

Chlorophylle (b)

L'analyse de la chlorophylle (b) illustrée à la (**Figure 24**), montre qu'à l'inverse de la chlorophylle (a) elle diminue dès la plus faible dose de ZnSO₄. L'analyse de la variance montre une diminution hautement significative par rapport au témoin après 3 jours de traitement. Après 6 et 9 jours de traitement l'analyse de la variance révèle une diminution très hautement significative pour toutes les doses de traitement. La concentration de la chlorophylle (b) chez le témoin passe de 12,35 µg.ml⁻¹ à 6,90 µg.ml⁻¹, 6,68 µg.ml⁻¹, 5,24 µg.ml⁻¹ et 4,78 µg.ml⁻¹ avec les doses 0,12, 0,25, 0,5 et 1 mM respectivement après 9 jours de traitement.

Chez *Semito*, la chlorophylle (b) se trouve aussi réduite, cette diminution est d'autant plus importante que l'intensité du stress et le temps de traitement est plus accentué. L'analyse de la variance à un seul critère de classification enregistre une diminution très hautement significative pratiquement avec toutes les doses de traitement après 3 jours de traitement. Après le 9^{ème} jour de traitement on remarque une stabilité des teneurs de Chlorophylle (b), où on enregistre une diminution significative avec les doses 0,25 et 0,5 mM et non significative avec 0,12 et 1 mM, elle passe de 12,67 µg.ml⁻¹ chez le témoin à 10,24 µg.ml⁻¹, 8,17 µg.ml⁻¹, 7,53 µg.ml⁻¹ et 10,46 µg.ml⁻¹ avec les doses 0,12, 0,25, 0,5 et 1 mM ZnSO₄ respectivement.

Chlorophylle (a+b)

Les (**Figure 24 et Figure 25**) représentent la concentration de la chlorophylle (a + b) des deux variétés de blé dur « *GTA dur* » et « *Semito* ». L'analyse de la variance a deux critères de classification (Dose x Temps), illustre une variance très hautement significative pour la variété « *GTA dur* » et significative pour la variété « *Semito* ».

Chez la variété « *GTA dur* », la concentration de chlorophylle (a+b), augmente avec les doses 0,12 et 0,25 mM, tandis qu'il enregistre une variance non significative avec les doses 0,5 et 1 mM après 3 jours de traitement. En revanche après 6 et 9 jours de traitement, enregistre une diminution très hautement avec les doses de traitement. Il passe de 36,52 µg.ml⁻¹ chez le témoin, à 18,15 µg.ml⁻¹, 17,8 µg.ml⁻¹, 18,4 µg.ml⁻¹ et 15,61 µg.ml⁻¹ avec les doses 0,12, 0,25, 0,5 et 1 mM ZnSO₄ après 9 jours de traitement respectivement.

Alors que chez la variété « *Semito* », le traitement au Zinc a la plus faible dose de traitement (0,12 mM), n'entraîne pas une modification pour ce paramètre après 6 jours de traitement. Une diminution plus remarquable est notée avec les doses 0,5 et 1 mM ZnSO₄. L'analyse de la variance à un seul critère de classification enregistre une variance très hautement significative. La concentration de chlorophylle totale chez le témoin passe de 36,60 µg.ml⁻¹ à 22,2 µg.ml⁻¹ et 20,39 µg.ml⁻¹ avec les doses 0,5 et 1 mM respectivement.

- **Caroténoïdes**

L'analyse de la variance de la concentration des caroténoïdes dans les feuilles de la variété *GTA dur*, révèle une variance très hautement significative. Une augmentation de taux de caroténoïde est enregistrée avec toutes les doses de traitement.

La concentration des caroténoïdes passe de 9,24 $\mu\text{g.ml}^{-1}$ enregistré chez le témoin à 7,84 $\mu\text{g.ml}^{-1}$, 6,24 $\mu\text{g.ml}^{-1}$, 3,23 $\mu\text{g.ml}^{-1}$ et 3,22 $\mu\text{g.ml}^{-1}$ avec les doses 0,12, 0,25, 0,5 et 1 mM ZnSO_4 après 9 jours de traitement.

Chez la variété « *Semito* », le traitement avec la dose 0,12 mM enregistre une diminution hautement significative de la concentration de caroténoïde après 6 et 9 jours de traitement. Après 9 jours de traitement, on enregistre une diminution hautement significative à apparaître avec la dose 0,25 mM. La concentration de caroténoïde passe de 8,88 $\mu\text{g.ml}^{-1}$ chez le témoin, à 2,85 $\mu\text{g.ml}^{-1}$, 0,94 $\mu\text{g.ml}^{-1}$ avec 0,5 et 1 mM ZnSO_4 respectivement après 9 jours de traitement.

Effet de stress salin sur les concentrations des protéines

Les (**Figure 26 et Figure 27**) présentent la concentration en protéines des parties aériennes et souterraines de deux variétés de blé dur « *GTA dur* » et « *Semito* » soumises au stress salin après 3, 6, 9 jours de traitement. L'analyse de la variance à deux critères de classification (Dose x Temps) a montré une diminution très hautement significative ($p < 0,001$) de taux des protéines pour les deux variétés de blé et dans la partie aérienne et souterraine.

On peut observer que le stress salin entraîne une diminution de la concentration des protéines dans les feuilles et les racines des deux variétés mais celui des parties aériennes est supérieur à celui des parties souterraines. Chez la variété « *GTA dur* », la concentration des protéines dans les feuilles (**Figure 26**) des plantules soumises au stress salin avec 25 mM de NaCl après 3 jours de traitement, augmente par rapport au témoin d'une façon très hautement significative ($p < 0,001$). Elles passent de 9,22 mg.g^{-1} à 11,41 mg.g^{-1} et de 8,95 mg.g^{-1} à 9,31 mg.g^{-1} après 3 et 6 jours respectivement. À partir de 9^{ème} jours on remarque une légère diminution. Par contre, à partir de la concentration 50 mM, une réduction de la concentration des protéines sur les trois temps de traitement est remarquable. On enregistre une teneur qui passe de 9,22 mg.g^{-1} chez le témoin, qui atteint 7,93 mg.g^{-1} , 5,70 mg.g^{-1} et 3,42 mg.g^{-1} avec les doses 50, 75 et 100 après 3 jours de traitement.

Dans les racines, l'analyse de la variance à un seul critère de classification la concentration des protéines après 3 et 6 jours de traitement, a révélé un résultat significatif ($p < 0,05$) avec la dose 50mM, hautement significatif ($p < 0,01$) pour 75mM et très hautement significatif ($p < 0,001$) pour la dose 100 mM. Alors qu'après 9 jours de traitement, on note un résultat hautement

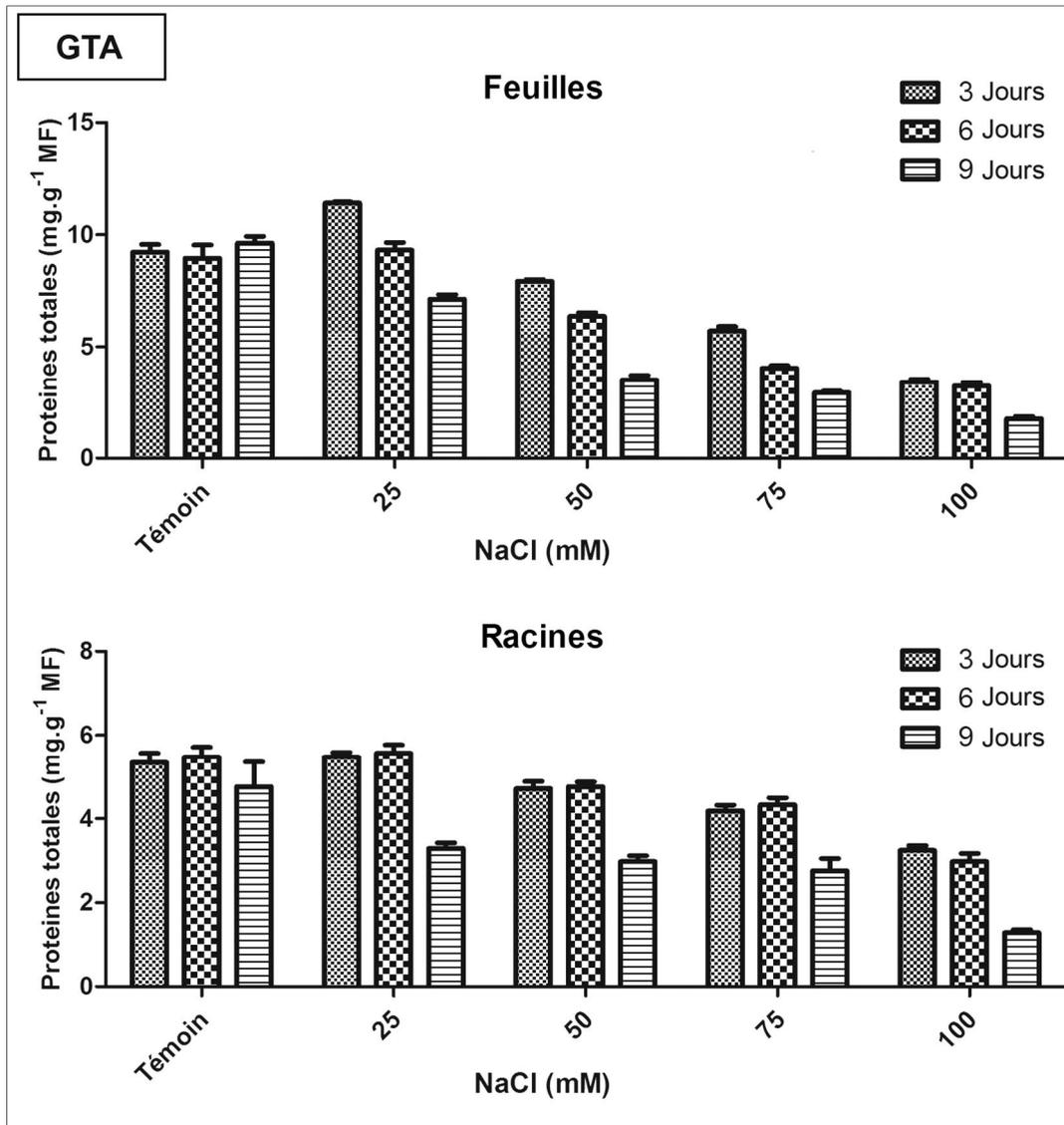


Figure 26. Concentrations des protéines dans les feuilles et les racines de la variété « *GTA dur* » soumises au stress salin

