

## COMPOSTAGE DE BIO-DÉCHETS D'EXPLOITATION

---

# PROJET D'OUTIL D'AIDE À LA PRÉPARATION DU MÉLANGE

### RÉSUMÉ

Le recyclage des déchets d'exploitation fait partie des actions que mène le Ctifl. En ce qui concerne les bio-déchets, et pour respecter la réglementation en vigueur, le Ctifl a opté pour la voie du compostage depuis plus de 10 ans. Il a alors investi sur ces centres de Balandran et Lanxade dans des plateformes et du matériel adapté au compostage. La diversité des bio-déchets de fruits et légumes et la variabilité de leur composition biochimique obligent à les associer à des biomatériaux structurants de composition complémentaire pour la faisabilité du compostage. Pour aider à la réalisation d'un mélange adéquat, le Ctifl propose un outil informatique, dont l'acronyme est « MUR<sup>2</sup>E », prochainement mis en ligne sur la plate-forme Inoki® du site <http://www.fruits-et-legumes.net/Inoki>.

### COMPOSTING FARM BIO-WASTE : PROJECT FOR A TOOL TO ELABORATE THE RIGHT MIXTURE

Recycling farm waste is part of the issues addressed by Ctifl. Concerning bio-waste, in order to comply with the regulations in force, Ctifl opted for composting more than ten years ago, investing in the necessary platforms and equipment for the Ctifl stations of Balandran and Lanxade. Because of the diversity of bio-waste from fruit and vegetables, and the variability of its biochemical composition, it has to be combined with structuring biomaterial whose composition is complementary, in order to make composting feasible. To assist with fabricating an adequate mixture, Ctifl proposes a computer tool called "MUR<sup>2</sup>E", which will shortly be available online on the Inoki platform of the website <http://www.fruits-et-legumes.net/Inoki>.

\*Avec la collaboration de Morgane Aubey (ISE/Ctifl), Vibert Jérôme (Ctifl)

*Depuis le début des années 2000, et pour être en phase avec les données réglementaires sur la gestion de déchets organiques générés sur ses centres de Balandran et de Lanxade, le Ctifl a opté pour le recyclage par compostage de ses déchets issus des écarts de tri, des produits soumis à l'expérimentation, de la conduite des cultures et de l'entretien des abords. Des bureaux d'étude ont été sollicités dans la démarche pour dresser le cahier des charges des plates-formes de compostage.*



> ANDAIN EN COURS DE COMPOSTAGE SUR LA PLATE-FORME DU CTIFL DE LANXADE



## BREF HISTORIQUE

Ainsi en 2000, le centre Ctifl de Balandran a installé une plate-forme de compostage et s'est muni d'une remorque à trémie et broyeur à marteaux pour traiter environ 200 tonnes annuelles de déchets végétaux de fruits, légumes et plantes. Ceux-ci associés à un structurant moins riche en eau et plus riche en carbone stable permet la transformation en amendement organique. En 2002, le centre Ctifl de Lanxade s'est doté d'une plate-forme et de matériel (broyeur-mélangeur et retourneur d'andain) pour fabriquer du compost à partir des 220 tonnes annuelles de bio-déchets provenant de l'arrachage de vergers expérimentaux, des fruits et légumes et également de fumier utilisé traditionnellement.

