®), à partir de paramètres physico-chimiques mesurés par l'automate Pimprenelle (IR, fermeté, acidité et jutosité). Les notes de 0 à 100 positionnent le goût potentiel des lots de pommes.

- Suivi filière

Le principe repose sur un suivi de l'évolution de lots de pommes, depuis la station fruitière jusqu'au point de vente. Cette évolution est mesurée sur des critères visuels, physico-chimiques et

sensoriels grâce à un outil type de simulation de circuit filière développé par le Ctifl, permettant de s'affranchir des problèmes liés à la fois à l'hétérogénéité naturelle des lots et à la variabilité des types de circuits aval. Ce circuit simulé consiste à recréer une chaîne du frais et à utiliser un outil de « secouage » des pommes en plateau qui simule les manutentions et le transport telles qu'ils se passent en circuit réel. L'intérêt de cet outil réside dans sa totale reproductibilité dans le temps. A ce titre, il permet une comparaison objective de variétés au cours de leur période de commercialisation (Vaysse et al., 2015).

Les méthodes utilisées pour caractériser la qualité des produits sont variées et font appel à un couplage d'appréciations d'experts et de mesures instrumentales objectives. Les méthodes liées à l'évaluation sensorielle sont basées sur des analyses statistiques poussées, nécessitant de mettre en œuvre des moyens conséquents et un nombre important de lots de fruits qui ne peuvent être mis en œuvre qu'à partir de variétés "prometteuses".

1.2 Capitalisation et diffusion des connaissances

➤ Capitalisation des connaissances

Types de données acquises

- Valeurs numériques de taux de sucres, acidité, fermeté
- Notes correspondant à des valeurs numériques, (échelle de 1 à 5)
- Des commentaires : descripteurs de la texture

Sauvegarde des données

Dans le cadre des essais Charte, les données sont stockées dans la base de données Koala, base pluri-espèces et multi-sites, gérée par le Ctifl depuis 1998.

- Les valeurs retenues correspondent aux valeurs moyennes des lots. Les données brutes correspondant aux valeurs fruit par fruit ne sont pas actuellement gérées. Dans le cas des paramètres physico-chimiques, l'utilisation de l'automate Pimprenelle s'est généralisée depuis les années 1998. Son utilisation présente l'avantage de disposer d'un fichier de données brutes disponible avec les valeurs de poids individuel, fermeté, indice réfractométrique du jus (Brix) pour chaque fruit du lot analysé ; la valeur de l'acidité et de la teneur en jus est par contre évaluée lot par lot. Actuellement, seule la moyenne est exploitée, mais sous réserve d'automatiser l'exploitation des données, il serait possible d'analyser la variabilité du lot (valeurs mini et maxi, médiane...).
- L'accès à la base de données Koala est réservé aux expérimentateurs du réseau charte. Des extractions des données peuvent être réalisées pour des demandes particulières (à confirmer) notamment pour alimenter des études scientifiques sur le changement climatique.
- La mise en place d'une charte d'utilisation des données pourrait être envisagée afin d'accompagner la valorisation des résultats.

➤ Diffusion des connaissances

Les résultats concernent un public assez large depuis les obtenteurs / éditeurs de variétés, producteurs, jusqu'aux distributeurs et détaillants. Ils sont envoyés aux membres du réseau et obtenteurs et éditeurs concernés. Ils sont diffusés dans les comptes rendus d'essais annuels et ceux destinés à justifier les financements des réseaux d'évaluation (FranceAgriMer et Casdar).

Les résultats pluriannuels synthétisant l'évaluation sur plusieurs années de récolte sont diffusés à un public de techniciens de développement et de producteurs sous forme de communications écrites (articles techniques dans la presse spécialisée, fiches variétales publiées sur Internet, Point Sur...) et sous forme de communications orales (présentations variétales, visites d'essais, rencontres techniques). Des publications mettant en avant les caractéristiques des produits sont élaborées à destination du public aval de la filière afin d'informer distributeurs et détaillants sur les caractéristiques des variétés qui les intéressent : période de disponibilité, paramètres physico-chimiques... .

1.3 Analyse critique

Cette analyse réalisée selon la méthode SWOT est présentée dans le tableau ci-dessous.

