

ELEMENTS TRACES METALLIQUES.

Vérification du respect des teneurs et flux cumulés à partir de la bibliographie.

(Deux sources utilisées, jointes aux tableaux récapitulatifs).

EARL GAÏA - apports moyens cumulés sur 10 ans : 1,25 kgMS/m²

	mg/kg MS*	valeur limite réglementation (arrêté)	flux sur 10 ans en mg/m ²	flux sur 10 ans en g/m ²	valeur limite réglementation (arrêté du 02/02/1998) sur
Cd	0,69	< 10	0,8625	0,0008625	< 0,015
Cr	36,14	< 1000	45,175	0,045175	< 1,5
Cu	353,52	< 1000	441,9	0,4419	< 1,5
Hg	0,14	< 10	0,175	0,000175	< 0,015
Ni	20,45	< 200	25,5625	0,0255625	< 0,3
Pb	10,74	< 800	13,425	0,013425	< 1,5
Zn	237,13	< 3000	296,4125	0,2964125	< 4,5

* valeurs issues de l'étude "Qualité agronomique et sanitaire des digestats", moyenne sur 20 à 21 analyses de digestats pour lesquels les matières premières sont issues des industries agro-alimentaires (voir document joint)

SCEA DU PUIITS BAS - apports moyens cumulés sur 10 ans : 1,71 kgMS/m²

	mg/kg MS*	valeur limite réglementation (arrêté)	flux sur 10 ans en mg/m ²	flux sur 10 ans en g/m ²	valeur limite réglementation (arrêté du 02/02/1998) sur
Cd	0,69	< 10	1,1799	0,0011799	< 0,015
Cr	36,14	< 1000	61,7994	0,0617994	< 1,5
Cu	353,52	< 1000	604,5192	0,6045192	< 1,5
Hg	0,14	< 10	0,2394	0,0002394	< 0,015
Ni	20,45	< 200	34,9695	0,0349695	< 0,3
Pb	10,74	< 800	18,3654	0,0183654	< 1,5
Zn	237,13	< 3000	405,4923	0,4054923	< 4,5

* valeurs issues de l'étude "Qualité agronomique et sanitaire des digestats", moyenne sur 20 à 21 analyses de digestats pour lesquels les matières premières sont issues des industries agro-alimentaires (voir document joint)

SCEA KLEIN MISSY / EARL FERME DE SAVY - apports moyens cumulés sur 10 ans : 1 kgMS/m²

	mg/kg MS*	valeur limite réglementation (arrêté)	flux sur 10 ans en mg/m ²	flux sur 10 ans en g/m ²	valeur limite réglementation (arrêté du 02/02/1998) sur
Cd	0,69	< 10	0,69	0,00069	< 0,015
Cr	36,14	< 1000	36,14	0,03614	< 1,5
Cu	353,52	< 1000	353,52	0,35352	< 1,5
Hg	0,14	< 10	0,14	0,00014	< 0,015
Ni	20,45	< 200	20,45	0,02045	< 0,3
Pb	10,74	< 800	10,74	0,01074	< 1,5
Zn	237,13	< 3000	237,13	0,23713	< 4,5

* valeurs issues de l'étude "Qualité agronomique et sanitaire des digestats", moyenne sur 20 à 21 analyses de digestats pour lesquels les matières premières sont issues des industries agro-alimentaires (voir document joint)

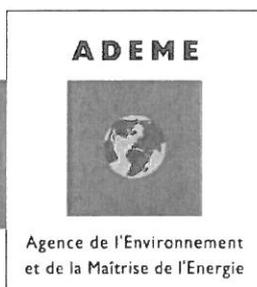
Bibliographie par
rapport aux ETM
(éléments traces
métalliques)

QUALITÉ AGRONOMIQUE ET SANITAIRE DES DIGESTATS

Octobre 2011

Etude réalisée pour le compte de l'ADEME et le Ministère de l'Agriculture par
RITTMO Agroenvironnement, Uteam, FIBL, INERIS, LDAR
Marché ADEME n° 0906C0053

Coordination technique : Fabienne MULLER – Service Prévention et Gestion
des Déchets – Direction Consommation Durable et Déchets – ADEME Angers



Abréviations: voir glossaire ci joint

RAPPORT FINAL



Glossaire

AAMF :	Association des Agriculteurs Méthaniseurs de France.
ADEME :	Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie.
AFSSET :	Agence Française de la Sécurité Sanitaire de l'Environnement et du Travail.
AILE :	Association d'Initiatives Locales pour l'Énergie et l'environnement.
Al :	Aluminium.
ANSES :	Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail.
BTU :	Boues issues du Traitement des eaux Usées urbaines.
C, CaO :	Calcium et forme oxydée du calcium.
CTO :	Composés Traces Organiques.
CSTR :	Procédé de traitement en continu en réacteur infiniment mélangé.
Cu :	Cuivre.
DBO :	Demande Biologique en Oxygène.
DCM :	Matière dissoute et colloïdale.
DCO :	Demande Chimique en Oxygène.
DCO s :	DCO soluble.
DCO tot :	DCO totale.
DL-PCB :	polychlorobiphényles de type dioxine.
ETM :	élément trace métallique.
Fe :	Fer.
FFOM :	Fraction Fermentescible issue des Ordures Ménagères résiduelles (OMr).
FIBL :	Institut de recherche de l'agriculture biologique (antenne de Frick en Suisse).
HAP :	Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques.
HBCD :	hexabromocyclododécane.
INERIS :	Institut National des l'Environnement Industriel et des Risques.
K, K₂O :	potassium et forme oxydée du potassium.
LDAR :	Laboratoire Départemental d'Analyses et de Recherche de Laon.
MES :	Matière en Suspension.
Mg, MgO :	Magnésium et forme oxydée du magnésium.
Mn :	Manganèse.
MS :	Matière Sèche.
MSV :	Matière Sèche Volatile.
N ; NH₄⁺, NO₃⁻ :	azote et formes minérales de l'azote.
Na :	Sodium.
NP :	Nonylphénol.
OMr :	Ordures Ménagères résiduelles.
ORRChim :	Ordonnance Suisse sur la Réduction des Risques liés aux produits chimiques (18 mai 2005).
P ; P₂O₅ :	Phosphore et forme oxydée du phosphore.
PCB :	polychlorobiphényles.
PCDD :	dibenzo-p-dioxines.
PCDF :	dibenzo-p-furanes polychlorés.
Pdff :	Contribution relative, du phosphore apporté, à la nutrition phosphatée. Indicateur permettant d'évaluer la biodisponibilité du phosphore pour une BTU donnée.
PFA :	composés alkylés perfluorés.
PPS :	produits phytosanitaires.
RITTMO :	Agroenvironnement : CRITT (Centre Régional d'Innovation et de Transfert de Technologies) – labellisés CRT (Centre de ressources Technologiques) par le ministère de la recherche – labellisés institut Carnot MICA.
S :	Soufre.
STEP :	Station de Traitement des Eaux usées.
TRAME :	Centre de ressources et de développement agricole et rural.
UASB :	procédé utilisé en méthanisation qui consiste en un lit de boues granulaires maintenue en suspension dans le réacteur par la circulation des effluents à traiter. Les granules de boues contenant les micro-organismes responsables de la dégradation de la matière organique.
UFC/g :	Unité Formant colonie dans un gramme de matière, ce qui équivaut au nombre de bactérie dans 1g.
VF :	valeur fertilisante.
Zn :	Zinc.