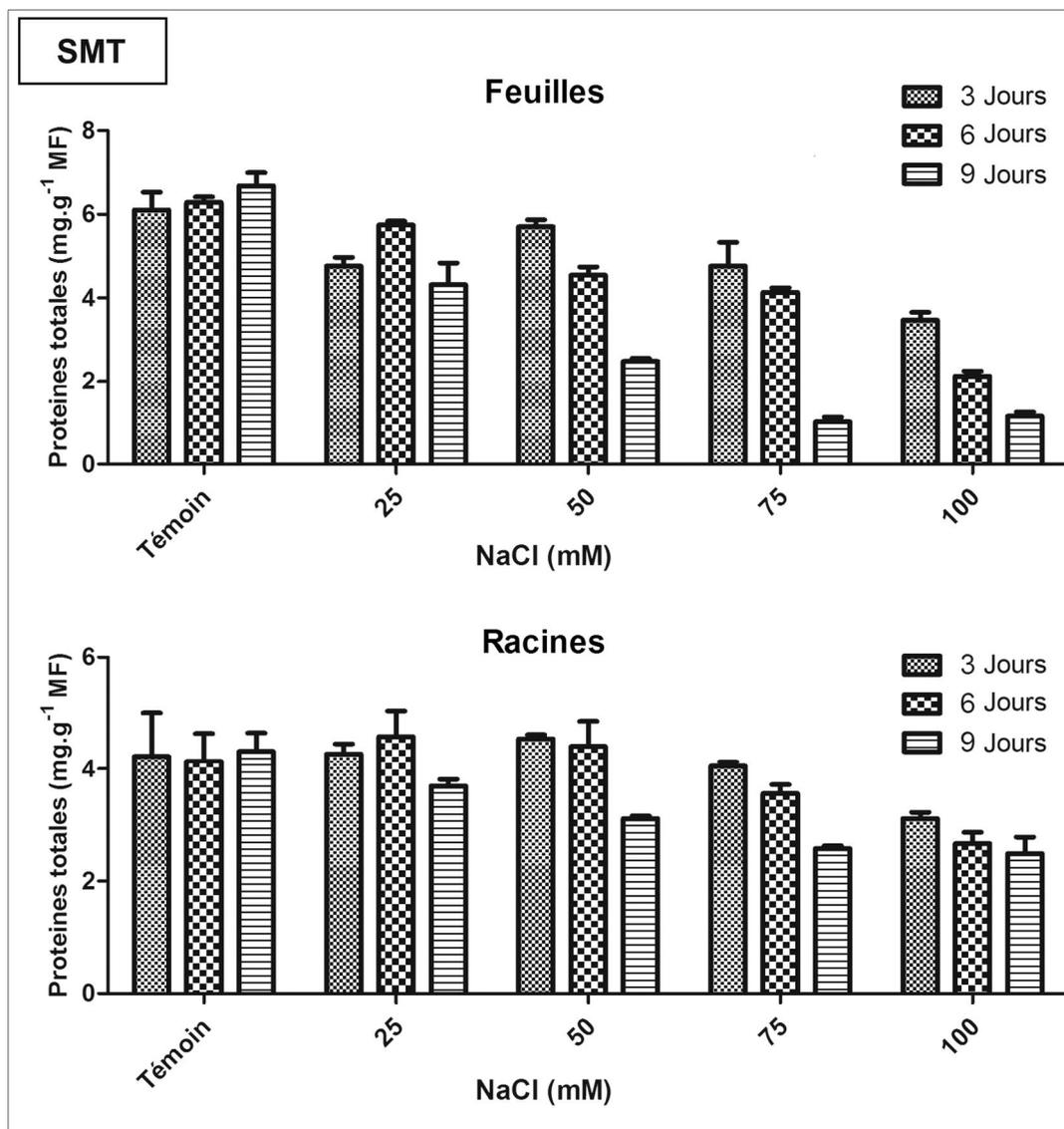


Figure 27. Concentrations des protéines dans les feuilles et les racines de la variété « *Semito* » soumises au stress salin

significative ($p < 0,001$) avec les doses 25, 50 et 75 mM et qui reste très hautement significative ($p < 0,001$) pour la dose 100mM.

Le résultat obtenu indique que le taux de protéine diminue en augmentant la dose et le temps de traitement. On enregistre 5,34 mg.g⁻¹, 5,47 mg.g⁻¹ et 4,76 mg.g⁻¹ pour le témoin de la variété *GTA dur* qui atteint 3,24 mg.g⁻¹, 2,97 mg.g⁻¹ et 1,28 mg.g⁻¹ pour la dose 100mM après 3, 6 et 9 jours de traitement respectivement.

Chez la variété « *Semito* », l'analyse de la variance à un seul critère de classification montre qu'il n'existe pas de différence significative ($p > 0,05$) dans la concentration des protéines dans les feuilles par rapport au témoin pour le 3^{ème} jour. Pour le 6^{ème} et 9^{ème} jour l'analyse de la variance montre une diminution très hautement significative ($P < 0,001$).

Selon les résultats dans la (**Figure 27**), la concentration des protéines dans les racines de la variété *Semito* varie de 6,10 mg.g⁻¹ pour le témoin à 4,76 mg.g⁻¹ et 3,46 mg.g⁻¹ pour le traitement avec 75 et 100 mM respectivement pour le 3^{ème} jour. Alors qu'elle varie de 6,68 mg.g⁻¹ pour le témoin à 1,01 mg.g⁻¹ et 1,14 mg.g⁻¹ pour le traitement avec 75 et 100 mM respectivement pour le 9^{ème} jour.

Tandis que pour la concentration des protéines des racines, l'analyse de la variance à un seul critère de classification est non significative par rapport au témoin pour le 3^{ème} jour de traitement, significative pour le 6^{ème} jour et pour le 9^{ème} jour très hautement significative. Selon le résultat acquis dans la (**Figure 27**), le taux des protéines enregistré chez le témoin de la variété « *Semito* » est de 4,22 mg.g⁻¹, 4,13 mg.g⁻¹ et 4,31 mg.g⁻¹, qui atteint 3,11 mg.g⁻¹, 2,66 mg.g⁻¹ et 2,48 mg.g⁻¹ sous stress salin avec la plus forte concentration (100mM) pour 3, 6 et 9 jours respectivement.

a. Effet de Zinc sur la concentration des protéines

Les (**Figure 28 et Figure 29**) présentent la concentration des protéines des partie aériennes et souterraines de deux variété de blé dur *GTA dur* et *Semito* après 3, 6, 9 jours avec les différents traitements de Zinc. L'analyse de la variance à deux critère de classification (Dose x Temps) à montrer une diminution très hautement significative ($p < 0,001$) de la concentration des protéines pour les deux variétés de blé dans la partie aérienne. Dans les partie souterraine on note une diminution hautement significative ($p < 0,01$) pour la variété « *GTA dur* » et non significative ($p > 0,05$) pour la variété « *Semito* ».

Chez la variété *GTA dur*, l'analyse de la variance des concentrations des protéines dans les feuilles, diminue d'une façon hautement significative ($p < 0,01$) après 3 jours de traitement à partir de la plus faible dose, et il se prolonge même après le 6^{ème} et le 9^{ème} jour. Selon le résultat acquis dans la (**Figure 28**), chez la variété *GTA dur* soumise au traitement avec les différentes doses de Zinc, on a enregistré pour le témoin un taux de protéine qui passe de 9,22 mg.g⁻¹, 8,95 mg.g⁻¹, 9,62

mg.g⁻¹ pour atteindre 3,95 mg.g⁻¹, 1,99 mg.g⁻¹ et 1,10 mg.g⁻¹ avec 1 mM de ZnSO₄ après 3, 6 et 9 jours respectivement.

Les racines comme les feuilles sont affectées par le ZnSO₄ (**Figure 28**). L'analyse de la variance à deux critères de classification (Dose x Temps) à montrer une diminution très hautement significative (p<0,001) pour la variété *GTA dur*. L'analyse de la variance à un seul critère de classification commence à être significative à partir de la dose 0,25 mM après 3 jours de traitement. La concentration des protéines dans les racines a révélé un résultat très hautement significative pour le traitement à 0,5 mM et 1 mM après 3 jours et continue de l'être même pour 6 et 9 jours de traitement. On enregistre 5,34 mg.g⁻¹, 5,47 mg.g⁻¹, 4,76 mg.g⁻¹ pour le témoin qui atteint 3,64 mg.g⁻¹, 2,70 mg.g⁻¹, 1,63 mg.g⁻¹ pour la dose 1 mM après 3,6 et 9 jours de traitement respectivement.

Chez la variété *Semito*, l'analyse de la variance à un seul critère de classification montre une différence très hautement significative (P<0,001) de la concentration des protéines dans les feuilles après 3, 6 et 9 jours de traitement. Selon les résultats dans la (**Figure 29**), le taux des protéines varie de 6,10 mg.g⁻¹, 6,28 mg.g⁻¹, 6,68 mg.g⁻¹ enregistré chez le témoin, à 3,60 mg.g⁻¹, 3,51 mg.g⁻¹, 2,93 mg.g⁻¹ avec le traitement à 100 mM ZnSO₄ après 3, 6 et 9 jours respectivement.

Dans les racines, l'analyse de la variance à deux critères de classification (Dose x Temps) à révéler une variance non significative (p>0,05) de la concentration des protéines pour la variété *Semito*. L'analyse de la variance à un seul critère de classification montre une différence très hautement significative (P<0,001) de taux de protéines chez la variété *Semito* après 3, 6 et 9 jours de traitement. Selon les résultats dans la (**Figure 29**), la concentration des protéines varie de 4,22 mg.g⁻¹, 4,13 mg.g⁻¹, 4,31 mg.g⁻¹ pour le témoin, à 1,14 mg.g⁻¹, 1,32 mg.g⁻¹, 1,23 mg.g⁻¹ avec le traitement à 1 mM pour 3, 6 et 9 jours respectivement.

On peut observer que le traitement des plantules de blé dur (*Triticum durum*), entraîne une diminution de la concentration de protéines dans les feuilles et les racines des deux variétés mais le taux des parties souterraines est inférieur à celui des parties supérieures.

1.1.3.3 Synthèse des sucres solubles totaux

a. Effet de stress salin sur la concentration des sucres solubles

Les (**Figure 30 et Figure 31**), présentent la concentration des sucres totaux de la partie aérienne et souterraine de deux variétés de blé dur *GTA dur* et *Semito* soumis au stress salin après 3, 6, 9 jours de traitement. L'analyse de la variance à deux critères de classification (Dose x Temps) à montrer une augmentation très hautement significative (p<0,001) de concentration des sucres pour les deux variétés de blé et dans la partie aérienne et souterraine.

