

Compte rendu final de réalisation de projet Recueil des travaux menés sur la période 2018-2021

Elaboration et validation de références sur
l'intérêt agronomique de produits résiduels
organiques pour améliorer la gestion de l'eau
et contribuer à l'adaptation au changement
climatique des productions agricoles en
Région Sud Provence-Alpes-Côte d'Azur.
(Cas particuliers des composts de déchets verts et des digestats de
méthaniseurs)

Etude réalisée avec le concours financier de l'agence de l'eau RMC

EXPLOITATION AGRICOLE

Chemin du Moulin fort - 13548 Gardanne
Tél. : 04 42 65 43 28
serge.banet@educagri.fr

www.campusnatureprovence.com

Table des matières

1-Co-construction de protocoles et d'expérimentations en partenariat :	3
1.1 Evaluation de la maturité du compost et des transferts vers le sol	3
1-1-1 Pratiques de compostage rustique de Matières Végétales /Caractérisation & Etude d'impact sur l'environnement (sol)	3
1.2 Evaluation des transferts vers le sol	5
1-2-3 Cas particulier des digestats de méthaniseur	5
1-3 Evaluation de la valeur agronomique des composts sur les systèmes de grandes cultures et en production viticole biologique.	17
1-3-1 Protocole : Essai agronomique de références sur l'utilisation compost vert et matières végétales pour les grandes cultures en région PACA	17
1-3-2 Protocole : Essai agronomique de références sur l'utilisation compost vert et matières végétales pour la viticulture en région paca	19
2- Conduite des actions d'expérimentation :	22
2-1 Différentes modalités de compostage, suivi de l'évolution du produit et suivi des transferts vers le sol	22
2-2 Epannage des composts selon différentes modalités	26
2-2-1 Essai agronomique d'acquisition de références sur l'utilisation de compost vert et matières végétales pour les grandes cultures et la viticulture en région PACA	26
2-2-2 Cas particulier des digestats de méthaniseur	30
3- Traitement et analyse des données	35
3-1 Analyse des résultats obtenus pour validation du protocole de compostage optimal.	35
3-2 Evaluation de la valeur agronomique du produit et production de références	47
3-2-1 Essai agronomique d'acquisition de références sur l'utilisation compost vert et matières végétales pour les grandes cultures et la viticulture en région PACA	47
3-2-2 Cas particulier des digestats de méthaniseurs	52
4- Réalisation d'actions et diffusion d'outils de communication	78
4-1 Visite des essais, Interventions, présentation de la démarche	78
4-1-1 Essai agronomique d'acquisition de références sur l'utilisation compost vert et matières végétales pour les grandes cultures et la viticulture en région PACA	78
4-1-2 Digestat de méthaniseurs	81

1- Co-construction de protocoles et d'expérimentations en partenariat :

1.1 Evaluation de la maturité du compost et des transferts vers le sol

1-1-1 Pratiques de compostage rustique de Matières Végétales /Caractérisation & Etude d'impact sur l'environnement (sol)

Site d'étude et d'expérimentation

L'expérience a été effectuée sur les mêmes matériaux de base démarrée le même jour pour les composts criblés et non criblés. Le troisième compost (andain) a été installé cinq mois après les deux autres avec un arrosage forcé. Ces composts ont été laissés dans les conditions naturelles. Les tests ont été réalisés sur une parcelle non cultivée du lycée agricole d'Aix-Valabre.

Les coordonnées du site de l'expérimentation des trois andains est: 43°27'58.6"N 5°27'17.7"E (Figure 1)

Emplacement de l'expérimentation

L'expérimentation des trois andains sur le site du lycée agricole a permis de suivre l'évolution de la matière organique des déchets verts et les différentes percolations des eaux de pluie qui peuvent être en contact avec le sol.



EXPLOITATION AGRICOLE

Chemin du Moulin fort - 13548 Gardanne
Tél. : 04 42 65 43 28
serge.banet@educagri.fr

www.campusnatureprovence.com

Figure. 1 : Emplacement des andains.

Mise en place

Les deux premiers andains de matières végétales fraîches criblées et non criblées ont été installés le 02 décembre. Ces matières sont issues de la préparation de ligneux destinés à la centrale Biomasse de Gardanne et ont été préparées par la société Valsud Fuveau dans le cadre des travaux de valorisation réalisés avec la société Terre et Compost.

Le sol a été prélevé avant dépôt du compost pour une analyse ultérieure. Puis un décaissement de 80 cm a été effectué puis une bâche géotextile a été mise en place. Un tube PVC de diamètre 20 cm a été installé pour récupérer le lixiviat. Ainsi, les composts sont déposés sur le lysimètre en andain pour un suivi régulier.



Figure. 2 : Les matières végétales non-criblées à droite et criblées (maille de 50mm) à gauche.

La procédure a été la même sur le troisième andain avec un arrosage forcé. L'installation d'une gouttière autour du compost a permis de récupérer le ruisselât.

EXPLOITATION AGRICOLE

Chemin du Moulin fort - 13548 Gardanne
Tél. : 04 42 65 43 28
serge.banet@educagri.fr

www.campusnatureprovence.com



Figure 3 : Compost criblé avec arrosage forcé.



Figure 4 : Préleveur automatique

Non loin de l'andain a été placé un préleveur automatique qui fonctionnait avec un panneau solaire. Le but de cet appareil était de prélever automatiquement lorsqu'il y a du ruisselât dans la gouttière et du lixiviat qui était également recueilli dans une tranchée de l'andain. Le préleveur fonctionnait quand les capteurs étaient immergés dans l'eau (ruisselât et lixiviat) puis la pompe se met en fonction lorsqu'il n'y avait pas d'eau l'appareil ne prélevait pas.

1.2 Evaluation des transferts vers le sol

1-2-3 Cas particulier des digestats de méthaniseur

Préalablement au développement de l'installation de méthaniseurs en région PACA, la Région a souhaité que soit réalisée une étude sur les impacts environnementaux (eaux et air) de la valorisation agricole des sous-produits de la méthanisation que sont les digestats. Cette étude a été menée en partenariat avec l'université de Toulon, la chambre d'agriculture des Bouches-du-Rhône et le GERES (Groupe énergies renouvelables, environnement et solidarité).

1-2-3-1 Objectifs Généraux

L'objectif principal est de réaliser des tests d'innocuité environnementale et de valeur agronomique en conditions réelles sur plusieurs types de digestats et cela sur une culture de blé dur.

Les objectifs secondaires sont les suivants :

- Rôle des expérimentations avec avant tout : servir de démonstration pour les agriculteurs utilisant déjà le digestat ainsi que pour les futurs utilisateurs.
- Mesurer l'impact environnemental des digestats sur l'air et l'eau.
- Mesurer l'efficacité de digestat épandu.

EXPLOITATION AGRICOLE

Chemin du Moulin fort - 13548 Gardanne
Tél. : 04 42 65 43 28
serge.banet@educagri.fr

www.campusnatureprovence.com

- Permettre de faire des recommandations à la filière en amont des projets sur les formes de digestats les plus adaptées aux besoins des agriculteurs et les pratiques d'épandage à associer pour maximiser la valeur agronomique des digestats.

L'enjeu du projet est donc d'accompagner les agriculteurs de la région PACA par l'obtention de références sur l'utilisation de digestats de méthaniseur particulièrement sur la filière grandes cultures.

L'exploitation agricole du Lycée d'Aix Valabre de par son équipement en matériel spécifique, met en œuvre des expérimentations en interface entre recherche et vulgarisation de techniques.

1-2-3-2 Partenaires et publics impliqués

Partenaires ayant contribué à la réalisation de l'action

ORGANISME	NOM et Prénom de la personne impliquée	Nature du partenariat (technique, financier...)
Région PACA	-----	Financier
Laboratoire MIO - Equipe CEM Université de Toulon	MOUNIER Stéphane	technique
GERES (Groupe Energies Renouvelables, Environnement et Solidarités)	Aurélie REIBEL	technique, financier
Vert Carbone	NAVARO Eric	technique
Chambre d'agriculture 13	MOUTON Rémy	technique, financier

Personnels ayant contribué à la réalisation de l'action

Nom Prénom	Statut ou fonction dans l'établissement	Genre
NEVIERE Michel	Enseignant et Chargé de mission d'expérimentation	M
BANET Serge	Directeur de l'exploitation	M

EXPLOITATION AGRICOLE

Chemin du Moulin fort - 13548 Gardanne
 Tél. : 04 42 65 43 28
 serge.banet@educagri.fr

www.campusnatureprovence.com

Apprenants concernés

Classes	Option	Effectifs	
		Garçons	Filles
BTSA première année	Agronomie Productions Végétales	10	5
BTSA deuxième année	Agronomie Productions Végétales	8	10
BTSA première année	Gestion et Protection de la Nature	21	12
BTSA deuxième année	Gestion et Protection de la Nature	19	10
Bac Techno première année	STAV production	10	16
Bac Techno terminale	STAV production	10	20
Bac terminale		8	21

EXPLOITATION AGRICOLE

Chemin du Moulin fort - 13548 Gardanne
Tél. : 04 42 65 43 28
serge.banet@educagri.fr

www.campusnatureprovence.com

1-2-3-3 Dispositif expérimental mis en œuvre en 2019-2020

Mise en place d'une plateforme équipée semi-autonome pour un suivi hebdomadaire de l'évolution du digestat sur une culture de blé dur.

Ce dispositif comprend :

- Une plateforme protégée (bassin avec pose d'une bâche étanche) voir illustration n°1
- Lysimètre permettant de mesurer et de récolter les lixiviats de bord et les percolas de sol.
- Appareil de pompage et de stockage des effluents pour mesures ultérieures. voir illustration n° 2

CREATION DES CASES LYSIMETRIQUES



Faire une fosse de 15 m²
et 50 cm de profondeur



Pose d'une bâche étanche et
d'un piézomètre



Case terminée avec piézomètre
à 50 cm de profondeur et
préleveur pour eaux de surface

Illustration n° 1

EXPLOITATION AGRICOLE

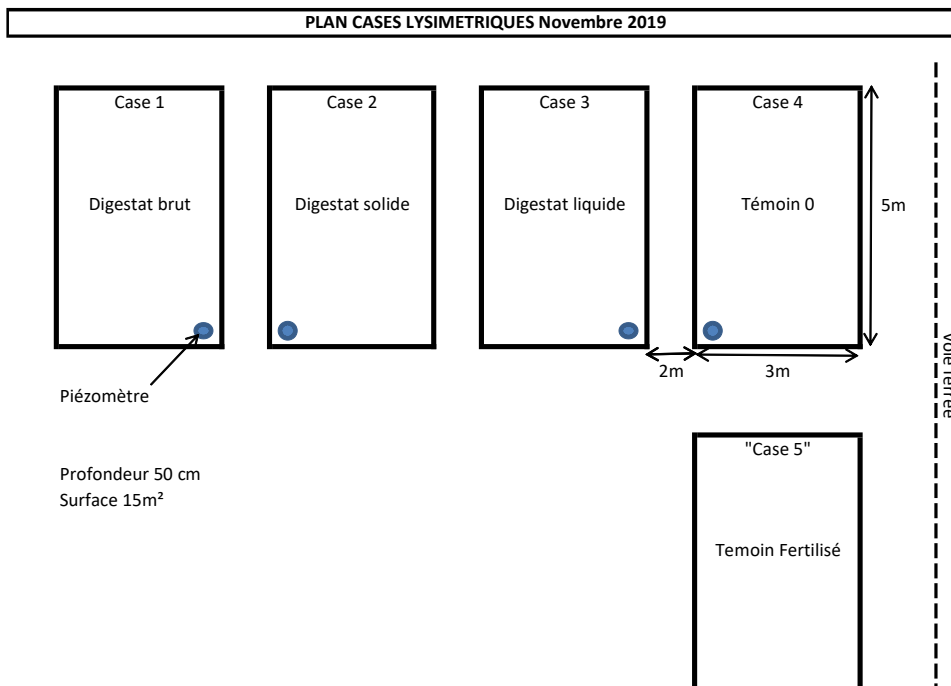
Chemin du Moulin fort - 13548 Gardanne
Tél. : 04 42 65 43 28
serge.banet@educagri.fr

www.campusnatureprovence.com

INSTALLATION DE « Valises de Prélèvements des eaux »



illustration n° 2



Plateformes de prélèvements avec quatre cases lysimétriques équipées (le 5 décembre 2019)

EXPLOITATION AGRICOLE

Chemin du Moulin fort - 13548 Gardanne
 Tél. : 04 42 65 43 28
 serge.banet@educagri.fr

www.campusnatureprovence.com



Illustration n° 3 PROVIT : Produits Résiduels Organiques Valorisation, Impact Transfert

MODALITES ETUDIEES :

5 modalités sont en comparaison

- Digestat brut
- Digestat solide
- Digestat liquide
- Témoin zéro

Case C1 : DB * sol nu * incorporation premiers cm (3-4 cm) * dose moyenne digestat (à déterminer) * semis ensuite blé.

Case C2 : DS * sol nu * incorporation premiers cm (3-4 cm) * dose moyenne digestat (à déterminer) * semis ensuite blé.

Case C3 : Digestat Liquide * sol nu * incorporation premiers cm (3-4 cm) * dose moyenne digestat (à déterminer) * semis ensuite blé.

Case C4 : Témoin : pas d'apport * semis blé.

EXPLOITATION AGRICOLE

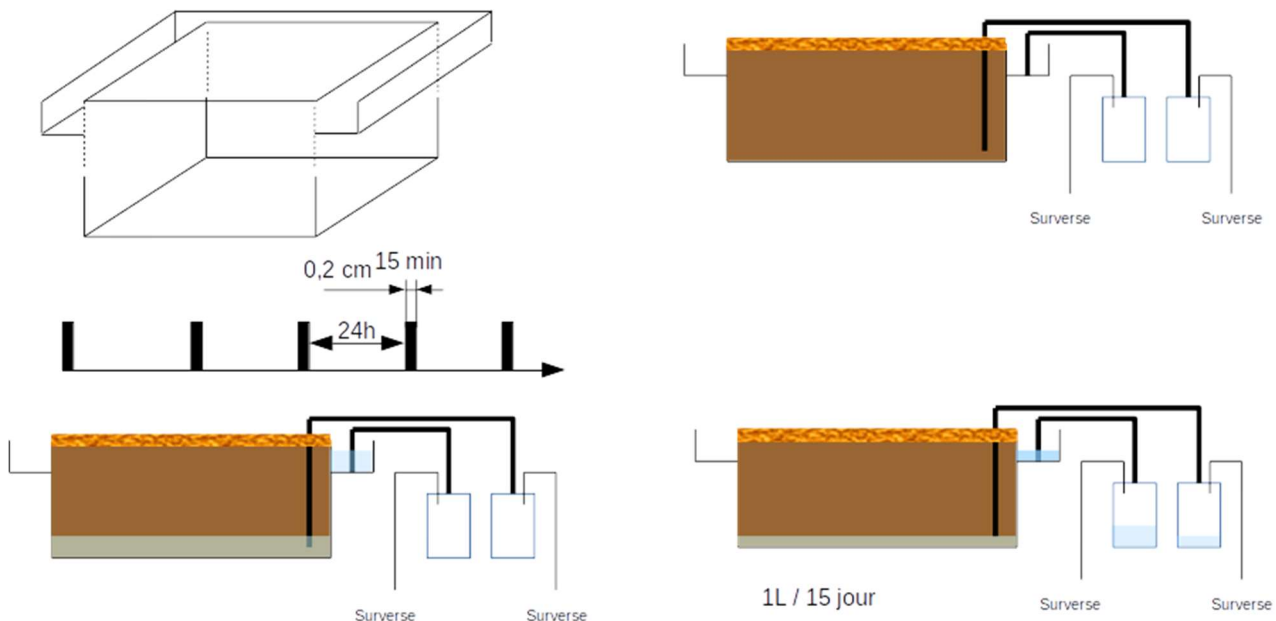
Chemin du Moulin fort - 13548 Gardanne
 Tél. : 04 42 65 43 28
 serge.banet@educagri.fr

www.campusnatureprovence.com



Pour chaque case, ont été prélevés de manière régulière à l'aide de caissons autonomes, des volumes de ruisselât (R) et de lixiviat (LV). Le ruisselât correspond au liquide de lessivage du sol lors des pluies ou arrosages, il est récupéré via une rigole qui fait le tour de la case lysimétrique et dont le volume total est récupéré dans un seau (le système étant légèrement en pente). Le lixiviat correspond à l'eau qui traverse le sol de la case lysimétrique et qui est retenu au fond via par une bâche. Le prélèvement se fait via les pompes du préleveur à l'aide d'un tube dont l'extrémité est située au fond (env. 50 cm).

Le prélèvement est effectué tous les jours pendant 15 min à l'aide d'une pompe péristaltique, le volume est réglé pour faire 1/7 de litre à chaque fois. Il est à noter que le système n'évacue pas la totalité de l'eau accumulée par la case.



EXPLOITATION AGRICOLE

Chemin du Moulin fort - 13548 Gardanne
Tél. : 04 42 65 43 28
serge.banet@educagri.fr

www.campusnatureprovence.com

Prélèvements :

En fonction de l'arrosage les prélèvements suivants ont pu être effectués et donner lieu à analyses

Période	Date	Case 1		Case 2		Case 3		Case 4	
		R	LV	R	LV	R	LV	R	LV
S00	18/11/2019		x		x		x		x
S01	27/11/2019	x	x		x	x	x	x	x
S02	04/12/2019	x	x	x	x	x	x	x	x
S03	11/12/2019		x		x		x		x
S04	18/12/2019	x	x	x	x	x	x		x
S05	08/01/2020	x	x	x	x	x	x	x	x
S06	22/01/2020	x	x	x	x	x	x	x	x
S07	05/02/2020	x	x	x	x	x	x	x	x
S08	19/02/2020			x		x	x	x	x

Coffret de Prélèvement de lixiviat

Protocole de prélèvement

Transport

Pendant le transport, conserver les échantillons (8 x 1L verre) dans une glacière avec des pingouins. Si les échantillons ne sont pas filtrés le jour même, les stocker au réfrigérateur en attendant.

Au laboratoire

Mesure des paramètres physico-chimiques

Penser à vérifier l'étalonnage des sondes.

Agiter le flacon de prélèvement et en transvaser environ 50 mL dans un bécher. Mesurer ensuite le pH et la conductivité de l'échantillon à l'aide de sondes. Noter les données.

Préparation du flaconnage et du matériel de filtration

Étiqueter 2 tubes en verre 24 mL et un falcon 50 mL avec la même nomenclature que celle indiquée sur le flacon de prélèvement. Rajouter le type d'analyse ainsi que le conditionnement.

Exemple :

Projet PROVIT		Projet PROVIT		Projet PROVIT	
D1-C1-R-S00	COD/TN	D1-C1-R-S00	Fluo / Abs	D1-C1-R-S00	Sels nats
Date: xx/xx/xx	2 gtttes HCl 6M	Date: xx/xx/xx	25µL NaN ₃ 1M	Date: xx/xx/xx	congélation

Filtration

Rinçage du filtre et de la seringue : Passer 100 mL (équivalent de 2 seringues) d'eau mQ

EXPLOITATION AGRICOLE

Chemin du Moulin fort - 13548 Gardanne
Tél. : 04 42 65 43 28
serge.banet@educagri.fr

www.campusnatureprovence.com

fraichement prélevée (R 145) sur un filtre seringue acétate de cellulose ($\varnothing = 0,45 \mu\text{m}$). Bien agiter le flacon de prélèvement et prélever une seringue. Jeter à la poubelle les 10 premiers mL filtrés. Rincer ensuite avec quelques mL de l'échantillon filtré les 2 tubes en verre. Si le falcon est neuf, ce n'est pas la peine de le rincer avec l'échantillon filtré. Remplir ensuite les 2 flacons en verre jusqu'au rétrécissement du col et le flacon falcon au $\frac{3}{4}$ (à cause de la congélation). Ne pas oublier de bien agiter le flacon contenant l'échantillon brut avant de le re-prélever à la seringue. Si la filtration est difficile prendre un 2nd filtre et employer le même protocole de nettoyage que précédemment. Placer ensuite les flacons en verre sous une sorbonne et ajouter à la micropipette 25 μL de NaN_3 1M dans le flacon pour la mesure de la fluorescence et de l'absorbance. Ajouter enfin 2 gouttes d'HCl 6M dans le flacon pour l'analyse du COD et du TN. Conserver les flacons dans un sachet ZIP ou sur un portoir étiqueté et les placer au réfrigérateur (+ 4°C). Le falcon de 50 mL est ensuite stocker dans un sachet Zip ou sur un portoir étiqueté dans le congélateur (- 18°C). Jeter ensuite la seringue et le(s) filtre(s) à la poubelle.

Nettoyage des flacons de prélèvements

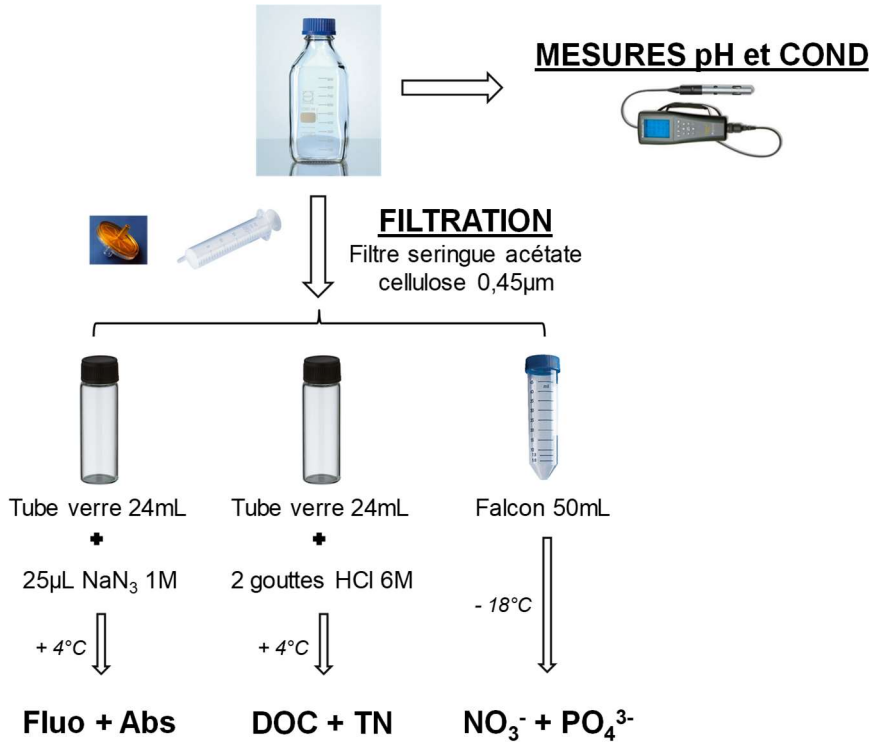
Une fois la filtration terminée et toutes les manipulations effectuées (mesures du pH et de la conductivité), vider les flacons à l'évier et les rincer 3 fois à l'eau mQ (R 145). Ajouter ensuite dans le flacon quelques mL d'une solution de soude (NaOH 0,1M). Bien agiter. Rincer ensuite 3 fois à l'eau mQ et laisser sécher le flacon pour le prochain prélèvement.

EXPLOITATION AGRICOLE

Chemin du Moulin fort - 13548 Gardanne
Tél. : 04 42 65 43 28
serge.banet@educagri.fr

www.campusnatureprovence.com

Schéma bilan



NB : Penser à faire un blanc après le nettoyage des flacons de prélèvements □ remplir le flacon nettoyé avec de l'eau mQ et suivre le même protocole de filtration et de conditionnement.



Digestats bruts



Digestats liquides



Digestats solides

EXPLOITATION AGRICOLE

Chemin du Moulin fort - 13548 Gardanne
 Tél. : 04 42 65 43 28
 serge.banet@educagri.fr

www.campusnatureprovence.com

1-2-3-4 Dispositif expérimental 2020-2021

L'expérience 2019-2020 est reconduite en 2020-2021 selon les mêmes modalités à l'exception des mesures sur ruisselât qui n'ont été réalisées.

Centrale d'acquisition gaz
Caractéristique Techniques

Nous utilisons également deux systèmes d'acquisitions pour les mesures de gazs, qui sont totalement autonomes sur panneaux solaires et sur batteries. Ces systèmes ont été intégrés dans deux coffrets pour créer un volume de mesure directement disposé au dessus du compost a mesurer. Les résultats sont transmits directement par liaison GSM en 4G a un serveur Web accessible du monde entier. Nous mesurons le CH₄, le CO₂, le NO₂ le NH₃, la température, l'humidité ainsi que la pression atmosphérique.

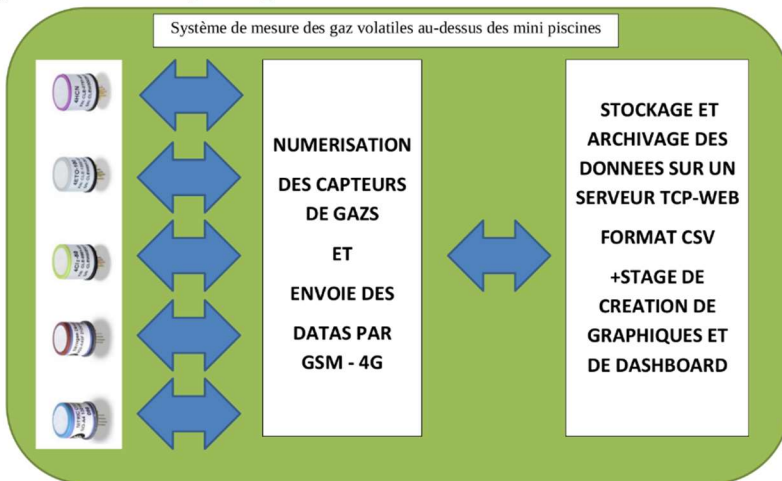


Figure: Smart Environment PRO Waspmote Plug & Sense! model

Les sondes Gaz Libelliums

Les sondes gaz sont des sondes calibrés commerciales de chez Libellium (https://development.libellium.com/gases_pro_sensor_guide/sensors).

