



COMPTE RENDU DES ACTIONS PRDA SUR LA CONDUITE DU VERGER DE POMMIER A CIDRE EN AGRICULTURE BIOLOGIQUE

BILAN TECHNIQUE DES ACTIONS D'EXPERIMENTATIONS 2016

ACTION 2 : entretien du sol

Action 2.1 : fertilisation

Contexte

Dans les régions de production cidricole, les sols sont globalement assez bien pourvus en matière organique ce qui peut contribuer à une alimentation satisfaisante des arbres en saison.

Néanmoins, au printemps, les températures sont souvent insuffisantes pour la minéralisation de cette matière organique par les micro-organismes du sol. On peut donc avoir un déficit d'alimentation à la floraison qui se traduit par une mauvaise nouaison et des pertes de productivité.

En verger biologique, on constate des rendements souvent inférieurs au potentiel des arbres, liés à une alimentation minérale insuffisante au moment de la floraison.

Des apports d'engrais biologiques au printemps pourraient remédier à ce problème. En verger conventionnel, ce type d'engrais serait une alternative aux engrais minéraux.

Des apports de différents types d'engrais biologiques au printemps sont donc testés depuis 5 ans sur 2 sites d'essai (vergers adultes).

De nombreuses questions restent posées concernant le choix des engrais organiques, les quantités et les périodes d'apport pour faire en sorte que les minéralisations des engrais correspondent aux pics de besoin des arbres, sans influencer sur la teneur en azote du jus dans le cas d'élaboration de cidres non pasteurisés.

Objectif

Tester l'effet à long terme de différents apports d'engrais organiques sur la croissance et la productivité d'arbres adultes.

Comparer l'effet d'apports de proximité d'engrais simples (vinasse, fumier) avec un apport d'engrais du commerce formulé.

Tester l'efficacité d'un activateur de sol : Bactériosol de la Société Sobac.

Essai 1

Dispositif

Mise en place : mars 2010

Lieu : SCEA Les Vergers de la Frestellée. M Jacky Bauruelle. Lisores (Calvados)

Variété : Douce Moën

Cinq modalités

- T0 Témoin sans fertilisation
- T1: Fumier
- T2: Engrais ternaire biologique formulé Derôme+ Patenkali
- T4: Vinasse de betterave

Nombre d'arbres par modalité : 30

Essai bloc avec 3 répétitions sur 3 rangs de 105 arbres chacun. Disposition non aléatoire. Les répétitions d'une même modalité se retrouvent sur les 3 rangs les unes à côté des autres.

Observations

Analyse du fumier et de la vinasse

Taux de floraison / arbre (échelle 1 à 5)

Analyse de sol: reliquat d'azote

Analyse de feuilles / modalité: prélèvement stade F2 + 60 jours.

Récolte et poids du fruit à la répétition

Analyse de sol en fin d'essai

Programme d'apports 2016

Dates	Produit	Doses*/ha	Apports/ha			Commentaires
			N	P	K	
	Fumier	0				L'épandage du fumier n'a pas pu être réalisé début 2016. Ce sont les arrières-effets des précédents apports qui sont donc étudiés.
Mars 2016	Engrais ternaire (Société Derome) (analyse 2014 : 11-6-2%) + Patentkali (K=0.30%)	760 kg + 288 kg		83-46-100		Epandage avec appareil de marque Vicon (2/3 de la dose sur le rang)
Mars 2016	Vinasse de betterave (analyse 2015 : 2.02%, 0.12%, 3.08%)	4 255 l		85-5-127		Epandage via l'atomiseur (ouverture d'un robinet en partie basse de turbine utilisable pour pulvérisation à la lance. Le jet permet d'épandre sur 1 m environ (50 cm de part et d'autre du tronc)

*Calcul de dose effectué sur une base de densité théorique de 730 arbres/ha (5,5m x 2,5) – 10% de surface morte = 640 arbres/ha

Résultats et commentaires 2016

Analyses des engrais organiques non normés utilisés (vinasse et fumier) :

- Fumier :

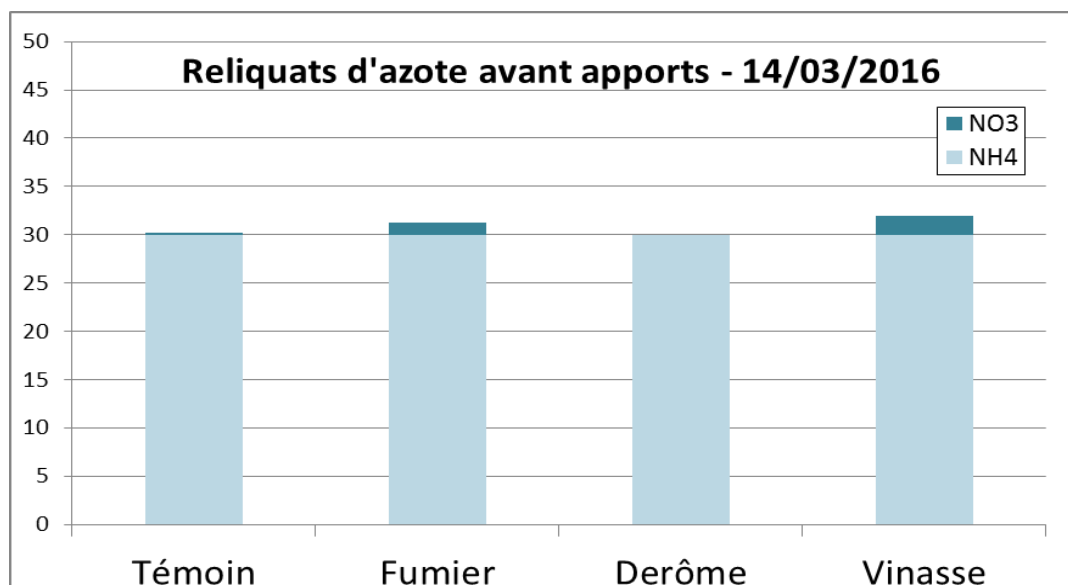
- 23% de MO et 4.7% de MMin dans le fumier brut (le reste étant de l'humidité). Ce fumier est plus riche en MO qu'un fumier standard (15.8%MO et 7.4% MMin).
Dans la MO → 23% soluble, 22% hémicellulose, 22% cellulose et 33% lignine (cela correspond à un milieu entre un fumier frais et un fumier composté). La MO minéralise lentement (carbone minéralisé en 3 jours=3.5%). ISMO=66% → valeur de stabilité élevée, potentiel de 153kg d'humus/T de fumier.
- Teneurs 2016 plus riches qu'en 2014: N=0.5% (dont 0.35% de N organique, 0.16% de NH₄), P=0.25%, K=0.95%, CaO=0.37%, MgO=0.09%.
- C/N=22.8 et MO/N=65.9 → valeurs élevées (minéralisation lente).

