

## **Etude comparative du fonctionnement biogéochimique des sols soumis à différentes pratiques culturales de maraîchage dans la région du Luxembourg (Belgique)**

**Auteur :** Lorge, Olivier

**Promoteur(s) :** Cornelis, Jean-Thomas

**Faculté :** Gembloux Agro-Bio Tech (GxABT)

**Diplôme :** Master en bioingénieur : sciences et technologies de l'environnement, à finalité spécialisée

**Année académique :** 2020-2021

**URI/URL :** <http://hdl.handle.net/2268.2/11012>

---

### *Avertissement à l'attention des usagers :*

*Tous les documents placés en accès ouvert sur le site le site MatheO sont protégés par le droit d'auteur. Conformément aux principes énoncés par la "Budapest Open Access Initiative"(BOAI, 2002), l'utilisateur du site peut lire, télécharger, copier, transmettre, imprimer, chercher ou faire un lien vers le texte intégral de ces documents, les disséquer pour les indexer, s'en servir de données pour un logiciel, ou s'en servir à toute autre fin légale (ou prévue par la réglementation relative au droit d'auteur). Toute utilisation du document à des fins commerciales est strictement interdite.*

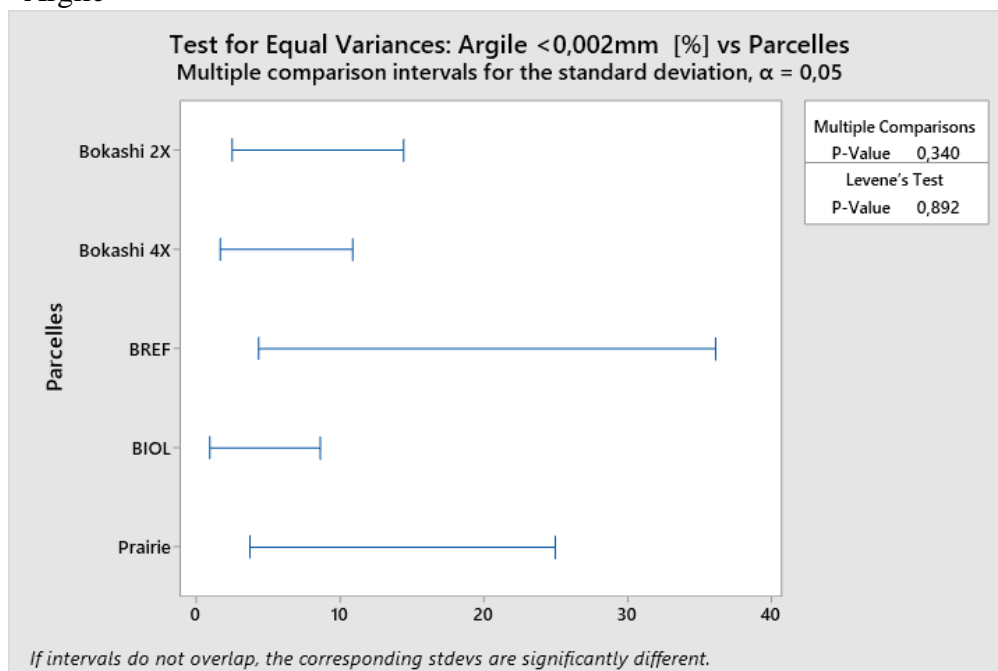
*Par ailleurs, l'utilisateur s'engage à respecter les droits moraux de l'auteur, principalement le droit à l'intégrité de l'oeuvre et le droit de paternité et ce dans toute utilisation que l'utilisateur entreprend. Ainsi, à titre d'exemple, lorsqu'il reproduira un document par extrait ou dans son intégralité, l'utilisateur citera de manière complète les sources telles que mentionnées ci-dessus. Toute utilisation non explicitement autorisée ci-avant (telle que par exemple, la modification du document ou son résumé) nécessite l'autorisation préalable et expresse des auteurs ou de leurs ayants droit.*