	Positif	Négatif
Interne (au dispositif)	Forces <ul style="list-style-type: none"> - Forte expertise basée sur un panel variétal important - Couplage entre appréciation experte et mesures instrumentées objectives - Présence de 2 laboratoires spécialisés d'analyse sensorielle et d'un laboratoire spécialisé en fraîche découpe au Ctifl - Approvisionnement possible des fruits à partir des essais variétaux (traçabilité du lot) - Intérêt de la thématique qualité pour le consommateur (communication) 	Faiblesses <ul style="list-style-type: none"> • Subjectivité de la note d'expert • Méthodes « considérées » comme longues et chères (analyse sensorielle, tests hédoniques, arômes...) • Besoin d'investir dans des outils de phénotypage haut débit, et dans l'exploitation des relations entre les données physico-chimique et les données sensorielles
Externe (environnement du dispositif)	Opportunités <ul style="list-style-type: none"> • Thématiques "texture" travaillée au niveau recherche pouvant déboucher sur des applications en expérimentation • Possibilités de travailler sur une segmentation commerciale (pomme, pêche) 	Menaces <ul style="list-style-type: none"> • Importance de la qualité des produits dans les années à venir dans la filière • Difficultés pour lancer de nouvelles variétés pour certaines espèces (nb limité de références produit en rayon). (La course en avant du renouvellement variétal est-elle bénéfique pour la filière ?) • Segmentation insuffisante en rayon – Nombre réduit de références en rayon • Prise en compte de la diversité des stratégies d'entreprises

2 Questions émergentes

L'évaluation variétale des espèces fruitières étant un processus long et coûteux, les nouvelles méthodes et outils développés devront être accessibles, à moindre coût et permettre d'obtenir des résultats rapides.

Les nouveaux enjeux peuvent être définis selon 3 axes :

- le développement de nouveaux outils et/ou méthodes pour phénotyper plus rapidement et à moindre coût : il s'agit de réaliser une veille sur les outils disponibles pour faire évoluer les méthodes d'évaluation afin de gagner du temps, et de rendre plus objective cette notation ;
- la prise en compte de nouveaux critères ;
- la réflexion sur de nouvelles stratégies pour positionner les produits en fonction des circuits commerciaux : engager une réflexion afin de proposer de nouveaux segments pour structurer l'offre en partant du constat que l'offre en nouvelles variétés devient pléthorique pour certaines espèces.

2.1 Quelles nouvelles méthodes et/ou quels dispositifs à développer pour répondre aux nouveaux enjeux ?

➤ Les nouveaux outils

- Une forte orientation constatée actuellement est le développement de l'utilisation de la spectrométrie proche infra-rouge (SPIR) afin de déterminer le potentiel qualitatif des produits à partir de mesures non destructives, pouvant dans certains cas être mise en œuvre au verger. Les exemples concrets d'application sont la mesure du taux de sucres solubles, qui est possible au laboratoire (NIRcase de SACMI), ou sur la ligne de calibrage (MAF...). Des outils portatifs sont également disponibles (F750 de Felix instrument, Multiplex de Force-A, outil UNITEC). Il existe également un outil permettant d'évaluer la maturité des fruits (pomme, poire, pêche, abricot, cerise, kiwi) (Da Meter de l'Université de Bologne). Ces outils sont fondés sur une modélisation dont la précision est fonction d'une calibration. Ils deviennent de plus en plus accessibles techniquement et financièrement, et l'enjeu est de valider leur pertinence par rapport à une utilisation par les professionnels sur un produit donné et une utilisation en expérimentation avec des gammes de produits.
- Une autre orientation forte est le travail engagé au niveau recherche sur l'appréciation de la texture du fruit (pomme) : actuellement cette caractéristique est déterminée à dire d'expert, elle est sujette à une forte variabilité en fonction du dégustateur. L'enjeu est de pouvoir réaliser une appréciation objective de la texture (croquant, jutosité). Des outils sont actuellement en cours de développement notamment en France (projet AI Fruits). L'intérêt serait également de prédire l'évolution de ce critère, qui est très lié à la météo, afin de ne pas étudier certaines variétés dans des conditions inadaptées ou encore de prédire le maintien de potentiel qualitatif lors de la conservation du fruit.
- Pour la noix, il existe un test appelé "Test Rancimat" permettant d'évaluer la stabilité à l'oxydation des lipides. Celui-ci mériterait d'être amélioré afin d'être plus facile à mettre en œuvre.