- Vinasse de betterave :

- 32.4% de MO et 17.4% de MMin dans la vinasse brute (le reste étant de l'humidité).
- Dans la MO → 92% soluble, 5% hémicellulose, 1.5% cellulose et 1% lignine. La MO est presque entièrement disponible de suite, la minéralisation est rapide (carbone minéralisé en 3 jours=12.5%). La vinasse ressemble aux boues d'un point de vue du fractionnement biochimique de la MO.. ISMO=62% → valeur de stabilité élevée, potentiel de 201kg d'humus/T de fumier.
- Teneurs: N=2.02% (dont 1.9% de N organique, 0.13% de NH₄), P=0.12%, K=3.08% → élevée, CaO=0.09%, MgO=0.02%.
- C/N=8 et MO/N=17 → valeurs faibles (minéralisation rapide).

Reliquats d'azote : Analyse faites par un laboratoire agréé

- Prélèvements faits le 14 mars 2016



Analyse de feuilles : Prélèvements faits le 22 juillet 2016

Les reliquats d'azote sont faibles en début de saison et identiques pour toutes les modalités.

	Unités	Témoïn	Fumier	Derôme	Vinasse	"Normes" P à cidre	Normes P de table Niveau moyen
Analyses constitutives et chimiques							
MS (matières sèches)	% brut	35.9	34.3	31.2	33.2		
MM (matières minérales)	% MS	6.3	6.3	6.2	5.9		
MO (matières organiques)	% MS	93.7	93.7	93.8	94.1		
MAT (matières azotées totales)	g/kg MS	96	99	103	110		
Analyses minérales / éléments majeurs et secondaires							
N (azote total)	% MS	1.5	1.6	1.6	1.8	2,3-2,5	2,4-2,9
P (phosphore total)	% MS	0.31	0.30	0.28	0.25	0,17-0,19	0,22-0,27
K (potassium total)	% MS	1.94	2.02	2.01	1.82	1,5-1,7	1,45-1,76
Mg (magnésium total)	% MS	0.14	0.13	0.15	0.15	0,2-0,37	0,26-0,32
Ca (calcium total)	% MS	0.86	0.81	0.86	0.87	1,2-1,4	1-1,16
Na (sodium total)	% MS	0.01	0.01	0.01	0.01		
Analyses minérales / oligo-éléments							
Cu (cuivre total)	mg/kg MS	5.5	5.8	5.7	5.9	25-140	25-141
Zn (Zinc total)	mg/kg MS	7.6	7.4	8.2	8.2	15-25	15-26
Mn (manganèse total)	mg/kg MS	32.1	32	31.9	28.4	25-140	25-141
Fe (fer total)	mg/kg MS	72.7	37	41	57.3	60-240	60-241
B (bore total)	mg/kg MS	27	28.3	26.3	27.4	25-40	25-41

