

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

Geneviève Pellerin<sup>1,\*</sup>, Alain Doyen<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Institut 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*, *Gryllobates sigillatus*) et les vers de farine (*Tenebrio molitor*), sont présentés comme une source durable de protéines de haute qualité<sup>1</sup>. 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  $K_p$  spécifique pour les farines d'insectes de 4,76** proposé par Janssen et al. (2017)<sup>2</sup> a été largement adopté, bien que plusieurs auteurs aient depuis obtenu des **valeurs de  $K_p$  divergentes**<sup>3,4,5</sup>. 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 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

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

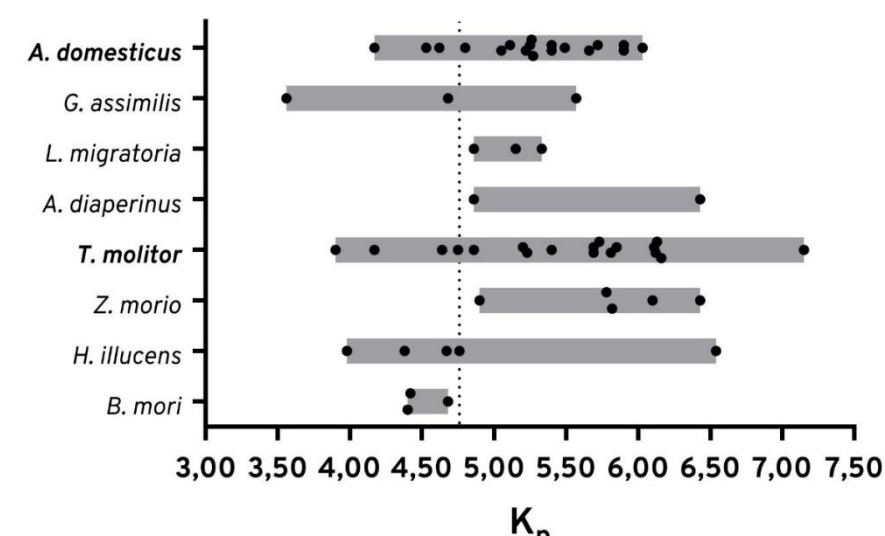


Fig. 1 :  $K_p$  reportés dans la littérature pour les farines de différentes espèces.