---

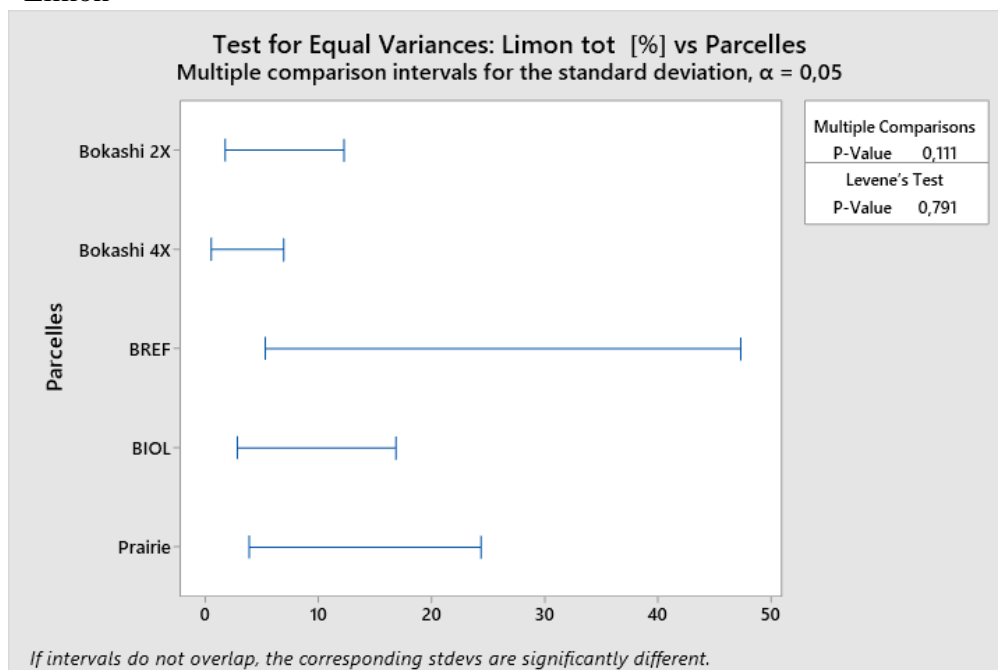
## 7 Annexes

### 7.1 Vérification des égalités des variances des fractions granulométriques

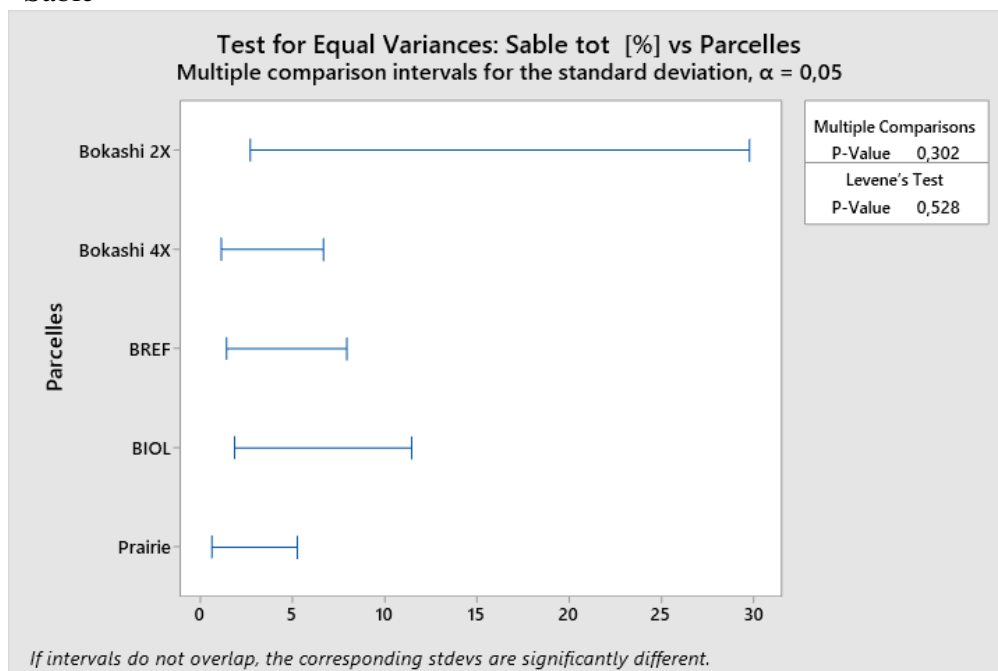
#### 7.1.1 Argile



#### 7.1.2 Limon



### 7.1.3 Sable



## 7.2 Analyses des variances à un facteur explicatif (parcelles) des fractions granulométriques

### 7.2.1 Argile

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Parcelles	4	1748,12	437,031	76,48	0,000
Error	10	57,15	5,715		
Total	14	1805,27			

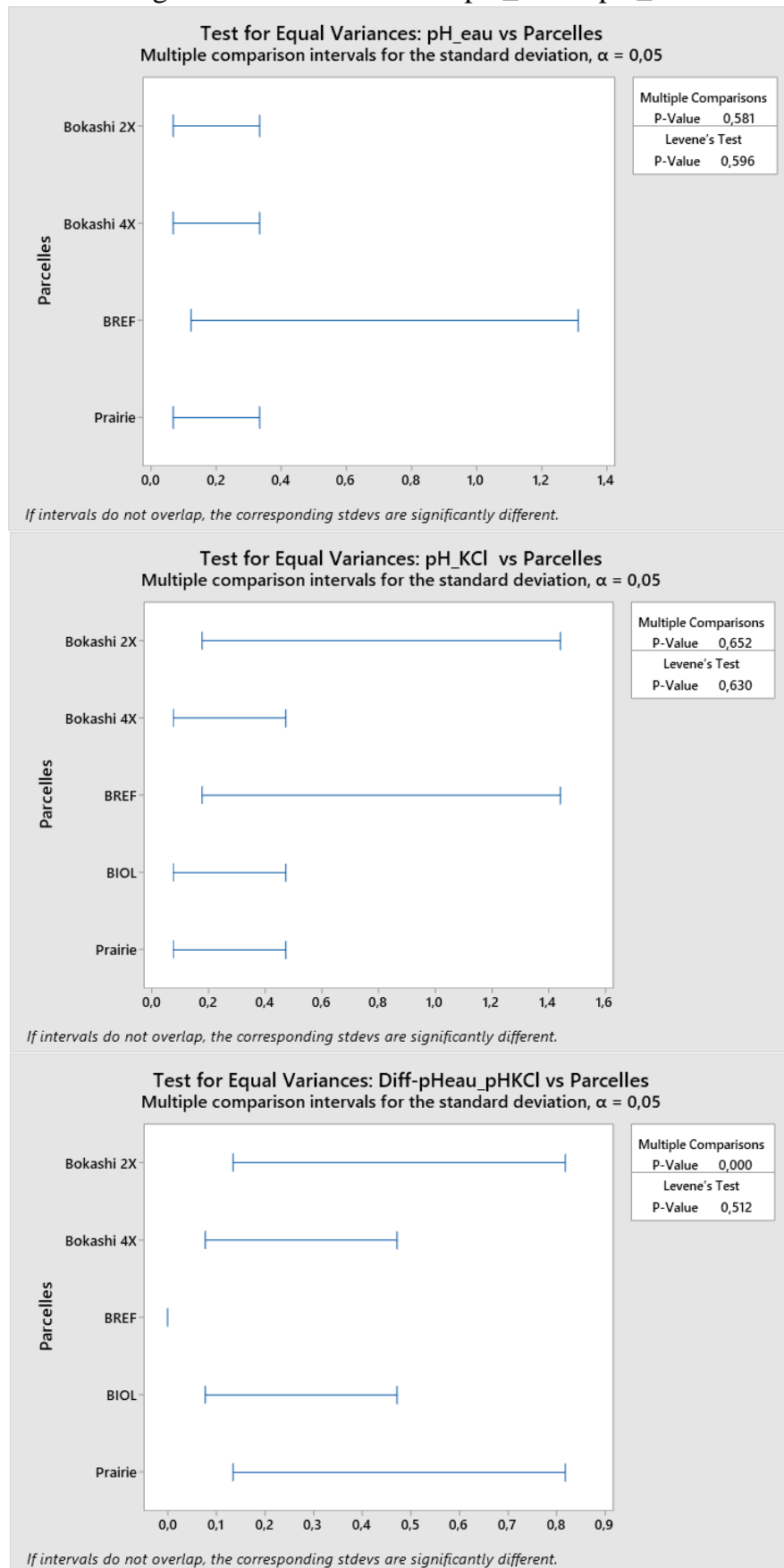
### 7.2.2 Limon

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Parcelles	4	776,61	194,152	25,24	0,000
Error	10	76,93	7,693		
Total	14	853,54			

### 7.2.3 Sable

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Parcelles	4	632,47	158,118	69,31	0,000
Error	10	22,81	2,281		
Total	14	655,28			

### 7.3 Vérification des égalités des variances des pH\_eau et pH\_KCl



## 7.4 Analyses de la variance à un facteur explicatif (parcelles) des pH\_eau et pH\_KCl

### 7.4.1 pH\_eau

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Parcelles	4	2,11067	0,527667	79,15	0,000
Error	10	0,06667	0,006667		
Total	14	2,17733			