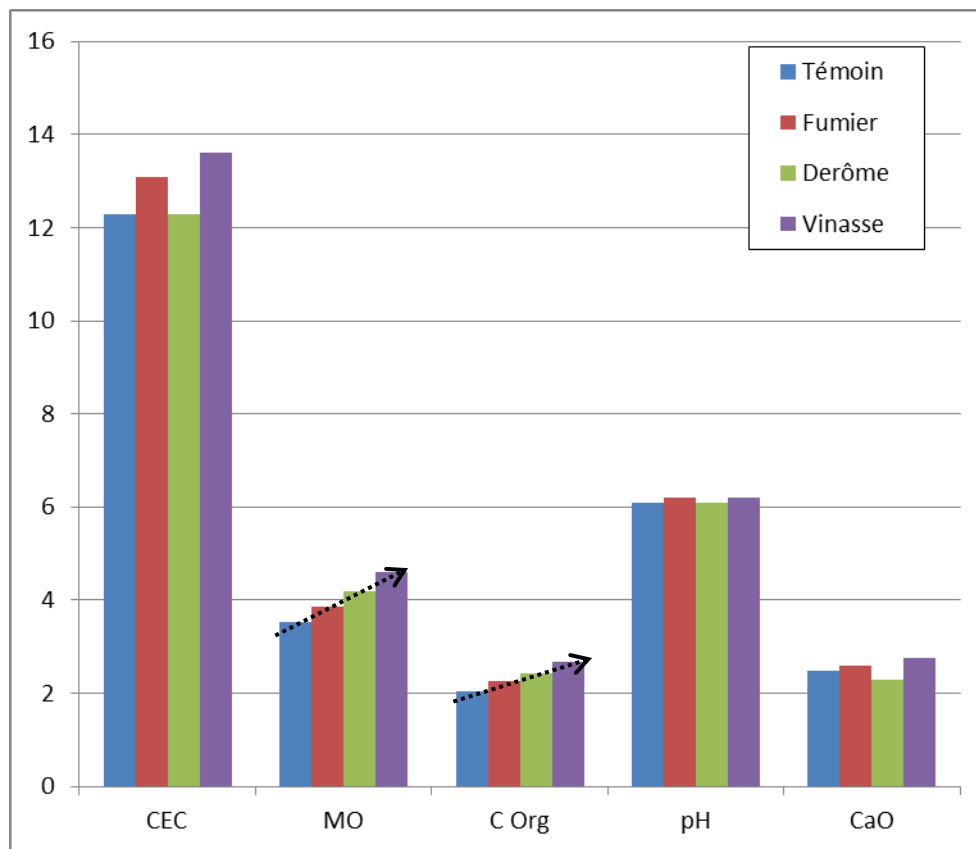
Les teneurs foliaires ne permettent pas de distinguer nettement les modalités entre elles, mais le témoin présente généralement les valeurs les plus faibles (N, K, Mg, Zn, Fe).

La plupart des éléments majeurs se situent dans les mêmes ordres de grandeur quelque soient les séries : Le phosphore est à des niveaux très élevés, à l'opposé du calcium et du magnésium, particulièrement faibles. Concernant plus spécifiquement les 2 éléments sur lesquels le raisonnement des différentes fertilisations a été construit, à savoir potasse et surtout azote, on peut préciser que :

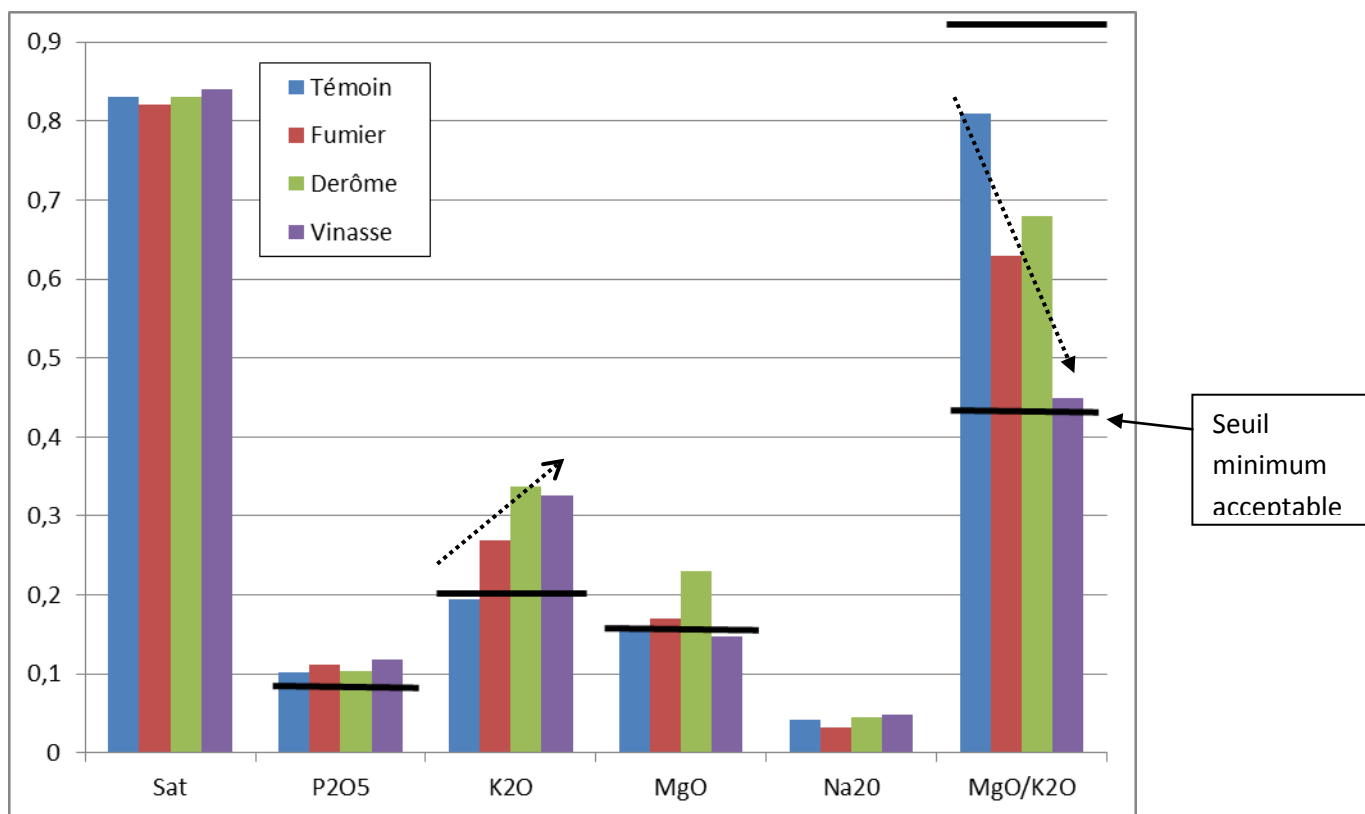
- l'azote reste de façon constante à des taux très insuffisants (gradient : témoin < fumier = derôme < vinasse). Les teneurs sont supérieures de 0.2 point par rapport à 2015, mais c'est une tendance généralisée sur toute les modalités (même le témoin) et non la conséquence des apports répétés. Il est étonnant que les arbres ne répondent absolument pas aux apports d'azote.
- le potassium présente des valeurs assez élevées pour toutes les modalités. Bizarrement, c'est dans la modalité vinasse que les valeurs sont un peu plus faibles y compris par rapport au témoin et fumier.

