

1. – Résultats

1.1. – Le végétal

D'après la figure 9, nous constatons qu'en automne et en été les teneurs en manganèse enregistrent les valeurs les plus importantes avec des moyennes respectives de 620,88 et 697,83 mg/kg. En hiver une teneur en de 36,38 mg/Kg a été enregistrée. Alors qu'au printemps cet élément n'est plus disponible.

L'analyse de la variance montre une différence très hautement significative de l'effet saison sur la teneur en Mn ($P < 0,001$, $F = 16,37$) (tableau 6).

Tableau 6. Analyse de la variance de la variation saisonnière de la teneur en Mn chez *A. canescens* (n=10)

Effet	DDL	S.C.E	C.M	Test F	P
Ordre origine	1	2295356	2295356	54.37465	0.000002
Saisons	3	2073543	691181	16.37338	0.000039
Erreur	16	675420	42214		
Total	19	2748963			

Le test Newman - Keuls au seuil de 5% permet de classer les saisons en trois groupes homogènes. Le groupe (a) regroupe l'été et l'automne, alors que l'hiver fait partie du groupe (b). Le printemps se détache dans le groupe (c).

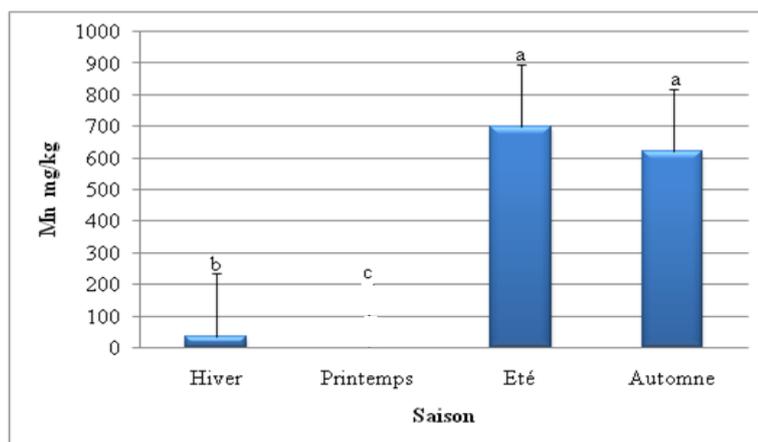


Figure 9. Variation saisonnière de la teneur en Mn chez *A. canescens*

Les bars représentent la moyenne \pm Ecart-type (n=10), les différentes lettres au-dessus des bars indiquent une différence hautement significative à $P < 0,001$ selon le test *Newman - Keuls*.

Les teneurs en fer sont essentiellement croissantes. La valeur maximale a été enregistrée en automne avec une moyenne de 696,08 mg/kg. Alors que la valeur la plus faible est enregistrée au printemps avec une moyenne de 498,58 mg/kg (Figure 10).

Le tableau 7 de l'analyse de la variance, suggère qu'il existe une différence significative entre les saisons ($P < 0,05$; $F = 2,6323$).

Tableau 7. Analyse de la variance de la variation saisonnière de la teneur en Fe chez *A. canescens* (n=10)

Effet	DDL	S.C.E	C.M	Test F	P
Ordre origine	1	6345958	6345958	393.4723	0.000000
Saisons	3	127360	42453	2.6323	0.0085525
Erreur	16	258049	16128		
Total	19	385409			

Ces résultats sont confirmés par le test Newman - Keuls au seuil de 5%, qui indique que l'automne est classé dans le groupe (a). L'été est classé dans le groupe (ab), alors que l'hiver et le printemps font partie du groupe (b).

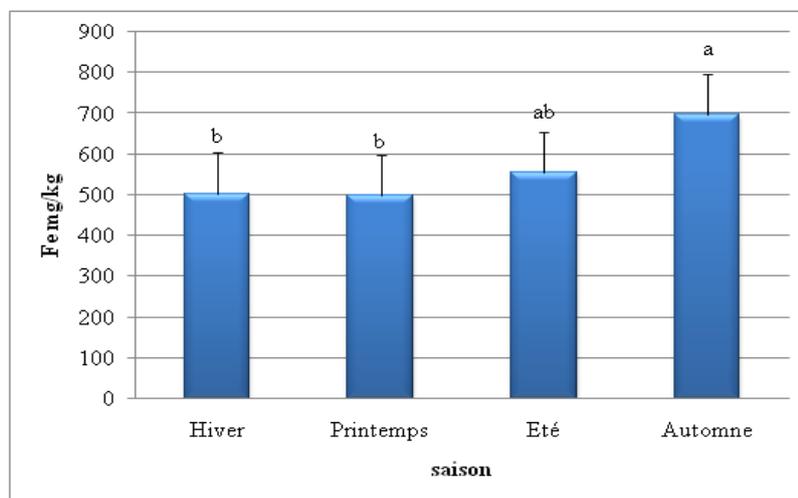


Figure 10. Variation saisonnière de la teneur en Fe chez *A. canescens*

Les bars représentent la moyenne \pm Ecart-type (n=10), les différentes lettres au-dessus des bars indiquent une différence significative à $P < 0,05$ selon le test *Newman - Keuls*.

D'après le tableau 8, la variation saisonnière a un effet significatif sur la teneur en cuivre ($P < 0,05$; $F = 5,1640$).

Nous constatons une augmentation progressive du cuivre, allant d'une teneur de 1,26 mg/kg en hiver jusqu'à une moyenne de l'ordre de 4,4 mg/kg en automne (Figure 11).