### Méthode proposée

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

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

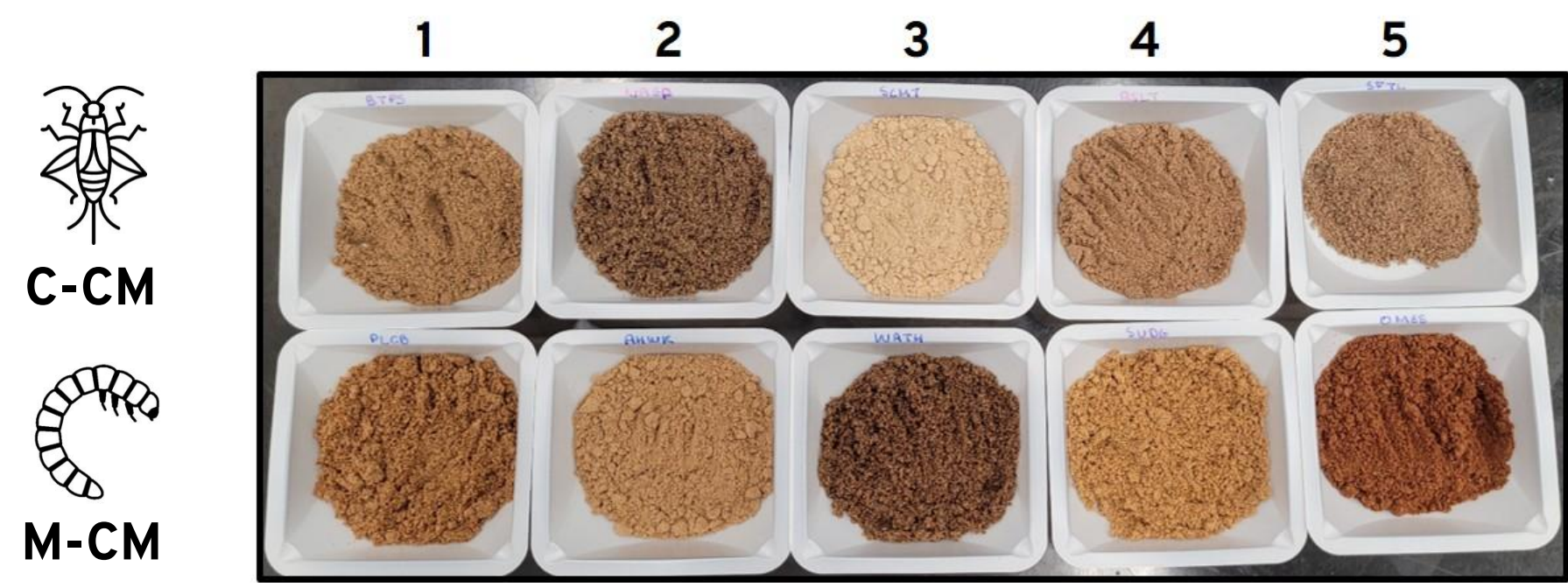
## Objectifs

- Calculer les **facteurs de conversion azote-protéines spécifiques** aux farines de grillons (*A. domesticus*) et de ténébrions (*T. molitor*) selon deux définitions reconnues ( $K_p$ ,  $K_A$ )<sup>6</sup>.
- 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