Même constat d'homogénéité des résultats, pour les oligo-éléments, avec des déficiences en cuivre et zinc. Les teneurs en cuivre ont nettement chuté depuis 2013 (baisse supérieure à 2 5% en moyenne).

Analyse de sol:



Les taux de matière organique et de carbone organique augmentent en allant vers le fond de la parcelle (+1 point de MO de l'extrémité 'témoin' à l'extrémité 'vinasse'). Cette tendance semble plus liée aux caractéristiques de la parcelle qu'aux pratiques de fertilisation car la modalité fumier devrait normalement être celle qui rapporte le plus de MO au sol comparativement aux autres modalités dont les formes sont plus solubles.



Concernant les teneurs en éléments P, K, Mg on notera qu'elles sont proches pour P et Mg (sauf pour la modalité 'Derôme+Patentkali') et en augmentation vers le fond de la parcelle concernant K. L'augmentation de cette teneur en K2O joue directement sur le rapport MgO/K2O qui diminue en allant vers le fond de la parcelle tout en restant dans la fourchette acceptable pour toutes les modalités. Le danger serait que la teneur en K2O augmente encore sur la modalité 'vinasse' dans les années à venir et que le rapport MgO/K2O continue de descendre. Cela ferait craindre un déséquilibre et l'apparition probable de carences en magnésie.

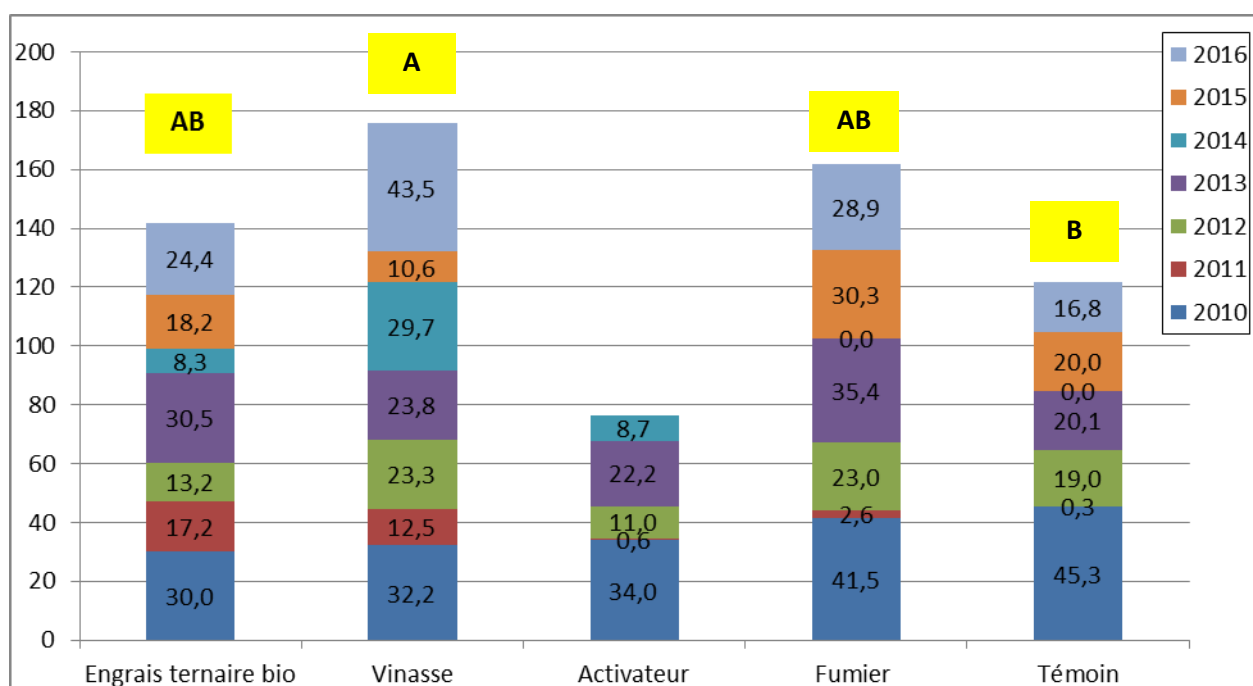
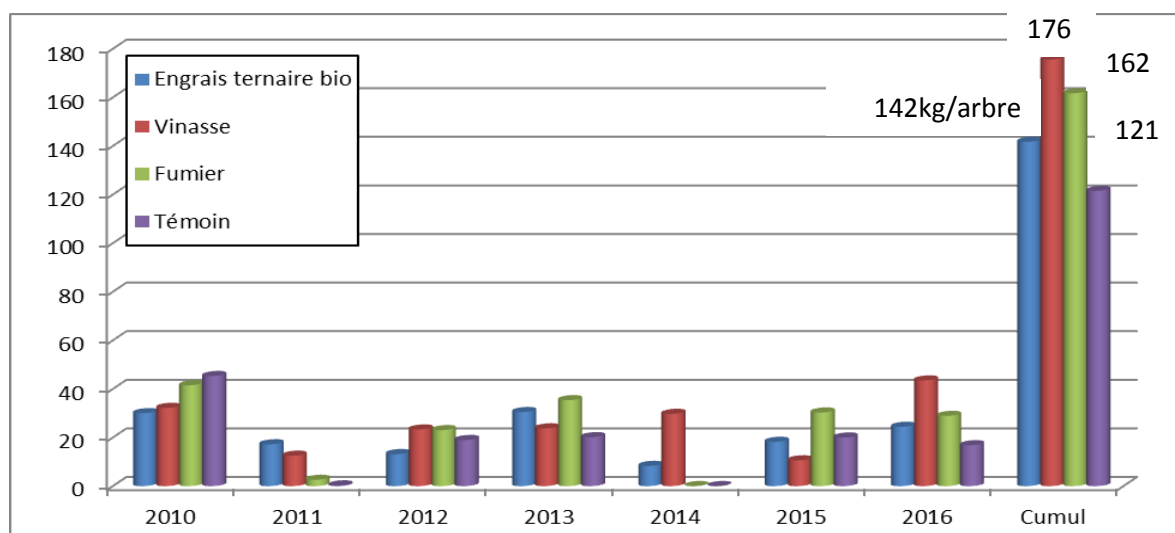
Il semble que les apports de Patentkali et de vinasse aient permis d'augmenter les teneurs en K2O du sol ce qui pourrait être intéressant dans un sol carencé. Le fumier a également permis de remonter un peu la teneur en K2O mais dans une moindre mesure.

