

Une stratégie novatrice pour quantifier plus justement la teneur en protéines des farines d'insectes

Geneviève Pellerin^{1,*}, Alain Doyen¹

¹Institut sur la nutrition et les aliments fonctionnels (INAF), Université Laval, Québec, QC G1V 0A6, Canada



Introduction

Les insectes comestibles, tels que les grillons (*Acheta domesticus*, *Gryllodes sigillatus*) et les vers de farine (*Tenebrio molitor*), sont présentés comme une source durable de protéines de haute qualité. La teneur en protéines brute des insectes est généralement estimée en multipliant la teneur totale en azote (N_{total}) par un facteur de conversion azote-protéines K_p . En raison de la présence de chitine dans l'exosquelette des insectes, l'application du K_p standard, soit 6,25, conduit à une surestimation de la teneur en protéines. Le facteur K_A spécifique pour les farines d'insectes de 4,76 proposé par Janssen et al. (2017)² a été largement adopté, bien que plusieurs auteurs aient depuis obtenu des valeurs de K_p divergentes^{3,4,5}. D'autres définitions du facteur de conversion azote-protéines ont été adoptées, telles que le K_A , qui se rapporte à l'azote protéique (N_p). Cette étude visait à vérifier si l'application du facteur K_A directement à l'azote protéique (N_p) permettait d'estimer plus justement la teneur en protéines des farines d'insectes.

Méthode usuelle

$$\% \text{ Protéines} = \% N_{total} \times K_p$$

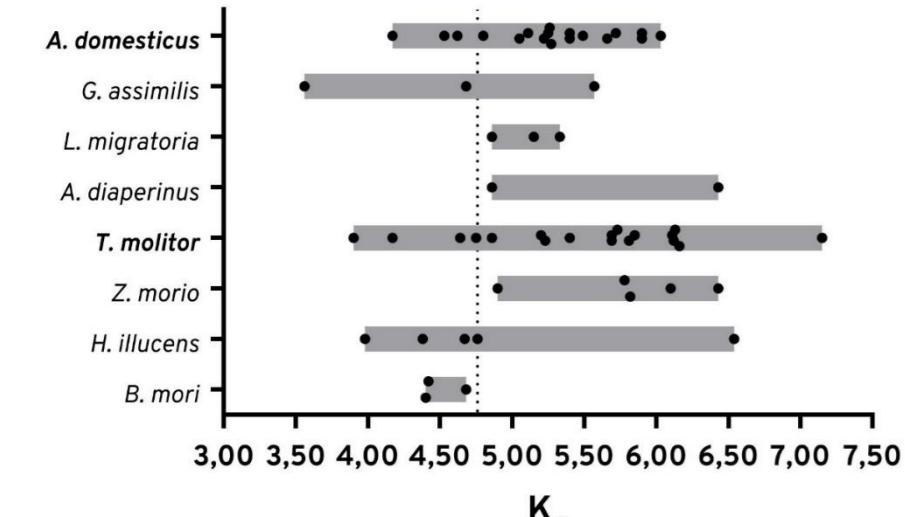


Fig. 1 : K_p reportés dans la littérature pour les farines de différentes espèces.

Méthode proposée

$$\% \text{ Protéines} = \% N_p \times K_A$$

La validité du K_A reste à être confirmée pour les farines d'insectes.