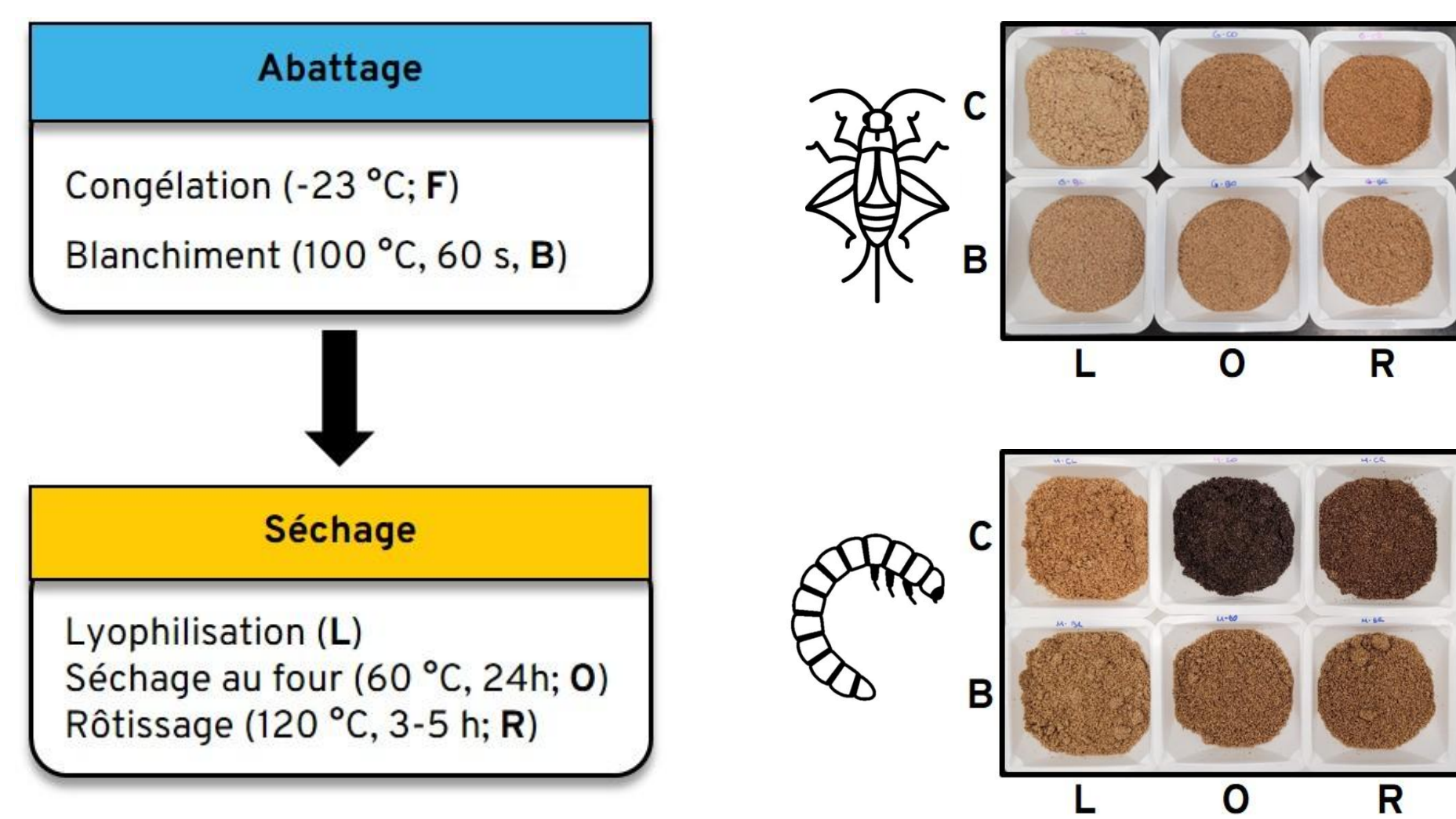
### Produits d'insectes analysés

#### 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** ( $K_p$ ,  $K_A$ )

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

Défini par  $N_{total}$

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

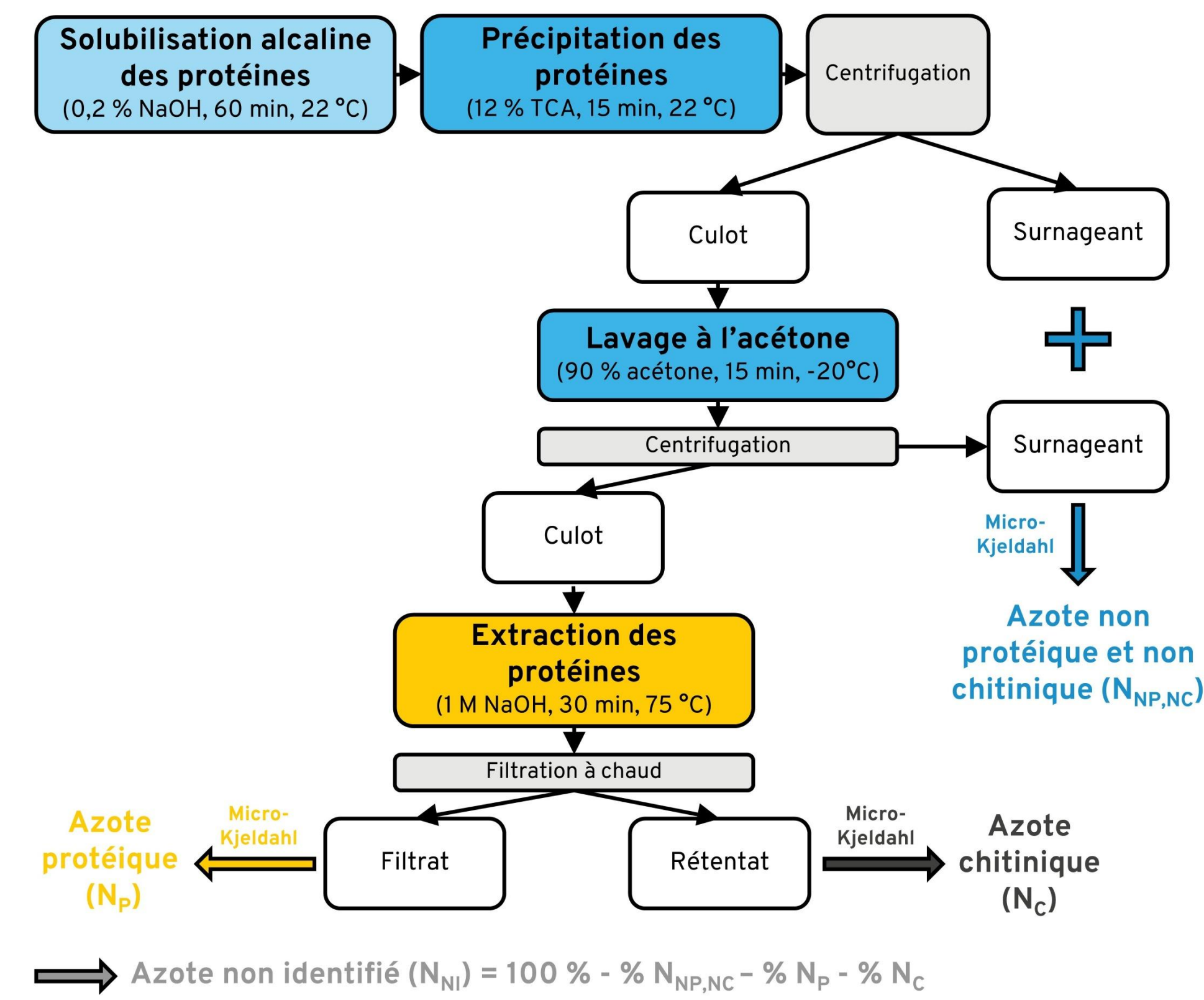
Défini par  $N_p$

- Teneur en protéines brute (%)**  
 $\% N_{total} \times 6,25$  ( $K_p$  standard)  
 $\% N_{total} \times 4,76$  ( $K_p$  spécifique)
- Teneur réelle en protéines (%)**  
Somme des AA (AA totaux - AA libres)  
 $\% N_p \times K_A$  ( $K_A$  spécifique)

