

Profil peptidique, bioactivités et identification de 9 nouveaux peptides bioactifs après digestion *in vitro* de protéines de lentilles d’eau


Tristan Muller¹, Hairati Aboubacar², Mélissa Tourret², Jacinthe Thibodeau¹, Mathieu Bazinet³, Rozenn Ravallec², Benoit Cudennec², et Laurent Bazinet¹

¹Institut sur la nutrition et les aliments fonctionnels de l'Université Laval (INAF) et Département de Sciences des Aliments, Université Laval, Québec (QC), Canada, G1V 0A6. Laboratoire de Transformation Alimentaire et Procédés ElectroMembranaires (LTAPEM), Université Laval, Québec, Canada, QC, G1V 0A6. Le regroupement québécois de recherche sur la fonction, l'ingénierie et les applications des protéines (PROTEO).

²Université de Lille, UMR-T 1158, BioEcoAgro, F-59000, Lille, France.

³Département d'informatique et de génie logiciel, Université Laval, Québec (QC), Canada, G1V 0A6.

1. Introduction


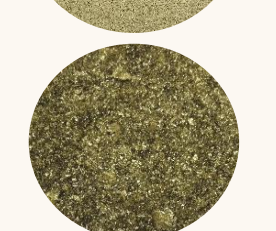
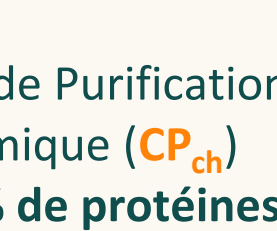

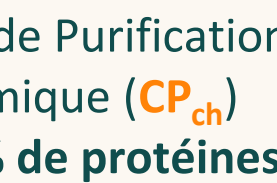
- Les lentilles d’eau sont de petites plantes aquatiques à fort potentiel agronomique (biomasse x2 en 48 heures, 15 à 40% de protéines) [1].
- Les protéines extraites puis purifiées de lentilles d’eau possèdent d’excellentes propriétés fonctionnelles, comparables à des isolats protéiques commerciaux. Pour en savoir plus, scannez ce QR code : 
- Cependant, leur digestibilité et le potentiel bioactif des peptides obtenus après digestion gastrointestinale sont très peu étudiés.

2. Objectifs de recherche

- Étudier la digestibilité de protéines de lentilles d’eau via le protocole INFOGEST, en comparaison à des isolats commerciaux.
- Pour la première fois, étudier les populations peptidiques et les propriétés antidiabétiques (DPP-IV) et antihypertensives (ACE) de digestats intestinaux de lentilles d’eau, en comparaison à des isolats protéiques commerciaux.
- Identifier, synthétiser et vérifier la bioactivité de nouveaux peptides de synthèses découverts à partir des digestats de lentilles d’eau en utilisant des outils de machine-learning.