Gaz	Sensor	Gamme de détection
CO ₂	INE20-CO2P-NCVSP	0 to 5000 ppm
NO ₂	4-NO2-20	0 to 20 ppm
NH ₃	4-NH3-100	0 to 100
CH ₄	CH-A3	0 to 100% LEL ¹ methane
Température / Humidité	BME280	0 ~ +65 °C / 0 ~ 100% of Relative Humidity
Pa	BME280	30 ~ 110 kPa

¹Lower Explosion Level. Pour CH₄ ppm=LEL*500.

Le fonctionnement des Modules de mesures de Gaz

Les capteurs Libellium sont installés dans des coffrets aluminium permettant un captation des gaz émis dans une chambre de volume 50cmx50cmx50cm. Une partie du coffret est dédiée à l'électronique et les batteries permettant d'alimenté les capteurs. Un ventilateur sur la face latérale opposé au capteur permet de renouveler l'air par forçage à intervalle régulier.

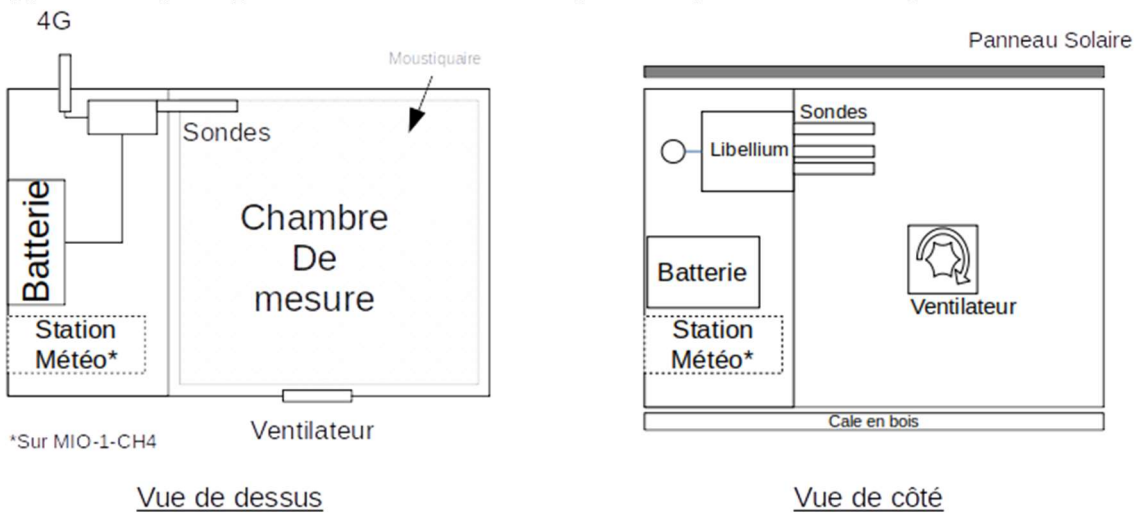


Illustration 1: Schéma conceptuel des caissons de mesure de gaz coffrets en situation

1-3 Evaluation de la valeur agronomique des composts sur les systèmes de grandes cultures et en production viticole biologique.

1-3-1 Protocole : Essai agronomique de références sur l'utilisation compost vert et matières végétales pour les grandes cultures en région PACA

1-3-1-1 - Objectifs :

Les matières végétales issues de l'activité de valorisation de l'extraction de matières ligneuses utilisées par la centrale de Gardanne met à disposition des agriculteurs de la région une quantité importante de produits.

La mise en œuvre d'un recyclage durable de déchets verts se heurte à la carence de références régionales décrivant leurs effets sur le sol et les cultures (effet engrais, effet amendement, effet bio stimulant).

Il s'agit ici d'évaluer le compost de déchets verts suivant les critères représentatifs de la région PACA.

- Conditions méditerranéennes (variations d'hydrométrie et de température)
- En Grandes Cultures : cultures d'hiver et cultures d'étés.

Au travers de cette expérimentation, il s'agit de réaliser le recyclage durable de déchets verts en Grandes Cultures, en permettant aux agriculteurs d'apprécier :

- L'impact des pratiques actuelles d'épandage,
- La disponibilité annuelle des éléments pour les intégrer dans les plans de fumures,
- Les résultats culturaux et l'évolution correspondante du sol,
- Les aspects pratiques de mise en œuvre et les coûts correspondants.

1-3-1-2- Modalités testées :

T0 : témoin sans matières végétales, avec une conduite classique agriculteur.

T1 : matières végétales compostés à 5 tonnes/ha

T2 : matières végétales compostés à 10 tonnes/ha

T3 : matières végétales non compostés 3 à 4 cm d'épaisseur

Parcelle envisagée :

Parcelle en grandes cultures, irrigable, sol argilo limono calcaire profond.

Conduite : agriculture raisonnée.

1-3-1-3– Rotations Envisagées

- 2017 : maïs
- 2018 : blé dur
- 2019 : colza
- 2020 : blé dur
- 2021 : Soja

EXPLOITATION AGRICOLE

Chemin du Moulin fort - 13548 Gardanne

Tél. : 04 42 65 43 28

serge.banet@educagri.fr

www.campusnatureprovence.com

1-3-1-4– Dispositif expérimental

Dispositif en bandes sans répétitions.

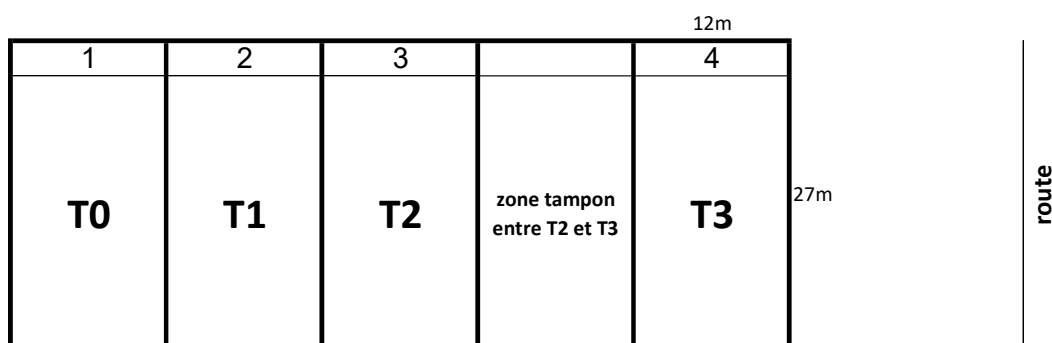
La taille des parcelles élémentaire :

- Largeur : 12 mètres (largeur liée aux matériels d'épandage : pulvérisateur et épandeur d'engrais, irrigation).
- Longueur : 27 mètres

Une bande tampon sera mise en place entre le T2 et le T3 pour permettre une irrigation différenciée du T3

1-3-1-5 – Plan de l'Essai

**ESSAI AGRONOMIQUE DE REFERENCE
 SUR L'UTILISATION DE COMPOST VERT
 ET MATIERES VEGETALES
 POUR LES GRANDES CULTURES EN REGION PACA**



LA LUYNES

T0 : témoin sans compost ou matières végétales non compostées.

T1 : matières végétales compostées (5 tonnes/ha)

T2 : matières végétales compostées (10 tonnes/ha)

T3 : matières végétales non compostées

(4,25 cm d'épaisseur soit 425 m³/ha soit 144 T/ha)

EXPLOITATION AGRICOLE

Chemin du Moulin fort - 13548 Gardanne
 Tél. : 04 42 65 43 28
 serge.banet@educagri.fr

www.campusnatureprovence.com

1-3-1-6– Première Année : Culture de Maïs

Apport des matières végétales compostées avant la dernière préparation culturale (avant semis).

Apport des matières végétales non compostées après le semis et avant la levée du maïs

Variables mesurées

- Avant apport de produit et à la fin de chaque campagne culturale : prélèvement de sol ; analyse physico – chimique et mesures de la structure du sol.
- pour chaque modalité :
 - Rendement du maïs en quintaux/ha aux normes (15% d'humidité)
 - Mesures des composantes de rendement
 - Nombre de plantes par ha
 - Nombre d'épis par plante
 - Nombre de rangs par épi
 - Nombre de grains par rang
 - Poids de mille grains
- Sur T0 et T3 :

Suivi de l'état hydrique du sol. (sondes Watermark à 45cm, 60 cm et 90 cm en trois répétitions avec enregistrement en continu a l'aide d'un monitor)

1-3-2 Protocole : Essai agronomique de références sur l'utilisation compost vert et matières végétales pour la viticulture en région paca

1-3-2-1- Objectifs :

Les matières végétales issues de l'activité de valorisation de l'extraction de matières ligneuses utilisées par la centrale de Gardanne met à disposition des agriculteurs de la région une quantité importante de produits.

La mise en œuvre d'un recyclage durable de déchets verts se heurte à la carence de références régionales décrivant leurs effets sur le sol et les cultures (effet engrais, effet amendement, effet bio stimulant).

Il s'agit ici d'évaluer le compost de déchets verts suivant les critères représentatifs de la région PACA.

- Conditions méditerranéennes (variations d'hydrométrie et de température)
- En viticultures.

Au travers de cette expérimentation, il s'agit de réaliser le recyclage durable de déchets verts en viticulture, en permettant aux agriculteurs d'apprécier :

- L'impact des pratiques actuelles d'épandage,
- La disponibilité annuelle des éléments pour les intégrer dans les plans de fumures,
- Les résultats culturaux et l'évolution correspondante du sol,
- Les aspects pratiques de mise en œuvre et les coûts correspondants.

EXPLOITATION AGRICOLE

Chemin du Moulin fort - 13548 Gardanne
Tél. : 04 42 65 43 28
serge.banet@educagri.fr

www.campusnatureprovence.com

1-3-2-2- Modalités testées :

- T0 : témoin sans matières végétales, ni aucune fertilisation.
- T1 : matières végétales non compostés 3 à 4 cm d'épaisseur
- T2 : matières végétales compostés à 10 tonnes/ha
- T3 : matières végétales compostés enrichies à 3 tonnes/ha en localisation

Parcelle envisagée :

Vigne en agriculture biologique cépage Caladoc planté en 2001 sur porte greffe R110.

Vigne plantée à 1 mètre sur le rang et 2.5 mètres sur l'inter rang.

Vigne travaillée 1 rang sur deux.

1-3-2-3- Dispositif expérimental

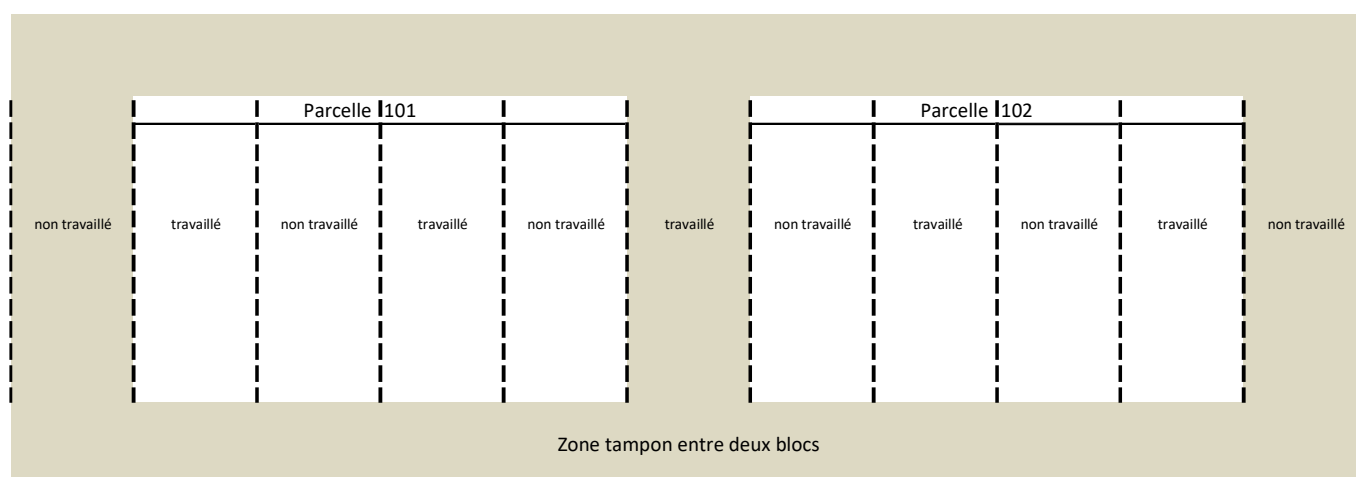
Bloc à 3 répétitions permettant une interprétation statistique des résultats (analyse de la variance).

La taille des parcelles élémentaire :

- Largeur : 3 rangs de vignes et donc 4 inter rangs (2 travaillés et 2 non travaillés) soit 10 mètres de largeur.
- Longueur : 10 mètres

Un inter rang sera laissé en zone tampon entre chaque parcelle élémentaire.

Un tampon de 4 mètres sera également laissé entre chaque bloc.



EXPLOITATION AGRICOLE

Chemin du Moulin fort - 13548 Gardanne

Tél. : 04 42 65 43 28

serge.banet@educagri.fr

www.campusnatureprovence.com

ESSAI AGRONOMIQUE DE REFERENCE SUR L'UTILISATION DE COMPOST VERT ET MATIERES VEGETALES POUR LA VITICULTURE EN REGION PACA

Maison

Bloc 1

101	102	103	104
T1	T0	T2	T3

Bloc 2

201	202	203	204
T2	T1	T3	T0

Bloc 3

301	302	303	304
T3	T2	T0	T1

Cave

- T0 : témoin sans matières végétales, ni aucune fertilisation.
- T1 : matières végétales non compostées (3 à 4 cm d'épaisseur)
- T2 : matières végétales compostées (10 tonnes/ha)
- T3 : matières végétales compostées enrichies (3 tonnes/ha localisées)

1-3-2-4– Variables mesurées

Les mesures seront réalisées sur les 3 rangs centraux de vigne.

- Avant apport de produit et à la fin de chaque campagne culturale : prélèvement de sol ; analyse physico – chimique et mesures de la structure du sol.
- pour chaque modalité :
 - Rendement de raisin en quintaux/ha.
 - Teneur en sucre du mou de raisin.
 - Analyse foliaires.
 - Quantité de sarment produit par an en kg/m².

Les analyses de la variance seront réalisées par le logiciel STABOX.

2- Conduite des actions d'expérimentation :

2-1 Différentes modalités de compostage, suivi de l'évolution du produit et suivi des transferts vers le sol

Mesures de températures

Les mesures de températures sur les différents andains ont été réalisées à l'aide d'une sonde thermométrique avec d'une longueur de 1 mètres sur 8 points différents.

Les prélèvements

Les prélèvements de sols : Les prélèvements de sols ont été faits avant installation du compost et à la fin des 6 mois de suivi de l'expérimentation. Les sols sont séchés et broyés puis conservés dans des flacons HDPE pour y être stockés. Les métaux, le carbone et l'azote organique sont mesurés. Par ailleurs des prélèvements de compost et de sol ont été réalisés à la mise en place de l'expérimentation et en fin de phase de compostage. Les analyses ont été réalisées par le laboratoire SADEF.

Les prélèvements des composts : Les composts sont prélevés mensuellement pour suivre l'évolution de la matière organique qui les constitue. A l'aide d'une pelle ou d'une tarière, une quantité suffisante de compost est prélevée à différents endroits de l'andain pour faire un quartage. Chaque quart des échantillons est homogénéisé afin de tenir compte de la variabilité. L'échantillon composite est conservé dans un sac hermétiquement fermé et stocké dans une glacière.

Les prélèvements liquide : Dans le cas de l'andain avec arrosage forcé, la pompe automatique est conçue pour pomper l'eau de ruisselât et de lixiviat uniquement en présence d'eau. Les flacons de prélèvement sont des flacons de 500 ml avec une sur verse. Techniquement, les pompes

EXPLOITATION AGRICOLE

Chemin du Moulin fort - 13548 Gardanne
Tél. : 04 42 65 43 28
serge.banet@educagri.fr

www.campusnatureprovence.com

fonctionnent tous les jours entre 12h et 14h, et tant qu'il y a un niveau d'eau suffisant. Les données de pompages sont enregistrées sur une clef USB afin de relier la quantité à la qualité des eaux prélevées. Régulièrement, les flacons et les données de la clef UBS étaient récupérés par le responsable du site M. NEVIÈRE Michel. Les flacons pleins étaient alors conservés au frais, dans l'attente des missions de prélèvement mensuelle et empoisonnés à l'acide de sodium (NaN_3) dès récupérations. Les composts sans arrosage forcé n'ont pas donné lieu à de récupération de liquide de type lixiviat, à aucun moment même pendant les périodes de pluies, l'eau n'a atteint le fond de la case lysimétrique. Au laboratoire les échantillons composites ont été séchés afin de déterminer la perte au feu et une partie des échantillons ont été broyés puis conservés au congélateur pour effectuer le traitement en même temps en fin de collection.



Figure 5 : Méthode de prélèvement des composts.

Bilan des prélèvements

La campagne de prélèvement s'est déroulée du 02 décembre au 17 janvier. Une série de prélèvement et conditionnement des échantillons solides puis liquides ont été réalisées

Tableau 1 : Liste des échantillons solides de compost.

Date	Compost Criblé (CCR)	Compost Non Criblé (CNC)	Compost Arrosé Forcé (CAF)
02 décembre	CCR- 01	CNC -01	
08 Janvier	CCR- 02	CNC -02	
10 Février	CCR- 03	CNC -03	
15 Mars	CCR- 04	CNC -04	
12 Avril	CCR- 05	CNC -05	
24 juin	CCR- 06	CNC -06	CAF-01
28 septembre	CCR- 07	CNC -07	CAF-02
26 octobre			CAF-03
17 janvier			CAF-04

Les échantillons liquides prélevés à partir du préleveur automatiquement ont été listé dans le tableau à différentes périodes

Tableau 2 : Liste des échantillons liquides lixiviés et ruisselés

Date	Lixivié	Ruisselé
14 juin	LIX-01	RUI-01
15 juin	LIX- 02	RUI-02
16 juin	LIX-03	RUI-03
25 juin	LIX- 04	RUI-04
21 juillet	LIX-05	RUI-05
24 juillet	LIX- 06	RUI-06
27 juillet	LIX-07	RUI-07
28 septembre	LIX- 08	RUI-08
28 novembre	LIX-09	RUI-09
17 janvier	LIX- 10	RUI-10

Deux échantillons de sol ont été prélevés au cours du suivi de la maturation avant installation des andains et à la fin de l'expérimentation.

Les mesures des métaux ont été réalisées sur les échantillons de sol.

Tableau 3 : Liste des échantillons de sol.

Dates	02 décembre	28 septembre
Sols	SOL-01 (avant installation)	SOL-02 (fin d'expérience)

Mesures effectuées

1. Mesure du carbone et de l'azote

Les échantillons solides de compost sont lyophilisés puis broyés pour ensuite effectuer la mesure de carbone total (CT) et d'azote total (NT). Dans le cas des composts, la teneur en carbonate ou nitrate susceptibles de fausser la mesure des espèces organiques est minime, et il est donc possible d'extrapoler la mesure de carbone organique total (COT) et d'azote organique total (NOT) de la manière suivante :

$COT = CT$ en mg/kg et $NOT = NT$ en mg/kg Par la suite le rapport C/N (rapport atomique) est défini par :

$$C/N = (COT \times 12) / (NOT \times 14)$$

EXPLOITATION AGRICOLE

Chemin du Moulin fort - 13548 Gardanne
 Tél. : 04 42 65 43 28
 serge.banet@educagri.fr

www.campusnatureprovence.com

Les échantillons liquides : La mesure de carbone des ruisselât et lixiviat a pu être faite, mais pas celle de l'azote en raison de l'empoisonnement avec l'acide de sodium (qui contient de l'azote). Le carbone est mesuré après acidification de l'échantillon pour éliminer les carbonates, la mesure appelé NPOC (Non Purgeable Organic Carbon) et très proche du carbone organique dissous (COD) exprimé en mg par litre (mg de C L⁻¹).

2. Mesure de la fluorescence 3D

Dans le cas des échantillons liquides, la mesure de spectroscopie de fluorescence a été faite (fluorescence 3D) pour déterminer un indice de qualité des lixiviats en termes de matière organique et de source de composés fluorescences.

2-2 Epandage des composts selon différentes modalités

2-2-1 Essai agronomique d'acquisition de références sur l'utilisation de compost vert et matières végétales pour les grandes cultures et la viticulture en région PACA

2-2-1-1 Modalités testées sur vigne

T0 : témoin sans matières végétales, ni aucune fertilisation.

T1 : matières végétales non compostées 3 à 4 cm d'épaisseur

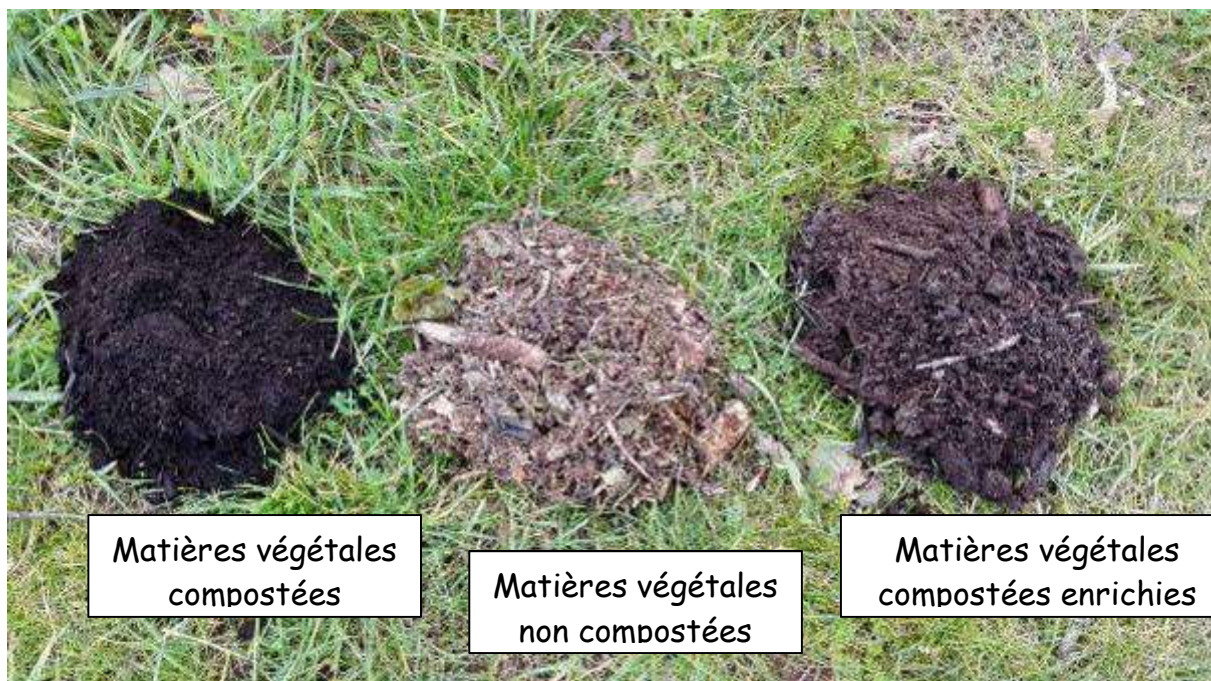
T2 : matières végétales compostées à 10 tonnes/ha

T3 : matières végétales compostées enrichies à 3 tonnes/ha localisées sur le rang.

EXPLOITATION AGRICOLE

Chemin du Moulin fort - 13548 Gardanne
Tél. : 04 42 65 43 28
serge.banet@educagri.fr

www.campusnatureprovence.com



On se situe en deuxième année d'expérimentation avec :

- Un premier apport en mars 2018
- Un deuxième apport le 30 mars 2018

On notera que le traitement T3 n'a pas été apporté en 2018 (produit non disponible)

Principales Caractéristiques de la Parcelle où est installé l'essai :

- Vigne en agriculture biologique cépage Caladoc planté en 2001 sur porte greffe R110.
- Vigne plantée à 1 mètre sur le rang et 2.5 mètres sur l'inter rang.
- Vigne travaillée 1 rang sur deux.
- Pas d'apport de fertilisation depuis plus de dix ans.
- Irrigation au goutte à goutte en 2017.



EXPLOITATION AGRICOLE

Chemin du Moulin fort - 13548 Gardanne
Tél. : 04 42 65 43 28
serge.banet@educagri.fr

www.campusnatureprovence.com



Apport de différents produits organiques

Parcelle avec matières végétales non compostées en surface

Travail réalisé avec l'aide des BTS premier année le 30 mars 2018.



On notera également, la mise en place du (Monitor) boîtier d'enregistrement en continu des valeurs tensiométriques du sol à plusieurs profondeurs. 3 sondes par modalité

EXPLOITATION AGRICOLE

Chemin du Moulin fort - 13548 Gardanne
Tél. : 04 42 65 43 28
serge.banet@educagri.fr

www.campusnatureprovence.com

2-2-1-2 Modalités testées sur grandes cultures (maïs)

T0 : témoin sans compost ou matières végétales non compostées.

T1 : matières végétales compostées (5 tonnes/ha)

T2 : matières végétales compostées (10 tonnes/ha)

T3 : matières végétales non compostées (4,25 cm d'épaisseur soit 425 m³/ha ou 144 T/ha).

Dispositif en bandes (chaque bande : 324 m²)



Apport de différents produits organiques

Épandage compost 5 et 10 tonnes/ha avant semis



Parcelle avec matières végétales non compostées en surface (traitement T3)

E
C
T
S
W

Les apports de compost T1 et T2 sont réalisés avec un épandeur à plateau rotatif (photo ci-dessus) le 5 mai.

L'apport de matières vertes non compostées a été réalisé par les étudiants de BTS APV 1ère année, en post levée de la culture (stade 5-6 feuilles du maïs), le 6 juin.

Conduite de la culture de Maïs

- Variété : Eliot
- Fertilisation azotée : 200 unités en 2 apports
- Désherbage chimique (post semis pré levée puis à 5-6 feuilles)
- Irrigation sur TO, T1, T2 : 12 tours d'eau soit 456 mm (pilotage par un bilan hydrique simplifié).