## DES BIO-DÉCHETS DE COMPOSITION TRÈS VARIÉE

Les exploitations des centres du Ctifl, de par leurs activités ont chaque année une grande variété de déchets organiques à éliminer. À cette diversité de produits est associée une grande variabilité de leur composition biochimique, en particulier par rapport aux critères essentiels que sont les teneurs en eau, en azote et en carbone des matériaux organiques. La figure 1 schématise la teneur en ces éléments pour quelques fruits, légumes et bio-déchets. Rappelons que Les consignes théoriques et idéales d'un mélange de bio-déchets à composter doivent être proches d'une teneur en eau de 55 % (50 à 60 %), d'un rapport C/N de 35 (30 à 40) et d'un pH compris entre 6,5 et 8,5 (Godden, 1995). Nos produits sont pour la plupart éloignés de ces valeurs: très riche en eau et/ou pauvre en carbone et/ou avec un rapport C/N trop élevé (fruits généralement) ou faible (légumes) et pH faible. Ils doivent donc être associés à des produits complémentaires moins riches en eau et à des produits apportant un complément d'azote ou de carbone et permettant de relever le pH. Dans nos cas ces compléments sont apportés avec des déchets verts (apport de matière sèche et d'azote) ou de broyat de bois et de fumier. Ces associations de produits demandent

## MÛR<sup>2</sup>E : MÉLANGE UNIFORME POUR LE RECYCLAGE DANS LE RESPECT DE L'ENVIRONNEMENT

MÛR<sup>2</sup>E est un outil d'aide à la préparation de mélange de déchets organiques destinés au compostage.

Cet outil comporte trois chapitres :

- le chapitre **informations sur le compostage** propose une présentation succincte des bio-déchets rencontrés sur les exploitations fruitières et légumières et du processus de compostage ;
- le chapitre **base de données** regroupe les principales caractéristiques biochimiques de bio-déchets (accès réservé) ;
- le chapitre **outil de mélange** permet de choisir les bio-déchets et d'ajuster leur proportion pour le mélange à composter.

Une rubrique aide vous guidera dans la démarche.

TABLEAU 1 : EXEMPLE DE CARACTÉRISTIQUES D'UN MÉLANGE DE TROIS COMPOSANTS DE POIDS ÉGAUX

teneur en éléments	broyat bois	pomme retrait	fumier âgé	Mélange	impératif	
% eau	14	84	70	56	55	ok
% Carbone	40,7	9,2	34	28		
% azote	0,4	0,06	2,9	1,1		
Quantité(kg)	100	100	100	300		
eau	14	84	70	168		
carbone	40,7	9,2	34	84		
azote	0,4	0,06	2,9	3		
C/N	102	153	12	25	35	faible

TABLEAU 2 : CALCUL DES VOLUMES ET DU RAPPORT DE VOLUMES ENTRE COMPOSANTS

teneur en éléments	broyat bois	pomme retrait	fumier âgé	mélange	impératif	
% eau	14	84	70	53	55	ok
% Carbone	40,7	9,2	34	27		
% azote	0,4	0,06	2,9	0,8		
Quantité(kg)	100	100	50	250		
eau	14	84	35	133		
carbone	40,7	9,2	17	67		
azote	0,4	0,06	1,45	2		
C/N	102	153	12	35	35	ok
masse volumique kilogramme/litre	0,6	0,9	0,8			
Volume	166,7	111,1	62,5	340,3		
%	49	33	18	100,0		
Rapport de Volume	3	2	1	10		

donc un ajustement des proportions de chacun pour préparer un mélange final dont les critères, teneur en eau et rapport C/N, seront en phase avec les besoins caractéristiques du compostage. Dans cette optique nous avons élaboré un outil simple permettant une aide pratique à la réalisation du mélange.

### UN OUTIL SIMPLE D'AIDE À LA PRÉPARATION DU MÉLANGE

Les caractéristiques finales du mélange correspondent à une pondération des critères, teneurs en eau, carbone et azote, par le poids de chacun des co-composants du mélange. Prenons comme exemple un mélange de pomme de retrait, de fumier âgé et de broyat d'arbre. Le poids de chaque composant à mélanger sera déterminé par approches successives. Ces poids individuels permettent de calculer la quantité d'eau, d'azote et de carbone du mélange final et d'en évaluer la teneur en eau et le rapport C/N. Le tableau 1 propose un premier calcul basé sur un poids identique des trois composants.

