



## RÉSUMÉ

Un essai a été mis en place sur le centre Ctifl de Lanxade en 2009 pour étudier l'impact de l'augmentation de l'activité biologique du sol sur l'état sanitaire d'un verger de pommier conduit en agriculture biologique. Quatre types d'entretien du sol sont comparés: un témoin en mode sandwich, un mode sandwich recevant des apports d'un activateur biologique, un mulch de paille et un mulch de compost. Les résultats au bout de 3 ans montrent un ensemble de différences entre les systèmes sandwich et les systèmes mulch. Ces derniers provoquent une augmentation très significative de la faune du sol et une plus grande porosité du sol. Les effets des différentes modalités ne se font pas encore sentir directement sur l'état sanitaire des arbres mais les travaux généraux comme l'apport en plein de compost ont eu pour conséquence la quasi disparition du puceron lanigère et la réduction de moitié du bitter-pit.

**ORGANIC APPLE GROWING :  
SOIL BIOLOGICAL ACTIVITY  
AND SANITARY CONDITION**

The Ctifl Lanxade research station undertook a trial study in 2009 to investigate the effects of increasing the soil biological activity on the sanitary condition of an apple orchard under an organic management system. The study compared four types of soil maintenance: a control plot with the sandwich system; one plot with the sandwich system and inputs of an organic activator; one plot with straw mulch and one with compost mulch. After three years, the results show a number of differences between the sandwich and the mulch systems. The mulch systems trigger a significant increase in soil fauna as well as higher porosity. The various maintenance systems have not yet produced any direct benefits in terms of the sanitary condition of the trees, but general upkeep such as compost top dressing have resulted in the virtual disappearance of the woolly apple aphid and a two-fold reduction in the incidence of bitter pit.

## POMMIER BIO

# ACTIVITÉ BIOLOGIQUE DU SOL ET ÉTAT SANITAIRE TROIS ANNÉES DE RÉSULTATS

*Compte rendu d'étape d'un essai visant à vérifier par la pratique, le principe agronomique de référence en agriculture biologique selon lequel l'état de santé d'une plante est étroitement lié à l'activité biologique du sol qui la nourrit : premiers résultats positifs au bout de 3 ans.*



> MACROFAUNE DU SOL : CLOPORTE ET STAPHYLIN



## PRISE DE CONSCIENCE

Cet article fait suite à celui publié l'an dernier<sup>1</sup>.

Aujourd'hui se développe une prise de conscience progressive de la baisse générale de fertilité des sols agricoles par la perte de matière organique et surtout d'humus. De plus la nécessité de trouver d'autres techniques de protection sanitaire des vergers à cause de la diminution drastique des moyens chimiques incite à s'orienter vers d'autres techniques plus durables. Dans cette optique, il est nécessaire de réexaminer les valeurs fondamentales de l'agronomie, d'une part, en réduisant autant que possible les perturbations apportées aux sols par les techniques agricoles modernes et, d'autre part, en cherchant à améliorer l'état général des sols par la restauration d'un taux d'humus correct, par l'augmentation de l'activité biologique, par la compensation des pertes en argile ou des carences en minéraux et en oligo-éléments.

Dans ce cadre, un essai de restauration du sol a été mis en place sur le centre Ctifl de Lanxade depuis 2009 dans un contexte d'agriculture biologique où les aspects sanitaires sont particulièrement sensibles. Cet essai cherche à vérifier des observations empiriques des agrobiologistes qui constatent une baisse progressive de la pression parasitaire pendant et après une période de reconversion vers l'AB et s'appuie sur un certain nombre d'études scientifiques montrant le rôle des microorganismes dans la solubilisation et la chélation des minéraux majeurs et oligo-éléments, dans les modifications de pH et d'état d'oxydoréduction du sol et notamment dans la stimulation des réactions de défenses naturelles des plantes. Il existe un dialogue racines-microorganismes via les exsudats racinaires qui stimulent la production de substances bénéfiques à la plante par les microorganismes. Enfin, le compost, en tant qu'amendement du sol fournit un aliment de choix aux organismes du sol qui réagissent par une forte multiplication de leurs populations en nombre et en diversité et par des comportements généralement favorables aux plantes.