## Matériels & Méthodes

### Distribution de l'azote et détermination de $N_p$

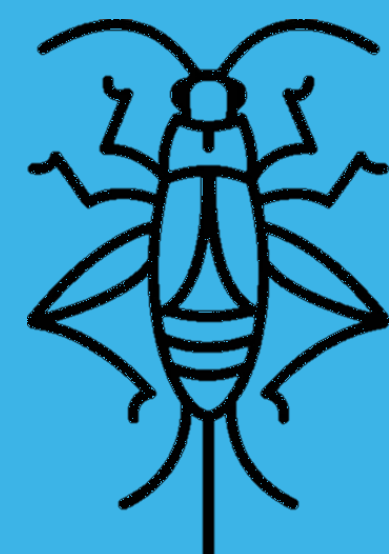
La distribution de l'azote a été analysée pour les farines commerciales seulement.



$$\text{Azote non identifié (N}_{NI}) = 100 \% - \% N_{NP,NC} - \% N_p - \% N_c$$

## Résultats marquants

### 1. Facteurs de conversion azote-protéines



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

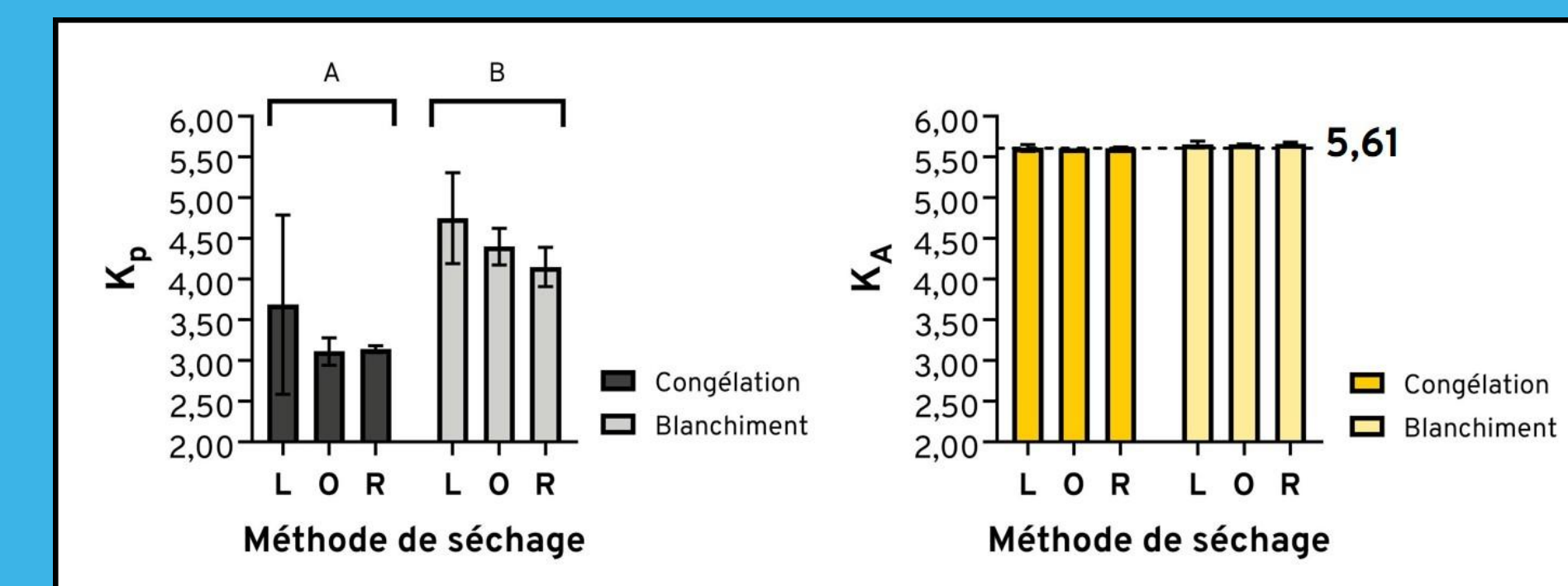


Fig. 2 : Facteurs de conversion azote-protéines ( $K_p$ ,  $K_A$ ) calculés pour les farines commerciales de grillons.

- 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 convergait vers  $5,61 \pm 0,07$ , peu importe le traitement appliqué.