3. Matériels : matrices protéiques étudiées

Produits de lentilles d’eau

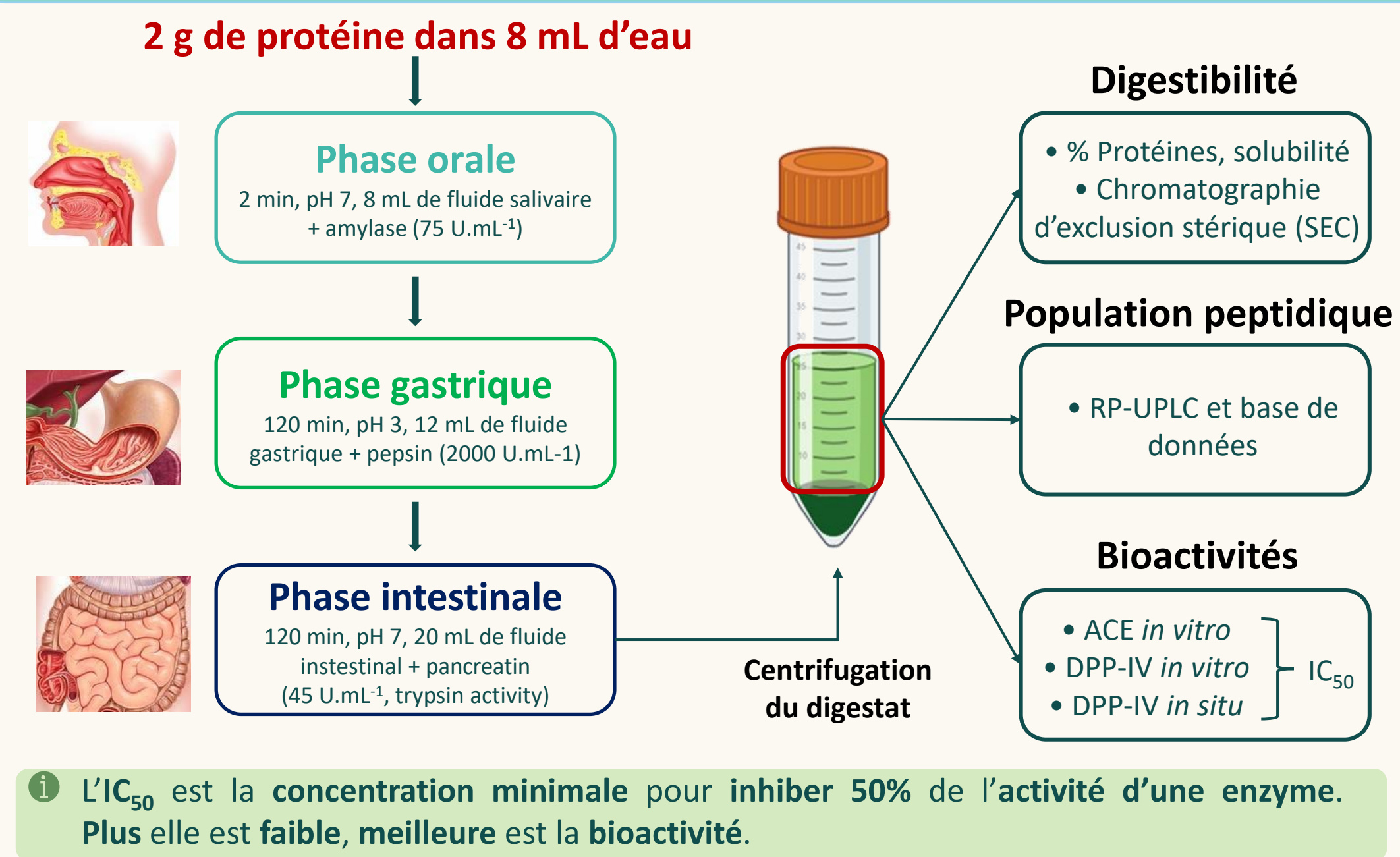
Poudre initiale de lentilles d’eau (PI) 35,2% de protéines	Surnageant de Purification chimique (SP _{ch}) 20,6% de protéines	Surnageant de Purification électrodialyse (SP _{ed}) 40,8% de protéines
		
	Culot de Purification chimique (CP _{ch}) 51,3% de protéines	Culot de Purification électrodialyse (CP _{ed}) 54,8% de protéines
		

- PI est le produit « brute » (protéines natives). Ce sont des feuilles broyées et séchées.
- CP_{ch} et CP_{ed} sont des concentrés protéiques.
- SP_{ch} et SP_{ed} sont les co-produits associés aux concentrés.

Isolats protéiques commerciaux

- Blanc d’œuf (BO) : 77,5% de protéines (Blanc d’œuf en poudre)
- Isolat de lactosérum (IPL) : 89,4% de protéines (Pronativ 95)
- Isolat de soja (IPS) : 79,9% de protéines (Supro 500E)