1 - n° 268, janvier-février 2011 : « Activité biologique du sol et état sanitaire, mise en place d'un essai et premiers résultats »

## DESCRIPTION DU VERGER

Localisation	Centre Ctifl de Lanxade, parcelle Wa, rangs 25 à 32
Variétés	Fuji Nagafu 2 : 226 arbres et Reinette de Brive : 224 arbres
Distances	4 rangs, à 4 m x 1,25m pour chaque variété
Porte-greffe	Pajam 2 pour les 2 variétés
Pollinisateurs	Chaque bloc variétal en contient 22 : Perpetue® Everest, Golden Hornet, Golden Gem
Plantation	1 <sup>re</sup> feuille : 1999
Conduite	mur fruitier jusqu'en 2008 - réorienté en axe avec conduite centrifuge depuis l'hiver 2008-2009.
Éclaircissage	manuel
Haies	Le verger est bordé par une haie d'arbustes hôtes d'auxiliaires sur 2 côtés. Des nichoirs sont installés pour les oiseaux ainsi que des refuges pour chauves-souris.
Irrigation	Micro-asperseurs 25 l/h, 1 pour 2 arbres. Gestion automatique basée sur l'ETP et compteur volumétrique pour vérification sur un rang.

## CHOIX DES MODALITÉS ET DISPOSITIF

T 0 : témoins entretenu par système sandwich avec implantation d'épervière piloselle sur le rang (cette plante est réputée pour son antagonisme vis-à-vis des autres espèces herbacées) sur 30 cm de largeur et travail du sol selon 2 bandes de part et d'autre (cf. photo page 56 : travail du sol dans le système sandwich).

T 1 : système sandwich idem T 0 + activateur biologique (10 épandages par saison) : « Equisetum Arboriculture », à base de teintures mères de diverses plantes, oligo-éléments dont silicium, eau de source Mont Roucoux et eau de mer.

T 2 : mulch de paille renouvelé chaque année en mai (sol couvert).

T 3 : mulch de compost grossier (0 - 60 mm) en un seul apport recouvert de 1 à 2 cm de Bois Raméal Fragmenté à partir du printemps 2011 (sol couvert).

Dispositif en carré latin avec quatre répétitions sur chacune des 2 variétés, parcelles élémentaires : environ 15 arbres.

## RAPPEL DU PRINCIPE DE L'ESSAI

Étudier l'incidence de différentes modalités d'entretien du sol sur l'augmentation de son activité biologique et sur l'état de santé des arbres, dans un verger adulte conduit en agrobiologie depuis sa plantation en 1999 (voir encadré 1 ci-dessus). Cet essai a été intégré pour ses trois premières années dans un dossier CASDAR « Etude des effets de différents modes innovants de gestion du sol en AB sur la fertilité et ses méthodes d'évaluation » porté par l'Itab avec une vingtaine de partenaires qui étudient l'évolution des sols en mesurant différents paramètres (Tableau 1).

Les modalités étudiées concernent les modes d'entretien du sol : des apports de mulch de paille, de mulch de compost grossier, un système sandwich et des apports de produits activateurs de la matière organique (voir encadré 2 ci-dessus).

## CONDUITE DU VERGER AVANT L'ESSAI

L'analyse de sol avant plantation en 1998 montre une bonne répartition des éléments physiques : sable limono-argileux mais avec des graviers, un sol plutôt riche en minéraux avec un excès de potassium, carencé en bore, faible en matières organiques : 1,4 %. Le pH eau était de 6,9. Avant l'essai le verger était entretenu par travail du sol sur 10 à 15 cm de profon-



deur : disques et décavillonneuse.  
La fertilisation dans les six années précédant l'essai a comporté deux apports de Patentkali® à 400 kg/ha, un de fumier à 20 t/ha et trois d'engrais organique en granulés type Germiflor® (8 ou 10 % d'azote) à 400 ou 500 kg/ha.  
Formation des arbres : retour à l'axe avec conduite centrifuge après plusieurs années de mur fruitier.  
La protection phytosanitaire vise les formes hivernales des ravageurs par de l'huile de paraffine en janvier-février, les pucerons en végétation par la roténone (jusqu'en 2009) et le pyrèthre, la tavelure par le cuivre et le soufre et parfois la bouillie nantaise tout au long de la saison. Pour le carpocapse la confusion sexuelle et le virus de la granuloose étaient utilisés ainsi que le *Bacillus thuringiensis* contre les autres lépidoptères.

