



Optimiser la conservation des potimarrons biologiques

Décembre 2017

Le potimarron est la courge la plus commercialisée en hiver, suivi par le butternut. Ils sont cultivés par la plupart des maraîchers diversifiés, ainsi que par des légumiers spécialisés et des céréaliers en quête de diversification (potimarron en particulier). Le marché étant relativement engorgé à l'automne, certains producteurs aimeraient pouvoir disposer de ces produits après décembre.

En effet, la demande des circuits longs et mi-longs progresse à cette période mais les pertes s'accroissent. Des champignons se développent

progressivement sur l'épiderme, ramollissant les fruits et rendant leur commercialisation impossible. Ce phénomène s'accroît au fil des semaines tout en étant variable selon les années et les producteurs. Bien que la courge ait un potentiel de conservation élevé, ce dernier reste néanmoins à optimiser. Plusieurs producteurs de Bio Loire Océan ont mené des essais sur leurs fermes, afin d'améliorer la conservation de leurs produits. Les expérimentations présentées ici concernent uniquement le potimarron.



Mieux connaître les paramètres influençant la durée de conservation, pour :

- Limiter les pertes durant le stockage
- Prolonger la période de commercialisation

Méthodologie

Des analyses microbiologiques ont été réalisées en janvier 2014 et ont permis d'identifier plusieurs champignons. Les plus fréquents sont *Colletotrichum orbiculare* (anthracnose – nuile rouge), *Didymella bryoniae* (pourriture noire – chancre gommeux), *Fusarium spp.* (pourriture à fusariose) et dans une moindre mesure *Ulocladium sp.* (pourriture à *Rhizopus*). Des fiches techniques sur chacun de ces pathogènes ont été réalisées par un groupe d'étudiants en formation ingénieur à l'AgroCampus Ouest dans le cadre d'une mission professionnalisante (fiches disponibles sur simple demande).

Des protocoles d'essais ont ensuite été établis en s'appuyant sur des références bibliographiques et sur

les observations des producteurs. Le groupe s'est réuni plusieurs fois pour échanger et décider de l'orientation des essais d'une saison à l'autre. Les expérimentations se sont déroulées au sein des fermes, pendant 3 saisons : 2014/2015 ; 2015/2016 ; 2016/2017. Plusieurs paramètres ont été testés selon plusieurs modalités chez cinq producteurs de Bio Loire Océan. D'autres informations complémentaires ont également été collectées pour chaque essai. L'ensemble de ces paramètres permet ainsi d'étudier la conservation à partir de données pédoclimatiques, de données sur l'itinéraire technique et de données concernant la récolte et les conditions de stockage. Le schéma ci-dessous récapitule l'ensemble des données collectées (les facteurs testés selon plusieurs modalités apparaissent en majuscules) :