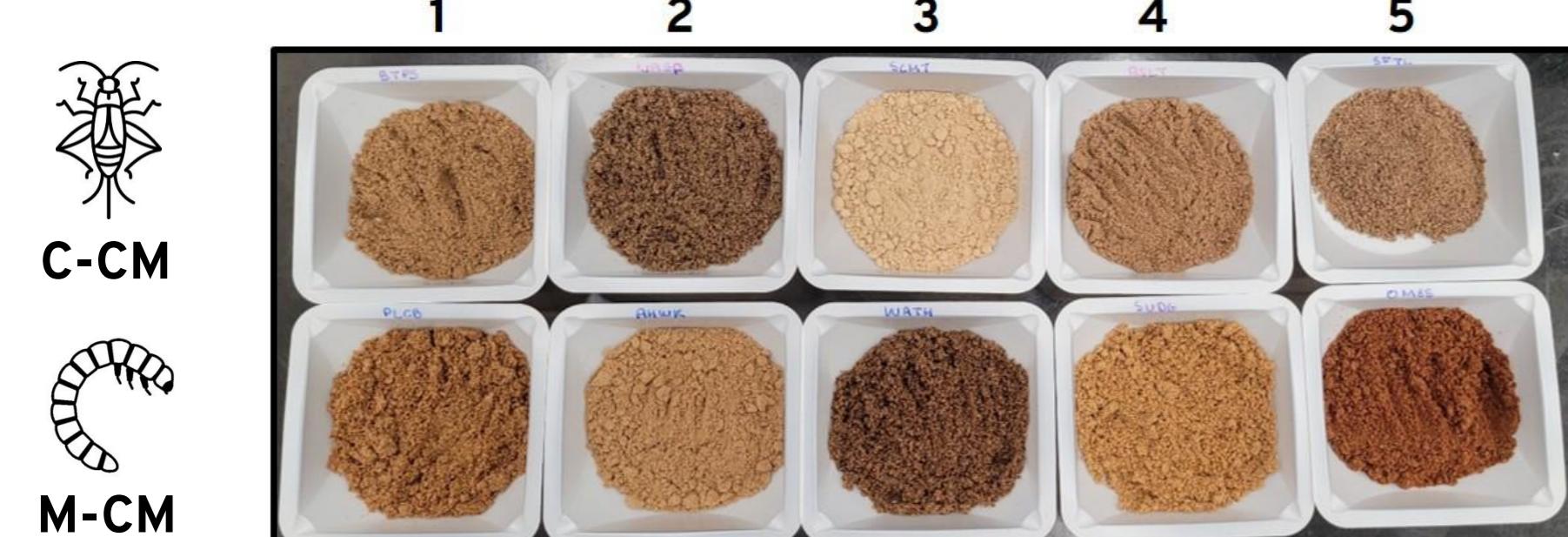
Objectifs

- Calculer les facteurs de conversion azote-protéines spécifiques aux farines de grillons (*A. domesticus*) et de ténébrions (*T. molitor*) selon deux définitions reconnues (K_p , K_A)⁶.
- Étudier l'impact de traitements thermiques usuels sur les K_p et K_A .
- Déterminer la teneur en protéines réelle des farines d'insectes en utilisant les valeurs de K_A spécifiques.

Matériels & Méthodes

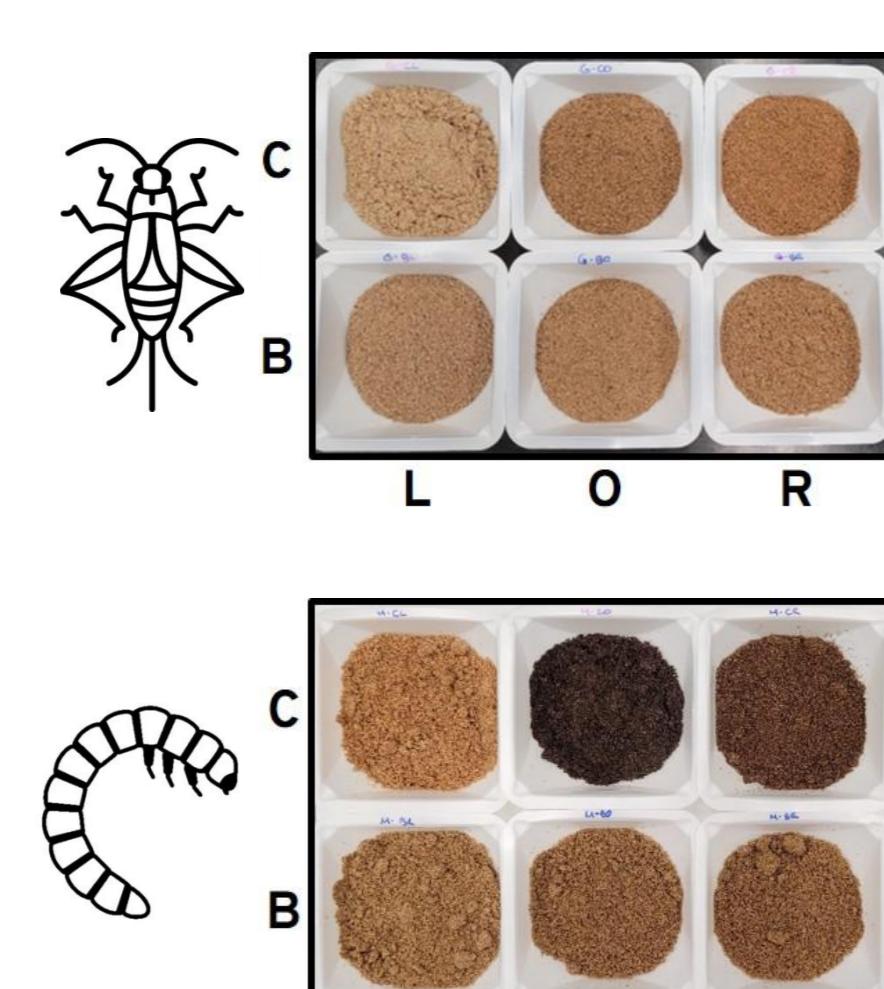
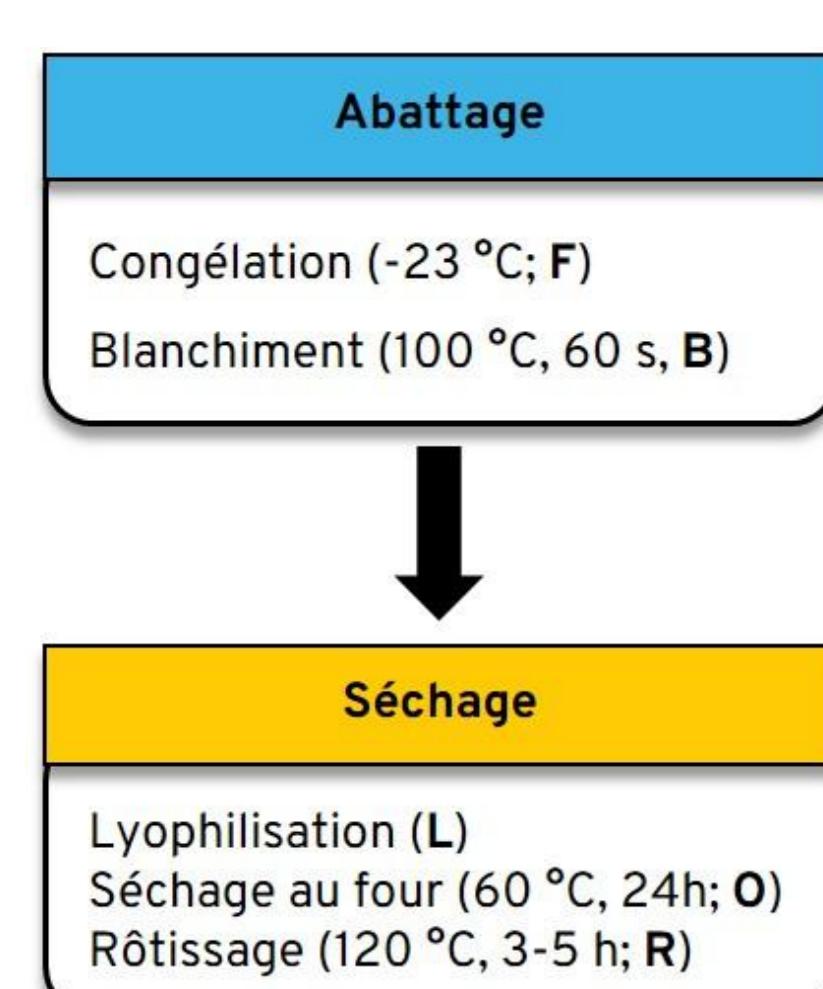
Produits d'insectes analysés