#### SITUATION PHYTOSANITAIRE AU DÉBUT DE L'ESSAI

- Le puceron lanigère cause de gros dégâts sur les rameaux malgré la présence d'*Aphelinus mali* et d'autres prédateurs comme les forficules. Il peut être favorisé par la présence de nombreux rejets de porte-greffe qui lui servent de refuge. Cette pullulation semble aussi en lien avec un déséquilibre nutritionnel : teneur très basse de MO, excès de potassium. De plus, il existe une différence d'état hydrique du sol entre la zone la plus touchée car plus sableuse et le reste.
- Carpocapse : taux trop élevé de fruits véreux malgré les moyens de lutte.
- La tavelure sur feuilles semble assez bien maîtrisée.
- Le puceron cendré ne semble pas poser de problèmes majeurs.
- Les acariens rouges sont contenus par la présence d'acariens prédateurs malgré les applications de soufre.
- Des chancres communs du pommier sont présents mais pas en extension.

#### PROTOCOLE : TRAVAUX COMMUNS À TOUTES LES MODALITÉS

Analyses du sol chimique et biologique début 2009 puis fin 2011. Correction du taux de matière organique pour l'ensemble de la parcelle par des apports de compost de très bonne qualité et utilisable en agriculture biologique, sur la

**TABLEAU 1 : OBSERVATIONS ET MESURES EFFECTUÉES**

	Critères mesurés	Moyens pratiques
Les arbres	<b>fructification</b> : poids, calibres, coloration, fermeté, IR, acidité malique	Calibreuse Greefa Robot Pimprenelle
	<b>état sanitaire</b> : - tavelure - pucerons lanigères et cendrés - carpocapses et autres lépidoptères - acariens phytophages et prédateurs - maladies de conservation	Observations visuelles en saison et sur les fruits récoltés à l'aide de la fonction tri à la qualité de la calibreuse GREEFA.
Le sol	- Minéraux - Fractionnement de la MO (méthode INRA Versailles).	- analyses
	- salissement du sol - inventaire des espèces présentes	Observations visuelles
	- humidité du sol - volumes d'eau apportés	- sonde Diviner® 2000 - compteur volumétrique et pilote informatique de l'irrigation.
	<b>activité biologique</b> : - vers de terre (2011), - mésofaune - biomasse microbienne (méthode INRA Dijon)	- examen d'une motte de 30 x 30 x 15 cm et classement en 3 catégories écologiques, - entonnoirs de Berlese et détermination des groupes d'espèces, - Laboratoire d'analyse extérieur
	Infiltrométrie	Méthode Beer Kan
Mesures de bio-électroniques	pH, redox, résistivité, calcul du rH2 donnant l'état d'oxydoréduction du sol par parcelle élémentaire.	

**TABLEAU 2 : FRACTIONNEMENT DE LA MATIÈRE ORGANIQUE EXPRIMÉ EN % DU CARBONE TOTAL**

		% moyen 2009	% fin 2011			
			Témoin	Activ Bio	Mulch paille	Mulch compost
Fuji	MO libre	21	35	28	57	33
	MO liée	79	65	72	43	67
Reinette de Brive	MO libre	13	21	26	25	37
	MO liée	87	79	74	75	63

base de 10 t/ha appliqués en plein en Mars et renouvelé pendant les 3 années. Apport en plein de 5 t/ha d'argile bentonitique en mars 2011 dans le but d'améliorer le complexe argilo-humique. Correction des oligo-éléments pour le bore qui est très déficitaire et le zinc.

#### RÉSULTATS 2009 À 2011

Les quatre modalités de l'essai ont donc été mises en place au cours de l'année 2009 dans un verger en 11<sup>e</sup> feuille.

Analyses de sol : de janvier 2009 à novembre 2011, soit après trois années d'essai, la teneur en MO a augmenté : 1,3 à 1,6 % dans les modalités sandwich et à 1,8 % dans les modalités mulch et le niveau de carbone a augmenté de 7 à 10 g/kg pour un rapport C/N de 8,5 dans les modalités sandwich et de 10,5-11 dans les modalités mulch. Le pH n'a pas varié dans les trois premières modalités mais a augmenté significativement dans la modalité mulch de compost passant de 7,25 à 7,65. Les 4 minéraux majeurs sont toujours à un niveau élevé, les modalités



mulch les ont fait augmenter et notamment le MgO. Les oligo-éléments bore et zinc n'ont pas varié et sont toujours déficitaires, les apports foliaires n'ont pas eu de répercussion sur la teneur du sol en trois saisons. L'azote ammoniacal et l'azote nitrique mesurés en juin 2011 montrent des valeurs plus fortes pour le mulch de compost. La conductivité électrique significativement plus élevée pour le mulch de compost vient confirmer ces observations. La CEC Metson qui était de 6,5 Cmol + kg en moyenne au début de l'essai est montée fin 2011 à 7,5 pour les modalités sandwich et le mulch de paille en sol sableux (Fuji) et à 8,5 avec le mulch de compost et la paille en sol plus limoneux (Reinette).

