

ESSAI D'UN COMPOST URBAIN EN VERGER DE CLEMENTINIERS



Compte-Rendu 2012

Code de l'essai : EFE.CLE.02.12

Rédacteur : Marine Blouin

Partenaires



**LOMBRI
CORSE**



INRA
Institut National de la Recherche Agronomique

ESSAI D'UN COMPOST URBAIN EN VERGER DE CLEMENTINIERS

Table des matières

PRESENTATION DE L'ESSAI	1
ENJEUX ET OBJECTIFS	1
MATERIEL ET METHODE	2
Caractéristiques du compost urbain utilisé	2
Composition - Typologie	2
Stabilité du produit	2
Fourniture du sol en azote	3
Teneurs en Phosphore et Potassium	3
Remarque : intérêt de l'essai vis-à-vis des résultats émis par la SADEF	3
Le site expérimental	4
Dispositif	4
Le sol	4
Doses d'apport	5
Raisonnement de la fertilisation pendant l'essai :	5
Variables observées	6
Vigueur des plants :	6
Production des lignes en essai :	6
Qualité interne	7
Evolution de l'azote minéral dans le sol :	7
Relevé Floristique	7
Analyses de sol	7
RESULTATS	8
Fertilisation apportée en 2012	8
Evolution des taux de nitrates	8
Nitrates	8
Résultats des analyses de sol	9
Vigueur des arbres	10
Rendements	10
Précocité de récolte	11
Calibres	11
Analyses de fruits	12
Flore Adventice	13
CONCLUSION ET PERSPECTIVES	14
BIBLIOGRAPHIE	15

ESSAI D'UN COMPOST URBAIN EN VERGER DE CLEMENTINIERS

Compte-Rendu 2012

Présentation de l'essai

Cet essai a été commandé à l'AREFLEC par la société LOMBRICORSE dans le but d'étudier la possibilité d'utiliser un nouveau produit, le compost des boues urbaines, en agrumiculture. Un essai de fertilisation a ainsi été mis en place sur verger de clémentiniers au printemps 2010.

Enjeux et objectifs

En agriculture, une **fertilisation durable** doit répondre à deux objectifs agronomiques majeurs (Germain et al., 2010) :

- 1/ La satisfaction du besoin des plantes en éléments **nutritifs**, en particulier l'azote,
- 2/ L'entretien du **potentiel du sol** en préservant ses qualités physiques et biologiques.

Bien souvent, dans les pratiques agricoles, la fertilisation n'est raisonnée que dans le premier objectif : les apports, produits et doses, sont définis pour apporter les éléments minéraux dont la plante cultivée a besoin, et la fertilité physique et biologique du sol à long terme n'est pas prise en compte. L'arboriculture corse n'échappe pas à ce phénomène.

Si la volonté de maintien du potentiel sol est très secondaire, c'est souvent à cause du **manque de produits adaptés** à des prix raisonnables. En Corse notamment, les fertilisants minéraux sont les plus simples à trouver et à utiliser. Quelques fertilisants organiques sont également sur le marché ; ce sont la plupart du temps des produits à minéralisation rapide, comme les fientes de volailles ou les farines de plumes. Engrais minéraux et organiques à minéralisation rapide apportent, certes, des éléments nutritifs utilisables par la vie microbienne, et intensifie ainsi périodiquement l'activité biologique du sol. Cependant, ces deux types de produits ne permettent pas d'améliorer l'état physique du sol (Salducci, 2009).

D'après l'INRA de Bordeaux (rapporté par Salducci en 2009) les **composts de déchets verts et les composts urbains** sont doués de ces deux capacités à la fois. Ces derniers représentent une voie plus durable vis-à-vis à la fois de l'entretien des qualités du sol en arboriculture et du recyclage des déchets que constituent les boues de station d'épuration.

Matériel et méthode

Caractéristiques du compost urbain utilisé

Ce compost est produit à partir de boues issues de station d'épuration par LOMBRICORSE. Nous présenterons ici une synthèse des analyses réalisées par la SADEF en 2008 sur ce produit.

Composition - Typologie

Le compost urbain de LOMBRICORSE présente près de 50 % de matières minérales (contre 20 % pour les amendements organiques) et, au sein des matières organiques, une part importante de lignine et de cellulose (un peu plus de 60%), alors que les engrais organiques types en contiennent seulement 25 %. Ces éléments font entrer ce compost urbain dans la catégorie 'Produits riches en matières minérales' : il contient une quantité importante de matière minérale, laquelle, en s'associant avec les matières organiques non solubles du produit, ne sera que très lentement libérée dans le sol (contrairement aux engrais organiques).