Cas particulier du traitement 3 avec matières végétales en surface : une réduction à priori de 3 irrigations (une au début juillet, une début août et une début septembre).

Soit 9 tours d'eau et un total de 351 mm.

(3 tours d'eau économisés et moins 23% d'eau).

2-2-2 Cas particulier des digestats de méthaniseur

2-2-2-1 Conduite de l'essai en 2019-2020

Reliquats d'azote du sol avant épandage (novembre 2019)

Réalisé à partir d'un échantillon moyen issu des 4 cases.

Profondeur	NO3	NH4
0 - 25	14,4	15,4
25 - 50	37,9	11,3
	52,2	26,7

Total RELIQUATS =

78,9

Épandage manuel des digestats réalisé le 19 novembre 2020

EXPLOITATION AGRICOLE

Chemin du Moulin fort - 13548 Gardanne
 Tél. : 04 42 65 43 28
 serge.banet@educagri.fr

www.campusnatureprovence.com

Type de Digestat	teneur en Azote du digestat en kg/t (labo)	Quantité de digestat en T/ha pour apporter 181,1 unités d'N
Digestat brut	7,07	25,6
Digestat solide	8,41	21,5
Digestat liquide	7,18	25,2

EPANDAGE DES PRODUITS



Digestats bruts et liquides: à l'arrosoir !

Type de Digestat	teneur en Azote du digestat en kg/t (labo)	Quantité de digestat en T/ha pour apporter 181,1 unités d'N	Quantité de digestat en Kg / case de 15m ²
Digestat brut	7,07	25,6	38,4
Digestat solide	8,41	21,5	32,3
Digestat liquide	7,18	25,2	37,8



Digestats solides: à la fourche

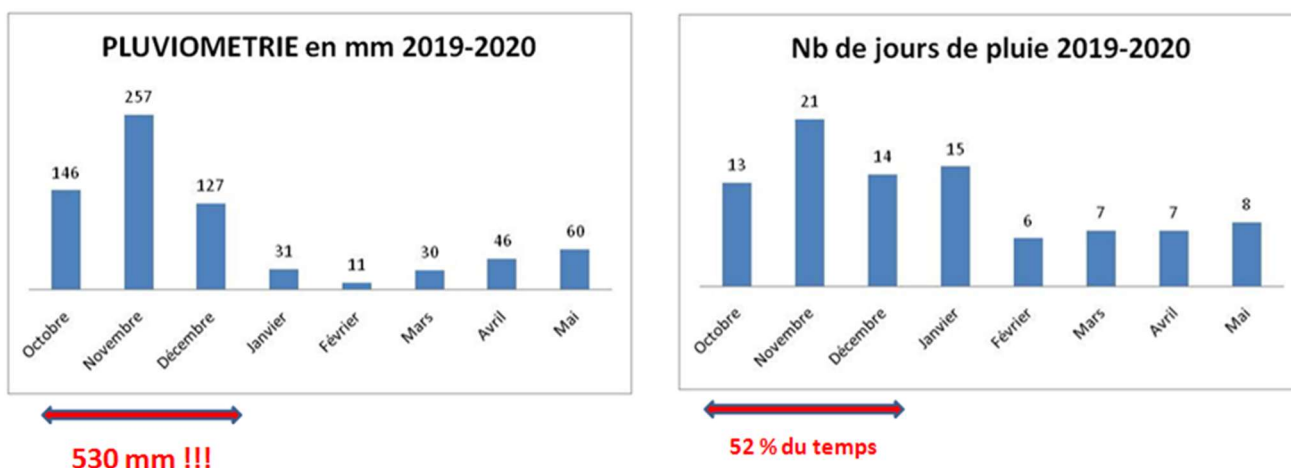
Illustration n°4

EXPLOITATION AGRICOLE

Chemin du Moulin fort - 13548 Gardanne
 Tél. : 04 42 65 43 28
 serge.banet@educagri.fr

www.campusnatureprovence.com

Remarque sur les conditions météorologiques de l'automne et hiver 2019-2020



La pluviométrie excessive a entraînée

- Quelques contraintes : bâchage des cases quand de gros abas d'eau étaient annoncés.
- Et quelques problèmes, car malgré tout un excès d'eau c'est accumulé au fond des cases (effet piscine) entraînant certainement des mesures atypiques.

2-2-2-2 Conduite de l'essai en 2021

Quatre case lysimétriques (A, D, C et D) ont été mises en place pour des expérimentations de suivi de méthanisat dans le cadre de PROVIT et de la mise en place des sondes gaz :

Case A: Méthanisât brut enfoui.

Case B: Liquide Méthanisât enfoui

Case C: Solide de Méthanisât enfoui

Case D: Sol nu sans amendement.

Deux capteurs ont été développés pour la mesure des gaz NH₃, NO₂ (proxy NxO), CO₂ et CH₄. En raison de l'incompatibilité des sondes CH₄ et CO₂, un capteur est monté avec le capteur CH₄ et un autre avec le capteur CO₂, les mesure de NH₃ et NO₂ étant présentes sur les deux coffrets.

Paramètre	MIO-1-CH4	MIO-2-CO2
Température	x	x
Humidité	x	x
NH ₃	x	x
NO ₂	x	x
CH ₄	x	
CO ₂		x
Capteur de Mouvement	x	x
Station Météo	x	

Les capteurs ont été mis en place avec une phase de test sur le terrain pour régler les conditions de mesure. Le sol nu a été mesuré en bruit de fond du 26 au 29 avril (week-end) et les différentes modalités ont été mise en place avec un décalage de 1 jours afin de permettre une observation par les deux capteurs (dont CH₄ et CO₂) sur 24H.

	24	25	26	27	28	29	30	31	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11
Test – Non Enfoui	■	■													Suivi par rotation sur 3 semaines				
Test Sol Nu			■	■	■	■													
Liquide Non Enfoui							■												
Liquide Enfoui								■											
Solide Enfoui									■										
Brut Enfoui										■	■	■	■	■					

MODALITES ETUDIEES en 2021 :

5 modalités sont en comparaison (4 cases Lysimétriques et un témoin sur sol cultivé)

- **Case 1 : Digestat brut**
- **Case 2 : Digestat liquide**
- **Case 3 : Digestat solide**
- **Case 4 : Témoin zéro**
- **5 : Témoin avec fertilisation minérale**



3- Traitement et analyse des données

3-1 Analyse des résultats obtenus pour validation du protocole de compostage optimal.

Mesures de températures

La figure 5 illustre des niveaux de température différents entre les matières criblées et brutes les premières ont une montée en température significativement plus importante au début de l'étude entre les 3 et 18 Décembre (59,4 - 43,6) 15. On observe ensuite durant 3 semaines une baisse importante des températures à cœur des deux andains. Celles-ci se stabilisent début février à des niveaux proches de 20 degrés pour les deux modalités. L'évolution des températures sur les deux modalités reste ensuite similaire et comprises entre 15 et 30 degrés sur toute la durée de l'expérimentation.

La Figure 6 met en évidence une montée importante en température de la matière criblée après livraison et un premier arrosage de plus de 200 mm. Le deuxième arrosage de 110 mm réalisé mi-juillet influe faiblement sur l'augmentation de la température moyenne, celle-ci passant de 40 à 44

EXPLOITATION AGRICOLE

Chemin du Moulin fort - 13548 Gardanne
Tél. : 04 42 65 43 28
serge.banet@educagri.fr

www.campusnatureprovence.com

degrés. A partir du mois d'aout la température passe aux dessous des 40 degrés et baisse de façon régulière restant dans des valeurs comprises entre 30 et 20 degrés sur toute la durée de l'étude (Dernière mesure le 20 décembre).

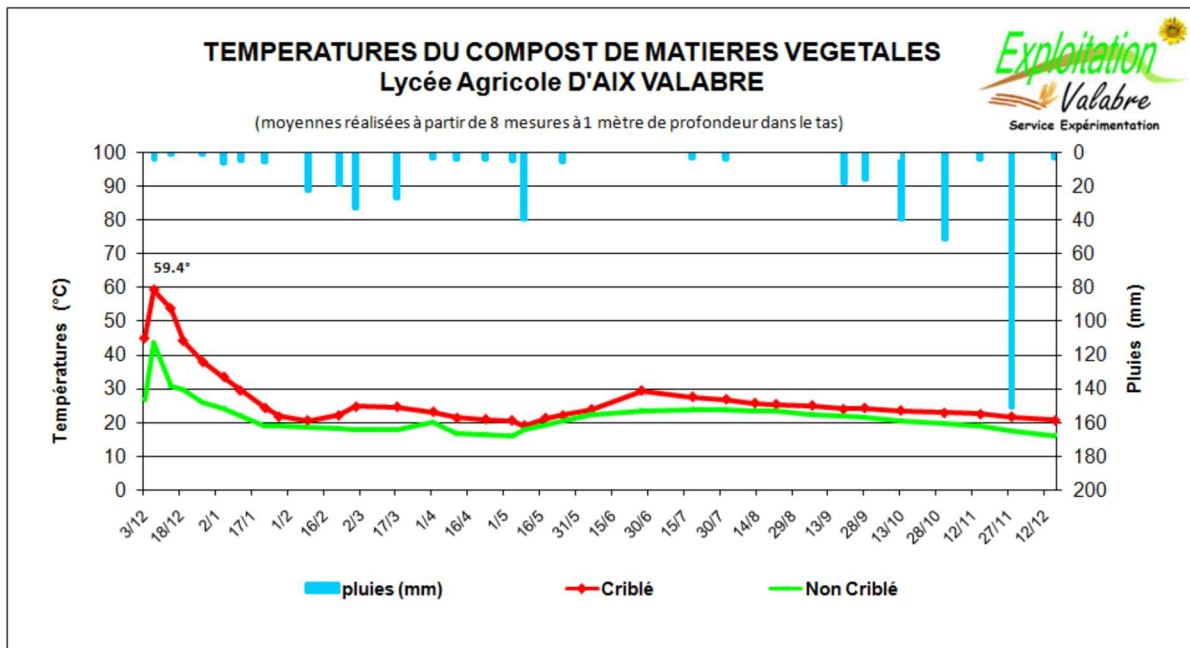


Figure 5 : Mesures de températures sur les andains de compostage rustique sans arrosage.

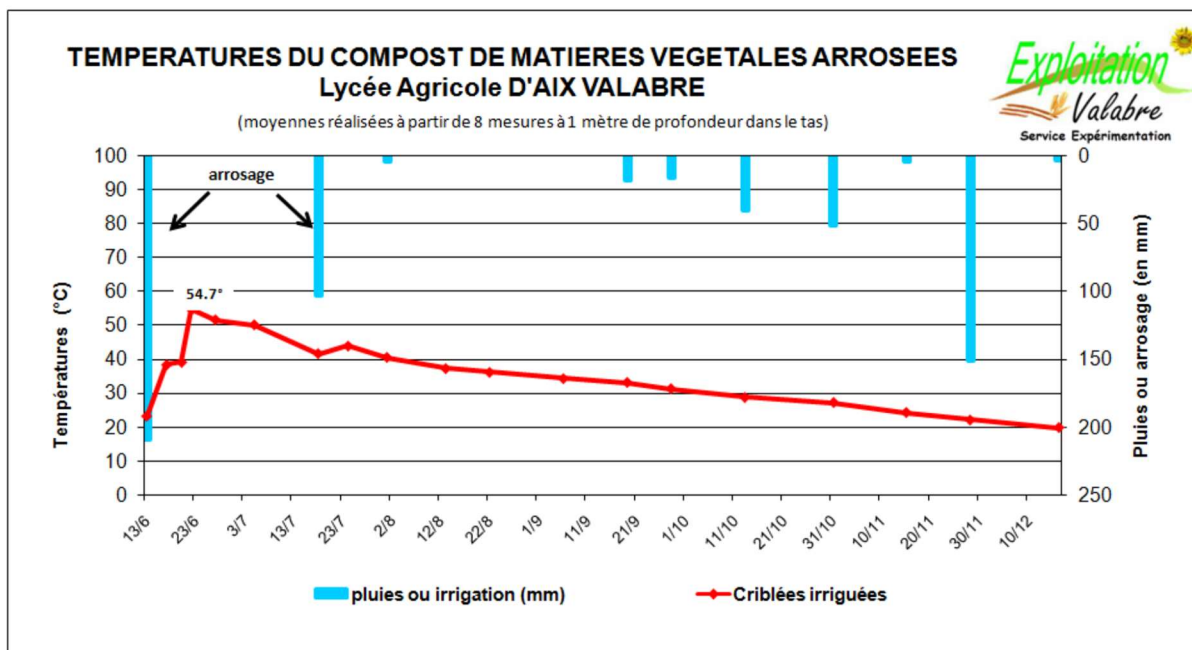


Figure 6 : Mesures de températures sur les andains de compostage rustique avec arrosage.

Suivi du carbone et de l'azote au cours du compostage :

Dans cette partie sont présentées les évolutions du carbone organique total et de l'azote organique total au cours de la maturation. Les graphes permettent la comparaison de l'évolution des deux composts CCR et CNC (Tableau 4).

Les résultats des analyses initiales effectuées par un laboratoire d'analyse (prestation commandée par Terre&Compost) donnent les valeurs suivantes :

Tableau 4 : Résultats des analyses des intrants avant compostage.

	Azote Organique	Perte au Feu (%)	Carbone Total	C/N ¹
CNC (SADEF D-13761-15)	0,85%	56,7	28,3	30
CCR (SADEF D-13808-15)	1,38	70,9	35,4	25

¹ Calculé à partir de l'azote total et non à partir de l'azote organique.

Evolution des teneurs en N et C durant le compostage

Les résultats des analyses initiales effectuées par le laboratoire d'analyse SADEF (prestation commandé par Terre&Compost) donne les valeurs suivantes :

Résultats préliminaires des lixiviats et ruisselats

❖ Les volumes de pompage en fonction de l'arrosage

Suite à un dysfonctionnement de l'ordinateur de stockage au Lycée Valabre, les données de pompage du système automatique ont été en grande partie perdues. Nous avons toutefois les données de pompage initiales.

L'arrosage du compost a permis d'avoir du lixiviat et du ruisselât en quantité important et suffisante pour les analyses physico-chimique.

Il est à remarquer que sans arrosage, il est peu probable d'observer du percolât, et la problématique se limite au ruisselât qui a une réponse directe à l'arrosage ou la pluie.

❖ Les mesures de carbone

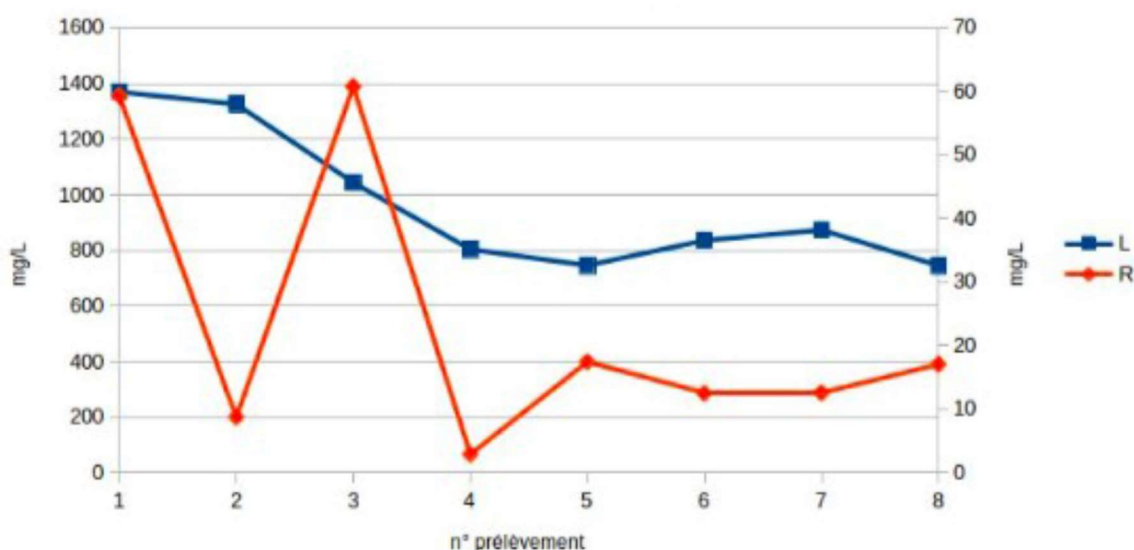


Figure 6 : Evolution du carbone organique dissous dans le lixiviat (bleu, échelle de droite) et dans le ruisselât (rouge, échelle de gauche).

La concentration dans les lixiviats est nettement plus faible que dans les ruisselats. Les lixiviats

présentent une décroissance de la concentration en carbone de 60 mg/L à 30 mg/L au cours de l'expérience (Figure 6). Concernant les ruisselats, ce sont des concentrations nettement plus élevées (20 fois plus) qui sont récoltés. Par contre, ces valeurs sont extrêmement fortes variables en début de process (jusqu'à 1400 mg/L) et se réduisent à 400 mg/L à partir du prélèvement n°5. En terme d'impact, il est clair que le problème vient plus du ruisselats en terme de rejet, que des lixiviats, qui se stabilise rapidement à une valeur plus faible.

En l'absence de référence sur la valeur de lixiviation des eaux de sols, il n'est pas possible de dire si cela est raisonnable ou pas en fonction de l'état de référence.

❖ Les analyses de la valeur agronomique

La figure 7 présente les résultats d'analyse à la mise en place de l'étude sur la matière fraîche. Sur ces matières fraîches la masse volumique est plus faible sur le produit brut que sur le produit affiné ce qui est logique. Concernant la valeur agronomique on constate sur les MvC (matières végétales criblées) des valeurs plus élevées concernant la Matière organique le Carbone l'azote et la potasse et des valeur plus faibles en magnésium et calcium. Le C/N est lui plus élevé sur les MvB (30) que sur les MvC (25).

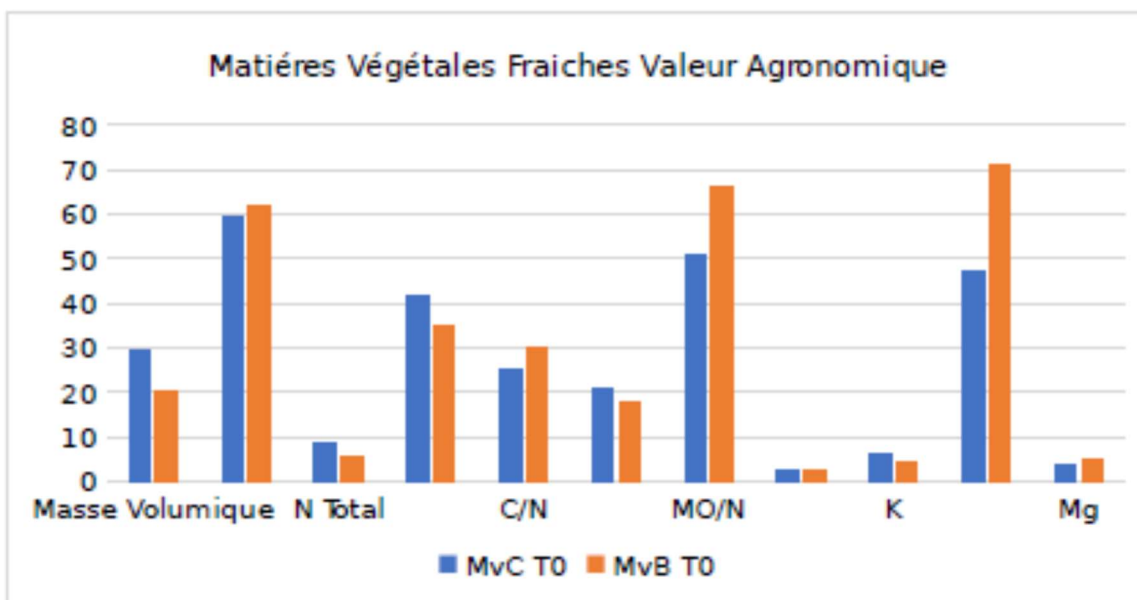


Figure 7 : Valeur agronomique des matières végétales à la mise en place de l'étude

La figure 8 présente les résultats d'analyse à la fin de l'étude sur les matières compostées. Durant les phases de compostage les différences de valeur agronomiques ont tendance à ce gommer et les valeurs finales observées en azote phosphore potasse et carbone sont quasiment identiques sur les 3 modalités. Contrairement au produit frais la teneur en calcium et magnésium est plus faible sur la modalité MvB comparativement aux modalités MvC avec ou sans arrosage. Le C/N ainsi que la masse volumique sont quasi comparables sur les 3 types de compost obtenus.

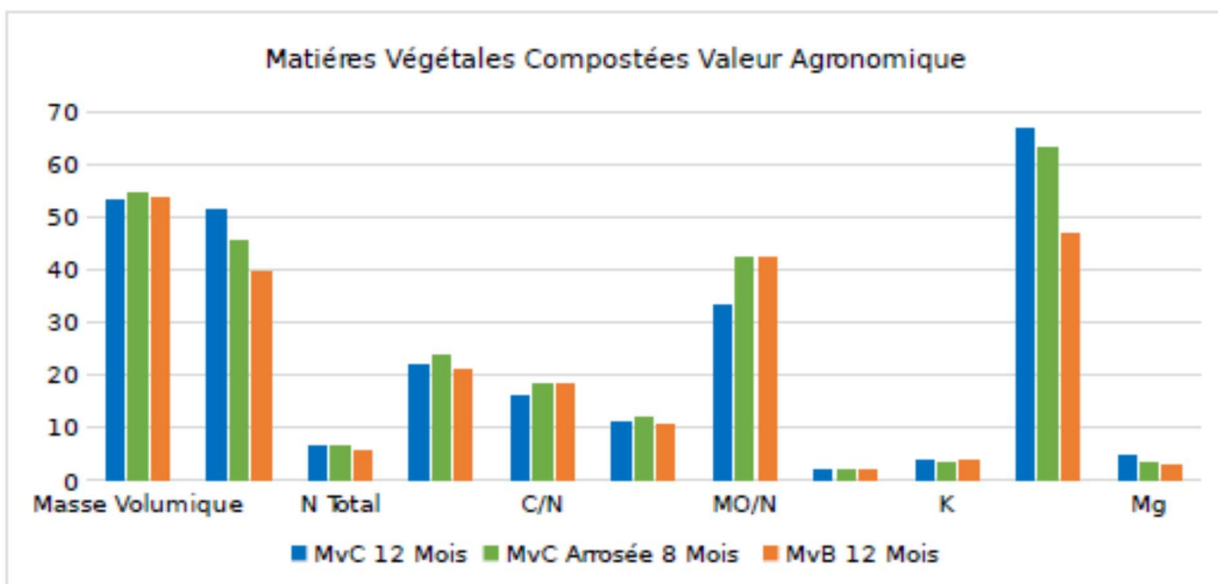


Figure 8 : Valeur agronomique des composts obtenus à la fin de l'étude

La figure 9 présente les résultats d'analyse en ETM à la mise en place de l'étude sur la matière fraîche et après compostage. Les valeurs initiales en ETM présentent des taux plus élevés en As Cr Ni sur la MvB et plus faibles en Pb et Zn sans que nous puissions apporter d'explications. Valeur aléatoire lié à l'échantillonnage ?

Le processus de compostage à une légère tendance à la concentration et à l'augmentation des valeurs en Cr, Ni, Pb, et Zn. Les teneurs en As, Cd Hg (valeur très faibles inférieures à 0,19 Mg/Kg mesurées en début et fin de compostage) Se et As sont restées stable sur ces analyses.

L'évolution des ETM sont conformes aux études déjà publiées dans la littérature. On observe des augmentations limitées voire équivalentes en éléments trace métallique durant le compostage. Les valeurs finales mesurées restent cependant bien inférieures aux valeurs maximales autorisées par la Norme NF U44-051.

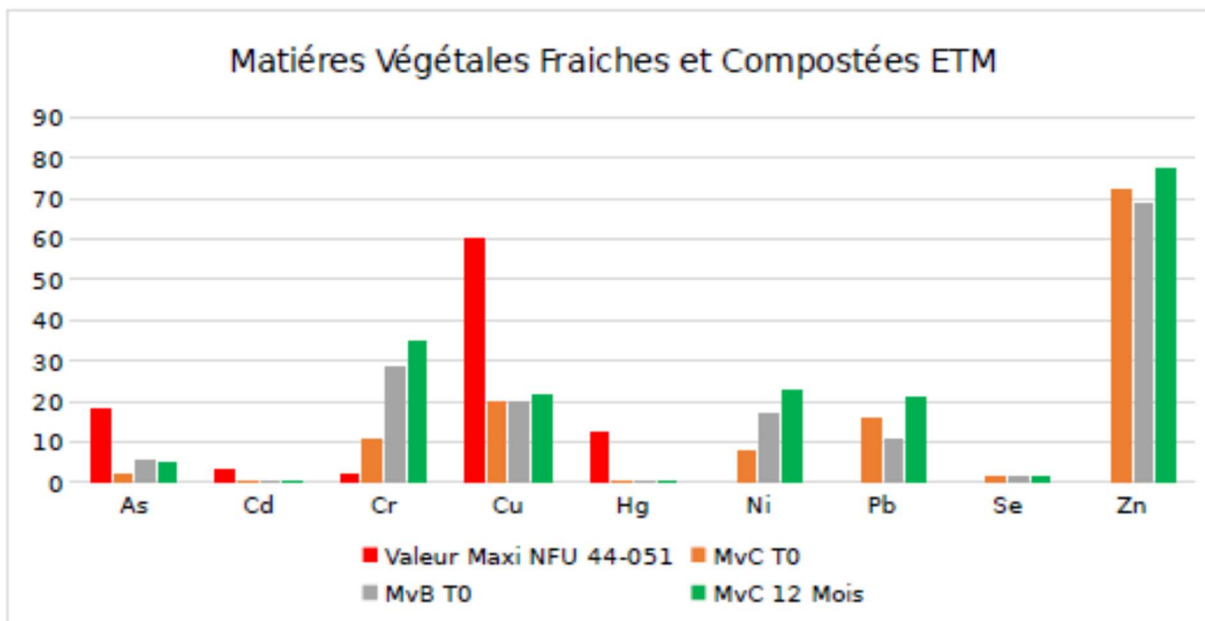


Figure 9 : Valeur en ETM sur les matières fraîches et les composts obtenus à la fin de l'étude

❖ Les analyses de carbone et azote

L'analyse initiale faite par la SADEF (commande Terre&Compost) n°T-22944-15) donne une valeur de teneur en carbone organique de 10,8 g/kg (soit 1,08 % de carbone). Les analyses de fin de processus n'ont pas encore été transmises.