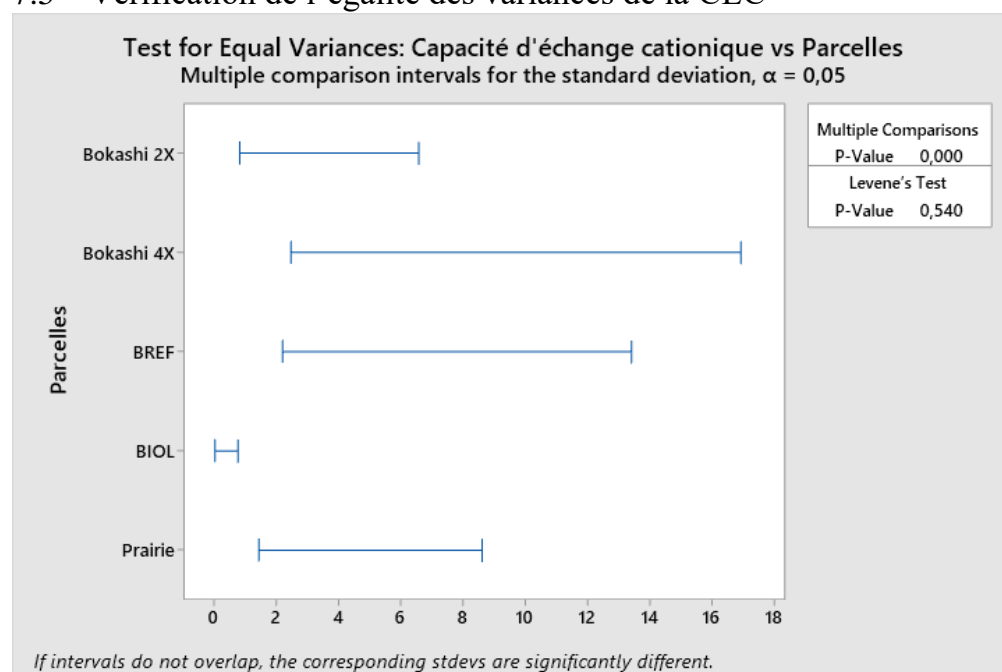
### 7.4.2 pH\_KCl

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Parcelles	4	6,4640	1,61600	142,59	0,000
Error	10	0,1133	0,01133		
Total	14	6,5773			

### 7.4.3 Différences pH\_eau et pH\_KCl

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Parcelles	4	1,20267	0,300667	56,37	0,000
Error	10	0,05333	0,005333		
Total	14	1,25600			

## 7.5 Vérification de l'égalité des variances de la CEC

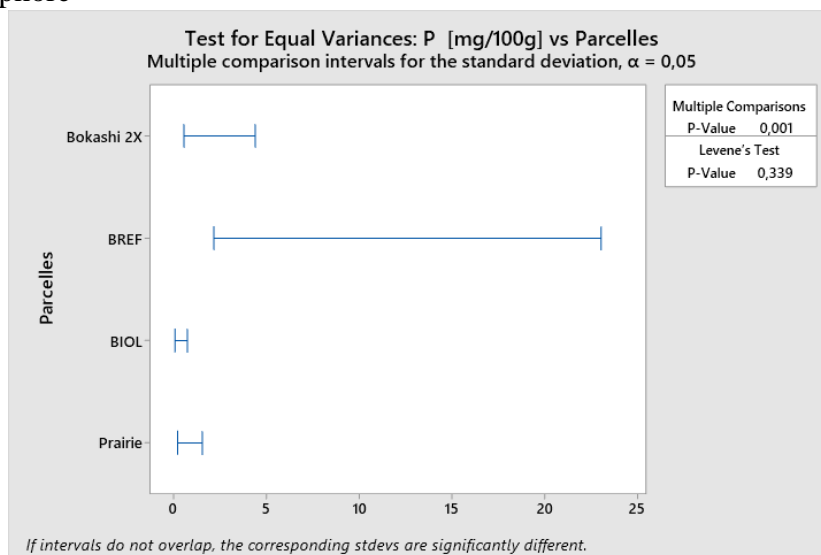


## 7.6 Analyse de la variance à un facteur explicatif (parcelles) de la CEC

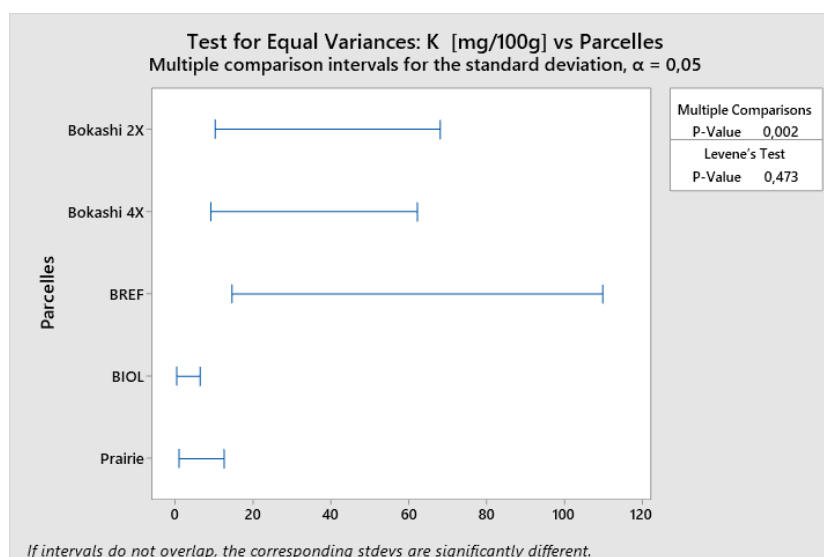
Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Parcelles	4	499,20	124,799	76,31	0,000
Error	10	16,35	1,635		
Total	14	515,55			

