

Mémoire en réponse à l'avis de la MRAe en date du 16 juillet 2020.

Etude de la variabilité de la composition des cendres.

L'ensemble des bulletins de résultats d'analyses de cendres disponibles pour le site de CBEM est annexé à ce document. (22 échantillons entre janvier 2018 et juillet 2020)

- Eléments traces métalliques

Les tableaux ci-dessous donnent la synthèse de ces résultats d'analyse pour les teneurs en Eléments Traces Métalliques et pour la valeur agronomique.

		Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn	Cr+Cu+ Ni+Zn
prélèvement	Date de prélèvement	mg/kgMS							
CSFCB	24/01/2018	1,8	37,8	93,1	0,2	26,4	30,3	302	460
CSFCB	24/04/2018	0,43	28,5	96,2	0,09	18,1	87,9	250	393
CSFCB	17/05/2018	1,5	37,8	98,7	0,11	61,2	20,5	499	697
CSFCB	31/05/2018	0,75	45,9	80,3	0,09	19,2	16,3	308	453
SATEGE	11/07/2018	1,3	31,3	55,1	0,1	21	11,7	281	388
CSFCB	31/08/2018	1,2	57,2	84,5	0,09	36,8	719	315	494
CSFCB	24/09/2018	1,5	37,1	144	0,09	19,2	75,2	347	547
CSFCB	22/10/2018	3,1	126	449	0,1	35,2	203	620	1230
CSFCB	31/10/2018	0,96	54,3	131	0,11	23,3	56,8	220	429
CSFCB	30/11/2018	0,73	65,5	196	0,09	21,7	63,3	435	718
CSFCB	30/01/2019	0,24	66,3	91,1	0,09	28,9	7	114	300
CSFCB	28/02/2019	2	54,3	96,9	0,09	29,9	41,3	259	440
CSFCB	10/04/2019	2	272	333	0,12	111	31,5	154	870
SATEGE	09/05/2019	0,12	138	76,8	0,1	63,1	5,5	110	388
CSFCB	29/05/2019	0,31	30,8	68,6	0,2	23,6	22,2	192	315
CSFCB	28/06/2019	2,7	58,9	111	0,11	34,3	64,9	250	454
CSFCB	20/08/2019	1,9	56,2	66,9	0,1	30,5	21,4	187	341
CSFCB	29/08/2019	3,1	26,7	93,8	0,09	24,2	67,8	253	398
CSFCB	17/10/2019	0,74	22,5	37,6	0,2	15,4	14,1	188	264
CSFCB	31/10/2019	0,78	51,1	42,6	0,09	12,5	41,2	171	277
SATEGE	06/07/2020	0,28	100	76,8	0,11	57,7	30,4	118	353
	Limite*	< 10	< 1 000	< 1 000	< 10	< 200	< 800	< 3 000	< 4 000
	Mini	0,1	22,5	37,6	0,1	12,5	5,5	110,0	264,0
	1er Quartile	0,7	37,1	76,8	0,1	21,0	20,5	187,0	353,0
	Moyenne	1,3	66,6	120,1	0,1	34,0	77,7	265,4	486,1
	Mediane	1,2	54,3	93,1	0,1	26,4	31,5	250,0	429,0
	3ème Quartile	1,9	65,5	111,0	0,1	35,2	64,9	308,0	494,0
	Maxi	3,1	272,0	449,0	0,2	111,0	719,0	620,0	1230,0

Tableau 1 Résultats d'analyses des éléments traces métalliques

Le graphique suivant permet de visualiser la variabilité de ces valeurs en regard de la limite réglementaire.