Indices de floraison et résultats de production : Récolte faite le 8 novembre 2016

Moda	Témoïn				Fumier				Derôme				Vinasse			
	T0				T1				T2				T4			
	Niveau de floraison	Niveau de charge	Kg/arbre	Poids du fruit (g)	Niveau de floraison	Niveau de charge	Kg/arbre	Poids du fruit (g)	Niveau de floraison	Niveau de charge	Kg/arbre	Poids du fruit (g)	Niveau de floraison	Niveau de charge	Kg/arbre	Poids du fruit (g)
Rép 1	4.15	2.25	22,2	5,7	4.05	2.65	34,3	6,0	4.2	2.65	24,6	5,7	4.25	3.05	55	5,9
Rép 2	4.1	2.1	10,6		3.9	2.5	22,2		3.65	2.4	21		4.15	2.9	33,4	
Rép 3	3.7	2.35	17,7		3.95	2.5	30,2		4.05	2.75	27,7		4.15	3.15	42,2	
Moy	3.98	2.23	16,8	5,7	3.97	2.55	28,9	6,0	3.97	2.60	24,4	5,7	4.18	3.03	43,5	5,9

Les niveaux de floraison sont bons (proches de 4) et quasi égaux entre les modalités. Par la suite, c'est la modalité vinasse qui a eu la meilleure nouaison, suivie par les modalités fumier et vinasse. La modalité témoïn présente quant à elle un indice de charge quasiment divisé par 2 par rapport à l'indice de floraison. Les rendements à la récolte viennent confirmer les notations 'indices de charge'.

Résultats et commentaires pluriannuels



En production cumulée depuis la mise en place de l'essai, les résultats de récolte sont les suivants : **Témoin (121 T/ha/7ans) < Derôme (142 T/ha/7ans) < Fumier (162 T/ha/7ans) < Vinasse (176 T/ha/7ans)**. Les analyses de feuilles au niveau azoté indiquent exactement les mêmes tendances

Au niveau statistique, la modalité vinasse se dégage comme étant la plus productive. Les modalités fumier et engrais derôme sont équivalentes. Elles sont meilleures que le témoin mais moins productives que la modalité vinasse. Au vu des quantités de N et de K apportées au cours de l'essai, on pourrait considérer que l'engrais derôme est décevant car c'est la modalité qui apporte le plus d'unités.

Au total, l'apport de vinasse a permis de gagner 55kg/arbre sur la durée de l'essai, soit près de 8kg/arbre/an. Rapporté à l'hectare (hypothèse 650 arbres/ha), cela fait 36T/ha/7ans, soit environ 5T/ha/an.

Apports/ha sur toute la durée de l'essai (2010 à 2016)

	N	P	K
Témoin	0	0	0
Engrais ternaire bio	456	250	728
Vinasse	399	10	678
Fumier	304	182	559

Résultats de l'analyse statistique (test de Newman Keuls):

ANALYSE DE VARIANCE

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	7444,88	11	676,807				
VAR.FACTEUR 1	5015,987	3	1671,996	5,64	0,03581		
VAR.BLOCS	650,204	2	325,102	1,097	0,39417		
VAR.RESIDUELLE 1	1778,689	6	296,448			17,218	11,47%

PUISSANCE DE L'ESSAI

		RISQUE de 1ere ESPECE		
ECARTS	ECARTS	5%	10%	20%
En %	V.Absolue	PUISSANCE A PRIORI		
5%	7,51	6%	12%	22%
10%	15,01	9%	17%	30%
		PUISSANCE A POSTERIORI		
Moyennes observées		67%	79%	89%

TEST DE NEWMAN-KEULS - SEUIL = 5%

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
4.0	Vinasse	175,6	A	
2.0	Fumier	161,667	A	B
1.0	Derôme	141,733	A	B
3.0	TNT	121,5		B

Essai 2

Parcelle

Lieu : Saint Aubin le Guichard (Eure)