4. Méthodes : digestion *in vitro* via INFOGEST

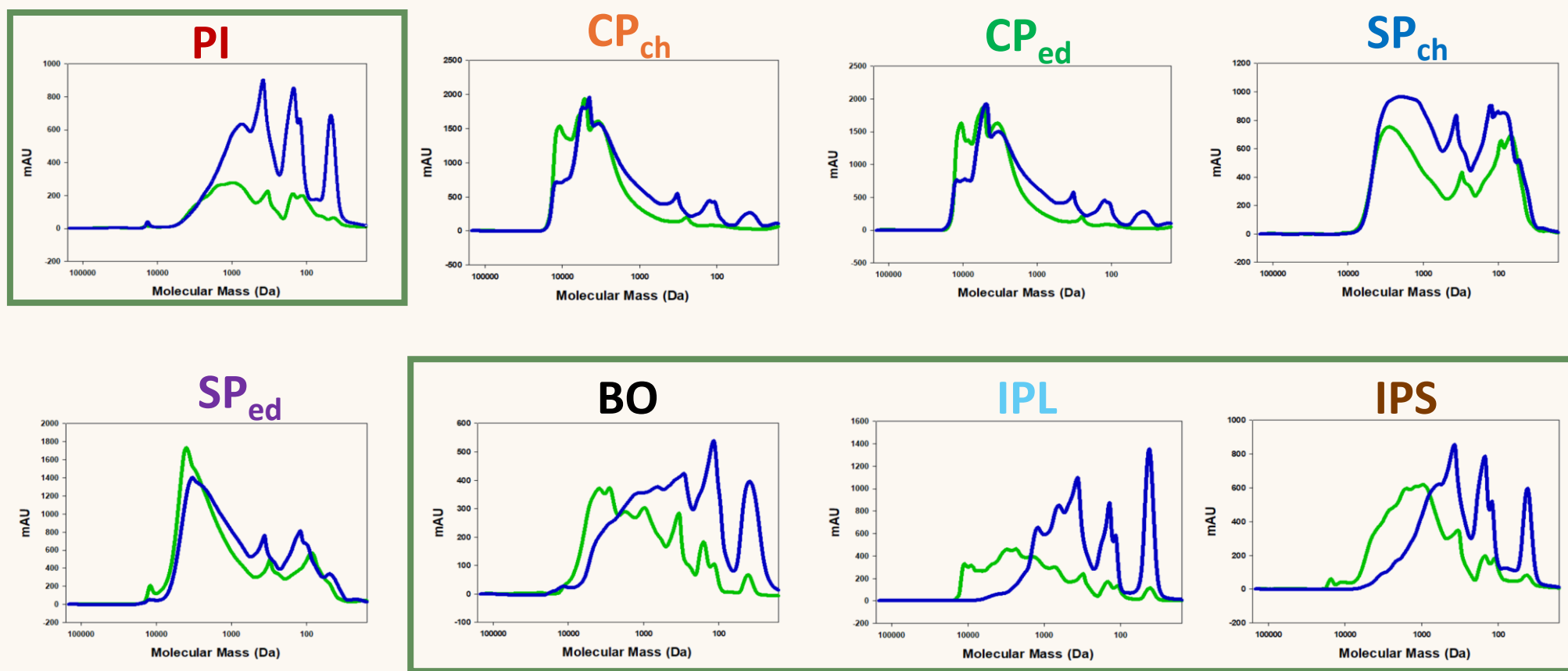


5.1 Résultats : bioaccessibilité des protéines

Échantillon	Teneur en protéines (g/100g, base sèche)			Taux de récupération des protéines/peptides dans le surnageant après digestion intestinale (%)
	Avant digestion	Après digestion intestinale	Dans surnageant, après digestion intestinale	
PI	35,2±0,0 ^{ab}	26,3±0,0 ^{bc}	42,1±1,3 ^{cd}	46,3±2,2 ^c
CP _{ch}	51,3±2,4 ^{ca}	39,8±4,3 ^{cb}	46,0±1,0 ^{bd}	82,7±1,8 ^b
CP _{ed}	54,8±0,8 ^{ca}	42,8±0,1 ^{cb}	50,0±2,5 ^{cd}	86,8±13,3 ^{ab}
SP _{ch}	20,6±0,6 ^{ca}	18,2±0,2 ^{cb}	19,0±1,4 ^{cb}	91,7±6,3 ^b
SP _{ed}	40,8±2,1 ^{ca}	30,1±0,1 ^{cb}	35,4±2,2 ^{cb}	97,4±0,7 ^b
BO	77,5±0,3 ^{ba}	49,2±1,0 ^{bc}	54,5±0,4 ^{ab}	96,2±0,9 ^b
IPL	89,4±0,4 ^{ba}	58,4±0,5 ^{bc}	61,8±0,3 ^{ab}	97,4±2,6 ^b
IPS	79,9±0,1 ^{ba}	49,2±0,3 ^{bc}	53,7±0,1 ^{cb}	89,6±2,0 ^b