Farines d'insectes commerciales (CM)



Farines d'insectes de laboratoire

Différents traitements thermiques utilisés au niveau industriel ont été appliqués aux grillons et aux ténébrions pour produire ces farines.



Analyses

- Azote total (N_{total}) : Micro-Kjeldahl (AOAC 981.10)
- Profils en acides aminés (AA) libres et totaux (UPLC)
- Calcul des facteurs de conversion azote-protéines (K_p , K_A)

$$K_p = \frac{\sum_{i=1}^{18} m_{AA,i} (g/100 \text{ g échantillon})}{N_{total} (\% DM)}$$

Défini par N_{total}

$$K_A = \frac{\sum_{i=1}^{18} m_{AA,i} (g/100 \text{ g échantillon})}{\sum_{i=1}^{18} (m_{AA,i} (g/100 \text{ g échantillon}) \times m_{N_i} (\text{g/AA}))}$$

Défini par N_p

- Teneur en protéines brute (%) : $\% N_{total} \times 6,25$ (K_p standard)
- Teneur en protéines (%) : $\% N_{total} \times 4,76$ (K_p spécifique)

$$\text{Teneur réelle en protéines} (\%) = \text{Somme des AA (AA totaux - AA libres)} \times \frac{N_p \times K_A}{K_A \text{ spécifique}}$$