Fractionnement de la Matière organique: il indique les rapports entre MO liée et MO libre (Tableau 2).

Les apports de compost en plein et les mulch ont eu pour conséquence une augmentation générale du taux de MO libre. Sur la parcelle très sableuse de Fuji, le mulch de paille se distingue par une très forte proportion de MO libre, signe d'une dégradation rapide de la paille et d'une formation d'humus plus lente. Ce phénomène ne s'observe pas dans la parcelle Reinette de Brive un peu moins sableuse où c'est plutôt le mulch de compost qui crée une accumulation de MO libre plus forte que dans les autres modalités.

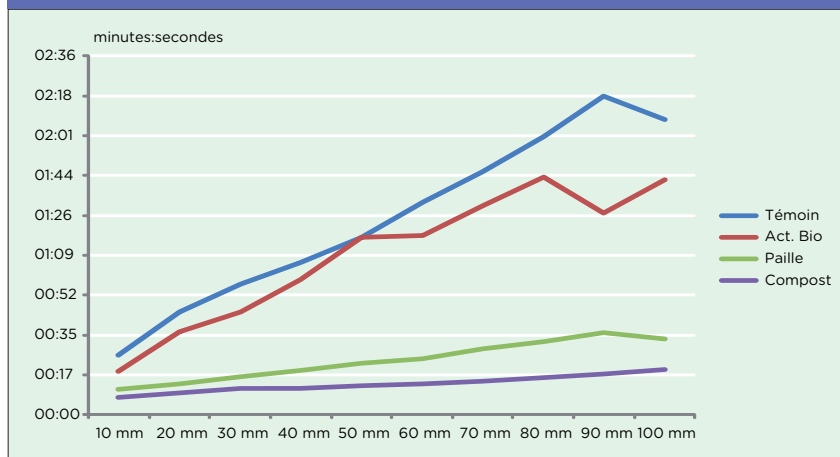
#### INFILTROMÉTRIE BEER KAN

Il s'agit de la mesure du temps d'infiltration d'un volume d'eau (314 ml) sur une

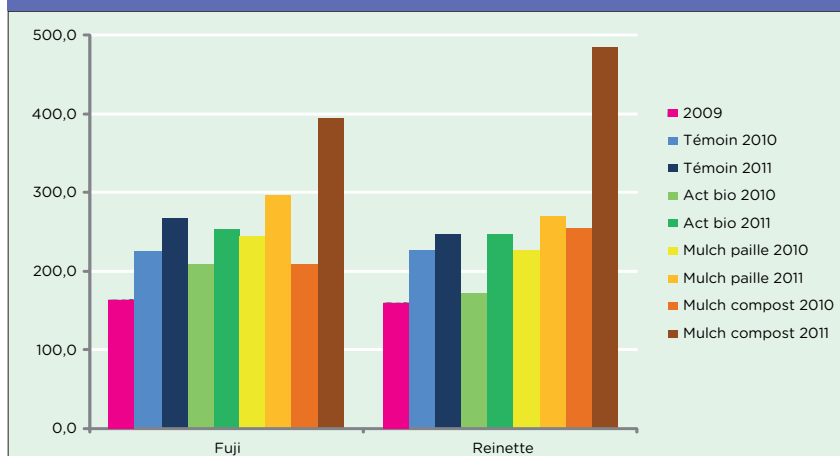


> MATÉRIEL D'INFILTROMÉTRIE

**FIGURE 1 :** Infiltrométrie : temps d'infiltration en minutes et secondes par apport pour 10 apports de 10 mm, moyenne des 7 à 11 mesures les plus homogènes par modalité sur 12 à 14 mesures réalisées - Source : Ctifl



**FIGURE 2 :** Biomasse microbienne exprimée en mg de carbone par kg de terre  
Source : Ctifl



surface de sol délimitée par un cylindre de 20 cm de diamètre légèrement enfoncé dans le sol (cf. photo ci-contre). Un apport d'eau correspond à une hauteur de 10 mm. L'apport est répété au moins 10 fois au même emplacement.