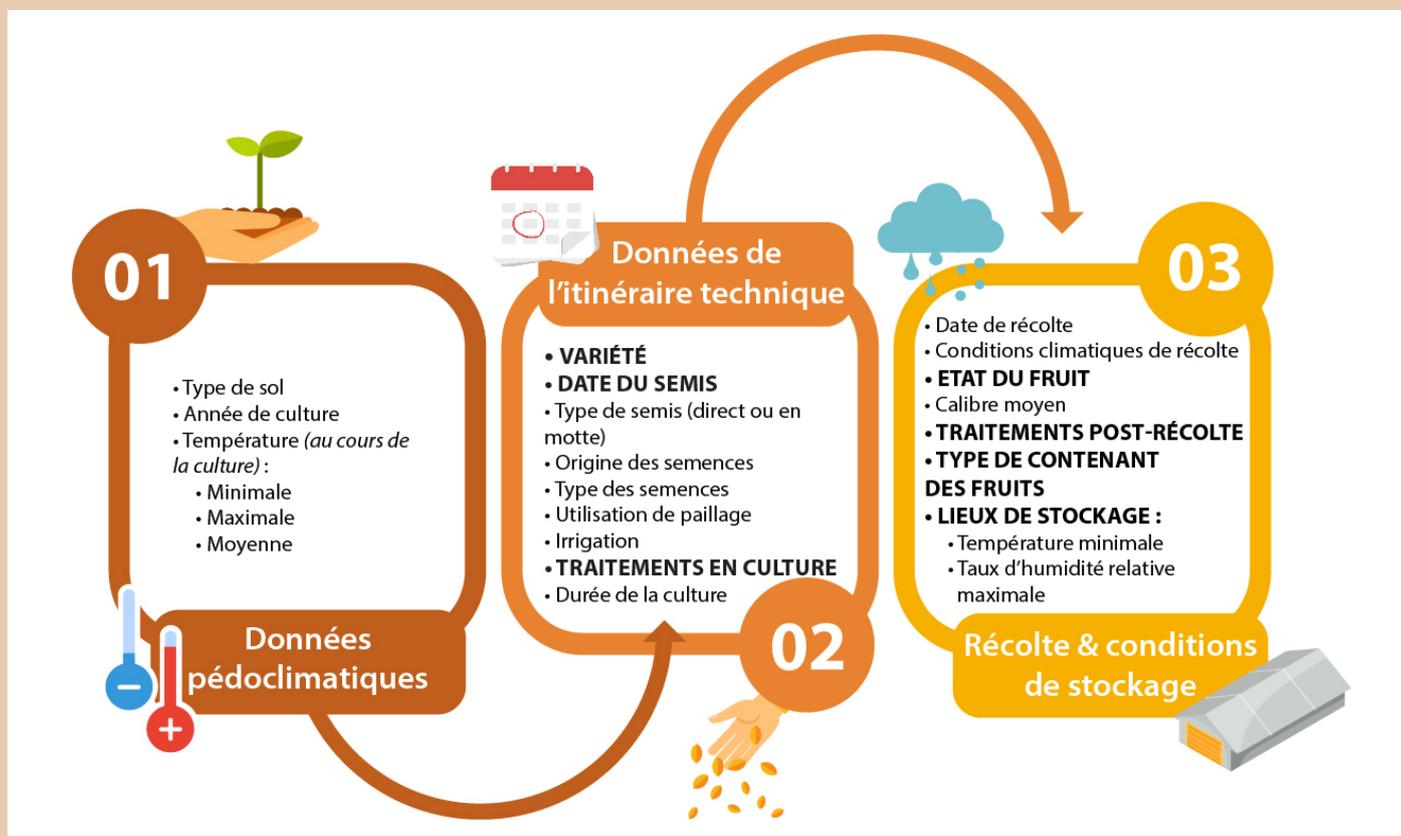


Figure 1 : Ensemble des données collectées lors des expérimentations à Bio Loire Océan



Le tableau ci-dessous recense les facteurs et modalités testés.
 Au total, ce sont 78 lots de potimarron dont la conservation a été suivie.

Tableau 1 : Récapitulatif des facteurs testés

Producteurs	Année	Nombre de variétés testées	Lieu de stockage	Autres facteurs testés	Nb lots
Producteur 1	2014	4	Chambre ventilée	Origine des semences (semences fermières/commerciales sur 1 variété)	5
	2015	1	Chambre ventilée		1
	2016	2	Chambre ventilée ; Chambre climatique		4
Producteur 2	2014	5	Chambre climatique		5
	2015	4	Chambre climatique	Origine des semences (semences fermières/commerciales sur 1 variété) et traitement en culture - soufre (sur chaque variété ; avec témoin)	10
	2016	2	Chambre climatique	Traitement en culture	4
Producteur 3	2014	1	Chambre ventilée ; hangar	Conditionnement (caisse plastique/bois * 2 lieux)	4
	2015	1	Chambre ventilée ; hangar	Etat du fruit (sain/abîmé * 2 lieux)	4
	2016	1	Chambre ventilée ; hangar		2
Producteur 4	2014	2	Chambre climatique ; hangar	Séchage « curring » (2 var * hangar avec témoin)	6
	2015	1	Chambre climatique ; hangar	Thermothérapie (7 T°C * chambre clim) ; traitement antifongique (cuivre / soufre / trempé) * 2 lieux ; témoin * 2 lieux	15
	2016	1	Chambre climatique ; hangar	Traitement antifongique (cuivre / soufre / témoin * 2 lieux)	6
Producteur 5	2016	5	Chambre climatique ; hangar ; extérieur	Date de semis (5 dates * 1 var * chambre clim)	12

Précisions sur les facteurs testés

1 Variété

Sur les trois ans, plusieurs variétés de potimarron ont été évaluées : divine (Voltz), ducrettet, E30R080, ficator-solor seul ou en mélange (De Bolster), green hokkaido (potimarron vert), orange summer (Vitalis), red curry, rouge (Voltz), uchiki kuri et vert (Voltz).