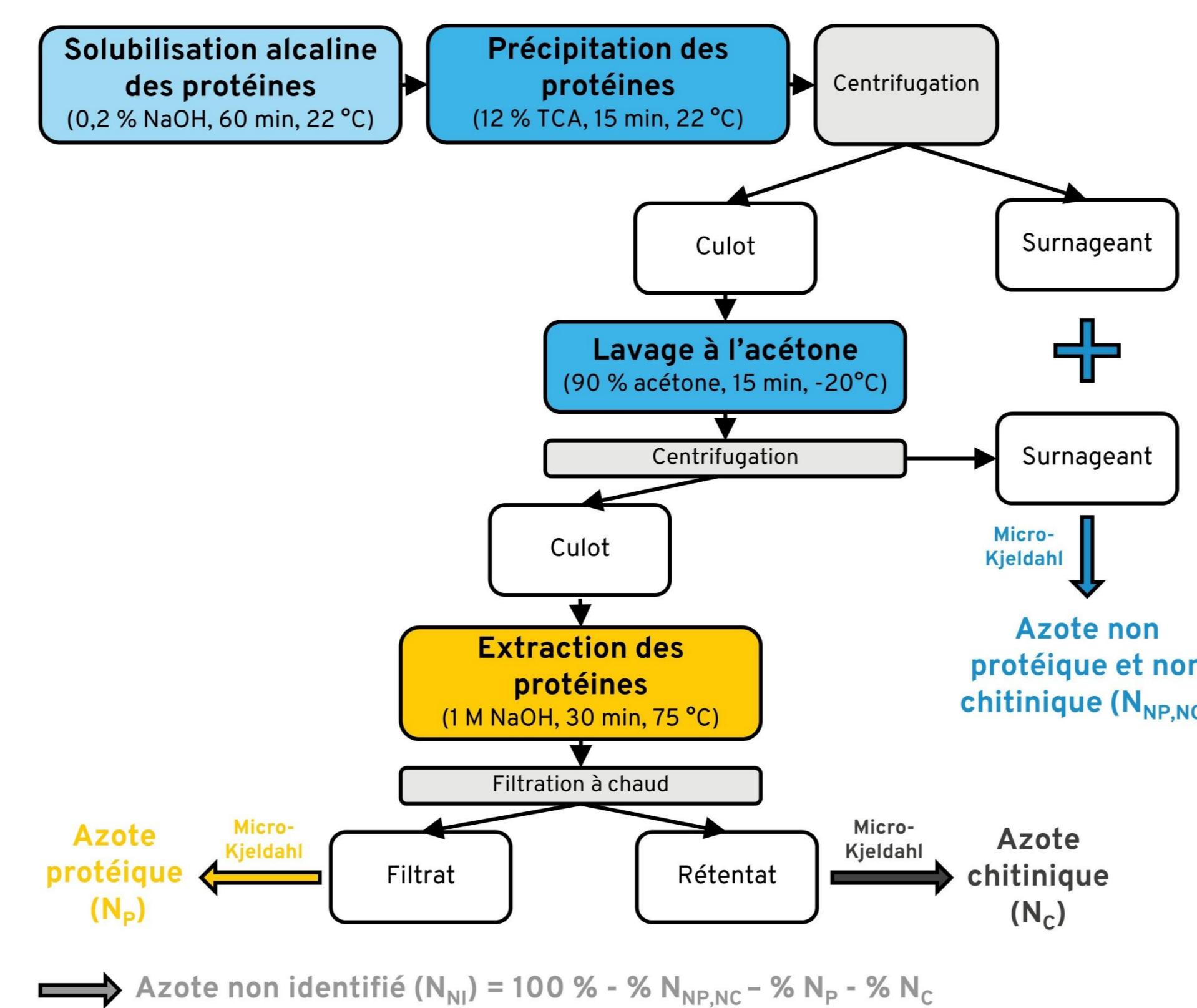
Références

- R. Janssen et al., Journal of Agricultural and Food Chemistry, 65 (2017) 2275-2278.
- I. Belghit et al., Animals, 9 (2019) 222.
- S. Boulos et al., Frontiers in Nutrition, 7 (2020) 89.
- M. Ochiai et al., Food Chemistry, 454 (2024) 139781.
- C. Perez-Santaescolastica et al., Foods, 12 (2023) 4090.
- J. Mossé, Journal of Agricultural and Food Chemistry, 38 (1990) 18-24.

Matériels & Méthodes

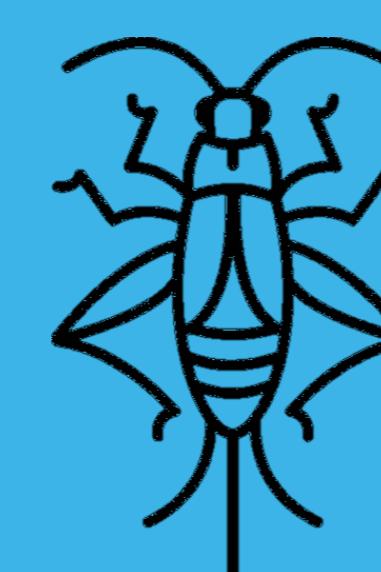
Distribution de l'azote et détermination de N_p

La distribution de l'azote a été analysée pour les farines commerciales seulement.



Résultats marquants

1. Facteurs de conversion azote-protéines



Farines de grillons (*A. domesticus*, *G. sigillatus*)

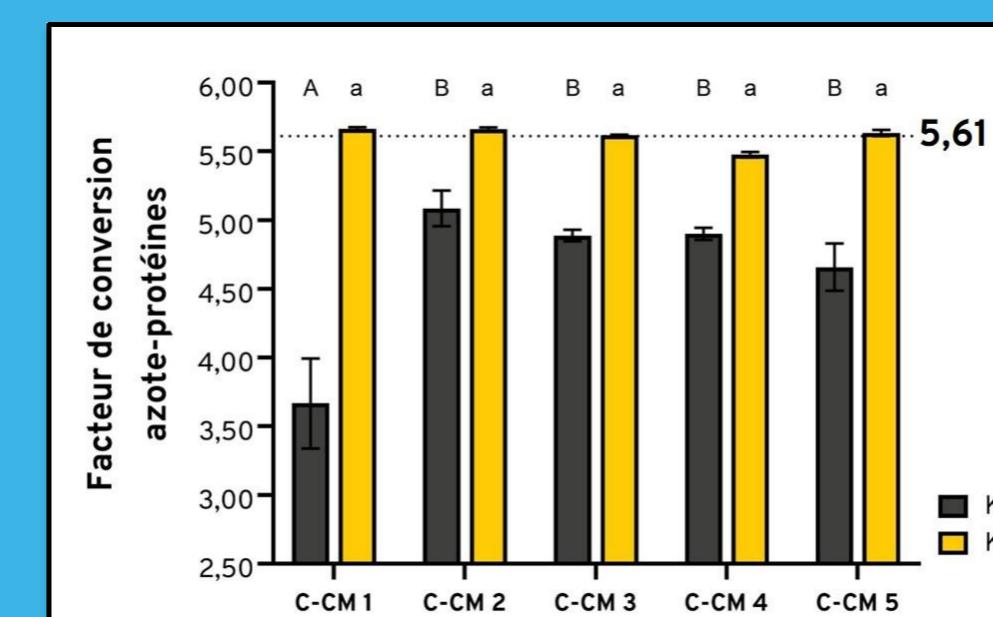


Fig. 2 : Facteurs de conversion azote-protéines (K_p , K_A) calculés pour les farines commerciales de grillons.