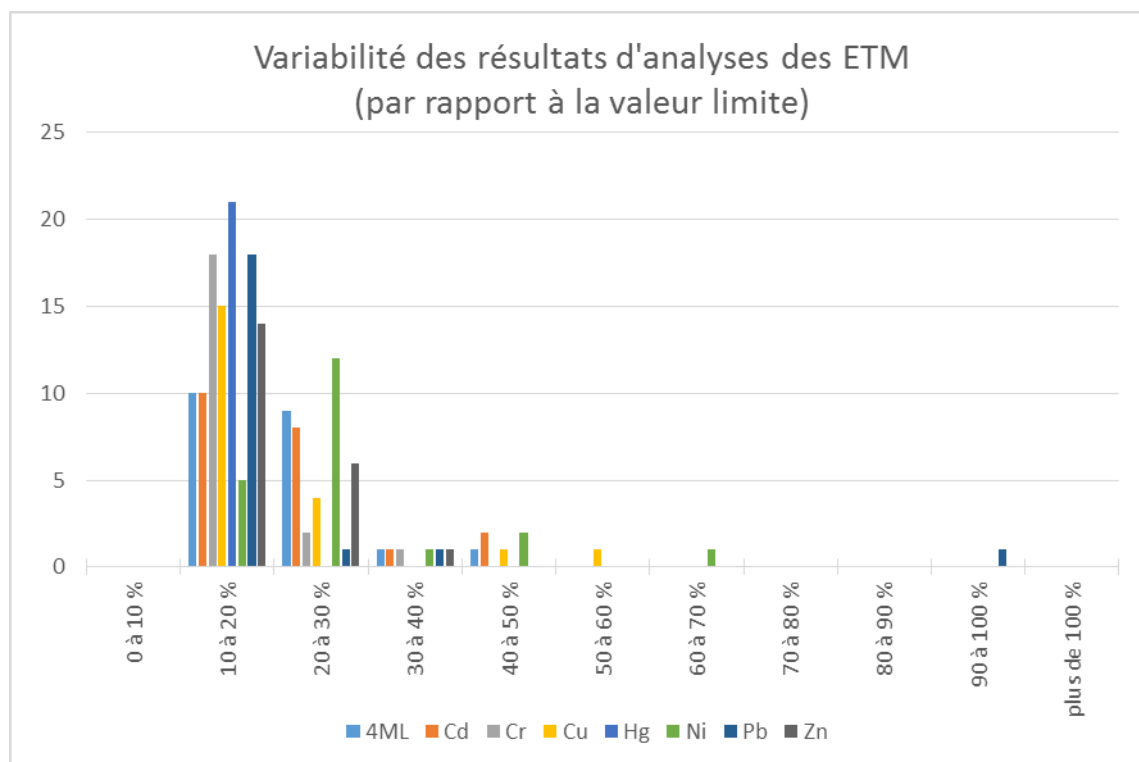


Figure 1 Variabilité des résultats d'analyse des éléments traces métalliques.

Ce graphique représente l'ensemble des 176 résultats d'analyses. On voit que la variabilité est assez faible : La plupart (91,5%) des valeurs sont comprises entre 10 et 30% de la valeur limite et seuls 3 résultats sont supérieurs à 50% de la valeur limite (soit 1,7%).

- **Valeur agronomique**

Le tableau de la page suivante présente l'ensemble des résultats d'analyse des paramètres de la valeur agronomique des cendres.

		MS	pH	MO	NTK	C/N	P2O5	K2O	CaO	MgO
prélèvement	Date de prélèvement	kg/t		kg/t	kg/t		kg/t	kg/t	kg/t	kg/t
SEDE	43124	851	10,2	22,1	0,04	276,25	21,4	28,4	204	21,1
SEDE	43214	862	10,5	8,6	0,06	71,4	22,4	30,8	301	19,7
SEDE	43237	800	12,4	8	0,15	26,6	22,8	28,5	226	21,1
SEDE	43251	795	12,5	83,8	0,12	349	18,4	30,5	262	20,7
SATEGE	43292	820	12,4	42,6	0,25	92,3	22,3	38,3	230	20,5
SEDE	43312	803	12,7	27,7	0,03	466,2	22,7	36,1	240	19,8
SEDE	43343	794	12,7	19,9	0,53	18,7	23,1	43,8	246	24,3
SEDE	43367	767	12,7	28,7	0,07	205,5	21,7	26,5	241	18
SEDE	43395	875	12,2	15,9	0,22	36,3	20,6	36,9	247	21,2
SEDE	43404	630	12,3	115,8	0,15	386,3	18,1	26,6	189	18,3
SEDE	43434	796	12,7	8	0,08	49,5	20,5	41,7	304	24,4
SEDE	43495	731	12,7	31,9	0,15	106,6	20,7	42,4	220	21,4
SEDE	43524	746	12,7	83,4	0,03	1397,5	16,7	30,4	197	18,4
SEDE	43565	604	12	116,5	0,52	112	12,3	19,6	152	14,3
SATEGE	43594	662	12,5	111	0,09	616,5	15,6	28,6	218	17,9
SEDE	43614	748	10,3	9,4	0,04	117,5	16,4	25,3	179	18,5
SEDE	43644	773	12,2	82,8	0,15	276	20	24,9	247	19
SEDE	43697	639	12,4	56,9	0,39	73	17,3	26	165	15,5
SEDE	43706	804	12,6	10,5	0,13	40,4	26,8	43,2	285	28,7
SEDE	43755	617	9,9	74	0,22	257	10,5	20,2	107	9,25
SEDE	43769	679	12,1	107,9	0,44	122,7	9,6	21,3	117	9,7
SATEGE	44018	768	12,4	38	0,18	106,2	15,9	25,5	173	16,3
	Mini	604,0	9,9	8,0	0,03	18,7	9,6	19,6	107,0	9,3
	1er Quartile	692,0	12,1	16,9	0,07	71,8	16,5	25,6	181,5	17,9
	Moyenne	752,9	12,1	50,2	0,18	236,5	18,9	30,7	215,9	19,0
	Mediane	770,5	12,4	35,0	0,15	114,8	20,3	28,6	223,0	19,4
	3ème Quartile	802,3	12,7	83,3	0,22	276,2	22,2	36,7	246,8	21,1
	Maxi	875,0	12,7	116,5	0,53	1397,5	26,8	43,8	304,0	28,7