2 Origine des semences

Des comparaisons entre semences fermières et commerciales ont été effectuées sur 3 variétés de potimarron (ducrettet, uchiki kuri et ficator/solor).

3 Date de semis

Un essai a été réalisé en 2016 avec des semis différés, comprenant cinq dates (n° semaine : 12,14,15,20 et 22). Sur chacun des autres essais, la date de semis a également été enregistrée. Ces dates s'étalent de la semaine 14 à la semaine 29 (numéros de semaine : 14 ; 16 ; 18 ; 20 ; 21 ; 22 ; 23 et 29).

4 Traitement au soufre *(contre l'oïdium)*

Une comparaison a été réalisée en 2015 et 2016 entre un lot traité en cours de culture et un lot témoin. En 2015, le traitement a été effectué à la mi-août, avec un dosage à 2,25 kg/ha. En 2016, le traitement au soufre dosé à 3kg/ha a été pulvérisé sur la végétation en deuxième quinzaine d'août. Les résultats seront à relativiser car la pression en pathogènes était faible pendant ces deux saisons.

5 Traitement post-récolte *(avant la mise en conservation des fruits)*

Plusieurs expérimentations ont été réalisées chez les producteurs de Bio Loire Océan :

- **Le séchage ou « curring »** est une méthode visant à favoriser la cicatrisation du fruit en lui appliquant une température élevée durant une semaine. En 2014, les courges ont subi un traitement de 30°C à 70%HR pendant une semaine mi-octobre, puis la température a été abaissée progressivement pour atteindre 14°C fin octobre.

- **La thermothérapie** a été expérimentée en 2015 sur le site des Coteaux Nantais. Elle a été réalisée par douchage des fruits pendant une durée de 3mn à la température voulue (sept températures expérimentées : 30, 35, 41, 45, 48, 51, 55 °C) dont la conservation a été comparée à un témoin. Ce protocole complexe n'a pas été reconduit.

- **Les traitements antifongiques** ont été utilisés en 2015 et 2016. Deux solutions ont été testées, une solution de cuivre dosée à 2kg/hl et une solution de soufre dosée à 0.75kg/hl. Les courges ont été immergées dans les solutions et un lot témoin a été immergé uniquement dans de l'eau claire.

- **L'état de l'épiderme** : une comparaison a été réalisée en 2015/2016 entre des fruits meurtris et des fruits sains. Les blessures ont été réalisées avec un cutter en entaillant l'épiderme ou bien en simulant une chute d'une vingtaine de centimètres sur une surface dure.

6 Lieux de stockage

Trois grands types de stockage existent chez les producteurs, le stockage en chambre climatique, en chambre ventilée et le stockage sous hangar. Toutes ces installations ont des paramètres climatiques différents.

- **La chambre climatique** est une pièce où la température et l'humidité sont régulées. Les températures habituellement recherchées se situent entre 10 et 14°C, avec un taux d'humidité relative compris entre 75 et 90%.

- **La chambre ventilée** est une pièce isolée avec une ventilation pour extraire l'humidité.

- **Le hangar** est une zone couverte abritée du vent mais les conditions sont influencées par les aléas extérieurs.

Un essai a également été disposé à l'extérieur, exposé aux aléas climatiques (pluie, soleil...).

Quelques indications sur les conditions climatiques des 3 saisons d'essais

Globalement, les trois hivers ont été doux avec des périodes de froid courtes et peu intenses. Au niveau de la culture, les conditions ont été différentes d'une année à l'autre. En 2014, l'été tardif et les pluies du mois d'août ont retardé la maturation des fruits ayant entraîné probablement une plus forte teneur en humidité. Le mois de septembre chaud et sec a toutefois permis de réaliser les récoltes dans de bonnes conditions pour la plupart des producteurs. Les conditions climatiques de l'été 2015 étaient

favorables à la culture de la courge et à la récolte. En revanche, le printemps 2016 a été particulièrement froid et humide, ayant entraîné un retard dans la levée et le développement des courges. Le manque d'eau à la fin de l'été 2016 a eu pour conséquence des calibres moindres dans les parcelles non irriguées mais a permis également de limiter la pression en oïdium.