Après une première série incomplète de mesures en 2010, une deuxième série de mesures a été réalisée en août 2011 dans le bloc Fuji.

Une tendance nette apparaît, confirmée par l'analyse statistique: les modalités mulch (paille et compost) induisent en fin de troisième année une plus forte porosité du sol: un même volume d'eau correspondant à 10 mm, versé sur le sol pour la 10<sup>e</sup> fois s'infiltré beaucoup plus vite (20 à 35 secondes) dans les modalités mulch que dans les modalités sandwich (1'45 à 2'15) (Figure 1).

#### BIOMASSE MICROBIENNE

Les mesures ont été réalisées début 2009 dans quatre points de la parcelle avant mise en place des parcelles élémentaires, puis fin 2010 et fin 2011 par modalité (Figure 2).

Une augmentation générale de 10 à 30 % par an de la biomasse microbienne est observée du point de départ début 2009 à fin 2010 puis jusqu'à fin 2011 à l'exception de la modalité mulch de compost qui enregistre une augmentation de 300 % entre 2009 et 2011. L'effet du compost épandu en plein pour les trois premières modalités apparaît et celui du mulch de compost beaucoup plus épais apparaît nettement en 3<sup>e</sup> année à moins qu'il faille y voir un effet de la couche de BRF ajoutée à cette modalité début 2011.

**MÉSO-FAUNE : EXTRACTION PAR ENTONNOIRS DE BERLESE (TABLEAU 3)**

Dans la modalité « mulch de paille » l'essentiel de la méso faune se trouve dans la paille plutôt que dans le sol juste dessous. Les groupes les plus représentés ont été :

- chez les insectes : collemboles, fourmis, psocoptères, diploures, staphylins, taupins... ;
- chez les acariens : oribates et trombidiformes;
- chez les myriapodes : diplopodes.

En mai 2011, la méso faune est nettement en augmentation dans les trois modalités par rapport au témoin: pour la biodiversité, les modalités mulch en possèdent deux fois plus que les modalités sandwich et pour le nombre d'individus, l'effet des modalités commence à apparaître: celui-ci suit une progression arithmétique du témoin vers la modalité activateur biologique puis mulch de paille et enfin mulch de compost.

**VERS DE TERRE ET MACROFAUNE DE SURFACE**

Les premiers comptages ont été réalisés par un examen minutieux de blocs de sol de surface carrée de 30 cm de côtés et de 15 à 18 cm de profondeur extraits à la fourche-bêche (Figure 3).

Il apparaît que les vers anéciques sont présents dans toutes les modalités avec la même densité (cf. photo ci-dessous), par contre les vers endogés et épigés sont essentiellement observés dans les modalités couvertes d'un mulch. La présence des vers épigés est plus homogène entre les quatre répétitions dans la modalité mulch de compost que dans la paille.