Variété : Douce Moën

Age : 18 ans

Année de mise en place : mars 2010

Modalités testées

5 modalités

- Témoin sans fertilisation
- .2Vinasse de betterave : 4 T/ha le 12/03/2015
- Fumier de bovin : 18 T/ha le 12/03/2015
- Engrais biologique formulé (Derome) : 800 kg/ha + Patenkali 300 kg/ha le 12/03/2015
- Activateur de sol : un apport de 200 kg/ha le 12/03/2015

Programme d'apports 2015

Le nombre total d'unités apportées est calculé à partir de la composition donnée par la société pour l'engrais ternaire et des analyses de laboratoire pour le fumier et la vinasse. Ce nombre d'unités ne signifie pas que la totalité est mise à disposition, surtout dans le cas du fumier pour lequel seule une fraction est minéralisée la première année.

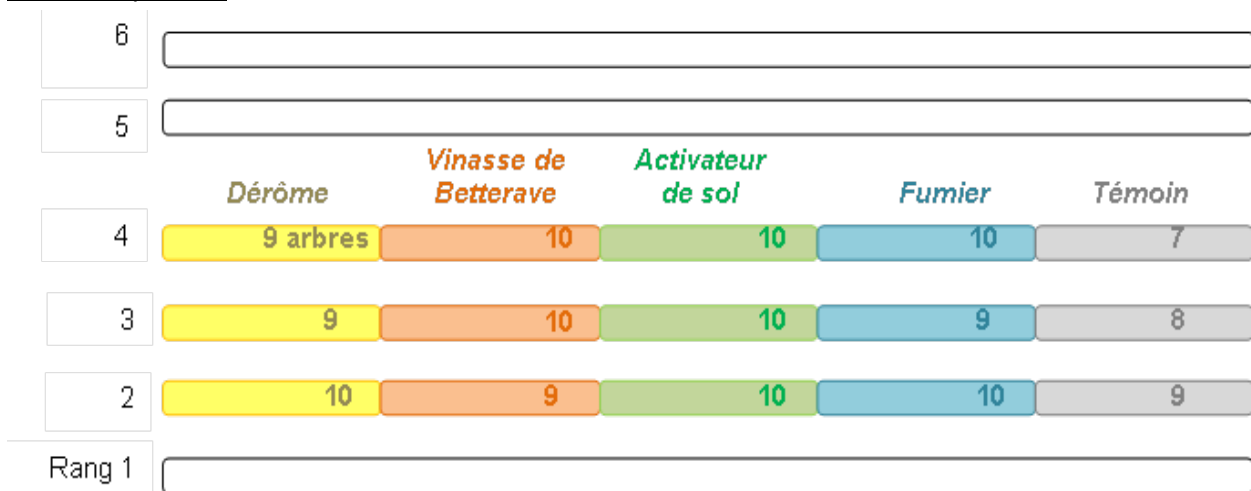
Modalité	Composition D'après analyse par laboratoire agréé			Dose apportée kg/ha	Unités apportées			Patenkali			Total des apports (Unités)		
	N	P	K		N	P	K	Unités K	Dose kg/ha	Unités K apportées	N	P	K
Vinasse	2.26	0.12	9.8	4000	86	4,8	392	aucun apport			86	4.8	392
Fumier	0,26	0,16	0,38	18000	46,8	28,8	68,4	aucun apport			46.8	28.8	68.4
Derome	11	6	2	800	88	48	16	28	300	84	88	48	100

L'analyse montre que la teneur en potasse est beaucoup trop élevée sur ce lot de vinasse. Cela risque de pénaliser la nutrition à terme l'équilibre dans le sol et dans la plante.

Le fumier est très pauvre en azote. Les analyses faites sur le fumier montrent un C/N élevé de 28 et une faible teneur en matière organique. De fait, le potentiel fertilisant calculé/ tonne de ce fumier est très faible : 3 Unités d'N, 2 Unités de P et 4 Unités de K.

Dispositif

Plan de la parcelle



Essai bloc avec 3 répétitions ; disposition non aléatoire des blocs pour des raisons pratiques d'épandage : 7 à 10 arbres par répétition.

Observations

Analyse du fumier et de la vinasse par un laboratoire agréé

Suivi de l'azote dans le sol : prélèvements de terre à la tarière, sur l'horizon 0-30 cm, sur la ligne de plantation sur les 3 rangs et en nombre suffisamment représentatifs (une dizaine) : analyses par un laboratoire agréé : envoi de l'échantillon de sol au laboratoire en maintenant au froid