Mise en place des lots et suivi de la conservation des courges

Le prélèvement des fruits a été effectué de façon aléatoire dans les récoltes de chaque producteur. Les courges sont conditionnées en caisses plastiques, caisses bois ou palox. La taille des échantillons varie selon les producteurs et les années (plusieurs dizaines de fruits en moyenne).

Après la mise en place des lots, des tris ont été réalisés à intervalles réguliers, tous les mois. Le nombre de courges encore commercialisables a été enregistré à chaque tri. On entend par courge

« encore commercialisable » une courge ne présentant pas de blessures ou de tâches sur l'épiderme. En effet, outre l'aspect esthétique, l'apparition d'une tache sur l'épiderme révèle la présence d'un pathogène qui va par la suite se développer et dégrader la courge. Sa commercialisation devient alors impossible. Lors des essais, toutes les courges présentant ces défauts ont été écartées. Les tris ont été arrêtés début mars ou lorsque la quantité de courges commercialisables atteignait environ 15%.

Résultats



Comptage, tri et notation au cours de la conservation.

Dans un premier temps, les données ont été analysées par facteur, en comparant les données entre les 3 saisons et/ou par rapport au témoin, ainsi qu'en réalisant des tests d'analyses de variance (Anova) sur les essais de la saison 2016/2017 (présence de répétitions). Ces résultats ont donné une première tendance sur l'influence de certains facteurs, comme par exemple la variété, la date de semis et le lieu de stockage.

Dans un second temps, des analyses multivariées ont permis d'étudier l'influence des différents paramètres dans leur ensemble, en tenant compte des éventuelles interactions entre les facteurs. L'ensemble des paramètres a été pris en compte (facteurs testés selon plusieurs modalités et autres données collectées, présentés sur la figure 1).

Cette analyse descriptive des données sur les 3 saisons a été effectuée à partir de deux types d'analyses multivariées :

- Une analyse en composantes principales (ACP), pour déterminer s'il existe plusieurs typologies de décroissance lors de la conservation des courges et quelles sont leurs caractéristiques.
- Une analyse en correspondances multiples (ACM) pour déterminer quels sont les paramètres qui influencent le plus la durée de vie des fruits en stockage.

L'analyse de ces données a été réalisée avec le logiciel R et le package FactoMineR. Pour que les différents lots soient comparables entre eux, du fait d'un allotissement à des dates différentes, la variable choisie est la durée de conservation après récolte (en semaines). Les relevés étant effectués à fréquences variables (environ tous les mois), une régression linéaire a permis d'établir les courbes de décroissance de tous les lots. Un modèle simple de type « $y=ax+b$ » a été appliqué entre chaque relevé. Certains lots n'ont pas été suivis jusqu'à décroissance totale, ce qui a généré des données manquantes. Pour cela, le package du logiciel R « missMDA » développé par J. Husson a été utilisé pour compléter les valeurs manquantes.

Une première analyse en composantes principales (ACP) suivie d'une classification a permis de définir 3 groupes se distinguant par leur conservation (mauvaise, moyenne ou bonne). Le graphique ci-dessous présente pour chaque groupe le ratio moyen de courges commercialisables à chaque semaine après la récolte (d'1 à 29 semaines après récolte).

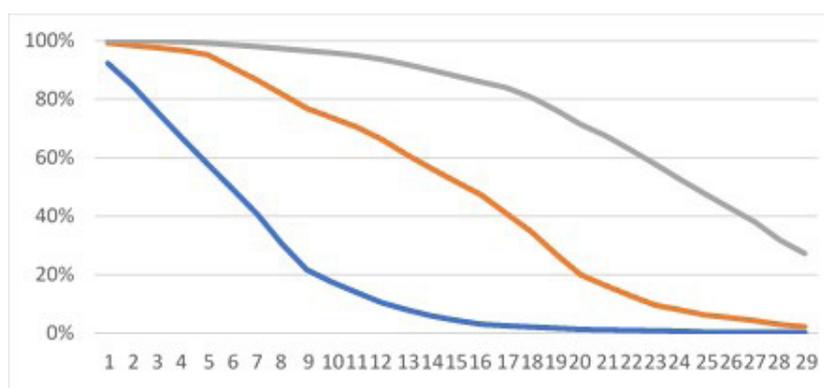


Figure 2 : Typologies de décroissance du % de fruits commercialisables en potimarron par semaine de conservation après récolte

Les trois groupes se caractérisent en fonction de leur décroissance :

Type 1 (bleu) 20 lots

Mauvaise conservation, pertes importantes et continues avec en moyenne une perte totale des lots avant 16 semaines de stockage.