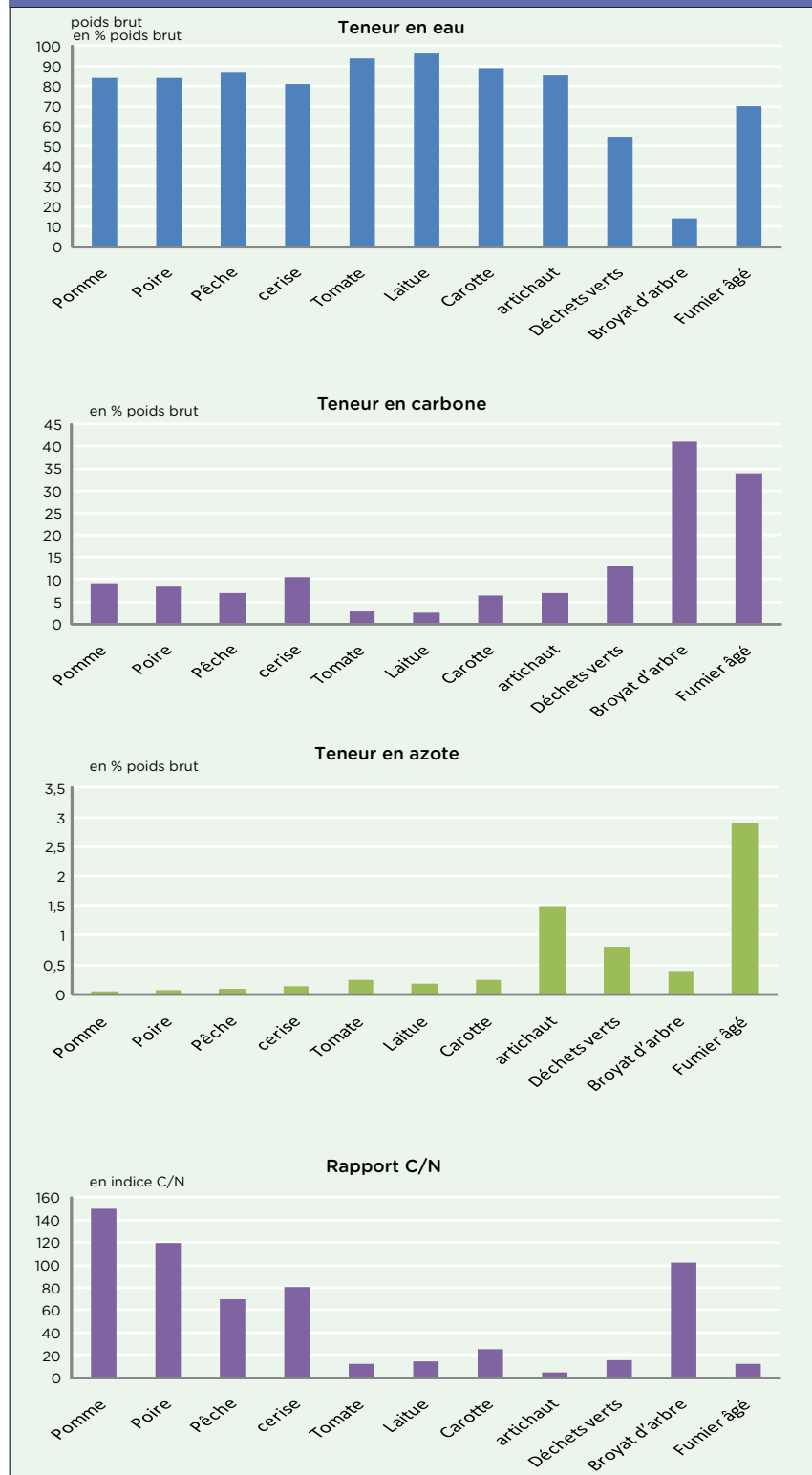
Le mélange a une teneur en eau correcte mais le rapport C/N est élevé. Nous repreneons les calculs en modifiant les quantités des composants. Le tableau 2 présente un résultat où l'ajustement des poids individuels conduit à une teneur en eau et un rapport C/N du mélange corrects.