BIOD - DVH : Biodéchets - Déchets verts et horticoles

DJA : Déjections animales

SPA : Sous produits animaux

IAA : Déchets d'industries agro-alimentaires

9.2 ELEMENTS TRACES METALLIQUES: PRESENTATION DES RESULTATS DU TRAITEMENT DES DONNEES POUR LES DIGESTATS D'ORIGINE AGRICOLE ET DES MATIERES VEGETALES

Le nombre d'analyses récoltées est variable selon les éléments traces métalliques. Le nombre d'analyse des teneurs en cuivre, zinc, cadmium, plomb et nickel varie de 100 à 114 A l'opposé, les teneurs en chrome, mercure et manganèse sont très peu représentées (24 à 40 analyses sur les 186 digestats). Enfin, pour l'aluminium et l'arsenic, seulement 9 et 2 analyses ont pu être récoltées.

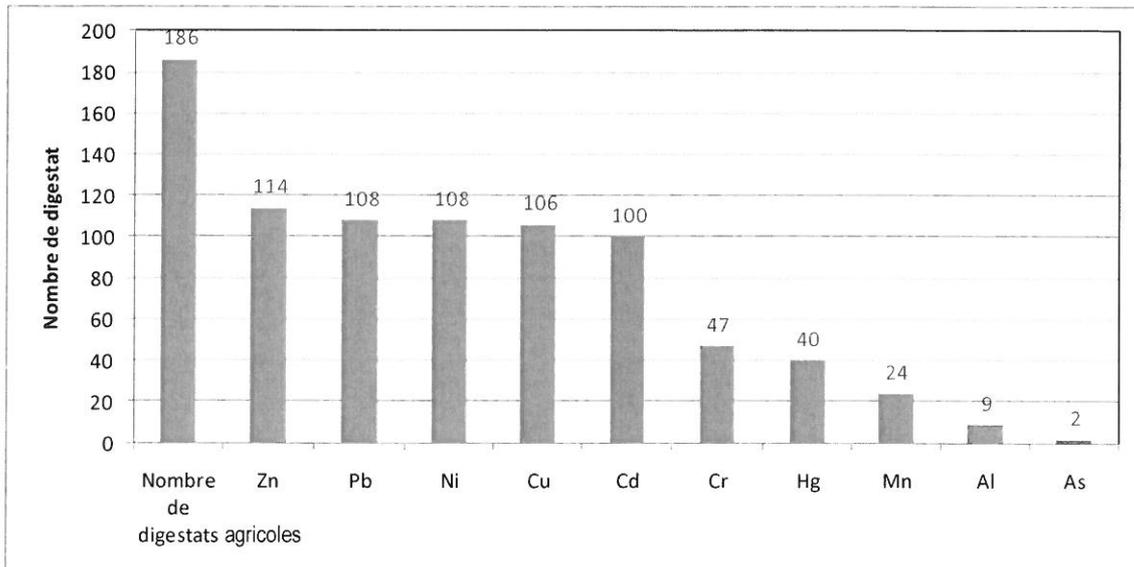


Figure 60 : Nombre d'analyses récoltées pour les teneurs en ETM.

Dans les graphiques présentés dans ce chapitre, les digestats solides et liquides ne correspondent pas toujours au digestats bruts après séparation de phase. Ils peuvent provenir d'autres digestats issus d'autres installations.

9.2.1 Le cuivre

9.2.1.1 *Teneurs en cuivre en fonction de la nature des digestat d'origine agricole.*

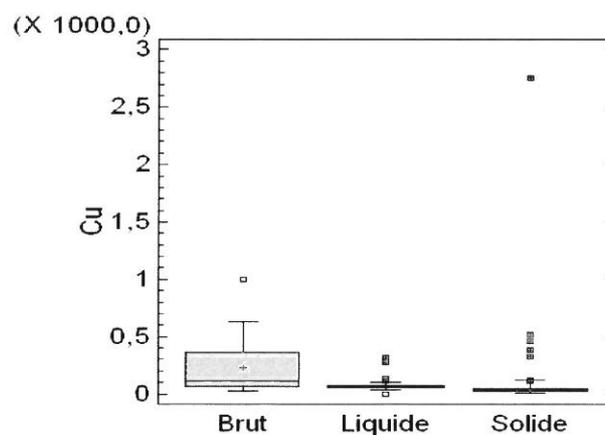


Figure 61 : Répartition des valeurs du cuivre (mg/kg MS) en fonction de la nature des digestats

Tableau 48 : Variabilité des valeurs de cuivre (mg/kg MS) en fonction de la nature des digestats

Nature de digestat	Effectif	Moyenne	Médiane	Minimum	Maximum	1er quartile	3ème quartile
Brut	21	224,01	112,0	26,0	1001,0	65,0	363,0
Liquide	45	73,054	65,57	0,035	314,78	56,0	76,31
Solide	48	123,90	29,93	9,58	2756,0	22,3	45,0
Total	114	122,27	59,86	0,035	2756,0	29,74	79,04

Les teneurs en cuivre sont en moyenne de 224, 73 et 123 mg/kg MS respectivement pour le digestat brut, la fraction liquide et la fraction solide du digestat. Les teneurs les plus élevées sont associées au digestat brut, qui sont en moyenne 2 fois plus grandes que la fraction solide. Certains digestat ont des teneurs en cuivre largement supérieures à la limite de 300 mg/kg MS qui représente le seuil des teneurs en cuivre dans la norme NFU 44-051. **Ce dépassement du seuil de la norme est observé dans 11 % des cas et ne semble pas dépendre de la fraction des digestats.**