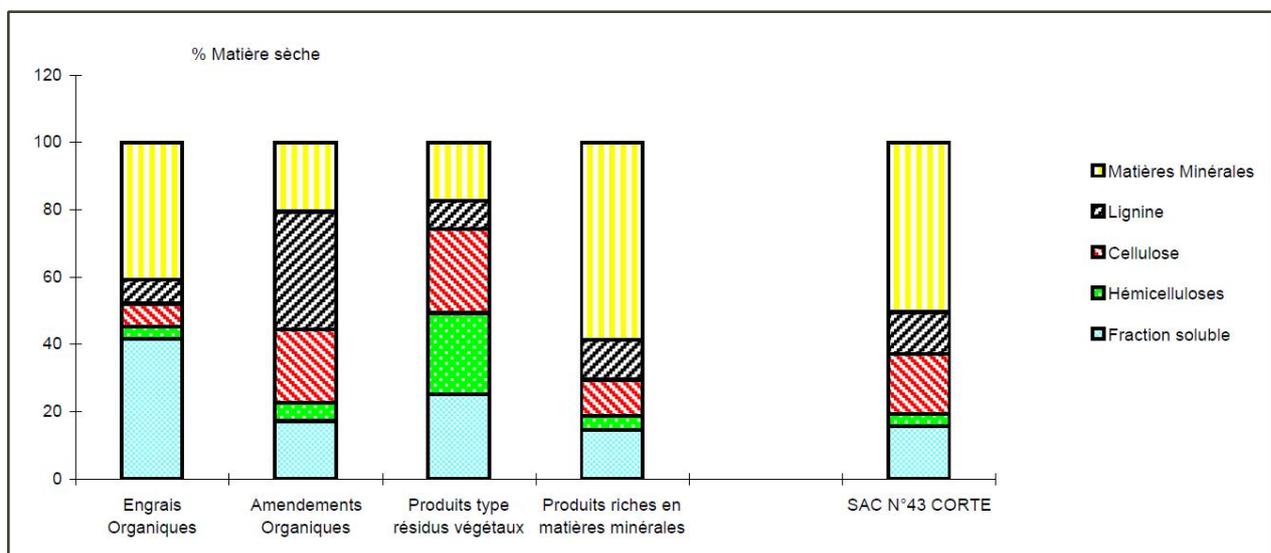


Figure 1 : Comparaison de la composition de la matière sèche du produit étudié en % avec la composition moyenne (Source : SADEF)

Stabilité du produit

L'Indice de Stabilité Biologique (ISB) du compost analysé est égal à 0,52. L'ISB représente capacité d'un produit organique à résister à la biodégradation et à fournir au sol des matières humiques, gages de l'entretien de sa fertilité physique ; c'est un indicateur d'évolution des matières organiques d'un produit. D'après Salducci (2009), l'ISB d'un engrais organique type fientes de volailles est compris entre 0,05 et 0,25, et celui d'écorces de résineux est compris entre 0,70 et 0,95.

Ainsi, 52 % de la matière organique du compost donnera des matières humiques (soit 216 kg de matière organique stable par tonne de produit brut). Le produit est capable de fournir (lentement) des éléments nutritifs minéraux au sol (et par voie de conséquence aux plantes et micro-organismes) tout en améliorant l'état physique du sol.

Fourniture du sol en azote

La teneur en azote du produit brut est comprise entre 1,1 % et 1,5 %.

Les analyses de la SADEF ont montré que la majeure partie de l'azote contenu dans le produit ne sera disponible que sur le long terme. :

- Entre 2 % et 5,5 % de l'azote est immédiatement disponible,
- Au maximum 1,8 % de l'azote du compost est disponible à moyen terme (dans les 8 mois). Il paraît même envisageable que (au maximum) l'équivalent de 2 % de l'azote du produit soit enlevé du sol : dans ce cas le compost ne restitue pas d'azote à moyen terme mais engendre une consommation de cet élément. En effet, l'apport va stimuler fortement l'activité microbienne ; ces microbes vont alors avoir besoin d'azote (minéral) pour se nourrir et fournir l'énergie nécessaire à leur activité. Ceux-ci vont alors consommer plus d'azote que n'en libère le compost, et par conséquent en puiser dans le sol (phénomène dit de faim d'azote).
- La quasi-totalité de l'azote du produit (92% au minimum) sera disponible à long terme, *i.e.* dans les 15 mois d'après la SADEF.

Teneurs en Phosphore et Potassium

- Teneur en Phosphore : 2,8 % (du produit brut)
- Teneur en Potassium : 0,2 % (du produit brut)

Remarque : intérêt de l'essai vis-à-vis des résultats émis par la SADEF

Les analyses synthétisées ici ont été réalisées en condition de laboratoire, et les durées relatives à la disponibilité de l'azote ont été estimées par la SADEF à partir de valeurs moyennes de caractéristiques de sol. L'essai, *via* le suivi de l'azote minéral du sol permettra d'affiner ses valeurs aux conditions corses.

Le site expérimental

Une parcelle de clémentiniers clone SRA 535 greffés sur Citrange Carrizo, et plantée en 2002 sert de support à cet essai, qui a débuté en 2010.

Dispositif

Le dispositif est divisé en quatre blocs, chacun des blocs représentant une modalité :

- BLOC **MIN** : Un bloc fertilisé minéralement (référence), composé de 3 lignes de 12 arbres adjacentes
- BLOC **½ dose** : Un bloc non fertilisé depuis 2002 (témoin non traité), composé de 3 lignes de 12 arbres adjacentes, et fertilisé à demi-dose en 2012 (demi-dose par rapport au bloc MIN (ancien bloc NF)
- BLOC **C2** : Un bloc avec apport de compost en 2010 et en 2011, composé de 3 lignes de 6 arbres adjacentes. En 2012, un apport de demi-dose (par rapport au bloc MIN) est réalisé.
- BLOC **C1** : Un bloc avec apport de compost en 2010 et non fertilisé en 2011, composé de 3 lignes de 6 arbres adjacentes. Ce bloc a été mis en place dans l'objectif d'évaluer la mise à disposition des éléments apportés par le compost en 2010 est réalisé.

Le sol

Caractéristiques communes aux trois blocs

pH : 6,5.

Granulométrie : Le sol sur la parcelle est sablo-limoneux. Une part importante de ces argiles est d'ordre granulométrique. Les quantités d'argiles minéralogiques et de limons fins sont limitées et de qualité médiocre (Coefficient de fixation faible, proche de 0,7).