➤ **Les nouveaux critères à prendre en compte**

- **Qualité nutritionnelle** : cette caractérisation de la teneur en composés nutritionnels peut être intéressante à prendre en compte dans le but de structurer une offre produit. Des composés comme la vitamine C, les polyphénols, les fibres sont régulièrement cités. Il serait nécessaire de réaliser une recherche bibliographique afin de cerner les composés à prendre en compte. Il serait également nécessaire de vérifier s'il existe une variabilité des teneurs de ces composés pour les espèces prises en compte et de préciser à quel stade de l'évaluation les mesurer afin de cibler les études sur des variétés validées au niveau agronomique.
- **Aptitude à la transformation / sensibilité à l'oxydation** : la montée en puissance des produits transformés (compote de fruits, jus, 4ème gamme, ...) nécessite un approvisionnement en matière première qui peut être limité certaines années pour les industriels, notamment pour la compote et le jus. Des vergers dédiés à la production spécifique de fruits se mettent en place en production conventionnelle ou en AB. Concernant la 4ème gamme (fraîche découpe), l'information sur la sensibilité des fruits (pomme) à l'oxydation enzymatique, paramètre conditionnant la possibilité d'utilisation des fruits pour cet usage, est de plus en plus diffusée par les obtenteurs de variétés.
- **Vitesse de maturation**: la vitesse de maturation est un paramètre majeur pour des espèces dont les fruits sont à évolution rapide mais variable, comme chez l'abricotier où il existe des différences inter-variétales particulièrement importantes. C'est aussi un paramètre important chez la pomme en lien avec les conditions climatiques. Des observations empiriques tendent à démontrer un effet des conditions climatiques sur la vitesse de maturation des fruits sur l'arbre. Ce type d'observations pourrait être analysé à partir des suivis maturité réalisés sur les variétés du niveau 2 et mis en relation avec les facteurs climatiques.

2.2 Identifier ou recenser les méthodes potentiellement mobilisables pour caractériser les nouveaux critères (méthodes existantes, méthodes à développer, absence de méthode)

➤ **Méthodes à développer**

- **Introduire plus d'objectivité dans la notation à l'aide des mini-panels** : développé par l'Inra, l'idée est de juger la qualité gustative en duo. Cette méthode doit être approfondie afin de voir si elle peut être mise en œuvre dans le cadre de l'évaluation variétale.
- **Indice intégrateur de la qualité (Tastifel©)** : l'indice Tastifel© a été développé sur un certain nombre de variétés. Il est calculé à partir de 4 données : taux de sucres, acidité malique, fermeté et jutosité. L'idée est de vérifier la pertinence d'un tel indice en cas d'application aux données collectées lors de l'évaluation variétale sur une large gamme de variétés.

2.3 Identifier les projets R&D potentiels à co-construire

Le panel variétal d'une espèce est fondé, pour partie, sur un calendrier de commercialisation où l'objectif est de pouvoir fournir des fruits sur le marché sur une période de plus en plus longue. Pour cela, trois méthodes (au moins) sont utilisées : étalement des récoltes de différentes variétés se succédant dans le temps, aptitude à la conservation permettant pour certaines variétés de conserver les fruits sur une douzaine de mois, importation de fruits produits à contre-saison.

La segmentation existante est basée sur :

- la variété ou le groupe variétal (Golden Delicious, Gala...)
- la typologie de fruit (pêche, nectarine...)
- la coloration du fruit (cerises bicolores...)
- la coloration de la chair
- la qualité gustative n'est que très peu utilisée en tant qu'outil de segmentation : il existe une expérience en Suisse qui a permis de développer une gamme de variétés de pommes produites en AB en les caractérisant en fonction de leur saveur (sucrée, acidulée), et une expérience en France avec les poires affinées intégrées à démarche REGAL'INTM de AgroSelectionFruits (fruits sucrés, mûrs à point).

Malgré ces types de segmentation, il est souvent fait le constat d'une offre pléthorique de variétés associée à un renouvellement variétal extrêmement rapide, confrontée à un rayon fruits et légumes restreint sur lequel, en fonction des saisons, il n'est possible au maximum de proposer qu'une dizaine de références par produit au maximum (cas fréquent en GMS).

Afin d'aller plus loin dans la structuration du rayon fruits et en fonction du type de circuit (long / de proximité), l'idée serait d'engager une démarche où l'obteneur positionne son produit dans une typologie innovante. Plusieurs voies pourraient être explorées :

- Positionnement qualitatif en fonction du type de circuit commercial : identification de produits de qualité supérieure pour des marchés spécifiques, identification de produits consensuels pour des marchés de masse
- Positionnement en fonction du type de système de production : élargir les systèmes de production étudiés (acquérir des données sur les systèmes bas-intrants et sur la variabilité de la qualité nutritionnelle)
- Proposition de nouveaux produits originaux
- Adapter une signalétique produit

Bibliographie

Vaysse P. et Landry P., 2004. Pomme – Poire de la récolte au conditionnement – Outils pratiques. Ed. Ctifl, 123 p.

Vaysse *et al.*, 2010. L'indice Sensifel - sensibilité aux meurtrissures des nouvelles variétés. Infos-Ctifl n° 258, p. 27-29.

Vaysse *et al.*, 2015. Suivi qualité filière de nouvelles variétés de pomme - les tests effectués en circuit simulé de commercialisation. Infos-Ctifl n° 317, p. 19-25.