Tableau 8. Analyse de la variance de la variation saisonnière de la teneur en Cu chez *A. canescens* (n=10)

Effet	DDL	S.C.E	C.M	Test F	P
Ordre origine	1	180.9613	180.9613	107.7237	0.000000
Saisons	3	26.0247	8.6749	5.1640	0.010965
Erreur	16	26.8778	1.6799		
Total	19	52.9025			

Le test Newman - Keuls au seuil de 5% nous dégage deux groupes distincts où on note l'automne au groupe (a), alors que l'hiver forme le deuxième groupe (b). Enfin, le printemps et l'été font partie du groupe (ab).

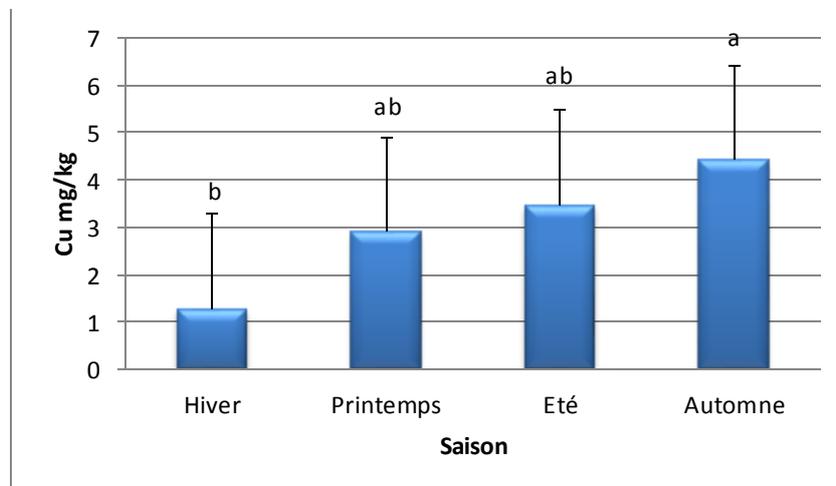


Figure 11. Variation saisonnière de la teneur en Cu chez *A. canescens*

Les bars représentent la moyenne \pm Ecart-type (n=10), les différentes lettres au-dessus des bars indiquent une différence significative à $P < 0,05$ selon le test *Newman - Keuls*.

Un effet significatif de la variation saisonnière de la teneur en Zinc, a été signalé comme le montre l'analyse de la variance ($P < 0,05$; $F = 6,89005$) (tableau 9).

Les valeurs de la concentration du zinc montrent une tendance à la croissance de la saison hivernale avec une moyenne de 1,9 mg/kg jusqu'à la saison estivale avec une moyenne de 29,78 mg/kg. Ensuite, une chute automnale a été remarquée avec une moyenne de 21,72 mg/kg (Figure 12).

Tableau 9. Analyse de la variance de la variation saisonnière de la teneur en Zn chez *A. canescens* (n=10)

Effet	DDL	S.C.E	C.M	Test F	P
Ordre origine	1	4277.520	4277.520	33.16794	0.000029
Saisons	3	2665.737	888.579	6.89005	0.003429
Erreur	16	2063.448	128.966		
Total	19	4729.185			

Le test Newman - Keuls au seuil de 5% classe l'été et l'automne dans le premier groupe (a), alors que l'hiver et le printemps forment le groupe (b).

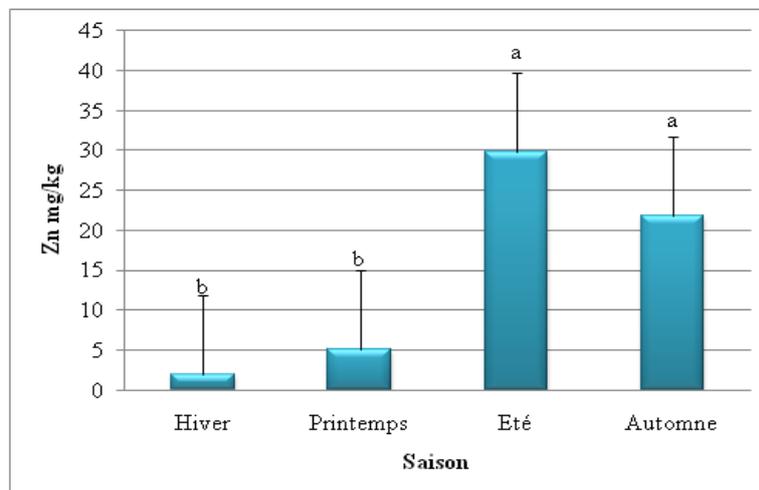


Figure 12. Variation saisonnière de la teneur en Zn chez *A. canescens*

Les bars représentent la moyenne \pm Ecart-type (n=10), les différentes lettres au-dessus des bars indiquent une différence significative à $P < 0,05$ selon le test *Newman - Keuls*.

Le tableau 10 indique que la variation saisonnière a un effet significatif sur la teneur en sélénium ($P < 0,05$; $F = 4.10460$).

Il y'a lieu une baisse hivernale et printanière en sélénium avec des moyennes de 0,16 mg/kg et 0,1 mg/kg respectivement. La teneur en Se a été assez constante le long d'été et l'automne (Figure 13).

Tableau 10. Analyse de la variance de la variation saisonnière de la teneur en Se chez *A. canescens* (n=10)

Effet	DDL	S.C.E	C.M	Test F	P
Ordre origine	1	0.142805	0.142805	41.30296	0.000008
Saisons	3	0.042575	0.014192	4.10460	0.024454
Erreur	16	0.055320	0.003458		
Total	19	0.097895			

Le test Newman - Keuls au seuil de 5% classe l'hiver dans le premier groupe (a), alors que l'automne et l'été sont classés dans le groupe (b). Enfin, le printemps fait partie du groupe (ab).

