



©Aude Coulombel - ITAB

24-25 janv. 2018
à Paris

Journées techniques

FRUITS & LÉGUMES BIOLOGIQUES

Qualité et conservation



Créateur de lien entre la Terre et les Hommes



Journées techniques

FRUITS & LÉGUMES BIOLOGIQUES

24 & 25 JANVIER 2018 À PARIS

Depuis 2000, ces journées d'échanges techniques sont devenues un rendez-vous incontournable des acteurs des filières fruits et légumes bio.

Ces journées techniques sont le lieu de rencontres et de discussions privilégiées entre tous les acteurs des filières fruits et légumes : représentants de la recherche et du développement, producteurs, transformateurs, distributeurs, jusqu'aux consommateurs.

Cet événement a un double objectif :

- **Valoriser les travaux de recherche/expérimentation** sur une ou plusieurs thématiques d'intérêt pour les filières Fruits et Légumes biologiques. La thématique centrale des journées techniques 2018 est : qualité et conservation des fruits et légumes bio.
- **Identifier les leviers techniques** à mobiliser pour améliorer la qualité et la conservation des fruits et légumes bio afin d'initier et orienter des actions collectives.

Cette édition est organisée en plusieurs sessions transversales ou par filières, visites de terrain, et ateliers. Ils mêleront des interventions scientifiques et techniques, des témoignages de praticiens, et laisseront également une large place aux échanges.

Un événement organisé par ITAB Lab





ITAB Lab, association pour la recherche et l'innovation Bio, est un collectif d'acteurs engagés en faveur de la recherche et de l'innovation, de la coordination et de la capitalisation des connaissances en AB

ITAB Lab : acteur de la R&D en AB au niveau national et européen

Le rapprochement institutionnel des membres d'ITAB Lab facilite la production de connaissances et de références. Ainsi les membres d'ITAB Lab ont ensemble impulsé des travaux et collaboré ces 5 dernières années dans une quarantaine de projets d'ampleur nationale voire européenne, sur les thématiques suivantes : conception et évaluation de systèmes de grandes cultures biologiques, gestion des adventices et de la fertilité des sols, criblage variétal et sélection végétale, protection des cultures (alternatives au cuivre, biodiversité, huiles essentielles, infra-doses de sucre), références techniques en systèmes légumiers et maraîchers, alimentation des monogastriques, systèmes fourragers, gestion de la santé animale, production de références technico-économiques, agroforesterie...

ITAB Lab acteur de la R&D en AB en région

Le partenariat ITAB Lab s'inscrit également dans les territoires régionaux. La connaissance des besoins du terrain/des professionnels fait d'ITAB Lab un acteur incontournable de la R&D en AB.

A ce jour, ITAB Lab est présent dans 6 régions.

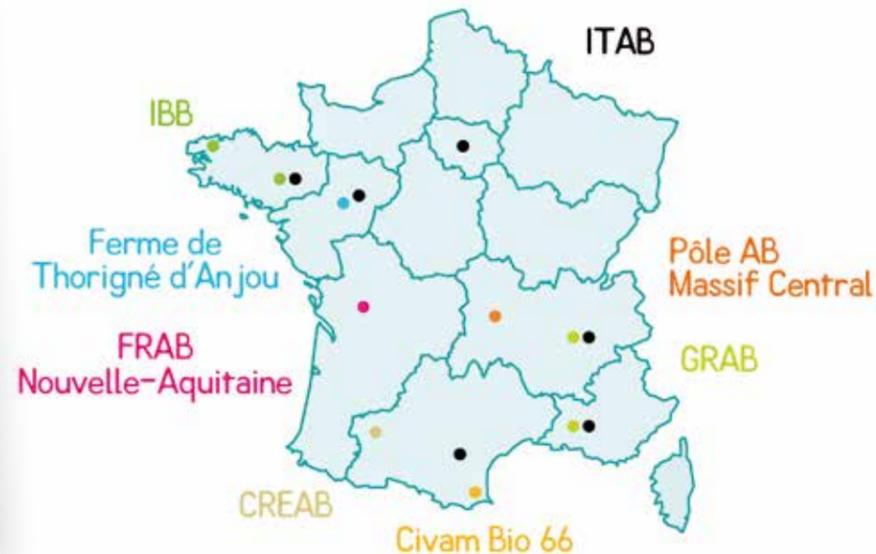
8 structures
100% impliquées dans la recherche Bio

40 projets
nationaux ou européens

100 salariés
dans 6 régions

600 agriculteurs impliqués
dans les projets d'expérimentation

230 ha
dédiés à la recherche



Une identité fondée sur des valeurs communes

- Respect des principes fondamentaux d'IFOAM (santé, équité, écologie et précaution)
- Respect des besoins des professionnels
- Rigueur scientifique
- Ouverture vers d'autres types d'agriculture, d'autres interlocuteurs
- Fonctionnement par consensus, respect, confiance et transparence, engagement

Les membres fondateurs

ITAB Lab a été créé en septembre 2017 par l'ITAB, le CIVAM Bio 66, le CREAB, IBB, la Ferme de Thorigné d'Anjou, la FRAB Nouvelle Aquitaine, le GRAB, et le Pôle Bio Massif Central.



Contact

Laetitia Fourrié, ITAB, coordinatrice ITAB Lab : laetitia.fourrie@itab.asso.fr



24 JANVIER 2018

SESSION INTRODUCTIVE TRANSVERSALE..... page 8

Quels freins techniques au développement de la filière fruits et légumes bio ? Où en est la recherche/ expérimentation en France ?

Muriel Millan et Prisca Pierre (Ctifl)

SESSION « ASSOCIER FRUITIERS ET LÉGUMES SUR SON EXPLOITATION »..... page 9

Un projet pour mieux connaître les systèmes agroforestiers associant fruitiers et cultures maraîchères

François Warlop (Grab) et les partenaires du projet..... page 10

Retour d'expérience verger-maraîcher : Une approche agronomique globale
Guillaume DUHA (Gabb 32)..... page 13

SESSION CONSERVATION DES FRUITS ET LÉGUMES..... page 14

Effect of organic production systems on nutritional quality & postharvest performance of horticultural produce..... page 14

Effet des pratiques culturales sur la qualité nutritionnelle et post-récolte des fruits et légumes..... page 17

Dr Maria Luisa Amodio (Université de Foggia, Italie)

L'autoconstruction paysanne : le fait-maison des systèmes thermiques
Jonas Miara, architecte (Atelier Paysan)..... page 18

Auto-construction de chambres froides en matériaux naturels : témoignage de Philippe Bilocq, arboriculteur et viticulteur biologique
Philippe Bilocq (agriculteur)..... page 20

ATELIER FRUITS

Recherche et expérimentations pour optimiser la date de cueillette et limiter les pertes de fruits après récolte. Que fait le CRA-W ?
Audrey Pissard, Laurent Jamar, Vincent Baeten, Marc Lateur (Cra-W)..... page 24

Techniques post-récolte pour désinsectiser et désinfecter les fruits
Sébastien LUROL (Ctifl) - Florence CHARLES (Université d'Avignon) - Marc CHILLET et Catherine BRABET..... page 30

Douchage en ligne post-récolte à l'eau chaude pour réduire les monilioses sur pêches et nectarines
Lorenzo CROVARA (Crovara) et Sébastien LUROL (Ctifl)..... page 33

ATELIER LÉGUMES

Quelques généralités sur la conservation des légumes
Catherine Mazollier (Grab)..... page 36

Conservation du potimarron : choix variétal et stratégies de stockage
Maët Le Lan et Solenn Pérennec (Chambre d'Agriculture de Bretagne)..... page 38

Stockage et conservation des légumes d'hiver
Fabris Trehorel (Douar Den)..... page 42

25 JANVIER 2018

VISITES AU MARCHÉ D'INTÉRÊT NATIONAL DE RUNGIS..... page 44

ATELIER ARBORICULTURE..... page 44

Comment suivre simplement la biodiversité au verger ?
François Warlop (Grab)

Témoignage d'un arboriculteur en Ile de France
Jean-Marc Gaillard

Forum de Campagne
Diane Pellequer (Fnab), Gilles Libourel et Claude-Éric Parveaud (Grab)

SESSION BIO-ELECTRONIQUE DE VINCENT (BEV) : DE LA THÉORIE À LA PRATIQUE..... page 46

Bioélectronique de Vincent : bases scientifiques, domaines d'application et difficultés méthodologiques d'après O.Husson (Cirad)
Rodolphe Vidal & Bruno Taupier-Letage (Commission Qualité Itab) Mathieu Conseil (Pôle Légumes Itab)

SESSION INTRODUCTIVE TRANSVERSALE

Recherche - expérimentation en Fruits et Légumes Biologiques : travaux réalisés et adéquation avec les besoins de la filière

En 2017, à la demande du Comité Bio d'Interfel, le Ctifl a mené une étude visant à réaliser un état des lieux des besoins techniques et des travaux de recherche et d'expérimentation dans le domaine des fruits et légumes en Agriculture Biologique en France (ou intéressant l'AB), en stations d'expérimentation ou chez les producteurs.

Cette étude complète une précédente datée de 2013. Elle vise à formuler des recommandations techniques aux instituts techniques et organismes de recherche concernant les programmes de recherche-expérimentation en AB, afin d'accompagner le développement de la production biologique de F&L.



Dessin Philippe Leclerc

Quels freins techniques au développement de la filière fruits et légumes bio ?

Où en est la recherche/expérimentation en France ?



Muriel Millan et Prisca Pierre (Ctifl)
Contacts : millan@ctifl.fr ; pierresp@ctifl.fr

Résumé de l'intervention

Le développement de la production et de la consommation française de fruits et légumes biologiques, soulève un certain nombre de problématiques techniques tant de production que de commercialisation.

Les travaux menés en France peuvent concourir à y répondre de manière directe ou indirecte sans qu'il existe une stratégie de recherche/expérimentation spécifique à cette filière.

Le comité Bio d'Interfel a donc souhaité identifier les verrous techniques et technologiques de son développement, connaître les efforts de recherche/expérimentation pouvant actuellement y répondre afin d'identifier les domaines lacunaires.

Pour cela le Ctifl avec l'appui de plusieurs experts a réalisé un diagnostic des recherches/expérimentations menées d'intérêt pour la filière bio en France en 2017, afin de pouvoir établir une stratégie de développement de la recherche/expérimentation de la filière fruits et légumes biologiques.

Références

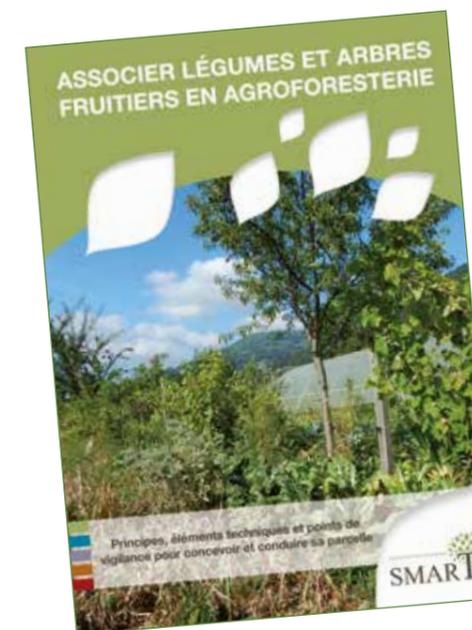
Pas encore de publication.

SESSION

« ASSOCIER FRUITIERS ET LÉGUMES SUR SON EXPLOITATION »

La demande d'accompagnement pour la création de « vergers maraîchers » est importante. Elle résulte de plusieurs facteurs conjugués : relocalisation agricole, explosion des circuits courts, production en AB ou sans intrants phytosanitaires, foncier restreint... Cet accompagnement nécessite d'avoir suffisamment d'éléments techniques de terrain, mais il est très délicat de proposer des références standard pour l'ensemble des vergers maraîchers, étant donnée la grande disparité de ces systèmes innovants et encore peu fréquents.

Le projet SMART (Systèmes Mixtes Agroforestiers : création de Références Techniques et économiques) a permis de construire une expertise sur les vergers maraîchers en hybridant les connaissances de producteurs, de conseillers et de chercheurs. Il répond ainsi à cette demande de références et a aussi permis de recueillir un certain nombre d'expériences intéressantes les maraîchers ou porteurs de projet souhaitant développer sur leur ferme une production de légumes associée à une production fruitière.



Dessins Philippe Leclerc

Un projet pour mieux connaître les systèmes agroforestiers associant fruitiers et cultures maraîchères



François Warlop (GRAB)
et les partenaires du projet
Contact mail : francois.warlop@grab.fr

Résumé

Le nécessaire processus de relocalisation d'une partie de la production agricole, dans un contexte foncier tendu, suscite une forte demande pour des systèmes agricoles écologiquement intensifs, associant les cultures (entre autres) sur de petites surfaces. L'association de l'arboriculture et du maraîchage pour des producteurs valorisant au détail ou en demi-gros nécessite un accompagnement technique et méthodologique pour la conception de systèmes rustiques et économiquement viables. Le projet SMART a permis une mise en réseau des maraîchers agroforestiers, et le suivi participatif de quelques indicateurs de performance (biodiversité, organisation du travail, interactions) sur un échantillon de fermes. Il a permis aux partenaires de produire des outils d'apprentissage au profit des porteurs de projet : vidéos, fiches « ferme », guide de conception, compte-rendu de visites...

Introduction

L'agriculture française doit relever un grand nombre de défis. Elle doit profondément évoluer pour alléger son empreinte environnementale, tout en restant viable et performante. Plusieurs constats nous ont conduits à réfléchir à l'intérêt d'étudier l'association des fruitiers et des cultures maraîchères :

- les fruitiers sont parmi les cultures les plus fragiles et donc les plus traitées ;
- certains maraîchers diversifiés et organisés en circuits courts souhaitent augmenter leur gamme de produits en vente, et introduire des fruits dans leurs paniers ;
- un certain nombre de travaux existent en zone tropicale où les systèmes agroforestiers incluant des fruitiers ont été maintenus, mais pas en zone tempérée ou méditerranéenne ;
- les travaux menés en Europe portent surtout sur les essences d'arbre pour produire du bois d'œuvre ou des plaquettes, pas des fruits ;
- de nombreux porteurs de projets s'installent en maraîchage (demandant un investissement modeste) et sur des surfaces réduites en raison du prix ou de la disponibilité du foncier : l'intensification des pratiques est une façon de lever cette contrainte.

Depuis plusieurs années, nous rencontrons donc une forte demande pour des références techniques et économiques concernant des systèmes associant les fruitiers et les légumes (ou les plantes aromatiques). C'est cette demande professionnelle qui a généré l'idée du projet SMART (Systèmes Mixtes Agroforestiers : Références Techniques et économiques).

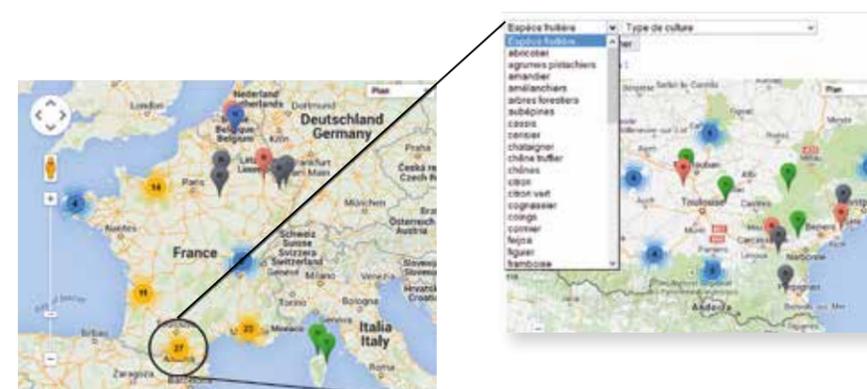
Ce projet a été soumis au Ministère et accepté pour un financement sur 3 années, de 2014 à 2017.

Il a réuni une quinzaine de partenaires répartis sur 3 grandes régions.

Résultats

La finalité centrale du projet est de produire plus de connaissance et d'échange sur les systèmes agroforestiers de type verger-maraîcher en France. Des fermes en agroforesterie associant maraîchage et fruitiers existent en France et il était nécessaire de les recenser pour mieux les connaître. Dès 2013, un questionnaire a donc

été mis en ligne^[1] et largement diffusé pour faire un inventaire des fermes. Il a permis de collecter plus de 145 réponses à ce jour, dont certains projets encore en gestation. Ce questionnaire a permis de tirer des premiers enseignements sur les parcelles existantes et de créer une cartographie des parcelles dès le printemps 2014.



A partir de ce recensement, des entretiens plus approfondis ont été menés en 2014 auprès des agriculteurs volontaires, afin de former un groupe d'agriculteurs prêts à participer au projet, d'identifier leurs attentes principales en termes de connaissance de leurs parcelles.

Il ressort des entretiens menés que les objectifs principaux qui sont recherchés par ces agriculteurs sont : augmentation de la biodiversité, diversification de la production pour améliorer l'autonomie, esthétique paysagère, confort du travail à l'ombre...

Ils sont par ailleurs demandeurs d'une meilleure compréhension de leur système : mon système favorise-t-il la biodiversité ? quelle est sa rentabilité ? Comment mes arbres interagissent avec mes cultures ?

Les agriculteurs interrogés sur leurs attentes vis-à-vis du projet SMART semblent également très demandeurs d'échanges entre pairs : visites de parcelles, groupes techniques, formations techniques sur la gestion de ce type de système...

Les années 2015 et 2016 ont été consacrées à la mise en place des suivis sur près de 40 sites retenus dans les trois régions concernées. Ces suivis ont été discutés et validés entre techniciens, scientifiques et agriculteurs du projet, et pensés pour être réalisés en partie par les agriculteurs, afin de permettre la continuité des suivis après la fin du projet...

Le « kit » de suivis adressé à l'agriculteur lui permet de contribuer au projet de façon ponctuelle, ou plus régulière et significative. Différents suivis sont proposés : observations empiriques sur le fonctionnement du système, protocole de comparaison du rendement selon l'éloignement des arbres, suivis de biodiversité (protocoles de l'OAB^[2]). Des entretiens complémentaires ont permis de mieux chiffrer les aspects économiques et de temps de travaux.