Analyse de feuilles au stade F2 + 60 jours

Floraison : note de floraison de 1 à 5 sur chaque arbre

Récolte : poids total et poids de 100 fruits

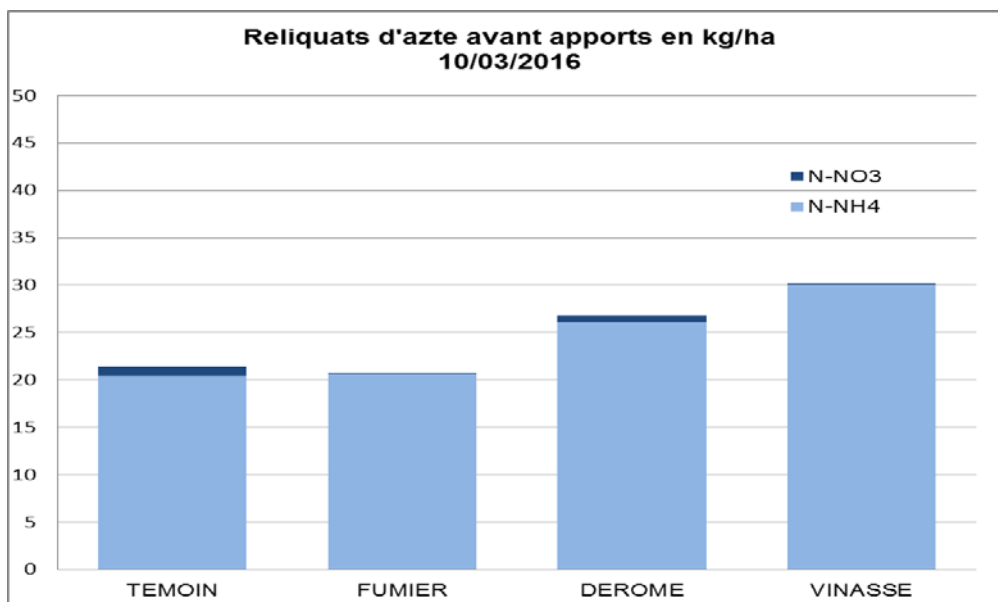
Résultats

Composition des engrais apportés

Fumier

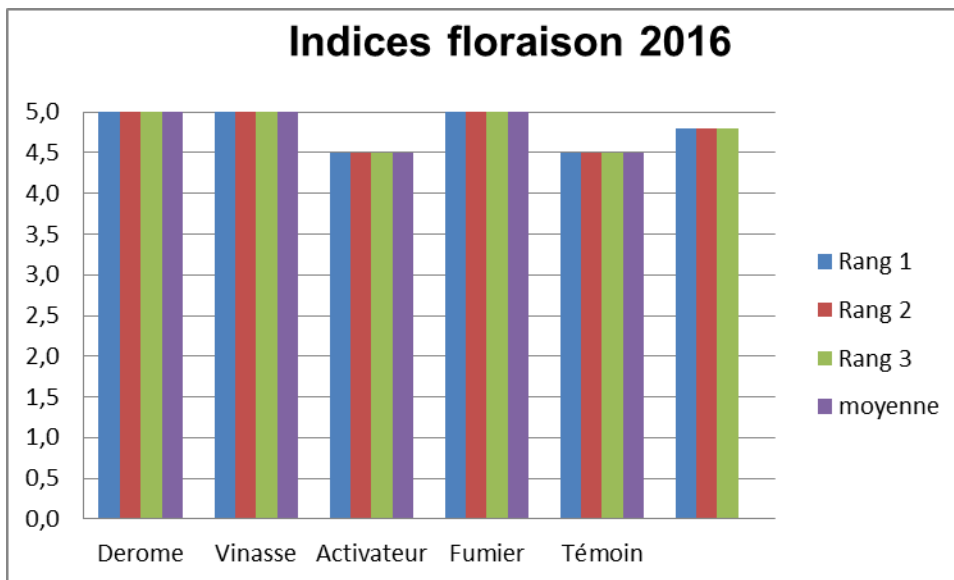
	Fumier de bovin apporté sur l'essai	Valeurs de référence
Humidité (%)	83	76
Matières organiques (%)	10.7	15.8
Matières minérales (%)	6.2	7.4
Azote total	0.33	0.3-0.4
Phosphore	0.15	0.1-0.2
Potasse	0.54	0.8

Reliquats d'azote



Les valeurs de reliquats azotés avant apport sont peu différentes selon les modalités. On remarque une teneur en azote dans le sol légèrement supérieure pour les modalités vinasse et derôme.

Indice de floraison : le 17/05/2016



La floraison 2016 est très bonne sur toutes les modalités. Le retour est particulièrement satisfaisant pour les modalités Derôme et vinasse qui avaient eu le meilleur rendement en 2015 (respectivement 50 et 45 Kg/arbre).

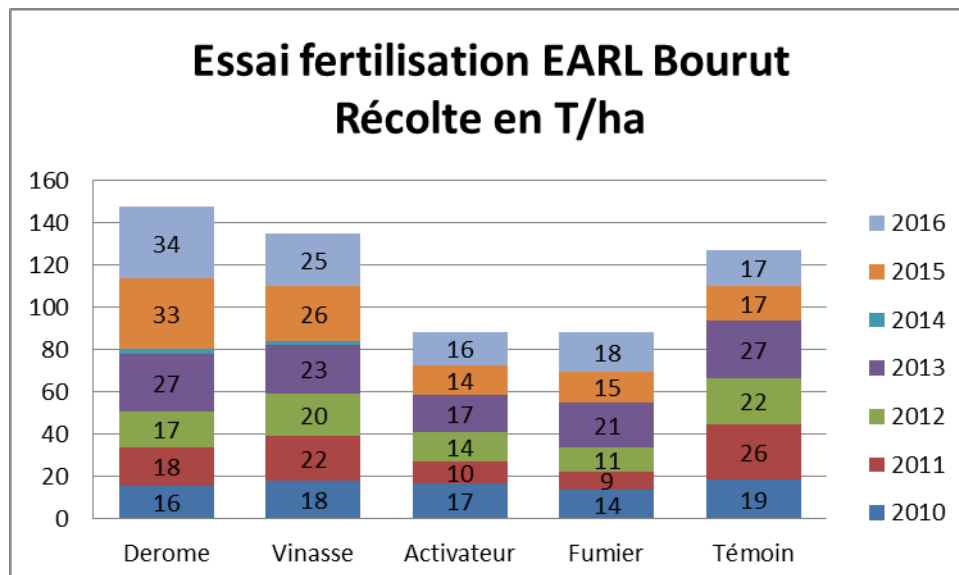
Récolte : le 03/11/2016

En 2015, on avait observé que les modalités fumier, activateur et témoin « décrochaient » et n'arrivaient pas à retrouver leur rendement de 2013, après une année 2014 en complète alternance « off ».