Tableau 2 Résultats des analyses de la valeur agronomique

Les graphiques suivants présentent la variabilité des résultats de chacun des principaux éléments fertilisants grâce à un « Boxplot ».

Pour chaque graphique, la zone colorée représente l'étalement des valeurs de 50% des données en excluant les 25% les plus faibles et les 25% les plus fortes.

La valeur médiane est représentée par le trait vertical foncé et la moyenne par le trait vertical clair.

Les valeurs extrêmes (mini et maxi) sont indiquées aux extrémités des barres horizontales

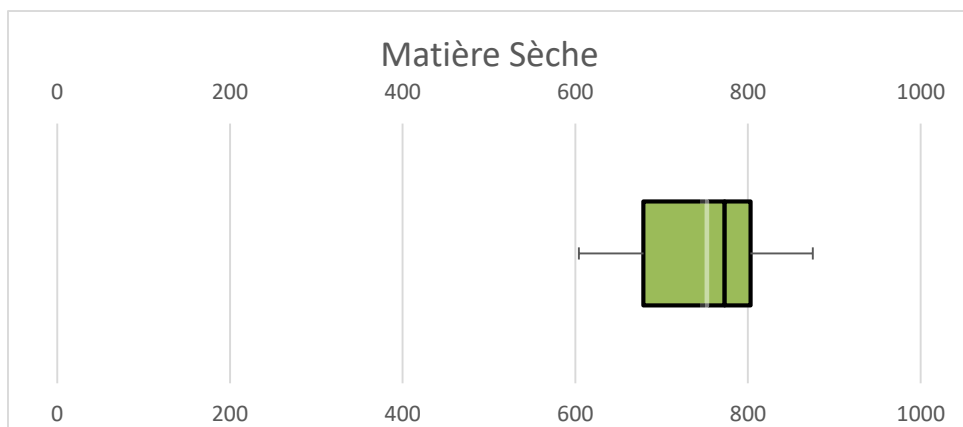


Figure 2 : Variabilité des teneurs en MS (en g/kg)

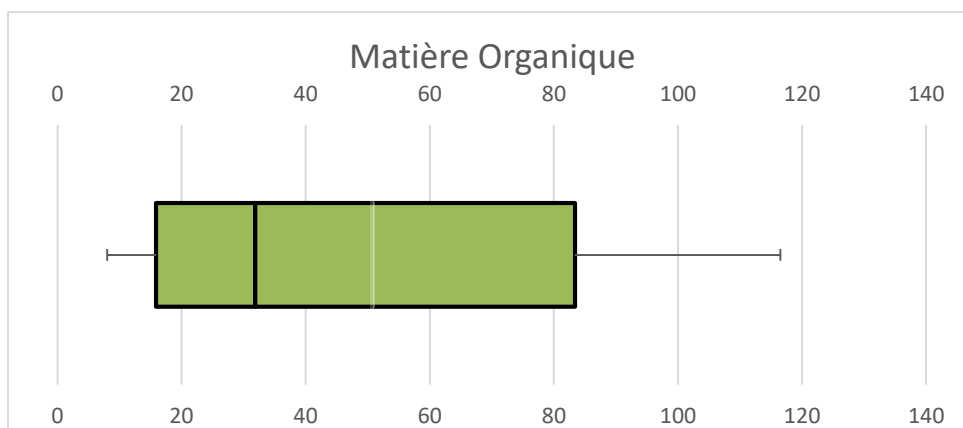


Figure 3 Variabilité des teneurs en MO (en g/kg)