Fertilité chimique : La Capacité d'Echange Cationique est faible (de l'ordre de 11 meq/100 g de sol), en raison de la qualité des argiles et limons fins. Le sol dispose donc d'une faible réserve en éléments minéraux. De plus, sur l'ensemble de la parcelle, on constate des teneurs en potassium et en manganèse élevées, mais des niveaux de phosphore et de bore plutôt faibles.

Activité biologique : Les analyses de 2008 ont montré une activité biologique élevée sur la parcelle (note de 91/100).

Structure du sol : Un profil pédologique a mis en évidence la sensibilité de la parcelle à la compaction, ainsi qu'un chevelu racinaire peu dense.

Différence entre les blocs

Topologie : La parcelle est en pente, et les blocs sont disposés perpendiculairement à cette pente : le bloc compost est situé en haut de la parcelle, alors que les deux autres blocs sont situés en bas.

Capacité de drainage : L'étude des profils pédologiques réalisés en 2006 a montré que le drainage semble favorisé dans le bloc 'Compost' ; la capacité d'évacuation de l'eau, et de lessivage, y serait donc supérieure.

Matière organique : La teneur en matière organique évaluée en 2008 est moyenne sur les blocs 'Non fertilisé' et 'Fertilisation minérale' (2,3 %). Elle est un peu plus faible sur le bloc 'Compost' (1,8 %).

Doses d'apport

Le tableau ci-après présente les apports réalisés avant 2012 sur les quatre blocs en essai. Les engrais apportés sont de type minéral sauf si la mention COMPOST est inscrite.

	2007	2008	2009	2010	2011
Bloc MIN	68 UN – 35 UP	75 UN – 17 UP	120 UN – 36 UP	136 UN – 40 UP	160 UN -43 UP – 80 UK
Bloc ½ dose	Aucun apport	Aucun apport	Aucun apport	Aucun apport	Aucun apport
Bloc C1	68 UN – 35 UP	75 UN – 17 UP	120 UN – 36 UP	COMPOST : 160 UN / 300 UP /19 UK	Aucun apport
BLOC C2	68 UN – 35 UP	75 UN – 17 UP	120 UN – 36 UP	COMPOST : 160 UN / 300 UP /19 UK	COMPOST : 160 UN / 300 UP /19 UK

Raisonnement de la fertilisation pendant l'essai :

Doses : Les doses apportées au cours de l'essai sont définies sur la base d'analyses de sol de manière à garantir une nutrition optimale des plants. Les valeurs des besoins des plants en éléments minéraux sont issues des travaux d'Aubert et Vullin (2004).

- Pour la modalité 'Fertilisation minérale', l'apport est raisonné en fonction des besoins en azote (N), phosphore (P) et potassium (K) des plants.
- Pour la modalité 'Compost', l'apport est calculé en fonction de la quantité de N à apporter.

Fractionnement : Le compost est apporté en une fois. Compte tenu de la faible CEC du sol, l'apport d'engrais minéral a été fractionné en trois apports.

Variables observées

Vigueur des plants

La circonférence du porte greffe et du greffon est relevée sur un échantillon de six arbres de chaque modalité, choisis aléatoirement, situés sur la ligne centrale du bloc.

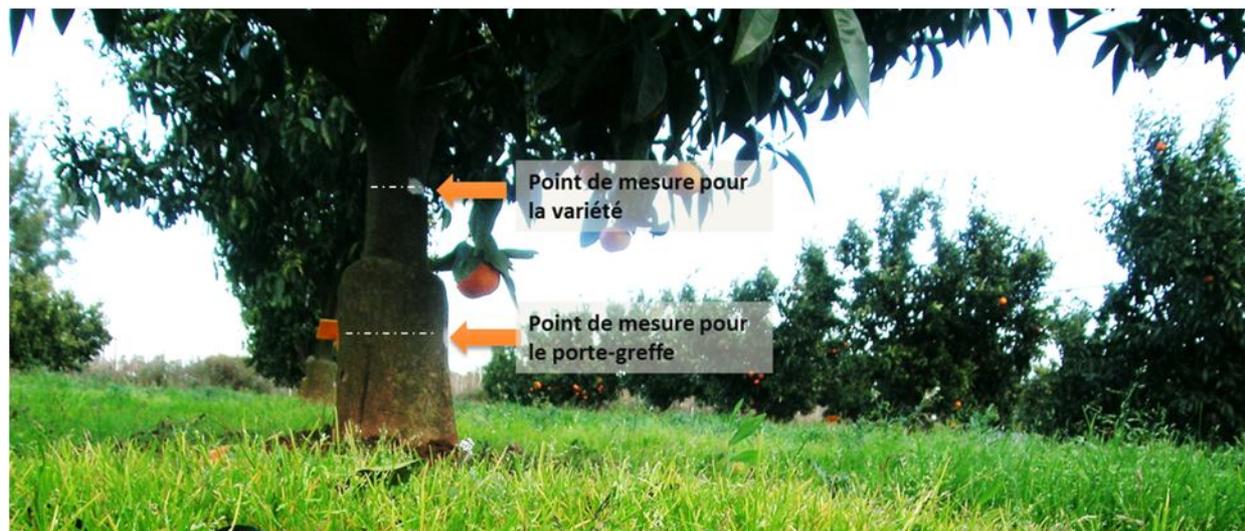


Figure 2 : Points de mesure pour les relevés de vigueurs sur clémentinier. Photographie prise sur la parcelle de l'essai en hiver 2011.

Le gain relatif en vigueur des entre 2007 et 2011 a été estimé pour chaque arbre de chaque modalité. Celui-ci est calculé via la formule :

$$\text{Gain en vigueur} = \frac{\text{Circonférence 2011} - \text{Circonférence 2007}}{\text{Circonférence 2007}}$$

Production des lignes en essai :

Les **rendements** et **calibres** des arbres en essai sont mesurés sur un échantillon de six arbres de chaque modalité, choisis aléatoirement, situés sur la ligne centrale du bloc.