9.2.1.2 *Teneurs en cuivre en fonction des intrants d'origine agricole..*

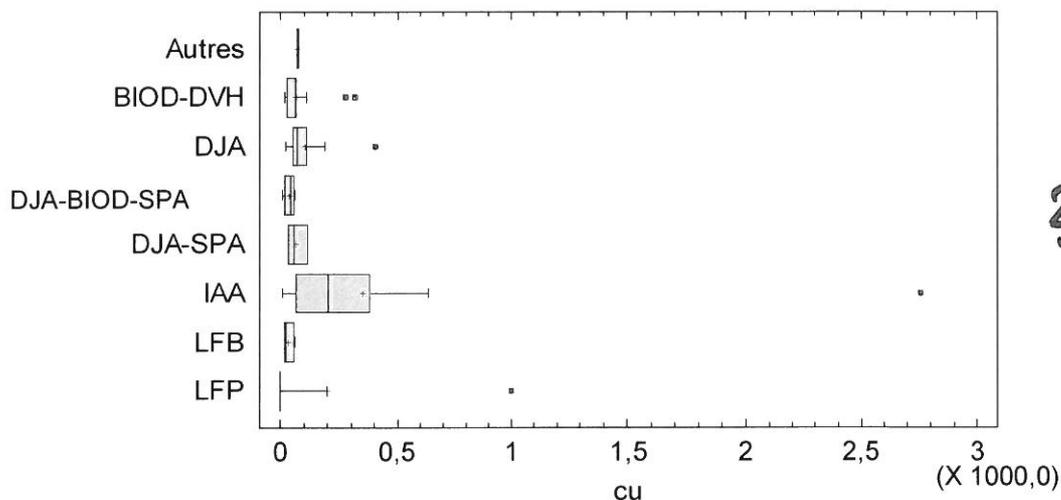


Figure 62 : Répartition des teneurs en cuivre (mg/kg MS) en fonction des intrants

Tableau 49 : Variabilité des teneurs en cuivre (mg/kg MS) en fonction des intrants

Intrants	Effectif	Moyenne	Médiane	Minimum	Maximum	Etendue	1er quartile	3ème quartile
Autres	2	75,45	75,45	73,0	77,9	4,9	73,0	77,9
BIOD-DVH	53	61,68	61,33	18,51	314,78	296,27	30,11	69,62
DJA	11	105,39	71,0	26,0	405,0	379,0	53,0	112,0
DJA-BIOD-SPA	11	39,99	44,4	9,58	63,07	53,49	20,25	58,23
DJA-SPA	3	69,957	57,0	34,87	118,0	83,13	34,87	118,0
IAA	21	353,52	203,0	11,0	2756,0	2745,0	69,0	382,0
LFB	8	35,56	25,25	18,0	61,0	43,0	20,0	57,5
LFP	5	200,23	0,047	0,035	1001,0	1000,97	0,037	0,05
Total	114	122,27	59,85	0,035	2756,0	2755,97	29,74	79,04

Les teneurs en cuivre varient en moyenne de 35 mg/kg MS à 200 mg/kg MS selon la nature et le mélange des intrants. Les teneurs les plus élevées sont observées pour des digestats issus de

déchets de l'industrie agro-alimentaire et du lisier-fumier de porc. A l'opposé, les teneurs les plus faibles sont associées à des digestats issus de la méthanisation du lisier-fumier bovin, de sous-produits animaux et des biodéchets-déchets verts. L'analyse des données permet de donner une tendance générale sans pouvoir apporter une fourchette des teneurs en cuivre pour les digestats issus de chaque type de déchet.

9.2.2 Le zinc

9.2.2.1 Teneurs en zinc en fonction de la nature des digestats d'origine agricole.

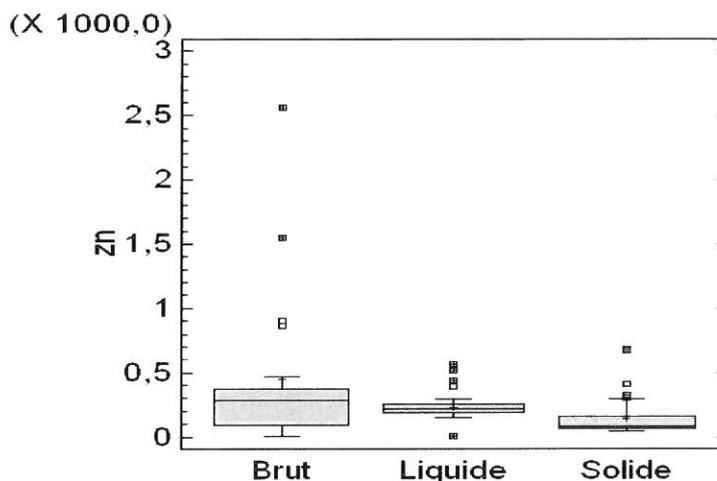


Figure 63 : Répartition des valeurs de zinc (mg/kg MS) en fonction de la nature des digestats

Tableau 50 : Variabilité des valeurs de zinc (mg/kg MS) en fonction de la nature des digestats

Nature de digestat	Effectif	Moyenne	Médiane	Minimum	Maximum	1er quartile	3ème quartile
Brut	21	444,39	286,0	1,27	2563,0	92,0	370,72
Liquide	45	227,67	222,12	0,7	566,0	192,05	251,44
Solide	48	144,74	82,6	47,45	684,0	63,87	156,81
Total	114	232,68	192,66	0,7	2563,0	74,97	272,0

Les teneurs en zinc sont en moyenne de 445, 228 et 148 mg/kg MS respectivement pour le digestat brut, la fraction liquide et la fraction solide du digestat. Les teneurs les plus élevées sont associées aux digestats bruts qui sont en moyenne 3 fois plus grandes que la fraction solide. Certains digestats ont des teneurs en zinc largement supérieures à la limite de 600 mg/kg MS qui représente le seuil des teneurs en Zn dans la norme NFU 44-051. Ce dépassement du seuil de la norme est observé dans 6 % des cas. **Aucun dépassement n'a été cependant observé dans la fraction liquide des digestats.**

9.2.2.2 Teneurs en zinc en fonction des intrants d'origine agricole..

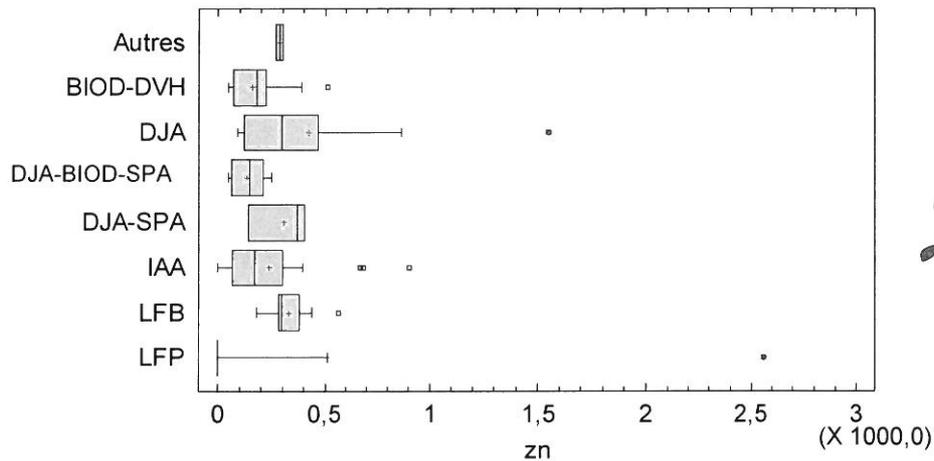


Figure 64 : Répartition des teneurs en zinc (mg/kg MS) en fonction des intrants

Tableau 51 : Variabilité des teneurs en zinc (mg/kg MS) en fonction des intrants

Intrants	Effectif	Moyenne	Médiane	Minimum	Maximum	Etendue	1er quartile	3ème quartile
Autres	2	286,85	286,85	269,7	304,0	34,3	269,7	304,0
BIOD-DVH	53	162,57	182,24	47,45	511,66	464,21	73,7	222,78
DJA	11	426,72	298,0	92,0	1550,0	1458,0	120,0	467,0
DJA-BIOD-SPA	11	137,58	147,72	49,66	251,08	201,42	64,72	208,38
DJA-SPA	3	306,8	370,72	143,67	406,0	262,33	143,67	406,0
IAA	21	237,13	170,0	1,27	902,0	900,73	68,7	304,0
LFB	8	332,61	295,7	179,0	566,0	387,0	282,25	380,0
LFP	5	513,29	0,91	0,7	2563,0	2562,3	0,81	1,02
Total	114	232,68	192,66	0,7	2563,0	2562,3	74,97	272,0