[1] http://doiop.com/inventaire_smart

[2] <http://observatoire-agricole-biodiversite.fr/>

Plus de biodiversité dans les vergers-maraîchers ?

Les outils de l'OAB^[3] utilisés montrent une abondance plus forte en faune du sol (carabes, fourmis, araignées...), et en abeilles sauvages, par rapport à des vergers ou des cultures maraîchères classiques. Néanmoins l'effet dominant est peut-être davantage lié à la taille réduite des parcelles et des fermes, ainsi qu'à l'environnement relativement préservé, ou encore au fait que les agriculteurs utilisent très peu d'intrants, plutôt qu'à la modalité agroforestière de la parcelle.

Comment interagissent arbres & cultures ?

Les suivis de rendements sur un réseau de parcelles, et dans des configurations variées (régions, culture, exposition...) permettent de dégager des tendances et de montrer qu'une plantation trop proche des arbres nuit aux rendements dans une majorité de cas, en dépit d'effets synergisants potentiellement attendus (fertilité, ombrage, service de régulation naturelle...). Des suivis plus fins en conditions plus « standardisées » permettraient d'aller plus loin sur ce point. Les résultats ne sont toutefois pas toujours généralisables.



Quelle rentabilité ?

Les données économiques collectées semblent converger avec celles qui concernent les micro-fermes maraîchères. Ainsi la rentabilité économique de ces systèmes diversifiés n'est ni dans les priorités absolues des agriculteurs rencontrés (qui parlent plus de projet de vie), ni dans leurs points forts. A noter que beaucoup sont en phase de lancement avec un système encore évolutif et perfectible. Le revenu est donc un indicateur pour lequel une majorité de maraîchers sont encore insatisfaits.

Le temps de travail en systèmes mixtes est le goulot d'étranglement pour beaucoup d'agriculteurs, qui tendent à sous-estimer le temps à consacrer aux arbres les premières années pour les installer et les former, sachant que ce temps doit augmenter encore avec des arbres en production. C'est un point de vigilance récurrent.

Le projet SMART s'est terminé en juin 2017, avec des livrables diversifiés :

- un réseau de parcelles agroforestières
- une typologie de ces fermes
- une vingtaine de fiches « ferme »
- des vidéos de ferme et par entrée technique
- un guide de conception et de conduite du verger-maraîcher

Tous ces livrables sont accessibles à partir de la page : <http://www.grab.fr/le-projet-smart-9497>

Retour d'expérience verger-maraîcher : une approche agronomique globale



• Les BIOS du Gers •
Le Groupement des Agriculteurs
Biologiques et Biodynamiques

Guillaume DUHA
(les Bios du Gers – GABB32)
Contact mail : technique@gabb32.org

Le retour d'expérience présenté est issu de l'accompagnement des producteurs suivi dans le cadre du CASDAR SMART (Système Maraîchers en Agroforesterie : création de Références Techniques et économiques). Cette présentation concerne principalement les 6 maraîchers suivis par les Bios du Gers.

Le profil des maraîchers suivis

Présentation des maraîchers suivis et de leur ferme

5 maraîchers installés à titre principal :

- 3 maraîchers en collectif (GAEC) : passage au GAEC en cours de suivi (ou très prochainement pour 1). Les systèmes se développent et présentent une stabilité économique.
- 2 maraîchers en individuel.

1 maraîcher cotisant solidaire

Les différents types de verger-maraîcher

Les différents types de verger-maraîcher rencontrés :

- Verger maraîcher à faible écartement, verger maraîcher à écartement large.
- Verger maraîcher « cloisonnés ».

Les différents types de haies fruitières rencontrés :

- systèmes haie fruitière en conduite libre (porte-greffe vigoureux ou semi-vigoureux),
- systèmes en haie fruitière palissée (porte-greffe nanifiant),
- différentes associations végétales sur le rang de fruitiers (fruits rouges, vigne, espèces sylvestres).

Les techniques agronomiques alternatives

Au cours des suivis réalisés, les Bios du Gers ont observé une forte dynamique dans la mise en œuvre de techniques agronomiques alternatives en plus de l'adoption de l'association entre arbres fruitiers et cultures légumières sur les fermes suivies.

Ces techniques sont multiples :

- utilisation courante des couverts végétaux,
- apports diversifiés de matière organique végétale,
- non travail du sol (total ou occasionnel),
- traction animale.

Sur d'autres fermes non SMART qui possèdent un verger-maraîcher on observe également l'emploi de techniques agronomiques alternatives, plus respectueuses de l'environnement :

- développement de la culture en planches permanentes (outil atelier paysan).

Protection et valorisation du patrimoine fruitier local

Participation des vergers maraîchers à la préservation des espèces fruitières patrimoniales. Remise à la vente de certaines variétés peu ou plus vendues.

Organisation de pépinières de reproduction des espèces fruitières :

- pépinière individuelle,
- pépinière collective.

La dynamique Sud-Ouest

Présentation de la dynamique Sud-Ouest observée autour des verger-maraîchers au cours des années de suivi.

Présentation de la continuité locale du travail :

- mission service civique Bios du Gers,
- formation verger-maraîcher Bios du Gers.

Références complémentaires

Elaboration d'un projet de poursuite de travail inter-partenaire en cours (finalisation courant 2018) : plusieurs réunions de travail prévues dans le Sud-Ouest avant fin juin 2018 (2 à 3).

[3] <http://observatoire-agricole-biodiversite.fr/>

SESSION CONSERVATION DES FRUITS ET LÉGUMES

La qualité de nombreux fruits et légumes évolue fortement après la récolte, ce qui peut induire de nombreuses pertes entre le producteur et le consommateur, quel que soit le circuit de commercialisation envisagé.

Pour les producteurs de fruits comme de légumes, la maîtrise de l'effet des pratiques culturales et des différents modes de conservation sur la qualité et la conservation est un enjeu fort mais complexe, car les conditions optimales sont très différentes au sein des gammes de fruits et légumes. Néanmoins, connaître et maîtriser les différents facteurs en jeu est essentielle pour réduire les pertes et allonger les périodes de commercialisation de nombreux F&L.

Au sein de l'atelier « Arboriculture », nous aborderons particulièrement l'effet des pratiques culturales et des modes de conservation. Dans l'atelier « Légumes », ce sont les méthodes de conservation qui seront principalement abordées.



Dessin Philippe Leclerc

Effect of organic production systems on nutritional quality & postharvest performance of horticultural produce



UNIVERSITÀ
DI FOGGIA

Dr Maria Luisa Amodio
(Università de Foggia, Italie)
Contact mail: marialuisa.amodio@unifg.it

Dip.to di Scienze Agrarie, degli Alimenti
e dell'Ambiente, Università di Foggia,
Via Napoli 25, 71122, Italy

Co-authors:
Dr. Francesco G. Ceglie,
Organic Agriculture Dept., Mediterranean
Agronomic Inst. of Bari -
CIHEAM-IAMB - Via Ceglie, 9,
70010 Valenzano (BA), Italy;

Prof. Giancarlo Colelli,
Dip.to di Scienze Agrarie, degli Alimenti
e dell'Ambiente,
Università di Foggia, Via Napoli 25,
71122, Italy

Short Abstract

Organic standards include a well-defined set of practices and a list of technical tools that are permitted by regulation, resulting in very different systems of production. Organic products are mainly purchased for their safety and absence of synthetic pesticide residues, and for claims about their high value. In our previous studies we confirmed the higher antioxidant content of organic kiwifruits and table grapes compared to conventional fruits, at harvest and during storage. In subsequent researches agro-ecological and long term strategies for the soil fertility management in organic farming (AGROMAN based on cover crops and animal manure, and AGROCOM based on vegetable sources) have been compared to conventionalized system (namely 'SUBST', off-farm synthetic inputs are substituted with off-farm organic inputs. Moreover, strawberry was used as model crop to realize a comparison study on the effect of different organic versus a conventional production systems. Generally yield did not vary among compared systems, suggesting that with agro-ecological systems it was possible to synchronize the mineralization rates of organic amendments with the needs of the plants, and to obtain similar yields and quality of simpler and less sustainable systems (SUBST). Organically grown strawberries resulted in higher nutritional content at harvest and maintained their initial quality better than conventional strawberries. As for lamb's lettuce, initial differences preserving the reduced form of ascorbate in presence of organic amendments, were lost during storage. Possible explanations for the effects of production system on nutritional quality and postharvest performance of fresh produce can be therefore attributed to the production and mainly to the fertilization system, acting on the accumulation of secondary metabolites as plant stress response.

Extended abstract

The overall quality characteristics of fresh produce are the result of the interactions among genotype, environmental conditions, cultural practices and postharvest handling. Proponents of organic methods, claim the superior quality of fresh fruits and vegetable produced in organic farming systems, and consumer seems to trust this hypothesis. However, the scientific basis of the differences between organically and conventionally produced fruit and vegetables are under debate, and especially the postharvest stage is slight considered in comparison studies.

Presently, organic standards include a well-defined set of practices and a list of technical tools that are permitted by the Regulations and that shall be complained to certify as organic any produce. Organic techniques can rely on complex agro-ecosystem management or they can just replace chemical fertilizers and pesticides with allowed inputs, as defined

by regulations (i.e., Reg n.889/08 in UE and the National Organic Program in U.S.). Therefore, organic and conventional farming cannot indeed be defined as two isolated and well defined clusters of agronomic practices. On one hand, it is possible to have reduced input intensity for conventional farming systems as for instance the restricted use of chemical inputs by private standards, such as for "zero pesticide residues" labels. To the other hand, organic farming may also be managed with a simple input substitution based on the replacement of chemical fertilizers and pesticides with organic-allowed inputs, without any complex management of the agro-ecosystem. In the scientific literature, this process is known as "conventionalization" of the organic farming (Goldberger, 2011) which may be summarized as the development of organic farming practices that might not be sustainable but that are not excluded by organic regulations. In particular, the case of organic greenhouse production is a clear example of this. The high intensive production level recorded in greenhouse systems requires high availability of nutrients to sustain the crop growth; as a consequence organic growers simplify the crop rotation, exclude cover crops and use easily soluble organic fertilizers. Focusing to the fertility management, the fertilization influences not only crop performance and crop yields, but also crop quality (taste, firmness, internal quality, storage performance). The production techniques contribute in defining the quality characteristics of fresh fruits and vegetables at harvest, but a limited amount of researches investigated whereas the production system may affect the postharvest evolution of the initial quality. Moreover, if organic-conventional system only varied in the type of nutrient or pesticide input, without any modification of agricultural practice, this should also be considered. Recent studies, suggest that organic farming management may create moderate stress conditions for the plants, that in response to this, accumulate sugars and secondary metabolites, such as vitamin C and phenolic compounds improving the nutritional quality of organic production (Winter and Davis, 2006; Lairon, 2010). These hypothesis were confirmed in our previous studies finding a higher antioxidant content of organically grown, compared to conventional kiwifruits (Amodio et al., 2007) and table grapes (Amodio, unpublished) at harvest and during storage. On the other side, organic products were found to be more perishable in comparison to conventional one, as a consequence of the suffered stress and to the eventual higher microbial load, since defence methods applied for organic system may be less efficient than other chemical alternatives.

In addition, we further investigated the effect of three different organic soil fertility systems implemented under the same environmental conditions on quality at harvest and during storage of strawberries, tomatoes and lamb's lettuce. These fertility systems included: i) a simplified organic production system based on organic commercial fertilizers (SUBST); ii) and organic

production system based on cover crops and animal manure amendment (AGROMAN), and iii) and organic production system based on vegetal sources inputs like cover crops and on-farm compost (AGROCOM). Initial quality was assessed and monitored during storage, applying the recommended postharvest conditions for each species. Moreover, strawberry was used as model crop to realize a comparison study on the effect of different organic versus a conventional production system, managed in the same pedoclimatic conditions.

In terms of quantity two years of strawberries and one year of tomatoes production resulted in similar yield among the systems. As for initial quality, different soil fertility management practices resulted in different quality at the harvest. For organic lamb's lettuce dehydroascorbic acid and phenols resulted higher in SUBST than in the other two systems; also for breaker and pink tomatoes dehydroascorbic acid and phenols resulted higher in SUBST than in AGROCOM system, with AGROMAN in between. (Ceglie et al., in print). As for strawberries, AGROMAN and AGROCOM allowed to obtain fruits with better characteristics in terms of color and higher phenolic content than SUBST fruits (Tittarelli et al., 2016). Moreover, for strawberries was possible to set up a comparison with conventionally grown fruits of the same variety, grown locally in the same pedoclimatic conditions. At harvest, organically grown strawberries resulted in higher ascorbic acid than conventional strawberries that resulted also in lower TSS, glucose and fructose than SUBST system (Ceglie et al., 2014).

For all the experiments, these differences reported at harvest were monitored during storage in refrigerated conditions. Much of the initial diversity diminished due to the deterioration processes during postharvest and the differences among organic production systems became less important over time, for all the studied products.

As for lamb's lettuce, AGROMAN and AGROCOM showed less quality changes over time than SUBST, whereas regarding the effect of packaging AIR conditions succeeded to maintain the initial quality attributes for a longer period in comparison to the modified atmosphere package that, at 11 day despite the production system, developed off-odors under the threshold of acceptability. In case of strawberries, the oxidative conditions which normally are faced during storage

of perishable product, had a much evident effect on conventionally then on organically grown strawberries under reported experimental circumstances. Organic strawberries showed better buffer capacity against oxidation due to secondary metabolites accumulated during pre-harvest period.

Possible explanations for these effects of production system on initial and postharvest quality have been related to plant stress response to moderate nutrient deficiency which was due to the diverse mineralization rate of fertilizer and amendment supplied in the three systems. Other possible factors shall be further investigated about the interaction among the exogenous organic matter decomposition, microbial community of the soil and the root uptake and signaling to sink organs of the plant. However, the balance between primary and secondary metabolic pathways seems to be an effective key to re-discuss the complex interaction of genotype, environment and agricultural practices which lead to different quality and postharvest performance of fresh fruits and vegetables.

References

- **Amodio, M.L.; Colelli, G.; Hasey, J.K.; Kader, A.A.** A comparative study of composition and postharvest performance of organically and conventionally grown kiwifruits. *J. Sci. Food Agric.* 2007, 87, 1228–1236.
- **Ceglie, F.G.; Mimiola, G.; Dechiara, M.L.; Amodio, M.L.; Colelli, G.** A comparative study of quality and post-harvest performances of organically and conventionally grown strawberry (*Fragaria x ananassa* DUCH. "Festival"). In Proceedings of the 2nd Congress of the Italian Network for Research in Organic Farming—RIRAB, Rome, Italy, 11–13 June 2014.
- **Ceglie, F.G.; Muhadri, L.; Piazzolla, F.; Martinez-Hernandez, G.B.; Amodio, M.L.; Colelli, G.** Quality and postharvest performance of organically grown tomato (*Lycopersicon. Esculentum* L. "Marmande") under unheated tunnel in Mediterranean climate. *Acta Hort.* 2015, 1079, 487–494.
- **Goldberger, J.R.** Conventionalization, civic engagement, and the sustainability of organic agriculture. *J. Rural Stud.* 2011, 27, 288–296.
- **Lairon, D.** Nutritional quality and safety of organic food. A review. *Agron. Sustain. Dev.* 2010, 30, 33–41.
- **Tittarelli, F.; Ceglie, F.G.; Ciaccia, C.; Mimiola, G.; Amodio, M.L.; Colelli, G.** Organic strawberry in Mediterranean greenhouse: Effect of different production systems on soil fertility and fruit quality. *Renewable Agric. Food Syst.* 2016, 1–13.
- **Winter, C.K.; Davis, S.F.** Organic foods. *J. Food Sci.* 2006, 71, R117–R124.

Effet des pratiques culturales sur la qualité nutritionnelle et post-récolte des fruits et légumes

Résumé

Le cahier des charges AB inclut un ensemble de pratiques et d'outils autorisés, qui aboutissent à une forte diversité de systèmes de production. Les produits biologiques sont surtout recherchés pour leur qualité sanitaire, et leur absence de résidus de pesticides de synthèse, et pour leur haute valeur.

Dans des travaux précédents, nous avons montré un taux plus élevé d'antioxydants dans des kiwis et raisins biologiques, à la récolte et en conservation. Dans des travaux qui ont suivi, des stratégies agroécologiques et de long terme de gestion de la fertilité du sol ont été comparées à une gestion classique. De plus, la fraise a été utilisée comme modèle d'étude pour comparer ces gestions organiques et minérales.

Globalement, les rendements n'étaient pas différents selon les systèmes, ce qui suggère que le système agroécologique a pu synchroniser les apports organiques et la minéralisation avec les besoins de la plante, aboutissant à un résultat économique équivalent au système conventionnel moins durable. Les fraises biologiques ont montré un contenu nutritionnel supérieur à la récolte (par rapport au conventionnel) et ont mieux maintenu leur qualité initiale.

Comme pour les travaux sur mâche, les différences initiales préservant les formes réduites de l'ascorbate avec les amendements organiques, ont été perdues pendant la conservation. Les explications sur les effets du système de production sur la qualité nutritionnelle et la performance en conservation des produits frais peuvent être liées directement à la production, et notamment à la stratégie de fertilisation, qui joue un rôle sur l'accumulation de métabolites secondaires, agissant sur la réponse des plantes au stress.

Remerciements

Nous remercions le CIHEAM de Bari pour la conduite des parcelles expérimentales du projet MORE GREEN (Mediterranean Organic Greenhouse long term research experiment) financé par le Bureau de l'Agriculture Biologique du Ministère Italien de l'Agriculture, dans le cadre de leurs actions pour développer les produits biologiques. Nous remercions aussi Fabio Tittarelli et Giancarlo Mimiola pour leur aide.

L'autoconstruction paysanne : le fait-maison des systèmes thermiques



COOPÉRATIVE
D'AUTOCONSTRUCTION

Jonas Miara, architecte (Atelier Paysan)
Contact mail : j.miara@latelierpaysan.org

Présentation de la structure

L'Atelier Paysan est une Société Coopérative à Intérêt Collectif (SCIC) qui est née d'un constat : les agroéquipements commercialisés contraignent les paysans dans leur méthode de travail, de par leur taille, leur fonction, leur prix et leur durée de vie. Par ailleurs, les paysans bien que soumis à ce qu'ils trouvent chez leur fournisseur, sont eux-mêmes une force d'innovation et de débrouille incroyable, notamment via l'autoconstruction. Ils inventent, innovent et réalisent en puisant dans le savoir qu'ils ont de leur travail et de la terre. De là, le point de départ de la coopérative a été établi : donner les clefs pour l'autonomisation technique des fermes et le développement des outils paysans (machines et bâtis), low tech, diffusés librement en open source, et adaptés à l'agriculture paysanne et biologique.