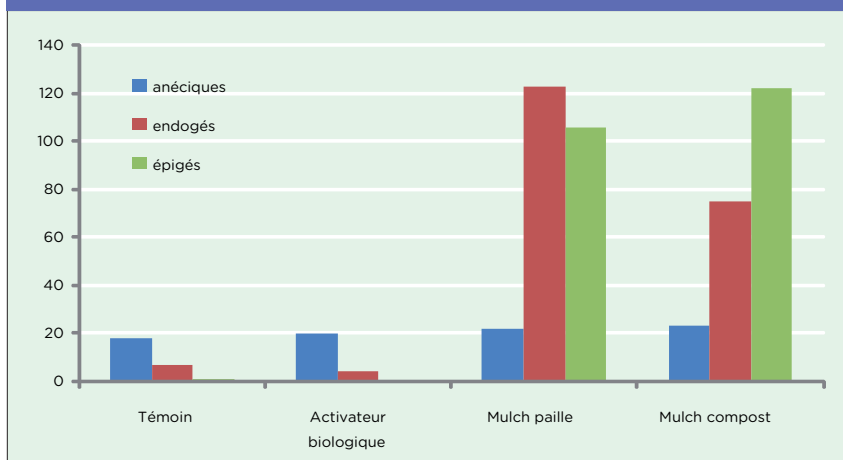
> GALERIE DE VER ANÉCIQUE TAPISSÉE D'HUMUS ET AVEC DÉBRIS DE FEUILLES MORTES

**TABLEAU 3 : VALEURS MOYENNES DE LA MÉSO-FAUNE PAR ÉCHANTILLON**

dates	Type de notation	Témoin	Activateur Bio	Sous le mulch de paille	Dans la paille	Sous le mulch de compost
Nov. 2009 (4 échant./modalité)	Biodiversité*	4	4	3	-	4
	individus	12	12,5	3,25	-	16,25
Juil. 2010 (2 à 4 échant./modalité)	Biodiversité*	4,5	6	5	-	4
	individus	18	12,5	8	-	7
Oct. 2010 (2 échant./modalité)	Biodiversité*	7	6	6,5	13,5	3
	individus	12,5	8	9,5	63	9
Mai 2011 (4 échant./modalité)	Biodiversité*	5,25	6,75	12,5		11,75
	individus	9	17,25	28,5		39

\* Nombre de groupes d'espèces

**FIGURE 3 :** Nombre total de vers capturés par modalité et par catégories écologiques en mai-Juin 2011  
Source : Ctifl



La recherche des vers de terre a permis d'enregistrer aussi quelques données sur la macrofaune de surface. Ainsi staphylins, fourmis, cloportes, araignées, myriapodes et chenilles de lépidoptères sont présents dans toutes les modalités. Par contre, les hannetons sont présents partout sauf dans le mulch de paille, les larves de taupin ne sont présentes que dans le mulch de compost, d'autres coléoptères adultes et des diploures ne sont présents que dans les deux mulch et les carabes sont présents partout sauf dans le témoin. Au vu de ces observations, il paraît intéressant, pour l'avenir, de noter systématiquement tous les coléoptères par famille car ils constituent le groupe le plus discriminant entre les

modalités, de même que les forficules et les diploures.

**SALISSEMENT DES MODALITÉS PAR LES ADVENTICES**

Système sandwich: l'épervière piloselle, manquant un peu de lumière sous des arbres adultes, se fait concurrencer par une graminée fine et par quelques dicotylédones surtout en 3<sup>e</sup> année.

Le mulch de paille est le plus efficace pour empêcher les adventices de pousser, cependant le carex le traverse sans difficulté dans les zones les moins sableuses et de même pour quelques dicotylédones. Le mulch de compost empêche aussi les adventices de le traverser mais il se fait coloniser progressivement par le dessus



par les herbes installées à sa bordure: une graminée stolonifère, puis par des dicotylédones dont les graines germent dessus surtout en 3<sup>e</sup> année.

Un outil du genre rotofil suffirait à limiter ces adventices afin qu'elles ne nuisent pas aux arbres.

#### ÉTAT SANITAIRE

Le puceron lanigère qui a été le principal problème avant 2008 et jusqu'à 2010 a vu sa population chuter en 2011: il est apparu en avril au collet des arbres mais s'est très peu développé (seulement deux branches atteintes pour les quatre rangs de Fuji) pour disparaître complètement de juin à août puis faire une petite apparition au collet des arbres en Septembre-Octobre. La raison de cette chute n'est pas complètement élucidée, trois facteurs peuvent avoir joué un rôle:

- les apports de compost en plein (10 t/ha/an): rôle tampon vis-à-vis de tous les déséquilibres du sol comme l'excès de potassium;
- l'arrêt des apports organiques de granulés plus riches en azote et selon une forme plus rapidement disponible que le compost depuis 2009, donc régulation des apports d'azote;
- l'arrêt des apports de sulfate de potassium;

- les arbres ont subi un violent stress hydrique (50 à 75 % de déficit) de début mai à mi-Juin 2011 suite à une panne dans l'automatisme de la gestion de l'irrigation.

L'auxiliaire *Aphelinus mali* est hors de cause dans cette disparition, il n'a pas eu le temps d'intervenir en 2011 et surtout il n'a pas laissé de pucerons momifiés qui sont les signes de son activité d'hyperparasite.

Le puceron cendré: en 2009 et 2010 sa pression est restée faible, les traitements à base d'huile pratiqués en mars et en automne semblent l'avoir bien contrôlé. Par contre en 2011 il s'est développé davantage, des fruits ont été déformés mais pas les jeunes pousses, le programme de traitement avait été réduit à deux applications d'huile au printemps. Le carpocapse et les autres tordeuses: ces ravageurs sont toujours très présents et à des niveaux beaucoup trop élevés (voir tableau 5 les proportions de fruits déclassés qui leur sont imputés) et ce, malgré la mise en place d'une confusion sexuelle, des traitements avec *Bacillus thuringiensis* et avec le virus de la granulose.