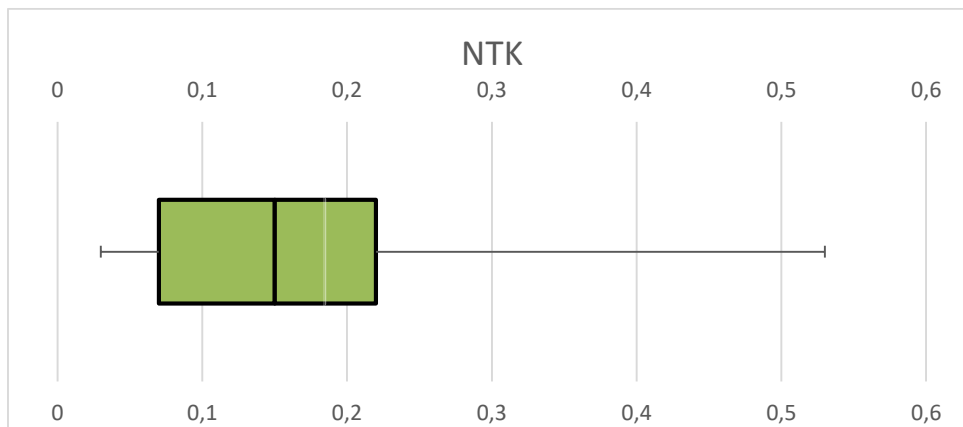


Figure 4 Variabilité des teneurs en Azote (en g/kg)

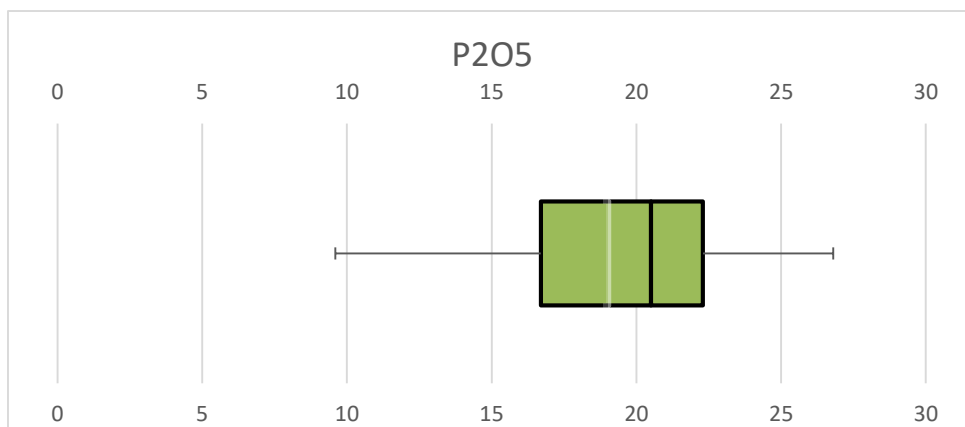


Figure 5 Variabilité des teneurs en Phosphore (en g/kg)

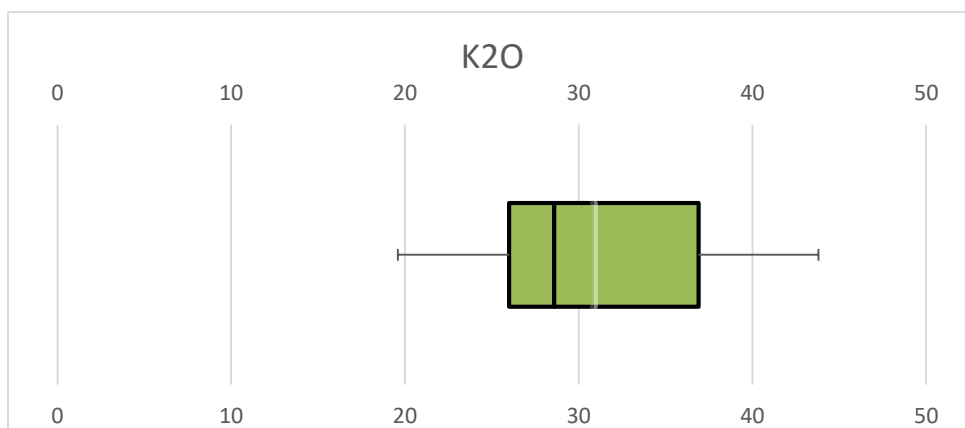


Figure 6 Variabilité des teneurs en Potasse (en g/kg)