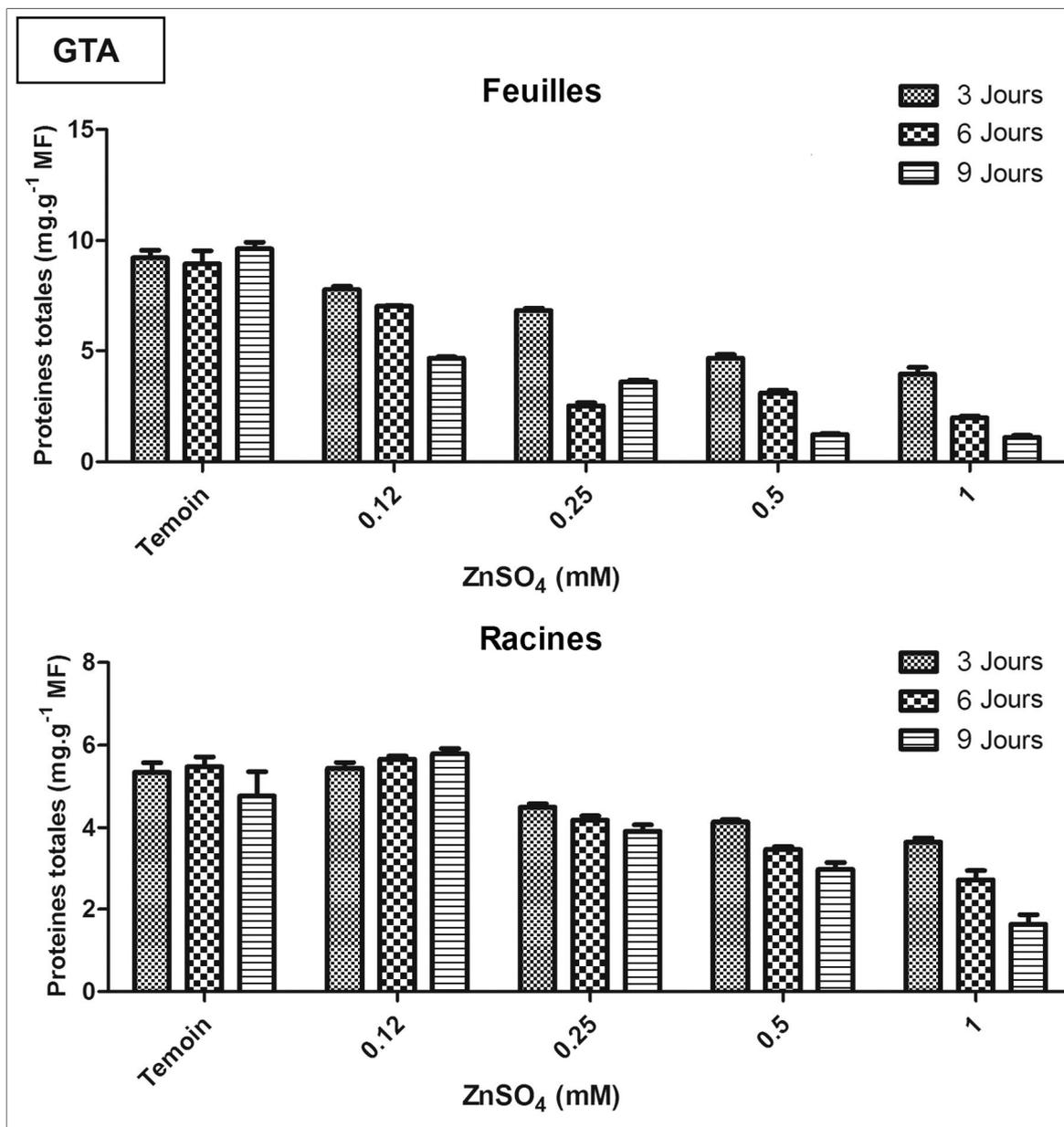


Figure 28. Concentrations des protéines des parties aérienne et souterraine de la variété « *GTA dur* » soumis à différent traitement au Zinc.

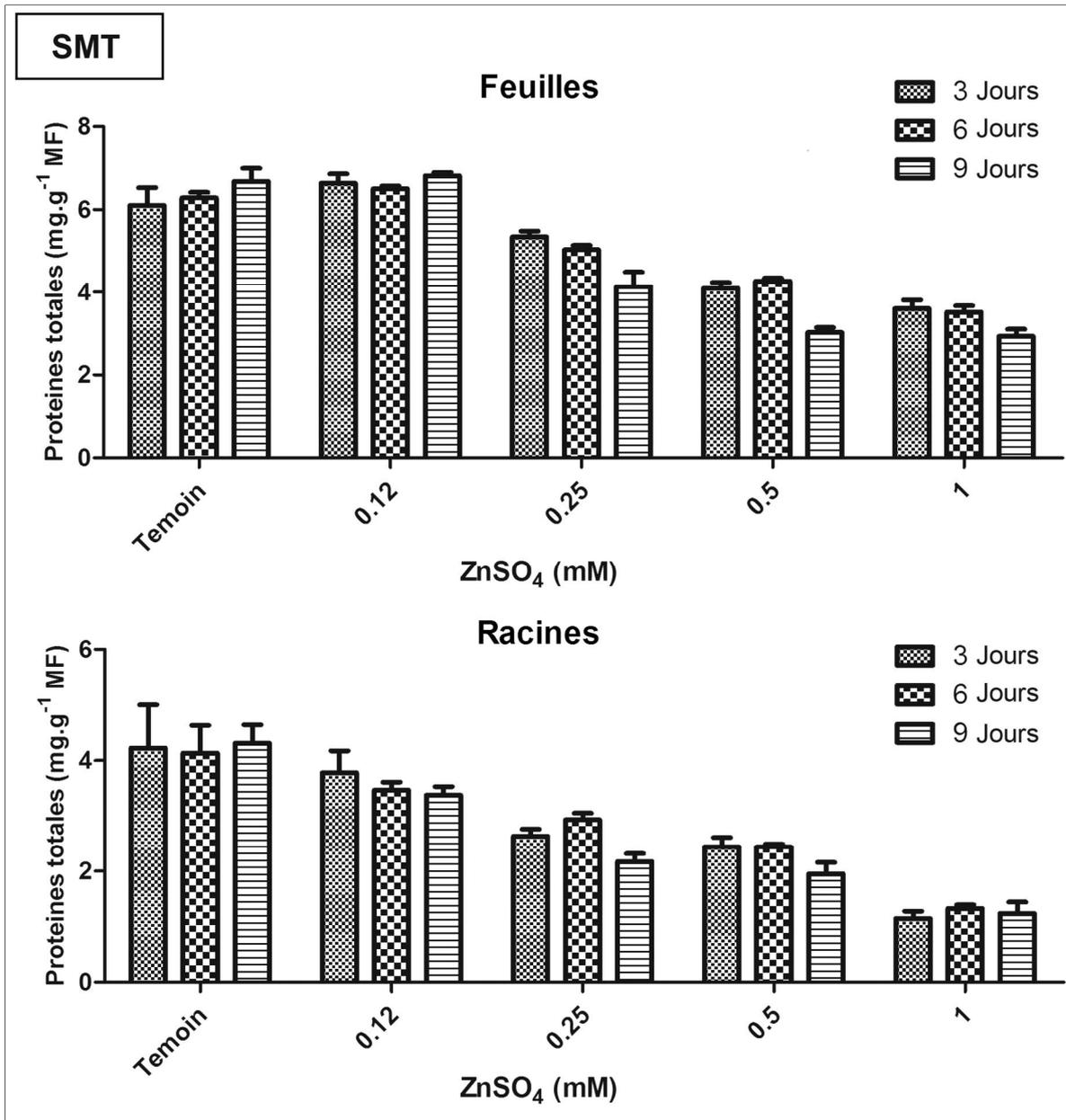


Figure 29. Concentrations des protéines des parties aérienne et souterraine de la variété « *Semito* » soumis à différent traitement au Zinc.

Chez la variété *GTA dur*, la concentration des sucres dans les feuilles (**Figure 30**) avec le traitement salin à 25 mM n'est pas significative après 3, 6, 9 jours de traitement. Par contre, à partir de la dose 50 mM on enregistre une augmentation très hautement significative pour les trois temps étudiés.

Selon le résultat acquis, le taux des sucres chez le témoin de la variété *GTA dur* passe de 0,0684 mg.g⁻¹, 0,0745 mg.g⁻¹ et 0,0741 mg.g⁻¹ à 0,16 mg.g⁻¹, 0,21 mg.g⁻¹, 0,19 mg.g⁻¹ avec la dose 100 mM après 3, 6 et 9 jours respectivement.

L'analyse de la variance à deux critères de classification (Dose x Temps) dans les racines de la variété « *GTA dur* », montre une augmentation très hautement significative (p<0,001). On remarque une augmentation de concentrations des sucres à partir de la dose 25 mM. La valeur enregistrée chez le témoin passe de 0,051 mg.g⁻¹ à 0,062 mg.g⁻¹ après 3 et 6 jours de traitement respectivement. On remarque aussi une augmentation très hautement significative avec les doses 75 mM et 100 mM, où la concentration des sucres passe de 0,060 mg.g⁻¹ et 0,072 mg.g⁻¹ à 0,068 mg.g⁻¹ et 0,088 mg.g⁻¹ avec la dose 75mM et 100 mM, après 6 et 9 jours de traitement respectivement.

Chez la variété *Semito*, la concentration des sucres dans les feuilles (**Figure 31**), révèle un résultat non significatif par rapport au témoin après 3 jours de traitement. Alors qu'après 6 et 9 jours on remarque une augmentation très hautement significative pour l'analyse de la variance à un seul critère.

La concentration des sucres chez le témoin passe de 0,071 mg.g⁻¹ à 0,093 mg.g⁻¹, 0,102 mg.g⁻¹, et de 0,069 mg.g⁻¹ à 0,116 mg.g⁻¹, 0,105 mg.g⁻¹ avec le traitement au doses 75 mM et 100 mM, après 6 et 9 jours de traitement respectivement.

Dans les racines, l'analyse de la variance à un seul critère de classification, révèle une différence très hautement significative de concentrations des sucres (p<0,001). On enregistre un taux de 0,090 mg.g⁻¹ et 0,092 mg.g⁻¹ et 0,100 mg.g⁻¹ avec la plus forte dose (100 mM) soit une augmentation de 34,32%, 39,39% et 38,88% de taux de sucre après 3, 6 et 9 jours de traitement respectivement.

b. Effet de Zinc sur la concentration des sucres solubles

Les (**Figure 32 et Figure 33**) présentent la concentration des sucres totaux de la partie aérienne et souterraine de deux variétés de blé dur *GTA dur* et *Semito* soumises au différentes doses de Zinc après 3, 6, 9 jours de traitement. L'analyse de la variance à deux critère de classification (Dose x Temps) à montrer une augmentation très hautement significative (p<0,001) de concentrations des sucres pour les deux variétés de blé et dans la partie aérienne.