Aujourd'hui, la coopérative travaille principalement sur trois différentes échelles :

- L'accompagnement à la recherche et développement sur les agroéquipements
- La transmission de savoirs et de savoir-faire
- La diffusion et le portage politique

En 2009, ce n'est qu'une poignée de paysans et de techniciens de l'agriculture biologique qui s'unissent autour de cette thématique. Désormais, des paysans autoconstructeurs installés ou en phase d'installation en agriculture biologique font communauté avec l'équipe de l'Atelier Paysan, ceci toutes filières confondues.

Résumé

Les outils de travail des fermes sont omniprésents dans le quotidien des paysans et paysannes. Ils sont les instruments qu'ils utilisent pour produire, à plus forte raison lorsqu'il s'agit du bâtiment agricole qui regroupe les fonctions de stockage, de conservation, de transformation, de vie, et souvent le bâtiment est l'emblème de la ferme aux yeux de ceux qui passent et de ceux qui y vivent.

Partant du principe que les utilisateurs sont ceux qui éprouvent la fonctionnalité et l'ergonomie d'un outil, les agriculteurs se réapproprient parfois leur outil de travail en concevant et le construisant eux-mêmes. Ce sont ceux qui ont un niveau d'exigence quant à l'adéquation entre leur instrument de production, les méthodes agronomiques et les techniques qu'ils utilisent. Tantôt, leur motivation vient de la singularité de leur mode de production, tantôt ils fabriquent leurs outils par intérêt économique. Par cette indépendance technique qu'ils mettent en place, que ce soit en réhabilitant, en rénovant ou en réalisant entièrement leur espace de travail, ces paysans et paysannes se retrouvent dans le rang de ceux qu'on appelle « les autoconstructeurs ».

Parmi eux, les démarches varient selon leurs affinités avec le bricolage, selon leur capacité technique et organisationnelle, selon le temps qu'ils libèrent, ou encore selon leur ressource et leur entourage. L'autoconstruction est un acte politique lorsqu'il s'agit de s'affranchir de ce que le commerce nous propose, lorsque l'usager est maître de la conception de son espace de production et qu'il ne se plie plus aux nombreux prérequis que l'industrie de la construction leur soumet. Et l'autoconstruction peut aussi être un chemin personnel, celui du rêve de construire sa ferme et de réaliser en bois, en pierre ou en brique l'édifice de toute une vie. Mais ce qui regroupe tous les autoconstructeurs paysans et paysannes c'est cette approche qui consiste à créer leur outil idéal, à faire par soi-même, à avoir connaissance des moindres recoins que cachent tous les problèmes techniques d'une ferme.

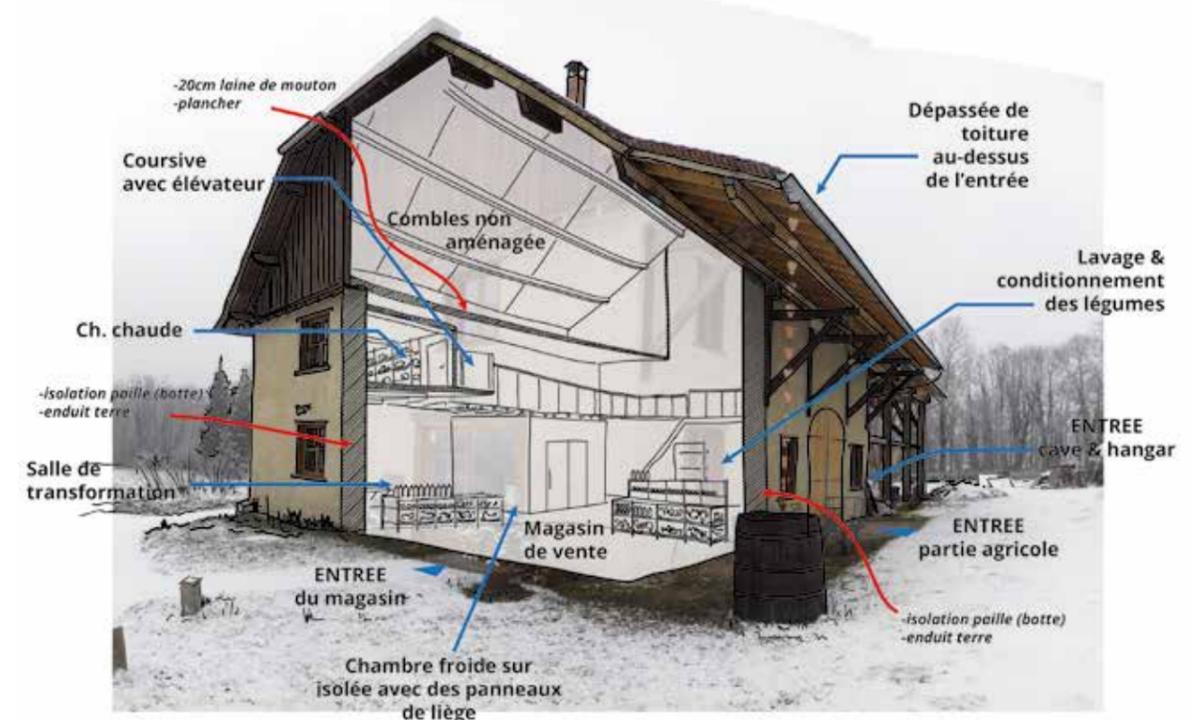
Quand bien même la démarche est louable, elle est généralement la conséquence et

d'une volonté personnelle des agriculteurs, et d'une contrainte socio-économique de la profession. Reste que le maître mot qu'ils nous clament à l'unisson est « l'autonomisation des fermes ».

Lorsque l'on s'aperçoit de l'étendue des ingéniosités dont les paysans et paysannes font preuve, on se rend compte que presque rien n'a été laissé de côté, que ces savants bricoleurs ont essayé de tout faire. Il en va de même avec les systèmes permettant de faire du froid et du chaud afin de conserver les précieuses récoltes tout au long de l'année. Certains ont réalisé des mécanismes effectivement fonctionnels et optimisés en termes d'usage, d'ergonomie, de méthode constructive, ou même de consommation d'énergie. Et c'est la démarche de la société coopérative à intérêt collectif (SCIC) l'Atelier paysan que de recenser, d'accompagner et d'aider à réaliser ces réalisations faites pour et par les paysans.

Regard sur le monde de l'autoconstruction...

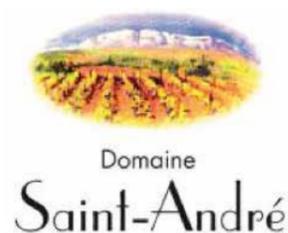
Figure 1 : Bâtiment autoconstruit de la ferme « Le jardin de la petite Perrière »



Références

- Site de l'Atelier Paysan : <https://www.latelierpaysan.org/>
- Forum de l'Atelier Paysan : <http://forum.latelierpaysan.org/>

Auto-construction de chambres froides en matériaux naturels : témoignage de Philippe Bilocq, arboriculteur et viticulteur biologique



Mr Philippe Bilocq
Domaine Saint André Gandières
05110 La Saulce
Contact mail : philippebilocq@hotmail.com

Le domaine Saint André, une exploitation cultivant la diversité

Le domaine Saint André est une exploitation biologique arboricole et viticole en zone de montagne, à 600 mètres d'altitude, sur la commune de la Saulce (Hautes-Alpes, région PACA). Facile d'accès, le domaine est situé à 2km de la sortie de l'autoroute A51 et à 18km au sud de Gap.

Après 10 ans de travail salarié comme conseiller de gestion en milieu agricole, j'ai l'occasion en 1992 de m'installer sur 5.5ha de terre nues en location. Je plante l'ensemble en pommier et poiriers de variétés diversifiées, avec déjà comme objectif de faire de la vente directe afin de mieux valoriser.

Dès 1993, je convertis tous mes vergers à l'AB, cela correspond à ma manière d'appréhender l'agriculture : respect de l'environnement, des ressources, de la planète en général. De toute façon, l'AB devient une évidence économique car dès 1992, chute vertigineuse des prix d'achats des pommes conventionnels (0.20 francs/kg). Puis au fur et à mesure l'exploitation a des opportunités d'agrandissement, le domaine compte aujourd'hui 7.20ha de vergers (5.7ha de pommiers et 1.5ha de poiriers) et 3.2ha de vignes, soit 10.40ha dont 60% en location.

Le parcellaire est regroupé autour de la maison d'habitation et du bâtiment d'exploitation, exceptées pour les parcelles de vignes situées sur des coteaux plein Sud, entre 1 à 7km. A plein temps sur l'exploitation et aidé par mon épouse à mi-temps ainsi que de plusieurs saisonniers, le temps de travail représente au total 3.5 UTH sur l'année.

Une grande diversité de variétés et de cépages (18 en pomme, 5 en poire et 9 en vigne) me permet un étalement de la récolte et de la vente en circuit court.

L'auto-construction des chambres froides : du projet au concret

Deux chambres froides étaient nécessaires afin de ne pas mélanger pommes et poires. Avant cette construction, je louais une chambre froide assez vétuste, à 4km de l'exploitation.

Chronologie de la mise en route du projet

- 2010
 - Réflexion pour l'agrandissement du hangar à matériel existant (620m²) pour atteindre 1060m² avec la construction de deux chambres froides + salle de calibrage + quai + stockage de produits transformés.

- Dépôt d'un dossier AGIR (Action Globale Innovante pour la Région) à la région PACA, appel à projet : vers 100 exploitations et coopératives agricoles exemplaires, grâce à l'aide de Bio de Provence.
- **Juillet 2011** : Permis de construire accepté
- **2012** : Orage de grêle détruisant à 95% la production de pommes et poires : arrêt du projet de construction au profit d'un investissement en filets Alt'Carpo.
- **2013** : Agrandissement du hangar + couverture totale isolante
- **2014** : Chapes lisses sur 680m²
- **Juin 2015** : Auto-construction de la chambres froides + isolation des parois. Hangar en panneau OSB + ouate de cellulose.
- **Fin Août 2015** : Démarrage des deux chambres froides
- **Février 2016** : Bâtiment isolé et fermé

Coûts des investissements HT

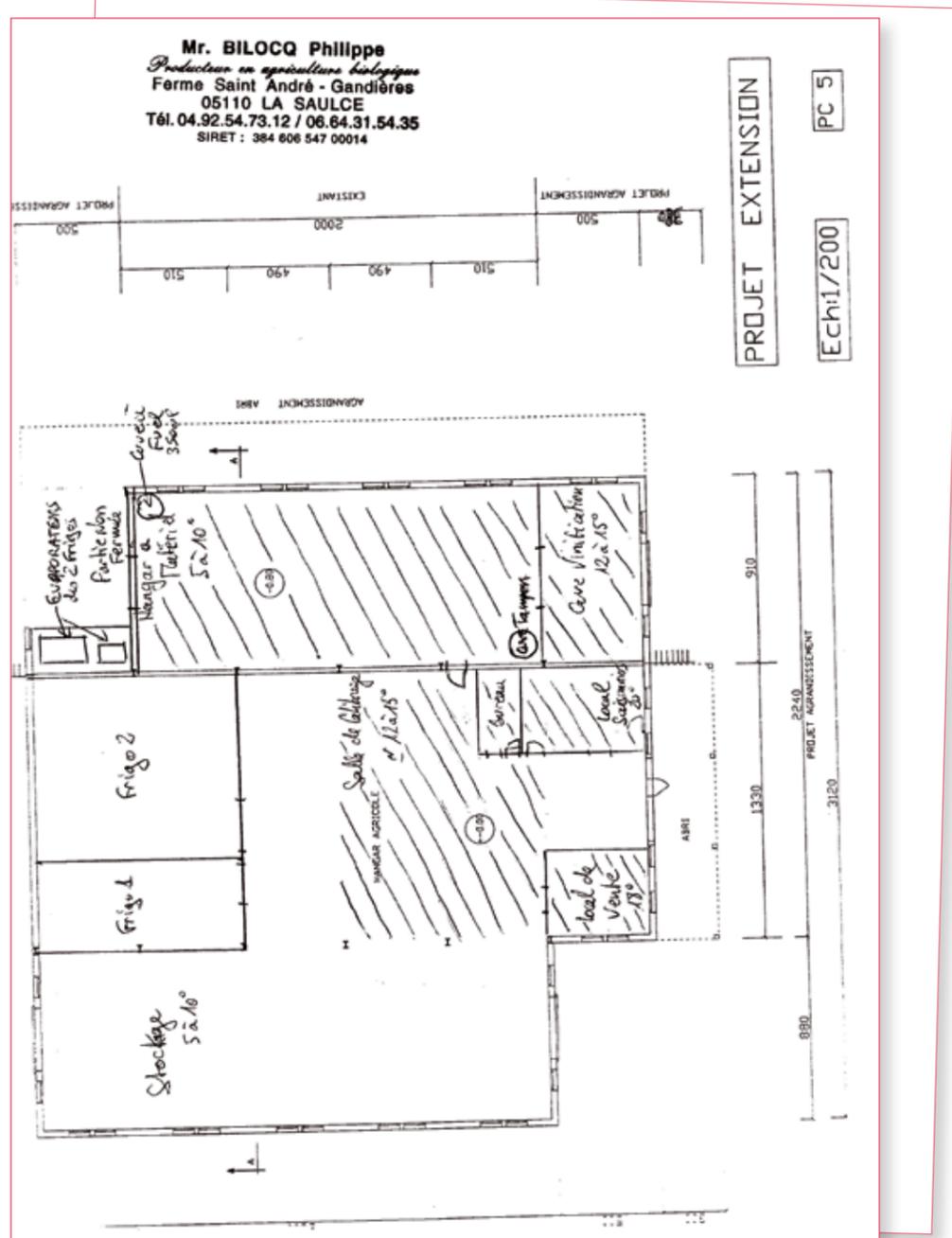
2013	Agrandissement du hangar de 440m ² + divers	76 000 €	172 €/m ²
	Isolation toiture en panneaux Sandwich 10 cm sur 885m ² (avec dépose de l'ancienne toiture)	52 000 €	59 €/m ²
2014	Chapes lisses sur 680m ²	19 750 €	33 €/m ²
2015	Ossatures OSB + Bois (45x145) + Bardage bois	67 039 €	99 €/m ²
	Isolant ouate de cellulose (9750kg à 38kg/m ³)	5 850 €	5.5 €/m ²
	Portes et fenêtre (hors frigo)	24 130 €	36 €/m ²
2016	Local saisonnier + bureau (64m ²) + local de vente (16m ²)	32 793 €	410 €/m ²

Coûts des deux chambres froides HT en auto-construction en OSB + ouate de cellulose. Juin 2015

Matériel frigorifique + électricité + portes	27 467 €
Fournitures Cloisons	28 826 €
Ouate	2 866 €
Charpente (isolée)	23 220 €
Chapes (135m ²)	4 455 €
Main d'œuvre pour cloisons et portes 960h x 13€	12 480 €
TOTAL CHAMBRES	99 314 €

Volume intérieur : 12.5 x 10.0 x 5.40 = 675 m³ soit 147 €/m³

Plan du projet d'extension du hangar en deux chambres froides



Auto-construction des chambres froides en image

étape 1



Travaux d'agrandissement du hangar par l'entreprise Borey

étape 2



Préparation des fouilles avant coulage de la dalle lisse

étape 3



Début de construction des parois du frigo côté nord

étape 4



Construction des cloisons OSB

étape 5



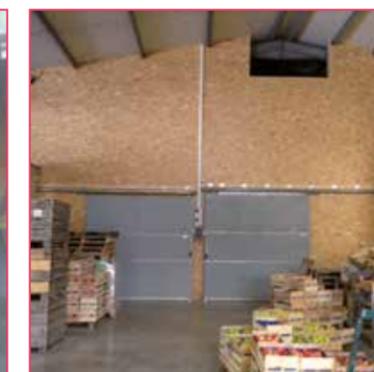
Future plateforme recevant les compresseurs

étape 6



Ouate de cellulose

étape 7



Jusqu'au résultat final !

ATELIER FRUITS

Recherche et expérimentations pour optimiser la date de cueillette et limiter les pertes de fruits après récolte.

Que fait le CRA-W ?



Audrey Pissard, Laurent Jamar, Vincent Baeten, Marc Lateur (CRA-W)
Intervenant : Audrey Pissard
Contact mail : a.pissard@cra.wallonie.be ; l.jamar@cra.wallonie.be

Les pertes dues aux pourritures physiologiques et fongiques des fruits à pépins au cours de la période de conservation peuvent être très importantes. Celles-ci sont très variables selon les lieux, les dates de récolte, les variétés, les conditions de stockage. La mise en place de méthodes de lutte appropriées est indispensable. Les recherches menées au **CRA-W** se focalisent sur trois principaux axes de recherche : **I** évaluation de méthodes de conservation des fruits en module « **Janny MT** » à atmosphère contrôlée, **II** évaluation de l'efficacité de traitements de protection à base de substances d'origine naturelle appliqués en verger et **III** la recherche de méthodes innovantes et non destructives par spectroscopie NIR permettant d'optimiser

la date de récolte. Les trois approches montrent des résultats prometteurs pour la profession.

Le Centre wallon de Recherches agronomiques (CRA-W) est un établissement scientifique du Gouvernement de la Région wallonne en Belgique. Il emploie plus de 430 personnes dont 120 scientifiques. Localisé sur trois sites (Gembloux, Libramont et Mussy-la-Ville), il occupe quelques 300 ha de bureaux, laboratoires, serres, vergers et champs d'expérimentation.