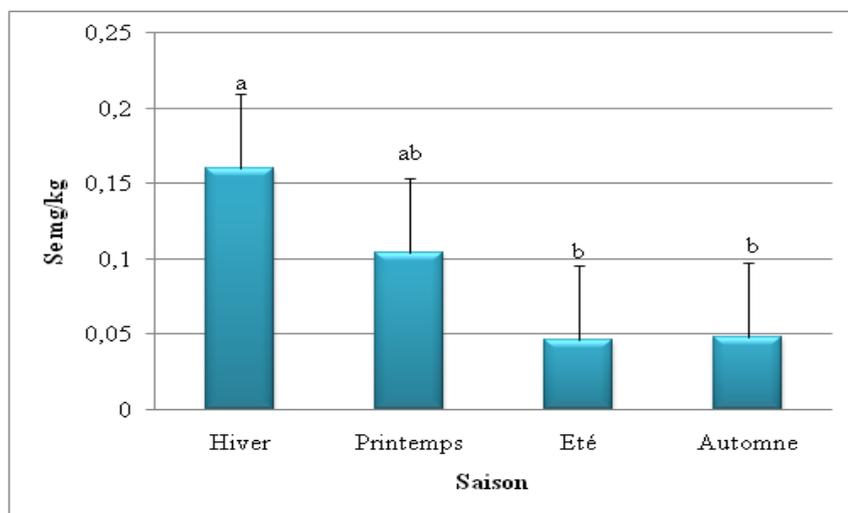


Figure 13. Variation saisonnière de la teneur en Se chez *A. canescens*

Les bars représentent la moyenne \pm Ecart-type (n=10), les différentes lettres au-dessus des bars indiquent une différence significative à $P < 0,05$ selon le test *Newman - Keuls*.

D'après la figure 14, une chute hivernale en molybdène suivie d'une lente remontée jusqu'à l'été avec une teneur maximale de 1,53 mg/kg. Enfin, la teneur en Mo s'abaisse à nouveau en automne avec 1,04 mg/kg.

L'examen du tableau ci-dessous montre que la variation saisonnière a un effet significatif sur la teneur en Mo ($P < 0,05$; $F = 1,46337$) (Le tableau 11).

Tableau 11. Analyse de la variance de la variation saisonnière de la teneur en Mo chez *A. canescens* (n=10)

Effet	DDL	S.C.E	C.M	Test F	P
Ordre origine	1	13.26820	13.26820	11.08022	0.004254
Saisons	3	5.25702	1.75234	1.46337	0.0261993
Erreur	16	19.15948	1.19747		
Total	19	24.41650			

Par le biais du test Newman - Keuls au seuil de 5%, on fait ressortir trois groupes homogènes, dont la saison estivale et la saison automnale dans le premier groupe (a), le second (b) comprend en dernier la saison hivernale et la saison printanière.

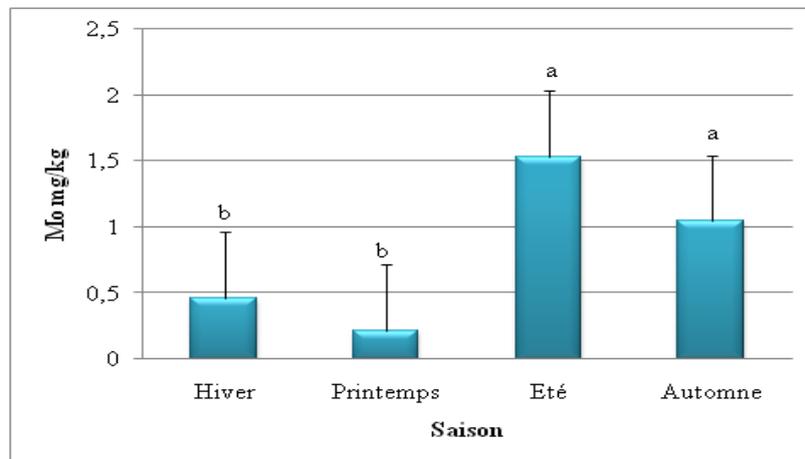


Figure 14. Variation saisonnière de la teneur en Mo chez *A. canescens*

Les bars représentent la moyenne \pm Ecart-type (n=10), les différentes lettres au-dessus des bars indiquent une différence significative à $P < 0,05$ selon le test *Newman - Keuls*.

1.2. – Le sol

Faisant suite aux résultats présentés sur la figure 15, les teneurs moyennes en manganèse du sol augmentent progressivement en hiver (56, 98 mg/kg) jusqu'à l'automne (585,32 mg/kg).

A partir des données rapportées dans le tableau 12, on remarque que le facteur saison n'exerce pas un effet significatif sur la teneur en Mn ($P > 0,05$; $F = 0.762846$).

Tableau 12. Analyse de la variance de la variation saisonnière de la teneur en Mn du sol (n=10)

Effet	DDL	S.C.E	C.M	Test F	P
Ordre origine	1	1355122	1355122	4.054785	0.061182
Saisons	3	764836	254945	0.762846	0.0531282
Erreur	16	5347250	334203		
Total	19	6112086			

Le test de Newman - Keuls au seuil $\alpha = 5\%$ faits ressortir deux groupes homogènes où l'automne occupe le premier groupe (a). Le printemps, l'été et l'hiver occupent le deuxième groupe (b).