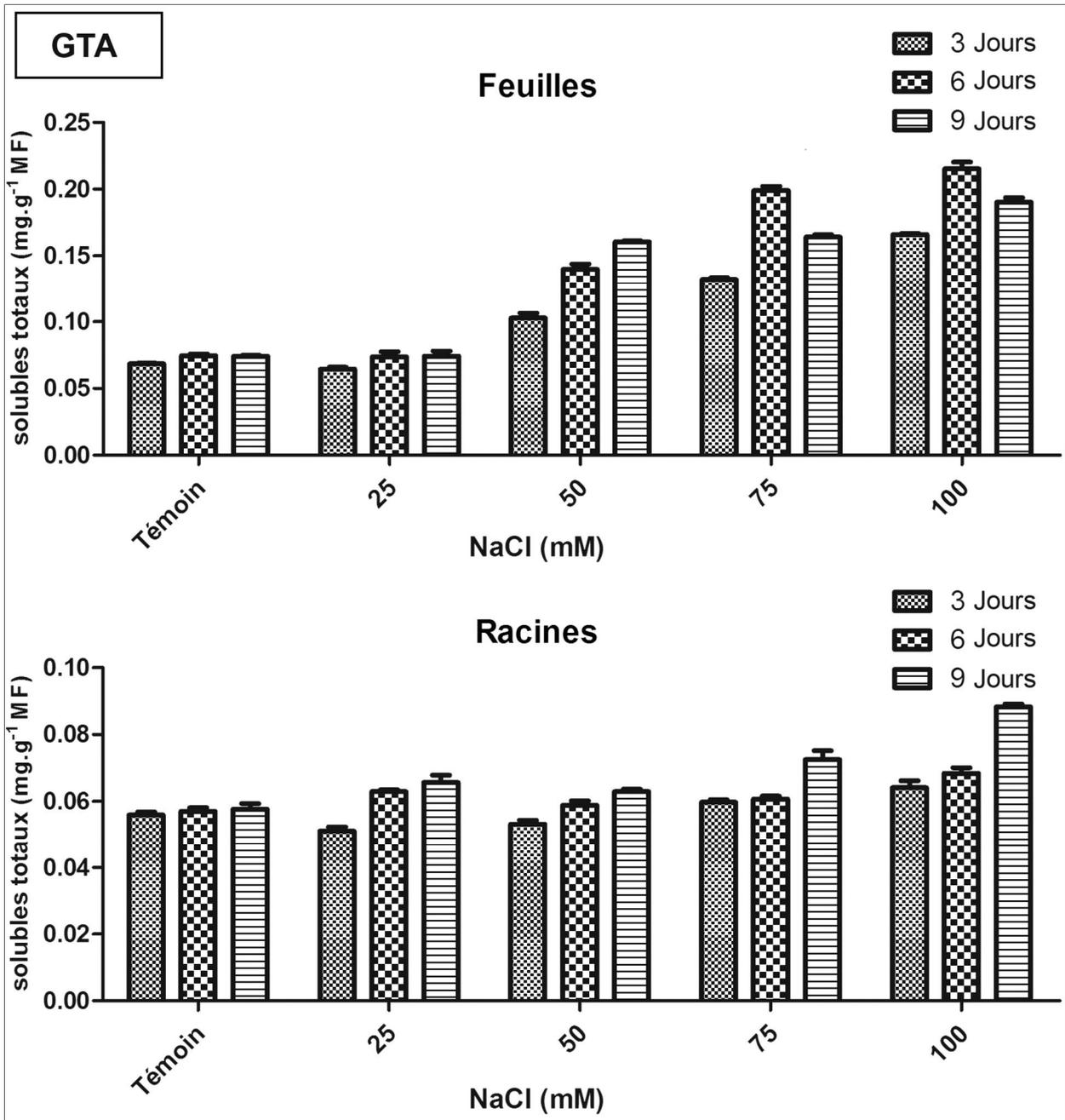


Figure 30. Concentrations des sucres totaux dans les feuilles et les racines pour de la variété « *GTA dur* » soumise au stress salin

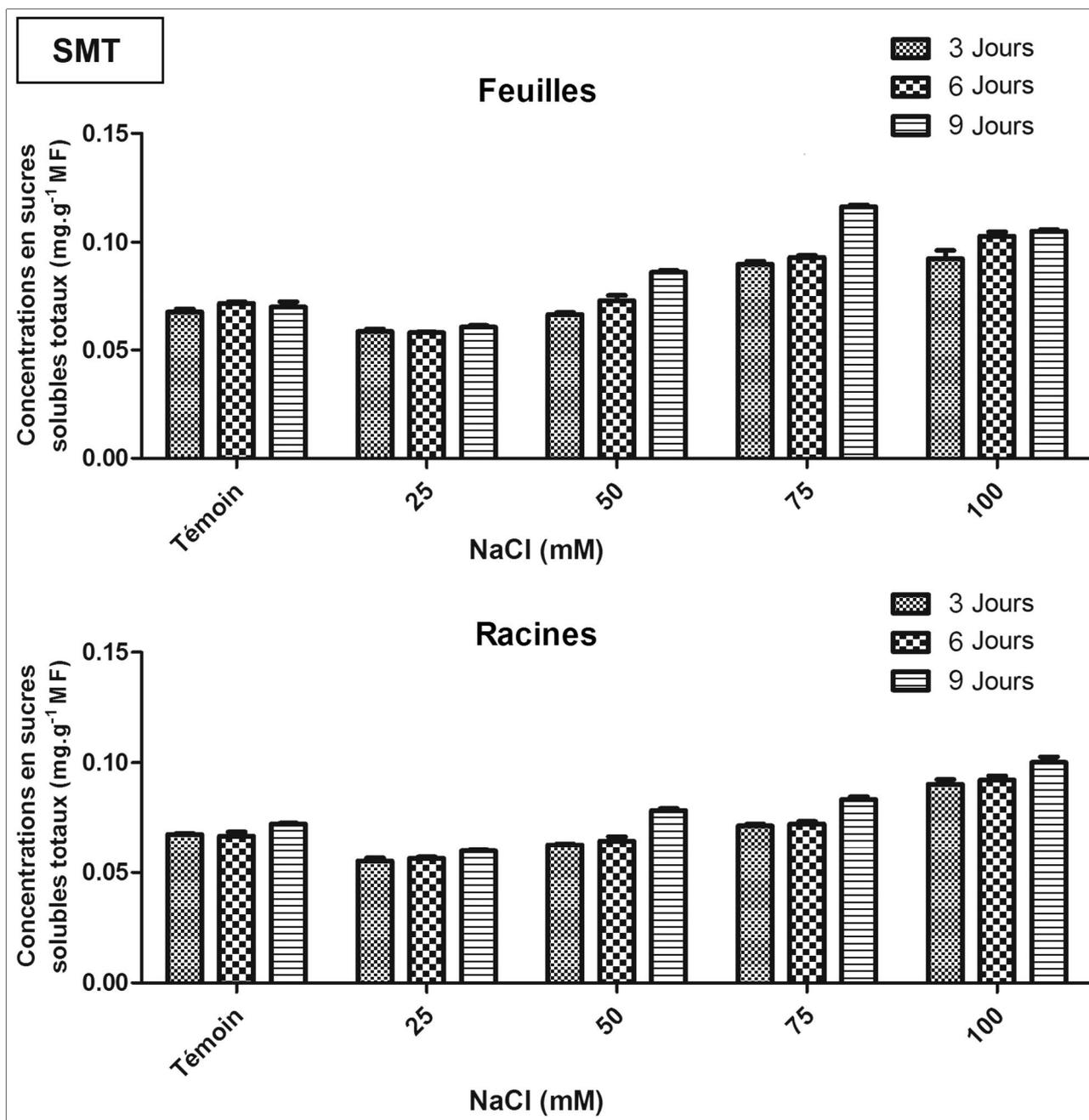


Figure 31. Concentrations des sucres totaux dans les feuilles et les racines pour de la variété « *Semito* » soumise au stress salin

Chez la variété *GTA dur*, la concentration des sucres dans les feuilles (**Figure 32**) avec le traitement à 0,12 mM ZnSO₄ enregistre une diminution significative de concentration des sucres après 3 et 9 jours de traitement. Où il passe de 0,074 mg.g⁻¹ pour le témoin, à 0,063 mg.g⁻¹. Par contre, à partir de la dose 0.25 mM on enregistre une augmentation très hautement significative pour les trois temps étudiés.

Selon le résultat acquis dans la (**Figure 32**), le taux des sucres chez le témoin de la variété *GTA dur* enregistre 0,068 mg.g⁻¹, 0,075 mg.g⁻¹ et 0,074 mg.g⁻¹ qui atteint 0,091 mg.g⁻¹, 0,116 mg.g⁻¹, 0,115 mg.g⁻¹ et 0,140 mg.g⁻¹, 0,149 mg.g⁻¹, 0,166 mg.g⁻¹ avec 0,5 et 1 mM ZnSO₄ après 3, 6 et 9 jours respectivement.

Pour les racines, l'analyse de la variance à deux critères de classification (Dose x Temps), révèle un résultat non significatif. On remarque que le résultat de traitement avec les doses 0,12 , 0,25 et 0,5 mM de Zinc, n'est pas significative sur les racines, après 3 et 6 jours de traitement, mais avec la dose 1 mM on enregistre un résultat hautement significative. Le taux des sucres passe de 0,056 mg.g⁻¹, 0,057 mg.g⁻¹ de témoin et atteint 0,064 mg.g⁻¹, 0,062 mg.g⁻¹ après 3 et 6 jours de traitement respectivement. Après 9 jours de traitement, l'analyse de la variance est hautement significative à partir de 0,25 mM ZnSO₄. La concentration de sucre passe de 0,058 µg.g⁻¹ chez le témoin, à 0,065 mg.g⁻¹ avec la dose 1 mM ZnSO₄.

Chez la variété *Semito*, la concentration des sucres dans les feuilles diminue avec les doses 0,12 et 0,25 mM de ZnSO₄ Après 3 et 6 jours de traitement. Le témoin passe de 0,067 mg.g⁻¹ à 0,055 mg.g⁻¹ de 0,071 mg.g⁻¹ à 0,058 mg.g⁻¹ et de 0,069 mg.g⁻¹ à 0,065 mg.g⁻¹ avec la dose 0,12 mM ZnSO₄ après 3, 6 et 9 jours respectivement. Alors qu'après 9 jours de traitement, l'analyse de la variance révèle un résultat non significatif pour les deux doses (0,12 et 0,25 mM). Avec les doses 0,5 et 1 mM ZnSO₄, on a une augmentation très hautement significative de la concentration des sucres où le taux des sucres atteint 0,100 mg.g⁻¹ 0,109 mg.g⁻¹ et 0,118 mg.g⁻¹ avec la dose 1mM après 3, 6 et 9 jours de traitement respectivement.

Dans les racines, l'analyse de la variance à deux critères montre une diminution significative de taux des sucres de la variété *Semito*. L'analyse de la variance à seul critère montre une diminution très hautement significative après 9 jours de traitement. D'après les résultats acquis dans la (**Figure 33**), Le taux des sucres chez le témoin passe de 0,072 mg.g⁻¹ à 0,066 mg.g⁻¹ avec la dose 1 mM ZnSO₄.

1.1.3.4 Synthèse de proline

a. Effet de stress salin sur la concentration de proline

Les (**Figure 34 et Figure 35**) présentent la concentration de proline des partie aériennes et souterraines de deux variété de blé dur *GTA dur* et *Semito* après 3, 6, 9 jours de traitement.