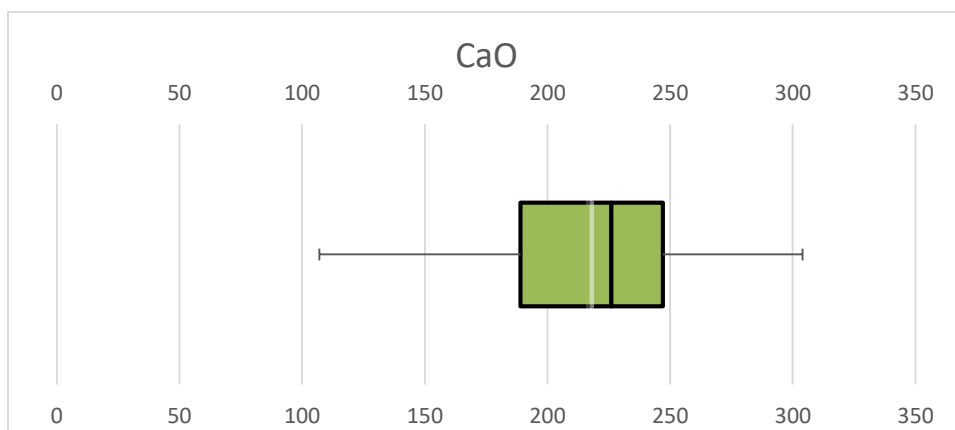


Figure 7 Variabilité des teneurs en Calcium (en g/kg)

Les valeurs représentées dans le tableau et les graphiques ci-dessus sont exprimées en g/kg brut, c'est à dire telle qu'elles sont utilisées pour le calcul des quantités apportées aux surfaces et aux cultures. Si on décompte l'humidité des échantillons, (résultats en g/kg sec), la variabilité des valeurs est moins forte. Ceci démontre l'importance de la teneur en Matière Sèche dans l'appréciation de la valeur agronomique. La teneur en Matière Organique est également déterminante dans la constitution de la valeur agronomique des cendres. En effet, la matière organique résiduelle des cendres traduit le niveau de performance de la combustion et donc le niveau de concentration des éléments minéraux : Si la teneur en MO est autour de 8% alors le reste des éléments fertilisants sont plus « dilués » que lorsque le taux de MO est voisin de 2%.

Concernant l'Azote, les teneurs sont quasiment nulles. Mais à un niveau aussi faible, la moindre variation peut faire doubler la valeur. Ceci aura une influence notable sur le rapport C/N. C'est une des raisons pour lesquelles le C/N est considéré comme non significatif pour les cendres.

Par comparaison avec les 3 premiers paramètres, les variations enregistrées pour les 3 principaux éléments fertilisants (P_2O_5 , K_2O et CaO) sont plutôt modérées.

Néanmoins, dans tous les cas, il convient de prendre en compte la valeur réelle de chaque paramètre pour calculer la quantité d'éléments fertilisants apportée à la parcelle ou le flux d'éléments traces métalliques généré.

Procédure permettant de prendre en compte la variabilité des teneurs.

Plus que la variabilité des résultats, ce qu'il est important de mesurer c'est la valeur réellement apportée au sol de chaque parcelle. Ainsi, les agriculteurs sont à même de prendre en compte la vraie contribution en éléments fertilisants et il est possible de calculer finement le flux d'éléments traces métalliques.

Aussi, compte-tenu de l'expérience acquise sur le site de KOGEBAN à Nesle il est proposé de réaliser les analyses sur les dépôts constitués en bord de champ. Ce sont donc ces dépôts qui constituent les lots de cendres. Chacun étant caractérisé par une analyse complète.

Ainsi, il est possible de réaliser un échantillon représentatif de ce qui sera réellement épandu sur les parcelles que chaque agriculteur.

Compte tenu du nombre d'exploitations intégrées dans le plan d'épandage (23) et de la période de retour théorique des épandages (5,7 ans¹), il y aurait environ 4 exploitations concernées chaque année. Il est donc tout à fait envisageable de réaliser un suivi de la qualité des cendres directement en bord de champ en respectant le nombre d'analyses envisagé au dossier (environ 6 par an).

Enfin, il faut préciser que l'innocuité des cendres vis-à-vis des teneurs en ETM a été démontrée (aucun dépassement des valeurs limites), ce qui permet de constituer les dépôts en bord de champs sans avoir systématiquement un résultat d'analyse en sortie d'usine. Dans tous les cas l'innocuité sera vérifiée par l'analyse du lot constitué avant les épandages.

Protocole d'échantillonnage.

L'échantillon moyen de chaque lot est réalisé à partir du mélange d'au moins une douzaine de prélèvements élémentaires prélevés à la tarière à main à différentes profondeurs tout autour du dépôt constitué en bord de champ.

¹ La période de retour théorique est de 3 ans pour 5000t de cendres mais la production réelle a été ré-estimée à 3000t maximum d'où une période de retour de 5,7 ans.



Figure 8 : Exemple de dépôt de cendres en bord de champ sur une plateforme stabilisée (KOGEBAN)