## 7.7 Vérification de l'égalité des variances des éléments biodisponibles

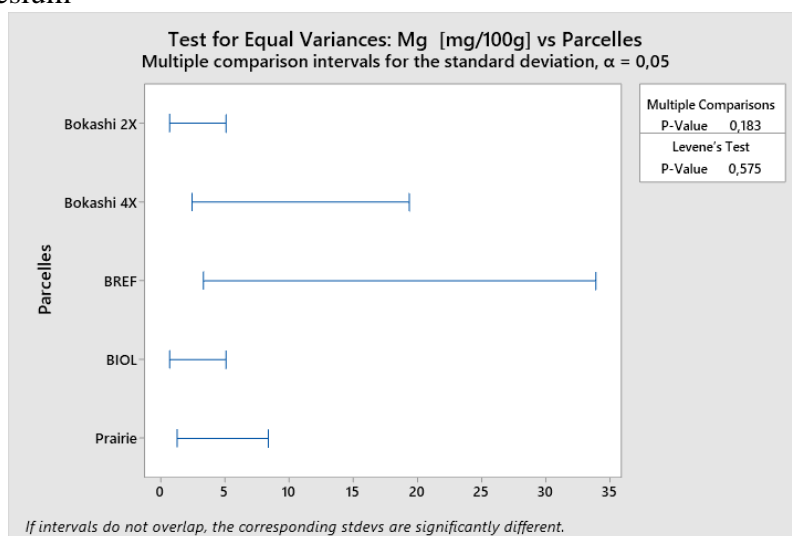
### 7.7.1 Phosphore



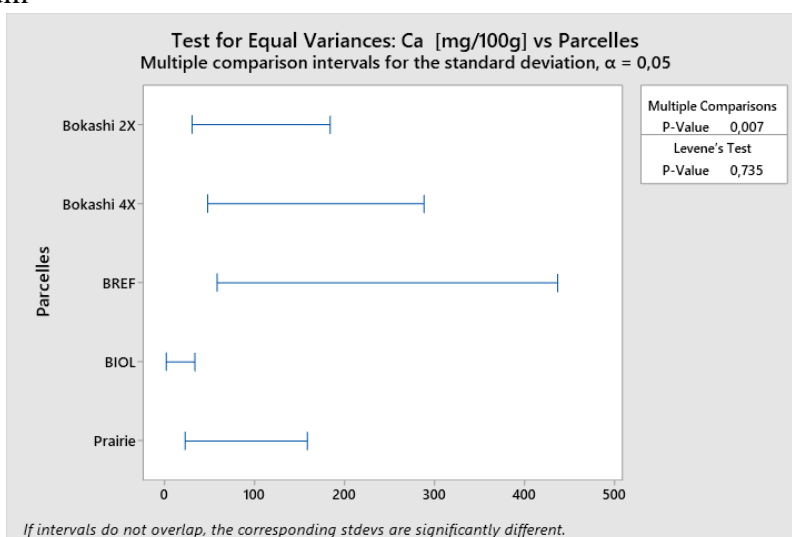
### 7.7.2 Potassium



### 7.7.3 Magnésium



### 7.7.4 Calcium



## 7.8 Analyse de la variance à un facteur explicatif (parcelles) des éléments biodisponibles

### 7.8.1 Phosphore

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Parcelles	4	1766,07	441,518	289,08	0,000
Error	10	15,27	1,527		
Total	14	1781,34			

### 7.8.2 Potassium

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Parcelles	4	19893,6	4973,40	93,96	0,000
Error	10	529,3	52,93		
Total	14	20422,9			

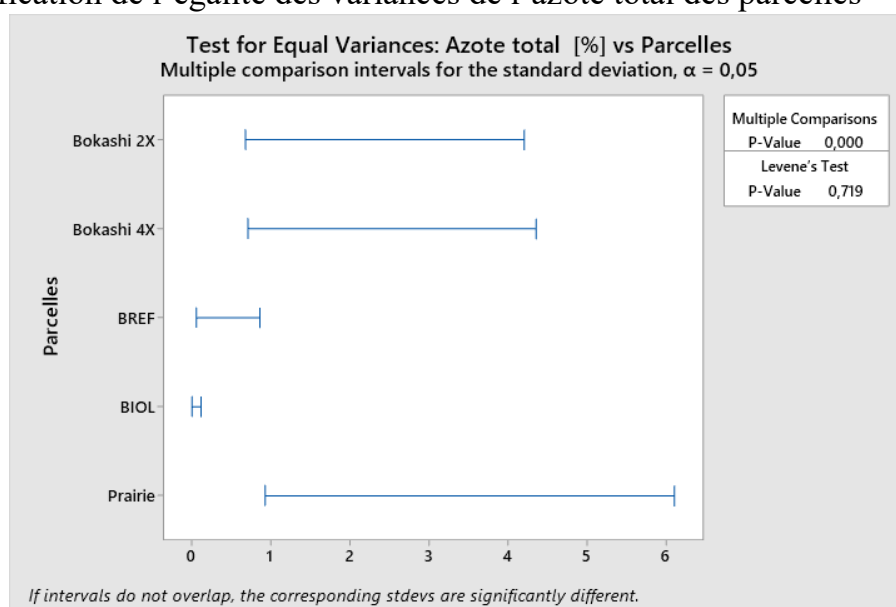
### 7.8.3 Magnésium

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Parcelles	4	1095,73	273,933	83,86	0,000
Error	10	32,67	3,267		
Total	14	1128,40			

### 7.8.4 Calcium

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Parcelles	4	2441562	610391	687,27	0,000
Error	10	8881	888		
Total	14	2450444			

## 7.9 Vérification de l'égalité des variances de l'azote total des parcelles

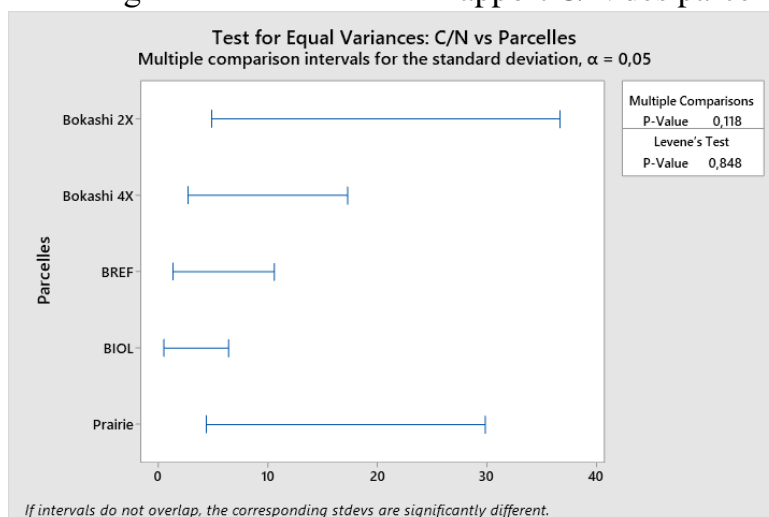


## 7.10 Analyse de la variance à un facteur explicatif (parcelles) de l'azote total des parcelles

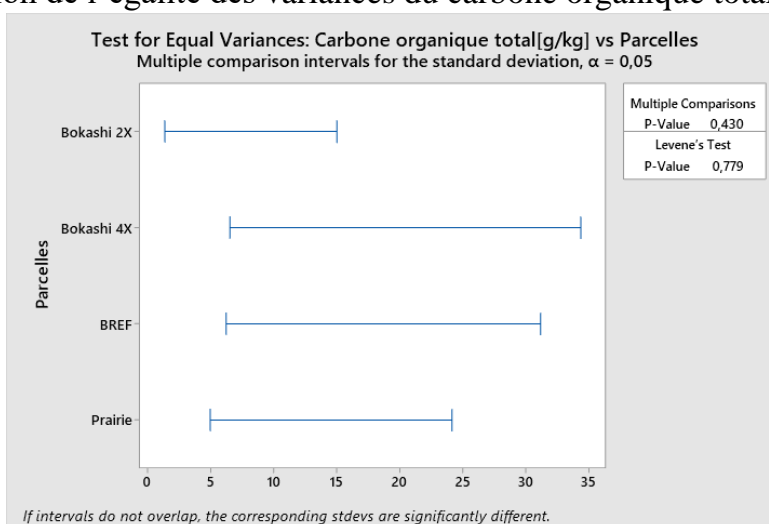
Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Parcelles	4	1,304	0,3260	1,53	0,267
Error	10	2,135	0,2135		
Total	14	3,439			