1 Essais de conservation des fruits en module « **Janny MT** » à atmosphère contrôlée

Mis au point en 2009 par la société « **Janny MT** » ces modules individuels pouvant contenir 300 kg de fruits, permettent de réguler de façon naturelle les teneurs en oxygène et en dioxyde de carbone, grâce à l'existence de six membranes semi-perméables. Le principe est simple. La durée de vie des fruits est allongée par ralentissement du métabolisme en créant un équilibre entre oxygène et CO₂. En effet, une membrane sélective laisse s'échapper le CO₂ issu de la respiration des fruits, tout en ne faisant pas rentrer l'oxygène dans l'enceinte fermée, créant ainsi une atmosphère contrôlée favorable à la conservation.

Cependant, les conditions pratiques d'application de la méthode demandent encore des travaux car n'est à ce jour pas bien maîtrisée. Même si la méthode semble prometteuse, elle peut montrer de fortes différences d'une espèce à l'autre, d'une variété à l'autre, d'une date de récolte à l'autre, d'une chambre froide à l'autre, etc.

Par ailleurs, la conservation en module « **Janny MT** » peut présenter plusieurs avantages : **I** étaler la période de conservation, **II** éviter la perte de poids, **III** maintenir la qualité gustative et surtout, **IV** déstocker de petits volumes de fruits procurant ainsi une méthode alternative au stockage en chambres froides industrielles, où il est impossible de déstocker de façon fractionnée.

Un essai de conservation de fruits a été mené à partir de la récolte réalisée en automne 2013. Il a impliqué environ deux tonnes de pommes bio, deux frigos, deux modalités de conservation (avec ou sans module « **Janny MT** ») et cinq variétés de pomme. Pour certaines variétés, l'essai intégrait deux ou trois dates de récolte. Les variétés concernées ont été « Topaz », « Pinova », « Reinette des Capucins », « Pirouette », « Coxybelle » (trois dates de récolte). Les dates de cueillette des fruits se sont échelonnées suivant les variétés, du 25 septembre au 15 octobre 2013. Dès la récolte, les fruits ont été placés en palox standards et en module « **Janny MT** » (cinq/six membranes ouvertes) et ensuite conduits dans les différents frigos, pour être stockés à 2°C jusqu'au mois de mars 2014. Les modules ont alors été ouverts et la qualité des fruits analysée. L'évaluation des fruits a porté sur huit critères : incidence et sévérité des maladies, poids, fermeté, pH, acidité, °Brix, mesure DA Meter ainsi que sept critères d'évaluation sensorielle. La mesure de la fermeté des fruits est un critère de qualité essentiel. Le consommateur apprécie des fruits croquants, fermes et juteux. Le suivi de la fermeté a été réalisé par le pénétromètre électronique Lloyd. Cet appareil offre des résultats très précis, nuancés et enregistre instantanément en temps réel la résistance à la pénétration. Cette mesure

est dynamique et permet d'établir des courbes de résistance. Des valeurs rAUPC (relative Area Under Progress Curve) sont donc possibles. Les mesures sont rapides, de l'ordre de 30 secondes par échantillon. Les résultats sont directement enregistrés sous forme de tableau Excel, directement exploitables. Il existe différentes sondes permettant une adaptation à la consistance du produit à analyser.

Les résultats montrent qu'après cinq mois de conservation, on observe une plus grande fermeté des fruits en module « **Janny MT** » (Figure 1 et 2). L'impact sur la diminution de maladie est très variable d'une variété à l'autre, ce qui montre l'importance d'adapter les conditions de mise en conservation selon la variété. Parmi les critères physico-chimiques analysés, c'est le critère « fermeté » qui montre la seule différence significative en faveur du module « **Janny MT** ». Parmi les critères issus de l'analyse sensorielle, ce sont les critères « fermeté », « croquant », « jutosité » et « appréciation globale » qui ressortent en faveur du module « **Janny MT** ». Les critères « acidité » et « sucre » des fruits ne semblent pas être influencés par le mode de stockage. Le stockage des fruits en module « **Janny MT** » montre donc des perspectives intéressantes pour améliorer la conservation des fruits.

Figure 1 : Influence du mode de conservation en module **Janny MT** sur l'incidence en *Gloesporiose* et la fermeté des fruits après cinq mois de conservation en frigos. Les barres d'erreur indiquent l'intervalle de confiance de la moyenne (n = 10, α = 0,05) pour la date de cueillette intermédiaire.

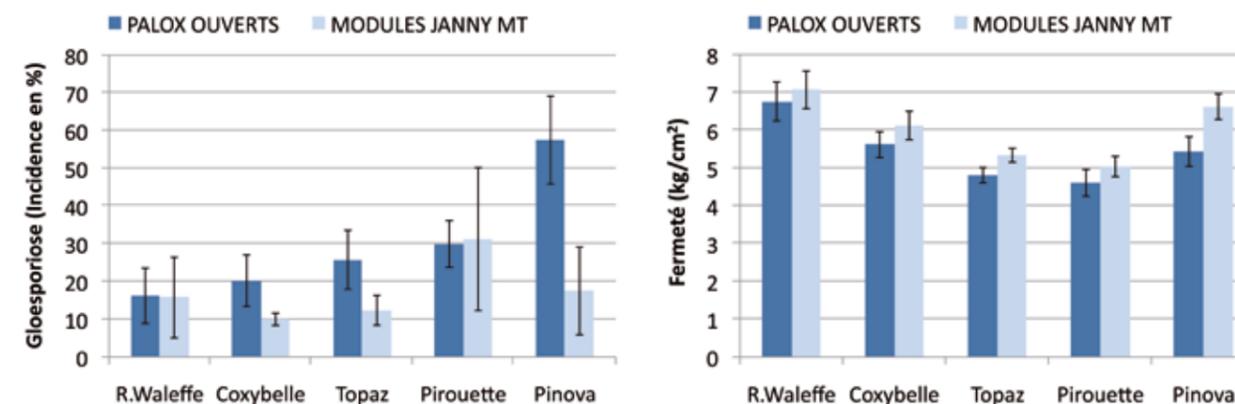
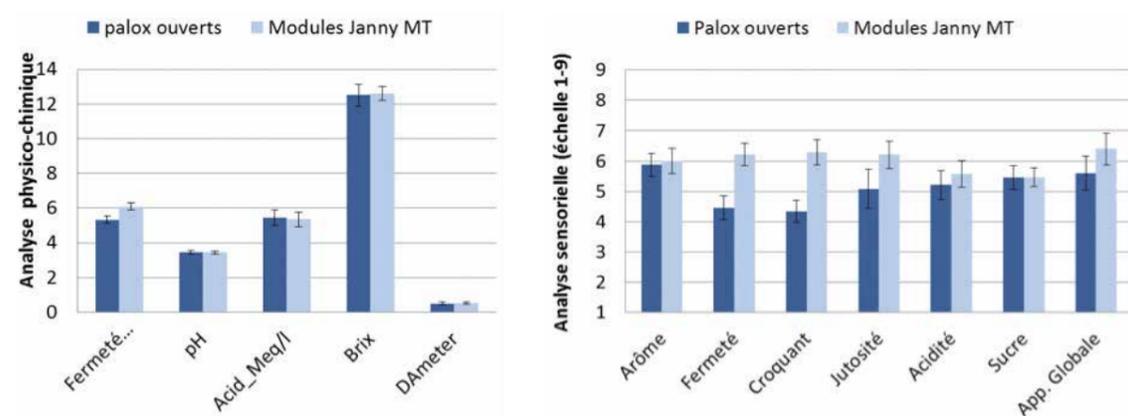


Figure 2 : Influence du mode de conservation sur cinq critères de qualité physico-chimique et sept critères issus de l'analyse sensorielle (10 experts), toutes variétés confondues. Les barres d'erreur indiquent l'intervalle de confiance de la moyenne (n = 50, $\alpha = 0,05$) pour la date de cueillette intermédiaire.



2 Essai d'efficacité de traitements de protection appliqués en verger - « Mycosin », « Vacciplant »

Les gloeosporioses sont des maladies responsables de pertes importantes lors de la phase de stockage des pommes et des poires. Surtout en AB où actuellement il n'existe pas de produit reconnu efficace. Des essais ont été menés en vergers pour évaluer, durant deux saisons de récolte, l'impact d'une formulation à base d'argiles calcinées (« Myco-Sin ») et d'un activateur de défense naturelle (« Vacciplant »), appliqués à plusieurs reprises en verger, sur le développement des gloeosporioses durant la période de conservation post-récolte en chambre froide (2°C). Les essais ont été menés au sein des vergers expé-

riementaux du CRA-W composés de trois variétés de pommiers sensibles au Gloeosporium durant la saison 2013/2014. Une phase de validation a ensuite été réalisée chez un arboriculteur bio disposant de la variété « Jonagold » durant la saison 2014/2015. Cet essai, faisant suite à une demande spécifique du secteur, a été mené en collaboration avec le GAWI.

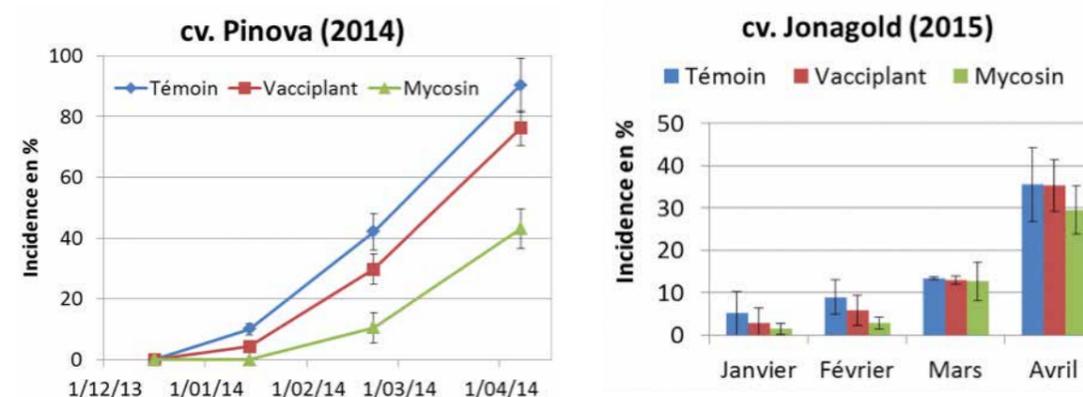
Les essais menés au CRA-W montrent que le « Myco-Sin » (6 applications en pré-récolte) a réduit l'incidence de la maladie à plus de 50%. Par contre, le « Vacciplant » (2 applications en pré-récolte) n'a pas eu d'impact significatif sur la maladie. L'analyse des fruits chez le producteur n'a pas montré d'effet significatif dans aucun des deux traitements, appliqués trois fois 45, 30 et 15 jours avant récolte (Figure 3).

Il ressort des essais que l'application du « Myco-Sin » en verger peut retarder dans certaines conditions le développement de la maladie. La

dose et la fréquence du traitement semblent influencer l'impact sur la réduction de la maladie. Dans nos conditions expérimentales, trois traitements de « Myco-Sin » ont été insuffisants. Vu l'efficacité partielle du produit, cette méthode doit être considérée comme complémentaire à d'autres moyens de protection. Le « Vacciplant » réduit légèrement l'impact de la maladie mais les

effets ne sont pas significatifs dans nos conditions expérimentales et cela quel que soit l'essai considéré. Ces deux produits sont autorisés dans d'autres pays européens pour lutter contre d'autres maladies en AB. Le « Vacciplant » est un produit de protection agréé en Belgique et en AB contrairement au « Myco-Sin » qui n'est pas encore agréé d'usage en Belgique.

Figure 3 : A gauche : Impact du « Myco-Sin » (6 traitements) et du « Vacciplant » (2 traitements), sur l'incidence de Gloeosporium sp. dans le verger expérimental de Gembloux en 2014. A droite : Impact du « Myco-Sin » (3 traitements) et du « Vacciplant » (3 traitements) sur l'incidence de Gloeosporium sp dans un verger professionnel en 2015. Les barres d'erreur indiquent l'intervalle de confiance de la moyenne (n = 3, $\alpha = 0,05$)



3 Recherche de méthodes innovantes et non destructives par spectroscopie Vis-NIR permettant d'optimiser la date de récolte.

La qualité des pommes est essentielle pour la production et la commercialisation de pommes de qualité différenciée (pommes de table et pommes à cidre). Or, elle dépend essentiellement du stade de maturité des fruits lors de la récolte. La date de récolte est donc un point-clé pour la production de pommes de qualité. Le CRA-W a donc mené un projet en collaboration avec le Groupements de producteurs (GAWI), le centre pilote CEPIFRUIT (CEF) et la cidrerie Stassen afin de développer

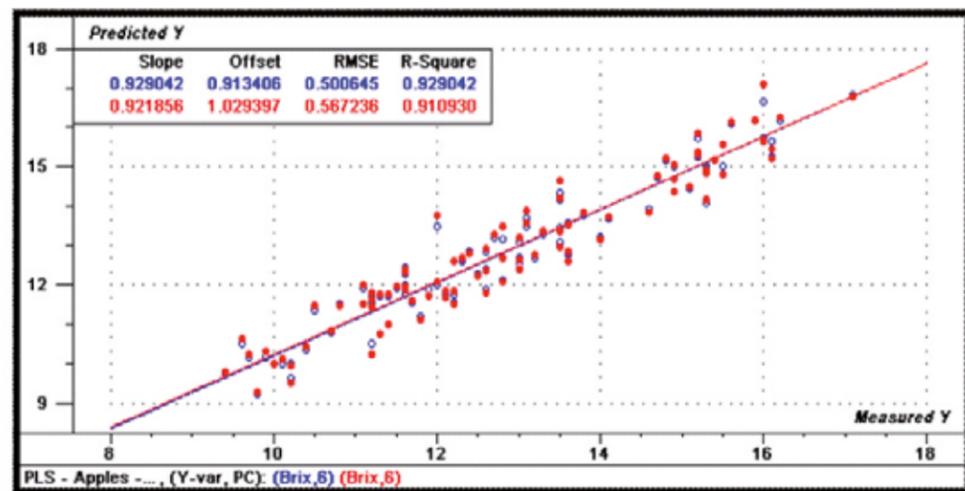
une méthodologie d'analyse de la qualité des fruits permettant d'optimiser les dates de récolte afin de mieux valoriser la qualité différenciée des pommes produites en Wallonie. Il s'agissait précisément de mettre au point une méthodologie permettant de déterminer la date optimale de récolte des variétés en fonction de leur qualité nutritionnelle analysée avec des méthodes de référence (méthodes physico-chimiques destructives) et des méthodes rapides et non-destructives (spectroscopie Vis-NIR).

Au cours du projet, plusieurs variétés ont été suivies dans différents vergers (CRA-W, GAWI, CEF, producteurs) au cours de plusieurs saisons fruitières. Différents lots des variétés (chacun contenant 12 fruits) ont été suivis dans les vergers pendant toute la période de maturation, soit environ 6 semaines par saison. Chaque semaine, un lot était

récolté, mesuré par méthodes spectroscopiques et analysé au laboratoire afin de mesurer les paramètres de qualité avec les méthodes physico-chimiques de référence (teneur en sucre °Brix, polyphénols totaux, acidité, fermeté, indice KI, indice de Streif). Différents appareils de spectroscopie infrarouge (XDS, MicroNIR, Ocean Optics, Phazir) ainsi qu'un appareil portable basé sur l'absorbance dans le visible (DA Meter) ont été utilisés au cours de ce projet afin d'évaluer leur potentiel comme méthode prédictive de la qualité et de la maturité des fruits.

Les paramètres de qualité classiques (°Brix, indice KI, fermeté, acidité) ne permettent pas à eux seuls de prédire avec précision et certitude la date optimale de récolte. Par contre, ces différents paramètres (°Brix, fermeté et indice KI) permettent de calculer l'indice de Streif qui semble, quant à lui, être un paramètre pertinent pour déterminer le stade optimal de récolte des fruits destinés à la conservation. Ces paramètres requièrent cependant une destruction et analyse des fruits au laboratoire.

Figure 4 : Relation entre la teneur en sucre (°Brix) mesurée au laboratoire et la teneur en sucre prédite sur base du modèle de calibration obtenu avec les spectres du MicroNir (VIAVI solutions). Fichier calibration Brix-Viavi



Les résultats de modèles de calibration développés avec le spectromètre XDS ont confirmé les performances et l'adéquation de la **spectroscopie NIR** comme méthodes innovantes et non-destructives pour déterminer les paramètres de qualité des pommes. Parmi les spectromètres portables, les résultats obtenus avec le **spectromètre MicroNir** (VIAVI solutions) sont les plus prometteurs. Ils mettent en évidence son potentiel pour déterminer certains paramètres de qualité des fruits (°Brix, la maturité et l'indice IAD) de façon rapide, précise et non-destructive. La **figure 4** montre la corrélation entre les teneurs en sucre (°Brix) mesurés et prédits (SEC = 0,50 ; R² = 0,93 ; SECV = 0,57 ; R²val=0,91). A gamme spectrale identique (1100 – 1600 nm), les résultats obtenus avec le MicroNir sont équivalents à ceux du XDS. Bien que testé au labo, ce spectromètre pourrait être utilisé de façon très aisée au verger par les professionnels.

D'autre part, l'utilisation du **DA Meter (Turoni SA)**, nouvel instrument non-destructif permettant d'évaluer la maturité de fruits, est une approche tout à fait novatrice et potentiellement très intéressante. Néanmoins, elle requiert la détermination de la valeur I_{AD} spécifique pour chaque variété. Dans le cadre de ce projet, les valeurs de l'indice I_{AD} ont été déterminées pour les plusieurs variétés ainsi que pour la nouvelle variété issue du programme d'amélioration du CRA-W (« Coxybelle ») qui présente, par exemple, un indice I_{AD} de 0,2-0,4. Son utilisation facile et rapide sur le terrain a été confirmée par le secteur professionnel qui a bénéficié d'un appareil lors des périodes de récolte.

Photo : Utilisation du DA Meter (Turoni SA) au verger pour déterminer la maturité des fruits. Fichier da meter.jpeg



Au terme du projet, nous avons développé des tables reprenant les paramètres et indices de qualité (Indice I_{AD}) par variété destinées au secteur professionnel afin de l'aider dans la détermination de la date de récolte. Nous avons également développé une base de données « pomme » reprenant les données (spectrales et valeurs de référence) des projets de recherche menés au CRA-W entre 2004 et 2015, soit un total de 4 352 échantillons, à partir de laquelle nous avons développé des modèles de calibration précis pour la teneur en sucre (°Brix), en polyphénols totaux, l'indice I_{AD}, et l'indice KI.