Type 2 (orange) 44 lots

Conservation moyenne avec des pertes régulières et conséquentes, allant jusqu'à la perte totale des lots après 24 semaines en moyenne de conservation.

Type 3 (gris) 14 lots

Conservation longue, avec des pertes qui commencent en moyenne après 15 semaines de conservation puis faibles pertes régulières jusqu'à plus de 29 semaines de conservation.

Des analyses en composantes multiples (ACM) ont permis d'affiner ces résultats pour connaître les paramètres les plus influents sur la conservation. Le schéma ci-dessous présente la sélection des paramètres ayant une influence sur la durée de conservation (indiqués en vert).

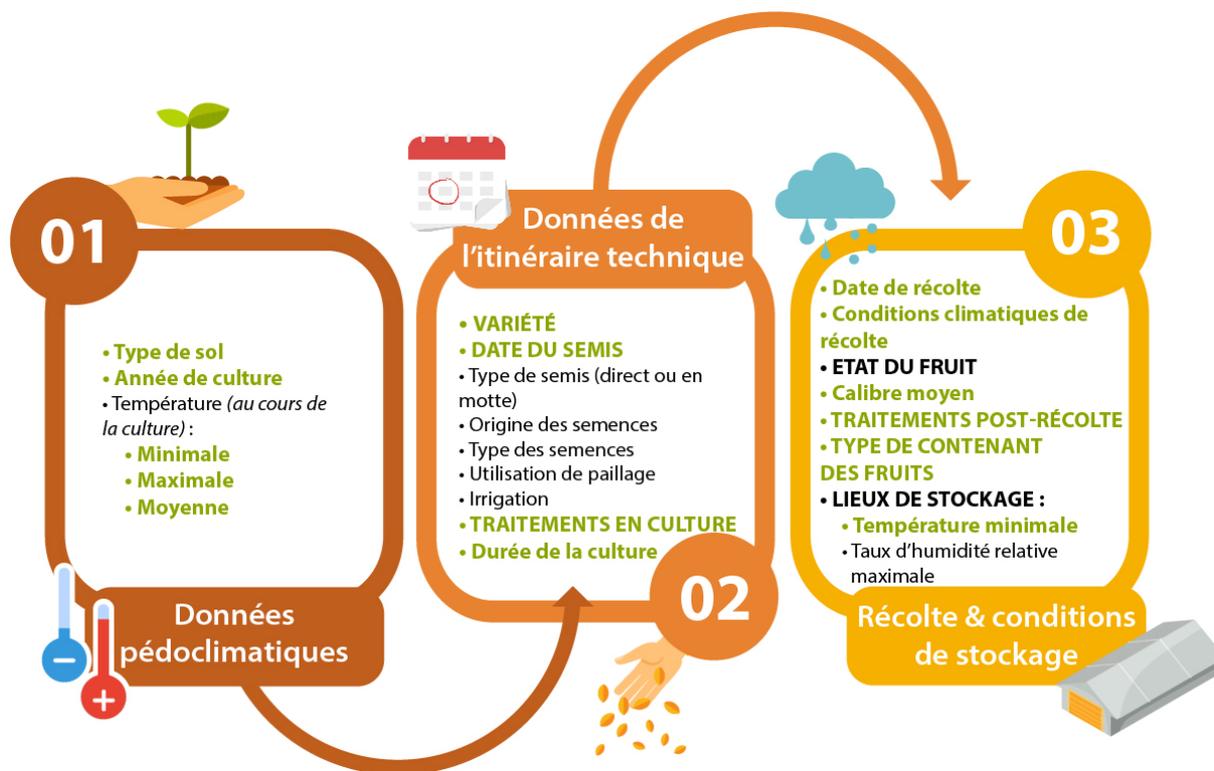


Figure 3 : Sélection des paramètres ayant une influence sur la durée de conservation (en vert)

Cette analyse conforte les premières observations effectuées, tout en apportant des informations complémentaires sur l'influence du type de sol, de la température en cours de culture, de la durée de culture et des conditions de récolte et de stockage. Concernant le lieu de stockage, les enregistrements température / humidité montrent une meilleure conservation s'il y a peu d'amplitudes thermiques et si l'hygrométrie se situe autour de 80% (une humidité relative au-delà de 95% pendant plusieurs jours provoque une accélération du pourrissement).