**TABLEAU 4 : RENDEMENT ET QUALITÉ DE LA RÉCOLTE DE FUJI ET REINETTE DE BRIVE**

Fuji	t/ha brut		% calibre > 70 mm		% 1 <sup>er</sup> choix*		% défauts	
	2009	2011	2009	2011	2009	2011	2009	2011
Témoin	26,8	27	38,0 b	59	24,8 b	28	45	62
Act bio	29,0	25	47,3 ab	53	30,5 ab	28	48	61
Paille	28,3	30	51,3 a	67	34,0 a	32	38	65
Compost	28,0	22	42,0 b	57	24,0 b	25	41	66
moyenne	28	26	44,7	59	28,3	28	43	63,5
Reinette	t/ha brut		Calibre > 70 mm		% 1 <sup>er</sup> choix*		% défauts	
	2009	2011	2009	2011	2009	2011	2009	2011
Témoin	43,8	16,3	40,5	55	40,5	18	51	65
Act bio	42,3	14,5	28,3	60	28,3	18	46	66
Paille	38,3	16,5	31,3	62	31,3	20	48	66
Compost	46,0	13,5	42,0	70	42,0	22	48	68
moyenne	42,6	15,2	35,5	62	35,5	19,5	48	66,3

(\*) 1<sup>er</sup> choix : fruits sans défauts, de calibre supérieur à 70 mm et de plus de 60 % de coloration pour Fuji.

**TABLEAU 5 : RÉPARTITION DES FRUITS DÉCLASSÉS SELON LES CAUSES POUR FUJI ET REINETTE DE BRIVE**

Fuji	% Piqûres lépidoptères		% Bitter-pit		% Tavelure		% défauts superficiels	
	2009	2011	2009	2011	2009	2011	2009	2011
Témoin	44,6	59	34,0	15	29,3 a	0	16,6	14
Act bio	42,0	57	36,0	17	27,6 a	0	13,6	17
Paille	46,5	52	39,3	17	22,5 b	0	16,4	15
Compost	49,0	47	39,6	21	18,6 b	0	15,5	20
moyenne	45,5	54	37,2	17	24,5	0	15,5	17
Reinette	Piqûres lépidoptères %		% Bitter-pit		% Tavelure		% défauts superficiels	
	2009	2011	2009	2011	2009	2011	2009	2011
Témoin	12,2	36	41,4	20	16,1	0	34,9	21
Act bio	10,5	38	40,7	20	15,3	0	43,0	24
Paille	11,2	42	43,6	19	20,0	0	33,8	24
Compost	6,6	40	40,7	24	18,6	0	42,1	21
moyenne	10,1	39	41,6	21	17,5	0	38,5	22,5

NB : le total par ligne est supérieur à 100 % car certains fruits peuvent avoir plusieurs types de défauts.

Aucune différence d'intensité d'attaque n'apparaît entre les modalités. De 2009 à 2011, le taux très élevé pour Fuji a encore augmenté et pour Reinette de Brive il a été multiplié par quatre en moyenne.

La tavelure était présente en 2009 où il avait été montré que les modalités mulch de paille et de compost avaient eu un effet significatif en réduisant la

proportion de pommes ayant des taches de tavelure. Cette observation n'a pas été refaite ni en 2010 ni en 2011, années de faible pression tavelure.

#### RENDEMENT À LA RÉCOLTE

Les années 2009 et 2011 ont vu des rendements corrects (Tableau 4), mais il s'est produit une forte alternance en



2010: Fuji: 4,8 t/ha et Reinette: 2,4 t/ha. Les deux types de mulch ont eu un effet significativement réducteur sur les taches de tavelure sur fruits de Fuji en 2009. Fuji s'est montré, en 2009, la variété la plus sensible à la tavelure de l'ensemble du verger bio. En 2009, les plus fortes causes de déclassement (Tableau 5) ont été les piqûres de lépidoptères pour Fuji et le bitter-pit pour Reinette de Brive. De 2009 à 2011 il y a eu une importante augmentation des piqûres de lépidoptères et une réduction de moitié du bitter pit pour les deux variétés.

#### QUALITÉ DE LA RÉCOLTE

Sur ces trois critères (Tableau 6), seule l'amélioration du taux de sucres de Reinette de Brive par le mulch de paille est légèrement significative en 2009.