Les analyses de carbones et azote ont été réalisées afin de suivre l'évolution de la matière organique. Le rapport C/N déterminé pour le compost criblé en bleu et le compost non criblé en rouge diminuent à la fin de l'expérimentation (Figure 10).

Bien que, ce rapport ne donne pas des informations chimiques sur la structure moléculaire. Il n'y a apparemment pas d'effet entre le criblé et le non-criblé en terme d'évolution et de rapport C/N

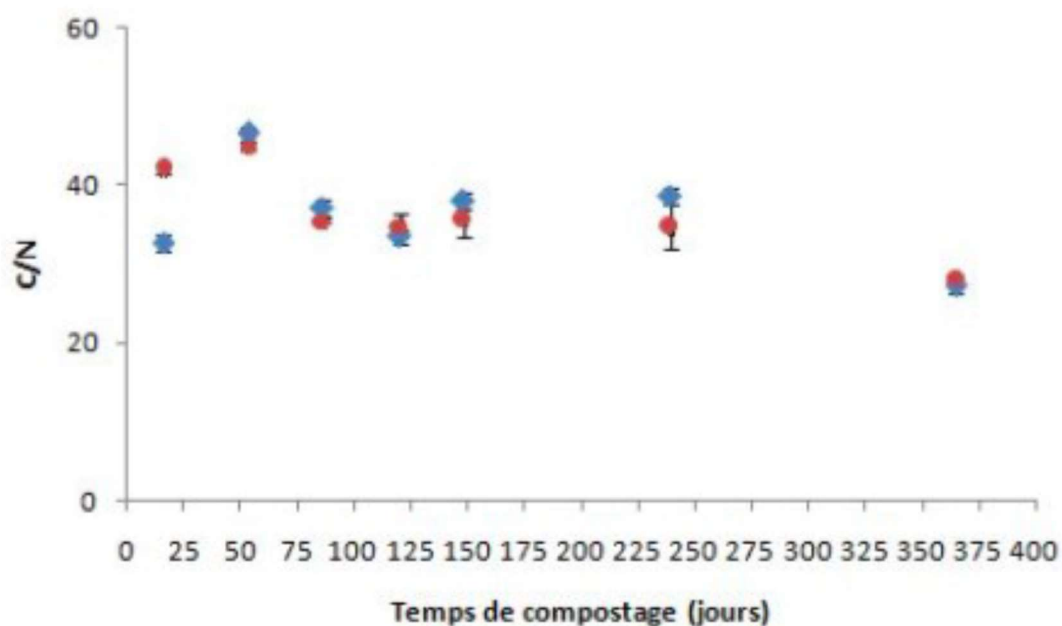


Figure 10 : Evolution du rapport C/N en fonction du temps de compostage en bleu, le compost criblé et en rouge, le compost non criblé.

La spectroscopie de fluorescence

Rappel sur la spectroscopie de fluorescence

La spectroscopie de fluorescence 3D est un outil rapide, qualitatif qui peut être appliqué dans les cas du suivi de la matière organique dans les milieux environnementaux. En effet, une partie de la matière organique présente dans les eaux ou les sols, contiennent des molécules fluorescence qui sont liées aux substances humiques. Il est donc possible de suivre l'évolution de la teneur et de la qualité des substances humiques en analysant de manière rapide la fluorescence d'une solution. L'exemple ci-dessous représente les différentes régions d'une fluorescence 3D et les informations qu'elle donne.

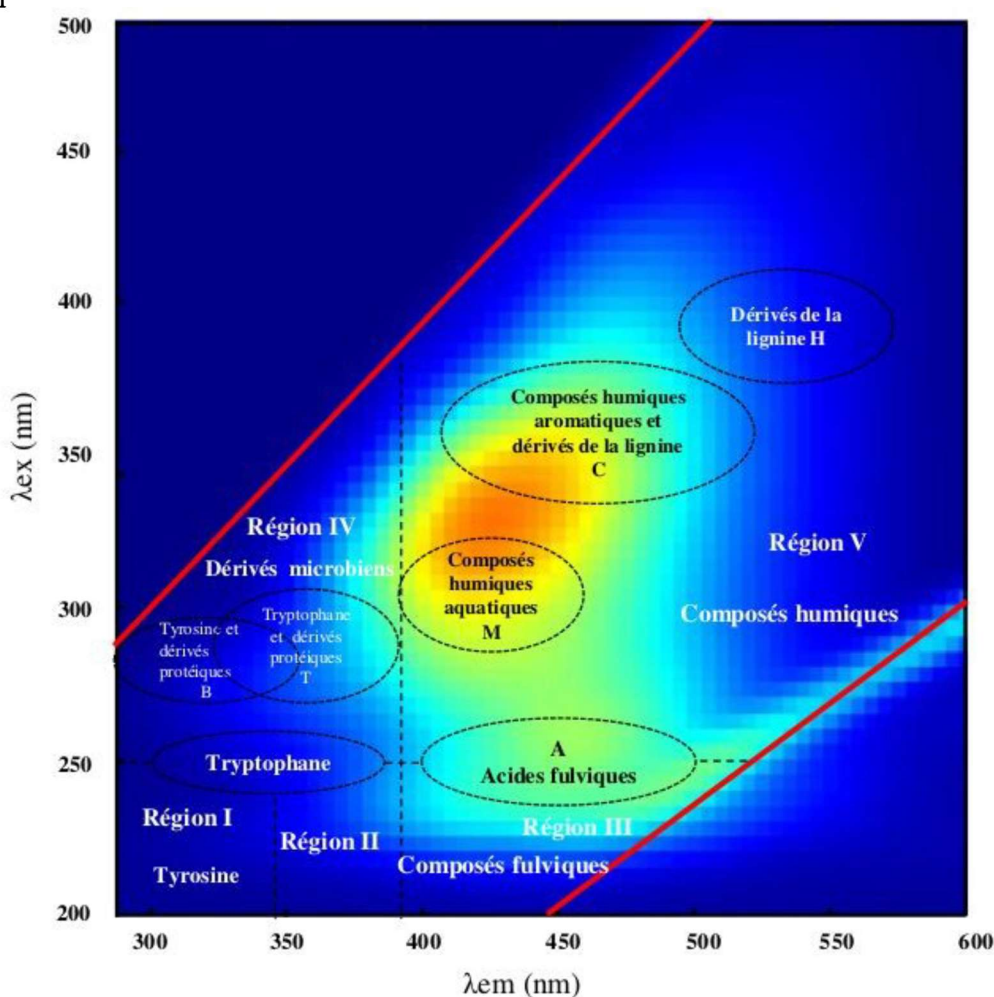


Figure 11 : Cartographie des régions de fluorescence 3D pour un échantillon environnemental.

Dans le cas d'un mélange de composé, ce qui est le cas des échantillons de lixiviat et de ruisselât,

afin de séparer les contributions de chaque groupe de molécules, il est appliqué un algorithme de décomposition CP/PARAFAC qui permet de suivre l'évolution du mélange au cours d'une temporelle ou géographique. C'est cette décomposition qui a été effectuée sur les échantillons liquides de ruisselât et de lixiviat.

Résultat de la décomposition CP/PARAFAC

La décomposition CP/PARAFAC (Figure 12) fait ressortir deux composants principaux dans les matrices de fluorescence 3D. Un composant de type humique frais (maximum d'émission à 300/410 nm) et un composant de type humique ligneux (maximum d'émission à 350/490 nm).

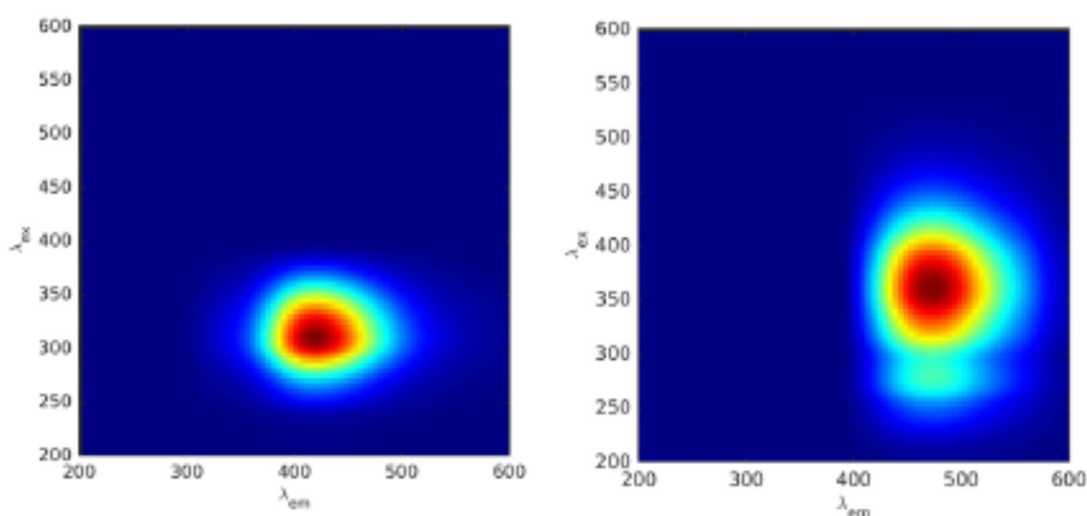


Figure 12 : Composant CP/PARAFAC obtenu lors de la décomposition. A gauche un composant de type humique récent, à droite un composant de type humique ligneux.

Evolution des contributions au cours du compostage.

Les contributions des C1 (composé humique récent) et C2 (composé humique ligneux) ramenés à la concentration en carbone organique dissous représente la teneur en composé fluorescent dans le milieu. Les deux contributions relatives C1/NPOC et C2/NPOC augmente régulièrement avec le temps de compostage. Les jus de compost (ruisselât et lixiviat) sont de plus en plus chargés en composé de type humique tant ligneux que récent.

Dans le ruisselât l'augmentation est plus erratique que dans le lixiviat qui passe au travers du sol. Il y a un effet régulateur du sol.

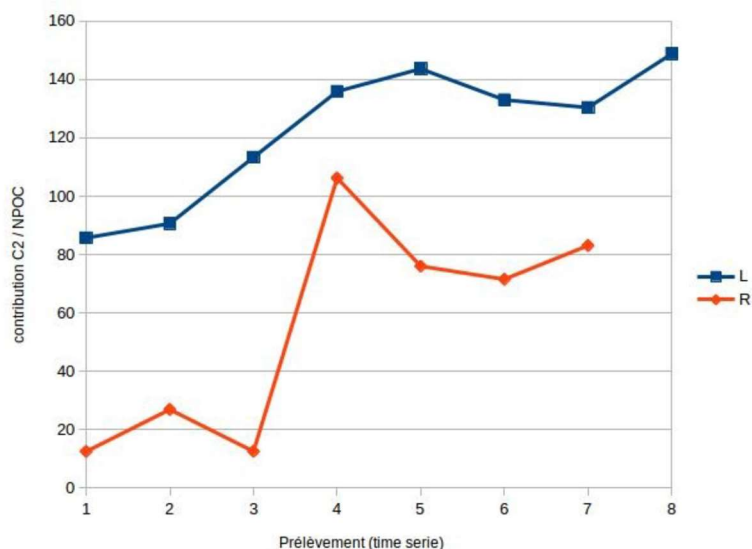


Figure 13 : Evolution de la contribution relative (contribution C2/ NPOC) au cours du temps.

L'observation du rapport des contributions de C1 par rapport à C2, ($C1/C2$, Figure 13) donne une information sur la qualité de la matière organique transportée. Dans la Figure 13, on remarque de façon non équivoque que la qualité de la matière organique qui traverse le sol est quasi constante, alors que, pour le ruisselât on a un rapport qui est élevé en début de compostage et diminue pour rejoindre les valeurs du lixiviat (et même moins) en fin de processus.

Comme C2 représente les composés ligneux, plus humifiés, il est donc probable que les premiers ruisselât contiennent des molécules non encore dégradées et en quantité importante si l'on en juge les teneurs en NPOC de ces eaux (Figure 6).

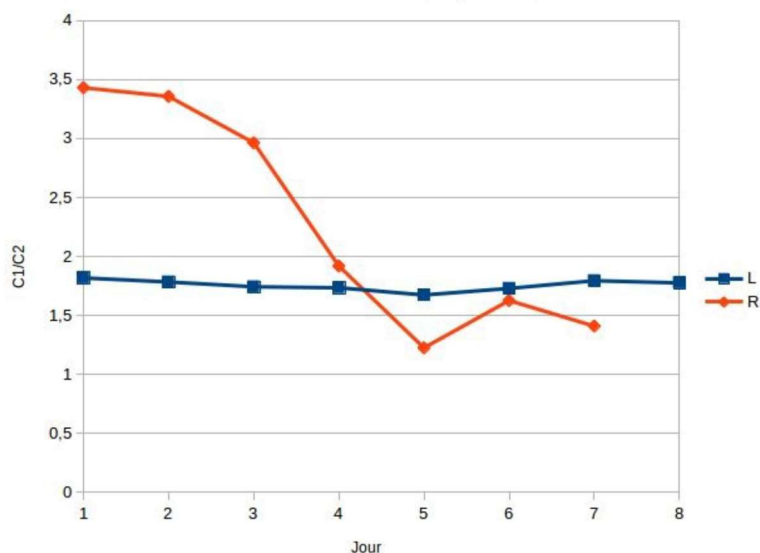


Figure 14 : Evolution du rapport des composants fluorescents dans le lixiviat (bleu) et ruisselât (rouge) au cours du compostage.

Résultat d'analyses sur les métaux des sols avant et après la phase de compostage rustique.

Les analyses des sols avant et après compostage ont été réalisées par le laboratoire d'analyse SADEF, les résultats sont présentés dans le Tableau 5.

Les mesures réalisées sur le sol sous les andains montrent qu'il n'y a pas de contamination du sol par les métaux lors du compostage bout de champ.

Tableau 5 : Résultats des analyses des sols avant et après compostage.

Métaux	Sol avant installation de l'andain	Sol après expérimentation de l'andain
As (mg/kg)	0,006 ± 0,001	0,009 ± 0,002
Cd (mg/kg)	0,088 ± 0,025	0,092 ± 0,025
Cr (mg/kg)	75,0 ± 2,8	76,4 ± 1,4
Cu (mg/kg)	< LD	< LD
Fe (mg/kg)	16 486 ± 153	15 986 ± 236
Mn (mg/kg)	267 318 ± 1 644	259 240 ± 3 141
Ni (mg/kg)	65,1 ± 1,0	67,4 ± 0,8
Pb (mg/kg)	53,62 ± 0,08	58,11 ± 1,10
V (mg/kg)	40,2 ± 0,8	39,7 ± 0,5
Zn (mg/kg)	46 005 ± 899	45 011 ± 890

Conclusion

Cette première étude a été réalisée dans le cadre d'un contrat à initiative proposé à la centrale biomasse UNIPER de Gardanne et s'est déroulée durant une année.

Nous pouvons tirer de ce travail les quelques éléments de conclusion suivants :

1. En terme de qualité de compost, c'est-à-dire en teneur en carbone et en azote, il ne semble pas y avoir de différence de maturation entre les composts criblé et non criblé. Les temps de maturation semblent identiques, l'influence de l'arrosage est nettement plus importante que la présence de structurant > 5 cm.
2. Concernant les valeurs agronomiques le compostage rustique permet avec les deux types de matières l'obtention de compost vert répondant à la norme NF U44-051 de qualité comparable obtenus avec des matières fraîches brutes ou affinées. L'arrosage ne modifie pas non plus fortement les qualités du compost obtenus, par contre il permet l'obtention d'un compost dans un laps de temps plus faible 6 à 8 mois (8 mois dans notre étude) comparativement au 12 mois et plus nécessaires sans intervention ni arrosage (12 mois dans notre étude).
3. En l'absence d'arrosage et dans la période d'expérimentation des deux andains (compost criblé et

non criblé), il n'a pas été possible de récupérer du lixiviat, ce qui implique qu'il est peu probable dans ces conditions que les matières organiques issues du compost des déchets verts atteigne la nappe phréatique par percolation. Il n'a pas été possible de faire l'étude des ruisselats pour ces conditions d'expérimentation.

4. L'andain arrosé a permis d'extraire grâce à un préleveur automatique, les lixiviats et les ruisselats en abondance. On retiendra :

Les ruisselats présentent une forte concentration en carbone et de qualité changeante, sans doute fortement labile en début de compostage puis rejoignant la qualité des lixiviats en fin de processus.

Les lixiviats sont 100 fois moins chargés et de qualité constante au cours du processus.

Les teneurs en métaux du sol ne sont pas modifiés par le compostage avec et après. Il n'y a pas d'influence du compost bord de champs sur les teneurs en métaux du sol.

En conclusion générale, et en se basant si l'expérimentation effectuée, il ne semble pas y avoir de modification importante dans le processus de maturation entre le compost criblé et le compost non criblé, les résultats obtenus ne montrent pas de différences statistiques.

Concernant les lixiviats et les ruisselats, il est préférable de surveiller, voire de maîtriser les ruisselats qui sont fortement chargés en carbone organique. Il est possible qu'ils présentent une forte DBO (Demande Biologique en Oxygène) et DCO (Demande Chimique en Oxygène) et soit impropre pour un déversement dans une rivière. Par contre, le lixiviat, qui traverse le sol, ne présente pas de flux important vers la nappe phréatique et n'est pas chargé de matière organique récente.

3-2 Evaluation de la valeur agronomique du produit et production de références

3-2-1 Essai agronomique d'acquisition de références sur l'utilisation compost vert et matières végétales pour les grandes cultures et la viticulture en région PACA

Résultats Viticulture

- La récolte de raisin a été réalisée le 07 septembre avec la classe de première STAV Production. L'analyse statistique sur le rendement en raisin en T/ha montre un essai moyennement précis avec un CV de 6.9%. Les différences sont hautement significatives. C'est le traitement T1 avec la matière végétale non compostée apportée en surface qui produit le meilleur rendement.

On mesure ici, un fort effet qui est certainement dû à plusieurs facteurs associés :

- Effet fertilisant (2^{ème} année d'apport) d'autant plus marqué que la parcelle n'a reçu aucune fertilisation depuis 16 ans.
- Effet mulch limitant l'évaporation de l'eau.

Cet effet fertilisant est très marqué : 40% de rendement supplémentaire sur la modalité « compost 10 tonnes par hectare » par rapport au témoin.

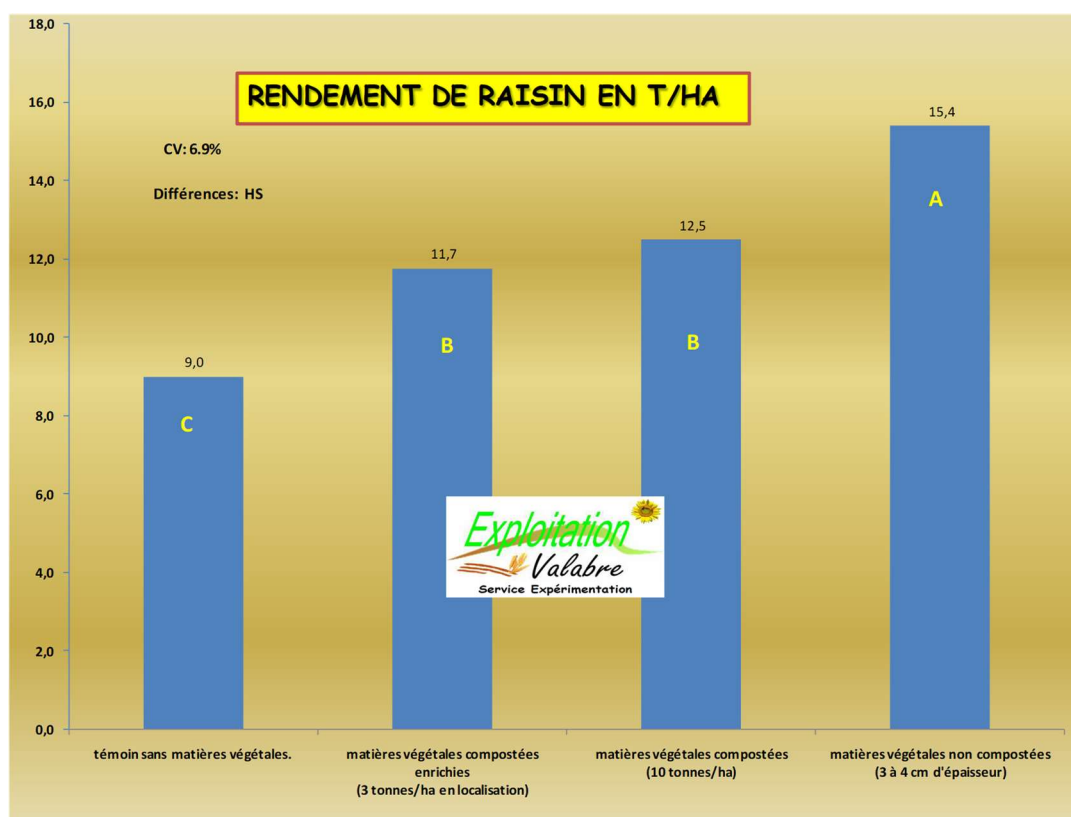
EXPLOITATION AGRICOLE

Chemin du Moulin fort - 13548 Gardanne
Tél. : 04 42 65 43 28
serge.banet@educagri.fr

www.campusnatureprovence.com



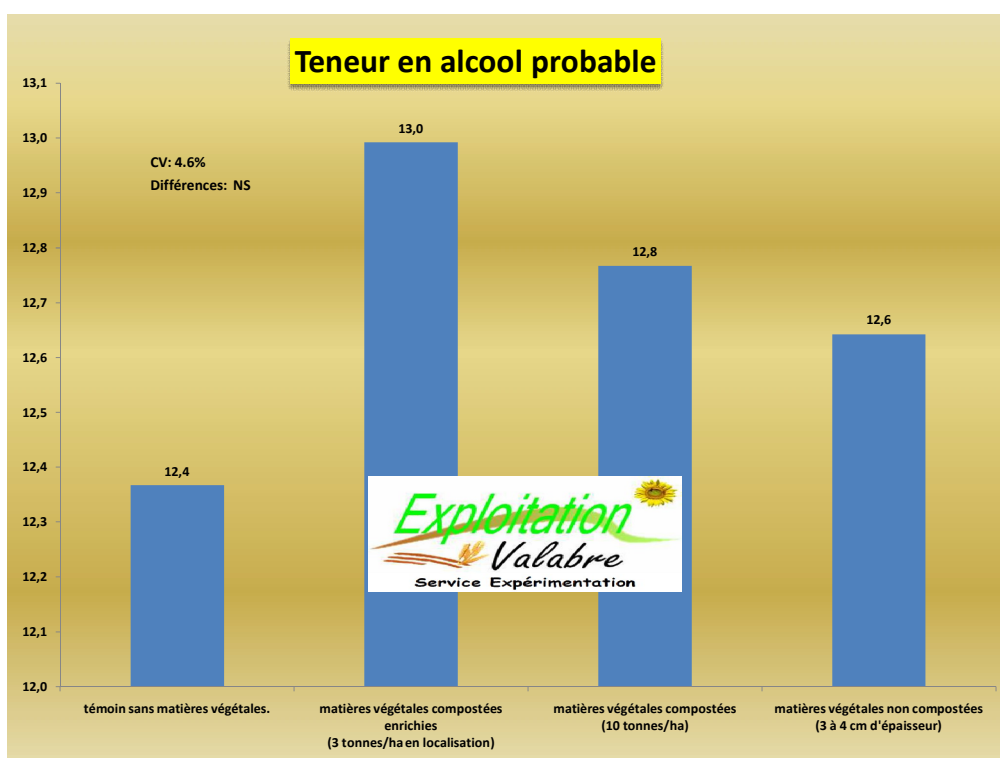
Modalités	N° traitement	Rendement en T/ha de raisin	Rendement en % du Témoin
témoin sans matières végétales.	T0	9,0	100
matières végétales compostées enrichies seulement la première année (3 tonnes/ha en localisation)	T3	11,7	131
matières végétales compostées (10 tonnes/ha)	T2	12,5	139
matières végétales non compostées (3 à 4 cm d'épaisseur)	T1	15,4	171



- La teneur en alcool a été mesurée sur un échantillon de 200 grains prélevés aléatoirement sur chacune des parcelles. La mesure au réfractomètre a été répétée 5 fois. Sur cette variable l'analyse permet de conclure à une bonne précision des résultats, mais sans montrer de différences significatives. Pas d'effet sur la teneur en alcool des apports de compost ou de matières végétales en surface.