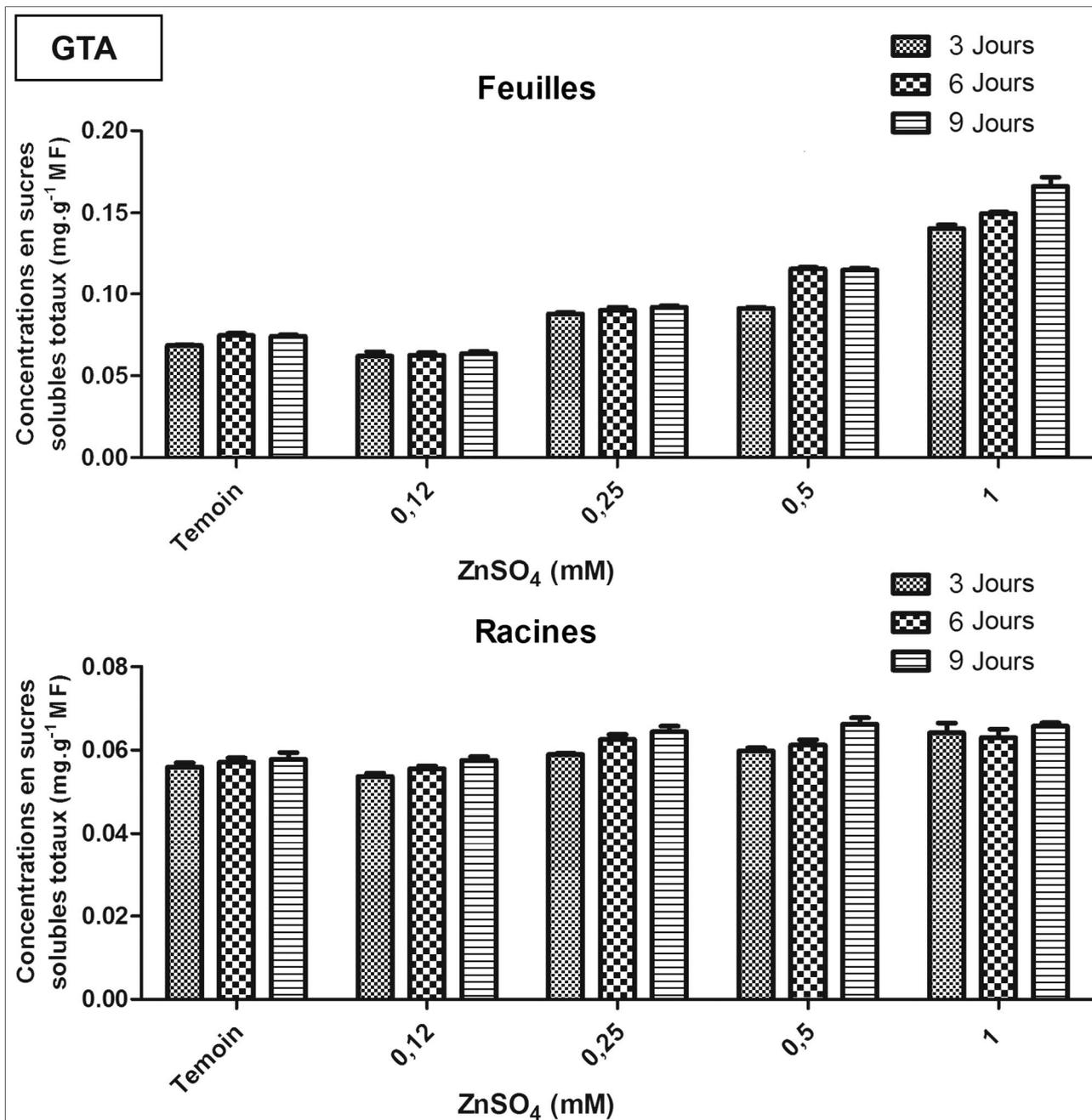


Figure 32. Concentrations des sucres dans les feuilles et racines de la variété « *GTA dur* » soumise à différent traitement au Zinc.

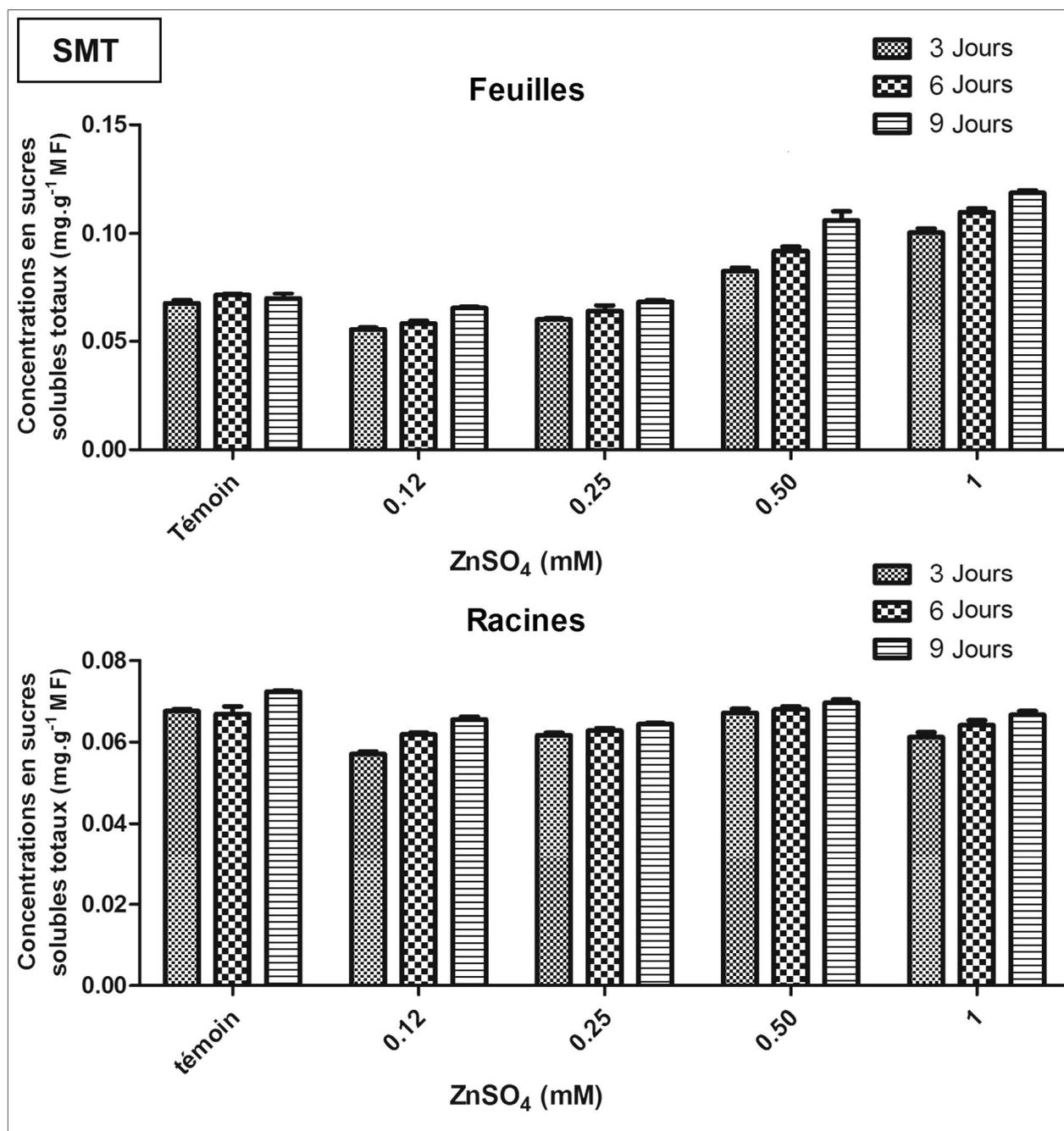


Figure 33. Concentrations des sucres dans les feuilles et racines de la variété « *Semito* » soumise à différent traitement au Zinc.

L'analyse de la variance à deux critères de classification (Dose x Temps) a montré une augmentation très hautement significative ($p < 0,001$) de la concentration de proline pour les deux variétés de blé et dans la partie aérienne et souterraine.

L'analyse de la variance a un seul critère pour la concentration de proline dans les feuilles chez la variété *GTA dur* (**Figure 34**), a montré une diminution très hautement significative par rapport au témoin ($p < 0,001$). Après 3 jours de traitement avec 25 mM de NaCl révèle un résultat non significatif. Par contre, pour le même temps de traitement (3 jours), la plus forte concentration de stress salin, montre une augmentation très hautement significative de concentration de proline où elle passe de 7,19 mg.g⁻¹ à 10,51 mg.g⁻¹ de proline accumulé dans les feuilles soit une augmentation de 46,17% par rapport au témoin.

Dans les racines, l'analyse de la variance, montre une diminution de taux de proline pour le 3^{ème} jour mais, après 9 jours de traitement on remarque une augmentation hautement significative pour les trois temps de traitement. La concentration de proline est plus remarquable dans les feuilles que dans les racines chez la variété *GTA dur*.

Chez la variété *Semito*, On remarque une diminution très hautement de la concentration de proline dans les feuilles après 3 jours de traitement (**Figure 35**). On enregistre 11,75 mg.g⁻¹ pour le témoin qui atteint 4,55 mg.g⁻¹, 8,30 mg.g⁻¹ et 8,38 mg.g⁻¹ pour les doses 25, 50 et 75 mM respectivement. Pour la dose 100 mM le résultat n'est pas significatif. Mais après 9 jours de traitement on note une augmentation remarquable avec cette dose. On enregistre une concentration de 16,92 mg.g⁻¹ par rapport au 13,66 mg.g⁻¹ de témoin.

La concentration de proline dans les racines est présentée dans la (**Figure 35**). On remarque une augmentation très hautement significative à partir de la dose 50 mM après 3 jours de traitement. On enregistre 7,65 mg.g⁻¹ pour le témoin qui passe à 10,18 mg.g⁻¹. Cette augmentation continue d'une façon très hautement significative pour les autres doses ainsi que pour le temps de traitement, où on note une augmentation qui atteint 11,02 mg.g⁻¹, 12,53 mg.g⁻¹, 12,91 mg.g⁻¹ pour le temps de traitement 3, 6, 9 jours avec la dose 100 mM par rapport au témoin qui enregistre 7,65 mg.g⁻¹, 7,95 mg.g⁻¹, 8,70 mg.g⁻¹ respectivement.