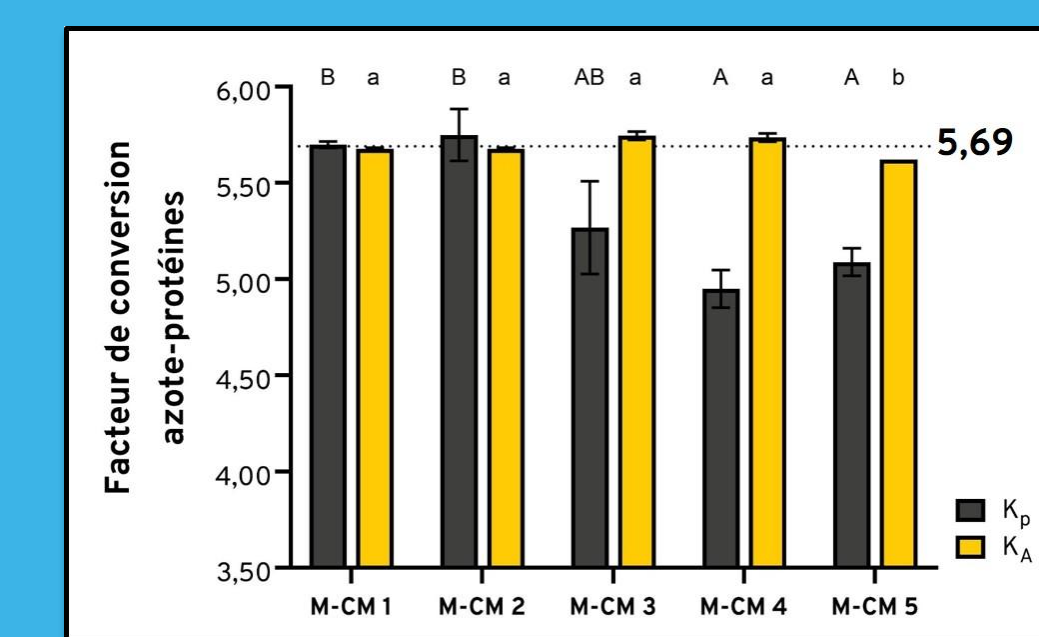
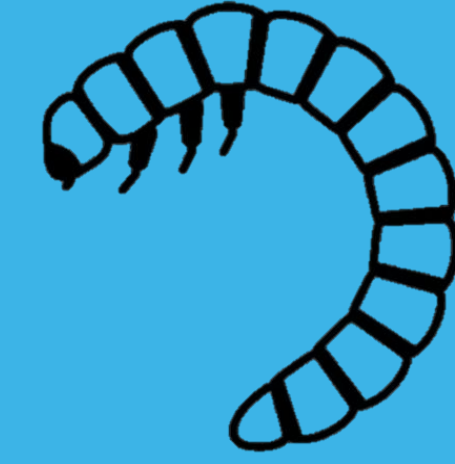


Fig. 3 : Facteurs de conversion azote-protéines ( $K_p$ ,  $K_A$ ) calculés pour les farines de grillons produites en laboratoire suivant différents traitements thermiques.