En conclusion, ce projet a mis en exergue le potentiel d'appareils portables basés sur la spectroscopie Vis-NIR (MicroNIR et DA Meter) pour la détermination de paramètre de qualité et de maturité des fruits. Des nouveaux spectromètres portables sont actuellement en cours d'évaluation au CRA-W. Les technologies les plus prometteuses seront développées en vue de mettre à disposition du secteur professionnel des outils, pratiques et faciles, d'aide à la détermination de la qualité des fruits.

Remerciements

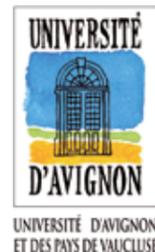
Les études de conservation ont été réalisées dans le cadre du projet Interreg IV TransBioFruit (pour la partie 1) et de la Cellule transversale de recherches en agriculture biologique du CRA-W (pour la partie 2). Le projet concernant l'optimisation de la date de récolte (partie 3) a été subventionné par la DGARNE et a été mené en collaboration avec le GAWI, le CEF et la cidrerie Stassen. Les staffs techniques du CRA-W sont remerciés pour leur appui dans la réalisation des différentes études et analyses.

Bibliographie

- Jamar L., Rondia A., 2015. Recherche de méthodes alternatives de protection vis-à-vis des Gloeosporioses en productions fruitières biologiques. Itinéraire Bio, 23 : 39-40
- Pissard A., Pierna J. A. F., Baeten V., Sinnaeve G., Lognay G., Mouteau A., Dupont P., Rondia A., Lateur M., 2012a. Non-destructive measurement of vitamin C, total polyphenol and sugar content in apples using near-infrared spectroscopy. Journal of the Science of Food and Agriculture, 93: 238-244.
- Pissard A., Baeten V., Romnee J.M., Dupont P., Mouteau A., Lateur M., 2012b. Classical and NIR measurements of the quality and nutritional parameters of apples: a methodological study of intra-fruit variability. Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement, 16 (3): 294-306.
- Pissard A., Dupont P., Baeten V., Thiry Ph., Lateur M., 2016. Déterminer la date de récolte avec le DA Meter. L'arboriculture fruitière, 704 : 10-12.

Techniques post-récolte pour désinsectiser et désinfecter les fruits

(Projet Casdar D²BIOFRUITS / 2014 – 2017)



Sébastien LUROL (Ctifl)
Route de Mollégès,
13210 SAINT-RÉMY-DE-PROVENCE
lurol@ctifl.fr

Florence CHARLES (Université d'Avignon)
Marc CHILLET et Catherine BRABET (CIRAD)

Résumé

Dans le cadre du projet D²Biofruits (2014 – 2017), plusieurs techniques post-récolte compatibles avec l'agriculture biologique ont été étudiées par les différents partenaires du projet pour réduire les pertes après récolte. Ces techniques reposent sur des principes physiques ou font appel à du biocontrôle. L'application de chaleur combinée ou non avec une anoxie a permis de réduire le dé-

veloppement fongique sur pêche et raisin de table et de désinsectiser des châtaignes et des mangues. L'utilisation d'atmosphère modifiée ou contrôlée en petites unités permet d'envisager le stockage de raisin de table en AB sur 3 semaines à 2 mois en fonction des années. Des premiers essais à l'échelle du laboratoire ont montré l'intérêt d'un traitement post-récolte avec de la lumière UV-C sur nectarines, raisins et mangues, pour réduire le développement de pourritures et stimuler certaines défenses naturelles des fruits. Les formulations de biocontrôle (levures antagonistes et huiles essentielles) ont montré une efficacité *in vitro* sur différents champignons pathogènes mais l'efficacité *in vivo* n'a pas été pour l'instant confirmée pour les formulations testées.

Introduction

Les pertes après récolte représentent un frein économique important pour la filière fruits et un verrou technologique au développement de la production de certaines espèces en agriculture biologique. Le premier objectif du projet CASDAR D²BIOFRUITS (2014 – 2017)^[4] était de développer des outils de diagnostic des pertes et de leurs causes à différents stades de la filière (expédition, gros, distribution), afin de proposer des leviers d'action. Le second consistait à évaluer des procédés post-récolte compatibles avec l'agriculture biologique pour réduire les pertes de production en châtaigne, raisin de table, mangue et pêche, espèces identifiées comme très sensibles.

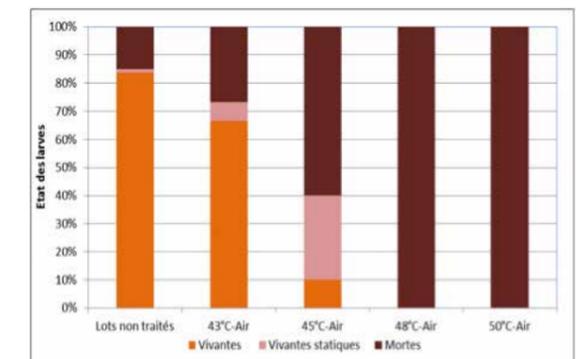
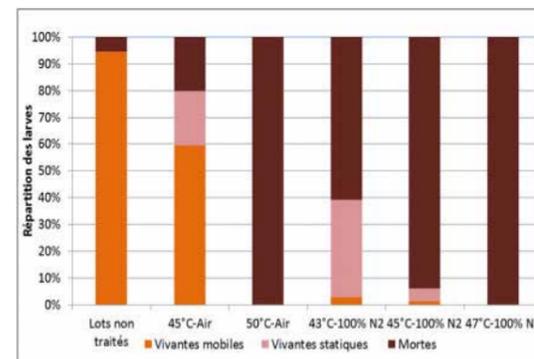
Le projet D²BIOFRUITS (2014 – 2017), porté par le Ctifl, a associé plusieurs partenaires de la recherche et de l'enseignement (CIRAD, Université d'Avignon, EPLEFPA Saint-Paul à La Réunion), de l'expérimentation (La Tapy), des opérateurs en fruits biologiques (SARL Reuse, ProNatura) et des agro-fournisseurs (Xeda, Koppert).

Anoxie et/ou chaleur pour désinsectiser les châtaignes et les mangues

La châtaigne est sujette à des pertes très importantes pendant la conservation et la commercialisation, liées à des ravageurs, tels que des larves d'insectes (carpocapse et balanin), et à des pourritures (botrytis, penicillium,...). Un prototype de désinsectisation a été développé par le Ctifl dans le cadre du projet pour réaliser des traitements combinant chaleur et atmosphère contrôlée (fortes teneurs en CO₂ ou anoxie). Un confinement pendant 40 minutes de châtaignes

infestées à une température supérieure ou égale à 46°C et une suppression totale de l'oxygène (anoxie) permet d'avoir une mortalité de 100 % des larves de carpocapse à cœur (Figure 1). Une efficacité similaire est obtenue lors d'un traitement à une température comprise entre 48 et 50°C en atmosphère normale (Figure 2). Toutefois, 50°C représente une limite admise au-delà de laquelle la qualité des châtaignes est altérée et l'utilisation de fortes concentrations d'azote a également un effet positif sur la réduction des pourritures. Cette technique doit à présent être validée à grande échelle et évaluée sur le plan économique et réglementaire.

Figure 1 et 2 : effets de traitements à la chaleur avec et sans anoxie sur la mortalité de larves de carpocapse à l'intérieur de châtaignes



Concernant la mangue, le traitement retenu par le CIRAD permettant d'obtenir 100 % de mortalité d'œufs de mouche (*Bactrocera zonata*) est de 4 à 5 jours à 100 % d'azote et à température ambiante. Ce traitement doit encore être validé pour garantir cette efficacité de 100 % dans le cas d'un traitement de quarantaine avant export.

Utilisation de lumière UV-C pour décontaminer les fruits

Des UV-C (254 nm) ont été appliqués dans une enceinte à l'UMR Qualisud sur des boîtes de pétri ou sur des fruits frais (mangues, pêches-nectarines et raisin de table) inoculés avec différentes souches de champignons phyto-pathogènes : *Colletotrichum gloeosporioides* (CG), *Monilinia laxa* (ML) et *Botrytis cinerea* (BC). Les tests *in vitro* ont montré que la sensibilité des souches aux traitements UV-C est variable que ce soit pour les tests sur mycélium ou sur spores, le développement des spores ayant été davantage affecté que

celui du mycélium. Pour les 3 souches, le maximum de réduction obtenu avec la dose d'UV-C de 1,7 J/cm² est de 12,8 % pour BC, 3,6 % pour CG et 0,9 % pour ML sur le développement du mycélium et de 100 % pour CG, 75 % pour ML et 51,4 % pour BC sur le développement des spores. Les traitements *in vivo* ont montré de façon globale que les UV-C permettaient une réduction des flores d'altération. Sur mangue, ils ont permis de ralentir la croissance des nécroses sur fruits, mais aussi de diminuer la proportion de fruits nécrosés lors de la conservation. Sur nectarines et sur raisin, un effet hormétique a été mis en évidence, c'est-à-dire qu'en plus de l'effet direct des UV-C, ces rayonnements peuvent induire une stimulation des défenses du végétal permettant de ralentir l'apparition des nécroses. Chez le raisin, cette stimulation passe par une augmentation significative en resveratrol. Les études vont être poursuivies pour mieux comprendre le mécanisme mis en jeu suite à l'application de traitements UV-C et développer un traitement sur une ligne pilote.

[4] Ce projet est soutenu par le ministère de l'Agriculture, de l'Agroalimentaire et de la Forêt dans le cadre de l'appel à projet Casdar « Innovation et partenariat » 2013.

Formulation de biocontrôle pour réduire le développement post-récolte de pourritures

Une formulation à base de levures antagonistes (*Metschnikowia fructicola*) a été intégrée dans des stratégies de protection en culture sur des variétés de pêche et de raisin de table. Cette même levure a aussi été appliquée par trempage après récolte, à la suite ou non d'un trempage à l'eau chaude (2 minutes à 52°C pour le raisin et 50 secondes à 56°C pour la pêche). Des huiles essentielles contenant différents principes actifs naturels ont également été testées *in vitro* et *in vivo* par diffusion ou trempage après récolte (en combinaison ou non avec un trempage à l'eau chaude). Si l'effet *in vitro* est souvent très net sur les champignons pathogènes, l'efficacité sur des fruits récoltés (pêches, raisins, mangues) n'a pas été démontrée dans la majorité des essais. Ces formulations n'apportent pas d'efficacité supplémentaire au trempage à l'eau chaude qui réduit le développement de pourritures de manière très significative sur ces espèces. Il est nécessaire de poursuivre les travaux pour comprendre cette absence d'efficacité sur fruits récoltés.

Stockage de raisin de table sous atmosphère modifiée et contrôlée en petites unités

La conservation du raisin de table est limitée en AB du fait du développement rapide du botrytis après récolte et de l'interdiction d'utiliser des sulfites pendant le stockage. Un entreposage à une température basse, appliquée rapidement après récolte, est essentiel pour ralentir le développement du champignon et pour limiter la déshydratation des rafles. Les travaux menés dans le projet ont porté sur l'évaluation en conditions industrielles d'un équipement d'atmosphère contrôlée avec des housses palettes (système PALLIFLEX de la société Van Amerongen *Figure 3*). En fonction des années (qualité sanitaire des grappes à la récolte), il a été possible d'obtenir une conservation de palettes entières de raisins jusqu'à 2 mois à une température de -0,5°C et une atmosphère contrôlée à 6 % d'O₂ et 13% de CO₂ (effet fongistatique). Le refroidissement rapide des raisins à la récolte et la forte humidité maintenue à l'intérieur des housses plastique étanches permettent de limiter la déshydratation des rafles et d'obtenir une bonne qualité des raisins en sortie de conservation.

Figure 3 : Système de stockage sous housse palette (Palliflex)



En parallèle, plusieurs modèles de sachets en plastique micro-perforé (atmosphère modifiée) pour des colis de 5 à 7 kg ont également été étudiés. Les teneurs en CO₂ mesurées sont généralement comprises entre 4 et 10 %, soient des valeurs inférieures aux taux recommandés pour avoir un effet fongistatique (10 – 15 %). Toutefois ces sachets permettent de préserver la qualité des raisins de table sur une période de 2 à 3 semaines, voire plus les années à faible pression fongique.

Ces deux techniques sont utilisables à l'échelle industrielle avec pour la première un investissement important au départ mais un meilleur pilotage des conditions d'atmosphère et pour la deuxième un faible coût lié à l'achat d'emballages, mais des conditions d'atmosphère dépendantes de la perforation de l'emballage, de la respiration des raisins et de la température de stockage.

Références

- **ADMANE, N., VERRASTRO, V., CARLO DI RENZO, G., CHARLES, F. 2016.** Impact of UV-C, pulsed light and modified atmosphere on quality properties of red table grapes during storage. VIII International Postharvest Symposium, Cartagena. Spain. 21-24 June 2016.
- **CHILLET M., MINIER J., DUCROCQ M., MEILE J-C. 2016.** Use of essential oils to control anthracnose development of mango due to Colletotrichum gloeosporioides. Cairns : ISHS, 7 p.
- **LUROL S., LANDRY P., DEGUETTE H., BELAEN C., 2016.** Désinsectisation des châtaignes après récolte- Traitement thermique et atmosphère contrôlée (méthode catts). Infos Ctifl N° 323, p. 22-29.
- **LUROL, S., BELAEN, C., LANDRY, P., VERPONT, F., & HENNION, B., 2015.** Heat treatments combined with high CO₂ or N₂ atmospheres to kill chestnut fruit tortrix larvae. In International Symposium on Innovation in Integrated and Organic Horticulture (INNOHORT) 1137 (pp. 251-254).

Douchage en ligne post-récolte à l'eau chaude pour réduire les monilioses sur pêches et nectarines



CROVARA

Lorenzo CROVARA (CROVARA)
680 Avenue de l'Isle-sur-Sorgue,
84300 CAVAILLON
lcrovara@crovara-industrie.com
lurol@ctifl.fr

Sébastien LUROL (Ctifl)
Route de Mollégès,
13210 SAINT-RÉMY-DE-PROVENCE
lurol@ctifl.fr

CROVARA

La société **CROVARA**, concepteur et constructeur d'équipement pour le secteur de l'agro-alimentaire, propose à ses clients des solutions industrielles répondant à des problématiques spécifiques. La manutention de produits alimentaires, la décontamination et la détoxification, la filtration et le traitement des eaux de process sont les priorités actuelles de la société. C'est dans ce contexte que la recherche d'un équipement industriel permettant de réduire les monilioses sur pêches et nectarines a abouti au développement d'une ligne pilote de Traitement à l'Eau Chaude (T.E.C).

Ctifl

Le Ctifl est le centre technique interprofessionnel des fruits et légumes frais en France. Il déploie l'ensemble de ses savoir-faire techniques et économiques pour améliorer l'expertise des différents métiers de la filière et accroître la compétitivité des entreprises. Il travaille en partenariat étroit avec les organismes français et européens de la recherche, l'expérimentation et l'innovation. Il intervient auprès des acteurs professionnels ou de leurs organes de représentation pour les appuyer techniquement dans leur développement stratégique.

Résumé

Dans le cadre du projet TEC, porté par la société CROVARA et associant le Ctifl et la coopérative Terané, une machine de douche à l'eau chaude a été conçue et validée en conditions industrielles sur des lots de pêches majoritairement issus de l'agriculture biologique.

La machine placée en amont d'une calibreuse permet de traiter des pêches à une cadence de plusieurs tonnes par heures sans ralentir le processus de calibrage. Le douchage est appliqué pendant 30 secondes avec une eau à 58°C. Il a montré une efficacité vis-à-vis de la réduction des pourritures comprise entre 50 et 90 % sur 19 variétés de pêches et nectarines issues de l'agriculture biologique (par rapport aux lots non traités). L'équipement est à présent opérationnel pour un traitement de pêches à nectarines à grande échelle.

Introduction

Les pertes liées aux maladies de conservation représentent un impact économique majeur pour la filière pêche et nectarine et expliquent en partie la baisse importante de la production française sur cette espèce. En agriculture conventionnelle, les moyens de lutte reposent essentiellement sur des traitements antifongiques appliqués avant récolte mais qui ne sont pas toujours suffisants.

En agriculture biologique, les solutions sont quasiment inexistantes et cette problématique constitue un verrou majeur au développement des volumes pour ce mode de production. L'étude présentée ci-dessous a été menée dans le cadre du projet TEC, soutenu par FranceAgriMer (2016 -2017).

Construction et validation d'une machine de douche à l'eau chaude

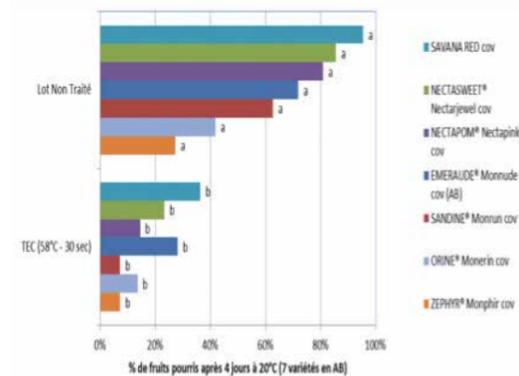
Principe de la machine

La machine conçue et fabriquée par CROVARA se compose d'un convoyeur à rouleaux de fruit, d'un tunnel de douchage à l'eau chaude et d'un tunnel de séchage des fruits (Figure 1). Le doucheur est alimenté en eau recyclée par un bac tampon qui permet le chauffage (échangeur thermique à gaz propane), le maintien de la température et la filtration de l'eau (filtration physique et décontamination UV). La machine est placée entre un vide caisse automatique et une calibreuse, permettant le calibrage et le conditionnement des fruits à la suite. Le débit de traitement est adaptable à la cadence de la calibreuse en modifiant la vitesse de passage dans le tunnel et la température de l'eau. La machine est également asservie à la calibreuse pour gérer les arrêts de chaîne.