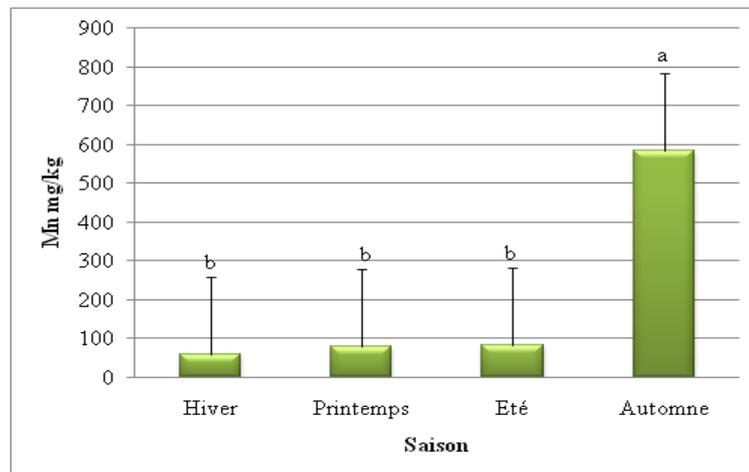


Figure 15. Variation saisonnière de la teneur en Mn dans le sol

Les bars représentent la moyenne \pm Ecart-type (n=10), les différentes lettres au-dessus des bars indiquent qu'il n'y a pas une différence significative entre les saisons à $P > 0,05$ selon le test Newman - Keuls.

D'après le tableau 13, la variation saisonnière a un effet hautement significatif sur la teneur en fer ($P < 0,001$; $F = 33.4786$).

Le fer du sol subit une décroissance continue, avec une concentration de 3233,11mg/kg en hiver suivie par 3153,94 mg/kg pendant la saison printanière et se termine par une valeur de 737,86 mg/kg en automne (Figure 16).

Tableau 13. Analyse de la variance de la variation saisonnière de la teneur en Fe du sol (n=10)

Effet	DDL	S.C.E	C.M	Test F	P
Ordre origine	1	78387687	78387687	266.9782	0.000001
Saisons	3	29489017	9829672	33.4786	0.000001
Erreur	16	4697772	293611		
Total	19	34186789			

Le test Newman - Keuls au seuil de 5% indique que l'hiver et le printemps appartiennent au premier groupe (a) alors que l'automne et l'été font partie du groupe (b).

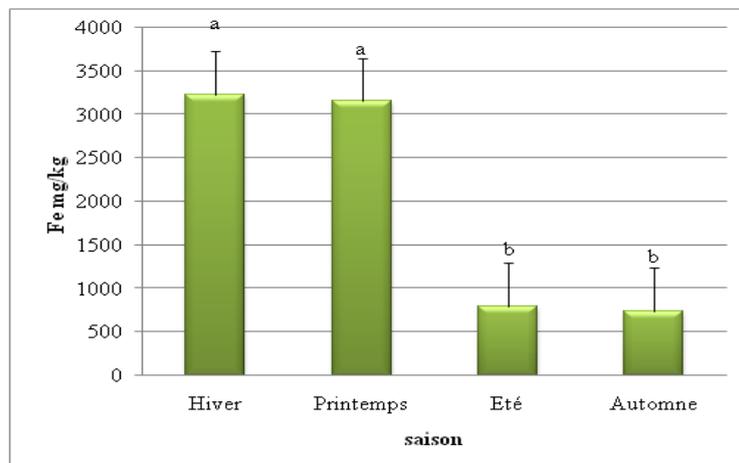


Figure 16. Variation saisonnière de la teneur en Fe dans le sol

Les bars représentent la moyenne \pm Ecart-type (n=10), les différentes lettres au-dessus des bars indiquent une différence hautement significative à $P < 0,001$ selon le test Newman - Keuls.

Le tableau 14 de l'analyse de la variance, montre qu'il y a une différence significative entre les saisons ($P < 0,05$; $F = 1,36040$).

Le cuivre connaît la plus faible concentration en hiver (7,95 mg/kg) par rapport aux autres saisons. Les concentrations sont constamment en augmentation au printemps jusqu'à l'été atteignant une valeur maximale de 35,79 mg/kg, puis une régression en automne a été observée avec 31,02 mg/kg (Figure 17).

Tableau 14. Analyse de la variance de la variation saisonnière de la teneur en Cu du sol (n=10)

Effet	DDL	S.C.E	C.M	Test F	P
Ordre origine	1	9414.76	9414.762	13.51674	0.002041
Saisons	3	2842.67	947.556	1.36040	0.0290501
Erreur	16	11144.42	696.526		
Total	19	13987.08			

Le test Newman - Keuls au seuil de 5% classe l'été et l'automne dans le premier groupe (a) alors que l'hiver et le printemps font partie du groupe (b).

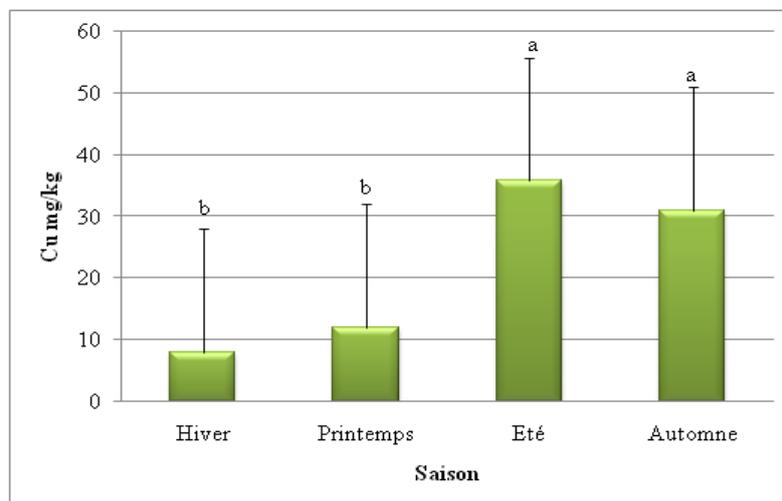


Figure 17. Variation saisonnière de la teneur en Cu dans le sol

Les bars représentent la moyenne \pm Ecart-type (n=10), les différentes lettres au-dessus des bars indiquent une différence significative à $P < 0,05$ selon le test *Newman - Keuls*.