- Baisse significative de la teneur en protéine après digestion intestinale (ajout de fluides digestifs).
- La moitié des protéines sont solubles (bioaccessibles) dans le surnageant de la PI après digestion, contre 82 à 97% pour les autres produits. Ce biais doit être pris en compte dans les analyses de SEC.

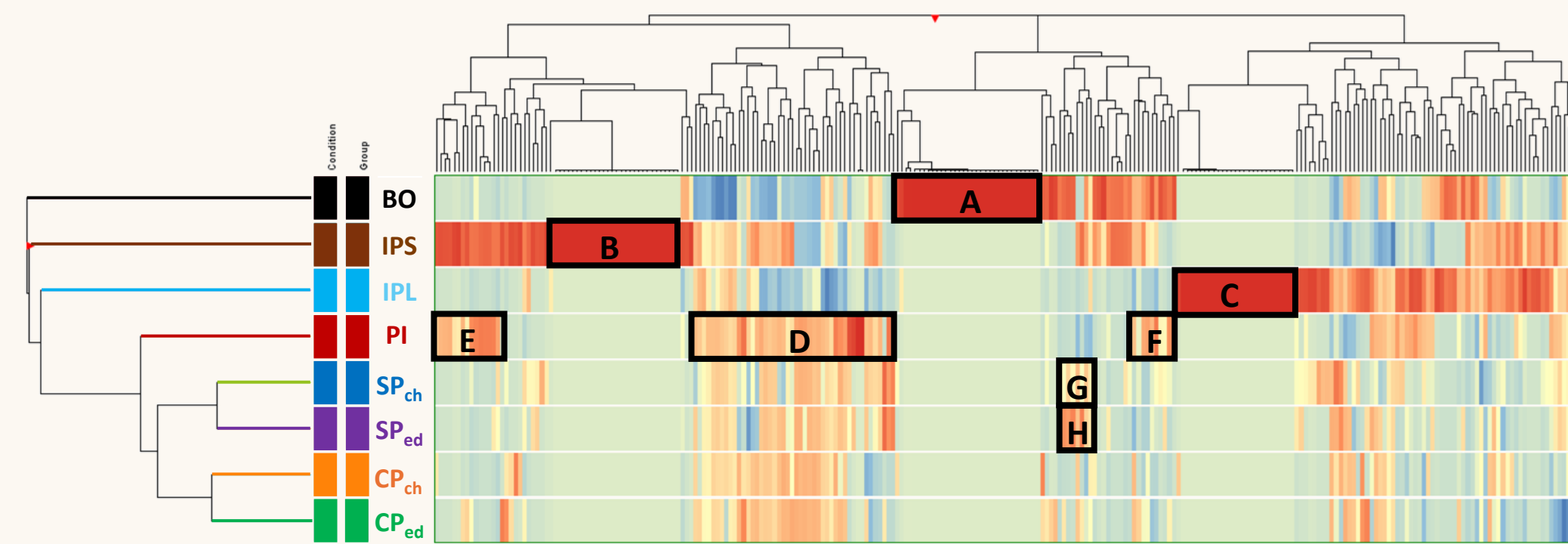
5.2 Digestibilité des protéines



- Les protéines de PI, BO, IPL et IPS sont plus petites entre la phase gastrique et la phase intestinale.
- Les protéines ont donc été hydrolysées en peptides de plus petite taille, facilitant ainsi leur absorption [2].
- Ce n'est pas le cas pour les protéines de CP_{ch}, CP_{ed}, SP_{ch} et SP_{ed}, qui sont donc moins digestibles.