Dans la pratique, l'approche par le poids est loin d'être idéale. En effet il est matériellement plus facile de préparer un mélange à partir de volumes, en utilisant des palox, bennes, godets, etc., plutôt que de peser. Pour passer du poids au volume il faut connaître la masse volumique de chacun des composants. Le tableau 2 effectue le calcul des volumes de chaque composant à partir de leur masse volumique et des poids déterminés précédemment.

En finalité pour que le mélange soit proche des caractéristiques recherchées, il faut 3 volumes de broyat d'arbre, 2 volumes de pommes et 1 volume de fumier âgé.

Pour faciliter cette démarche, un outil a été élaboré sur le logiciel Excel®. Cet outil dont l'acronyme est « MUR<sup>2</sup>E », pour Mélange Uniforme pour le Recyclage dans le Respect de l'Environnement,

**FIGURE 1 :** Caractéristiques biochimiques de quelques fruits, légumes et déchets verts (en %) - Source : Ctifl





comporte trois chapitres :

- le chapitre « informations sur le compostage » ;
  - le chapitre « base de données » ;
  - le chapitre « préparation du mélange ».
- La rubrique « aide » facilitera l'utilisation de l'outil.

**Le chapitre « information sur le compostage »** regroupe deux modules. Le premier présente les bio-déchets communément rencontrés sur les exploitations fruitières et légumières et leurs principales caractéristiques en termes de teneur en eau, rapport C/N et pH. Sont ainsi distingués les déchets de fruits, de légumes, les structurants, les déchets verts, le type de bio-déchets herbacés et également les autres dont les effluents d'élevage. Le deuxième module est consacré à des rappels relatifs au processus de compostage : principe, fonctionnement, caractéristiques, valorisation, avantages et contraintes y sont répertoriés.

**Le chapitre « base de données »** intègre les principales caractéristiques biochimiques nécessaires à la préparation des mélanges. À chaque dénomination de produit correspond une classification

« Nature » permettant d'accéder aux caractéristiques spécifiques de la partie choisie. Par exemple pour « Tomate » la nature peut être « fruit », « feuille » ou « plante entière ». Une typologie permet de regrouper les produits selon 4 niveaux :

- le type « fruits/légumes » rassemble toutes les données concernant les fruits et les légumes (organes comestibles tels que pomme, tomate, laitue) ;
- le type « structurants » collecte les valeurs des produits donnant de la structure au mélange (déchets verts, broyat d'arbre, paille, noyaux...) ;
- le type « partie herbacée » regroupe les données des produits labiles (feuilles, plante entière,...) ;
- le type « autre » concerne essentiellement les effluents d'élevage (fumier, lisier).

Pour chaque produit la base recueille les données d'humidité (en % de produit frais), de teneurs en matière organique (en g/kg de matière sèche), en carbone organique (en g/kg de matière sèche), en azote total (en g/kg de matière sèche), en matière minérale (en g/kg de matière sèche), le rapport C/N et la masse volumique. Le tableau 3, extrait de la base de

données, schématise ces informations.

**Le chapitre « préparation du mélange »**, permet de choisir les produits à mélanger et leur quantité, de lancer la calculatrice et d'ajuster si besoin leur proportion pour le mélange final.

La figure 3A illustre l'étape de sélection des produits. Les bio-déchets de fruits et légumes ayant une composition inadaptée à un bon compostage, il est nécessaire à ce stade de choisir un produit dit structurant de type bois, déchets verts, paille... Le nombre de produits à mélanger est 5 au maximum (le nombre minimum étant 2 évidemment). Pour chaque produit choisi un volume est demandé pour autoriser la première simulation. Le choix fait, il suffit d'appuyer sur le bouton « mélanger ».