Pour le fumier et l'activateur, on a vu ci-dessus que cela est dû à leur faible floraison 2015.

En revanche, pour le témoin qui avait bien fleuri (indice 4.5) cela met en évidence le problème de nouaison lié au manque d'alimentation des arbres end ébut de saison.

Les modalités Derome et Vinasse ont le rendement le plus élevé enregistré depuis le début de cet essai. Ces 2 types d'apport semblent donc bien favoriser à la fois le retour à fleur et la nousaison.



En 2015, on avait observé que les modalités fumier, activateur et témoin « décrochaient » et n'arrivaient pas à retrouver leur rendement de 2013, après une année 2014 en complète alternance « off ».

Ceci est confirmé en 2016 avec un retou très satisfaisant sur ces deux modalités.

Après plusieurs années d'essai, les apports d'engrais organique ternaire 10/06/02 (Derôme) et de vinasse de bettrave ont permis d'obtenir les meilleurs rendements. Le fumier donne des résultats décevants.

Le témoin sans apport, après un démarrage satisfaisant sans doute dû à un « arrière effet » de la fertilisation précédent l'essai, décroche nettement après 5 ans d'essai.

Analyses minérales de feuilles : prélèvement le 12/07/2016 (F2 + 65 j)

	Unités	Derome	Vinasse	Fumier	Témoin	Niveau moyen
<i>Analyses constitutives et chimiques</i>						
MS (matières sèches)	% brut	36,7	37,1	37,7	39,1	
MM (matières minérales)	% MS	6,4	6,2	6,4	5,7	
MO (matières organiques)	% MS	93,6	93,8	93,6	94,3	
MAT (matières azotées totales)	g/Kg MS	122	125	111	100	
<i>Analyses minérales/ éléments majeurs et secondaires</i>						
N (azote total)	% MS	2	2	1,8	1,6	2,4-2,9
P (phosphore total)	% MS	0,26	0,22	0,29	0,26	0,22-0,27
K (potassium total)	% MS	2,03	2,1	2,06	1,75	1,45-1,76
Mg (magnésium total)	% MS	0,16	0,14	0,14	0,14	0,26-0,32
Ca (Calcium total)	% MS	0,94	0,84	0,91	0,85	1-1,6
Na (Sodium total)	% MS	0,01	0,01	0,01	0,01	
<i>Analyses minérales/ oligo-éléments</i>						
Cu (cuivre total)	mg/Kg MS	6,3	6,1	6,2	5,5	25-140
Zn (Zinc total)	mg/Kg MS	9,3	10	8,1	7,8	15-25
Mn (Manganèse total)	mg/Kg MS	37,7	30,9	30,6	27,6	25-140
Fe (Fer total)	mg/Kg MS	14,5	11	4,3	0,4	60-240
B (Bore total)	mg/Kg MS	36,8	21,5	24,1	22,6	25-40

L'analyse minérale de feuilles montre que :

- la teneur en N dans les feuilles est bien remontée depuis 2014 et approche maintenant la « valeur cible » de 2 %. pour les modalités Derôme et vinasse. Ce n'est pas le cas pour le témoin qui reste carencé en azote et à moindre titre pour la modalité fumier.
- les teneurs dans les principaux éléments sont correctes, un peu élevées en potasse, ce qui explique sans doute les teneurs faibles en magnésie qui nécessiteraient un complément foliaire.
- Pour les oligo-éléments, les teneurs en bore et en zinc sont insuffisantes, quelle que soit la modalité, ce qui nécessiterait également un complément foliaire.
- Les teneurs en magnésie et en calcium sont faibles ce qui est sans doute lié à la teneur en potasse un peu élevée

Commentaires

Après une année 2015 correcte, la parcelle présente des niveaux de rendements 2016 très différents selon les modalités, avec un niveau très nettement supérieur pour les modalités Derome et Vinasse.

L'analyse de l'ensemble des données depuis le début de cet essai montre que ces 2 types d'apports permettent d'améliorer tous les indicateurs suivis : floraison, rendement, niveau d'azote dans le sol et dans les feuilles. La corrélation entre ces différents facteurs montre que l'engrais ternaire Derome et la vinasse sont des fertilisants intéressants pour améliorer le potentiel de production d'un verger cidricole conduit en AB. Cependant ce propos est à nuancer pour la vinasse car les teneurs en potasse trop élevées constatées depuis 2 ans sur cet essai pourraient sans doute constituer un problème sur la durée.

Le fumier montre des résultats décevants depuis le début de cet essai. Ceci est sans doute lié en partie au fumier apporté qui montre une faible capacité à minéraliser de l'azote.

L'activateur n'a montré aucune efficacité dans cet essai depuis 2010 et les apports n'ont donc pas été réalisés en 2016

Le témoin « décroche » nettement après 5 années d'essai et montre des niveaux de floraison et de charge insuffisants.

Conclusion

Ces différents éléments permettent de conclure, après 7 années d'essai, que la fertilisation organique d'un verger cidricole adulte conduit en agriculture biologique est un point primordial pour assurer une production compatible avec une rentabilité économique et qu'il existe des solutions d'apports donnant des résultats satisfaisants.