Les teneurs en zinc varient en moyenne de 137 mg/kg MS à 513 mg/kg MS selon la nature et le mélange des intrants. Les teneurs les plus élevées sont observées pour des digestats issus de la méthanisation du lisier de porc. A l'opposé, les teneurs les plus faibles sont associées à des digestats issus de la méthanisation de biodéchets, déchets verts et de sous produits animaux. L'analyse des données permet de donner cette tendance générale sans pouvoir apporter une fourchette des teneurs en zinc pour les digestats issus de chaque type de déchet.

9.2.3 Le cadmium

9.2.3.1 Teneurs en cadmium en fonction de la nature des digestats d'origine agricole.

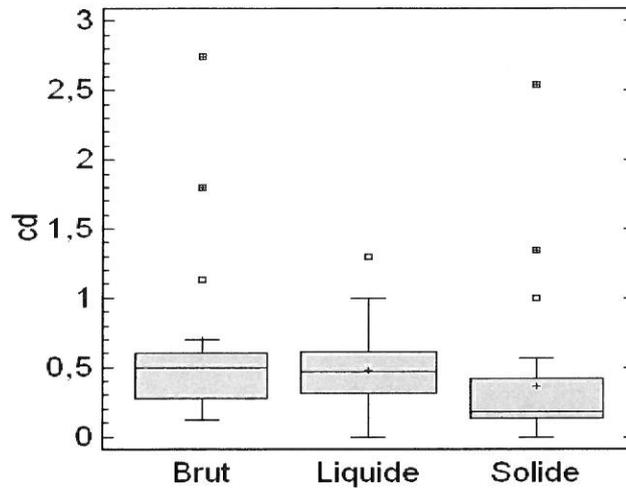


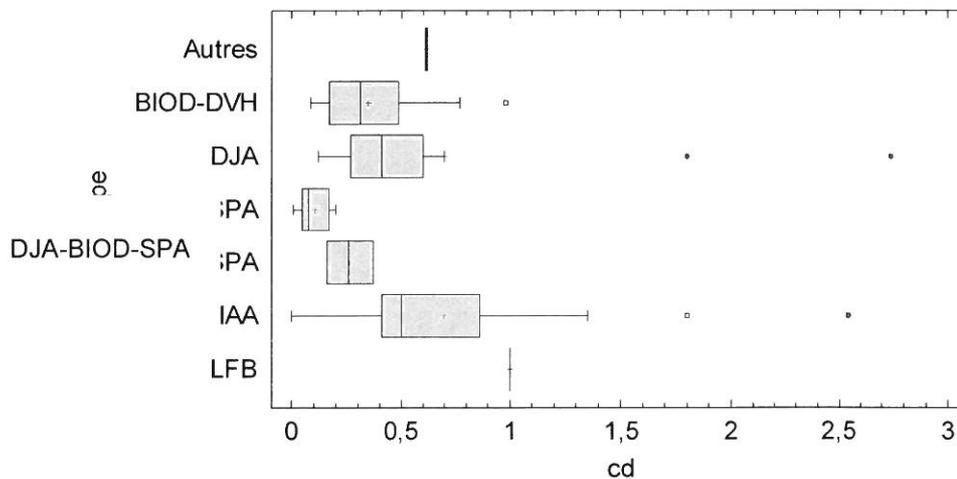
Figure 65 : Répartition des valeurs de cadmium (mg/kg MS) en fonction de la nature des digestats

Tableau 52 : Variabilité des valeurs de cadmium (mg/kg MS) en fonction de la nature des digestats

Nature de digestat	Effectif	Moyenne	Médiane	Minimum	Maximum	1er quartile	3ème quartile
Brut	20	0,697	0,5	0,12	2,74	0,28	0,605
Liquide	40	0,476	0,47	0,0	1,3	0,31	0,615
Solide	47	0,366	0,18	0,0	2,54	0,13	0,42
Total	107	0,469	0,37	0,0	2,74	0,17	0,56

Les teneurs en cadmium sont en moyenne de 0,7; 0,48 et 0,37 mg/kg MS respectivement pour le digestat brut, la fraction liquide et la fraction solide du digestat. Les teneurs les plus élevées sont associées aux digestats bruts qui sont en moyenne 2 fois plus grandes que la fraction solide. **Aucun dépassement du seuil de 3 mg/kg MS, qui représente le seuil des teneurs en Cd dans la norme NFU 44-051, n'a été observé.**

9.2.3.2 Teneurs en cadmium en fonction des intrants d'origine agricole.



Cd
0,69

Figure 66 : Répartition des teneurs en cadmium (mg/kg MS) en fonction des intrants

Tableau 53 : Variabilité des teneurs en cadmium (mg/kg MS) en fonction des intrants

Intrants	Effectif	Moyenne	Médiane	Minimum	Maximum	1er quartile	3ème quartile
Autres	2	0,62	0,615	0,61	0,62	0,61	0,62
BIOD-DVH	53	0,35	0,31	0,09	0,98	0,17	0,49
DJA	11	0,69	0,41	0,12	2,74	0,27	0,6
DJA-BIOD-SPA	11	0,11	0,08	0,01	0,2	0,05	0,17
DJA-SPA	3	0,26	0,26	0,16	0,37	0,16	0,37
IAA	20	0,69	0,5	0,0	2,54	0,41	0,87
LFB	7	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Total	107	0,469	0,37	0,0	2,74	0,17	0,56

Pour le cadmium, les teneurs varient en moyenne de 0,26 mg/kg MS à 1 mg/kg MS selon la nature et le mélange des intrants. Les teneurs les plus élevées sont observées pour des digestats issus de la méthanisation du lisier-fumier bovin. Cependant, pour ce groupe, toutes les données sont égales à 1 mg/kg MS ce qui laisse supposer un effet de la méthode analytique (limite de détection ou de quantification). A l'opposé, les teneurs les plus faibles sont associées à des digestats issus de la méthanisation de biodéchets, déchets verts et de sous produits animaux. L'analyse des données permet de donner cette tendance générale sans pouvoir apporter une fourchette des teneurs en cadmium pour les digestats issus de chaque type de déchet.