Le tableau ci-après rappelle les classes de calibres en vigueurs pour la clémentine ne France, notamment les classes de calibres éligibles à l'Indication Géographique Protégée Clémentine de Corse.

Tableau 1 : Calibres des clémentines : Correspondance en diamètre et en poids - Eligibilité à l'IGP . CEBFL : Comité Economique de Bassin Fruits et Légumes.

	Calibre	Diamètre des fruits (normes du	Poids du fruit (équivalence moyenne)	Calibre éligible à l'IGP
Très gros calibre	0	> 71 mm	> 120 g	Non
Gros calibres	1	63 à 71 mm	99 à 120 g	Oui
	2	58 à 63 mm	80 à 99 g	Oui
	3	54 à 58 mm	65 à 80 g	Oui
Calibres moyens	4	50 à 54 mm	55 à 65 g	Oui
	5	46 à 50 mm	42 à 55 g	Oui
Petits calibres	6	43 à 46 mm	37 à 42 g	Non
	7 et 8	41 à 43 mm	0 à 37 g	Non

Calcul du calibre moyen

Pour chaque arbre le calibre moyen des fruits est calculé :

$$\text{Calibre moyen} = \frac{\sum_{i=0}^8 [(\text{rendement en fruit de calibre } i) \times i]}{\text{Rendement}}$$

Qualité interne

Acidité du jus : Quantité d'acide citrique pour 100 g de jus, sur le jus de 20 fruits par arbre au premier passage de récolte

Afin d'être certifiée dans le cadre de l'IGP Clémentine de Corse, l'acidité doit être comprise entre 0,65 et 1,4 g d'acide citrique pour 100 g de jus.

Teneur en sucre du jus : Mesuré par réflectométrie (exprimé en °Brix) sur le jus de 20 fruits par arbre au premier passage de récolte

Afin d'être certifiée dans le cadre de l'IGP Clémentine de Corse, le rapport sucre/acide du jus doit être compris entre 8 et 17°Brix.

Evolution de l'azote minéral dans le sol :

Les séries d'échantillons sont prélevées à une profondeur comprise entre 5 cm et 30 cm. Sur chaque modalité et pour chaque série, 7 échantillons sont prélevés à 60cm des arbres dans l'inter-rang et 7 sont prélevés à 60cm des arbres sur la ligne. Les 14 échantillons sont mélangés et tamisés. Un échantillon par modalité est ensuite préparé pour analyse réflectométrique grâce à l'appareil de mesure RQFlex +.

Relevé Floristique

Six relevés floristiques seront réalisés par modalité. Chacun portera sur une zone de 4m de long sur 2m de large entre deux arbres.

Les 5 à 10 espèces dominantes seront identifiées et associées à un coefficient de recouvrement : le coefficient de Braun-Blanquet. Ce dernier utilise une échelle de 6 valeurs (de 1 à 5). Un coefficient de recouvrement pour l'ensemble de la flore adventice sera également défini.

Coef.	5	4	3	2	1	i
%	75 à 100	50 à 75	25 à 50	5 à 25	< 5	Quelques individus

Le coefficient de Braun-Blanquet

Analyses de sol

En octobre 2012, des prélèvements de terre ont été envoyés dans un laboratoire d'analyse spécialisé.

Résultats

Fertilisation apportée en 2012

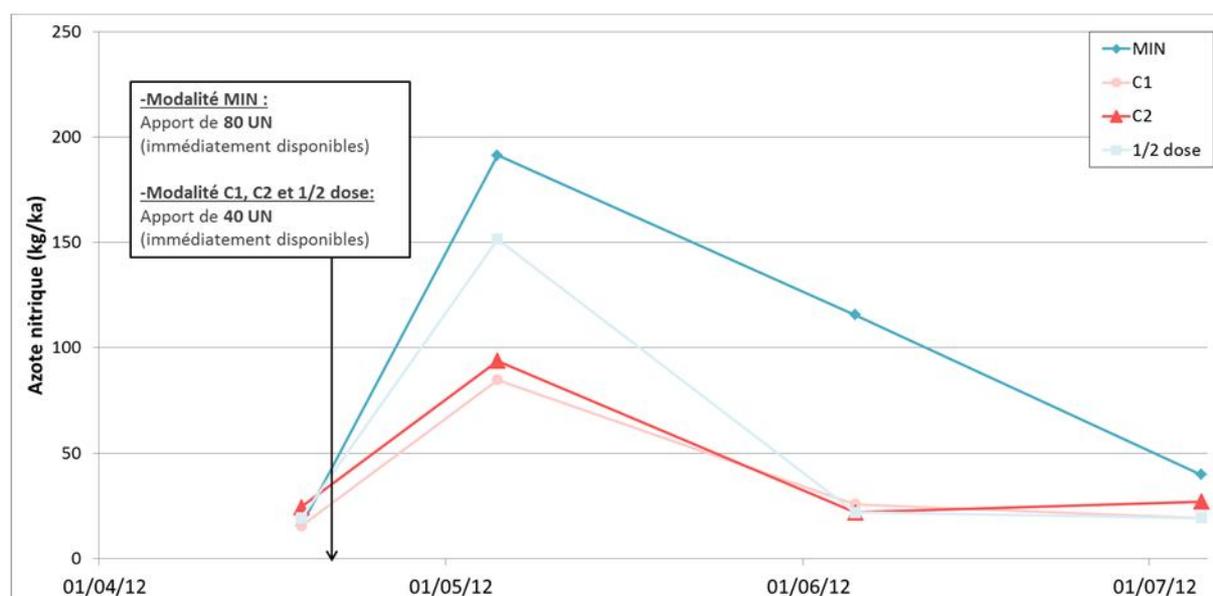
Modalité	Eléments	Apports en unité/ha			
		06/04	05/07	14/08	Total
BLOC MIN	Azote	80	40	40	160
	Phosphore	30	7,5	7,5	45
	Potassium	90	0	0	80
BLOC ½ dose	Azote	40	20	20	80
	Phosphore	15	3,5	3,5	22
	Potassium	45	0	0	80
BLOC C1	Azote	40	20	20	80
	Phosphore	15	3,5	3,5	22
	Potassium	45	0	0	80
BLOC C2	Azote	40	20	20	80
	Phosphore	15	3,5	3,5	22
	Potassium	45	0	0	80