Modalités	N° traitement	Titre alcoométrique (réfractomètre)
témoin sans matières végétales.	T0	12,4
matières végétales compostées enrichies (3 tonnes/ha en localisation)	T3	13,0
matières végétales compostées (10 tonnes/ha)	T2	12,8
matières végétales non compostées (3 à 4 cm d'épaisseur)	T1	12,6



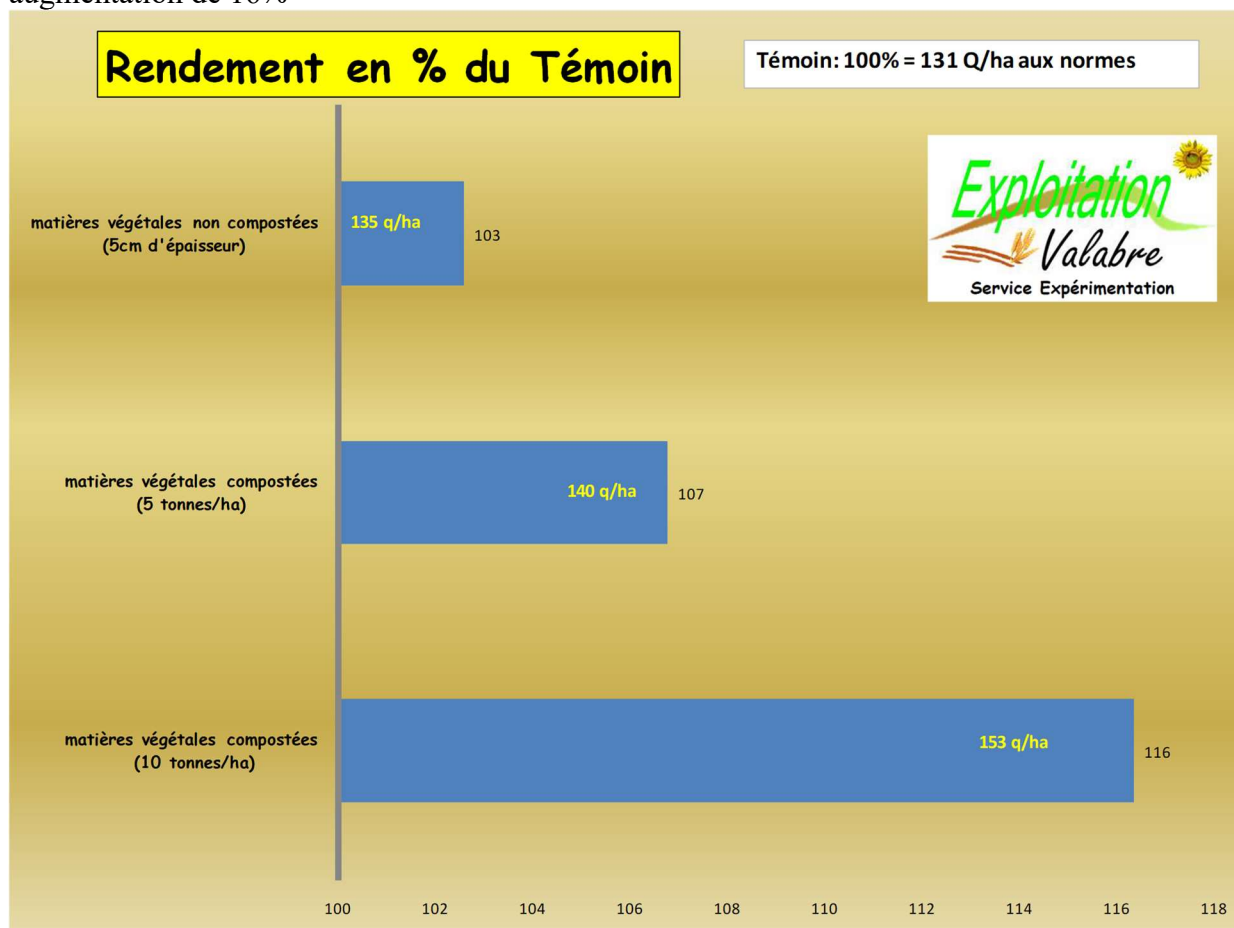
EXPLOITATION AGRICOLE

Chemin du Moulin fort - 13548 Gardanne
Tél. : 04 42 65 43 28
serge.banet@educagri.fr

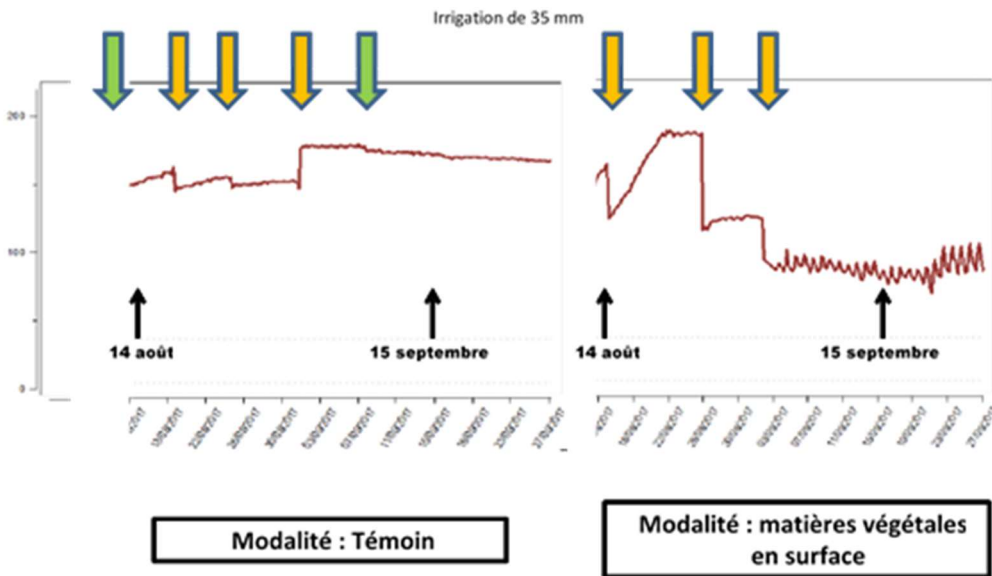
www.campusnatureprovence.com

Résultats grandes cultures

- Le témoin produit 131 quintaux par ha aux normes (bon rendement en maïs grain).
- La matière végétale fraîche apportée en mulch obtient 135 q/ha soit un rendement équivalent au témoin avec une économie d'eau de 23% (100 mm).
- Les apports de compost 5 t/ha permettent une augmentation de 7 % et 10 t/ha une augmentation de 16%



RELEVES TENSIOMETRIQUES à 45 cm du 14 août au 27 septembre



Extrait des relevées tensiométriques réalisés par l'enregistreur en continue : Monitor.

On remarque que la modalité témoin a des valeurs tensiométriques supérieures à 100 cb du 14 août au 15 septembre. Sur le même créneau de date, la modalité matières végétales en surface obtient des valeurs plus faibles avec 2 irrigations de moins.

L'effet much est bien visible, le sol est plus humide à 45 cm de profondeur avec la matière végétale en surface.

Mais cette technique pose une question :

Comment épandre 150 tonnes /ha, soit plus de 400 m³/ha de matières végétales de façon simple et rapide ?

3-2-2 Cas particulier des digestats de méthaniseurs

3-2-2-1 Principaux résultats agronomiques 2019-2020

Reliquats d'azote dans le sol réalisés le 13 février 2020

	CASE 1 Digestat brut		CASE 2 Digestat solide		CASE 3 Digestat liquide		CASE 4 Témoïn 0		CASE 5 zone extérieure	
Profondeur	NO3	NH4	NO3	NH4	NO3	NH4	NO3	NH4	NO3	NH4
0 - 25	52,5	20,3	25,9	18,9	50,1	17,9	7,0	21,0	12,6	19,3
25 - 50	63,8	12,8	33,8	11,7	15,4	14,4	3,8	15,8	20,6	13,7
Total/horizon	116,3	33,1	59,7	30,6	65,4	32,3	10,8	36,8	33,2	33,0
Total =	149,4		90,3		97,7		47,5		66,2	

Rappel: Reliquats réalisés avant apport le novembre 2019 : 78.9 unités d'azote sur 0-50 cm de profondeur



Reliquats d'AZOTE réalisés le 13 février 2020

	CASE 1 Digestat brut		CASE 2 Digestat solide		CASE 3 Digestat liquide		CASE 4 Témoïn 0	
Profondeur	NO3	NH4	NO3	NH4	NO3	NH4	NO3	NH4
0 - 25	52,5	20,3	25,9	18,9	50,1	17,9	7,0	21,0
25 - 50	63,8	12,8	33,8	11,7	15,4	14,4	3,8	15,8
Total/horizon	116,3	33,1	59,7	30,6	65,4	32,3	10,8	36,8
Total =	149,4		90,3		97,7		47,5	

Photos
du 13/04

Illustration n°5

On observe sur les photos ci-dessus une différence de couleur assez marquée en fonction des

EXPLOITATION AGRICOLE

Chemin du Moulin fort - 13548 Gardanne
Tél. : 04 42 65 43 28
serge.banet@educagri.fr

www.campusnatureprovence.com

apports réalisés :

- La case avec du digestat solide a généré un blé plus vert pas forcément corrélé par la mesure du reliquat réalisé le 13 février avec 90 unités d'azote alors que le brut est moins vert avec un reliquat très élevé de 150 unités.
- A l'opposé le témoin sans azote a un reliquat très faible de 47 unités et une couleur de blé très jaune

Biomasse à floraison du blé le 24 mai 2020



Prélèvements pour mesure de biomasse du blé dur et azote absorbée par les plantes



Prélèvements pour mesures de l'azote de sol sur 2 horizons (0-25 cm) et (25-50 cm)

case	modalité	Matière sèche g/m ²
1	Digestat brut	788,6
2	Digestat solide	940,2
3	Digestat liquide	897,6
4	Témoin 0	437,4
6	Ferti AZOTE	997,0

EXPLOITATION AGRICOLE

Chemin du Moulin fort - 13548 Gardanne
 Tél. : 04 42 65 43 28
 serge.banet@educagri.fr

www.campusnatureprovence.com

Rendement et composantes de rendement du blé juillet 2020

Modalités	Nb d'épi/m ²	Poids de grain/épi	Poids de Mille Graines	Nb de grains /épi	Rendement en Q/ha
Témoin fertilisé	362	0,93	41,95	22,12	33,6
Digestat solide	274	0,83	41,05	20,22	22,6
Digestat brut	240	0,85	43,71	19,47	20,4
Digestat liquide	228	0,89	43,51	20,57	20,4
Témoin 0	208	0,65	44,41	14,75	13,6

- Les rendements ramenés à l'hectare sont faibles en général
- Les 3 digestats obtiennent un rendement similaire autour de 20 à 22 quintaux par hectare
- Le témoin décroche complètement, avec 14 quintaux par hectare.
- Seule la zone fertilisée à l'engrais minéral avec 3 apports procure un rendement de 33,4 quintaux par hectare.

EXPLOITATION AGRICOLE

Chemin du Moulin fort - 13548 Gardanne
 Tél. : 04 42 65 43 28
 serge.banet@educagri.fr

www.campusnatureprovence.com

3-2-2-2 Principaux résultats concernant l'impact environnemental 2019-2020

Résultats

Carbone et azote dissous

Les résultats de mesure du carbone et de l'azote dissous sont présentés dans les tableaux suivants :

NPOC ¹ en mgC.L ⁻¹	Case 1		Case 2		Case 3		Case 4	
	R	LV	R	LV	R	LV	R	LV
S00		21,0		22,5		69,8		102,1
S01	49,7	20,6		19,3	34,9	114,1	92,7	133,5
S02	25,1	24,6	11,1	21,2	28,2	134,3	17,6	185,1
S03		20,6		22,1		153,3		197,2
S04	37,6	18,6	100,9	16,8	46,1	146,8		173,4
S05	30,7	21,5	34,7	19,1	47,3	179,1	15,8	160,4
S06	34,0	16,9	61,0	17,5	66,3	181,2	23,3	123,2
S07	36,0	17,4	70,3	19,5	44,7	197,0	21,2	106,8
S08			54,5		27,3	173,7	23,6	95,34
S09								

Tableau 1 : Mesures de carbone dissous dans les lixiviats et les ruisselâts

TN ² en mgN.L ⁻¹	Case 1		Case 2		Case 3		Case 4	
	R	LV	R	LV	R	LV	R	LV
S00		1,44		2,84		3,17		1,74
S01	5,97	1,01		0,97	3,46	2,55	4,69	1,77
S02	1,06	0,90	1,42	0,95	3,06	2,14	0,61	1,84
S03		0,93		1,06		1,96		2,06
S04	6,01	0,98	5,64	0,87	3,80	2,02		1,94
S05	0,73	1,12	3,15	1,08	1,34	2,21	0,60	1,99
S06	0,82	1,85	4,65	0,89	1,45	2,20	0,88	1,82
S07	1,24	1,37	2,28	0,83	0,99	1,99	0,44	1,71
S08			2,55		1,16	2,51	0,90	2,03
S09								

Tableau 2 : Mesures d'azote dissous dans les lixiviats et les ruisselâts

Modalité 1 - Case 1

Pour la modalité 1 : DB * sol nu * incorporation premiers cm (3-4 cm) * dose moyenne digestat * semis ensuite blé



¹ NPOC : Non Purgeable Organic Carbon. Mesure du carbone après acidification pour éliminer les carbonates

² TN: Total Nitrogen (Azote total organique et minéral dissout)



L'évolution du NPOC sur le ruisselât du mode C1 (Illustration 2), montre une concentration un peu plus forte en carbone en début d'expérience, puis une valeur constante autour de 30 mgC.L^{-1} . En ce qui concerne le lixiviat, il y a très peu de variation, et une concentration autour de 20 mgC.L^{-1} . Par contre au niveau de l'azote dissout total (TN), lors du premier prélèvement on a une forte teneur ($\sim 6 \text{ mgN.L}^{-1}$), puis rapidement un retour à une valeur quasi-constante.

Modalité 2 - Case 2

Pour la modalité 2, DS * sol nu * incorporation premiers cm (3-4 cm) * dose moyenne digestat * semis ensuite blé

Le comportement de cette modalité C2 (Illustration 2) est différent du mode C1. Les teneurs en carbone dans le ruisselât sont nettement supérieures, et ont une plus forte variabilité. Les valeurs semblent tendre vers une valeur plus forte que celle du mode C1 en fin d'expérience. Tant pour le carbone que pour l'azote.

En ce qui concerne le lixiviat, les valeurs sont similaires à celle du mode C1, excepté le premier prélèvement pour l'azote ce qui peut être dû à la mise en route du système.

Modalité 3 - Case 3

Digestat Liquide * sol nu * incorporation premiers cm (3-4 cm) * dose moyenne digestat * semis ensuite blé

Au niveau du ruisselât, les valeurs de carbone en modalité C3 (Illustration 2) sont proches de celles de la modalité 1, avec une teneur plus forte en fin d'expérience. L'azote par contre est nettement plus élevé ($> 3 \text{ mgN.L}^{-1}$) jusqu'au prélèvement S04.

Concernant le lixiviat, le comportement au niveau du carbone est clairement différent, avec une augmentation régulière tout au long de l'expérience en partant de 70 mgC.L^{-1} pour atteindre 150 mgC.L^{-1} . Pour l'azote dans le lixiviat, la concentration est nettement plus forte que pour les modalités C1 et C3.

Modalité 4 - Case 4

Témoin : pas d'apport * semis blé

La modalité 4 est le témoin (Illustration 2). Les valeurs en carbone du ruisselât sont fortes en début d'expérimentation, puis rejoignent les valeurs proches des modalités C1 et C3.

En ce qui concerne le lixiviat, le comportement du carbone est atypique. Il y a une augmentation en début d'expérience, pour un maximum au prélèvement S03 puis, la concentration diminue pour atteindre une valeur autour de 100 mgC.L^{-1} , moins que le mode C3, mais plus élevée que le mode C1 et C2. En ce qui concerne l'azote, la concentration est quasi constante et intermédiaire entre C3 et les deux modalités C1 et C2.

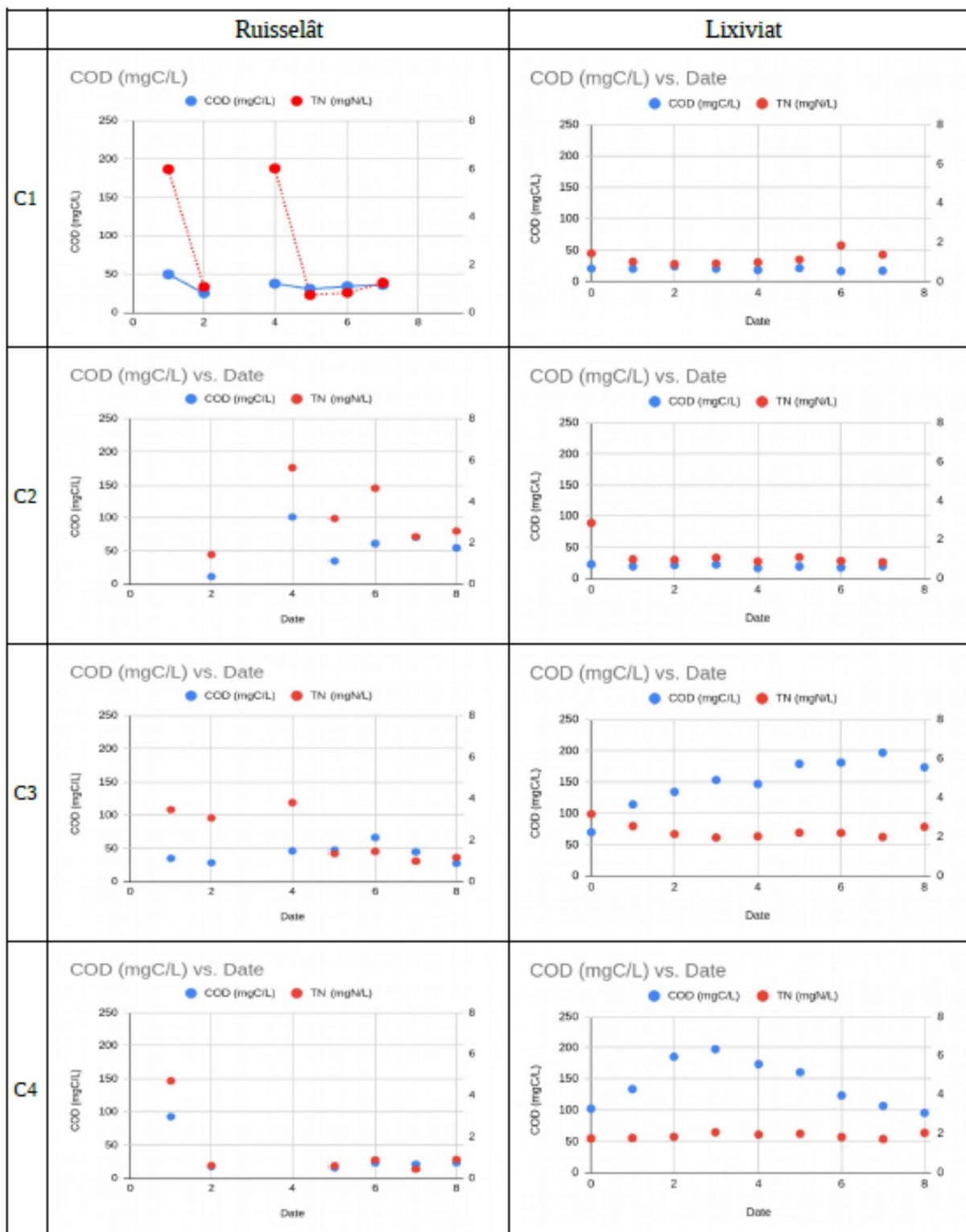


Figure 3: Graphique des évolutions NPOC et TN au cours de l'expérience

EXPLOITATION AGRICOLE

Chemin du Moulin fort - 13548 Gardanne
Tél. : 04 42 65 43 28
serge.banet@educagri.fr

www.campusnatureprovence.com

Évolution du C/N

Il est possible d'avoir une idée de l'évolution ou de la dégradation d'une matière organique en suivant le rapport C/N (massique ou atomique). En effet, les fonctions chimiques azotées se dégradent plus rapidement que les fonctions chimiques carbonées. À partir d'un échantillon provenant de la végétation le C/N est proche de celui des carbohydrates du vivant (formule du chloroplaste). Plusieurs exemples sont disponibles sur (https://fr.wikipedia.org/wiki/Rapport_C/N).

L'évolution des rapport C/N des différentes modalités dans les ruisselâts et les lixiviat est présentée dans la Figure 4, les moyennes en Figure 3.

Modalité C1 - C/N

Pour les modalités C1 et C2, les C/N du ruisselât et du lixiviat varient autour de la valeur moyenne de 25, qui est la valeur proche de celle pour des matières organiques de déchets verts.

Pour les modalités C3 et C4, si le ruisselât montre des valeurs autour de 25, il n'en est pas de même pour les valeurs de lixiviat qui présentent des valeurs moyennes de 68 et 75 respectivement pour C3 et C4, avec une augmentation régulière pour C3 lors de l'expérience et un pic à S02 pour C4.

Cette valeur élevée est celle trouvée pour des déchets de paille par exemple en tout cas ce n'est pas compatible avec des valeurs que l'on peut trouver pour des lisiers (~10 à 15).

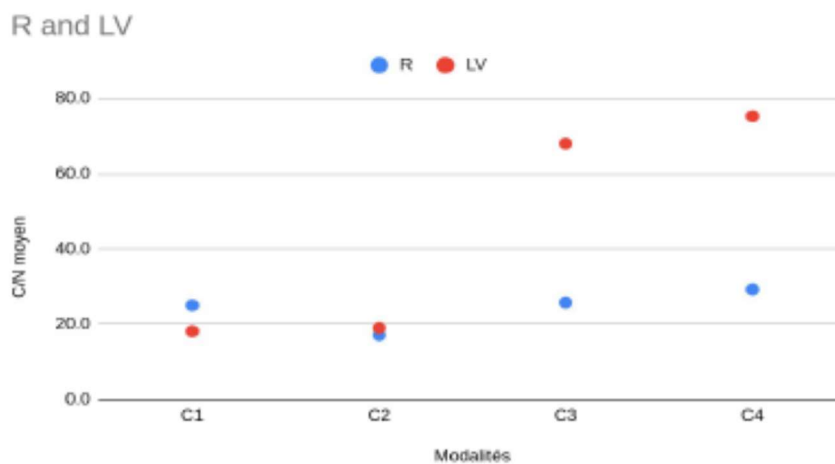


Figure 3: Moyenne des valeurs de C/N dans les liquides pour les différentes modalités

EXPLOITATION AGRICOLE

Chemin du Moulin fort - 13548 Gardanne
Tél. : 04 42 65 43 28
serge.banet@educagri.fr

www.campusnatureprovence.com

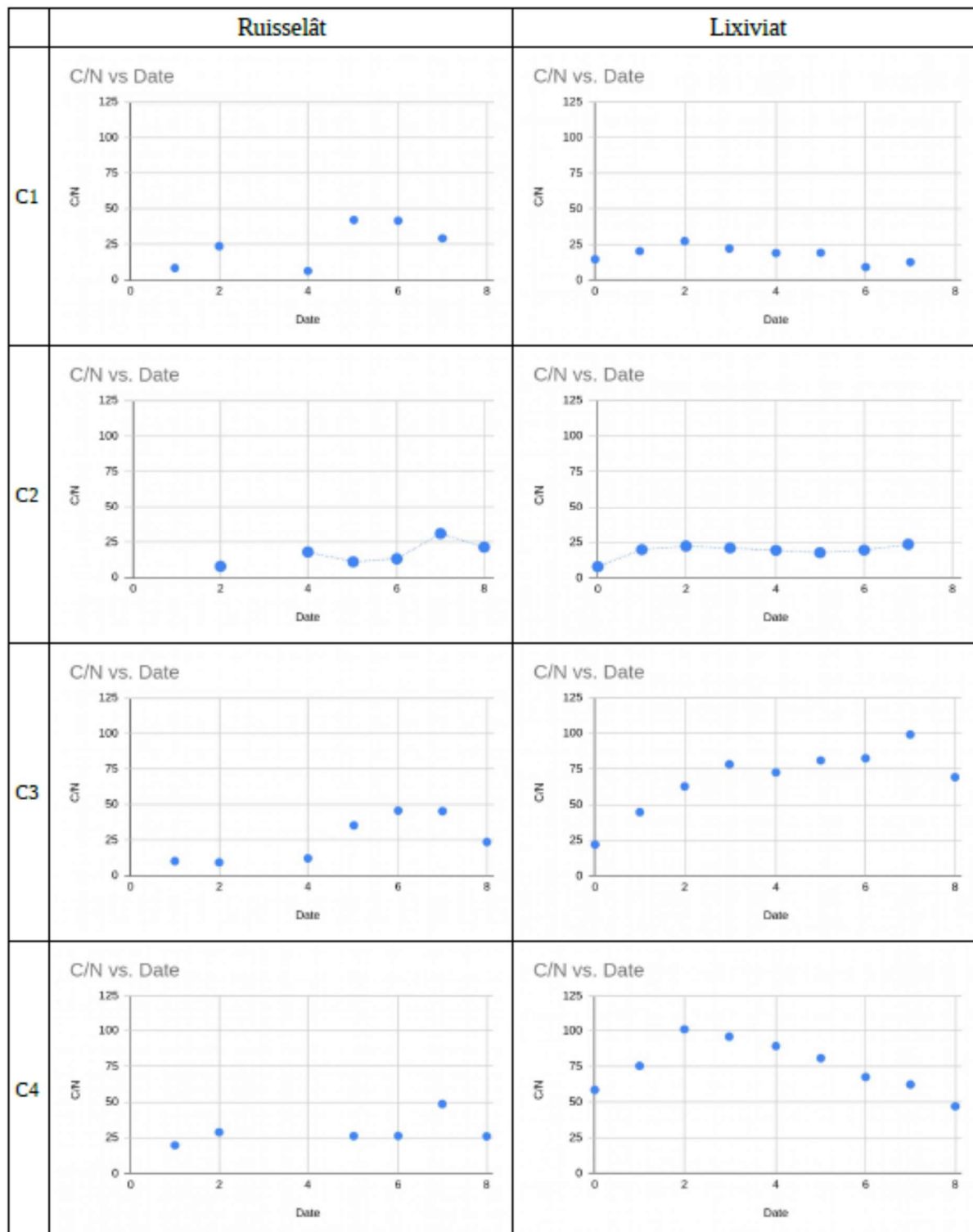


Figure 4: Évolution du C/N massique au cours de l'expérience

EXPLOITATION AGRICOLE

Chemin du Moulin fort - 13548 Gardanne
Tél. : 04 42 65 43 28
serge.banet@educagri.fr

www.campusnatureprovence.com

Évolution des concentrations en nitrate

Les mesures de nitrate en $\text{mgNO}_3^{2-} \cdot \text{L}^{-1}$ ont été effectuées par dosage colorimétrique à l'aide d'un ensemble Technicon II. Les valeurs sont présentées dans le tableau 5. Il semble que certains échantillons aient été contaminés ou mal conservés car ils présentent des concentrations hors normes. Ils sont présentés en italique et gras dans le tableau.