#### Farines de ténébrions (*T. molitor*)

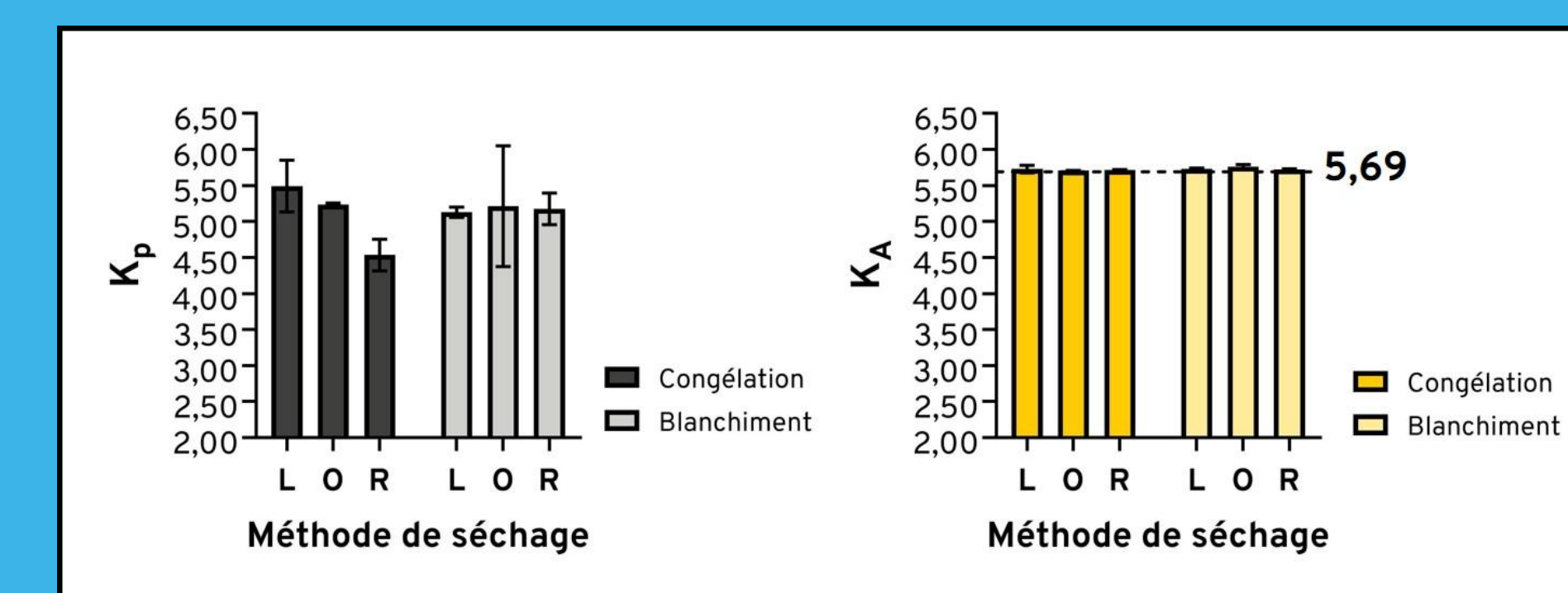


Fig. 4 : Facteurs de conversion azote-protéines ( $K_p$ ,  $K_A$ ) calculés pour les farines commerciales de ténébrions.

- 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  $5,69 \pm 0,05$ .

## Résultats & Discussion

### 2. Distribution de l'azote

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

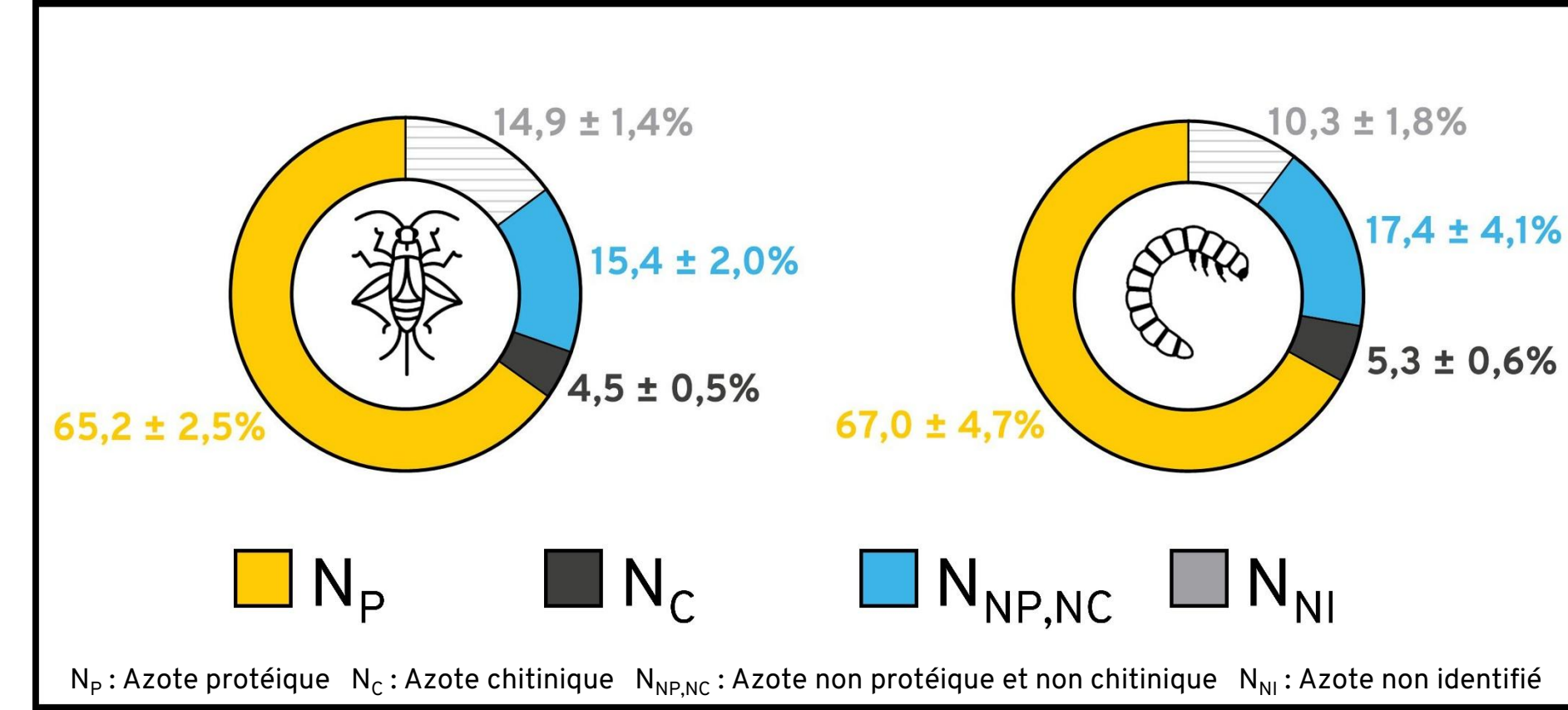


Fig. 6 : Distribution de l'azote dans les farines commerciales de grillons (gauche) et de ténébrions (droite).