Sachant que la quasi-totalité de l'azote du produit (92% au minimum) sera disponible dans les 15 mois après apport d'après la SADEF, le bloc C2 devrait bénéficier de l'azote apporté en 2011 par le compost, soit 92% de 160 UN = 147 UN.

Evolution des taux de nitrates

Nitrates

Le graphique ci-dessous représente la dynamique de l'azote entre mars et juillet 2012 (avant le second apport d'engrais).



	Apport d'azote avec les engrais début avril (kg N/ha)	Gain en azote nitrique entre avril et mai (kg N/ha)	Perte en azote nitrique entre mai et juillet (kg N/ha)
MIN	80	176	152
½ dose	40	132	132
C1	40	69	66
C2	40	69	67

Nous observons pour toutes les modalités une augmentation de la teneur en azote nitrique dans le sol. Cette augmentation est imputable à :

- Les apports d'azote réalisés début avril
- La minéralisation naturelle de l'azote, intense au printemps

Sur les modalités compost le gain en azote a été limité ; une minéralisation nette moins importante de l'azote sur ces modalités pourrait en être la cause.

Entre mai et juillet, les arbres consomment de plus en plus d'azote. La quantité d'azote nitrique diminue sur l'ensemble des modalités. La diminution d'azote nitrique dans le sol entre mai et juillet pour C1 et C2 est deux fois importante que pour les autres modalités. On peut supposer que les arbres ont moins consommé d'azote sur ces modalités.

Résultats des analyses de sol

Le tableau ci-après synthétise les principaux résultats des analyses de sol en laboratoire :

	Taux de matière organique (%)		Rapport C/N		P2O5 (mg/kg)	
MIN	1,80	Satisfaisant	9,3	Satisfaisant	46	Très faible
½ dose	1,94	Satisfaisant	10,1	Satisfaisant	10	Très faible
C1	1,27	Faible	7,7	Légèrement faible	6	Très faible
C2	1,48	Faible	7,5	Légèrement faible	17	Très faible

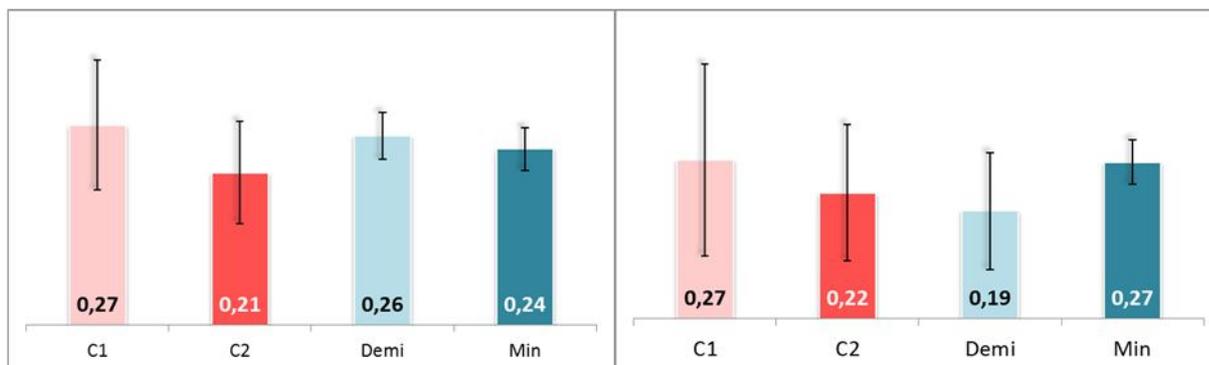
On voit que malgré les apports de compost, la teneur en matière organique sur les modalités C1 et C2 est faible, et même inférieure à celle des modalités sans apport de compost. De plus, le rapport Carbone/Azote (C/N) légèrement faible des modalités C1 et C2 est un indice d'une minéralisation rapide de la matière organique.

Concernant le phosphore, on voit que la très grande quantité de phosphore apportée avec le compost n'est pas présente en 2012 sous forme assimilable (P2O5).

Vigueur des arbres

Les graphiques ci-après présentent les gains en vigueur du porte-greffe et de la variété entre 2010 et début 2013

Ce gain en vigueur entre 2010 et 2011 n'est pas significativement différent entre modalités ($- p = 0,052$ pour le porte-greffe et $p=0,793$ pour la variété). On remarque pour les arbres ayant reçu des apports de compost, une plus grande variabilité (cf. écart-type) de croissance des arbres.