NO ₃ ²⁻ en mg.L ⁻¹	Case 1		Case 2		Case 3		Case 4	
	R	LV	R	LV	R	LV	R	LV
S00		0,28		8,34		0,03		0,02
S01	0,02	0,01		0,01	0,12	0,01	0,03	0,02
S02	0,09	0,02	7,64	0,02	4,61	0,03	0,52	0,03
S03		0,01		0,01		0,02		0,01
S04	0,02	0,11	0,27	0,02	0,02	0,02		0,02
S05	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
S06	0,13	0,04	0,09	0,02	0,05	0,03	0,04	0,02
S07	0,02	8,16	0,02	0,05	0,02	0,31	0,02	
S08			0,01		0,01	0,00	0,01	0,00

Tableau 5: Concentrations en nitrate des lixivats et des ruisselâts. Les valeurs en gras italique sont des outliers.

L'évolution des concentrations est présentée dans les figures 6. Si on exclue les valeurs aberrantes la concentration en NO_3^{2-} ne dépasse que très rarement $0,5 \text{ mgNO}_3^{2-} \cdot \text{L}^{-1}$ et ne présente pas d'évolution temporelle significative. Quelques points montrent une concentrations plus élevée.

Si l'on observe les variabilités par modalité et par échantillon, toute périodes confondue (Tableau 7), on observe que pour les ruisselats, la modalité C2 présente la plus grande variabilité, tandis que C4 montre la plus faible. Par contre pour les lixivats, la variabilité la plus forte est observée pour la modalité C1, et est faible pour les modalités C2, C3 et C4. En moyenne ce sont les modalités C3 et C4 qui présentent le minimum de concentration en nitrate dans les lixivats.

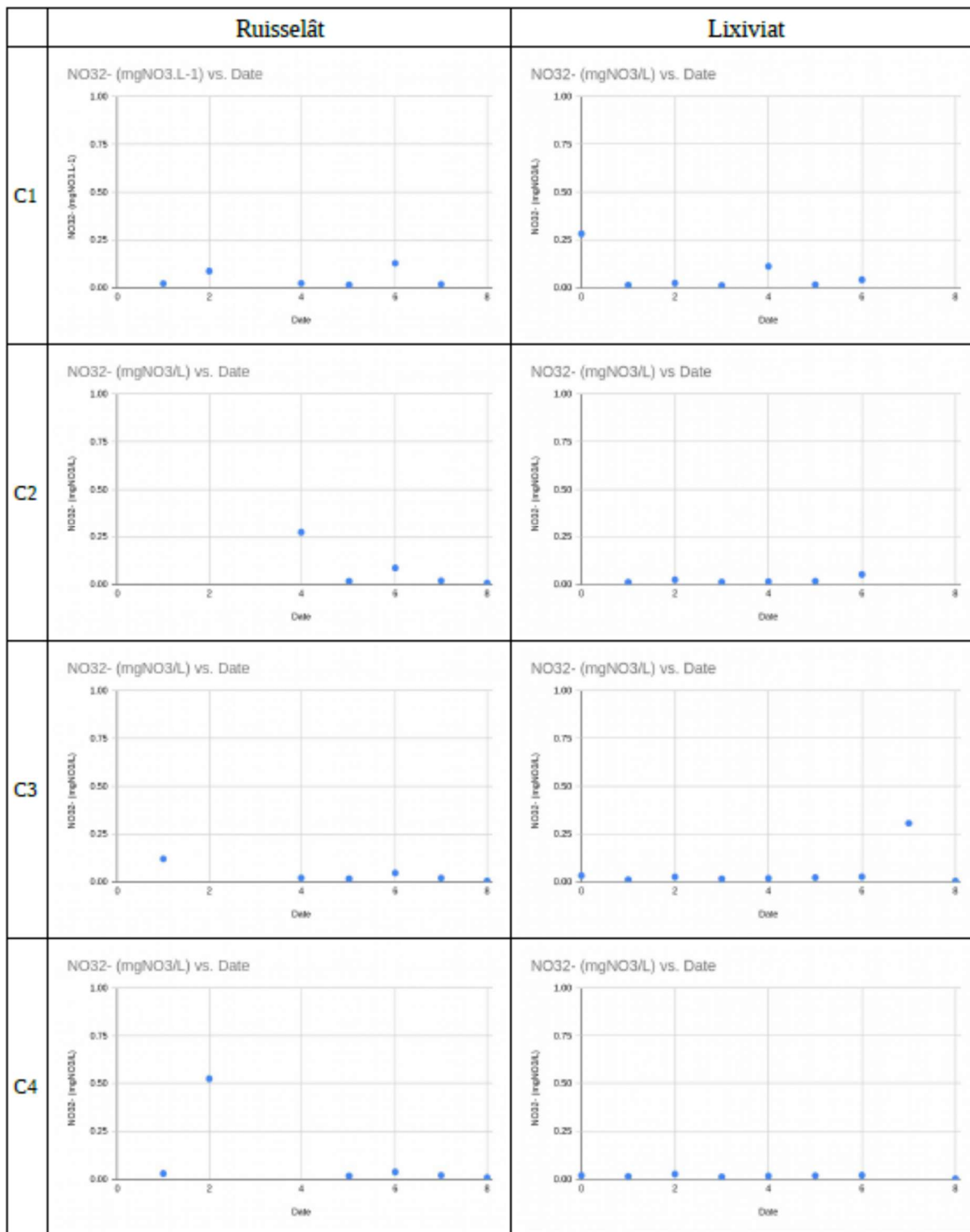


Figure 6: Evolution des concentrations en nitrate par cases (ligne) et par ruisselât ou lixiviat (colonne).

EXPLOITATION AGRICOLE

Chemin du Moulin fort - 13548 Gardanne
Tél. : 04 42 65 43 28
serge.banet@educagri.fr

www.campusnatureprovence.com

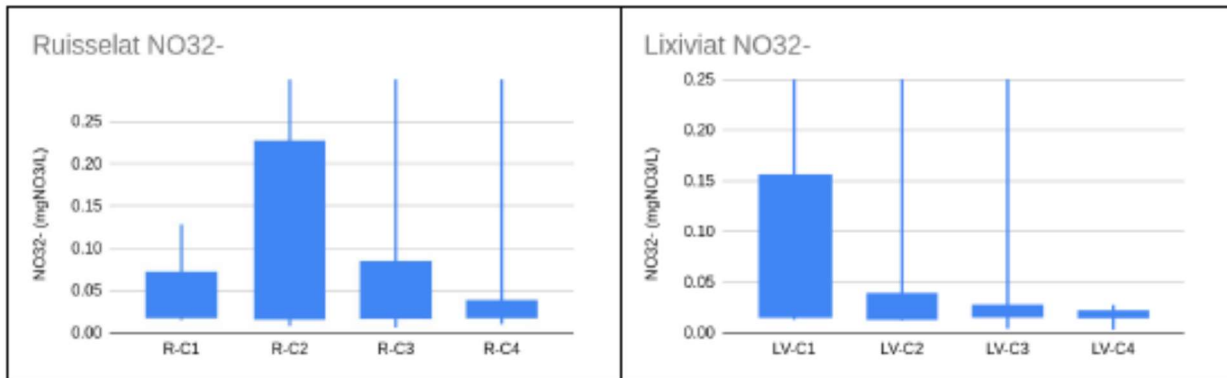


Figure 7: Boxplot des concentrations en nitrate pour les ruisselâts et les lixiviats.

Évolution de la conductance et du pH

Les valeurs de conductimétrie sont assez constantes au cours de l'expérience et ne présentent pas d'anomalie particulière. Il est à remarquer que les solutions de lixiviat des modalités C3 et C4, celles qui présentent des valeurs de carbone plus élevées que la moyenne, présentent aussi des valeurs de conductimétrie plus élevées (Figure 8 et 3).

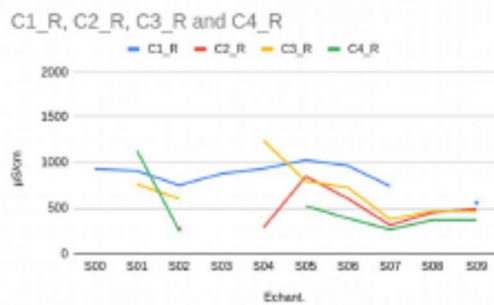


Figure 8: Évolution de la conductance des ruisselâts au cours de l'expérience

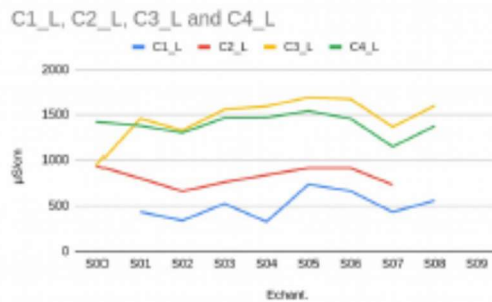


Figure 9: Évolution de la conductance des lixiviats au cours de l'expérience

Le pH ne présente pas de variabilité particulière, par contre il est possible d'observer un pH plus élevé pour les modalités C1 et C2 pour les lixiviats (Figure 10).

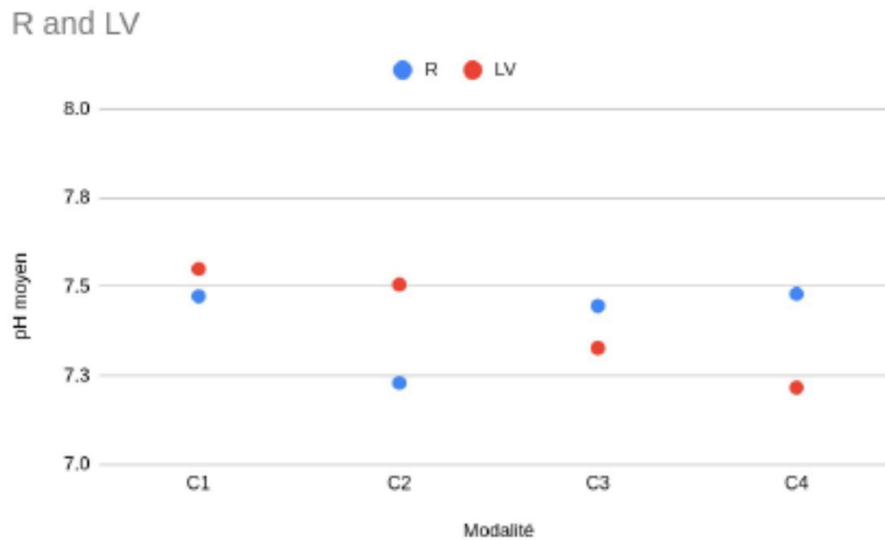


Figure 10: pH moyen par modalité

Pentes Spectroscopiques

En spectroscopie d'absorption il est possible de suivre l'évolution de la matière organique dans les milieux en observant la pente de décroissance de fluorescence.

En effet, l'absorbance d'un échantillon naturel en présence de matière organique présente une décroissance exponentielle de l'absorbance en l'absence de composé prédominant. Un exemple est proposé dans les Figure 11a et 11b.

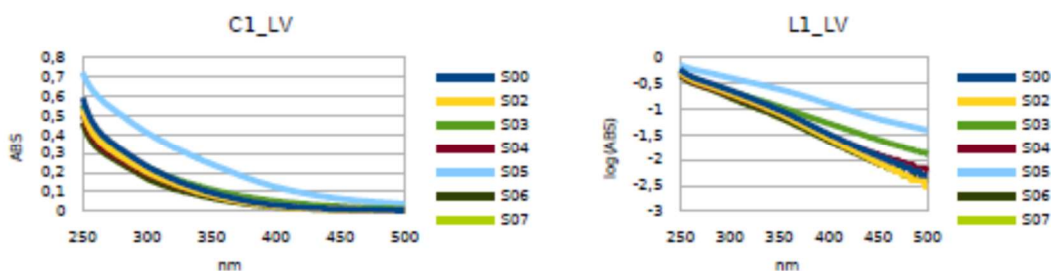


Illustration 11a: Spectres d'absorbance des échantillons C1_LV

Illustration 11b: Graphe Log(ABS) des échantillons C1_LV

Plus la pente de décroissance de l'absorbance est élevée, plus la matière organique est fraîche, plus la pente est faible, plus la matière organique est dégradée, humifiée. Ainsi l'évolution de la valeur en fonction de l'expérience permet de définir s'il y a une évolution de la matière organique observée dans les ruisselâts et les lixiviat.

L'évolution des pentes au cours de l'expérience est présentée dans les Figure 12a et 12b.

Pour les ruisselâts, les valeurs de pentes sont constantes et varient entre 4 et 8×10^3 . On observe une variabilité plus importante pour les lixiviat. Excepté pour la modalité C2, les pentes ont tendance à



diminuer avec le temps jusqu'au prélèvement S06. Cette pente plus faible peut indiquer un matériel plus frais dans le lixiviat. Toutefois le dernier prélèvement montre une augmentation de cette valeur.

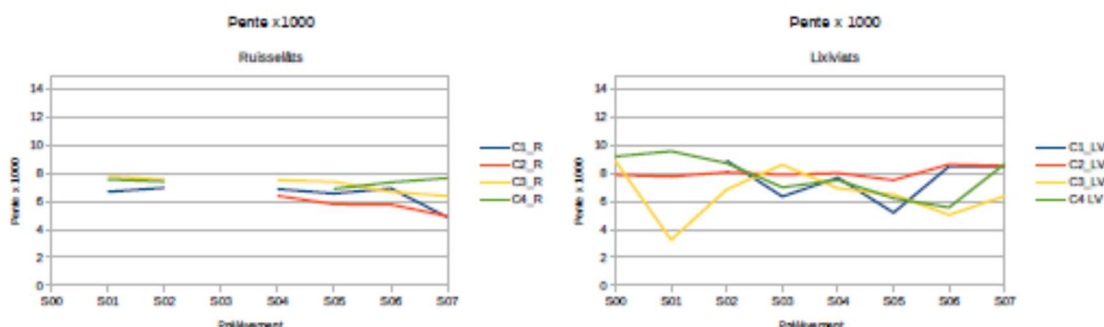


Figure 12a: Evolution des pentes des ruisselâts x1000 Figure 12b: Evolution des pentes des lixiviats x1000

Statistiquement, il n'est pas possible de différencier les valeurs entre ruisselât et lixiviat et durant l'expérience, les variabilités pouvant être dues à différents paramètres. Les variations liées à la nature de la matière organique, s'il y en a, ne sont pas supérieures à la répétabilité de l'expérience (9).

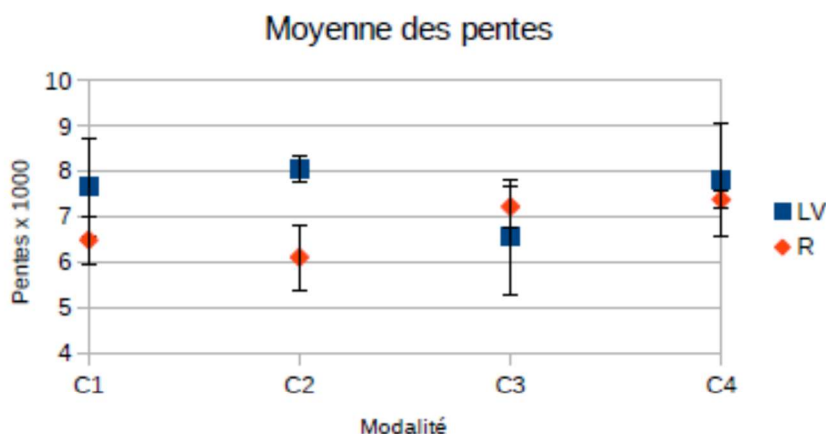


Figure 13: Pentes moyennes sur les modalités pour les lixiviats et ruisselâts

Discussion sur les résultats

Carbone, azote, C/N, nitrates

De manière inattendue les modalités qui présentent les variations les plus importantes et significatives sont les modalités C3 et C4 en particulier en ce qui concerne le lixiviat pour le paramètre carbone organique dissout.

L'augmentation du NPOC dans le lixiviat pour la modalité C3 mais surtout pour la modalité C4 (Témoin) est difficile à interpréter. Si l'on considère qu'il n'y a pas de biais lié aux cases lysimétriques (problème de réplicat lysimétrique), il semble que le fait de mettre un amendement DB ou DS limite le transfert de C au travers du sol et augmente le pH des solutions qui le traverse.

Concernant les nitrates, les modalités diffèrent de comportement. Les modalités avec amendement présentent bien une plus grande variabilité et une moyenne des concentrations en nitrate plus forte que la modalité témoin. Dans les ruisselats des modalités C1 et C2 les nitrates semblent plus mobiles en surface et il y a plus de percolation des nitrates dans la modalité C1.

Flux ou contamination

Les teneurs en métaux des amendements n'ont pas nécessité de mesures de métaux au travers des ruisselats ou des lixiviats.

Toutefois, il semble que ce soit l'apport de DS ou DB qui retienne un peu plus les éléments à la surface, diminuant le transfert de carbone et l'acidification des lixiviats. La qualité de la matière organique associée aux lixiviats ne varie pas énormément si l'on s'en tient aux variations de pente. Les modalités C3 et C4 (Témoin) semblent avoir des matières organiques légèrement plus fraîches que dans le cas des modalités C1 et C2 qui rappellent le, ont également moins de carbone organique dissous dans les lixiviats.

La méthodologie de prélèvement n'a pas permis de faire d'estimation de flux car, le pompage ne permet pas d'extraire la totalité de l'eau retenue par la case lysimétrique. Ceci n'était pas prévu initialement et devra être corrigé si des flux doivent être calculés.

Perspectives et recommandations

Sur le protocole et les cases lysimétriques

Afin de pouvoir faire une estimation de flux exportés, il sera nécessaire de prévoir à l'avenir une manière de quantifier les volumes de lixiviats. Le système de prélèvement permet une analyse des concentrations, mais il n'est pas possible avec le système actuel d'extraire les mètres cubes reçus par la parcelle. De plus il peut y avoir des modifications liées au temps de résidence de l'eau en profondeur qui pourraient interférer avec les prélèvements.

Concernant les ruisselats, l'hétérogénéité des prélèvements et la non mesure des volumes ne permettent pas de tirer de conclusion claire. L'hétérogénéité provient des aléas de surface, et des régimes abrupts qui peuvent survenir contrairement au régime plus stabilisés des lixiviats qui percolent au travers des sols.

Sur la reproductibilité

Les modalités C3 et C4 montrent des comportements différents, mais il subsiste un doute quant à l'effet de zone ou de case. À l'avenir pour avoir une certitude sur les mesures, il serait pertinent de faire des triplicats pour une même modalité. Toutefois cela conduira à une grande quantité de prélèvements qui ne sont peut être pas compatibles avec le coût que cela peut engendrer et les moyens des utilisateurs.

EXPLOITATION AGRICOLE

Chemin du Moulin fort - 13548 Gardanne
Tél. : 04 42 65 43 28
serge.banet@educagri.fr

www.campusnatureprovence.com



Conclusion

Au regard des résultats précédents, il semble que :

- Les modalités C1 et C2 ont présenté une rétention du carbone dans les solutions de lixiviat (NPOC) et empêchent une acidification des lixiviats/percolats.
- Les modalités C3 et C4 (Témoin) ont, quant à elles, présentés dans les lixiviats de fortes concentrations en carbone avec de fortes valeurs de C/N (>60).
- La matière organique transférée dans les sols est plus fraîche dans le cas des modalités C3 et C4 (Témoin).
- Le transfert de nitrate est potentiellement plus important pour les modalités C1 et C2.
- Il n'est pas nécessaire de faire des mesures de métaux, l'amendement apportant trop peu de quantité pour engendrer une différence de teneurs ou de concentrations dans les lixiviats.

3-2-2-3 Principaux résultats agronomiques 2021

Rendement et composantes de rendement de l'orge juillet 2021



2021

Digestats

Aix Valabre

Rendement et Composantes du rendement

Modalités	Nb d'épi/m ²	Poids de grain/épi	Poids de Mille Graines	Nb de grains /épi	Rendement en Q/ha
Témoin fertilisé	674	0,57	38,23	15,0	38,5
Digestat liquide	510	0,68	38,18	17,9	34,9
Digestat brut	536	0,61	34,18	17,8	32,6
Digestat Solide	370	0,46	38,26	12,0	17,0
Témoin 0	302	0,46	35,53	12,8	13,8

- Les rendements ramenés à l'hectare sont faibles en général
- Les 2 digestats : liquide et brut obtiennent un rendement similaire autour de 30 à 34 quintaux par hectare très voisin du témoin avec une fertilisation minérale à l'ammonitrate. Ces 2 digestats pourraient remplacer une fertilisation minérale pour une culture annuelle. Rappel : la dose apportée était de 41 tonnes par hectare pour le digestat brut et de 31,8 tonnes pour le liquide.
- Le témoin ainsi que le digestat solide décroche complètement, avec moins de 20 quintaux par hectare.
- Concernant l'observation des composantes du rendement, le témoin fertilisation minérale produit un peu plus d'épis que les deux digestats liquide et solide, mais le nombre de grains par épi est un peu inférieur. Les rendements sont aux finals assez similaires.
- Le digestat solide est inférieur aux liquide et brut sur beaucoup de point : moins d'épis par m², et un poids de grains par épi très réduit.

Cette modalité n'est pas à conseiller en vu d'une fertilisation azotée d'une culture annuelle. Rappel la dose apportée était de 25,9 tonnes par hectare.

3-2-2-4 Principaux résultats concernant l'impact environnemental 2021

Comparaison de flux gazeux entre modalité

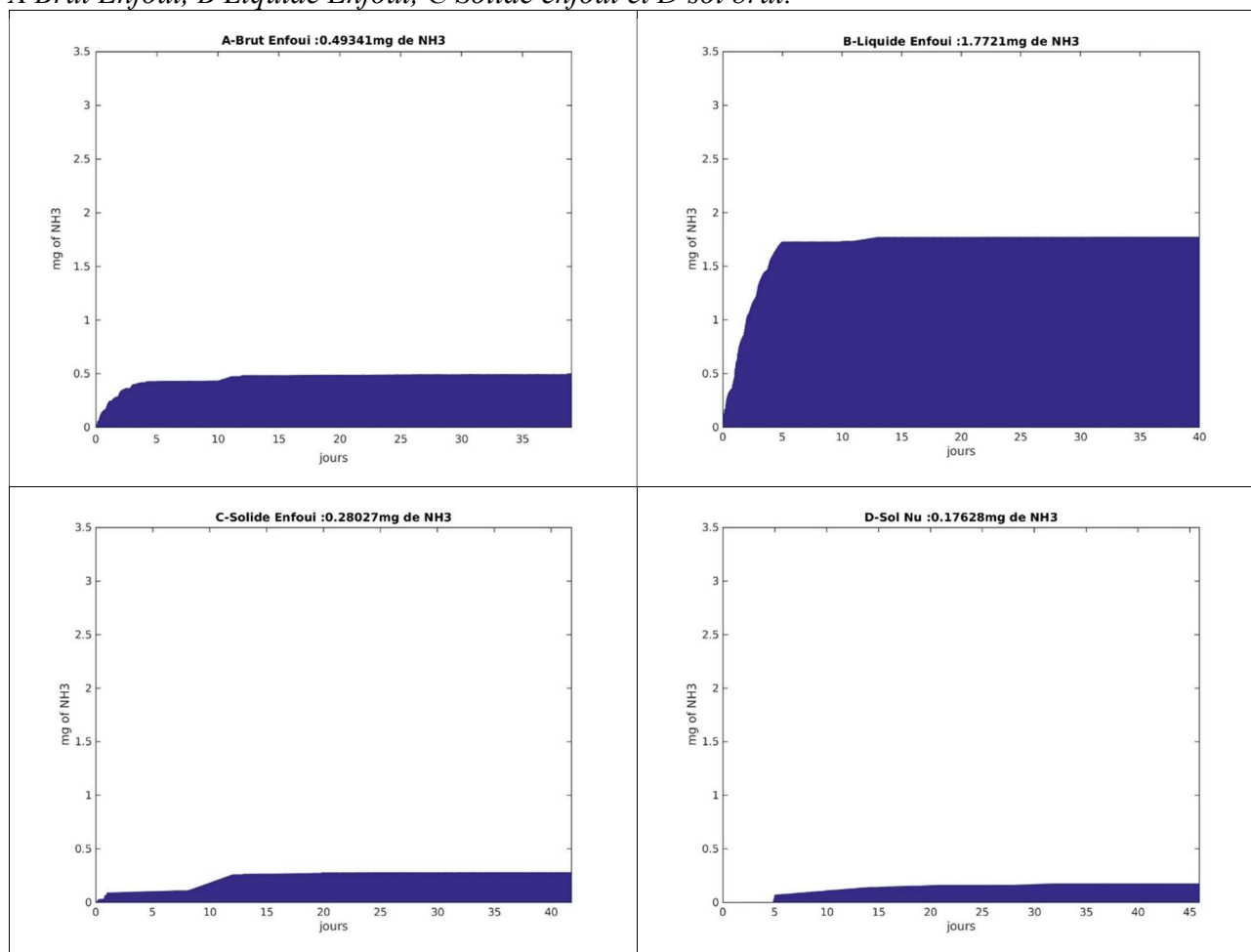
Après application des calculs, extrapolation et correction décrites dans la partie traitement des données expériences II, les différents résultats en flux cumulé total et en flux journalier sont présentés gaz par gaz pour les différentes modalités.