On remarque que la variété *GTA dur* accumule plus de proline dans ces feuilles et ces racines par rapport à la variété *Semito*.

b. Effet de Zinc sur la concentration de proline

Les (**Figure 36 et Figure 37**) présentent la concentration de proline des parties aériennes et souterraines de deux variétés de blé dur *GTA dur* et *Semito* soumis au traitement avec le Zinc après 3, 6, 9 jours de traitement. L'analyse de la variance à deux critères de classification (Dose x Temps) a montré une augmentation très hautement significative ($p < 0,001$) de la concentration de proline

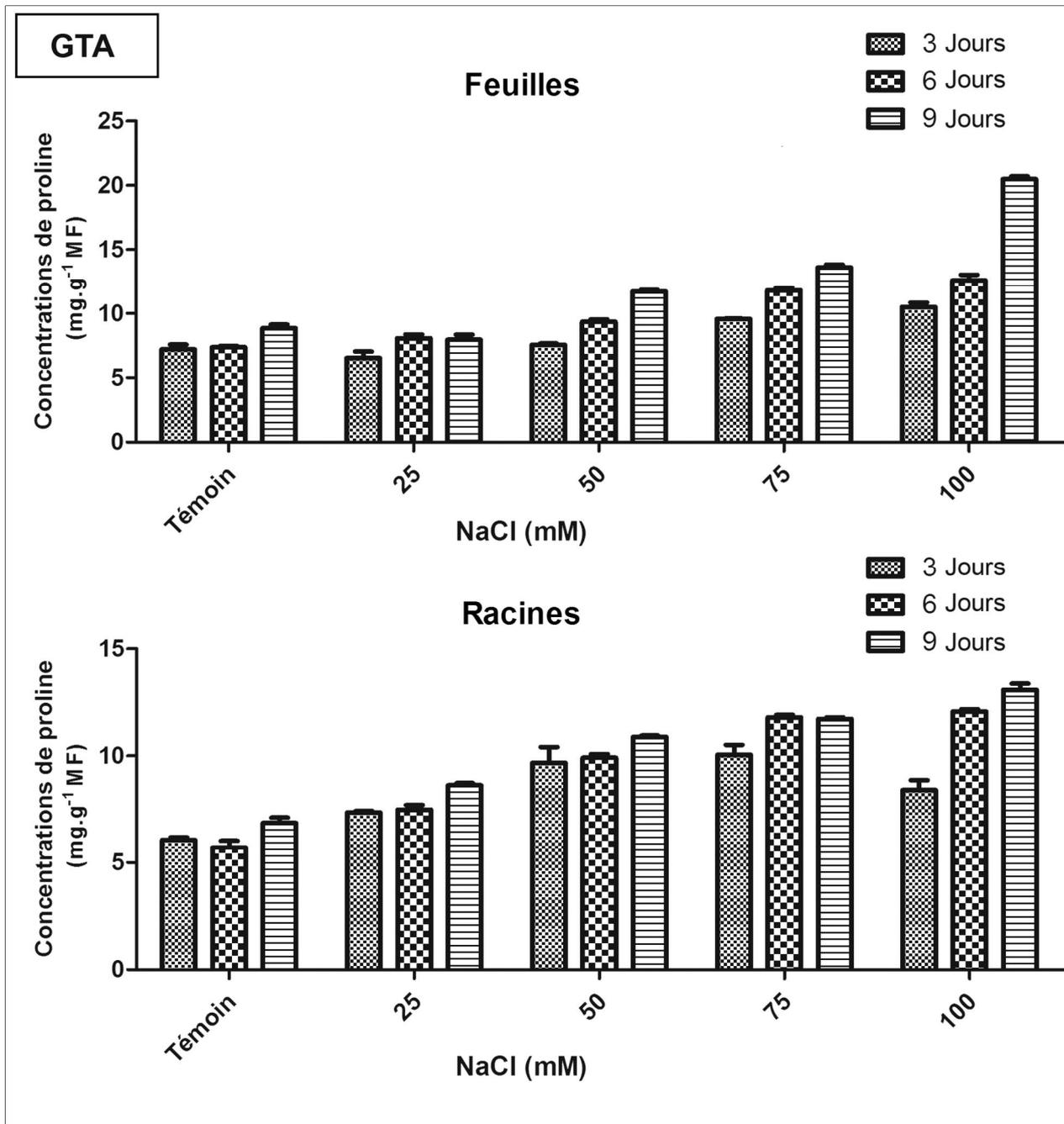


Figure 34. Concentrations de proline dans les feuilles et les racines de la variété « *GTA dur* » soumise au stress salin

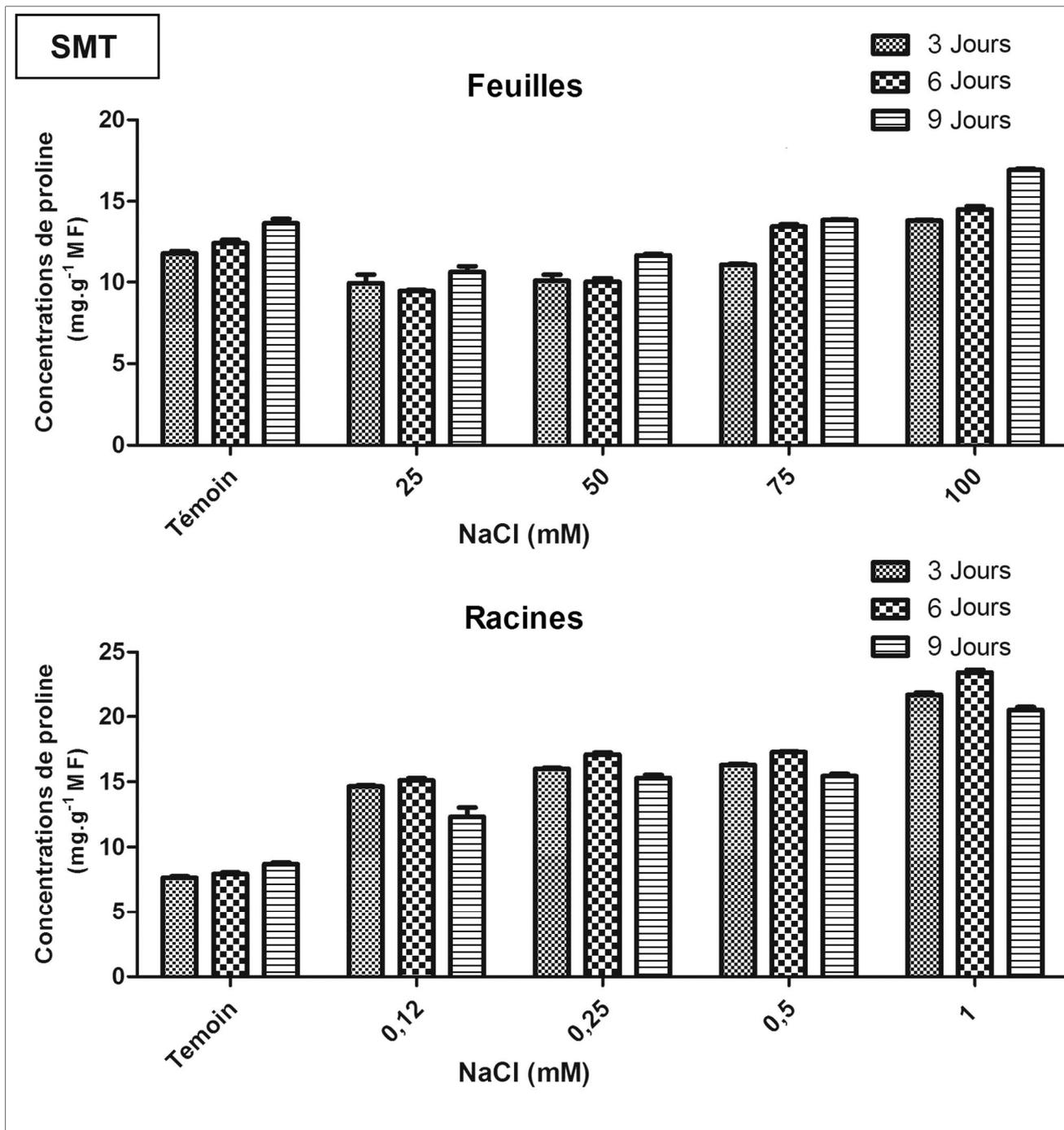


Figure 35. Concentrations de proline dans les feuilles et les racines de la variété « *Semito* » soumise au stress salin

pour les deux variétés de blé et dans la partie aérienne et souterraine.

D'après les résultats dans la (**Figure 36**), la concentration de proline dans les feuilles de la variété *GTA dur*, diminue d'une façon très hautement significative avec la dose 0,12 mM ZnSO₄ après 3 jours de traitement, elle passe de 7,19 mg.g⁻¹ à 3,77 mg.g⁻¹. Avec la dose 0,25 mM, l'analyse de la variance montre un résultat non significatif. Alors que pour les doses 0,5 et 1 mM on enregistre une augmentation très hautement significative de la concentration de proline après 3, 6 et 9 jours de traitement. On enregistre que la concentration de la proline passe de 7,19 mg.g⁻¹ 7,35 mg.g⁻¹ 8,84 mg.g⁻¹ avec le témoin, pour atteindre 9,59 mg.g⁻¹ 13,85 mg.g⁻¹ 14,6 mg.g⁻¹ et 11,21 mg.g⁻¹ 15,55 mg.g⁻¹ 17,85 mg.g⁻¹ de traitement avec les doses 0,5 et 1 mM de ZnSO₄ après 3, 6 et 9 jours de traitement respectivement. Après 6 jours de traitement, on remarque une diminution de la concentration de proline dans les feuilles de la variété *GTA dur* avec la dose 0,12 mM où elle passe de 7,35 mg.g⁻¹ à 7,25 mg.g⁻¹, mais il reste un résultat non significatif par rapport au témoin. À partir de la dose 0,25 mM on enregistre une augmentation très hautement significative, qui continue même après 9 jours de traitement. Le témoin passe de 8,84 mg.g⁻¹ à 14,07 mg.g⁻¹.

Dans les racines, avec la dose 0.12 mM ZnSO₄ on remarque une diminution de la concentration de proline. Elle passe de 6,06 mg.g⁻¹ à 3,85 mg.g⁻¹ et de 5,71 mg.g⁻¹ à 4,31 mg.g⁻¹ après 3 et 6 jours de traitement respectivement. Le résultat n'est pas significatif après 9 jours de traitement.

Le traitement avec la dose 0,25 mM de ZnSO₄ enregistre une augmentation hautement significative après 3 jours de traitement, et il devient très hautement significatif après 6 et 9 jours de traitement pour atteindre la concentration de 10,48 mg.g⁻¹ 11,93 mg.g⁻¹ respectivement.

Pour la variété *Semito* (**Figure 37**) on remarque une diminution très hautement significative de la concentration de proline dans les feuilles après 3 jours de traitement pour les doses 0,12, 0,25 et 0,5 mM ZnSO₄. Alors que, pour la dose 1 mM on enregistre une augmentation très hautement significative. Le taux de proline. Le témoin passe de 11,75 mg.g⁻¹ à 16,06 mg.g⁻¹. Après 6 jours de traitement on remarque une accumulation très hautement significative avec les doses 0,12 0,25 et 0,5 mM par rapport au 3eme jour. la concentration de proline passe de 6,41 mg.g⁻¹ à 8,72 mg.g⁻¹, de 7,87 mg.g⁻¹ à 9,56 mg.g⁻¹ et de 8,22 mg.g⁻¹ à 9,59 mg.g⁻¹ après 3 et 6 jours respectivement. La concentration de proline continue à être accumulée dans les feuilles, mais l'analyse de la variance n'est pas significative après 9 jours. Pour la dose 1 mM on enregistre une augmentation très hautement significative où le taux de proline atteint 17,90 mg.g⁻¹. On peut déduire que l'application du Zinc, résulte l'accumulation de la proline qui est plus remarquable dans les racines plus que dans les feuilles pour les deux variétés de blé dur.