9.2.4 Le plomb

9.2.4.1 Teneurs en plomb en fonction de la nature des digestats d'origine agricole..

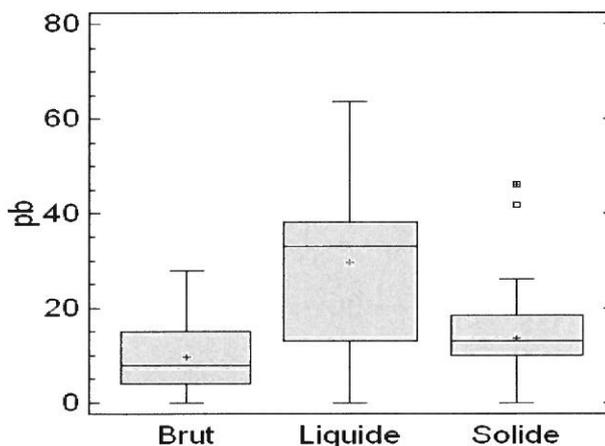


Figure 67 : Répartition des valeurs de plomb (mg/kg MS) en fonction de la nature des digestats

Tableau 54 : Variabilité des valeurs de plomb (mg/kg MS) en fonction de la nature des digestats

Nature de digestat	Effectif	Moyenne	Médiane	Minimum	Maximum	1er quartile	3ème quartile
Brut	20	9,69	7,9	0,0	28,0	4,01	14,94
Liquide	41	29,71	33,14	0,0	63,54	13,0	38,1
Solide	47	13,61	13,0	0,0	46,16	9,91	18,31
Total	108	18,99	14,9	0,0	63,54	8,95	30,21

Les teneurs en plomb sont en moyenne de 9,6, 29,7 et 13,6 mg/kg MS respectivement pour le digestat brut, la fraction liquide et la fraction solide du digestat. Les teneurs les plus élevées sont associées à la fraction liquide des digestats qui sont en moyenne 3 fois plus grandes que la fraction solide. **Aucun dépassement du seuil de 180 mg/kg MS, qui représente le seuil des teneurs en Pb dans la norme NFU 44-051, n'a été observé.**

9.2.4.2 *Teneurs en plomb en fonction des intrants d'origine agricole.*

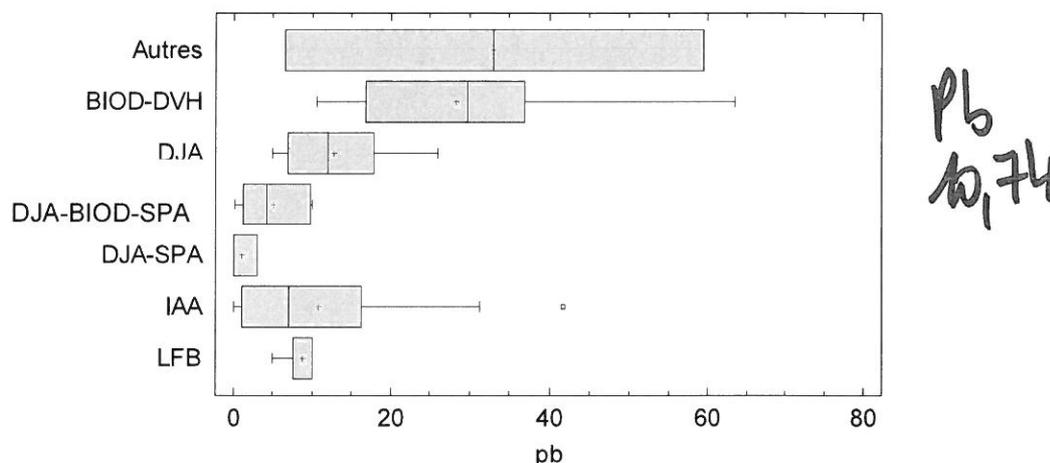


Figure 68 : Répartition des teneurs en plomb (mg/kg MS) en fonction des intrants

Tableau 55 : Variabilité des teneurs en plomb (mg/kg MS) en fonction des intrants

Intrants	Effectif	Moyenne	Médiane	Minimum	Maximum	1er quartile	3ème quartile
Autres	2	33,0	33,0	6,5	59,5	6,5	59,5
BIOD-DVH	53	28,34	29,74	10,56	63,54	16,81	36,93
DJA	11	12,70	12,0	5,0	26,0	6,9	17,87
DJA-BIOD-SPA	11	5,11	4,15	0,12	10,0	1,22	9,77
DJA-SPA	3	1,01	0,0	0,0	3,02	0,0	3,02
IAA	20	10,74	7,0	0,0	41,8	1,01	16,24
LFB	8	8,75	10,0	5,0	10,0	7,5	10,0
Total	108	18,99	14,9	0,0	63,54	8,95	30,21

Les teneurs en plomb varient en moyenne de 5 mg/kg MS à 28 mg/kg MS selon la nature et le mélange des intrants. Les teneurs les plus élevées sont observées pour des digestats issus de la

méthanisation des biodéchets et des déchets verts. Il est vraisemblable que cet effet soit principalement dû aux déchets verts qui contiennent des végétaux de voirie éventuellement chargés en plomb. A l'opposé, les teneurs les plus faibles sont associées à des digestats issus de la méthanisation des déjections animales et des sous produits animaux. L'analyse des données permet de donner cette tendance générale sans pouvoir apporter une fourchette des teneurs en plomb pour les digestats issus de chaque type de déchet.

9.2.5 Le mercure

9.2.5.1 Teneurs en mercure en fonction de la nature des digestats d'origine agricole.

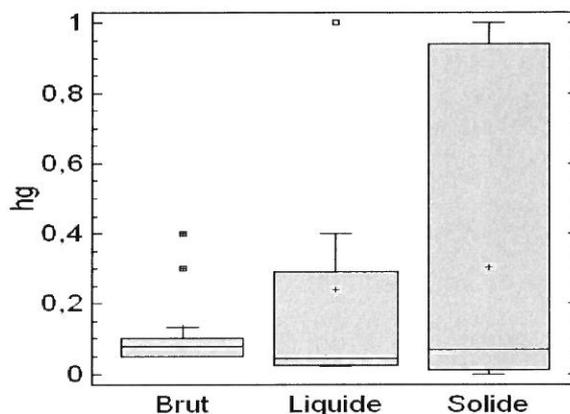


Figure 69 : Répartition des valeurs de mercure (mg/kg MS) en fonction de la nature des digestats

Tableau 56 : Variabilité des valeurs de mercure (mg/kg MS) en fonction de la nature des digestats

Nature de digestat	Effectif	Moyenne	Médiane	Minimum	Maximum	1er quartile	3ème quartile
Brut	9	0,132	0,08	0,05	0,4	0,05	0,1
Liquide	12	0,240	0,043	0,02	1,0	0,025	0,29
Solide	18	0,304	0,07	0,0	1,0	0,01	0,94
Total	39	0,245	0,06	0,0	1,0	0,02	0,3