Flux de NH₃

Les flux cumulés des NH₃ sont présenté dans les figure suivantes. On remarque un arrêt de

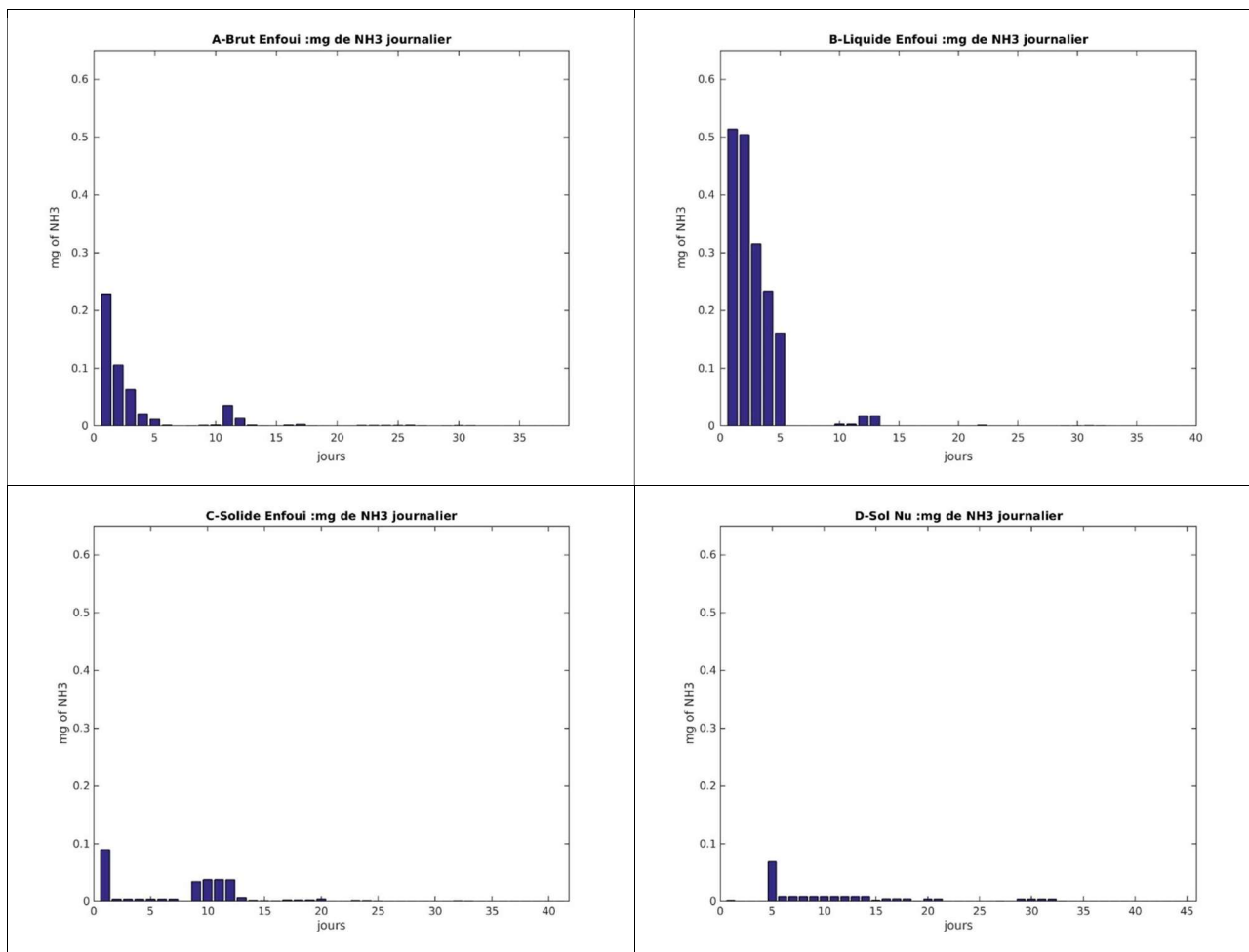
l'émission au bout de 5 à 10 pour l'ensemble des modalités. Les quantités de gaz en mg par m² sont estimés à 0,49 mg, 1,77 mg, 0,28 mg et 0,17 mg respectivement pour A, B, C et D (Tableau 9). Ainsi les modalités qui émettent le plus sont la B-Liquide Enfoui, la A-Brut Enfoui puis la C-Solide Enfoui qui est proche de la modalité D-Sol Nu.

Tableau 9: Flux cumulé de l'émission de NH₃ au cours de l'expérimentation II pour les modalités A Brut Enfoui, B Liquide Enfoui, C Solide enfoui et D sol brut.



En détaillant l'estimation de l'émission de NH₃ par les différentes modalités (Tableau 10), il est notable que l'émission de NH₃, en particulier pour la modalité B-Liquide Enfoui, se fait lors des premiers jours de la mise en place. Au bout de 5 jours, il n'y a plus d'émission détectable. Il semble qu'au alentour du jour 10 de l'expérimentation, une petite reprise d'émission apparaît, sans doute liée à un premier arrosage mais elle n'atteint pas les valeurs du jour de la mise en place des modalités.

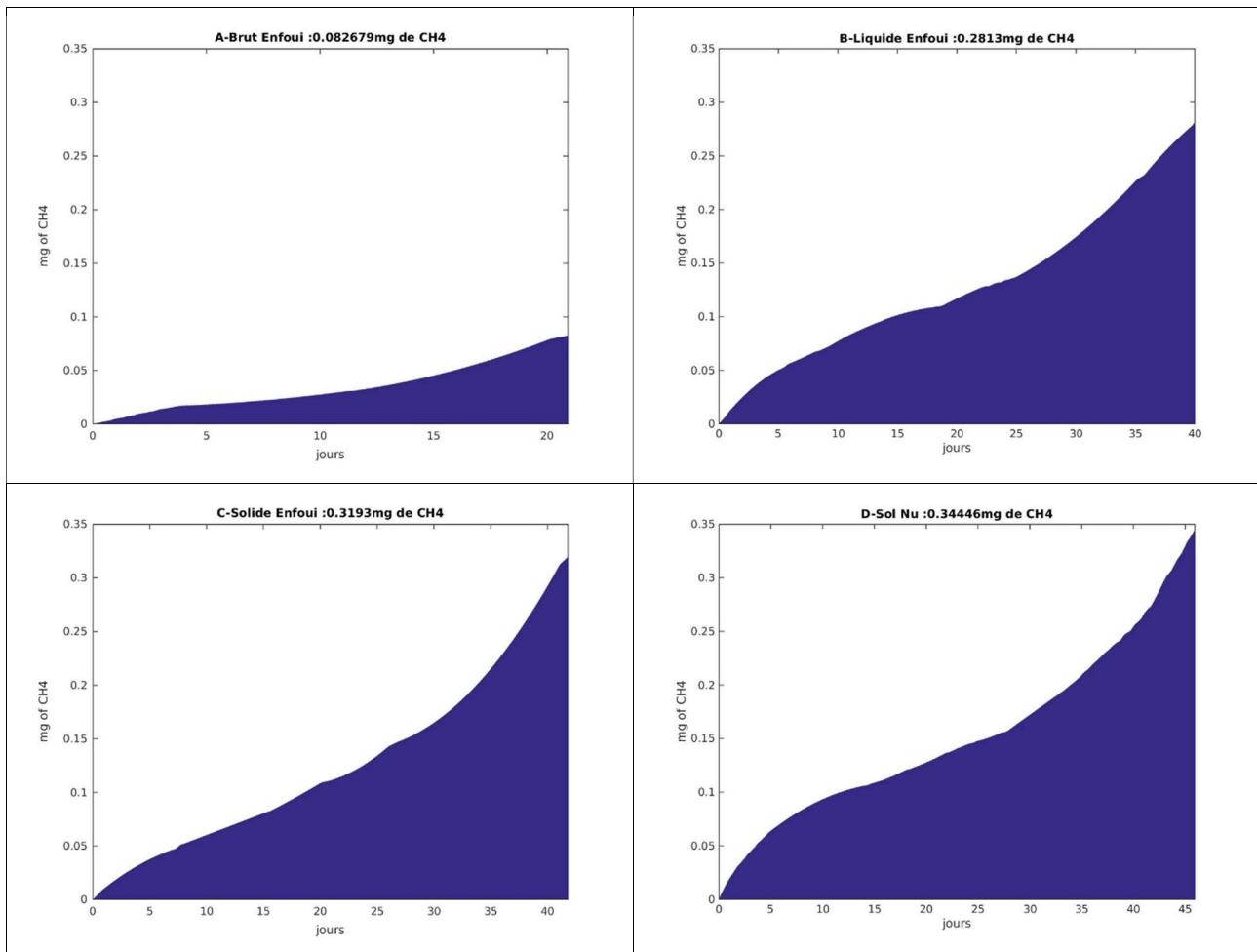
Tableau 10: Estimation de l'émission quotidienne en NH₃ au cours de l'expérimentation II pour les modalités A Brut Enfoui, B Liquide Enfoui, C Solide enfoui et D sol brut.



Flux de CH₄

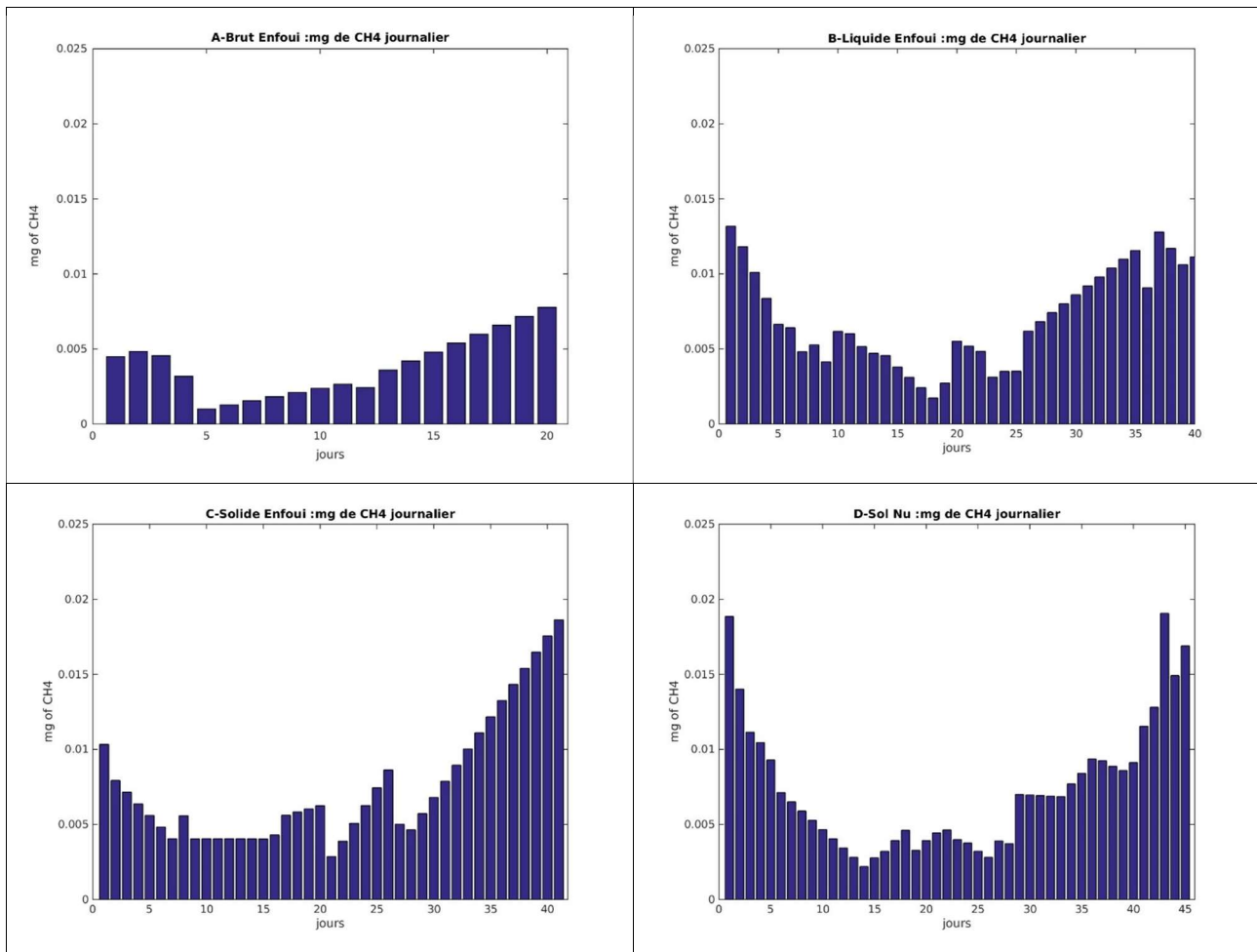
L'émission de CH₄ sur les différentes modalités donne des résultats surprenants présentés (Tableau 11). Sur l'ensemble des modalités on a une émission inférieure à 0,35 mg d'émission. Cette émission est régulière dans le temps. Il est notable que la modalité D-Sol Nu (0,34 mg CH₄), présente une estimation équivalente à la modalité B-Liquide Enfoui (0,28 mg CH₄) et C-Solide Enfoui (0,32 mg CH₄). Seule la modalité A-Brut enfoui présente une émission plus faible (0,08 mg CH₄). Si l'on considère que la modalité D-Sol Nu est la référence, on peut conclure que les modalités B et C n'émettent pas de CH₄ et que la modalité A, est en dessous de la référence. Toutes fois ces résultats doivent être pris avec précaution, les mesures de CH₄ étant parcellaire faute de capteur en double.

Tableau 11: Flux cumulatif de l'émission de CH₄ au cours de l'expérimentation II pour les modalités A Brut Enfoui, B Liquide Enfoui, C Solide enfoui et D sol brut.



Les estimations des émissions quotidiennes de CH₄ sont présentés dans le Tableau 12. Pour toutes les modalités, on remarque une émission en début d'expérimentation, puis une baisse de cette émission jusqu'au jour 20 et une reprise des émissions. Cette variation est à confirmer sur d'autres expérimentations, avec une couverture moins partielle des émissions. D'autres paramètres que la modalité doivent être envisagés pour expliquer l'émission de CH₄, la nature seule des amendements ne permettant pas d'expliquer ces variations qui sont plus observées sur la référence D-Sol Nu.

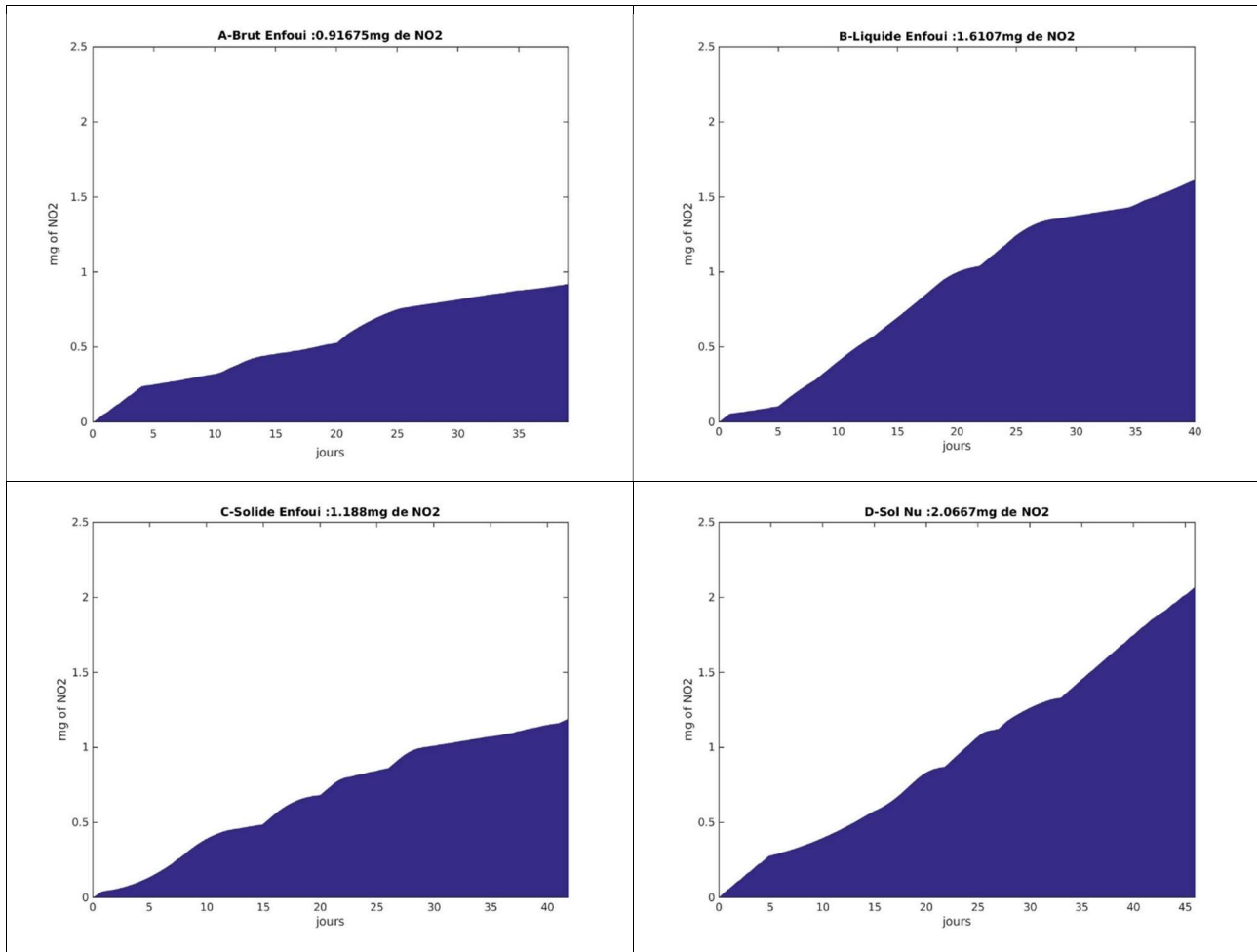
Tableau 12: Flux quotidien de l'émission de CH₄ au cours de l'expérimentation II pour les modalités A Brut Enfoui, B Liquide Enfoui, C Solide enfoui et D sol brut.



Flux NO₂

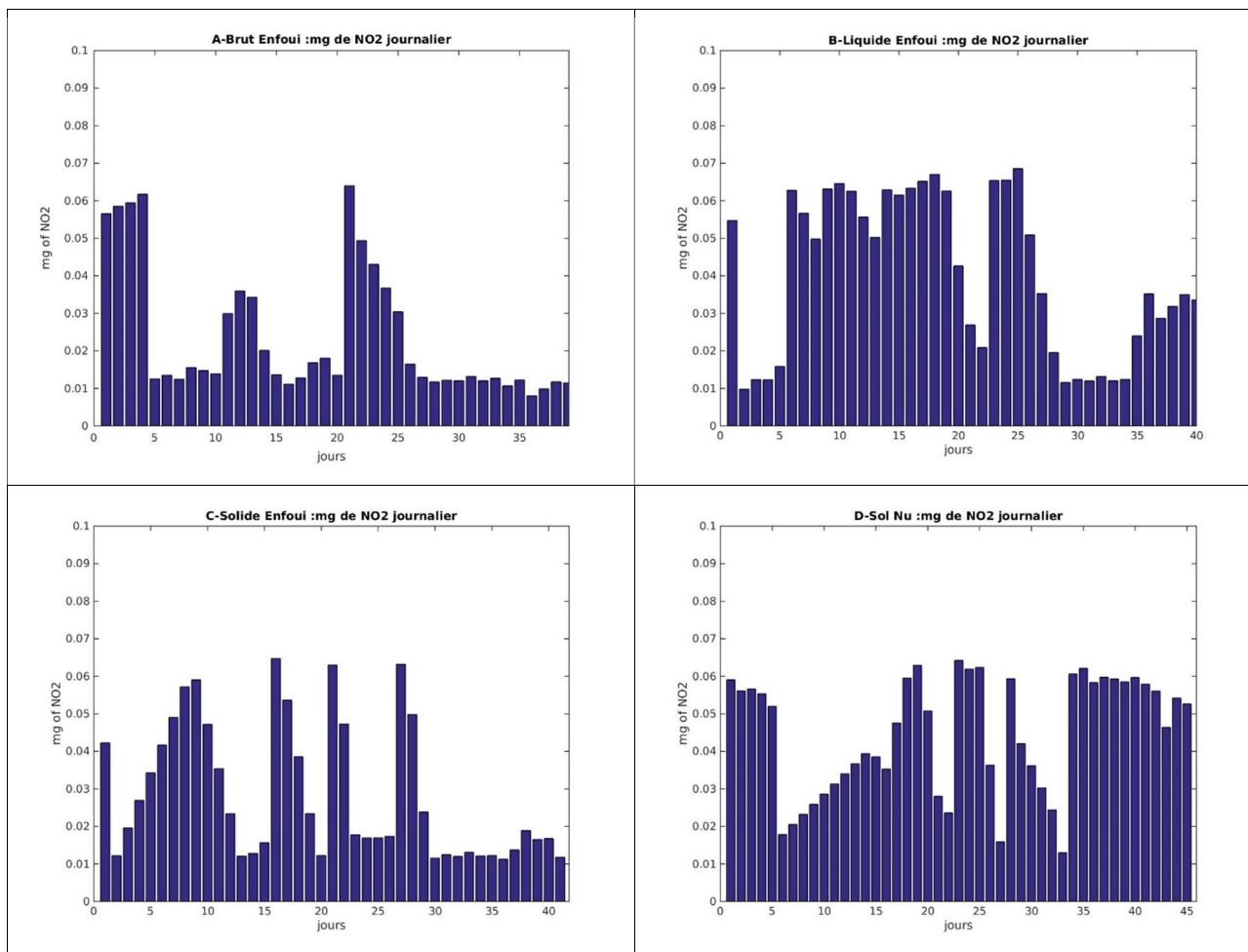
L'estimation des émissions cumulative de NO₂ durant l'expérimentation II sont présentés Tableau 13. Ces estimations sont inférieures à 2,2 mg pour l'ensemble des modalités. La modalité qui produit le plus de NO₂ est la modalité D-Sol Nu avec 2,1 mg de NO₂. Elle est suivi de la modalité B-Liquide Enfoui (1,6 mg de NO₂, de la modalité C-Solide Enfoui (1,18 mg de NO₂) et enfin de la modalité A-Solide enfoui (0,9 mg de NO₂). Les modalités avec amendement présente donc des émission de NO₂ plus faible de que le sol nu. Les émissions sont régulières dans le temps avec quelques pics de productions au cours de l'expérimentation.

Tableau 13: Flux cumulatif de l'émission de NO₂ au cours de l'expérimentation II pour les modalité A Brut Enfoui, B Liquide Enfoui, C Solide enfoui et D sol brut.



Si l'on observe les estimations d'émissions quotidiennes de NO₂ (), il est difficile de trouver une périodicité pour une tendance. Il est à noter toutefois que les deux capteurs de NO₂ n'étaient pas correctement inter-calibrés et qu'un biais peu apparaît en plus du fait que les mesures aient été faites de manière discontinues durant l'expérience. Toutefois, il semble bien que les productions de NO₂ soient régulières et plus importante sur la modalité D-Sol Nu.

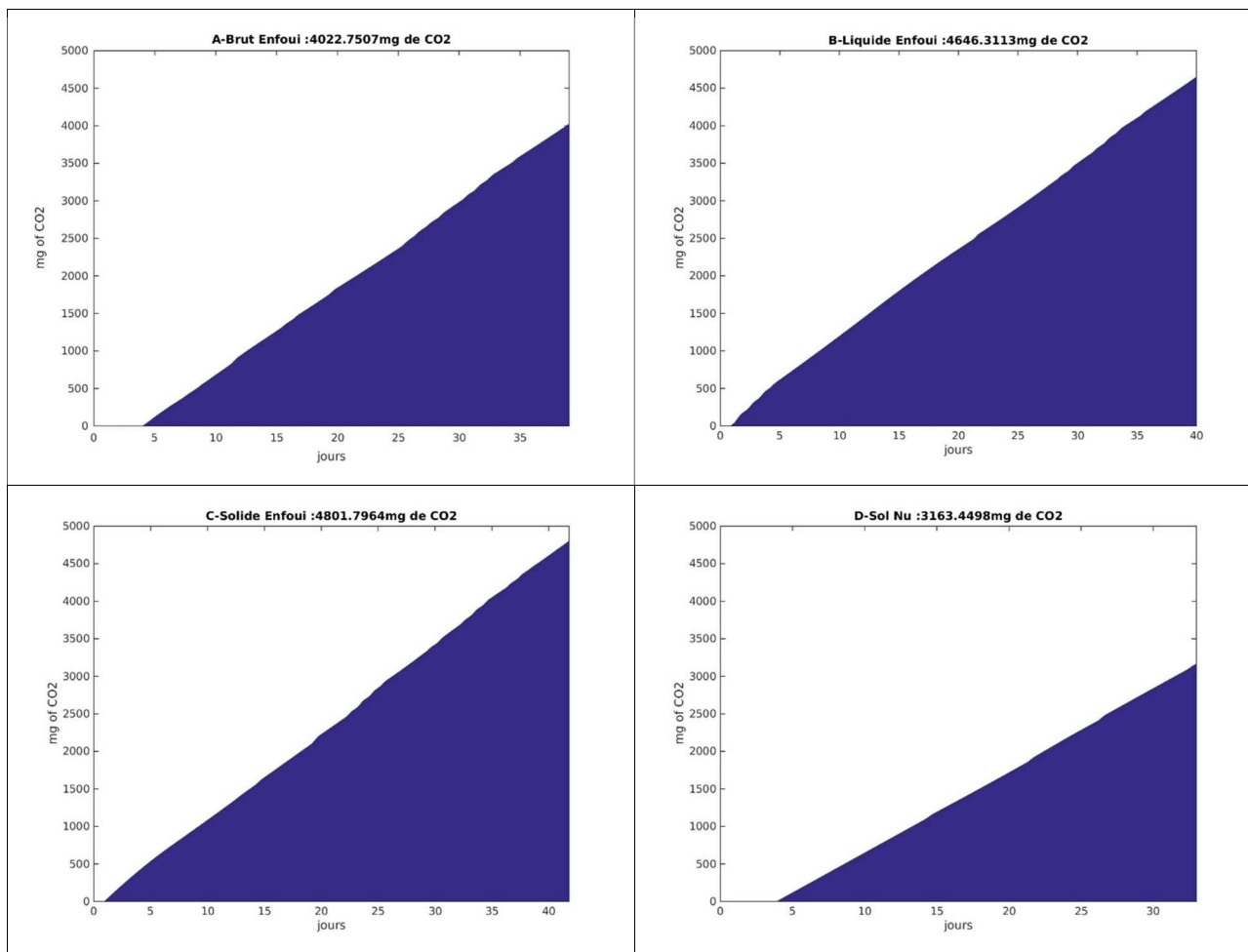
Tableau 14: Flux quotidien de l'émission de NO₂ au cours de l'expérience II pour les modalités A Brut Enfoui, B Liquide Enfoui, C Solide enfoui et D sol brut.