Figure 1 : Machine de douche à l'eau chaude



Figure 2 : Efficacité du douchage pour 7 variétés de nectarines en AB - Résultats 2017



Efficacité observée sur des lots de pêches

Au cours des campagnes de récolte 2016 et 2017, 18 variétés de pêches et nectarines en agriculture biologique et 8 variétés en agriculture conventionnelle ont été douchées à l'eau chaude pour déterminer les paramètres optimaux de traitement et valider l'efficacité. En 2017, 16 tonnes de pêches et nectarines (biologiques et conventionnelles) ont servi à la validation de la machine en conditions industrielles avec des débits proches de 5 à 7 t / heure. Sur les lots AB traités à l'eau chaude, la réduction du taux de pourriture a été comprise entre 50 et 90 % en fonction des variétés et des dates d'observation, par rapport à des lots non traités (Figure 2). Le couple de traitement de 58°C pendant 30 secondes a été retenu comme étant le meilleur compromis entre efficacité et respect de la cadence de traitement sur la configuration de la machine actuelle.

Impact sur la qualité des fruits

La machine fonctionne en eau recyclée permettant d'appliquer un volume d'eau important (plusieurs dizaines de m3 par heure) sans engendrer une forte consommation d'eau. Cette eau est filtrée et traitée en continu par un système UV et peut être utilisée plusieurs jours sans changement. Des analyses microbiologiques, réalisées lors du passage des 16 tonnes de pêches, n'ont pas montré de problématiques bactériologiques, ni de contaminations croisées entre les lots, du fait des températures appliquées. Seule une très légère altération de la brillance des nectarines douchées à l'eau chaude a été observée (réduction de la couche naturelle de cire de l'épiderme). Pour les pêches, le douchage a plutôt

un effet positif avec un nettoyage et une homogénéisation du duvet présent sur l'épiderme. Les autres paramètres physico-chimiques n'ont pas été modifiés par le douchage à l'eau chaude. Sur des produits conventionnels, une réduction comprise entre 13 et 95 % des résidus phytosanitaires a été mesurée suivant les différentes matières actives.

Références

- LUROL S., TABARIES P., BUFFET N., SOBAS M.-A., PORTAL A., 2009. Lutte post-récolte contre Monilia. Application d'eau chaude sur pêches. Infos Ctifl N° 250, p. 32-36.
- LUROL S., MANDRIN J.F., WEYDERT C., LANDRY P., MÉDINA C., LAVOGEZ O., 2012. Réduction des pourritures sur pêche après récolte - Intégration d'un trempage eau chaude dans la stratégie de protection. Infos Ctifl N°283, p. 41-43
- Fiche projet TEC : <http://www.franceagrimer.fr/content/download/43480/414172/file/P3A%20-%20fiche%20laur%C3%A9at%20-%20TEC.pdf>
- Vidéo sur projet : <https://www.youtube.com/watch?v=wbQHTLzrVGA&app=desktop>



Dessins Philippe Leclerc

ATELIER LÉGUMES

Quelques généralités sur la conservation des légumes



Catherine Mazollier (GRAB)
Contact mail: catherine.mazollier@grab.fr

Les légumes sont des organes végétaux en évolution continue, même après récolte. Cette évolution sera parfois favorable (maturation de certains légumes fruits), mais surtout défavorable : perte d'eau (ramollissement, flétrissement), dégradation de la coloration, apparition de taches, développement de maladies physiologiques ou parasitaires ... Pour préserver leur qualité durant le stockage, il conviendra de mettre en œuvre différentes pratiques complémentaires, du début de culture jusqu'à la récolte et tout au long du stockage.

L'évolution des légumes après récolte :

Les légumes sont des organes vivants qui évoluent après récolte sous l'influence des facteurs physiques : température, hygrométrie, lumière... Ceux-ci agissent sur les processus de transpiration et de respiration et induisent une évolution interne parfois favorable (maturation), plus souvent défavorable : pertes en eau, évolution de la composition, apparition de maladies fongiques (pourritures) ou physiologiques ...

Les pertes en eau :

Les légumes contiennent 80 à 95 % d'eau : après récolte, la transpiration et la respiration induisent des pertes en eau, responsables de ramollissements (légumes fruits) ou des flétrissements (légumes feuilles). Ces phénomènes sont dépendants des facteurs externes (climat), mais aussi de facteurs internes : type de légume (« feuille » ou « fruit »), épaisseur des feuilles ou de l'épiderme, niveau de maturité ...

Sensibilité des légumes au flétrissement et au ramollissement :

Très sensibles :

Légumes à feuilles fines :
Salades, Épinard, Mâche, Blette, Persil ...

Sensibles :

Poivron, Aubergine, Courgette.

Peu sensibles :

Légumes à feuilles assez épaisses :
Poireau, Chou ...

Très peu sensibles :

Tomate, Melon, Courges, Pomme de terre, Légumes racines

L'évolution de la composition

La pectine contenue dans les légumes-fruits se dégrade et favorise leur ramollissement. La respiration provoque une dégradation du glucose, substance de réserve ; elle induit un dégagement de CO₂ et de vapeur d'eau. Certains légumes peuvent également dégager des odeurs (Choux, Alliées), de l'éthylène (légumes fruits) ...

L'apparition de maladies parasitaires

Des pourritures apparaissent en cours de conservation, favorisées par différents pathogènes (champignons et bactéries). Il est essentiel de choisir des variétés adaptées à une longue conservation. Il est indispensable d'éviter les chocs à la récolte, et de ne stocker que des légumes à bonne maturité, sains, sans blessures, et de surveiller régulièrement leur état en cours de conservation.



L'apparition de maladies physiologiques

La plupart des maladies physiologiques sont liées aux températures de stockage. Ainsi, pour les légumes fruits, des températures trop basses de stockage ou un choc thermique trop brutal après récolte induisent des taches, nécroses, ramollissements.



Quel est le rôle du froid ?

L'abaissement de la température est l'élément primordial pour le maintien de la qualité de la majorité des légumes après récolte. Le froid permet de réduire la respiration et la transpiration, et il limite le développement des maladies physiologiques et parasitaires, ainsi que la plupart des évolutions internes.

Le froid peut aussi provoquer des désordres physiologiques : ainsi, la pomme de terre prend un goût sucré lors de longs stockages à basse température (< 4 °C), par transformation de l'amidon en sucre. Les légumes fruits subissent des taches et ramollissements à trop basse température (< 10 °C en tomate, < 7°C en courge, courgette, concombre, aubergine, poivron).

Sensibilité des légumes au froid :

Très sensibles

Asperge, Haricot, Fraise, Laitue, Courgette, Courge, Concombre, Tomate, Poivron, Aubergine

Sensibles

Chou-fleur et Brocoli, Oignon, Radis, Épinard, Carotte

Peu sensibles

Betterave, Chou vert lisse et frisé, Chou rouge, Chou de Bruxelles

Quel est le rôle de l'humidité de l'air ?

L'humidité de l'air (hygrométrie ambiante) a une forte incidence sur la conservation des légumes :

- Pour des légumes à forte sensibilité au flétrissement, l'hygrométrie optimale sera de 90% à 100%.

Il est essentiel d'éviter la récolte des légumes feuilles (salades, épinards) et des légumes bottes (radis) aux heures les plus chaudes ; les légumes seront arrosés ou trempés immédiatement (avec une eau potable) pour limiter leur déshydratation et rapidement placés au froid. On pourra aussi apporter de l'eau dans l'enceinte de stockage (arrosage au sol) ou envelopper les colis (film rétractable).

- A l'inverse, pour les alliées, courges et patates douces, il conviendra de limiter l'hygrométrie à 70 % maximum, notamment par une aération régulière du local de stockage.

Des vérifications essentielles

Il est essentiel de contrôler très régulièrement la température et l'hygrométrie ambiante du local de stockage, avec des outils fiables, afin de limiter les pertes.

Le climat optimal pour la conservation des principaux légumes



Température	1-4°C	4-8°C	8-10°C	10-12°C
Hygrométrie	-	-	-	-
100% - 95%	Légumes-tiges Légumes-feuilles Légumes-racines - Fraise	-	-	-
90%	-	-	Pomme de terre - Melon	Tomate - Aubergine - Poivron - Concombre - Courgette - Haricot vert - Pois
85%	-	-	-	-
80%	-	-	-	-
75%	-	-	-	-
70%	-	-	Alliées	Courge - Patate douce

Conservation du potimarron : choix variétal et stratégies de stockage



Maët Le Lan et Solenn Pérennec
(Chambre Régionale d'Agriculture de Bretagne)

Contacts mail :
maet.lelan@bretagne.chambagri.fr
solenn.perennec@bretagne.chambagri.fr

Présentation de la structure

En 2017, les Chambres d'agriculture de Bretagne ont adopté une nouvelle organisation au service des projets des agriculteurs et des territoires. Les services, avec 630 collaborateurs, ont été régionalisés à 100 %. C'est dans ce contexte que l'équipe Légumes et Cultures Spécialisées poursuit ses activités de recherche et de développement notamment à travers sa station expérimentale en maraîchage de Bretagne Sud. Cette équipe, en lien permanent avec le terrain, construit des références locales utiles pour accompagner les agriculteurs dans toute la diversité de leurs systèmes.

Résumé

Depuis plus de 20 ans, les maraîchers produisent du potimarron, notamment dans le Morbihan. Avec l'essor de cette production sur la Région Bretagne depuis maintenant 5 ans, des essais sont menés en agriculture biologique à la station de Bretagne Sud de la Chambre d'Agriculture à Auray. L'objectif est de comparer les variétés disponibles sur le marché et les conditions de conservation pour pouvoir vendre du potimarron encore en mars. En effet, la difficulté de cette culture est bien la conservation : les pertes au stockage s'accroissent en début d'année.

Variétés : une question de compromis !

Sur l'hiver 2016-2017 et dans les conditions de l'expérimentation, plusieurs variétés ressortent et/ou confirment les observations faites les années précédentes, et ce malgré une conservation moins longue qu'en 2015-2016 (pertes plus précoces) – Graphique 1 :

- **N°013 (Vitalis), Fictor et Solor (De Bolster, Essem'bio)** : bonne aptitude à la conservation (fin janvier 50 % de pertes), bonne qualité gustative (sauf pour Solor) mais variétés de petits calibres (< 1 kg).
- **Orange summer (Vitalis)** : 100 % de levée en semis direct, bon rendement et bonne qualité gustative, et conservation plutôt intermédiaire. Elle reste toujours la référence.
- **Divine (Voltz)** : même profil qu'Orange Summer en calibre et conservation avec toutefois un rendement supérieur. La forme du fruit est cependant très « en poire ». Pas d'évaluation gustative.
- **Bol P 820 (De Bolster)** : très bonne conservation mais rendement par graine faible au vu du calibre de 2 kg en moyenne (1 seul fruit par graine). Pas d'évaluation gustative.

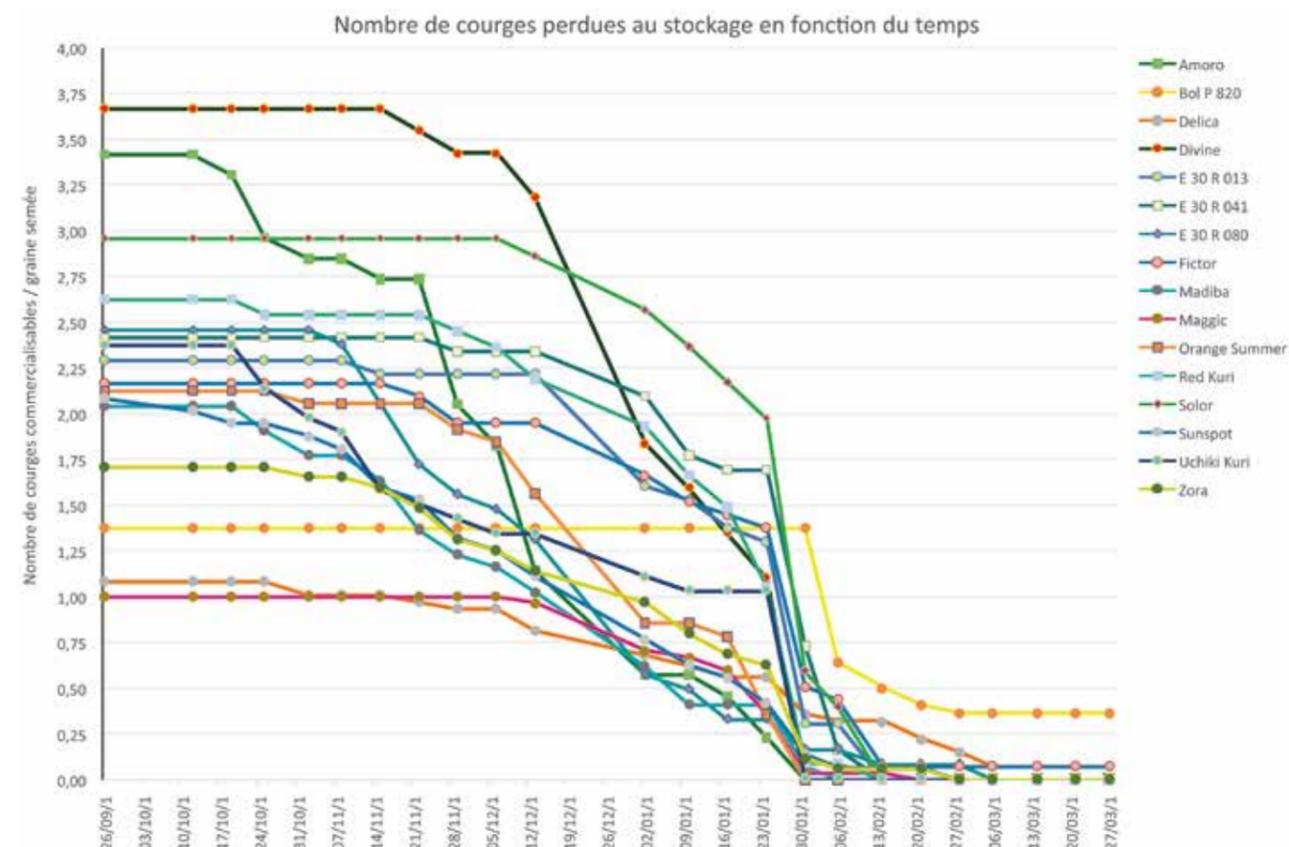
En revanche, certaines variétés sont décevantes :

- **Maggic (Voltz)** : fruits très gros, ne correspondant pas au type potimarron avec des calibres moyens dépassant les 3 kg.
- **Uchiki kuri (Voltz)** : mauvaise conservation, qualité gustative inférieure aux autres variétés.
- **Madiba (Voltz) et Amoro (De Bolster)** : conservation courte (mi-décembre, plus de

50 % de pertes) et pour Amoro, fruits en forme de cœur côtelés, moins typés potimarron.

- **Sunspot (Ducrettet) et Red kuri (Voltz)** : conservation courte (mi-décembre, plus de 50 % de pertes) malgré un petit calibre.

Graphique 1 : Nb de courges commercialisables (par graine semée) perdues en fonction du temps



Conditions de stockage contrôlées : le gain de conservation est-il intéressant ?

Plusieurs stratégies de conservation d'Orange Summer (variété référence) étaient à nouveau testées cette année (Figure 1) : c'est une nouvelle fois la stratégie de stockage en conditions contrôlées qui donne les meilleurs résultats (température 14 °C, hygrométrie moyenne 60-75 %

(Graphique 2). Quelques bémols sont tout de même à apporter : pour un lot de potimarrons avec des problématiques sanitaires dès la récolte, ces conditions contrôlées ne permettent en rien de retarder les pertes et à l'inverse pour des lots sains, le gain en durée de conservation est faible.

Figure 1 : Stratégies de stockage testées en 2016 à la station d'expérimentation en maraîchage d'Auray

Stratégie témoin



Stockage sur palette sous le hangar

Stratégie tunnel



Stockage sur palette dans un tunnel pendant toute la durée du stockage

Stratégie séchage + conditions contrôlées



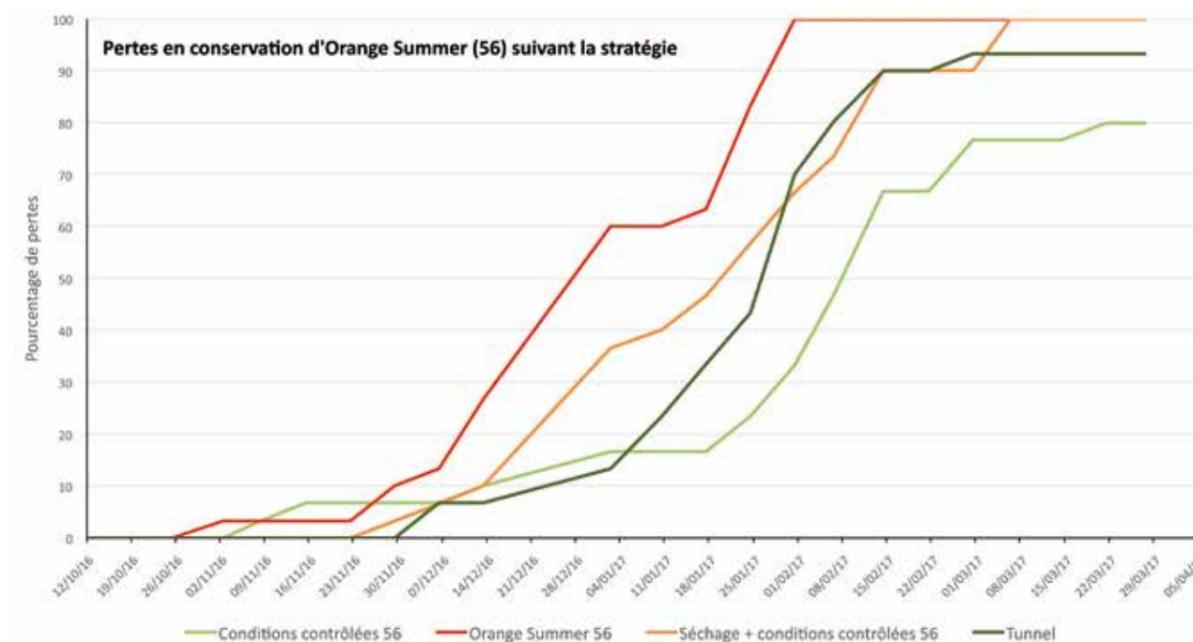
Stockage sur étagère à 30°C pendant 10 jours puis stockées en conditions contrôlées

Stratégie conditions contrôlées



Stockage en chambre climatique à une température de 14°C, avec un taux d'humidité maintenu autour de 60-75 % et une ventilation régulière

Graphique 2 : Pertes en conservation d'Orange Summer en fonction de la stratégie de conservation



Le séchage des courges à 30°C pendant 10 jours ne semble pas augmenter l'aptitude à la conservation des potimarrons et ce malgré des conditions de stockage contrôlées. Enfin, la stratégie de conservation dans un tunnel donne à nouveau cette année des résultats intéressants, mais inférieurs aux conditions contrôlées.