L'analyse sensorielle pratiquée sur Fuji par le laboratoire d'analyse sensorielle du Ctifl de Lanxade, montre quelques différences significatives entre les modalités: il y a plus de goût acide avec l'activateur biologique par rapport au témoin. Les pommes de la modalité mulch de compost sont plus parfumées que celles du témoin et que celles du mulch de paille. Enfin, la modalité avec le mulch de compost présente plus de flaveur (goût global pomme) que celle avec le mulch de paille.

#### GRANDES DIFFÉRENCES ENTRE LES MODALITÉS

Les travaux généraux: compost en plein, aplanissement du sol par débutage des arbres, réduction importante du travail du sol, retour à une conduite centrifuge des arbres, ont abouti à un meilleur état sanitaire global des arbres avec la disparition quasi-totale du puceron lanigère en

**TABLEAU 6 : INDICE RÉFRACTOMÉTRIQUE (SUCRES), ACIDITÉ MALIQUE ET FERMÉTÉ MESURES 4 À 5 SEMAINES APRÈS RÉCOLTE POUR FUJI ET REINETTE DE BRIVE**

Fuji	Indice Réfractométrique (% Brix)		Acidité malique (g/l)		Fermeté (kg/cm <sup>2</sup> )	
	2009	2011	2009	2011	2009	2011
Témoin	14,6	14,4	4	2,8	7,7	7,2
Act bio	15,1	14,0	5,3	2,7	7,7	7,5
Paille	15,3	14,6	3,7	2,9	7,3	7,1
Compost	15,3	14,8	5,4	2,8	7,3	7,3
moyenne	15,1	14,4	4,6	2,8	7,5	7,3

Reinette	Indice Réfractométrique		Acidité malique		Fermeté	
	2009	2011	2009	2011	2009	2011
Témoin	13,2 ab	12,7	7,8	5,7	8,2	6,6
Act bio	12,7 b	12,7	6,8	6,4	8,2	6,6
Paille	13,5 a	12,6	7,6	6,0	8,2	6,7
Compost	13,0 ab	12,6	7,5	6,4	7,9	6,5
moyenne	13,1	12,7	7,4	6,1	8,1	6,6

2011 et l'absence de nouveaux chancres communs du pommier ainsi qu'à une réduction de moitié du taux de fruits touchés par le bitter-pit, bien que les dégâts de carpocapse et des autres tordeuses soient toujours à un niveau très préoccupant.

Entre les modalités, il apparaît nettement des différences entre, d'une part, les systèmes sandwich et, d'autre part, les mulch. Les mulch apportent de la matière végétale, les conséquences sont nombreuses surtout sur le sol: activation de la faune du sol (biomasse microbienne, meso faune et vers de terre), libération de minéraux, porosité du sol mesurée par infiltrométrie. Les conséquences pour les arbres sont pour le moment plus modestes: en 2009, réduction de la tavelure sur fruits sur Fuji pour les deux mulch, amélioration du calibre et du rendement

en 1<sup>er</sup> choix de Fuji et augmentation de la teneur en sucre de Reinette de Brive avec le mulch de paille.

Dans les systèmes sandwich, inversement, très peu d'évolutions sont notées, la faune du sol, toutes catégories considérées, est moins abondante et le sol est moins poreux. Rendements et qualités des fruits restent dans la moyenne. Enfin, l'analyse sensorielle révèle de petites différences qualitatives selon les modalités pour Fuji. ■

#### BIBLIOGRAPHIE

BRESSOUD, F. et PARES, L. 2011. Amendements organiques et maraichage biologique sous abri : résultats de 8 années d'expérimentation. In ECHO-MO n° 89, p. 3-6.

FULLER, K. 2011. Soil health - an international perspective. Compact Fruit Tree. April 2011, p. 12-14.

GRANATSTEIN, D. 2011. Soil health in orchards : an introduction. Compact Fruit Tree. April 2011, p. 44-45.

MENDES, R., KRUIJT, M., de BRUIJN, I., DEKKERS, E., Van der VOORT, M., SCHNEIDER, J.H.M., PICENO, I., DESANTIS, T.Z., ANDERSEN, G.L. BAKKER, P.A.H.M. et REEIJMAKERS, J.M. 2011. Deciphering the rhizosphere microbiome for disease-suppressive bacteria. Science, 332 n° 6033, p. 1097-1100.



> TRAVAIL DU SOL DANS LES SYSTÈMES SANDWICH