Le tableau 15 de l'analyse de la variance montre que la saison exerce un effet sur la teneur en zinc du sol ($P < 0,05$; 6.89005).

D'après la figure 18, la concentration en zinc du sol accroit progressivement de l'hiver à l'été où elle tend à être maximale avec une moyenne de 53,84 mg/kg. Ensuite, elle décroît à l'automne pour atteindre une valeur de 41,48 mg/kg.

Tableau 15. Analyse de la variance de la variation saisonnière de la teneur en Zn du sol (n=10)

Effet	DDL	S.C.E	C.M	Test F	P
Ordre origine	1	4277.520	4277.520	33.16794	0.000029
Saisons	3	2665.737	888.579	6.89005	0.003429
Erreur	16	2063.448	128.966		
Total	19	4729.185			

Le test Newman - Keuls au seuil de 5% montre que les quatre saisons se classent dans le même groupe (a).

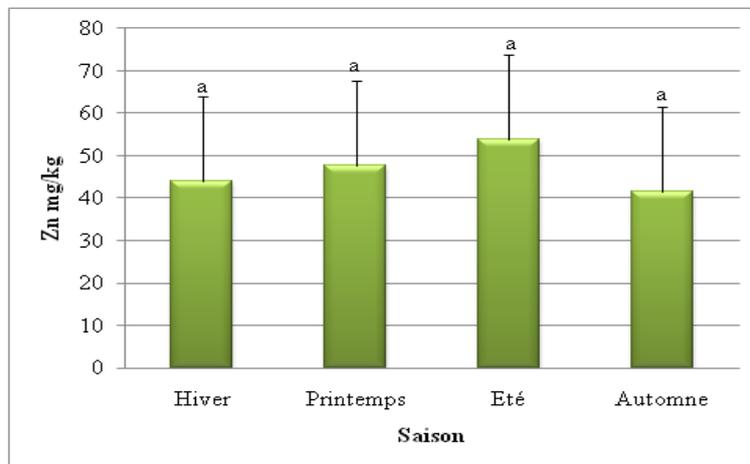


Figure 18. Variation saisonnière de la teneur en Zn dans le sol

Les bars représentent la moyenne \pm Ecart-type (n=10), les différentes lettres au-dessus des bars indiquent une différence significative à $P < 0,05$ selon le test *Newman - Keuls*.

Les résultats de l'analyse de la variance sont présentés dans le tableau 16, ils montrent que la variation saisonnière a un effet significatif sur la teneur en sélénium ($P < 0,05$; $F=5.36073$).

En hiver, la teneur en sélénium est beaucoup plus faible avec un minimum de 0,002 mg/kg. La concentration augmente de printemps jusqu'à l'été avec la teneur la plus élevée (0,03 mg/kg), ensuite en automne un abaissement de concentration a été révélé (Figure 19).

Tableau 16. Analyse de la variance de la variation saisonnière de la teneur en Se du sol (n=10)

Effet	DDL	S.C.E	C.M	Test F	P
Ordre origine	1	0.006845	0.006845	37.50685	0.000015
Saisons	3	0.002935	0.000978	5.36073	0.009523
Erreur	16	0.002920	0.000182		
Total	19	0.005855			

Le test Newman - Keuls au seuil de 5% a pu hiérarchiser ces résultats en trois groupes homogènes. L'été est classé dans le premier groupe (a), ensuite l'hiver est classé dans le groupe (b). Enfin, le printemps et l'automne font partie du groupe (ab).

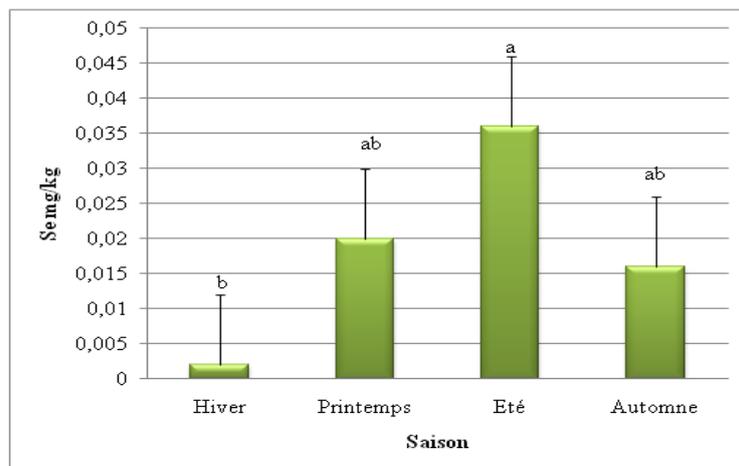


Figure 19. Variation saisonnière de la teneur en Se dans le sol

Les bars représentent la moyenne \pm Ecart-type (n=10), les différentes lettres au-dessus des bars indiquent une différence significative à $P < 0,05$ selon le test Newman - Keuls.

D'après le tableau 17 de l'analyse de la variance, le facteur saison exerce une influence hautement significative sur la teneur en molybdène ($P < 0,001$; $F = 20.94798$).

En examinant la figure 20, il est remarquable de constater que la concentration de molybdène se poursuit en augmentant, mais de manière beaucoup plus réduite et de façon progressive : de l'hiver avec un minimum de 0,058 mg/kg et qui devient maximum en été avec une teneur de 1,06 mg/kg. Ensuite, celle-ci baisse à nouveau et on revient au-dessous de 1 mg/kg.