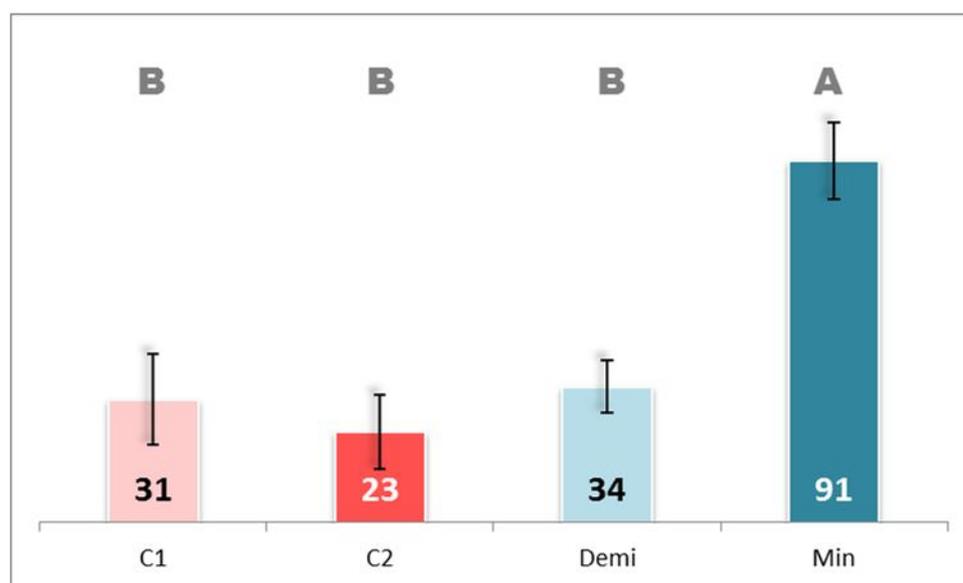


Graphique 2a : Gain en vigueur du porte-greffe entre 2010 et 2013 .Les barres d'erreurs représentent les écart-types.

Graphique 1b : Gain en vigueur de la variété entre 2010 et 2013 .Les barres d'erreurs représentent les écart-types.

Rendements

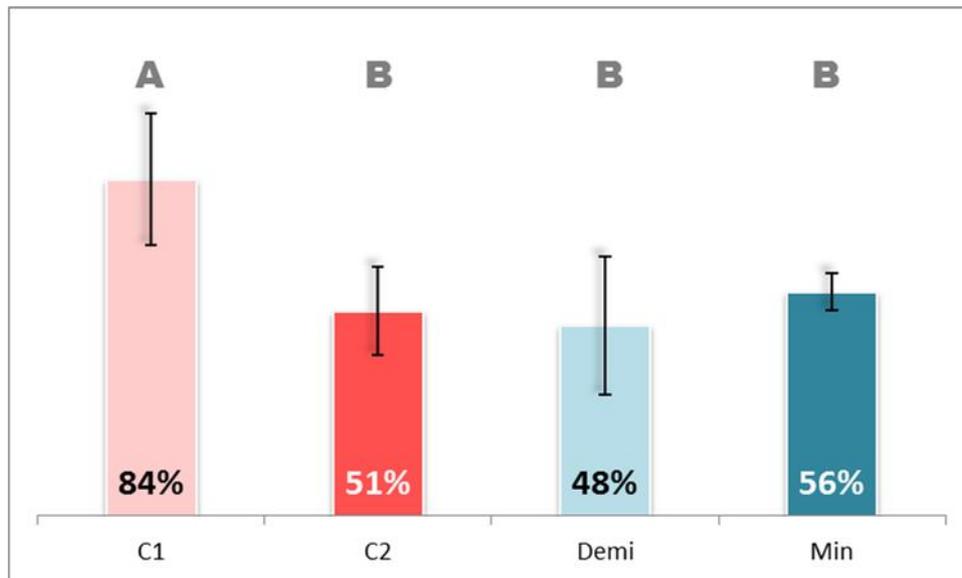
Les arbres des modalités compost C1 et C2 et du bloc ½ dose ont produit trois fois moins que les arbres du bloc MIN. La différence est très significative ($p=0,000$).



Graphique 3 : Rendement moyen par modalité en 2012 (en kg/arbre). Les barres d'erreurs représentent les écart-types. Les modalités présentant une lettre (a ou b) identique ne sont pas significativement différentes au seuil de 5%.

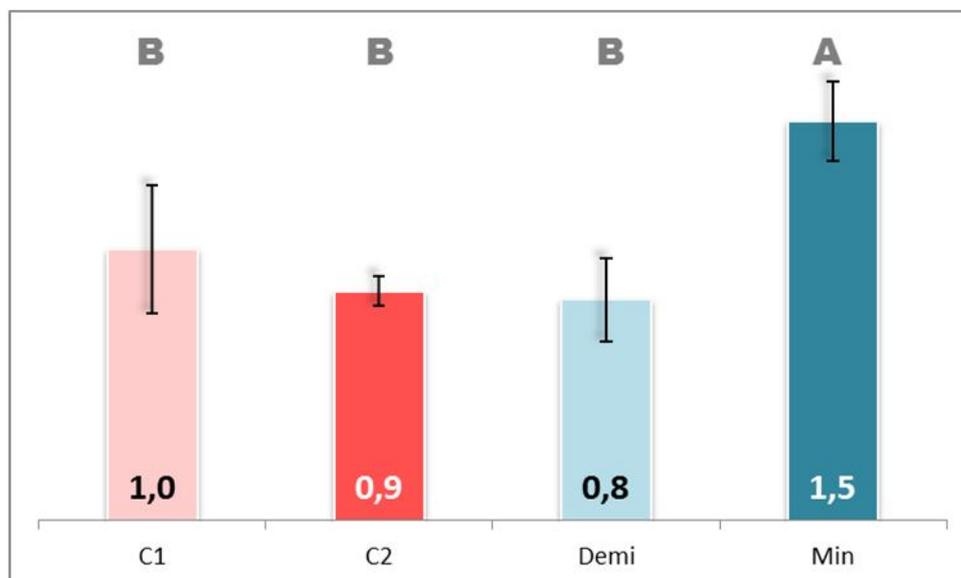
Précocité de récolte

Nous pouvons voir sur le graphique ci-après la différence de précocité entre modalité ($p=0,000$). La modalité C1 se démarque fortement avec plus de 80% de fruits récoltés au premier passage.