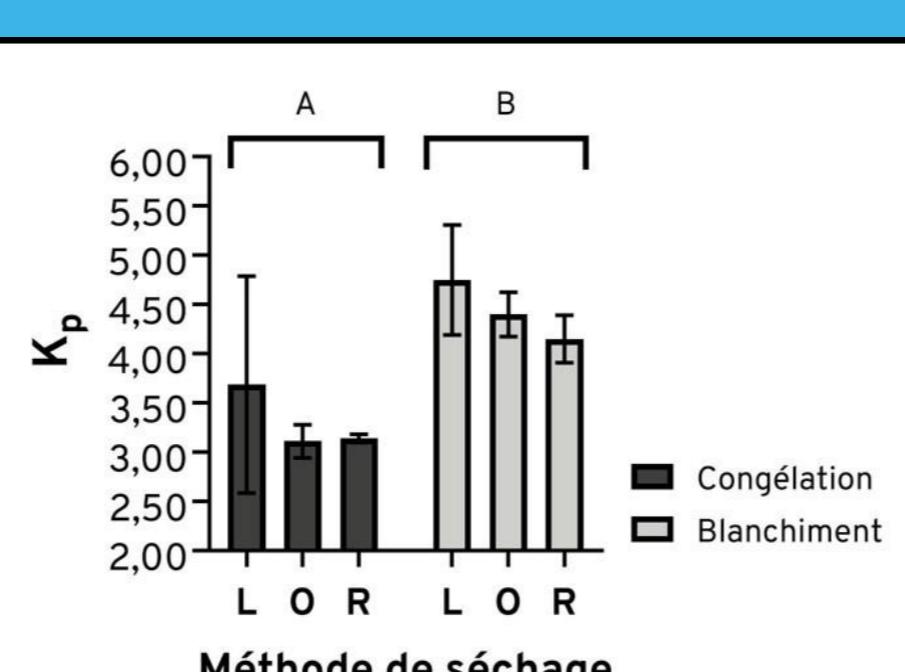


Fig. 3 : Facteurs de conversion azote-protéines (K_p , K_A) calculés pour les farines de grillons produites en laboratoire suivant différents traitements thermiques.

- Le facteur K_p différait significativement d'une farine à l'autre, et sa valeur était influencée par la méthode d'abattage.
- La valeur du K_A de toutes les farines de grillons convergeait vers $5,61 \pm 0,07$, peu importe le traitement appliqué.

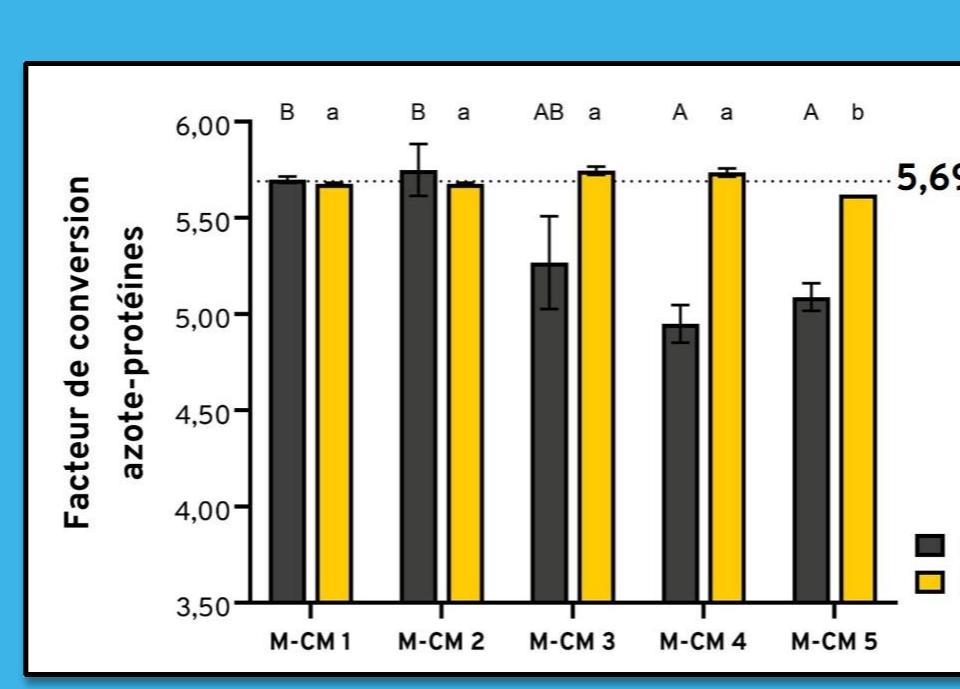
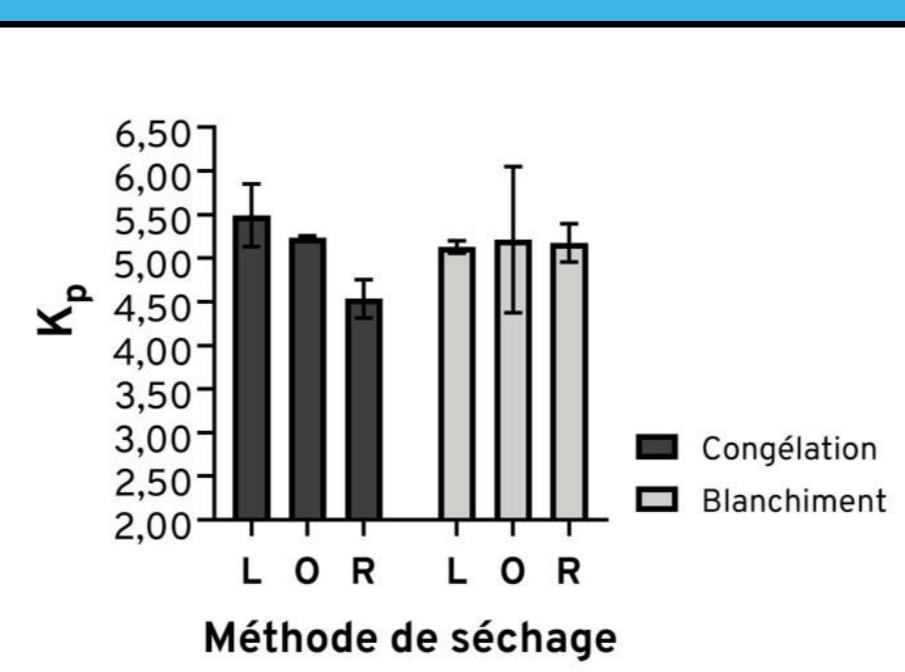