Les teneurs en mercure sont en moyenne de 0,13 ; 0,24 et 0,30 mg/kg MS respectivement pour le digestat brut, la fraction liquide et la fraction solide du digestat. Les teneurs les plus élevées sont associées à la fraction solide des digestats qui sont en moyenne 2 à 3 fois plus grandes que le digestat brut. **Aucun dépassement du seuil de 2 mg/kg MS, qui représente le seuil des teneurs en Hg dans la norme NFU 44-051, n'a été observé.**

9.2.5.2 *Teneurs en mercure en fonction des intrants d'origine agricole.*

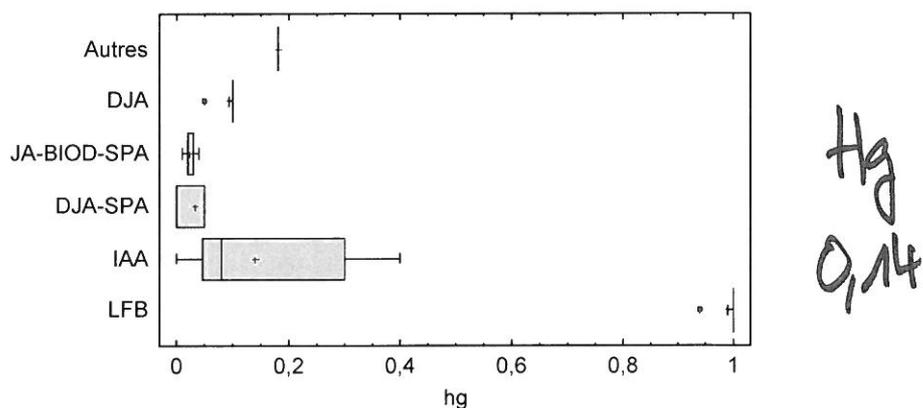


Figure 70 : Répartition des teneurs en mercure (mg/kg MS) en fonction des intrants

Tableau 57 : Variabilité des teneurs en mercure (mg/kg MS) en fonction des intrants

Intrants	Effectif	Moyenne	Médiane	Minimum	Maximum	Etendue	1er quartile	3ème quartile
Autres	1	0,18	0,18	0,18	0,18	0,0	0,18	0,18
DJA	6	0,092	0,1	0,05	0,1	0,05	0,1	0,1
DJA-BIOD-SPA	11	0,022	0,02	0,01	0,04	0,03	0,02	0,03
DJA-SPA	3	0,033	0,05	0,0	0,05	0,05	0,0	0,05
IAA	11	0,14	0,08	0,0	0,4	0,4	0,045	0,3
LFB	7	0,99	1,0	0,94	1,0	0,06	1,0	1,0
Total	39	0,25	0,06	0,0	1,0	1,0	0,02	0,3

Les teneurs en mercure varient en moyenne de 0,02 mg/kg MS à 1 mg/kg MS selon la nature et le mélange des intrants. Les teneurs les plus élevées sont observées pour des digestats issus de la méthanisation du lisier-fumier bovin. Là encore, plusieurs valeurs des teneurs en mercure de ce groupe sont égales à 1, ce qui laisse aussi suggérer un effet de la méthode analytique. A l'opposé, les teneurs les plus faibles sont associées à des digestats issus de la méthanisation des déjections animales et des sous-produits animaux. L'analyse des données permet de donner cette tendance générale sans pouvoir apporter une fourchette des teneurs en mercure pour les digestats issus de chaque type de déchet.

9.2.6 Le nickel

9.2.6.1 *Teneurs en nickel en fonction de la nature des digestats d'origine agricole.*

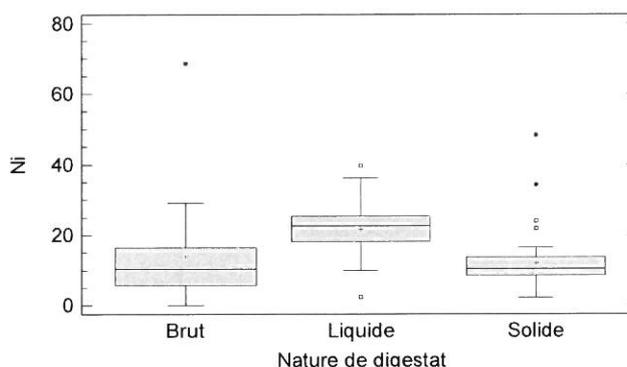


Figure 71 : Répartition des valeurs de nickel (mg/kg MS) en fonction de la nature des digestats

Tableau 58 : Variabilité des valeurs de nickel (mg/kg MS) en fonction de la nature des digestats

Nature de digestat	Effectif	Moyenne	Médiane	Minimum	Maximum	1er quartile	3ème quartile
Brut	20	14,05	10,34	0,18	68,7	5,6	16,55
Liquide	41	21,73	22,57	2,44	39,7	18,09	25,38
Solide	47	11,95	10,34	2,29	48,2	8,46	13,58
Total	108	16,05	13,5	0,18	68,7	9,655	22,5

Les teneurs en nickel sont en moyenne de 14 ; 22 et 12 mg/kg MS respectivement pour le digestat brut, la fraction liquide et la fraction solide du digestat. Les teneurs les plus élevées sont associées à la fraction liquide des digestats qui présentent en moyenne des valeurs 2 fois plus fortes que celles mesurées pour les digestats bruts. **Un seul dépassement du seuil de 60 mg/kg MS, qui représente le seuil des teneurs en nickel dans la norme NFU 44-051, a été observé.**

9.2.6.2 Teneurs en nickel en fonction des intrants d'origine agricole.

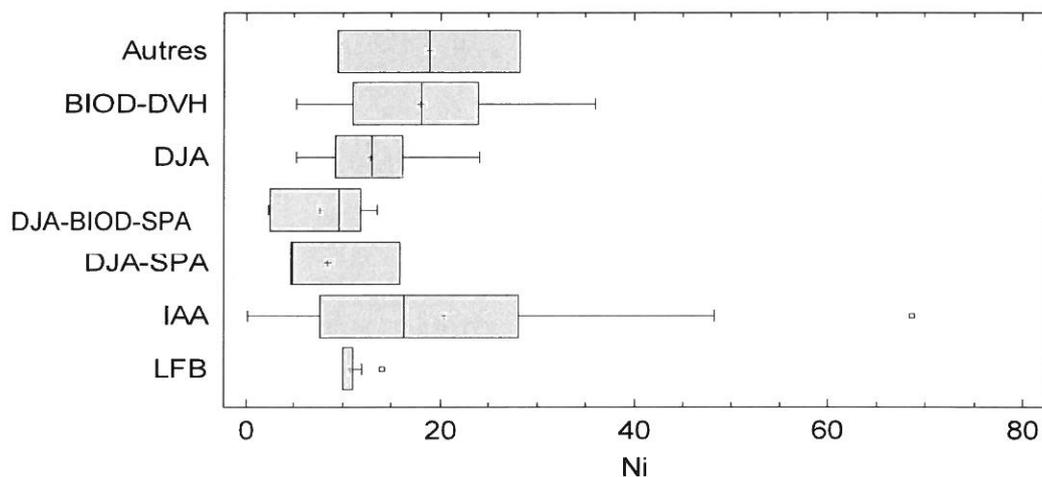


Figure 72 : Répartition des teneurs en nickel (mg/kg MS) en fonction des intrants