Suivi de la conservation en chambre climatique



Colletotrichum orbiculare

A partir de ces données, une seconde sélection a permis d'identifier 8 facteurs considérés comme les plus influents. Les valeurs de ces paramètres, influençant la conservation de façon favorable ou défavorable, sont indiquées dans le schéma ci-dessous. Ce schéma est à considérer dans son ensemble, puisqu'il existe des interactions entre ces différents facteurs.

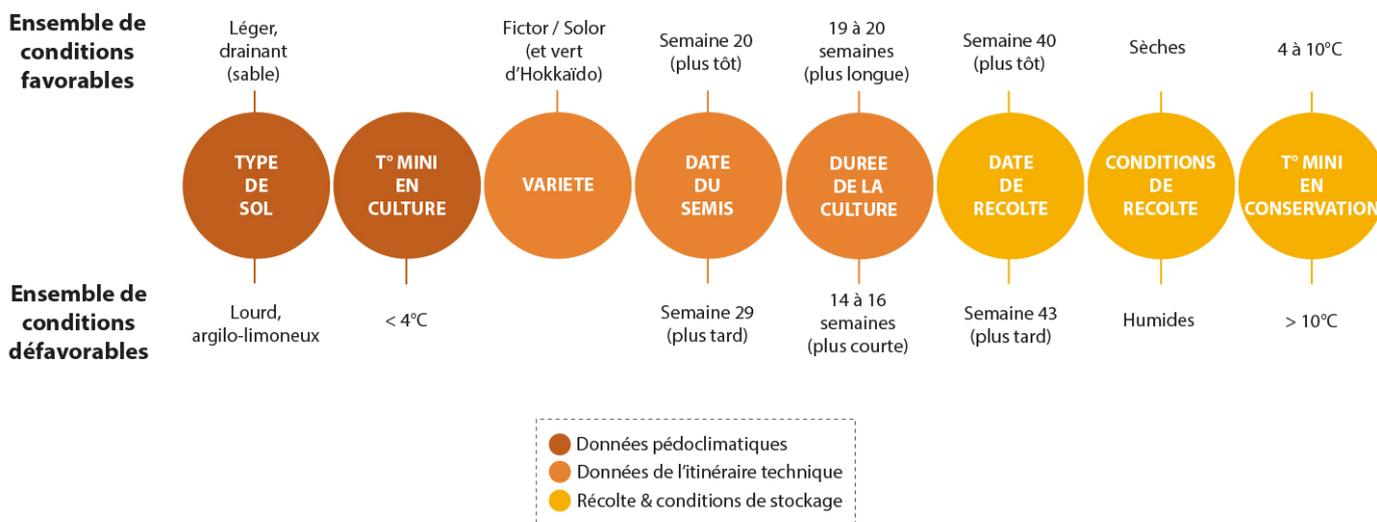


Figure 4 : Ensemble des conditions favorables et défavorables des paramètres les plus influents sur la conservation, mesurées lors des essais à Bio Loire Océan

Ces résultats montrent que le potentiel en conservation se joue à différents niveaux tout au long de la culture et du stockage. Plusieurs paramètres influents sont liés dans une certaine mesure au climat de l'année : température minimale en culture, date de semis, date de récolte et durée de la culture. Concernant la température minimale en conservation, les essais ont permis de montrer qu'une température comprise entre 4 et 10°C avec peu d'amplitudes thermiques permet une conservation satisfaisante, alors que les températures préconisées sont habituellement plus élevées. Le taux d'humidité n'est pas ressorti comme un facteur déterminant car il est corrélé à la température.

Ces essais ont été conduits dans le cadre du projet Agréable et l'analyse des résultats s'est poursuivie lors de la réalisation d'un mémoire de fin d'études de Q. Girault à AgroCampus Ouest.

D'autres résultats sont également disponibles sur le site de la CAB – Coordination Agrobiologique des Pays de la Loire : <http://www.biopaysdelaloire.fr/publications/fiches-techniques/>

Projet Agréable soutenu par le Conseil Régional des Pays de la Loire. Structure pilote du projet : Arepal, structures partenaires du projet : CAB, Ctifl centre de Carquefou, CDDL, GDM, Bio Loire Océan, Astredhor, EPLEFPA Nature, LEGTA Angers le Fresne.