### 7.11 Vérification de l'égalité des variances du rapport C/N des parcelles



### 7.12 Vérification de l'égalité des variances du carbone organique total des parcelles



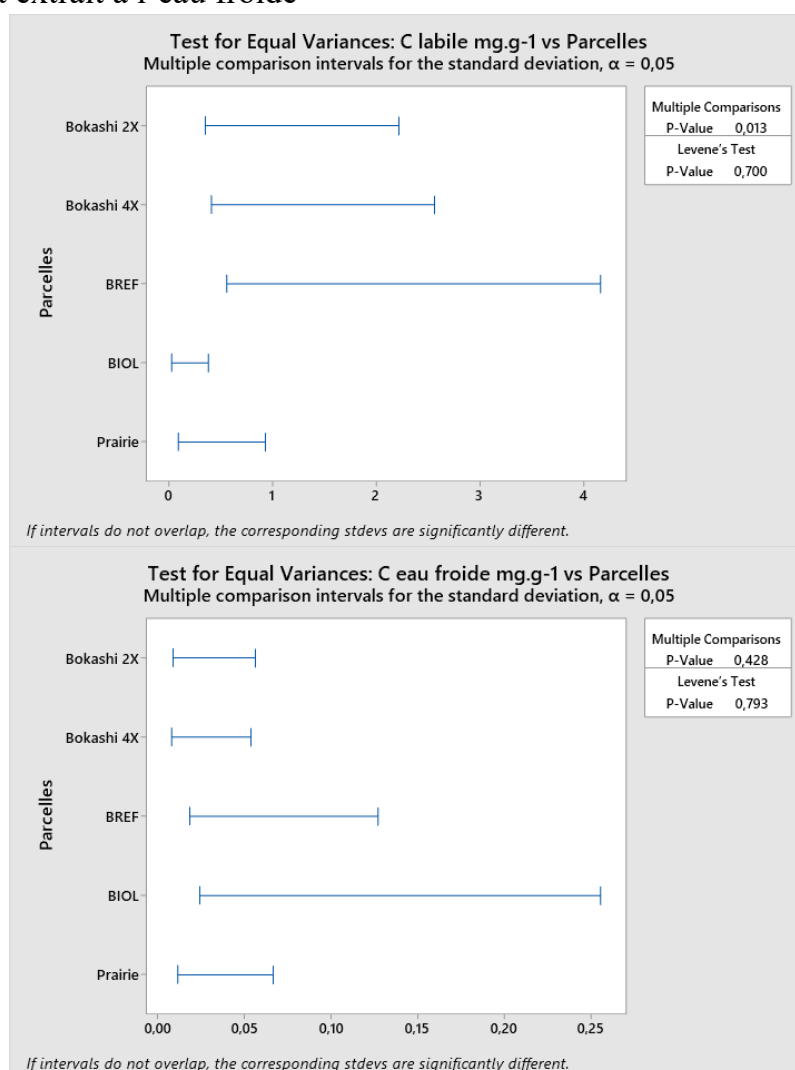
### 7.13 Analyse de la variance à un facteur explicatif (parcelles) du carbone total des sol

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Parcelles	4	38,542	9,6355	22,69	0,000
Error	10	4,247	0,4247		
Total	14	42,789			

### 7.14 Analyse de la variance à un facteur explicatif du carbone organique des parcelles

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Parcelles	4	2932,3	733,07	45,44	0,000
Error	10	161,3	16,13		
Total	14	3093,6			

## 7.15 Vérification de l'égalité des variances du carbone extrait à l'eau chaude (carbone labile) et extrait à l'eau froide



## 7.16 Analyse de la variance à un facteur explicatif (parcelles) du carbone extrait à l'eau chaude et extrait à l'eau froide

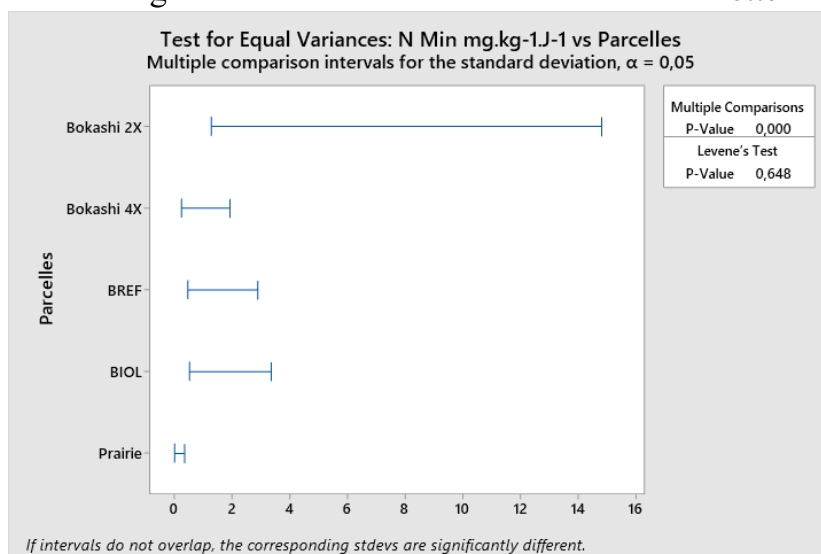
### 7.16.1 Carbone extrait à l'eau chaude

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Parcelles	4	39174	9793,6	20,21	0,000
Error	10	4845	484,5		
Total	14	44019			

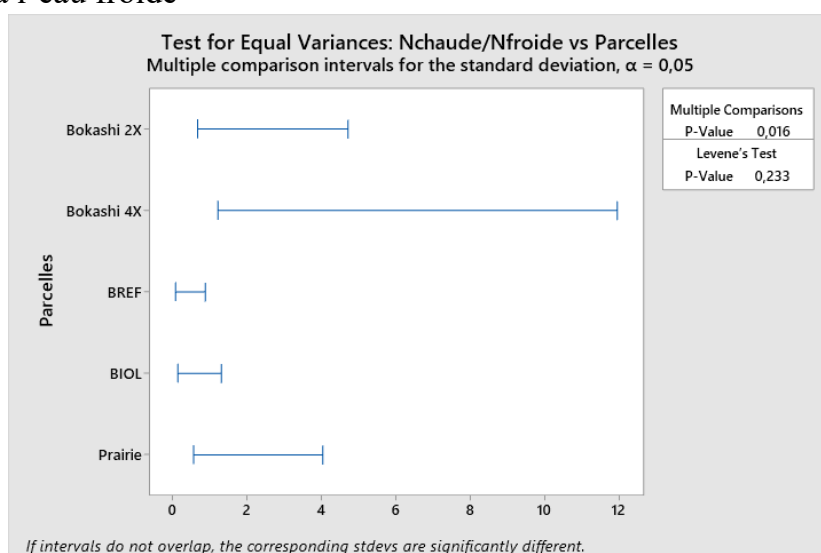
### 7.16.2 Carbone extrait à l'eau froide

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Parcelles	4	379,8	94,94	8,31	0,003
Error	10	114,3	11,43		
Total	14	494,0			