Flux CO₂

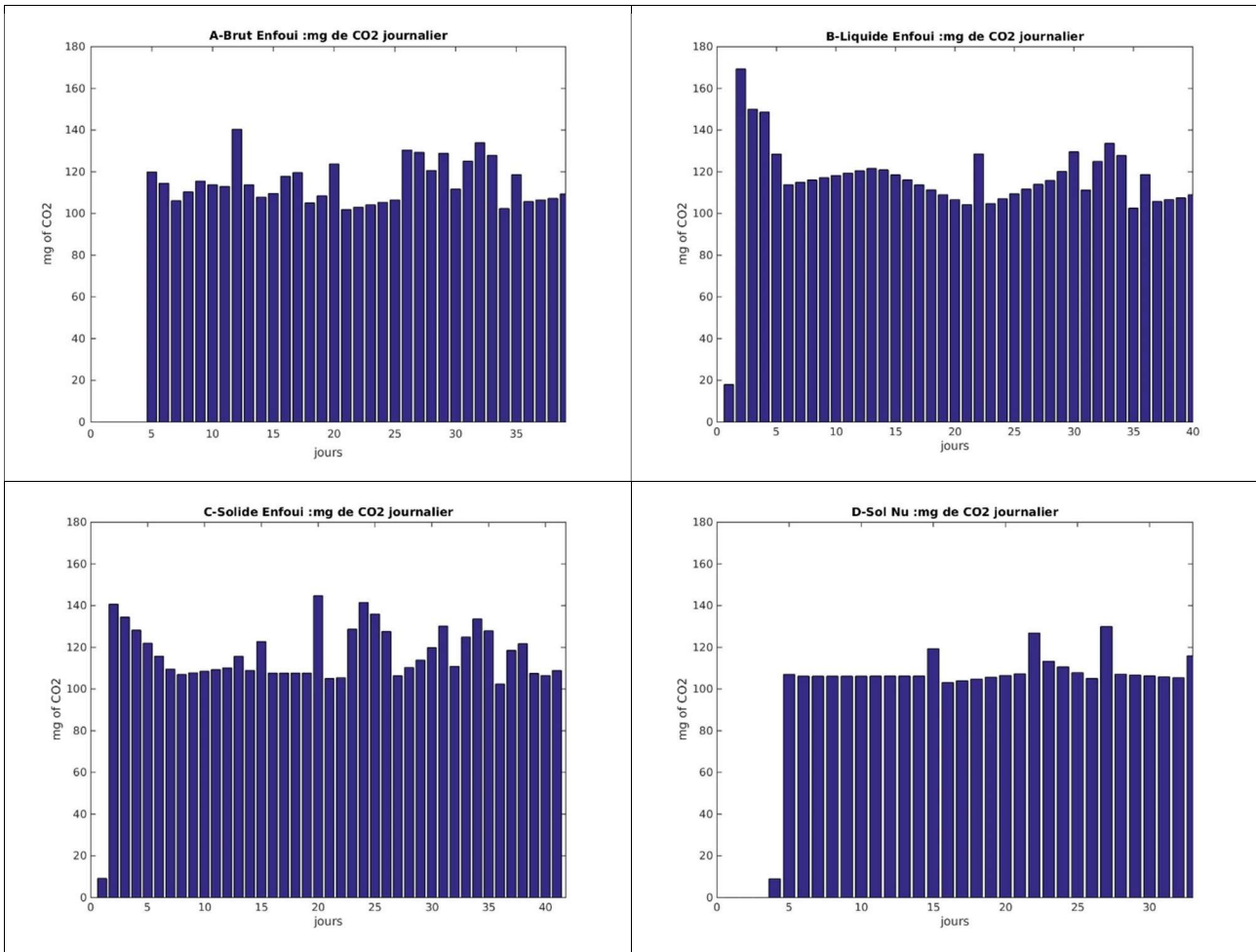
Les estimations cumulatives de flux de CO₂ faites à partir des mesures sur les différentes modalités sont présentés Tableau 15. Les mesures montrent une variation nuit/jour de la teneur en ppm de CO₂ dans le caisson, liée à la respiration et la production primaire. En prenant comme référence la modalité D-Sol Nu (3,2 g de CO₂) on remarque que les trois modalités présentent un flux supérieur à la référence 4,0 / 4,6 et 4,8 mg de CO₂ pour respectivement les modalités A, B et C (Tableau 15). Ces flux peuvent être corrigés de la teneur en CO₂ de l'atmosphère pour donner une idée du flux net de CO₂ lié aux modalités étudiées. Le flux de CO₂ estimé est régulier dans le temps.

Tableau 15: Flux cumulatif de l'émission de CO₂ au cours de l'expérience II pour les modalités A Brut Enfoui, B Liquide Enfoui, C Solide enfoui et D sol brut.



Si on se penche sur observation quotidienne (Tableau 16), on remarque que pour les modalités B et C (nous manquons des données pour la modalité A) il y a un flux plus important en début d'expérience sur les 5 premiers jours. Il y a également des pics de production plus important par rapport au bruit de fond de la référence (D) entre les jours 25 et 35 pour toutes les modalités (A,B et C). Durant cette période un évènement lié à l'environnement entraîne un comportement différencier.

Tableau 16: Flux quotidien de l'émission de CO₂ au cours de l'expérience II pour les modalités A Brut Enfoui, B Liquide Enfoui, C Solide enfoui et D sol brut.

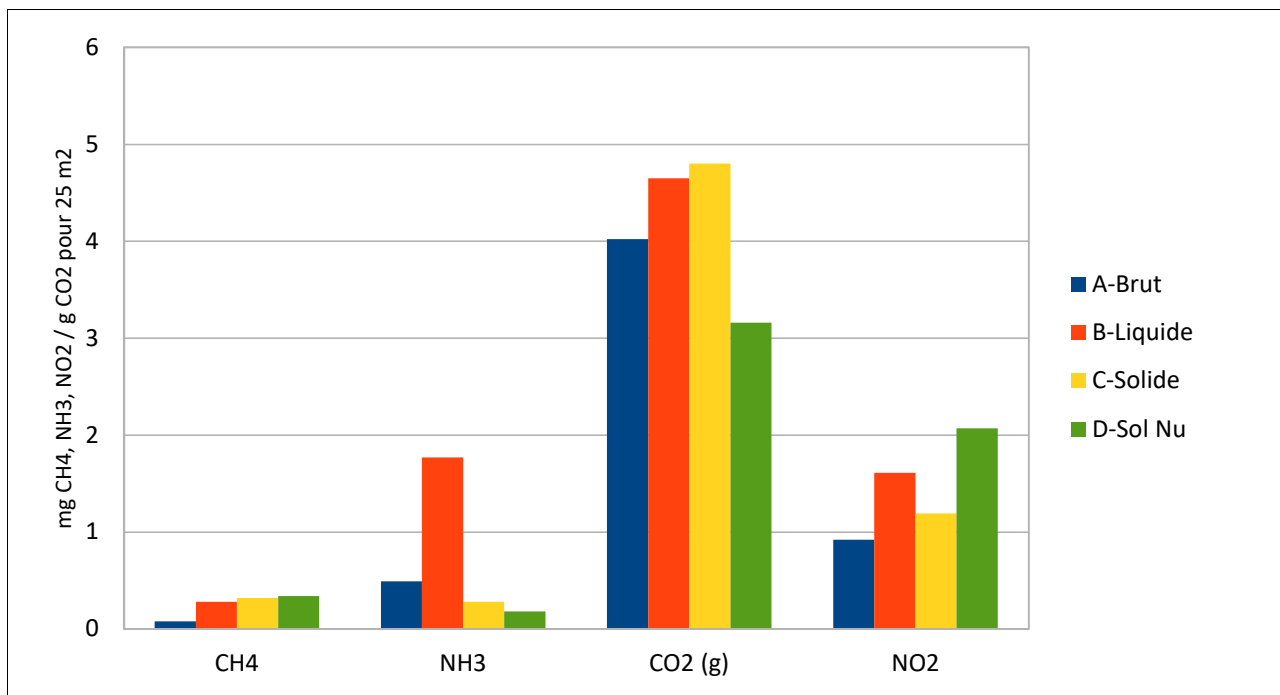


Conclusions intermédiaires sur les estimations de flux gazeux

Le graphique (Tableau 17) présente le bilan et estimations d'émission de gaz des quatre modalités de l'expérimentation II.

Tableau 17: Comparaison des estimations d'émissions de gaz (CH_4 , NH_3 , CO_2 , NO_2) pour les 4 modalités.

--



Ce que l'on peut retenir de ces expériences :

- En ce qui concerne le CO₂ et le NH₃, les amendements émettent plus que la référence. Pour le NH₃ l'émission la plus forte est observé pour la modalité B-Liquide Enfoui, alors que pour le CO₂, c'est la modalité C-Solide enfoui qui prédomine.
- En ce qui concerne les émissions quotidiennes, seule l'émission de NH₃ présente une claire émission en début d'expérimentation, décroissant exponentiellement pendant 5 jours puis atteignant une valeur de fond. Les autres gaz CH₄, NO₂ et CO₂ présentent un flux constant, avec une périodicité prononcée pour le CO₂ probablement due à la respiration.
- Pour NO₂ et CH₄, les amendements émettent moins que la modalité témoin. A chaque fois, il s'agit de la modalité A-Brut Enfui qui est la moins émettrice.
- Ces mesures doivent être interprétées avec précaution car ce sont des estimations provenant d'interpolation de mesure discontinue faute de nombre de capteur suffisant pour couvrir toutes les modalités en même temps.

Le tableau suivant (Tableau 19) présente quelques données bibliographiques d'émission de gaz dans le cas d'expérimentation avec des amendements. L'évaluation globale en NH₃, CH₄, N₂O et CO₂, en particulier par l'INRA concernant les gaz à effet de serre, ne permet pas d'avoir en détail les émissions par type de gestion du sols (Pellerin et al., 2013). Il est clairement fait état que le CH₄ est principalement produit par les animaux et les composts en condition anérobie, et que le N₂O et

parfois NH₃ sont produit par les sols. Toutefois les données sont en % d'émission de gaz à effet de serre, et ramené au territoire national (hors ultramarin).

Tableau 19: Comparaison des flux de CH₄, NH₃, N₂O, NO₂ et CO₂ avec la littérature.

Type de Sol Pour 6 mois	Métho de	NH ₃ (kg/ha)	CH ₄ (kg/ha)	N ₂ O (kg/ha)	NO ₂ (g/ha)	CO ₂ (kg/an)	Références
Mais + Liquide	FTIR	77 à 777		6,5		~17	(Griffith et Galle, 2000)
Riz + Amendement	FTIR	2 à 50	28 à 50	0,8 à 10			(Yao et al., 2020)
Review	Revie w			0,8 à 2			(Hénault et al., 2012)
Sol Brésilien	GC		122 à 200	0,015			(Metay et al., 2007)
Amendement + Culture	FTIR		145 à 436			3 à 30	(Holly et al., 2017)
Amendement + Culture	In Situ	0,08 à 0,72	0,03 à 0,14		0,36 à 0,84	1,24 à 1,9	PROVIT Exp. II

Ces quelques chiffres relevés dans la littérature scientifique, spécifique à des gestions de sols et au amendement sont parfois mesurés dans l'atmosphère du sols et l'émission est calculé par modélisation, la plupart du temps les mesures se fond pas FTIR (InfraRouge à Transformée de Fourier) ou par GC (Chromatographie Gazeuse) après prélèvement ponctuel.

Si les ordres de grandeur semble cohérent il est difficile de conclure sans une plus grande quantité de données et d'expérience permettant à la fois de consolider nos propres données et protocole, mais également consolider l'ensemble des métadonnées.

Emission de gaz : Conclusions

Les principales et notable émission de gaz concerne le NH₃ si l'on prend le sol non amendé comme référence. L'émission est clairement lié à l'apport de digestat liquide, solide ou brut et dure environ une semaine.

Également le CO₂ semble plus important que la référence, mais sur l'ensemble de la période d'essai, sans diminution claire au cours du temps. Cette émission est donc plus lié à l'activité différente du sol au cours de l'expérience. Ce serait une conséquence indirecte de l'amendement.

Pour le CH₄ et le NO₂, la référence émet plus de gaz que les modalités amendées. Ce sont également des quantités faible part rapport à celle observées par ailleurs, il est donc difficile de conclure clairement sur ces deux gaz.

L'extrapolation pour le N₂O est difficile à faire à partir de l'émission de NO₂, on peut toutefois s'attendre à de faible flux. Si l'émission est forte en début d'amendement, il faudra alors des capteurs

ou mesures complémentaires pour pouvoir statuer sur l'émanation de N₂O.

Perspectives et recommandations

L'expérience PROVIT a permis des mesures originales et des comparaisons de plusieurs modalités. Toutefois, des améliorations peuvent, doivent être envisager.

- Expérimentalement, il est nécessaire à l'avenir d'envisager des triplicats. En effet, particulièrement sur l'expérience II, il est impossible de conclure correctement sans idée de la variabilité des du fonctionnement des sols. En particulier en ce qui concerne l'écoulement hydraulique.
- Un protocole plus strict de fabrication des cases lysimétriques afin de limiter les disparités de fonctionnement.
- Un nombre de capteur suffisant en ce qui concerne les mesures de gaz. En effet, si la permutation circulaire permet de suivre toutes les modalités, il est périlleux d'extrapoler des données manquantes sur plusieurs jour. A l'avenir il sera nécessaire soit de multiplier les appareils de sonde, soit de suivre une modalité de manière continu. Si cela n'est pas possible, il faudra prévoir une rotation permettant un minimum de temps entre deux séries de mesure afin de limiter la difficulté d'extrapolation.

4- Réalisation d'actions et diffusion d'outils de communication

4-1 Visite des essais, Interventions, présentation de la démarche

4-1-1 Essai agronomique d'acquisition de références sur l'utilisation compost vert et matières végétales pour les grandes cultures et la viticulture en région PACA

Communication et valorisation de l'action

- Compte rendu des expérimentations envoyé à nos partenaires (agriculteurs, techniciens) du secteur grandes cultures
 - Nombreuses réunions « bord de champs » avec techniciens, agriculteurs, personnels de l'EPL élèves et étudiants.
 - Présentation des résultats aux agriculteurs de la plaine de Trets membre d'un futur GIEE sur la problématique de la matière organique des sols et milieu méditerranéen.
 - Présentation des résultats aux étudiants de BTS APV de Valabre ainsi qu'aux personnels techniques de l'EPL de Valabre.
 - Présentation à Avignon dans le cadre du RED, du travail réalisé sur l'économie d'eau avec apport de matières végétales en surface en culture de maïs.
- Article dans l'agriculteur Provençal

EXPLOITATION AGRICOLE

Chemin du Moulin fort - 13548 Gardanne
Tél. : 04 42 65 43 28
serge.banet@educagri.fr

www.campusnatureprovence.com

EXPLOITATION AGRICOLE

PRODUCTIONS VÉGÉTALES
EXPÉRIMENTATION AIX-VALABRE

RÉGION

VALORISATION

Les déchets verts, une chance pour les sols

Les déchets verts constituent dans la région un vrai gisement qu'Éric Navarro valorise en amendements au travers de multiples initiatives.



Figure incontournable du "déchet vert" sur la région Paca et de leur valorisation en agriculture, Éric Navarro (à gauche) travaille assisté sur la modélisation d'un système d'analyse de sol qui permet une approche plus facile pour les agriculteurs. Michel Neviero est enseignant en agronomie et chargé d'expérimentations au lycée Aix-Valabre.



Déstockage de compost au lycée d'Aix-Valabre. Ces matières sont issues des végétaux transformés sur la plateforme Valsud de Faveau. La station qui gère notamment les déchets de la CPA est impliquée dans le réseau des agriculteurs composteurs d'Éric Navarro comme de nombreuses autres stations en région Paca.



Des matières végétales non compostées apportées en surface sur un essai maïs conduit au lycée agricole d'Aix-Valabre.



L'action sur le sol du compost de déchets verts est visible assez rapidement. En quelques semaines, ce mulch de surface redonne déjà vie à la terre.

La reconquête des sols est depuis le projet agro-écologique lancé en 2013, au cœur de toutes les attentions du monde agricole. Les acteurs de la recherche, du développement et de l'enseignement se sont de nouveau réappropriés un sujet trop longtemps délaissé. Pour certains, la question de la récupération et de la réhabilitation des sols agricoles dégradés n'est pas une préoccupation nouvelle. C'est l'activité quotidienne d'Éric Navarro depuis "presque" toujours. Ingénieur agronome et conseiller agricole pour le Coteau Terroir de Crau notamment, il a longtemps travaillé avec les agriculteurs sur "la recherche de solutions alternatives à la désinfection chimique et visant à réintroduire de la vie dans les sols."

Sa réflexion s'est portée sur les déchets verts et leur transformation en amendements qui permettent au sol de se renforcer, de protéger les cultures et de réduire la consommation en eau. Son travail sur le traitement des déchets végétaux et les composts l'a conduit à fonder le mouvement associatif Vert Carbone. En parallèle, il est aussi devenu consultant pour de grands groupes et leurs plateformes de gestion des déchets.

Une ressource à portée de main

La région Paca génère un volume de déchets verts considérable, autour de 500 000 tonnes chaque année. "L'intensification de bréilage dans les communes et les villes a engendré des situations de saturation sur certaines plateformes en matières végétales", explique-t-il. Un constat qui l'a conduit à "imaginer et développer dans la région le compostage de proximité". Ce "nouveau métier" répond à la fois aux besoins des industriels et à celui des agriculteurs. Cette matière première produite par les particuliers et les collectivités est une solution idéale pour les sols de la région. "Les sols provençaux sont globalement en mauvaise santé,

très pauvres en matières organiques et les agriculteurs ont besoin de solutions efficaces pour redonner de la vie à leurs terres et limiter l'impact du réchauffement climatique", explique Éric Navarro.

"Absorber les excédents"

Un véritable réseau s'est développé autour des plateformes avec lesquelles Éric Navarro travaillait déjà. Son activité consiste à "absorber les excédents en temps réel et à alimenter les agriculteurs en engrais naturels". Plus de 200 exploitations se fournissent aujourd'hui en amendements issus des déchets verts de la région. "Le réseau fonctionne très bien", ajoute Éric Navarro, "d'autant que le service et la matière produite sont gratuits." Pour structurer cette véritable économie circulaire sur le territoire, l'ingénieur agronome a pu compter sur le soutien de la centrale biomasse de Gardanne. "Nous avons travaillé sur le processus de gestion des déchets des collectivités et sur la valorisation des matières fines issues de leur activité", précise-t-il. Le projet est autorisé par l'administration française, tout comme les matières affinités issues du broyage des déchets végétaux sont inscrites au catalogue Écocart.

D'autres travaux ont été possibles, toujours sous l'impulsion de la centrale biomasse de Gardanne sur la question de la valorisation des déchets verts. Notamment des expérimentations visant à démontrer l'intérêt du recyclage de ces matières sur lequel ont travaillé plusieurs partenaires : le lycée agricole d'Aix-Valabre, le laboratoire Prtoxe de l'Université de Toulon, le laboratoire de l'environnement de l'université d'Aix-Marseille et la Chambre d'agriculture 13.

Essais agronomiques et sur la consommation d'eau

Comme le souligne le spécialiste, "il était également indispensable de valider notre méthode de compost à la ferme et de vérifier l'impact de ces matières végé-

tales sur les cultures régionales." Une collaboration s'est formalisée l'année dernière avec le lycée agricole d'Aix-Valabre pour mettre en place des essais agronomiques en viticulture et cette année sur culture de maïs, des études comparables à l'utilisation du BRF en agriculture.

Pour Michel Neviero, enseignant en agronomie et chargé d'expérimentations au lycée Aix-Valabre, les travaux d'Éric sont intéressants à plus d'un titre. "D'un point de vue pédagogique nous étions dans la dynamique "produire autrement" et nous cherchions aussi pour les parcelles de l'exploitation du lycée de la matière organique la moins coûteuse possible." L'exploitation du lycée est en agriculture raisonnée, et caractéristique des exploitations de la région, il n'y a pas d'élevage. Les teneurs en matières organiques des sols sont relativement réduites. "L'objectif de l'essai sur maïs est de mesurer les effets agronomiques de ces apports d'amendements sur les rendements des cultures, sur l'état des sols et sur la consommation en eau de la culture", détaille Michel Neviero.

Le protocole d'essai comporte un témoin classique sans apport de matières organiques ou déchets verts, une parcelle sur laquelle 10 t/ha de compost ont été apportées avant semis, une bande sur laquelle 5 tonnes de compost ont été apportées avant

semis et une bande sur laquelle des matières végétales non compostées ont été apportées en surface (4 cm d'épaisseur) après le semis. C'est à priori cette dernière parcelle qui devrait permettre d'économiser l'eau. Pour justement suivre l'humidité du sol des sondes Watermark ont été installées avec un enregistrement automatique pour comparer les modalités. La phase de relevés se poursuit actuellement. Les irrigations seront réduites d'environ 30 % sur la parcelle qui bénéficie d'apports de matières végétales non compostées pour vérifier si le couvert peut diminuer l'évaporation et permettre à la plante de mieux résister à la sécheresse. Visuellement, les modalités sont identiques et la récolte permettra de mesurer, sur les rendements et ses composantes, l'influence des différents apports.

Pour Éric Navarro, les projets autour de la sauvegarde des terres agricoles se multiplient. Il n'a pas oublié que le sol était bien vivant et il dépense aujourd'hui toute son énergie en faveur du recyclage des déchets verts dans les villes. Il espère contribuer à faire changer les pratiques agricoles. Dans cet objectif, le lycée d'Aix-Valabre et sa vitrine pédagogique pourraient jouer, dans la région, un rôle de tout premier plan. ■

E.D.

Des déchets verts aux MVA

Quand il s'est lancé dans la valorisation des déchets verts, tout n'a pas été facile. "C'était notamment très compliqué d'obtenir un produit affiné issu du broyage des matières ligneuses pour être utilisé comme compost", indique Éric Navarro. Mais depuis, la bonne formule a été trouvée avec les industriels qui l'accompagnent pour gérer plusieurs dizaines de milliers de tonnes de compost de qualité dans toute la région Paca. Une fois broyés, triés et affinés, ce ne sont en effet plus des déchets verts, mais des Matières végétales affinités (MVA) inscrites sous cette dénomination au catalogue Écocart. C'est aussi un produit bio qui peut être stocké sur un terrain (jusqu'à 1 000 t sans installation particulière (installation classée pour la protection de l'environnement) à condition de respecter le règlement sanitaire départemental.

E.D.

RESUME Intervention M Neviere auprès de professionnels :

Témoignage sur une expérimentation d'apports de déchets verts en couverture de sol sur maïs

Le Travail engagé au Lycée Agricole d'Aix Valabre dans les Bouches du Rhône, en partenariat avec l'association « Vert Carbone » et le laboratoire PROTE de l'université de Toulon, s'inscrit dans le contexte de la recherche d'une amélioration de la teneur en matière organique des sols sur les territoires du sud de la région PACA. Les systèmes de productions agricoles sont essentiellement orientés vers les productions végétales et il est envisageable de mobiliser une ressource de proximité en Produit Résiduel Organique, constituée par les matières vertes issues des jardins et espaces verts collectés en déchetterie. Cette étude, s'inscrit dans le contexte local de la mise en place d'une très importante unité Biomasse à la Centrale Thermique Eon/UNIPER de Gardanne. L'approvisionnement en combustible de cette unité, mobilise outre la ressource forestière, les parties les plus grossières obtenues après criblage des déchets verts. A l'issue de ce tri, les parties les plus fines (inférieures à 4 cm), non utilisées comme combustible, constituent un sous-produit valorisable en agriculture.

Un travail d'expérimentation conduit sur l'exploitation du lycée de Valabre, a permis d'engager une étude sur l'utilisation de ces matières vertes compostées ou non compostées, en grandes cultures.

L'essai réalisé sur une culture de maïs grain comporte plusieurs modalités dont :

- Une modalité avec un apport de matières végétales non compostées apportées en surface (4.3 cm d'épaisseur) visant à une réduction de l'utilisation d'eau d'irrigation.
- Une modalité avec un maïs en conduite classique qui a reçu 12 tours d'eau soit un total de 456mm (pilotage par un bilan hydrique simplifié).

Quant à la modalité avec matières végétales en surface, une réduction à priori de 3 irrigations a été réalisée (une au début juillet, une début août et une début septembre). Soit 351 mm en 9 tours d'eau.

Concernant les résultats de rendement les deux modalités sont très similaires :

- Le témoin en culture classique : 131 quintaux par hectare aux normes
- La modalité avec matières végétales en mulch : 135 q/ha (plus 3%).

Par contre, l'économie d'eau est importante : 100mm ce qui représente 23%.

Il reste tout de même à mettre en œuvre l'épandage de 150 tonnes /ha soit plus de 400 m3/ha de matières végétale !!

Il faudra confirmer ces résultats prometteurs dans un contexte climatique où l'eau est le principal facteur limitant de la production.

Michel Nevière
Lycée Agricole de Valabre

4-1-2 Digestat de méthaniseurs

Organisation d'un COPIL du groupe de travail « digestat de méthaniseurs sur le site de l'expérimentation à Valabre le 6 juillet 2021



EXPLOITATION AGRICOLE

Chemin du Moulin fort - 13548 Gardanne
Tél. : 04 42 65 43 28
serge.banet@educagri.fr

www.campusnatureprovence.com