Pour 2017-2018, au-delà de la problématique sanitaire et principalement du champignon *Didymella bryoniae*, probablement en cause au moins en début de conservation, le stade de récolte optimal doit être précisé et des indicateurs simples de maturité des fruits doivent être suivis pour établir un lien avec les pertes en conservation.

Pour les producteurs, il est indispensable de réussir à qualifier leurs lots avant l'entrée en stockage pour évaluer l'intérêt économique à les conserver en conditions contrôlées.

Pour ceux qui ne peuvent contrôler les conditions de stockage, et dans l'objectif d'étaler les ventes, la seule solution reste l'utilisation de plusieurs variétés qui ont des comportements différents en conservation.

Stockage et conservation des légumes d'hiver



Société coopérative interprofessionnelle
100 % bio spécialisée en plant et en pomme de terre biologique implantée au cœur de la Bretagne

Fabris Trehorel (Douar Den)
Contact mail : contact@douarden.bzh
<http://douarden.bzh>

La Société Coopérative d'Intérêt Collectif (S.C.I.C.) **Douar Den** (La Terre et l'Homme en breton) est née en 2006 à l'initiative de paysans du Centre Bretagne pratiquant l'Agriculture Biologique et des trois expéditeurs historiques spécifiquement bio de Bretagne.

Elle a eu pour premier objectif de développer des partenariats entre les différents acteurs de la filière pomme de terre biologique bretonne et d'assurer la collecte et l'expédition de plant biologique de pomme de terre.

Douar Den a pour vocation de contribuer à l'essor de l'Agriculture Biologique, dans ses dimensions humaine, écologique et économique, développer des synergies et des partenariats entre tous les acteurs de la filière et mettre en œuvre des principes tels que la planification, la mutualisation, la concertation et le partage entre les paysans et les metteurs en marché.

Dans son fonctionnement, **Douar Den** s'appuie sur 3 types d'actionnaires : Aval Douar Beo (Groupement de producteurs de pommes de terre biologiques de Bretagne - plant, consommation et primeur), 3 expéditeurs (les sociétés Bio-Porhoët, Poder et Pronatura) et Fabris Trehorel (Gérant de la SCIC).

Sont associés à ces actionnaires différents partenaires de la filière : des organisations de producteurs (A.P.F.L.B.B. – Biobreizh, Terre de Saint Malo, U.C.P.T. et S.I.C.A. St Pol), des expéditeurs (Keltivia, Coopérative Le Gouëssant, Bourel S.A.R.L., Primeurs de St Malo, AB-Breizh Expédition) et des transformateurs (Kerleg).

Pour répondre aux besoins de la filière, son activité, initialement centrée sur la pomme de terre, s'est aujourd'hui élargie à d'autres espèces telles que la Carotte, l'Oignon ou l'échalote, en bio toujours.

Douar Den assure aujourd'hui le management interprofessionnel de la filière Pomme de terre bretonne, la collecte-mise en marché de plant de pomme de terre, les collecte – stockage – préparation – conditionnement de pomme de terre primeur et de consommation et autres légumes, et l'accompagnement technique et commercial sur ces produits.

Les débouchés de **Douar Den** sont très variés : les marchés du frais et de la transformation, le réseau de magasins spécialisés, le réseau Grandes et Moyennes Surfaces, les marchés bretons et français.

Pour assurer ses missions, la SCIC dispose d'une station pour le plant de pomme de terre (Pontivy-56), d'une station pour les pommes de terre et légumes (Saint Nicolas du Pelem - 22), de deux sites de stockage supplémentaires (Pontivy et St Nicolas du Pelem), et d'une quinzaine de salariés.

SCHEMA D'ORGANISATION ET DE FONCTIONNEMENT :

Aval Douar Beo (Producteurs) :

- ✓ Recherche / Expérimentation
- ✓ Appui technique
- ✓ Travaux sur les prix de revient
- ✓ Représentation des producteurs
- ✓ Organisation d'achats groupés

S.C.I.C. Douar Den :

- ✓ Concertation entre paysans et opérateurs
- ✓ Contractualisation avec les opérateurs puis avec les paysans
- ✓ Commercialisation de plants de pomme de terre
- ✓ Suivi des cultures
- ✓ Collecte, réception et stockage
- ✓ Négociation des prix d'achat entre paysans et opérateurs
- ✓ Préparation des produits (triage / calibrage / équeutage / épluchage / lavage / etc.)
- ✓ Conditionnement
- ✓ Mutualisation des paiements aux fournisseurs
- ✓ Analyse de la production et du marché
- ✓ Identification des freins
- ✓ Recherche et mise en place de solutions

Expéditeurs et transformateurs (Opérateurs) :

- ✓ Relation avec la distribution et contractualisation
- ✓ Collecte, préparation des commandes et transport

Clients :

- ✓ Distributeurs spécialisés
- ✓ Grandes et moyennes surfaces
- ✓ Grossistes
- ✓ Autres

S.C.I.C. DOUAR DEN – Z.A. DU SULON – 22 480 SAINT NICOLAZ AR PELEM (St Nicolas du Pelem)
02 96 29 55 81 – contact@douarden.bzh

**VISITES AU MARCHÉ
D'INTÉRÊT NATIONAL
DE RUNGIS**



En circuit long, les opérateurs de la filière F&L sont en permanence confrontés à la question de la qualité et doivent gérer cette qualité tout au long de la chaîne, une fois que le produit a quitté le producteur et jusqu'au consommateur. C'est pour appréhender la question de la qualité tout au long de la chaîne logistique des fruits et légumes que les visites se focalisent sur les opérateurs Coop Bio d'Ile de France, Dynamis, Pronatura, qui collectent et mettent en marché une grande quantité de F&L biologiques, ainsi que sur l'Institut Technique Tropical (IT2) - UGPBan qui travaillent sur les F&L tropicaux.

**ATELIER
ARBORICULTURE**

Comment suivre
simplement la biodiversité
au verger ?



François Warlop (GRAB)
Contact mail : francois.warlop@grab.fr

Les arboriculteurs s'intéressent de plus en plus à la **biodiversité fonctionnelle**, à la façon de la mettre en place de façon optimisée, mais surtout à la régulation qu'elle peut exercer sur leurs ravageurs, avec une conséquence sur qualité et quantité de la récolte finale.

Les partenaires du projet européen **ECORCHARD**^[6] ont ainsi proposé en 2016 un **manuel** proposant 4 méthodes simplifiées permettant à des arboriculteurs intéressés par le sujet d'évaluer eux-mêmes leur biodiversité fonctionnelle en faisant des suivis réguliers des auxiliaires sur leurs parcelles, et éventuellement prendre des décisions pour ajuster leurs traitements.

Le suivi peut être fait par rapport à un aménagement (bande fleurie, haie...), à une pratique culturale (gestion de l'herbe, choix variétal, traitement phytosanitaire, ...).

Ces 4 méthodes sont :

- l'observation visuelle des foyers de pucerons,
- le battage des arbres,
- les bandes cartonnées,
- les cartes de prédation (photo).

Des vidéos ont été réalisées :

- pour présenter certaines de ces méthodes^[6]
- pour montrer un retour d'arboriculteurs français^[7].

Dans 9 pays d'Europe, 40 arboriculteurs ont mis en application une ou plusieurs de ces méthodes chez eux en 2016, et environ 50 sur la saison 2017. En fin de saison, ils ont fait un retour positif sur ces outils : facilité d'usage, aide pour se former à la connaissance des auxiliaires, et finalement pour ajuster leurs traitements par rapport à leurs observations.

La démarche et des résultats ont été présentés en novembre, voir :

<http://www.grab.fr/restitution-du-projet-ecor-chard-22-nov-2017-avignon-84-9672>

Le guide est disponible sur cette page :

<http://www.grab.fr/quatre-outils-simplifies-pour-suivre-soi-meme-la-biodiversite-au-verger-9565>



Dessin Philippe Leclerc

[5] Voir <http://ebionetwork.julius-kuehn.de/> (en anglais). Le projet EcoORCHARD est financé par CORE ORGANIC.

[6] Voir <https://youtu.be/qwVe647ToGQ>

[7] Voir <https://youtu.be/Jw8PEg8DIQ8>

**SESSION
 BIO-ELECTRONIQUE
 DE VINCENT (BEV) :
 DE LA THÉORIE
 À LA PRATIQUE**

Parmi les méthodes permettant de piloter un système de production et d'évaluer la qualité des productions, la bio-électronique est un modèle conceptuel qui ouvre de nouvelles perspectives. Elle permet en effet d'apporter des explications ou, à défaut, des hypothèses concernant des phénomènes agronomiques mal expliqués par les méthodes classiques d'évaluation de la santé ou de la qualité des sols ou des plantes et de leur production. Au niveau agronomique, cette approche met notamment en évidence l'importance de la matière organique et du non-travail du sol pour en maintenir la fertilité à long terme.

L'objectif de la session est de poser les bases scientifiques de cette méthode, d'identifier ses domaines d'application, et de montrer, par un retour d'expériences, les apports de la méthode pour piloter un système agronomique.



Dessins Philippe Leclerc

**Bioélectronique de Vincent :
 bases scientifiques,
 domaines d'application
 et difficultés
 méthodologiques**

D'après O.Husson (CIRAD)

Rodolphe Vidal & Bruno Taupier-Letage
 Pôle Qualité ITAB
rodolphe.vidal@itab.asso.fr;
bruno.taupier-letage@itab.asso.fr;

Mathieu Conseil, Pôle Légumes ITAB
mathieu.conseil@itab.asso.fr

ITAB

L'ITAB coordonne la recherche-expérimentation en agriculture biologique en France depuis 1982. Il est l'interlocuteur national sur tout ce qui concerne la recherche-expérimentation et la technique en AB. Il travaille en réseau avec les nombreux acteurs impliqués dans ce domaine. Il est géré par des professionnels et soutenu par les pouvoirs publics.

L'ITAB a pour missions d'identifier les besoins et les actions menées en recherche-expérimentation, de rassembler les acteurs de la recherche-expérimentation et de travailler avec ce réseau, de monter des projets en partenariat, et de valoriser les résultats de la recherche et partager les connaissances techniques à travers des guides et fiches techniques, et des articles.

Qu'est-ce que la bioélectronique ?

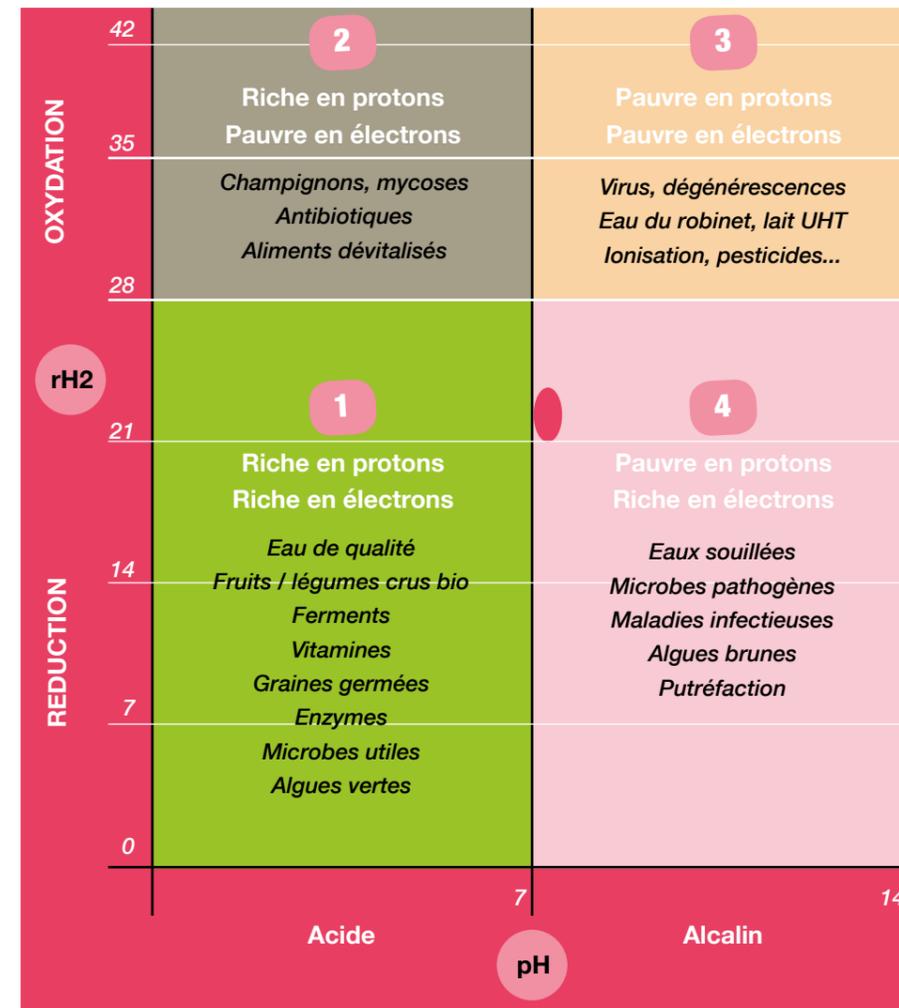
La bioélectronique est, au départ, une méthode d'évaluation de la qualité des eaux, en lien avec la santé, initiée par l'ingénieur Hydraulicien Louis Claude Vincent dans la première moitié du XX^{ème} siècle, puis développée sur le volet agricole, notamment par la pharmacienne Jeanne Rousseau. Cette approche de la qualité ou de la santé s'appuie sur la mesure de 3 paramètres : résistivité électrique (Rhô), acidité/alcalinité (pH) et potentiel redox (rH2).

La résistivité électrique (inverse de la conductivité) est d'autant plus faible que la concentration en sels dissous de la solution mesurée (eau, fluide tel que le sang ou sol) est élevée.

Le pH, couramment utilisé en agronomie, indique le potentiel acido-basique d'une solution.

Et la mesure du potentiel redox permet de définir le pouvoir oxydo-réducteur d'un milieu : de réducteur (anti-oxydant) à oxydant.

L-C. Vincent a utilisé la combinaison de ces trois paramètres pour définir des valeurs de qualité pour les eaux (une « bonne » eau devrait être faiblement minéralisée, légèrement acide et réductrice). Ces paramètres ont ensuite été utilisés pour définir des valeurs de « bonne santé » et de zones favorables ou non à différents organismes vivants (cf. diagramme de Pourbaix ci-dessous)



Au sein de ce diagramme, on distingue 4 zones :

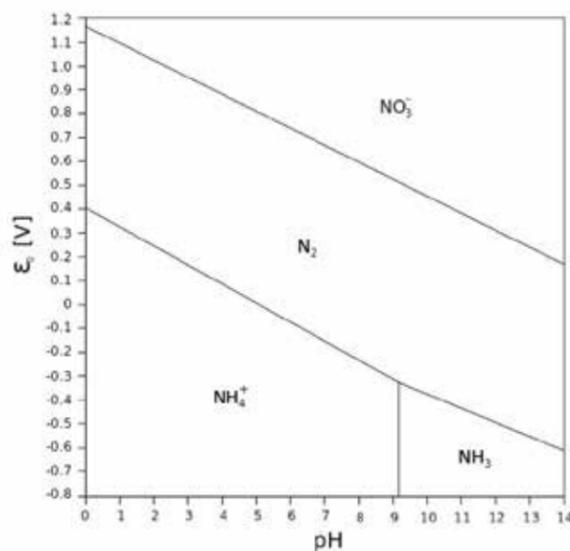
- 1 la zone de construction de la vie
- 2 la zone de croissance
- 3 la zone de dégénérescence
- 4 la zone de destruction

L'état de santé « idéal » se situerait au niveau de la bulle rouge.

Bases scientifiques et domaines d'application

La Bioélectronique est un modèle conceptuel qui ouvre de nouvelles perspectives et permet d'apporter des explications ou des hypothèses sur des processus observés mal expliqués, pour toutes les disciplines du vivant et de l'agronomie.

Dans les processus biochimiques qui régissent la vie sous toute ses formes, les réactions d'oxydo-réduction (= échange d'électrons) jouent un rôle prépondérant. Par exemple, dans le monde végétal, la photosynthèse est une réaction d'oxydation (perte d'électrons). Et la fixation d'azote par les plantes est un exemple de réduction (gain d'électrons). Ce qui fait dire à A. Szent-Gyorgyi, un scientifique hongrois, prix Nobel de médecine/physiologie en 1937 que « *la vie est un petit courant électrique entretenu par le soleil* ». Les paramètres Eh (potentiel redox) et pH (acidité-alcalinité) sont des variables clés affectant notamment les trajectoires de la pédogénèse ou la solubilité des éléments. En fonction de l'état du milieu (pH et potentiel redox), les éléments qui s'y trouvent peuvent se trouver sous différentes formes (cf. *diagramme de Pourbais pour l'Azote ci-dessous*) :



Donc, en fonction du pH et du Eh d'un sol, les formes de ces éléments varient, et donc leur assimilation par les plantes également.

Ces diagrammes sont essentiellement utilisés en agronomie pour les sols réduits (rizières, sols engorgés, ...), et très rarement en sols oxydés. Probablement à tort.