Tableau 17. Analyse de la variance de la variation saisonnière de la teneur en Mo du sol (n=10)

Effet	DDL	S.C.E	C.M	Test F	P
Ordre origine	1	6.463845	6.463845	84.01423	0.000000
Saisons	3	4.835055	1.611685	20.94798	0.000009
Erreur	16	1.231000	0.076938		
Total	19	6.066055			

Le test Newman - Keuls au seuil de 5% classe l'été et l'automne dans le premier groupe (a). Le deuxième groupe (b) représente l'hiver et le printemps.

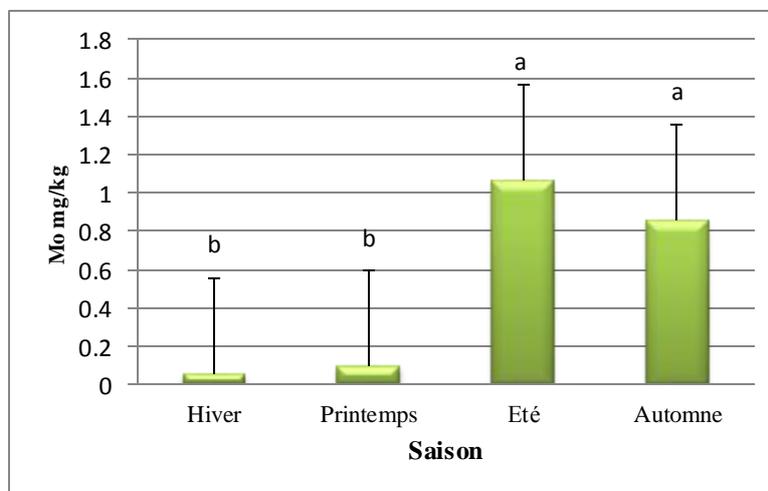


Figure 20. Variation saisonnière de la teneur en Mo dans le sol

Les bars représentent la moyenne \pm Ecart-type (n=10), les différentes lettres au-dessus des bars indiquent une différence hautement significative à $P < 0,001$ selon le test *Newman - Keuls*.

1.3. – Le coefficient de bioaccumulation (CBA)

La variation saisonnière a un effet significatif sur la bioaccumulation du Mn chez *A. canescens* ($P < 0,05$; $F = 2.336264$) (tableau 18).

Il convient de noter que la valeur de coefficient de bioaccumulation du manganèse chez *A. canescens* devient plus importante en été avec 41,6 qu'en hiver et au printemps où la valeur moyenne minimale est égale à 0 (figure 21).

Tableau 18. Analyse de la variance de la variation saisonnière du CBA du Mn chez *A. canescens* (n=10)

Effet	DDL	S.C.E	C.M	Test F	P
Ordre origine	1	3498.90	3498.899	4.234245	0.056292
Saisons	3	5791.60	1930.533	2.336264	0.0112382
Erreur	16	13221.34	826.333		
Total	19	19012.94			

Le test Newman - Keuls au seuil de 5% a révélé trois groupes homogènes. Le groupe (a) représenté par l'été, le groupe (ab) représenté par l'automne et le groupe (c) est représenté par l'hiver et le printemps.

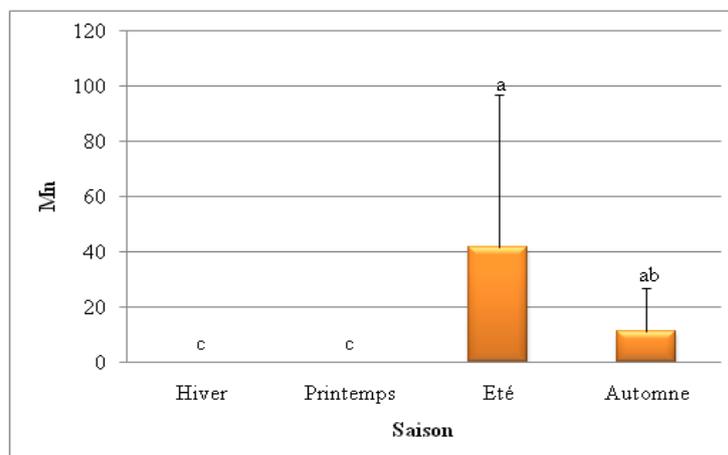


Figure 21. Variation saisonnière du coefficient de bioaccumulation (CBA) du Mn chez *A. canescens*

Les bars représentent la moyenne \pm Ecart-type (n=10), les différentes lettres au-dessus des bars indiquent une différence significative à $P < 0,05$ selon le test *Newman - Keuls*.

Les résultats de l'analyse de la variance (tableau 19), relèvent une différence hautement significative entre les saisons ($P < 0,001$; $F = 21.5554$).

La valeur du fer la plus forte a été enregistrée en automne avec un coefficient de bioaccumulation de 0,94. En hiver et au printemps, cette valeur diminue considérablement jusqu'à une moyenne de 0,17 (Figure 22).

Tableau 19. Analyse de la variance de la variation saisonnière du CBA du Fe chez *A. canescens* (n=10)

Effet	DDL	S.C.E	C.M	Test F	P
Ordre origine	1	5.222527	5.222527	137.7413	0.000000
Saisons	3	2.451854	0.817285	21.5554	0.000007
Erreur	16	0.606648	0.037915		
Total	19	3.058502			

Trois groupes homogènes ont été ressortis par le biais du test de Newman - Keuls au seuil de 5%. L'automne est classé dans le premier groupe (a). Alors que l'été est classé dans le deuxième groupe (b). Le printemps et l'hiver font partie du groupe (c).