1 Gastrique
Intestinale

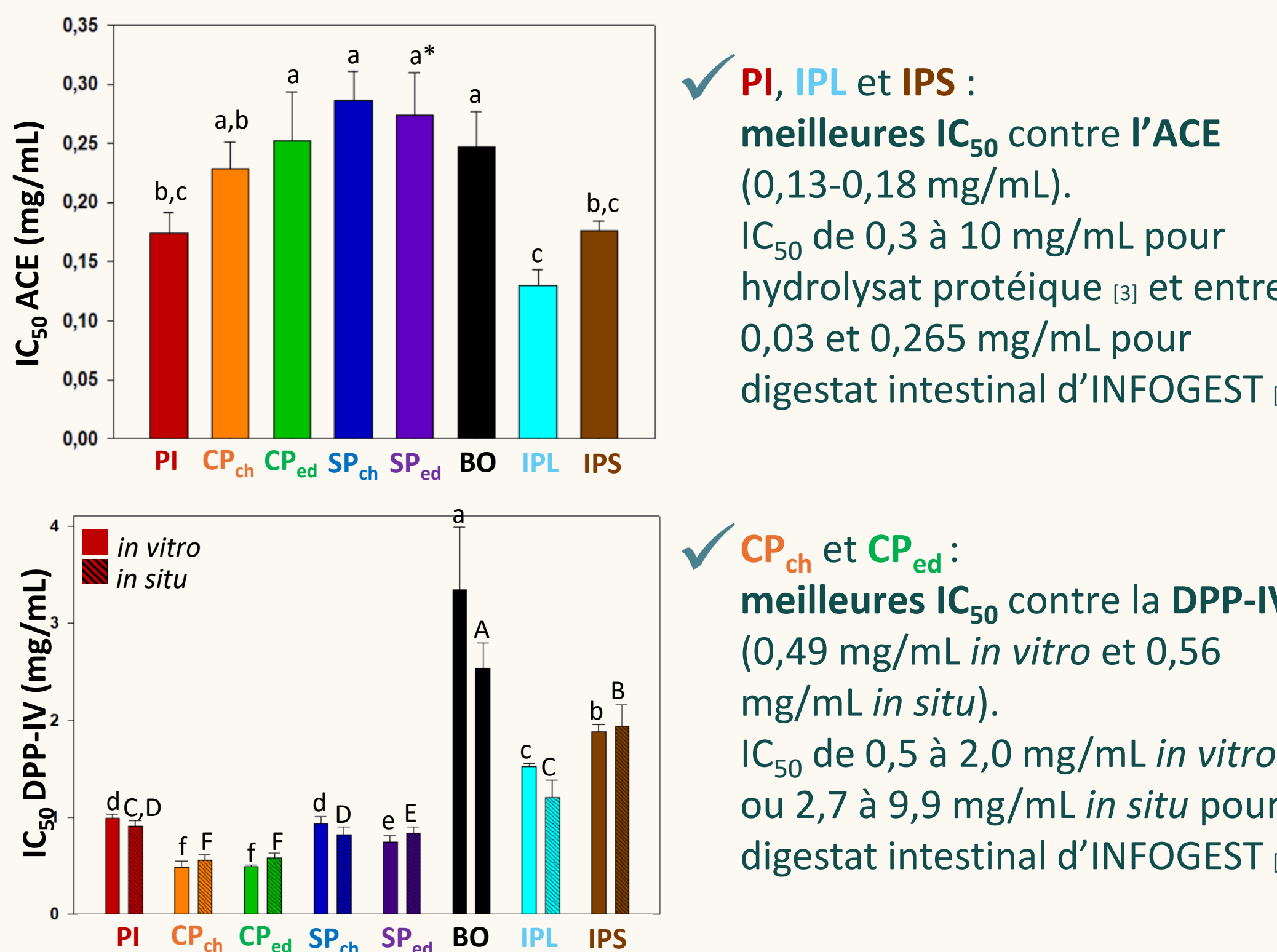
5.3 Population peptidique des digestats



- Chaque peptide (branche de l'arbre) est représenté selon son abondance ionique normalisée.
- Rouge = régulé à la hausse
→ Bleu = régulé à la baisse
→ Vert clair = valeur moyenne

- 259 peptides différents identifiés, dont 159 pour la lentille d’eau.
- Différences nettes en abondance, mais de nombreux peptides sont communs entre les échantillons (ex : 107 peptides dans la PI, dont 53, 63 et 77 sont présents dans BO, IPL et IPS).
- Parmi les 259 peptides, 20 sont peptides bioactifs [7].
- On compte 10 anti-hypertenseurs (AH) et 5 anti-diabétiques (AD), principalement retrouvés dans l'IPL.