La figure 3B affiche la page de résultats de la première simulation. Lorsque le critère C/N et éventuellement celui du taux d'humidité sont incorrects, alors l'outil propose de relancer une simulation avec la « correction 1 ». Le calculateur, lancé en appuyant sur le bouton « correction », ajustera au mieux le volume de chaque produit pour que le mélange

**TABLEAU 3** : Extrait de la base de données des caractéristiques biochimiques de produits bruts

Source : Ctifl

produit	Nature	Type de déchet	Matière sèche	humidité	MO	C org	N total	matière minérale		C/N	Mv brute kg/l
			%	%	g/kg ms	g/kg ms	g/kg ms	g/kg pb			
Abricot	Chair	Fruits/Légumes	15	85	942	471,0	11,6	58	8,7	40,6	0,9
Abricot	Noyau	Structurant	8	92	955	477,5	11,2	46	3,7	42,6	1,04
Abricot	Noyau	Structurant	8	92	977	488,5	10,2	23	1,8	47,9	1,14
Ammonitrate	Angrais	Autre	99	1	0	0,0	332		0,0	0,0	0,93
Blé	Fanes	Herbacée	41,6	58,4	912	456,0	6	88	36,6	76,0	0,3
Blé	Graine	Autre	87	13	960	480,0	19,3	40	35,0	24,9	0,95
Blé	Paille	Structurant	96,5	3,5	912	456,0	6	88	84,9	76,0	0,122
Blé	Plante en herbe	Herbacée	15	85	900	450,0	8	65	9,8	56,3	0,2
Bois verger	Autre	Structurant	86,1	13,9	945	472,5	4,6	55	47,4	102,7	0,2
Carotte	Racine	Fruits/Légumes	10,6	89,4	620	310,0	9,7	380	40,3	32,0	0,54
Châtaigne	Bogue	Autre	39,6	60,4	686	343,0	21,8	314	124,3	15,7	0,08
Châtaigne	Fruit entier	Autre	41,6	58,4	850,4	425,2	15,4	149,6	62,2	27,7	0,2
Châtaigne	Fruit	Fruits/Légumes	43	57	970	485,0	10,7	30	12,9	45,3	0,56
Compost moyen	Compost	Autre	46,5	53,5	297	148,5	8,8	704	327,4	16,9	0,6
Concombre	Feuilles	Herbacée	15	85	851	425,5	41,0	149	22,4	10,4	0,2
Concombre	Fruit	Fruits/Légumes	4	96	550	275,0	38	450	18,0	7,2	0,439
Concombre	Plante entière	Herbacée	10	90	650	325,0	40,0	300	30,0	8,1	0,3
Cornichon	Feuilles	Herbacée	15	85	851	425,5	41,0	149	22,4	10,4	0,2
Cornichon	Fruit	Fruits/Légumes	4	96	550	275,0	38	450	18,0	7,2	0,43
Cornichon	Plante entière	Herbacée	10	90	650	325,0	40,0	300	30,0	8,1	0,3



final respecte au plus près les consignes. La figure 3C affiche les résultats de la première correction. Un module appelé « conseil » suggère des préconisations pour aider à résoudre les difficultés de respects des consignes.

En cas de teneur en eau incorrecte la « correction 2 » calculera la quantité d'eau à apporter à un mélange trop sec. De la même façon la « correction 3 » proposera d'apporter un certains volume de paille (ou structurant semblable) dans le cas d'un mélange trop riche en eau.

### UN OUTIL SUR LE SITE WEB DU CTIFL

L'outil expérimental se présente actuellement au format Excel®. Suite à une conversion de celui-ci sous forme de modèle, il sera intégré à la plate-forme de modélisation: Inoki®. Cette plate-forme est accessible à travers le site <http://www.fruits-et-legumes.net/inoki/> Après une phase de validation une mise à disposition pour les professionnels qui sera proposée sous forme d'outil d'aide à la décision accessible en ligne. La base de données de l'outil, loin d'être exhaustive actuellement en termes de fruits et légumes caractérisés, continuera à être enrichie avec les caractéristiques biochimiques acquises au fil du temps pour les autres fruits et légumes voire pour d'autres matériaux végétaux. ■

### BIBLIOGRAPHIE

Ademe, Chambre Agriculture 01, le compostage de déchets légumiers, 1996.