Fig. 4 : Facteurs de conversion azote-protéines (K_p , K_A) calculés pour les farines commerciales de ténébrions.



- Les températures de séchage élevées avaient tendance à diminuer la valeur du K_p , mais pas celle du K_A .
- La valeur du K_A des produits de ténébrions s'élevait à $5,69 \pm 0,05$.

Remerciements

Les auteurs remercient Mylène Brochu (TransBIOtech, Lévis, QC, Canada) pour son aide avec les analyses de la composition en acides aminés. G. Pellerin est soutenu financièrement par une bourse de doctorat du Fonds de recherche du Québec – Nature et technologies (FRQNT). Cette étude est financée par le Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada (CRSNG) (Subvention # RGPIN-2021-02654 à Alain Doyen).

Résultats & Discussion

2. Distribution de l'azote

Distribution de l'azote dans les farines d'insectes commerciales

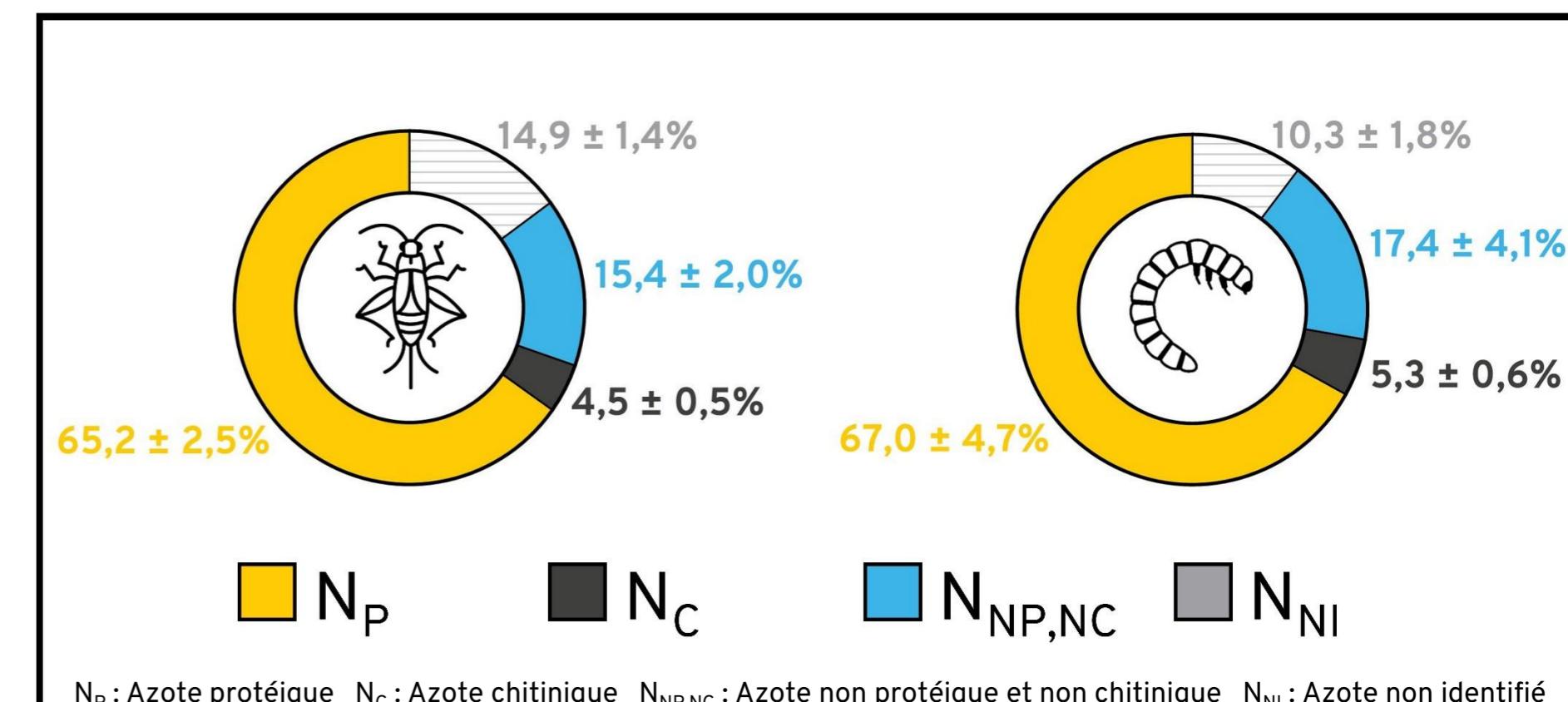


Fig. 6 : Distribution de l'azote dans les farines commerciales de grillons (gauche) et de ténébrions (droite).