5.4 Bioactivités des digestats



Références et contact personnel

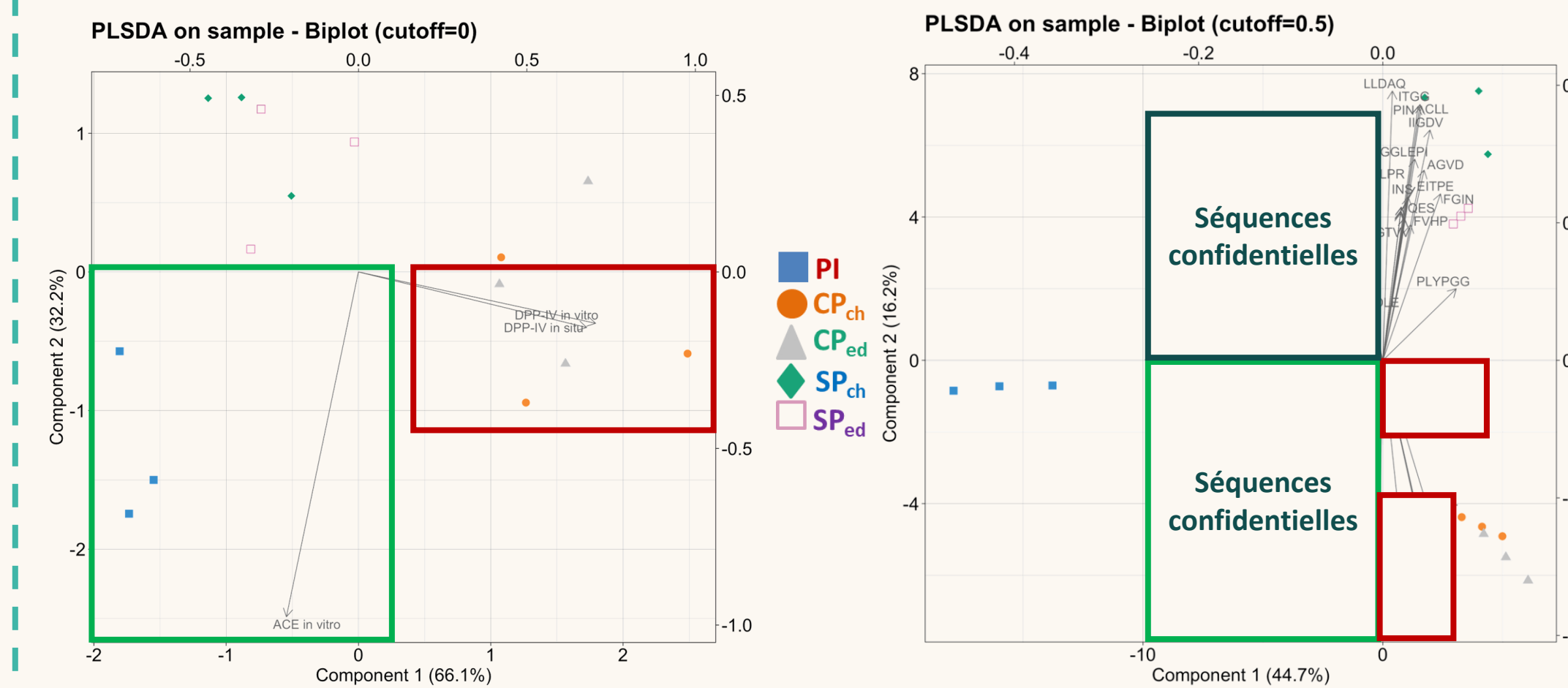
- Appenroth *et al.*, 2017, Food Chem., 217:266-273.
- Atallah *et al.*, 2020, Foods, 9:1580
- Murray and Fitzgerald, 2007, Curr. Pharm. Des., 13:773-791
- Dugardin *et al.*, 2020 Nutrients, 12:3746
- Liu *et al.*, 2019, Int. J. Mol. Sci., 20:463
- Fleury *et al.*, 2022, IJMS, 23:8365
- Kumar *et al.*, 2015, Nucleic Acids Res, D956-D962
- Cournoyer *et al.*, 2025, Food Chem., 482:144029

tristan.muller.1@ulaval.ca

Scannez-moi !