### 7.17 Vérification de l'égalité des variances de la minéralisation nette de l'azote



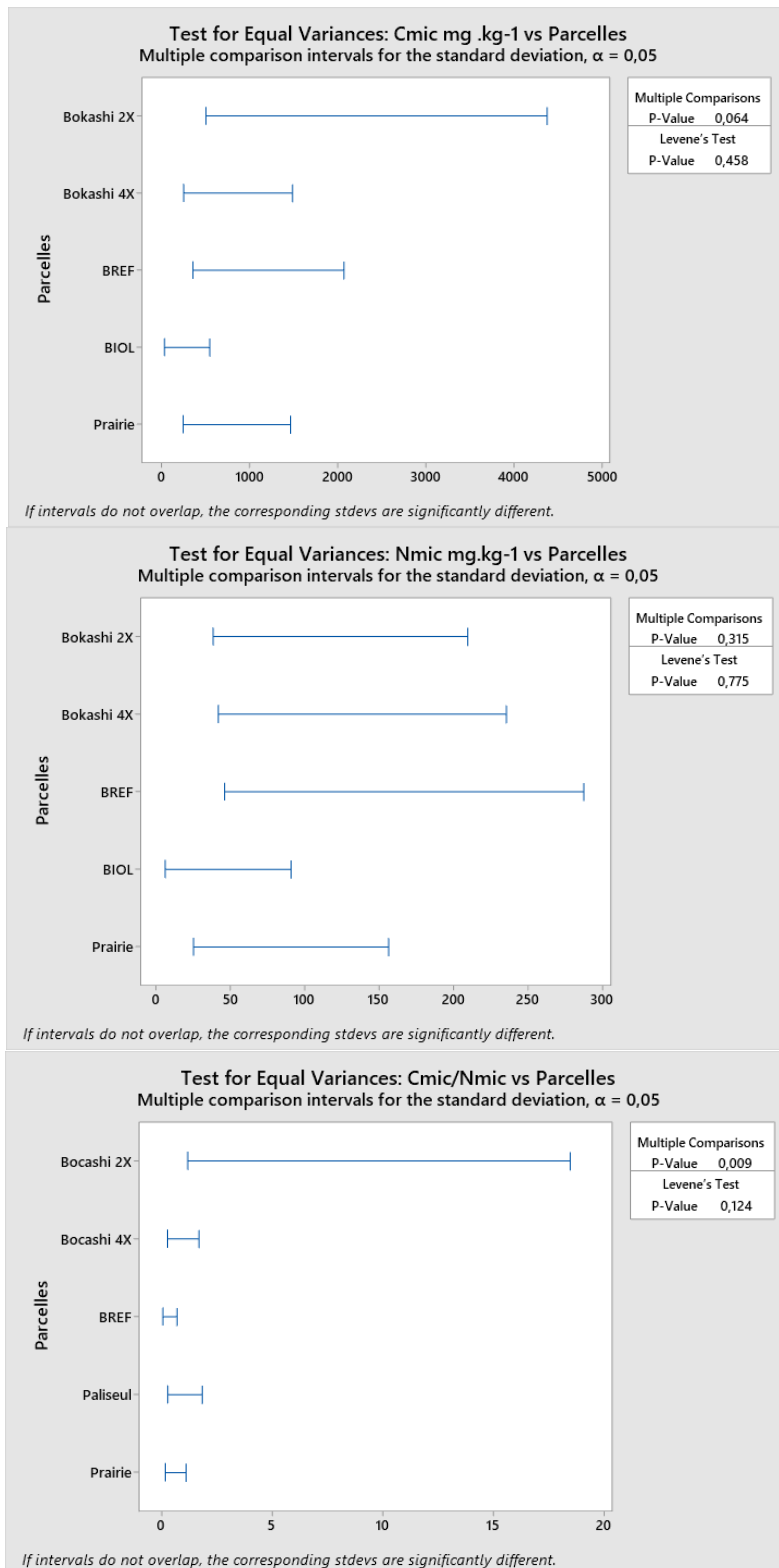
### 7.18 Vérification de l'égalité des variances des rapports azote extrait à l'eau chaude/ extrait à l'eau froide



### 7.19 Analyse de la variance à un facteur explicatif (parcelles) des rapports d'azote extrait à l'eau chaude/froide

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Parcelles	4	38,050	9,5125	25,58	0,000
Error	10	3,719	0,3719		
Total	14	41,769			

## 7.20 Vérification de l'égalité des variances du carbone et de l'azote microbien ainsi que du rapport $C_{mic}/N_{mic}$



## 7.21 Analyse de la variance à un facteur explicatif (parcelles) de l'azote et le carbone microbien

### 7.21.1 Carbone microbien

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
<b>Parcelles</b>	4	5638722	1409680	20,83	0,000
<b>Error</b>	10	676682	67668		
<b>Total</b>	14	6315404			

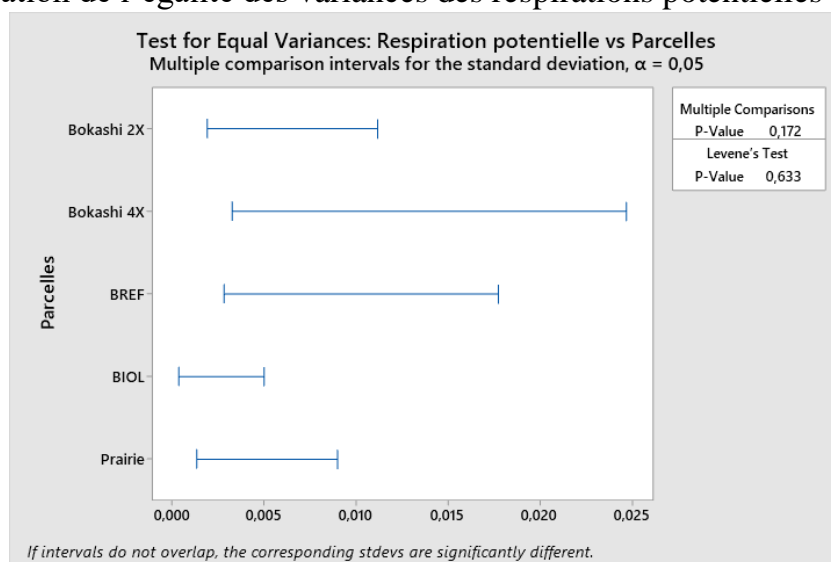
### 7.21.2 Azote microbien

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
<b>Parcelles</b>	4	85854	21463,6	32,88	0,000
<b>Error</b>	10	6528	652,8		
<b>Total</b>	14	92382			

## 7.22 Analyse de la variance à un facteur explicatif (parcelles) du rapport $C_{mic}/N_{mic}$

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
<b>Parcelles</b>	4	12,462	3,1156	7,34	0,005
<b>Error</b>	10	4,245	0,4245		
<b>Total</b>	14	16,708			