#### % $N_p$

Représente deux tiers de  $N_{total}$  ; **proportion plus basse que reporté dans la littérature** (74-97 % de  $N_{total}$ )<sup>1,3,4</sup>

#### % $N_{NP,NC}$

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**).

#### % $N_{NI}$

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

### 3. Teneur en protéines des farines d'insectes

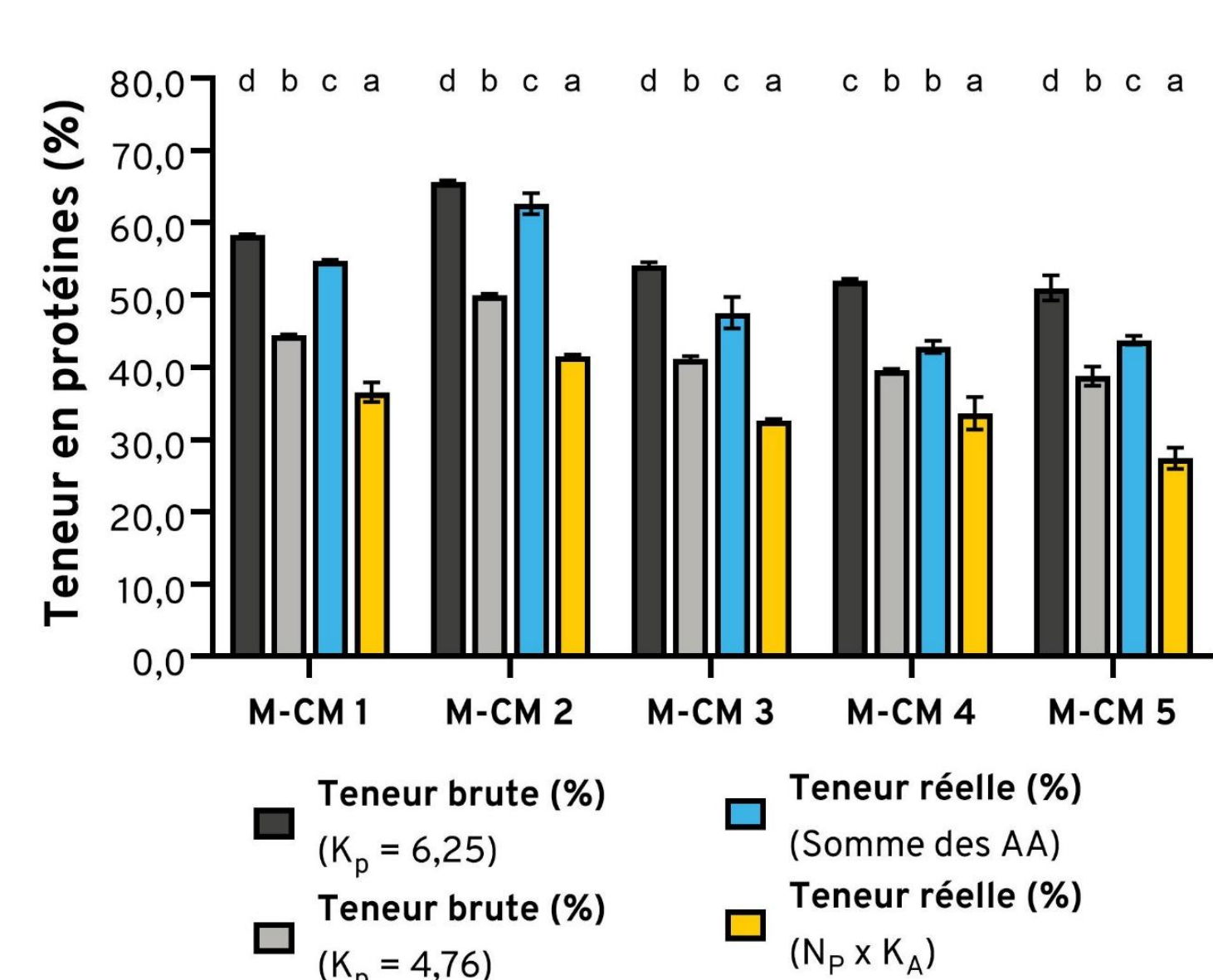
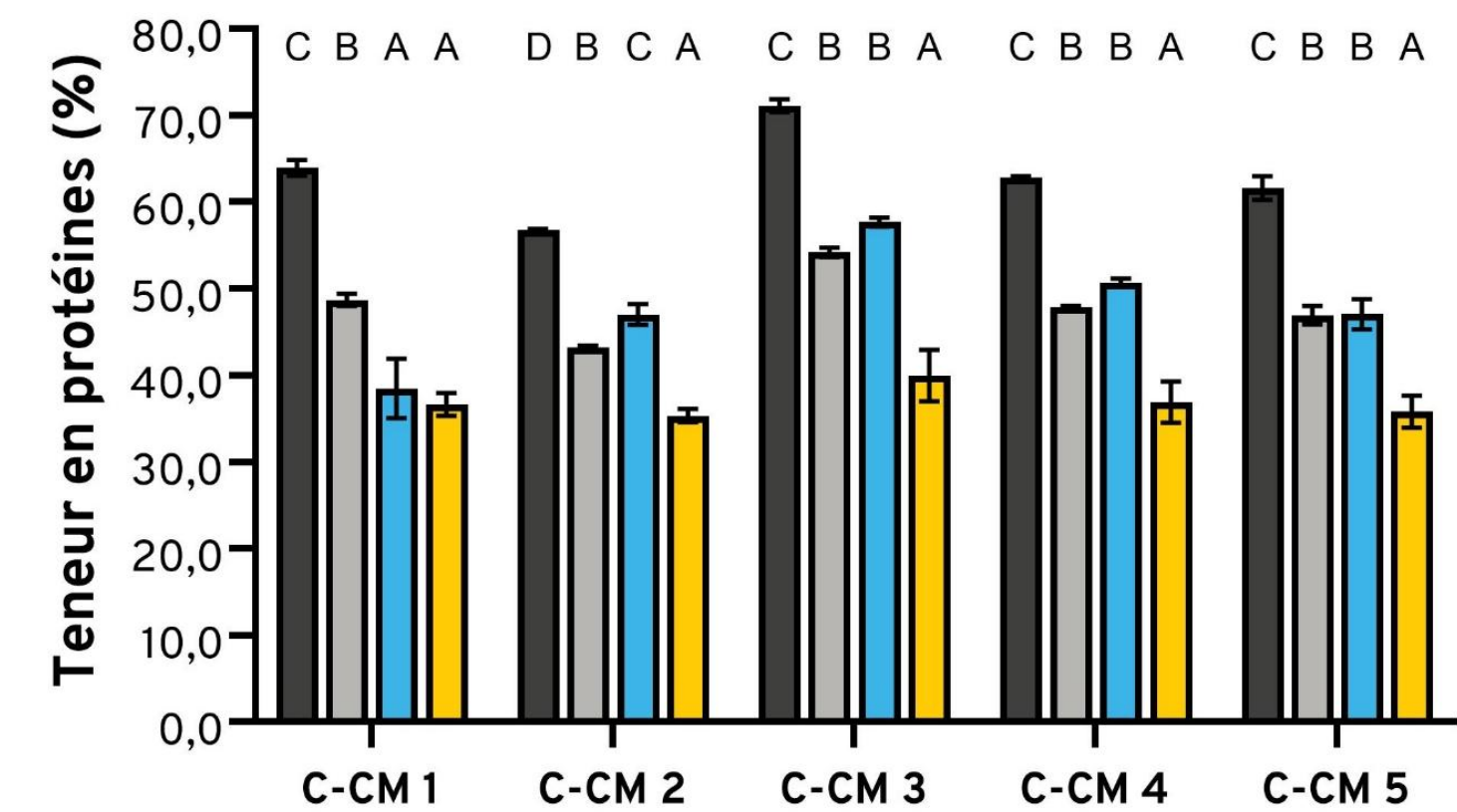
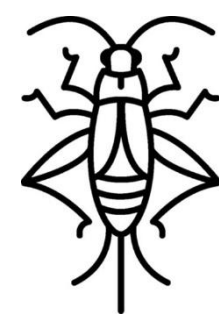
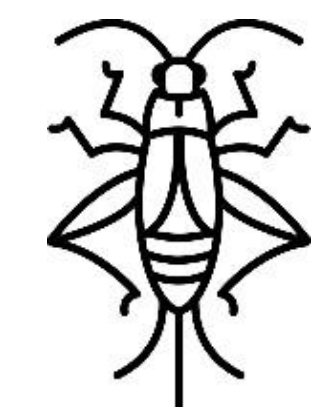


Fig. 7 : Teneurs brutes et réelles en protéines (% base sèche) dans les farines commerciales de grillons (haut) et de ténébrions (bas).

**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  $\% N_p$ .

### Perspectives

- Identifier la nature de  $\% N_{NI}$  : Capturer and quantifier l'azote volatil.
- Comprendre pourquoi le  $K_p$  est non reproductible : 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

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

## 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.

## 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 soutenue 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).