Leclerc B., Guides des matières organiques, ITAB - Édition 2001, 2 tomes.

Godden B., le compostage : processus, production et utilisation.

Site web : [www.biomasse-normandie.org](http://www.biomasse-normandie.org) - Tout sur le matériel de compostage.

Bardet A ; Soing P. Recyclage des déchets organiques : la voie du compostage. Infos-ctifl n° 218, p. 45-48.

**FIGURES 3A** : Page de sélection des produits ; **3B** : Page des résultats ; **3C** : Page de lancement et d'affichage des résultats de la correction - Source : Ctiifl

*Accueil...*

## 3A

### Première étape : Sélection des données

**Consignes :** utiliser les listes déroulantes

- \* Choisir impérativement un structurant
- \* Choisir au moins 2 produits (5 au maximum)
- \* Entrer une valeur de volume (valeur de départ).

	Structurant	Fruits/légumes	Fruits/légumes	partie Herbacée	Autre
<b>Nom</b>	Bois verger Autre	Pomme Fruit			Fumier Composté
<b>Volume (m³)</b>	150	78			150

*Melanger !*

## 3B

### Deuxième Etape : Résultats du mélange

Le tableau affiche le résultat du mélange des produit choisis.

*En remarque, la simulation signale la qualité du mélange. Des corrections sont possibles selon le paramètre incorrect.*

**Tableau d'affichage final**

	Structurant	Fruits/légumes	Fruits/légumes	Herbacée	Autre	Mélange	Consignes
<b>Nom</b>	Bois verger Autre	Pomme Fruit	o	o	Fumier Composté		
<b>Volume (m³)</b>	150	78	o	o	150	378	
<b>humidité (%)</b>	13,9	85,7	0,0	0,0	70,4	54,8	45 à 65
<b>Carbone (g/kgMS)</b>	472,5	486,0	0,0	0,0	341,0	944,2	
<b>Azote T (g/kgMS)</b>	4,6	2,5	0,0	0,0	29,0	29,4	
<b>C/N</b>	102,7	194,4	#DIV/o!	#DIV/o!	11,8	32,2	30 à 40

**Remarques :** Humidité correcte  
Rapport C/N correct

**Correction 1** ==> les paramètres C/N et % humidité sont incorrects  
**Correction 2** ==> Seul le paramètre % humidité < 45%  
**Correction 3** ==> Seul le paramètre % humidité > 65%

*Accueil*

## 3C

### Troisième étape (a) : Correction 1

Le tableau affiche les résultats du mélange sans correction : appuyer sur le bouton correction, pour lancer le solveur les nouveaux résultats, s'afficheront.

	Structurant	Fruits/légumes	Fruits/légumes	Herbacée	Autre	Mélange	Consignes
<b>Nom</b>	Bois verger Autre	Pomme Fruit	o	o	Fumier Composté		
<b>Volume (m³)</b>	150	78	o	o	150,00	378	
<b>humidité (kg)</b>	12,5	60,2	0,0	0,0	68,6	141,3	
<b>Carbone (kg)</b>	42,5	34,1	0,0	0,0	33,2	109,9	
<b>Azote T (kg)</b>	0,4	0,2	0,0	0,0	2,8	3,4	
<b>C/N</b>	102,7	194,4	#DIV/o!	#DIV/o!	11,8	32,2	30 à 40

**Remarques :** humidité correcte  
rapport C/N correcte Correction

*Si les consignes ne sont toujours pas respectées vous pouvez consulter les conseils :*  
Conseils

*Accueil Nouvelle simulation*