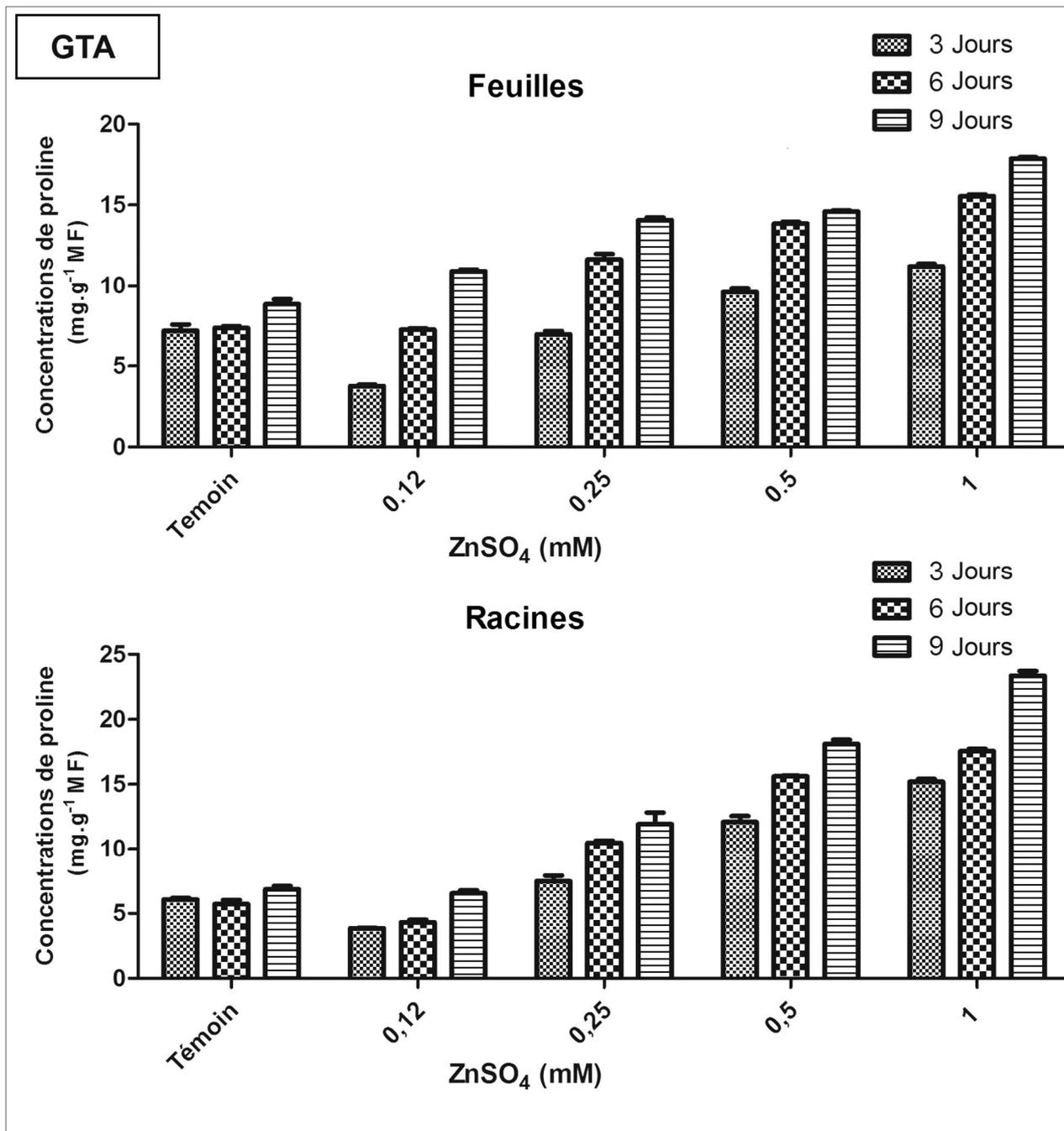


Figure 36. Concentrations de proline dans les feuilles et racines de la variété « GTA dur » soumise à différent traitement au Zinc.

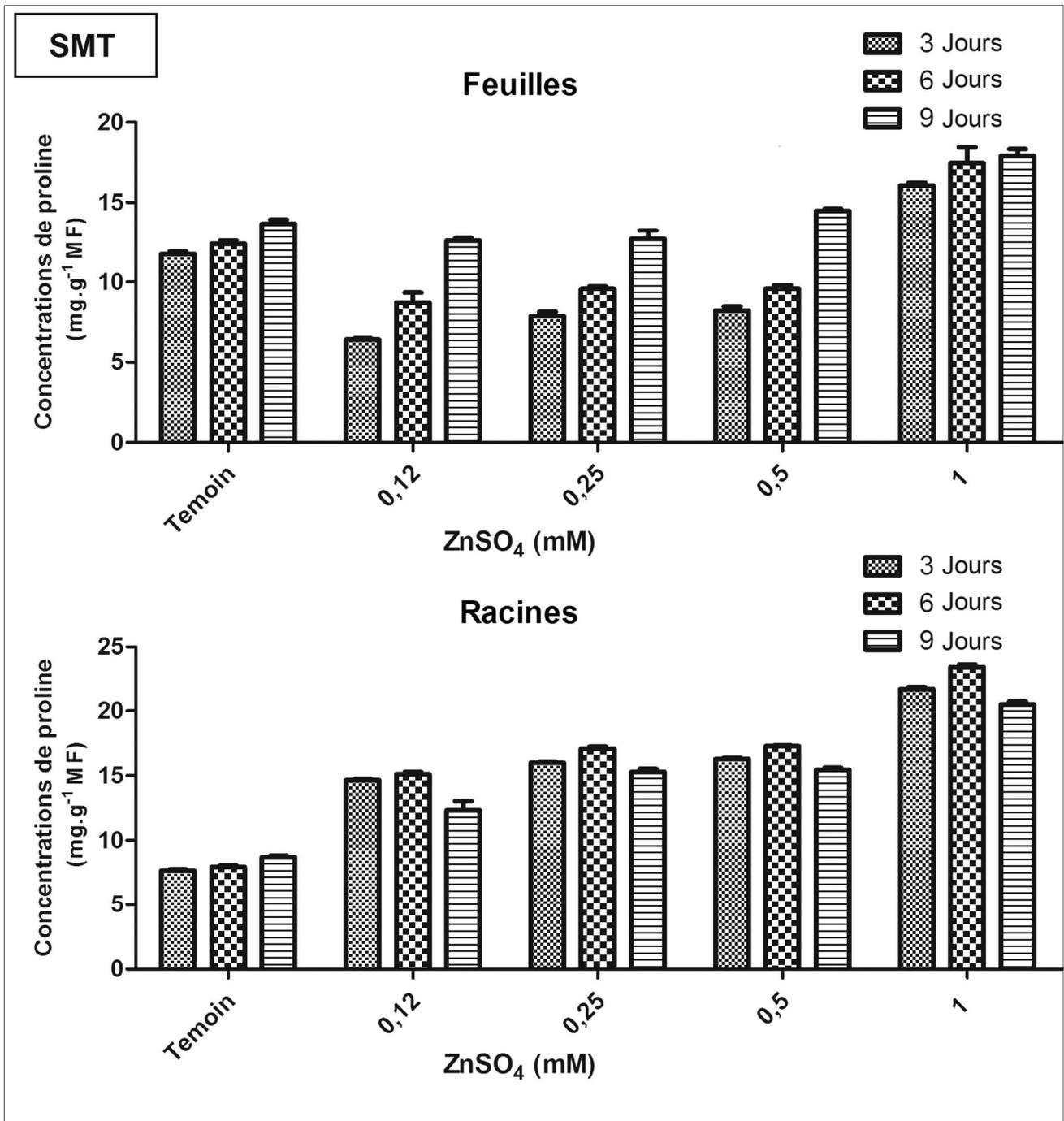


Figure 37. Concentrations de proline dans les feuilles et racines de la variété « *Semito* » soumise à différent traitement au Zinc.

Pour les plus forte doses (0,5 et 1 mM ZnSO₄), une augmentation très hautement significative dans les racines de la variété *Semito* est enregistrée après les trois temps de traitement. La concentration de proline atteint la valeur de 23,36 mg.g⁻¹ avec la dose 1 mM après 9 jours de traitement.

1.1.4 Paramètres enzymatiques

1.1.4.1 Activity catalase (CAT)

a. Effet de stress salin sur l'activité de la catalase (CAT)

Les résultats des (**Figure 38 et Figure 39**) représentent la variation de l'activité catalase au niveau des feuilles et les racines des deux variétés de blé dur.

L'analyse de la variance a seul critère de classification, montre une augmentation très hautement significative dans les feuilles de la variété *GTA dur* avec toutes les doses de traitement. On enregistre 0,447.10⁻⁷(nmol/min/mg protéines) chez le témoin qui atteint 1,426.10⁻⁷ (nmol/min/mg protéines), 1,712.10⁻⁷(nmol/min/mg protéines), 1,837.10⁻⁷ (nmol/min/mg protéines) et 2,793.10⁻⁷(nmol/min/mg protéines) avec les doses 25, 50, 75 et 100 mM respectivement. Tandis que chez la variété *Semito*, le traitement avec les faibles doses, enregistre une augmentation significative avec la dose 25 mM, et non significative avec la dose 50 mM. Le traitement au doses 75 et 100 mM on enregistre une augmentation très hautement significative de l'activité Catalase (CAT) dans les feuilles. L'activité catalase passe de 0,401.10 (nmol/min/mg protéines) à 1,390.10⁻⁷(nmol/min/mg protéines) et 1,440.10⁻⁷ (nmol/min/mg protéines) avec les doses 75 et 100 mM respectivement.

Dans les racines, l'analyse de la variance montre que le traitement avec la dose 25 mM n'est pas significatif par rapport au témoin pour les deux variétés de blé dur. Tandis qu'aux plus fortes concentrations de NaCl, on enregistre une augmentation très hautement significative de l'activité catalase chez les deux variétés de blé dur. Elle passe de 0,811.10⁻⁷ (nmol/min/mg protéines) à 3,113.10⁻⁷ (nmol/min/mg protéines) et 4,270.10⁻⁷ (nmol/min/mg protéines) chez la variété *GTA dur* et de 0,753.10⁻⁷ (nmol/min/mg protéines) à 2,235.10⁻⁷ (nmol/min/mg protéines) et 1,829.10⁻⁷ (nmol/min/mg protéines) chez la variété *Semito* avec les doses 75 et 100 mM respectivement.

a. Effet de Zinc sur l'activité catalase (CAT)

Les résultats des (**Figure 40 et Figure 41**) représentent la variation de l'activité catalase au niveau des feuilles et les racines des deux variétés de blé dur.