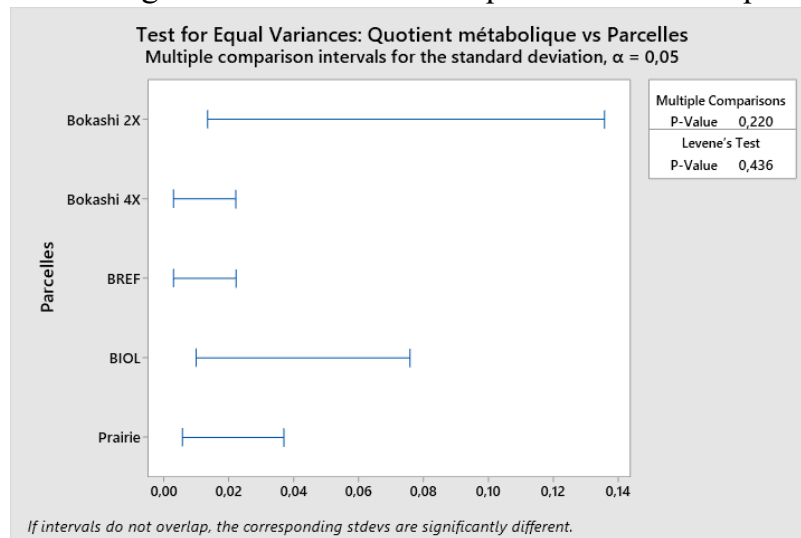
## 7.23 Vérification de l'égalité des variances des respirations potentielles



## 7.24 Analyse de la variance à un facteur explicatif (parcelles) des respirations potentielles

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
<b>Parcelles</b>	4	0,000044	0,000011	3,59	0,046
<b>Error</b>	10	0,000030	0,000003		
<b>Total</b>	14	0,000074			

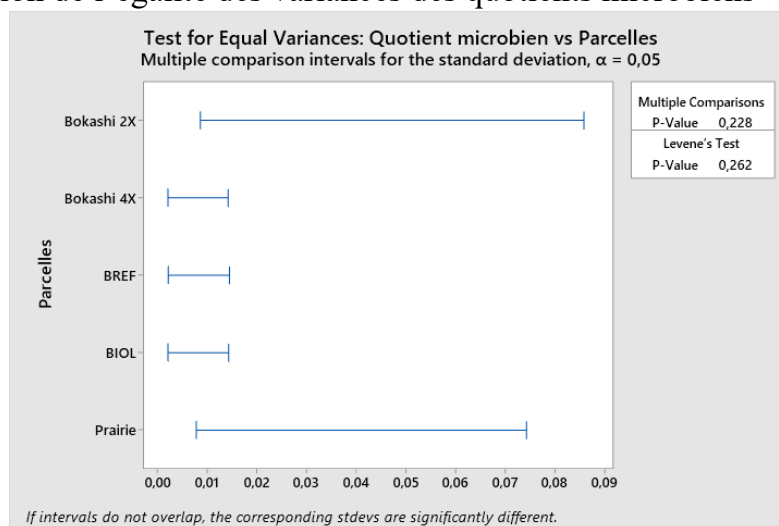
## 7.25 Vérification de l'égalité des variances des quotients métaboliques



## 7.26 Analyse de la variance à un facteur explicatif (parcelles) des quotients métaboliques

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Parcelles	4	0,008577	0,002144	39,68	0,000
Error	10	0,000540	0,000054		
Total	14	0,009118			

## 7.27 Vérification de l'égalité des variances des quotients microbiens



## 7.28 Analyse de la variance à un facteur explicatif du quotient microbien

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Parcelles	4	0,001778	0,000445	17,08	0,000
Error	10	0,000260	0,000026		
Total	14	0,002038			

## 7.29 Résumé des structururations des moyennes pour les différentes variables étudiées

Cette rubrique reprend l'ensemble des structururations des moyennes des variables étudiées dans ce travail et résumées dans le tableau récapitulatif ci-après.

	BIOL	Prairie	CONS		
			Bokashi 2X	Bokashi 4X	BREF
Phosphore [mg/100g]	3.8 <sup>C</sup>	1.0 <sup>D</sup>	1.8 <sup>C-D</sup>	30 <sup>A</sup>	11.8 <sup>B</sup>
Potassium [mg/100g]	9.3 <sup>D</sup>	17.7 <sup>D</sup>	34.3 <sup>C</sup>	111.7 <sup>A</sup>	52.3 <sup>B</sup>
Magnésium [mg/100g]	11.7 <sup>D</sup>	17.0 <sup>D</sup>	15.7 <sup>C-D</sup>	35.3 <sup>A</sup>	26.3 <sup>B</sup>
Calcium [mg/100g]	149.3 <sup>D</sup>	348.7 <sup>C</sup>	345.0 <sup>C</sup>	1305.0 <sup>A</sup>	495.0 <sup>B</sup>
pH_eau	6.6 <sup>E</sup>	6.9 <sup>D</sup>	7.0 <sup>C</sup>	7.6 <sup>A</sup>	7.4 <sup>B</sup>
pH_KCl	5.3 <sup>D</sup>	5.8 <sup>C</sup>	5.9 <sup>C</sup>	7.1 <sup>A</sup>	6.7 <sup>B</sup>
Carbone organique total (COT) [g/kg]	25 <sup>C</sup>	47.7 <sup>B</sup>	49.0 <sup>B</sup>	63.3 <sup>A</sup>	63.0 <sup>A</sup>
Azote total [%]	0.3 <sup>B</sup>	0.9 <sup>A-B</sup>	0.8 <sup>A-B</sup>	1.1 <sup>A</sup>	0.7 <sup>A-B</sup>
C/N	9.7 <sup>A</sup>	7.0 <sup>A</sup>	7.7 <sup>A</sup>	6.3 <sup>A</sup>	9.3 <sup>A</sup>
Capacité d'échange cationique [meq/100g]	7.4 <sup>C</sup>	18.5 <sup>B</sup>	17.7 <sup>B</sup>	23.1 <sup>A</sup>	23.2 <sup>A</sup>
Indice de battance calculé	1.4 <sup>A</sup>	0.5 <sup>B</sup>	0.5 <sup>B-C</sup>	0.3 <sup>D</sup>	0.4 <sup>C-D</sup>
Argile <0,002mm [%]	13.2 <sup>D</sup>	43.8 <sup>A</sup>	40.5 <sup>A</sup>	29.1 <sup>C</sup>	35.0 <sup>B</sup>
Limon 0,002-0,05 mm [%]	69.1 <sup>A</sup>	51.8 <sup>B-C</sup>	51.3 <sup>B-C</sup>	49.1 <sup>C</sup>	56.4 <sup>B</sup>
Sable 0,05-2 mm [%]	17.7 <sup>B</sup>	4.5 <sup>D</sup>	8.2 <sup>C</sup>	21.8 <sup>A</sup>	8.7 <sup>C</sup>
C <sub>mic</sub> [mg.kg <sup>-1</sup> ]	343.8 <sup>D</sup>	2155.9 <sup>A</sup>	1462.2 <sup>B-C</sup>	1217.1 <sup>C</sup>	1794.2 <sup>A-B</sup>
N <sub>mic</sub> [mg.kg <sup>-1</sup> ]	58.5 <sup>C</sup>	272.3 <sup>A</sup>	167.3 <sup>B</sup>	170.7 <sup>B</sup>	251.9 <sup>A</sup>
N <sub>min_net</sub> [mg.kg <sup>-1</sup> .sol sec <sup>-1</sup> .J <sup>-1</sup> ]	1.3 <sup>A</sup>	1.3 <sup>A</sup>	1.9 <sup>A</sup>	1.5 <sup>A</sup>	2.1 <sup>A</sup>
C eau froide [mg.g <sup>-1</sup> ]	0.073 <sup>B</sup>	0.111 <sup>A</sup>	0.080 <sup>B</sup>	0.110 <sup>A</sup>	0.129 <sup>A</sup>
C labile [mg. g <sup>-1</sup> ]	1.0 <sup>C</sup>	2.5 <sup>A</sup>	1.9 <sup>B</sup>	1.5 <sup>B</sup>	2.1 <sup>A</sup>
N <sub>tot</sub> eau froide [µg.g <sup>-1</sup> ]	31.1 <sup>B</sup>	28.7 <sup>B-C</sup>	22.8 <sup>C</sup>	28.2 <sup>B-C</sup>	38.3 <sup>A</sup>
N <sub>tot</sub> eau chaude [µg.g <sup>-1</sup> ]	79.9 <sup>C</sup>	211.2 <sup>A</sup>	142.4 <sup>B</sup>	153.5 <sup>B</sup>	220.6 <sup>A</sup>
C <sub>mic</sub> /N <sub>mic</sub> [ <sup>-</sup> ]	5.9 <sup>C</sup>	7.9 <sup>A-B</sup>	8.6 <sup>A</sup>	7.2 <sup>B</sup>	7.1 <sup>B</sup>
N <sub>chaude</sub> /N <sub>froide</sub> [ <sup>-</sup> ]	2.6 <sup>C</sup>	7.4 <sup>A</sup>	6.2 <sup>B</sup>	5.5 <sup>B</sup>	5.8 <sup>B</sup>
Respiration potentielle [mg C-CO <sub>2</sub> . kg <sub>sol</sub> sec <sup>-1</sup> . h <sup>-1</sup> ]	0.010 <sup>C</sup>	0.014 <sup>A-B</sup>	0.015 <sup>A</sup>	0.013 <sup>A-B</sup>	0.011 <sup>B-C</sup>
Quotient métabolique [mg C-CO <sub>2</sub> . mgC <sub>mic</sub> <sup>-1</sup> .h <sup>-1</sup> ]	0.082 <sup>A</sup>	0.018 <sup>B</sup>	0.030 <sup>B</sup>	0.031 <sup>B</sup>	0.018 <sup>B</sup>