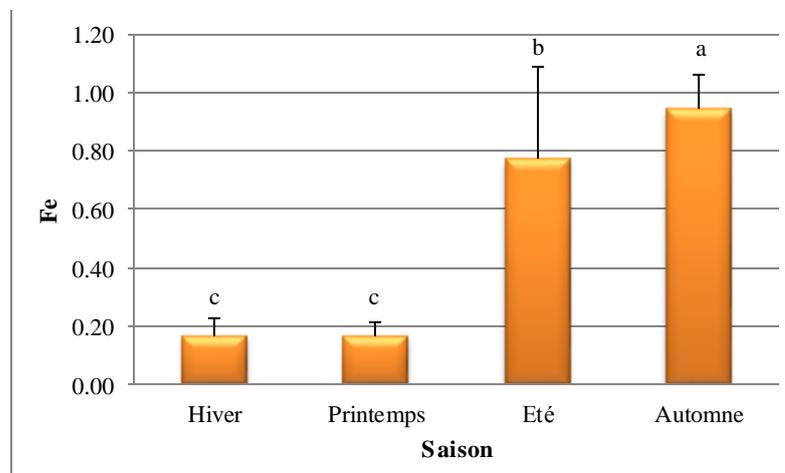


Figure 22. Variation saisonnière du coefficient de bioaccumulation (CBA) du Fe chez *A. canescens*

Les bars représentent la moyenne \pm Ecart-type (n=10), les différentes lettres au-dessus des bars indiquent une différence hautement significative à $P < 0,001$ selon le test *Newman - Keuls*.

L'analyse de la variance fournit les résultats consignés dans le tableau 20. Elle démontre qu'il existe une différence significative entre les saisons ($P < 0,05$; $F = 1.10446$).

Ces résultats sont visualisés dans la figure 23 qui correspondent aux coefficients de bioaccumulation. L'observation montre que le maximum de la bioaccumulation du cuivre est obtenu en automne correspondant à un coefficient de bioaccumulation de 0,34. La valeur moyenne minimale est obtenue en hiver avec un plus faible facteur de bioaccumulation de (0,02).

Tableau 20. Analyse de la variance de la variation saisonnière du CBA du Cu chez *A. canescens* (n=10)

Effet	DDL	S.C.E	C.M	Test F	P
Ordre origine	1	1.117783	1.117783	12.08249	0.003118
Saisons	3	0.306530	0.102177	1.10446	0.0376223
Erreur	16	1.480202	0.092513		
Total	19	1.786732			

Ces résultats trouvent leur confirmation dans le test de Newman - Keuls au seuil de 5%. Ce test a fait ressortir deux groupes homogènes. Le printemps, l'été et l'automne font partie du groupe (a). Alors que l'hiver est classé dans le groupe (b).

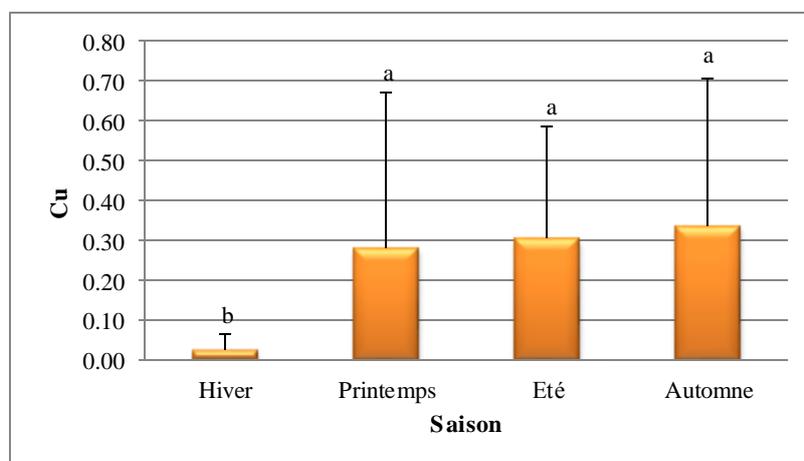


Figure 23. Variation saisonnière du coefficient de bioaccumulation (CBA) du Cu chez *A. canescens*

Les bars représentent la moyenne \pm Ecart-type (n=10), les différentes lettres au-dessus des bars indiquent une différence significative à $P < 0,05$ selon le test *Newman - Keuls*.

D'après le tableau 21, il en ressort que la saison influe significativement sur le transfert de zinc du sol vers les feuilles de *A. canescens* ($P < 0,05$; $F = 3.59396$).

Pour le zinc, la valeur maximale s'observe en automne pour atteindre un coefficient de bioaccumulation avec de 0,7. En revanche, au printemps cette valeur décroît ensuite jusqu'à une moyenne correspondant à un facteur de bioaccumulation de 0,07 (Figure 24).

Tableau 21. Analyse de la variance de la variation saisonnière du CBA du Zn chez *A.canescens* (n=10)

Effet	DDL	S.C.E	C.M	Test F	P
Ordre origine	1	2.875579	2.875579	17.49482	0.000704
Saisons	3	1.772192	0.590731	3.59396	0.037028
Erreur	16	2.629879	0.164367		
Total	19	4.402071			

Le test de Newman - Keuls à 5% a confirmé les résultats de l'analyse de la variance dont les quatre saisons se classent dans le groupe (b).

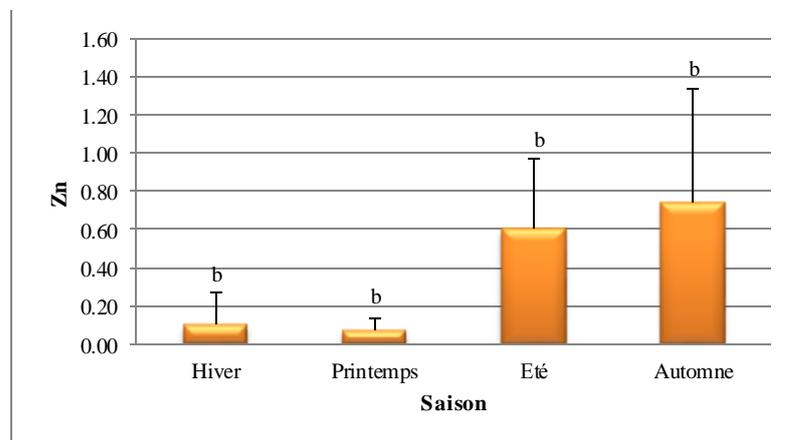


Figure 24. Variation saisonnière du coefficient de bioaccumulation (CBA) du Zn chez *A.canescens*

Les bars représentent la moyenne \pm Ecart-type (n=10), les différentes lettres au-dessus des bars indiquent une différence significative à $P < 0,05$ selon le test *Newman - Keuls*.