Graphique 4 : Proportion de fruits ramassés au premier passage en 2012 (en kg/arbre). Les barres d'erreurs représentent les écart-types. Les modalités présentant une lettre (a ou b) identique ne sont pas significativement différentes au seuil de 5%.

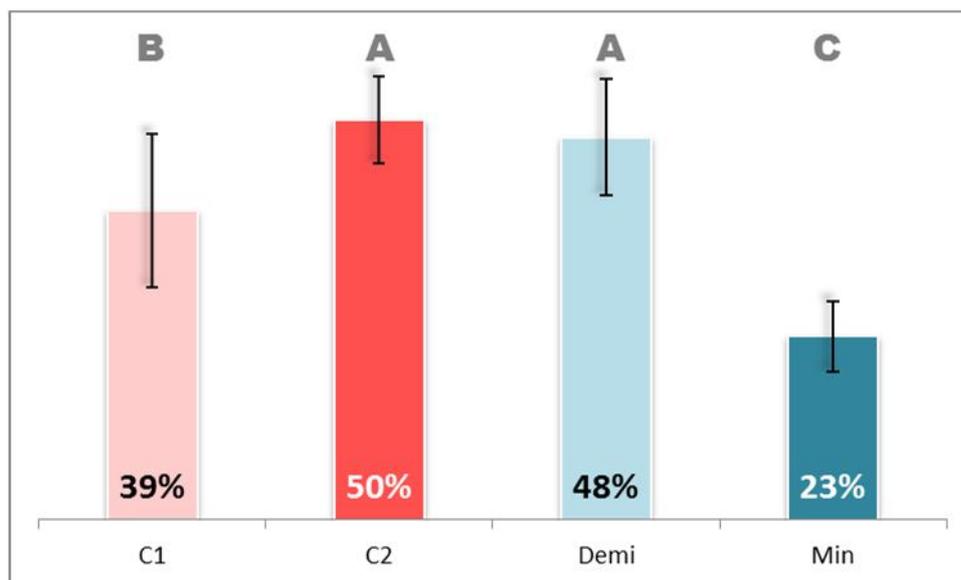
Calibres



Graphique 5 : Calibre moyen par modalité en 2012 (en kg/arbre). Les barres d'erreurs représentent les écart-types. Les modalités présentant une lettre (a ou b) identique ne sont pas significativement différentes au seuil de 5%.

Le calibre moyen des fruits est significativement différents entre modalité ($p=0,000$) : le calibre de la modalité MIN est significativement supérieur à celui des autres modalités.

Si l'on compare la part des fruits de très gros fruit (calibre 0 – $p=0,000$), on observe une très forte proportion de calibre 0 (près de la moitié) sur les arbres des blocs C2 et Demi. Le bloc C1 est intermédiaire, est le bloc MIN comporte la plus faible part de trop gros fruit.

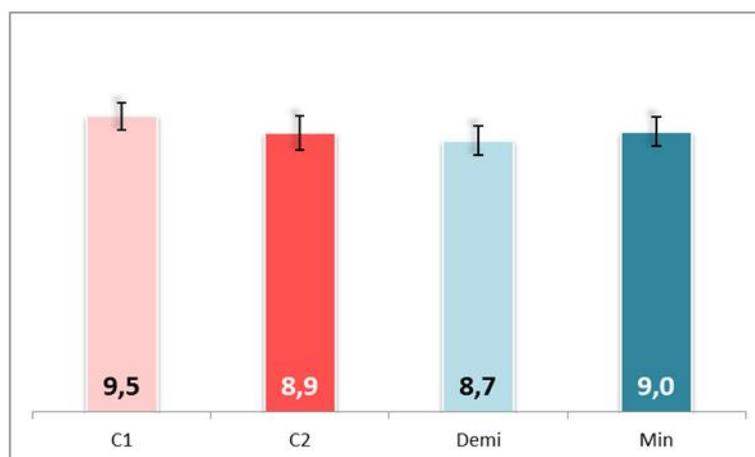


Graphique 6 : Proportion de fruits de calibre 0 par modalité en 2012 (en kg/arbre). Les barres d'erreurs représentent les écart-types. Les modalités présentant une lettre (a ou b) identique ne sont pas significativement différentes au seuil de 5%.

La quantité de gros fruit plus importante sur les modalités C1, C2 et Demi s'explique par les rendements faibles sur ces modalités. Nous notons d'ailleurs une bonne corrélation entre le calibre moyen des fruits et le rendement, avec un coefficient de corrélation de 0,799.