Représente deux tiers de N_{total} ; proportion plus basse que reporté dans la littérature (74-97 % de N_{total})^{1,3,4}

Varie d'une farine à l'autre. Majoritairement des AA libres (1,9-5,6 % des AA) et des peptides. Influencé par le procédé (réaction de Maillard, dégradation de Strecker, réactions enzymatiques) et la manipulation (dégradation microbienne).

Suggère une dégradation des AA et la libération d'ammoniac durant l'extraction alcaline des protéines.

3. Teneur en protéines des farines d'insectes

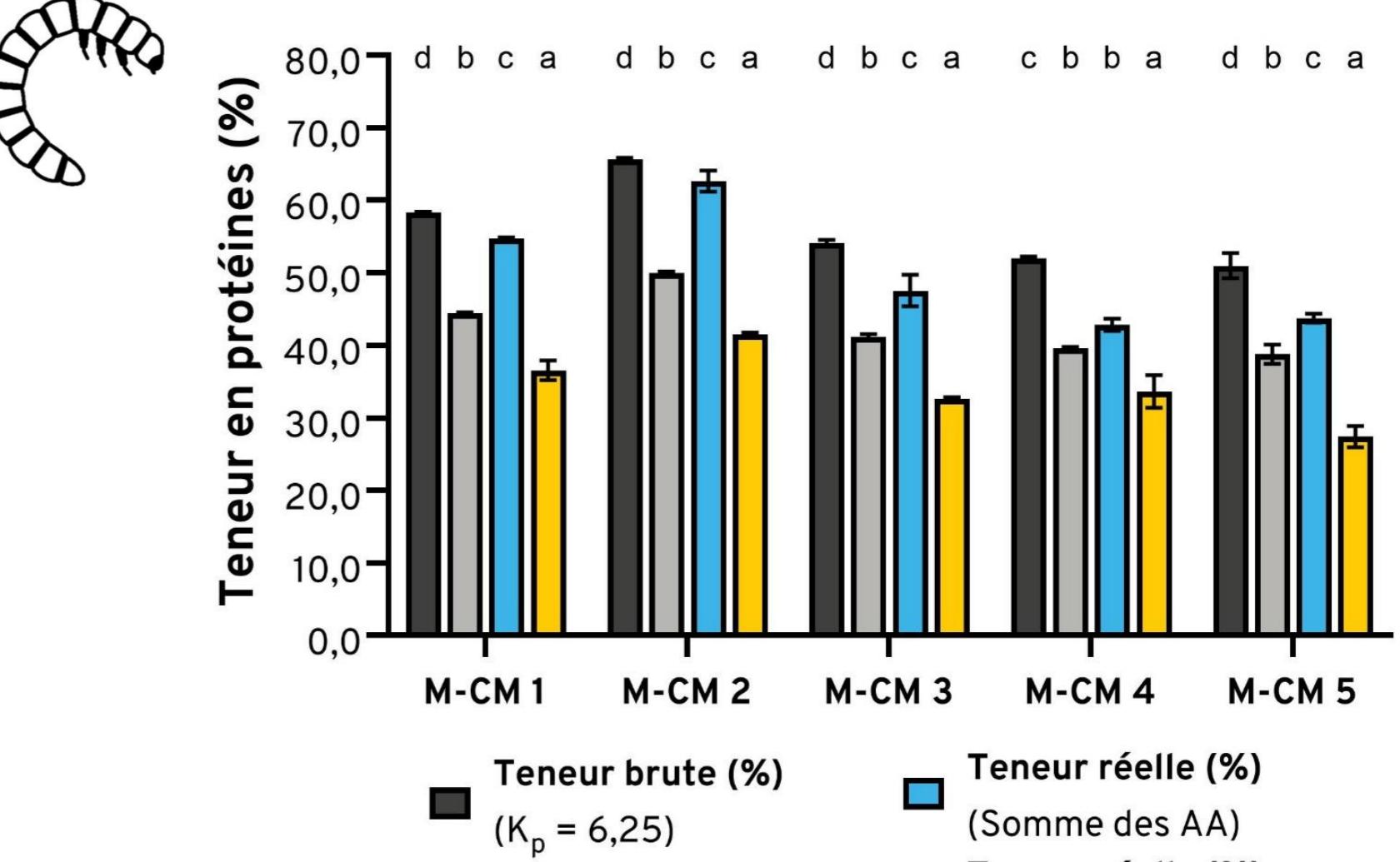
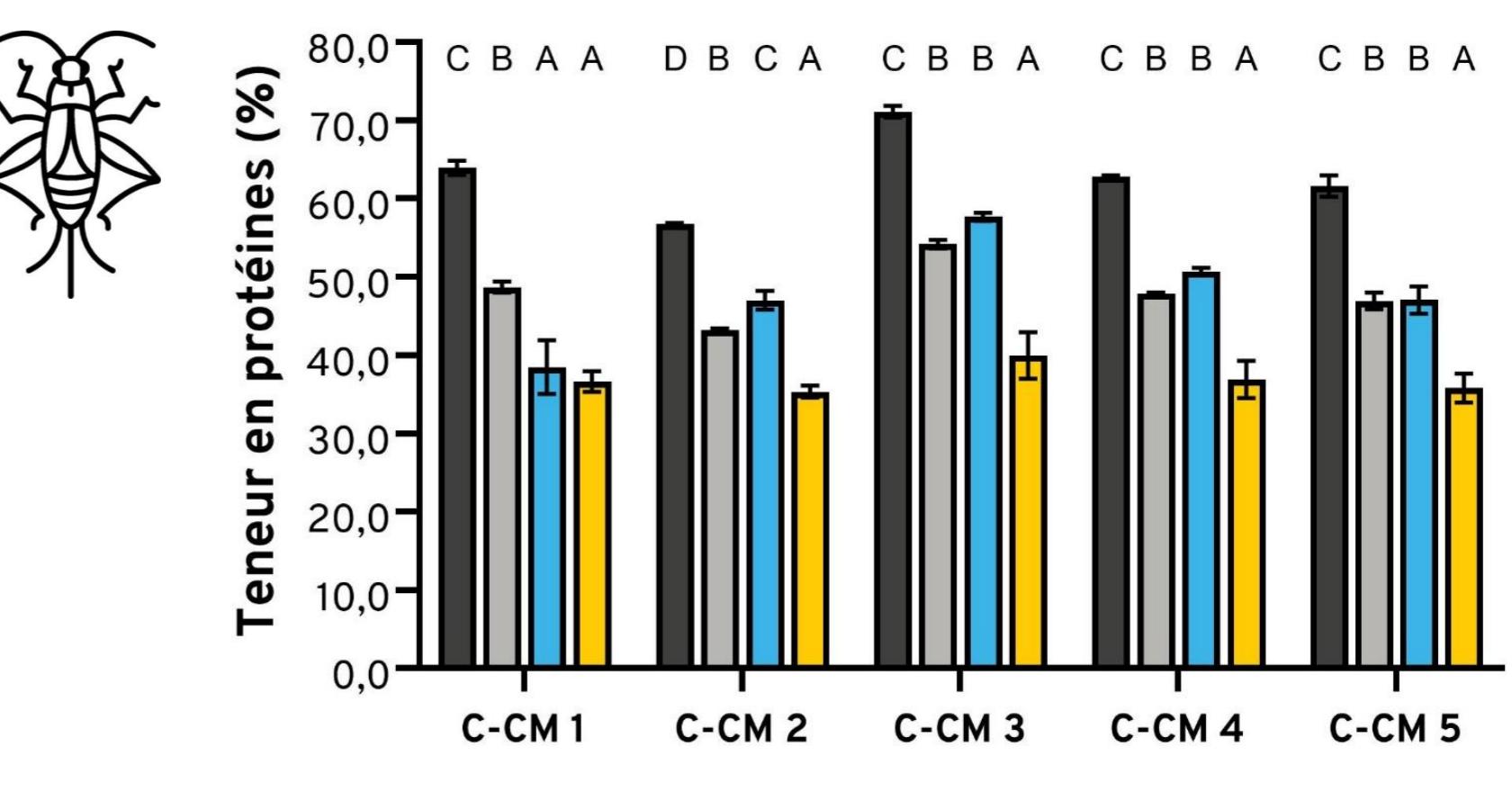
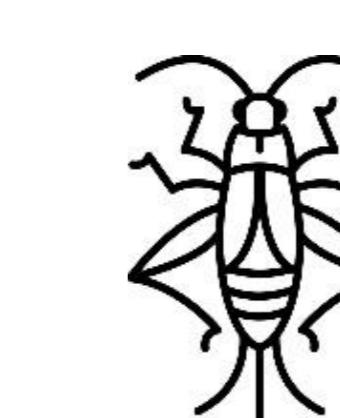


Fig. 7 : Teneurs brutes et réelles en protéines (% base sèche) dans les farines commerciales de grillons (haut) et de ténébrions (bas).

Méthode $\% N_p \times K_A$: plus juste ?
→ Sous-estimation possible de la teneur en protéines explicable par $\% N_{NI}$

Conclusion & Perspectives



$$K_A = 5,61$$



$$K_A = 5,69$$

L'approche suggérée ($\% N_p \times K_A$) est prometteuse, mais sa justesse reste à confirmer due à la sous-estimation potentielle de $\% N_{NI}$.

Perspectives

- Identifier la nature de $\% N_{NI}$: Capturer et quantifier l'azote volatil.
- Comprendre pourquoi le K_p est non reproduit : Suivre la dégradation des AA et leur réactivité avec d'autres composés (causées par les traitements thermiques et par l'hydrolyse acide).

Impact de la recherche

- Proposer une nouvelle méthode d'analyse des protéines optimisée pour les produits d'insectes comestibles : Pertinent pour les laboratoires d'analyses alimentaires.