Bioélectronique et sciences agronomiques

«La vie est un petit courant électrique entretenu par le soleil»

(A. Szent-Gyorgyi)

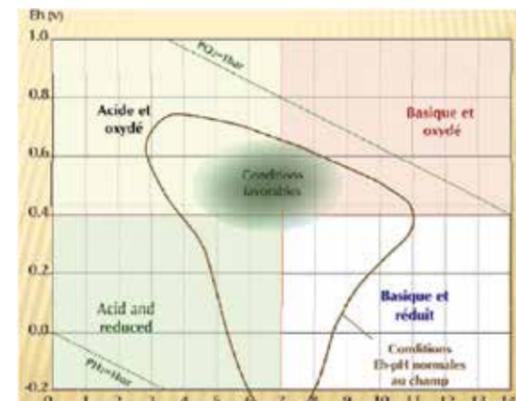
En bioélectronique, on considère les feuilles des végétaux comme des panneaux solaires, et le sol comme un ensemble composé d'une batterie et d'un onduleur (il y a un courant électrique entre les couches superficielles riches en matière organique et chargées négativement, et les couches plus profondes). Eh et pH sont les éléments qui permettent de charger la batterie qui permettra aux plantes de pousser correctement. S'il y a trop « résistance » la plante pousse mal, et s'il n'y en a pas assez, on vide la batterie, donc le sol. Sur ce modèle, il y a un fort effet des pratiques, notamment du labour, qui inverse les polarités dans le sol !

Au niveau des plantes, les réactions d'oxydo-réduction sont essentielles au métabolisme, (de l'assimilation des éléments nutritifs à l'expression des gènes). Une suroxydation est particulièrement nocive. Les plantes fonctionnent bien à un niveau redox et pH donné (entre 4,5 et 9 pour le pH, mais généralement autour de 7 ou légèrement en dessous ; entre 300 et 700 mV d'Eh mais généralement autour de 400 mV). Ce niveau, variable entre espèces mais aussi entre variétés d'une même espèce, est souvent différent de celui du milieu dans lequel elles poussent. Les plantes sont donc amenées, à continuelle-

ment réguler leur redox, en particulier au niveau de la rhizosphère pour tamponner le milieu environnant par leurs exsudats racinaires afin que ce milieu leur soit plus favorable et permette une bonne assimilation des éléments nutritifs. Cette régulation (pour avoir une rhizosphère à pH voisin de la neutralité et Eh proche de 400mV) a un coût énergétique très important pour la plante (de 5% à 80% de ce que produit la photosynthèse en fonction du milieu).

Seules quelques espèces telles que le riz sont adaptées à des potentiels redox (Eh) bas et ont la capacité d'oxyder fortement leur rhizosphère.

Le milieu optimal pour la croissance serait donc défini par le couple Eh-pH tel que le montre le diagramme suivant :



Ce diagramme est à superposer avec les diagrammes de Pourbais pour les éléments indispensables à la croissance des végétaux (N, P, K, mais aussi des éléments tels que Fe et S). Si on prend le cas de l'azote : dans le sol, la forme d'azote assimilée (NO₃⁻ ou NH₄⁺) dépend de Eh et pH et impacte donc la physiologie de la plante et la régulation de son pH !

De même, les éléments comme Fe et S influencent fortement Eh et pH du sol : Fe car il est très présent dans le sol (argiles) et S car il y a 8 électrons entre SO₄²⁻ et H₂S et qu'il interagit fortement avec le Fer !

Dans le sol, en fonction de sa qualité et de sa quantité, la matière organique (plus ou moins riche en électrons) joue un rôle de tampon pour Eh-pH. La présence d'une couverture permanente du sol également (le soleil étant un oxydant très puissant).

Enfin, l'état hydrique du sol et sa compaction jouent également un rôle important dans le maintien d'un rapport potentiel redox / pH équilibré.

Les mesures des paramètres de bioélectronique ne sont pas évidentes à réaliser au niveau du sol (fortes fluctuations au sein d'une parcelle dans le temps et dans l'espace, matériel coûteux, effet des champs électromagnétiques sur les capteurs, ...). Pour les agriculteurs/agronomes, il serait donc préférable de travailler sur des mesures réalisées sur les plantes, plus faciles à standardiser et interpréter.

Fonctionnement des plantes et bioélectronique

Quand on mesure les pH et Eh en direct sur la plante, on observe de fortes variations journalières, mais aussi saisonnières, ou en fonction de l'état physiologique de la plante (âge, stress). Par exemple, le matin, le redox est élevé, car la plante respire la nuit (oxydation) et la photosynthèse n'a pas encore démarré. Eh se stabilise en fin de matinée et remonte ensuite avec l'activité photosynthétique. Le pH est beaucoup plus stable. Avec l'âge, les plantes s'acidifient et s'oxydent.

Tout facteur qui réduit la photosynthèse fait monter le redox de la plante (météo par ex.). Et tout facteur qui fait monter le redox favorise les champignons, maladies ...

Difficultés méthodologiques

Les mesures de potentiel redox semblent aussi simples que celles du pH mais elles sont régulièrement faussées par la présence de champs électromagnétiques (et donc de plus en plus difficiles à réaliser !). Elles sont confrontées à un problème de variabilité à courte distance dans le sol (mais aussi entre organes d'une même plante !), une variabilité dans le temps (journée, saison), et une variabilité en fonction des conditions du milieu (météo, hygrométrie, température...).

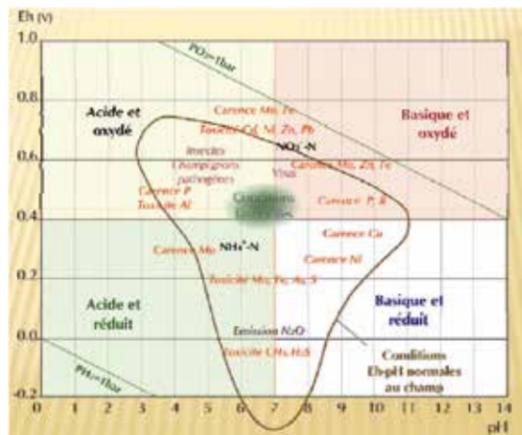
Elles nécessitent d'utiliser un matériel particulier (sur batterie, avec pour électrode de référence une électrode normale à hydrogène), dans un lieu le moins perturbé possible par les champs électromagnétiques (la géobiologie peut permettre d'identifier les lieux pertinents sur les parcelles).

Depuis le début des années 2000, O. Husson et le CIRAD ont développé une méthode pour standardiser ces mesures (cf. *publications O. Husson*).

Bioélectronique et santé des plantes

La bibliographie donne un certain nombre de références sur le lien entre pH/Redox et présence de bioagresseurs. Ainsi, champignons et virus se retrouvent plutôt à Redox bas (Eh élevé) et bactéries plutôt à Eh bas. De nombreux champignons pathogènes préfèrent un pH légèrement acide (Pythium, Fusarium, ...) alors que des virus tels que la mosaïque du tabac ou le flétrissement de la tomate préfèrent un pH plus élevé.

Au niveau végétal, ce sont ainsi les plantes trop oxydées (plutôt âgées) qui sont attaquées par les champignons. En réaction, la plante produit de l'eau oxygénée pour s'en débarrasser par sur-oxydation (responsable de la nécrose des tissus attaqués). Le diagramme ci-dessous montre ainsi les environnements favorables à des bioagresseurs ou des carences dans des conditions normales d'Eh-pH au champ.



Utilisation du pH-Eh pour pilotage de système

La bioélectronique est déjà très utilisée en aquaculture ! En effet, de très faibles variations de Eh du milieu peuvent tuer les alevins !

En agriculture, un certain nombre de pratiques influent sur les paramètres Potentiel Redox, pH

et résistivité : travail du sol, amendements qui corrigent le pH ou Eh, les apports d'engrais, pesticides, herbicides, l'irrigation ou le drainage, les rotations ...

A la lumière de ces éléments, une agriculture de conservation, idéalement biologique, peut permettre de rééquilibrer les sols pour les paramètres bioélectroniques, en réduisant (ou supprimant) le travail du sol, et en ne laissant jamais le sol nu. Ces pratiques permettent ainsi de maintenir ou améliorer les taux de matière organique dans les sols, qui est l'élément principal dans la régulation des paramètres RedOx des sols.

Des mesures saisonnières de pH-Eh-Résistivité peuvent permettre de comprendre un certain nombre de blocages non identifiés par les analyses classiques, et ainsi orienter les pratiques.

Autres applications

Les conditions redox pH-Eh des sols déterminent également largement les processus de biorémediation. En adoptant des pratiques visant à modifier les conditions pH-Eh des sols, on peut favoriser le développement d'acides humiques qui jouent un rôle dans l'oxydation de polluants persistants ou de solvants tels que le dichloroéthène ou le PVC. Des travaux ont démarré aux Antilles sur le Chlordécone (pesticide organochloré utilisé pour lutter contre le charançon du bananier, et qui s'est accumulé dans les sols).

Références

- Practical improvements in soil redox potential (Eh) measurement for characterisation of soil properties. Application for comparison of conventional and conservation agriculture cropping systems
- Husson O., Husson B., Brunet A., Babre D., Alary K., Sarthou J.P., Charpentier H., Durand M., Benada J., Henry M.. 2016. Analytica Chimica Acta, 906 : p. 98-109.
- Redox potential (Eh) and pH as drivers of soil/plant/microorganism systems: a transdisciplinary overview pointing to integrative opportunities for agronomy
- Husson O.. 2013. Plant and Soil, 362 (1-2) : p. 389-417.
- http://open-library.cirad.fr/files/2/26__presentation_REDOX_10_01_12.pdf

GUIDE Produire des légumes biologiques

Vous l'attendiez...

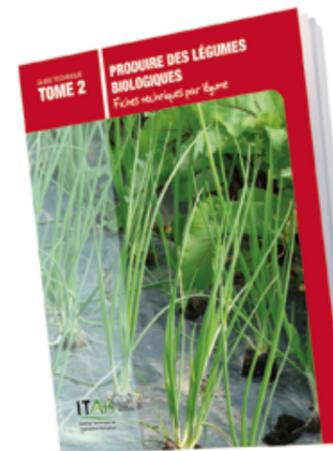
Voilà la 2^e édition !

Le seul ouvrage professionnel sur les légumes bio en France !



Tome 1 : Principes généraux

Réglementation, principes techniques de l'AB, agronomie, santé des plantes, semences et plants, récolte, planification de la production et organisation du travail.



Tome 2 : 30 fiches légumes

Tous les aspects de la production de 30 légumes principaux : environnement de la plante (climat, sol, place dans la rotation), implantation, conduite, récolte et conservation.

Tome 3 : Gestion de l'enherbement

En cours de réalisation, sortie fin 2018

Qui Fait Quoi en recherche-expérimentation en AB

Connaître et faire connaître la recherche-expérimentation en AB

Sur ce portail collaboratif des «Qui Fait Quoi», consultez les actions menées par les partenaires du réseau et complétez ce panorama par vos travaux. Pour rechercher ou encore saisir une action, rendez-vous vite sur : www.qfq.itab.asso.fr.

Pourquoi les QFQ ?

- Faire connaître ce qui se fait ou s'est fait ;
- Mettre en lien différents acteurs de l'AB ou intéressés par l'AB ;
- Capitaliser les acquis, pour mieux les diffuser ;
- Valoriser les actions de chacun mais aussi les actions d'un réseau entier.



Le Qui Fait Quoi c'est aujourd'hui **2 146 actions recensées!**

Les actions « Arboriculture »

C'est **216 actions** dont 141 spécifiques sur la lutte contre les maladies et ravageurs.

Fruits à pépins	103
Fruits à noyaux	52
Cultures fruitières pluri-espèces	42
Olives	14
Agrumes	12
Raisins de table	12
Fruits à coques	13
Pommes à cidre	8
Mangues	2
Kiwis	1

Nombre d'actions par espèces fruitières



Contacts qui fait quoi : qfq@itab.asso.fr Contacts Intrants : clauderic.parveaud@itab.asso.fr

Qui Fait Quoi en recherche-expérimentation en AB

Décembre 2017

Connaître et faire connaître la recherche-expérimentation en AB

Sur ce portail collaboratif des «Qui Fait Quoi», consultez les actions menées par les partenaires du réseau et complétez ce panorama par vos travaux.

Pourquoi les QFQ ?

- Faire connaître ce qui se fait ou s'est fait ;
- Mettre en lien différents acteurs de l'AB ou intéressés par l'AB ;
- Capitaliser les acquis, pour mieux les diffuser ;
- Valoriser les actions de chacun mais aussi les actions d'un réseau entier.



Le Qui Fait Quoi c'est aujourd'hui **2 147 actions recensées !**

Pour rechercher ou encore saisir une action, rendez-vous vite sur : qfq.itab.asso.fr

Zoom sur les actions « Cultures Légumières »: 457 actions régionales





Journées techniques

FRUITS & LÉGUMES BIOLOGIQUES
24 & 25 JANVIER 2018 À PARIS

Series of horizontal lines for notes.

Coordination : Julie Carrière, Mathieu Conseil, Claude-Éric Parveaud
Mise en page : Flore de La Taille
Date : Janvier 2018
Edition : ITAB
Les textes engagent la responsabilité de chacun des auteurs
Dessins : Philippe Leclerc
Crédits photos : ITAB
Avec le soutien du Casdar



IAZ DEVELOPPEMENT



Des solutions innovantes pour l'Agriculture

Société Française indépendante fondée en 2013 qui possède une forte expertise dans le domaine de la protection des cultures.

IAZ DEVELOPPEMENT a le statut de JEI (Jeune Entreprise Innovante)
Sa principale activité concerne le développement de projets pour des solutions innovantes de biocontrôle à base de substances naturelles biosourcées.

IAZ DEVELOPPEMENT agit en partenariat avec des producteurs de substances naturelles ou de porteurs de projets, investit pour construire les différentes étapes du projet ; la mise en forme du produit, sa performance agronomique et le dossier réglementaire nécessaire pour la mise en marché.

IAZ DEVELOPPEMENT, avec ses ressources propres et la collaboration de laboratoires et d'experts a conduit depuis 2013 plusieurs projets : pour la nutrition des plantes et l'amélioration des substrats, pour les biocides anti-moustiques et pour la protection des cultures.

Réalisation d'un projet : fongicide nématocide à bases de polyphénols (Tanins) en cours d'évaluation auprès de l'EFSA comme substance de base :

A NEW NATURAL VEGETAL EXTRACT FOR AGRICULTURE

Tannins

Hydrlysable Condensé

Tannins have acid functions and capacity to combine with proteins (enzymes) and metals...

Mode of action

Cells protection and various properties; antiseptic, astringent, tonic, leafing...

COMBINING TANNINS to improve efficacy and product handling

TOMATOES - 2014 - La Plata - ARGENTINA
Prevalence: 50%

% Efficacy (Control 0% Disease severity)

Controlled product (10g/ha)	63%
Hydrolysable product (10g/ha)	63%
Mix (Condensed + Hydrolysable) (10g/ha)	77%

FRAGMENTATION HEIGHT IN TEST TUBE

Controlled product (10g/ha)	~80
Hydrolysable product (10g/ha)	~60
Mix (Condensed + Hydrolysable) (10g/ha)	~80

IAZ08 40%SL mix Tannins liquid formulation

AGRONOMICAL INTEREST

NEMATOCIDE CONTROL

Product	Active ingredient	Mode of action	Registration
IAZ08 40%SL	Mix of Tannins	Antifeedant, Acute toxicity	2018/01/24
IAZ08 40%SL	Mix of Tannins	Antifeedant, Acute toxicity	2018/01/24

SOIL DISEASES

Product	Active ingredient	Mode of action	Registration
IAZ08 40%SL	Mix of Tannins	Antifungal, Antibacterial	2018/01/24
IAZ08 40%SL	Mix of Tannins	Antifungal, Antibacterial	2018/01/24

FOLIAR DISEASES

Product	Active ingredient	Mode of action	Registration
IAZ08 40%SL	Mix of Tannins	Antifungal, Antibacterial	2018/01/24
IAZ08 40%SL	Mix of Tannins	Antifungal, Antibacterial	2018/01/24

PARTNERSHIP

For formulation & Agronomic development regulatory

SILVATEAM

World leader in the production of wood & botanical extracts. Production of natural and sustainable products globally denominated as Tannins, suitable for a wide range of applications such as leather tanning, animal health and nutrition, food, beverages and many other industrial uses.

SILVATEAM has Manufacturing Plants in Argentina, Peru and Italy and commercial activities worldwide.

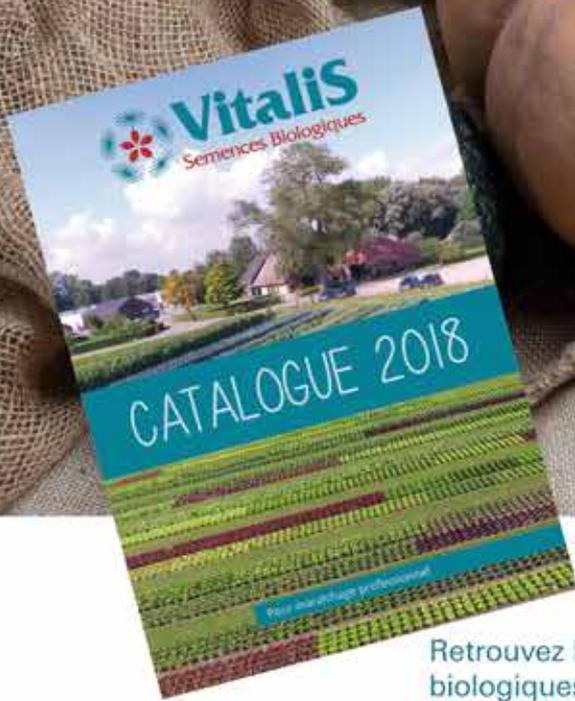
Plant protection project started in the 2010th



IAZ DEVELOPPEMENT
4 Bis avenue de Louvois 92370 Chaville (France)
Contact : Christophe ZAMBAUX - Malia JOLLY
tel: (33) 6 14 55 97 63
c.zambaux@ia-z.fr



Les courges, il y en a pour tous les goûts!



Contactez le technico-commercial de votre secteur pour des conseils, des créneaux et autres informations.

Retrouvez les coordonnées de l'équipe et notre gamme complète de semences biologiques sur le catalogue Vitalis à télécharger en ligne sur notre site internet : www.fr.biovitalis.eu

S'il fallait en choisir seulement deux...



Butternut Havana F1

Potimarron Orange Summer F1



ENZA ZADEN



www.fr.biovitalis.eu

Vitalis est distribué en France par
Enza Zaden France Commercial S.A.S.
23 route de la Gravelle, 49650 Allonnes
T. 02 41 52 21 77
vitalis@enzazaden.fr | www.enzazaden.fr



Vitalis
Semences Biologiques