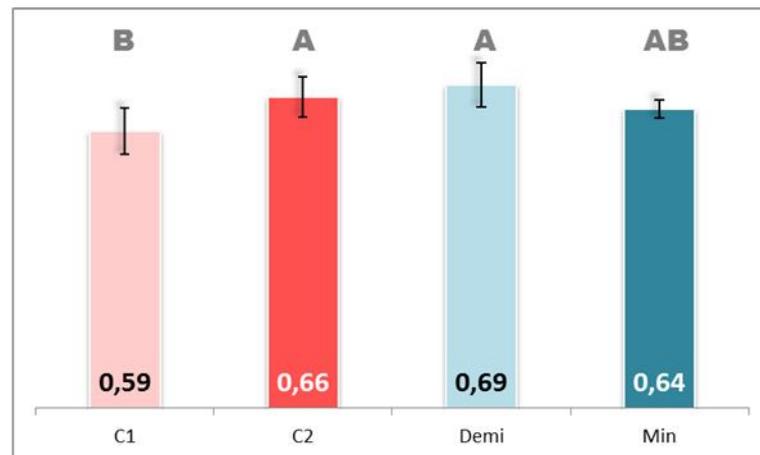
Analyses de fruits

Aucune différence significative n'est observée concernant le taux de sucre en 2012 ($p=0.061$).



Graphique 7 : Taux de sucre par modalité en 2012 (en °Brix)

Par contre l'acidité des fruits est significativement différente entre modalité : le bloc C1 a porté les fruits les moins acides, les blocs C2 et demi les plus acides. Les fruits du bloc Min ont montré une acidité intermédiaire.

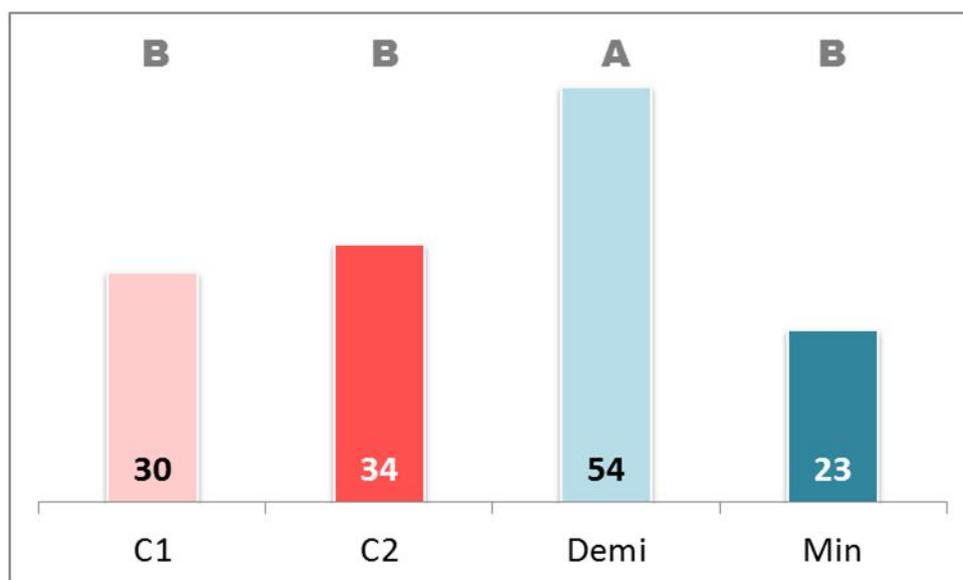


Graphique 8 : Acidité par modalité en 2012

Il est à noter que la modalité C1 présentant les fruits les moins acides lors du premier passage de récolte, a également présenté les fruits les plus précoces. La différence d'acidité est à relier avec cette différence de précocité.

Flore Adventice

Un relevé de flore a été réalisé en avril. Sur l'ensemble des modalités plus de 90% des adventices présentes appartiennent à l'espèce *Lolium multiflorum* (Ray grass italien). La modalité Demi compte significativement plus d'adventices que les trois autres modalités ($p=0.006$).



Graphique 9 : Pourcentage d'adventice au sol par modalité

Conclusion et perspectives

Pour être durable, la fertilisation doit permettre de satisfaire les besoins des plantes en éléments nutritifs, tout en préservant les qualités biologiques du sol. Certains produits, comme les engrais minéraux et engrais organiques à minéralisation rapide permettent seulement de nourrir les plantes et les micro-organismes alors que d'autres, comme les écorces et les composts de déchets verts agissent spécialement sur l'état physique du sol. Les composts urbains ont quant à eux été décrits comme capables de promouvoir les qualités chimique, physique et biologique du sol. L'essai mis en place a pour objectif de tester la faisabilité et le potentiel agronomique du recours au compost urbain produit par la société LOMBRICORSE.

Ces trois années d'essais n'ont pas montré l'intérêt du recours au compost de la façon dont il a été utilisé pendant cet essai.

Dans le cas d'une utilisation en verger, il apparaît important de considérer le compost de boue comme un amendement, et non pas comme un fertilisant ; il ne peut pas se substituer à des apports d'éléments nutritifs rapidement disponible pour la plante. De plus, la dose apportée est probablement à revoir.

Bibliographie

Aubert B, Vullin G., 2004. PEPINIÈRES ET PLANTATIONS D'AGRUMES. *Ed. Quae*. 184 pp.

Germain C., Georget C., Garcia O., Descôtes A., Panigai L., Moncomble D., Perraud A, 2010. FERTILISATION ET ENTRETIEN DES SOLS : QUELLES SONT LES CONNAISSANCES AGRONOMIQUES DE NOS PRATIQUES SUR LE LONG TERME ? *Le Vigneron Champenois n° 3* : 28-63.

Institut International de la Potasse. La nutrition minérale des agrumes. 72 pp.

Salducci X., 2009. LES MATIÈRES ORGANIQUES DES SOLS : ROLES AGRONOMIQUES ET OUTILS DE DIAGNOSTIC. *Journée SERAIL « Les matières organiques : influence de différentes sources organiques sur la qualité d'un sol maraîcher » - Mardi 15 Décembre 2009 à Agrapôle - Lyon (69)*.