Le tableau 22 de l'analyse de la variance montre qu'il n'y a pas une différence significative entre les saisons ($P > 0,05$; $F = 0.425942$).

La valeur minimale du coefficient de bioaccumulation du sélénium chez *A. canescens* en automne est nettement inférieure (1,1) à celle obtenue en hiver avec une valeur maximale de 4,4 (figure 25).

Tableau 22. Analyse de la variance de la variation saisonnière du CBA du Se chez *A. canescens* (n=10)

Effet	DDL	S.C.E	C.M	Test F	P
Ordre origine	1	113.3673	113.3673	4.257525	0.055692
Saisons	3	34.0254	11.3418	0.425942	0.737087
Erreur	16	426.0403	26.6275		
Total	19	460.0657			

Deux groupes ont été révélés par le biais du test de Newman - Keuls au seuil de 5%. L'hiver est classé dans le groupe (a). Le printemps, l'été et l'automne font partie du groupe (ab).

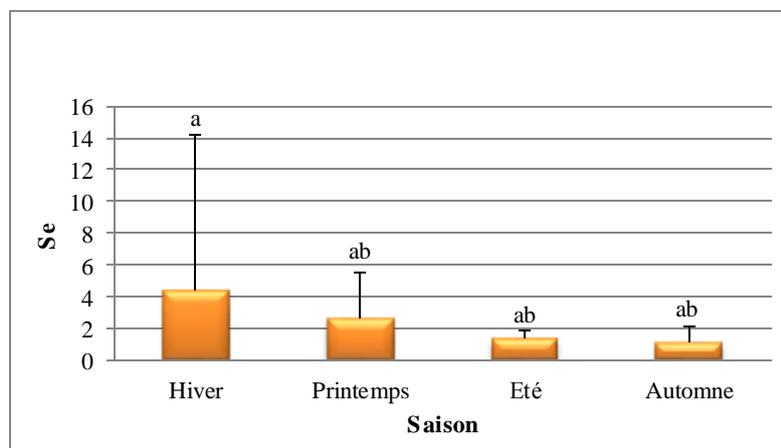


Figure 25. Variation saisonnière du coefficient de bioaccumulation (CBA) du Se chez *A. canescens*

Les bars représentent la moyenne \pm Ecart-type (n=10), les différentes lettres au-dessus des bars indiquent qu'il n'y a pas une différence significative entre les saisons à $P > 0,05$ selon le test *Newman - Keuls*.

Le tableau 23 de l'analyse de la variance ne présente pas de différence significative entre les saisons ($P > 0,05$; $F = 0.779005$).

Il apparaît que, la valeur du molybdène la plus basse est obtenue au printemps avec un coefficient de bioaccumulation de 0. En automne, on observe que le coefficient de bioaccumulation est beaucoup plus fort, il atteint une valeur de 7,7 (figure 26).

Tableau 23. Analyse de la variance de la variation saisonnière du CBA du Mo chez *A. canescens* (n=10)

Effet	DDL	S.C.E	C.M	Test F	P
Ordre origine	1	142.830	142.8300	2.382626	0.142237
Saisons	3	140.096	46.6986	0.779005	0.0522750
Erreur	16	959.143	59.9465		
Total	19	1099.239			

Ces résultats trouvent leur confirmation dans le test de l'analyse de la variance. Le test Newman - Keuls au seuil de 5% indique que l'automne est classé dans le premier groupe (a). Alors que le printemps, l'été et l'hiver sont classés dans le groupe (b).

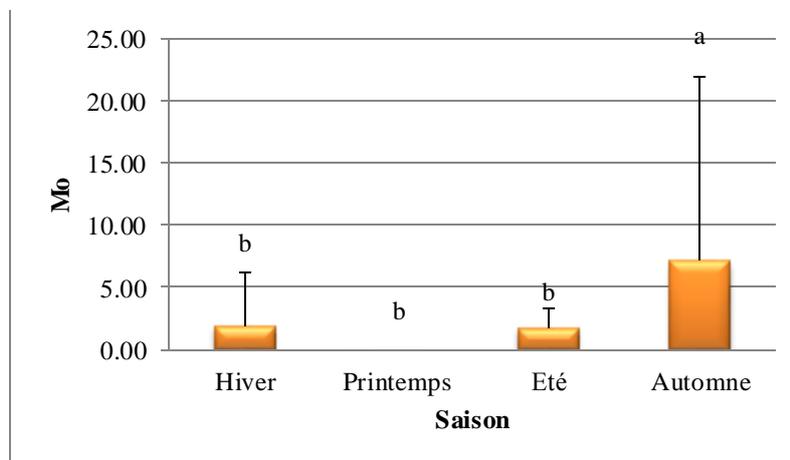


Figure 26. Variation saisonnière du coefficient de bioaccumulation (CBA) du Mo chez *A. canescens*

Les bars représentent la moyenne \pm Ecart-type (n=10), les différentes lettres au-dessus des bars indiquent qu'il n'y a pas une différence significative entre les saisons à $P > 0,05$ selon le test Newman - Keuls.