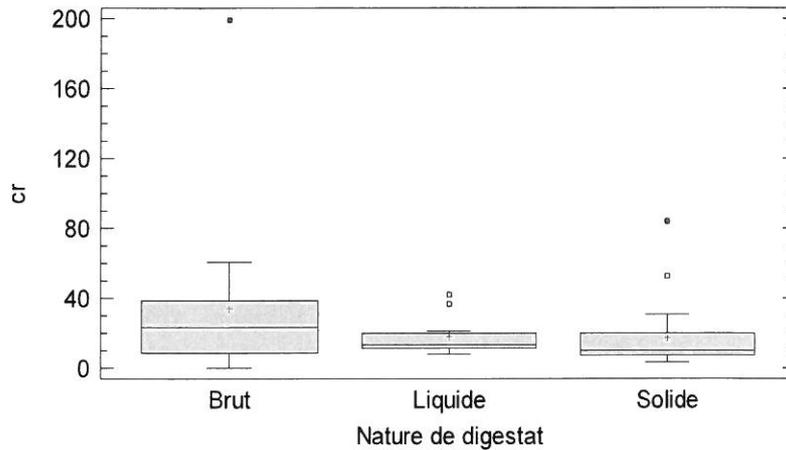
Tableau 59 : Variabilité des teneurs en nickel (mg/kg MS) en fonction des intrants

Intrants	Effectif	Moyenne	Médiane	Minimum	Maximum	1er quartile	3ème quartile
Autres	2	18,85	18,85	9,5	28,2	9,5	28,2
BIOD-DVH	53	17,91	18,09	5,18	36,06	11,02	23,88
DJA	11	12,94	13,0	5,2	24,0	9,21	16,1
DJA-BIOD-SPA	11	7,62	9,69	2,29	13,5	2,44	11,82
DJA-SPA	3	8,46	4,84	4,7	15,84	4,7	15,84
IAA	20	20,45	16,2	0,18	68,7	7,65	28,1
LFB	8	10,75	10,0	10,0	14,0	10,0	11,0
Total	108	16,05	13,5	0,18	68,7	9,655	22,5

Les teneurs en nickel varient en moyenne de 7 mg/kg MS à 20,5 mg/kg MS selon la nature et le mélange des intrants. Les teneurs les plus élevées sont observées pour des digestats issus des déchets de l'industrie agro-alimentaire et des biodéchets-déchets verts. Les teneurs les plus faibles sont associées à des digestats issus de la méthanisation des déjections animales et des sous-produits animaux. L'analyse des données permet de donner cette tendance générale sans pouvoir apporter une fourchette des teneurs en nickel pour les digestats issus de chaque type de déchet.

9.2.7 Le chrome

9.2.7.1 Teneurs en chrome en fonction de la nature des digestats d'origine agricole.



Cr 36,14

Figure 73 : Répartition des valeurs de chrome (mg/kg MS) en fonction de la nature des digestats

Tableau 60 : Variabilité des valeurs de chrome (mg/kg MS) en fonction de la nature des digestats

Nature de digestat	Effectif	Moyenne	Médiane	Minimum	Maximum	1er quartile	3ème quartile
Brut	16	33,95	23,15	0,0	199,0	8,375	38,5
Liquide	12	17,71	13,38	8,0	42,0	11,19	19,91
Solide	20	17,29	10,0	3,48	84,2	7,5	19,75
Total	48	22,95	12,295	0,0	199,0	9,085	29,65

Les teneurs en chrome sont en moyenne de 34 ; 17,7 et 17,1 mg/kg MS respectivement pour le digestat brut, la fraction liquide et la fraction solide du digestat. Les teneurs les plus élevées sont associées aux digestats bruts qui présentent en moyenne des valeurs 2 fois plus fortes que celles mesurées pour la fraction solide et la fraction liquide des digestats. **Un seul dépassement du seuil de 120 mg/kg MS, qui représente le seuil des teneurs en chrome dans la norme NFU 44-051, a été observé.**

9.2.7.2 Teneurs en chrome en fonction des intrants d'origine agricole.

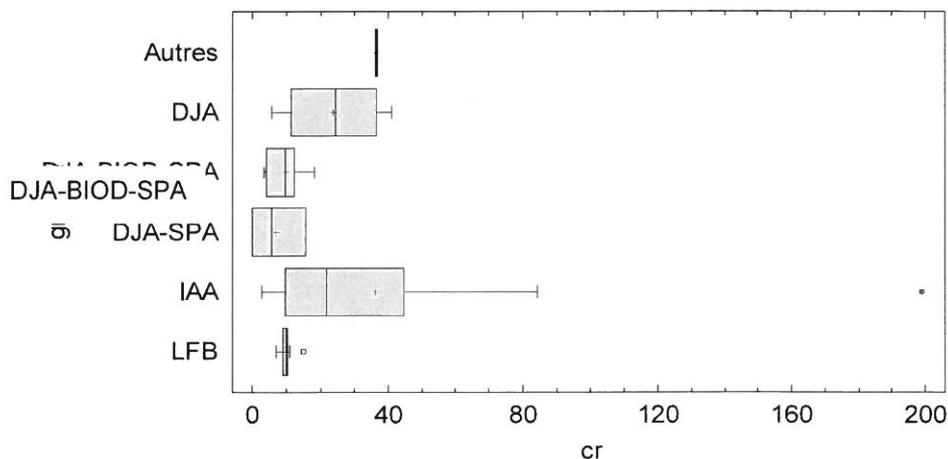


Figure 74 : Répartition des teneurs en chrome (mg/kg MS) en fonction des intrants

Tableau 61 : Variabilité des teneurs en chrome (mg/kg MS) en fonction des intrants

Intrants	Effectif	Moyenne	Médiane	Minimum	Maximum	1er quartile	3ème quartile
Autres	2	36,4	36,4	36,1	36,7	36,1	36,7
DJA	4	23,85	24,4	5,7	40,9	11,35	36,35
DJA-BIOD-SPA	11	9,80	9,91	3,48	18,32	4,07	12,45
DJA-SPA	3	7,25	6,0	0,0	15,76	0,0	15,76
IAA	20	36,14	21,8	2,83	199,0	9,9	44,5
LFB	8	10,13	10,0	7,0	15,0	9,0	10,5
Total	48	22,95	12,29	0,0	199,0	9,09	29,65

Les teneurs en chrome varient en moyenne de 7 mg/kg MS à 36 mg/kg MS selon la nature et le mélange des intrants. Les teneurs les plus élevées sont observées pour des digestats issus de la méthanisation de déchets d'industrie agro-alimentaire. A l'opposé, les teneurs les plus faibles sont associées à des digestats issus de la méthanisation des déjections animales et des sous-produits animaux. L'analyse des données permet de donner une tendance générale sans pouvoir apporter une fourchette des teneurs en chrome pour les digestats issus de chaque type de déchet.