5.5 Identification de peptides bioactifs



- La PLS-DA montre que les bioactivités sont caractérisés par certains échantillons.
- De plus, ces échantillons sont caractérisés par certains peptides (cachés pour cause de confidentialité).
- Donc, les bioactivités pourraient être dues à ces peptides [8].

5.6 Bioactivités des peptides synthétisés

Peptides	IC ₅₀ ACE (μM)	IC ₅₀ DPP-IV (μM)	IC ₅₀ DPP-IV (Caco-2) (μM)
Pep 1	155.3±7.0	n.d.	n.d.
Pep 8	56.6±2.3	631.1±7.8	768.9±5.5
Pep 9	n.d.	670.4±4.2	851.6±15.1
Pep 10	n.d.	488.6±6.3	618.6±8.9
Pep 13	762.1±4.0	n.d.	n.d.
Pep 15	n.d.	313.1±6.8	281.2±3.9
Pep 16	153.7±4.3	n.d.	n.d.
Pep 18	58.7±4.4	n.d.	n.d.
Pep 19	607.7±7.4	n.d.	n.d.

n.d. : Aucun effet inhibiteur observé

- Sur 20 peptides synthétisés, 9 présentent une bioactivité satisfaisante (<1000 μM), en particulier contre l'ACE (Pep 8 et 18).
- Aucun peptide n'a montré une inhibition marquée de la DPP-IV (IC₅₀ < 100 μM), malgré les résultats prometteurs observés pour les fractions CP_{ch} et CP_{ed}.
- D'autres approches de machine-learning (XG Boost, random forest...) pourraient identifier des peptides inhibiteurs de la DPP-IV.

6. Conclusions et perspective

- La digestibilité des protéines de lentilles d’eau natives ou purifiées est inférieure à celles d’isolats protéiques commerciaux. Toutefois, celle de la fraction soluble de la PI (~46% des protéines) est excellente.
- Les digestats de la phase intestinale des produits de lentilles d’eau ont démontrés des bioactivités antihypertensives et antidiabétiques prometteuses, similaires ou supérieures à des isolats commerciaux.
- Avec l'aide d'outils de machine-learning (PLS-DA), 20 nouveaux peptides bioactifs potentiels ont été identifiés, puis synthétisés et testés. Parmi eux, 9 présentent des bioactivités satisfaisantes, en particulier contre l'ACE (antihypertension).
- Les excellentes valeurs d'IC₅₀ de CP_{ch} et CP_{ed} contre la DPP-IV pourraient résulter de nouveaux peptides bioactifs, que d'autres approches de machine-learning (XG Boost, random forest...) pourraient identifier.

Remerciements

Cette recherche a été financée par le Consortium de recherche et innovations en bioprocédés industriels au Québec (CRIBIQ), subvention 2020-050-C67 attribuée à Laurent Bazinet, ainsi que par le Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada (CRSNG), dans le cadre de la subvention Alliance "Valorisation intégrée des coproduits par des technologies alimentaires écoefficientes dans le contexte d'une économie circulaire (Consortium VITALE)", subvention ALLRP561008-20 également attribuée à Laurent Bazinet. Cette recherche a aussi été soutenue par le programme BiHauts Eco de France CPER/FEDER 2021–2027, financé par l'Union européenne, le gouvernement français et la Région Hauts-de-France. Les auteurs tiennent également à exprimer leur gratitude envers le comité organisateur BENEFIQ 2025 pour l'opportunité qui leur a été donnée de présenter leurs travaux au cours de ce congrès.