L'analyse de la variance a seul critère de classification, montre une augmentation hautement significative dans les feuilles de la variété *GTA dur* avec la dose 0.12 mM de traitement. À partir de la dose 0.25 mM, une augmentation très hautement significative de l'activité catalase est révélée, où on note 0,447.10⁻⁷ chez le témoin qui atteint 1,163.10⁻⁷ (nmol/min/mg protéines),

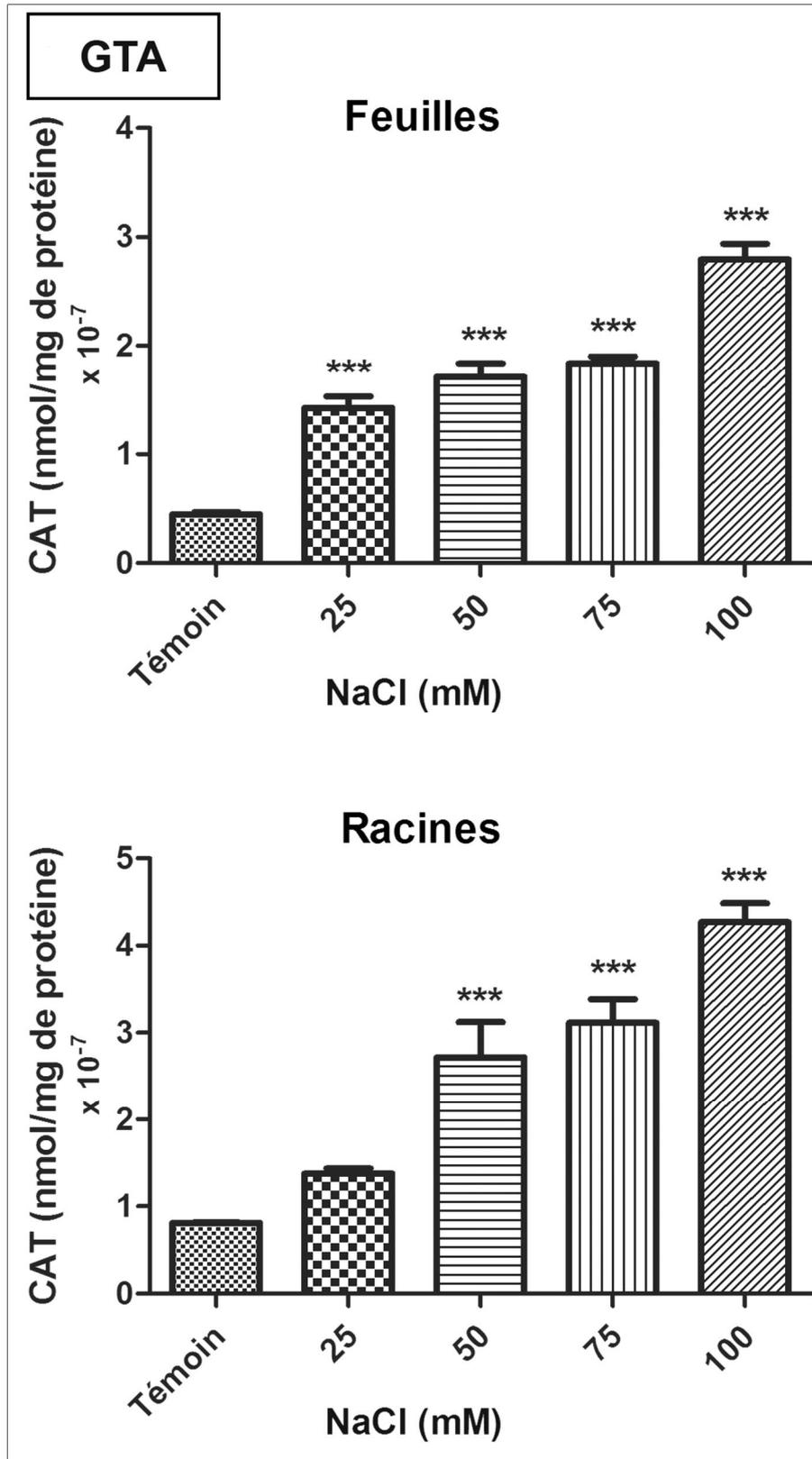


Figure 38. Effet stress salin l'activité de la catalase (CAT) dans les feuilles et les racines de la variété *GTA dur*.

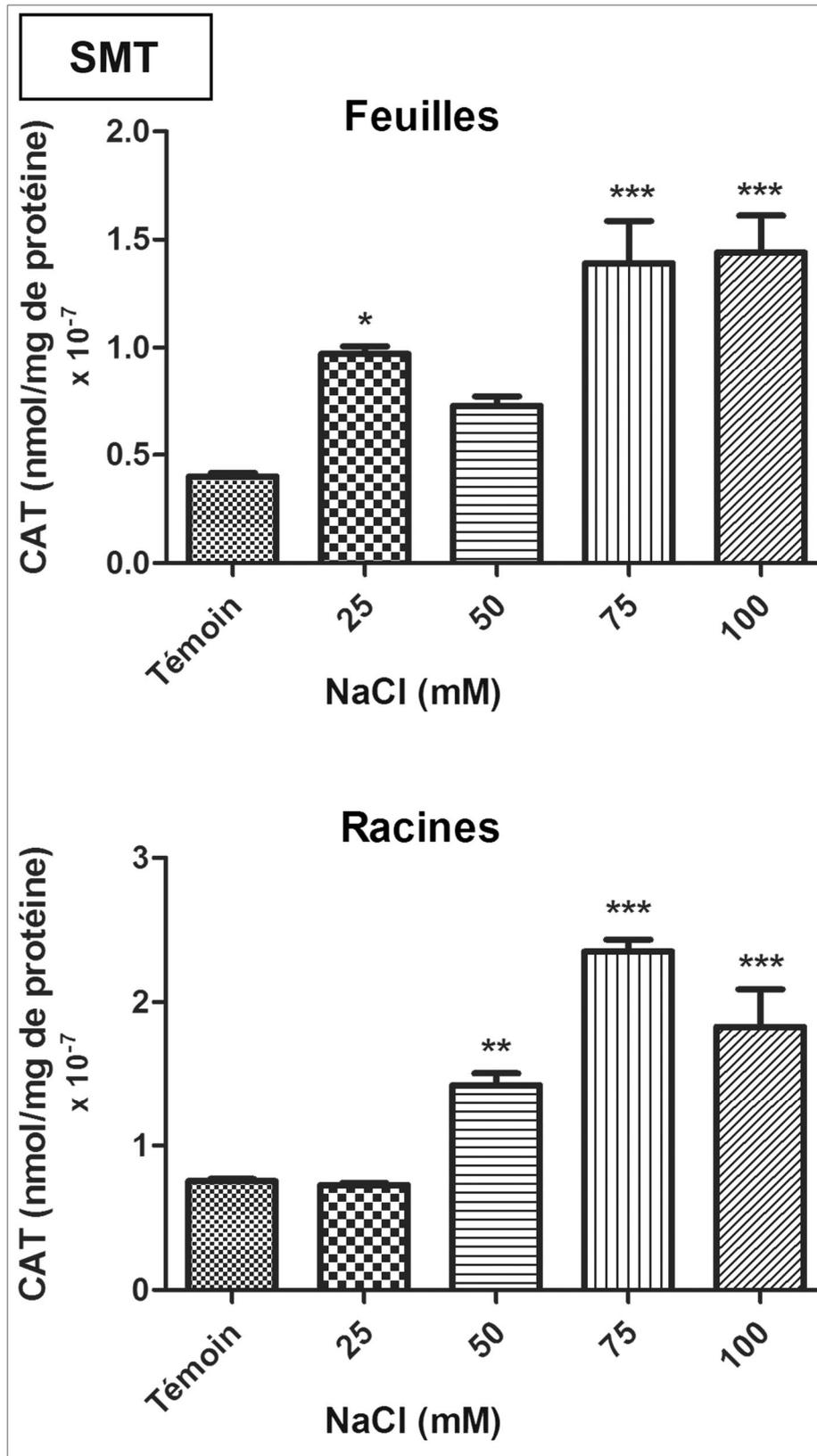


Figure 39. Effet stress salin l'activité de la catalase (CAT) dans les feuilles et les racines de la variété *Semito*.

$1,27.10^{-7}$ (nmol/min/mg protéines), et $1,178.10^{-7}$ (nmol/min/mg protéines) avec les doses 0,25, 0,5 et 1 mM respectivement. Tandis que chez la variété *Semito*, l'analyse de la variance enregistre une augmentation très hautement significative de l'activité Catalase (CAT) dans les feuilles pour toutes les doses de traitement. L'activité catalase passe de $0,401.10^{-7}$ (nmol/min/mg protéines) à $0,771.10^{-7}$ (nmol/min/mg protéines) et $1,221.10^{-7}$ (nmol/min/mg protéines) avec les doses 0,5 et 1 mM respectivement.

Dans les racines, l'analyse de la variance montre une augmentation très hautement significative chez la variété *GTA dur*. Alors que chez la variété *Semito*, la dose 0.12 mM ne semble pas affecter les racines. À partir de la dose 0,25 mM de $ZnSO_4$, l'analyse de la variance enregistre une augmentation très hautement significative de l'activité catalase. Elle passe de $0,811.10^{-7}$ à $4,889.10^{-7}$ chez la variété *GTA dur* et de $0,753.10^{-7}$ (nmol/min/mg protéines) à $2,454.10^{-7}$ (nmol/min/mg protéines) chez la variété *Semito* avec les doses 0.5 et 1 mM respectivement.

1.1.4.2 Activité de l'ascorbate peroxydase (APX)

a. Effet stress salin sur l'activité de l'ascorbate peroxydase (APX)

L'activité de l'APX mesurée des plantules des deux variétés de blé dur soumis au stress salin au niveau des feuilles et des racines sont présentées dans la figure (**Figure 42 et Figure 43**).

Les résultats montrent que le stress salin avec la plus faibles de dose de stress (25 mM NaCl) enregistre une variance n'ont significative sur l'activité enzymatique de l'APX dans les feuilles des deux variétés « *GTA dur* » et « *Semito* ». À partir de la dose 50 mM on enregistre une augmentation de hautement significative ($p < 0,01$).

L'activité enzymatique enregistrée chez le témoin passe de $0,173.10^{-5}$ (nmol/min/mg protéines) à $0,378. 10^{-5}$ (nmol/min/mg protéines) et de $0,124. 10^{-5}$ (nmol/min/mg protéines) à $0,360. 10^{-5}$ (nmol/min/mg protéines) chez la variété *GTA dur* et *Semito* respectivement. Avec les doses 75 et 100 mM, on enregistre une augmentation très hautement significative de l'activité APX dans les feuilles de deux variété. Elle atteint $0,438.10^{-5}$ (nmol/min/mg protéines) et $0,377.10^{-5}$ (nmol/min/mg protéines) chez « *GTA dur* » et « *Semito* » respectivement, avec la plus forte dose de traitement (100 mM NaCl).

Dans les racines, l'activité enzymatique APX ne semble pas affectée avec le traitement au doses 25 et 50 mM de NaCl pour les deux variétés de blé dur. Tandis qu'avec les doses 75 et 100 mM, on enregistre une augmentation très hautement significative. L'activité enzymatique passe de $0,292. 10^{-5}$ (nmol/min/mg protéines) à $0,719$ (nmol/min/mg protéines) $0,855$ (nmol/min/mg protéines) chez la variété *GTA due* et de $0,174. 10^{-5}$ (nmol/min/mg protéines) à $0,339. 10^{-5}$ (nmol/min/mg protéines) et $0,538 10^{-5}$ (nmol/min/mg protéines) chez la variété *Semito* avec les doses 75 et 100 mM respectivement.