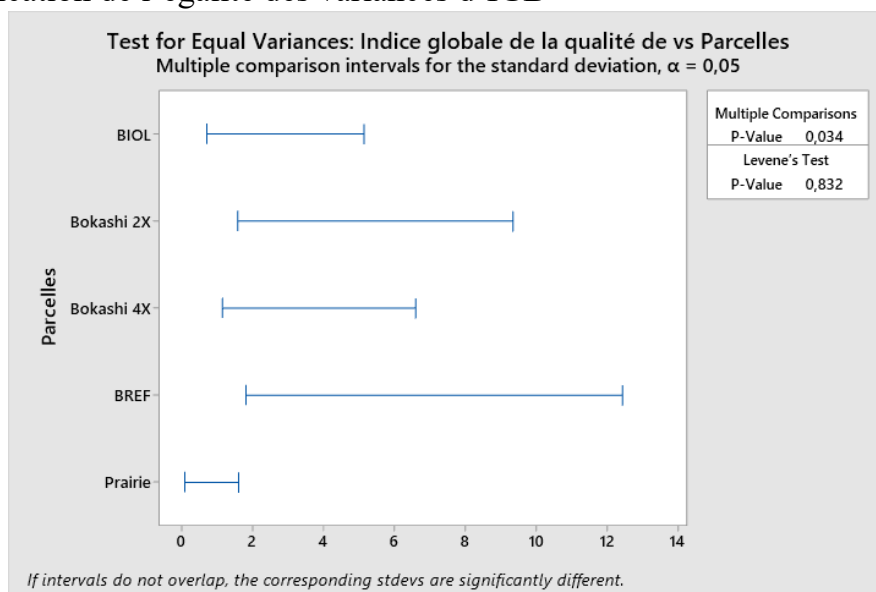
<b>Quotient microbien [%]</b>	<b>1.38<sup>B</sup></b>	<b>4.56<sup>A</sup></b>	2.97 <sup>B</sup>	1.92 <sup>C-D</sup>	2.84 <sup>B-C</sup>
-------------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------	---------------------	---------------------

Valeurs maximales (vert) ; valeurs minimales (rouge)

### 7.30 Valeur des S(Ind<sub>i</sub>) par échantillon

	S(C <sub>mic</sub> )	S(N <sub>mic</sub> )	S(N Min)	S(C eau froide)	S(Ceau_chaude)	S(N <sub>tot</sub> eau froide)	s(N <sub>tot</sub> eau chaude)	S(Respiration potentielle)	S(Quotient métabolique)	S(Quotient microbien)	Indice globale de la qualité des sols
Parcelles											
BIOL A	0,04	0,06	0,23	0,49	0,03	0,46	0,04	0,13	-0,80	0,08	0,75
BIOL B	0,00	0,00	0,31	0,00	0,00	0,50	0,01	0,02	-1,00	0,00	-0,15
BIOL C	0,02	0,02	0,00	0,04	0,00	0,35	0,00	0,02	-0,83	0,05	-0,33
Prairie A	1,00	0,97	0,18	0,54	0,72	0,31	0,79	0,37	-0,24	1,00	5,63
Prairie B	0,99	0,98	0,17	0,56	0,65	0,37	0,71	0,57	-0,19	0,83	5,64
Prairie C	0,84	0,83	0,19	0,72	0,67	0,32	0,73	0,67	-0,18	0,64	5,42
Bokashi 2X A	0,81	0,57	1,00	0,35	0,50	0,19	0,51	0,00	-0,01	0,62	4,53
Bokashi 2X B	0,60	0,53	0,10	0,20	0,28	0,00	0,23	0,28	-0,07	0,47	2,62
Bokashi 2X C	0,36	0,35	0,10	0,22	0,41	0,05	0,35	0,40	-0,02	0,22	2,44
Bokashi 4X A	0,36	0,36	0,16	0,67	0,33	0,14	0,29	0,25	-0,02	0,14	2,68
Bokashi 4X B	0,50	0,52	0,21	0,58	0,59	0,26	0,58	1,00	-0,21	0,17	4,19
Bokashi 4X C	0,54	0,61	0,33	0,53	0,41	0,54	0,40	0,82	-0,36	0,22	4,05
BREF A	0,72	0,81	0,39	0,77	0,66	0,64	0,70	0,37	0,00	0,40	5,45
BREF B	0,65	0,71	0,43	0,67	0,66	0,61	0,69	0,57	-0,02	0,36	5,33
BREF C	0,91	1,00	0,65	1,00	1,00	1,00	1,00	0,98	-0,11	0,45	7,87

### 7.31 Vérification de l'égalité des variances d'IGB



### 7.32 Analyse de la variance à un facteur explicatif (parcelles) de l'IGB

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Parcelles	4	69,271	17,3178	19,46	0,000
Error	10	8,898	0,8898		
Total	14	78,169			