EARL GAÏA - apports moyens cumulés sur 10 ans : 1,25 kgMS/m²

	mg/kg MS*	valeur limite réglementation (arrêté du 02/02/1998) en mg/kgMS	flux sur 10 ans en mg/m ²	flux sur 10 ans en g/m ²	valeur limite réglementation (arrêté du 02/02/1998) sur terres labourables en g/m ²
Cd	0,64	< 10	0,8	0,0008	< 0,015
Cr	42,7	< 1000	53,375	0,053375	< 1,5
Cu	107	< 1000	133,75	0,13375	< 1,5
Hg	0,35	< 10	0,4375	0,0004375	< 0,015
Ni	24,9	< 200	31,125	0,031125	< 0,3
Pb	15,9	< 800	19,875	0,019875	< 1,5
Zn	978	< 3000	1222,5	1,2225	< 4,5
Cr+Cu+Ni+Zn	1152,25	< 4000	1440,3125	1,4403125	< 6

* valeurs moyennes observées par SEDE Environnement sur un ensemble de digestats sans distinction du type d'intrants utilisés, valeurs issues de l'étude pour l'unité de méthanisation de CRAON (Mayenne), réalisée dans le cadre de la demande d'autorisation, publique (voir extraits en document joint)

SCEA DU PUIITS BAS - apports moyens cumulés sur 10 ans : 1,71 kgMS/m²

	mg/kg MS*	valeur limite réglementation (arrêté du 02/02/1998) en mg/kgMS	flux sur 10 ans en mg/m ²	flux sur 10 ans en g/m ²	valeur limite réglementation (arrêté du 02/02/1998) sur terres labourables en g/m ²
Cd	0,64	< 10	1,0944	0,0010944	< 0,015
Cr	42,7	< 1000	73,017	0,073017	< 1,5
Cu	107	< 1000	182,97	0,18297	< 1,5
Hg	0,35	< 10	0,5985	0,0005985	< 0,015
Ni	24,9	< 200	42,579	0,042579	< 0,3
Pb	15,9	< 800	27,189	0,027189	< 1,5
Zn	978	< 3000	1672,38	1,67238	< 4,5
Cr+Cu+Ni+Zn	1152,25	< 4000	1970,3475	1,9703475	< 6

* valeurs moyennes observées par SEDE Environnement sur un ensemble de digestats sans distinction du type d'intrants utilisés, valeurs issues de l'étude pour l'unité de méthanisation de CRAON (Mayenne), réalisée dans le cadre de la demande d'autorisation, publique (voir extraits en document joint)

SCEA KLEIN MISSY / EARL FERME DE SAVY - apports moyens cumulés sur 10 ans : 1 kgMS/m²

	mg/kg MS*	valeur limite réglementation (arrêté)	flux sur 10 ans en mg/m ²	flux sur 10 ans en g/m ²	valeur limite réglementation (arrêté du 02/02/1998) sur
Cd	0,64	< 10	0,64	0,00064	< 0,015
Cr	42,7	< 1000	42,7	0,0427	< 1,5
Cu	107	< 1000	107	0,107	< 1,5
Hg	0,35	< 10	0,35	0,00035	< 0,015
Ni	24,9	< 200	24,9	0,0249	< 0,3
Pb	15,9	< 800	15,9	0,0159	< 1,5
Zn	978	< 3000	978	0,978	< 4,5
Cr+Cu+Ni+Zn	1152,25	< 4000	1152,25	1,15225	< 6

* valeurs moyennes observées par SEDE Environnement sur un ensemble de digestats sans distinction du type d'intrants utilisés, valeurs issues de l'étude pour l'unité de méthanisation de CRAON (Mayenne), réalisée dans le cadre de la demande d'autorisation, publique (voir extraits en document joint)



Partie 2 : Etude
préalable à
l'épandage

Périmètre d'épandage

pour l'utilisation en agriculture

des digestats de

*

L'unité de Méthanisation de CRAON (53)

Porteur de projet : SIB de Craon
Partenaires : Abellin Sera, Commune
de Craon, Sede, Agriculteurs

00 715 12 (Version 2) Partie 2 - Version 18 02 2013 - CLT

* Installation traitant :
sans produits animaux, déjections
animales, boues de STEP industriel-
les, déchets végétaux de collectivités.
16 000 tonnes / an -

Paramètres	DIGESTAT LIQUIDE			DIGESTAT SOLIDE			
	3%			25%			
	Valeur sur le brut en kg/m3	Coef de disponibilité	Unité fertilisante en kg/m3	Valeur sur le sec en kg/t de MS	Valeur sur le brut en kg/t brut	Coef de disponibilité	Unité fertilisante en kg/m3
C/N	< 8	-		< 8	< 8	-	
pH	8	-		8	8	-	
AZOTE	4.6	0.6	2.9	4.8	1,2	0.5	0.6
PHOSPHORE	0,8	0.75	0.6	17	4,25	0.70	3
POTASSE	0,6	1	0.6	13	3,25	1	3.25

Tableau 6 : Valeur agronomique moyenne des digestats

L'intérêt agronomique des digestats repose principalement sur l'azote et le phosphore et le ratio avantageux qu'ils présentent du fait de leur équilibre sur ces 2 éléments.

+ Les Eléments-traces métalliques

Les analyses des éléments traces métalliques réalisées sur les digestats ne pouvant être considérées comme représentatives des valeurs attendues dans les futures digestats nous avons retenues comme valeurs indicatives les valeurs mesurées dans les digestats suivis par SEDE.

Les teneurs en éléments-traces métalliques des digestats ont été synthétisées dans le **tableau ci-dessous**. Les teneurs en éléments-traces métalliques sont faibles.

Eléments	Valeurs moyennes observées	Valeur limite (Arrêté du 02/02/98)	Flux cumulés sur 10 ans (Arrêté du 02/02/98)			Quantité de déchets/10 ans			
			Teneur en mg/kg MS	mg/kg MS	pH >6	pH <6 ou pâturages	Flux pour 30 t de MS/10 ans	pH > 6	pH < 6 ou pâturages
Cd	0.64	10	0.15	0.15	0.002	234	234		
Cr	42.7	1000	15	12	0.128	351	281		
Cu	107	1000	15	12	0.321	140	112		
Hg	0.35	10	0.15	0,12	0.001	429	343		
Ni	24.9	200	3	3	0.075	120	120		
Pb	15.9	800	15	9	0.048	943	566		
Zn	978	3000	45	30	2.934	46	30.7		
Se*	-	-	-	1,2	-	-	-		
Cr+Cu+Ni+Zn	1 152.25	4000	60	40	3.457	52	35		

pour le pâturage uniquement

Tableau 7: Teneurs en éléments-traces métalliques dans les digestats et flux autorisés