



Jefo.

Digestibilité apparente des nutriments de différentes matières premières en truites arc en ciel avec ou sans extrait de fermentation

Hervé Lucien-Brun et Anaïs Augé | Jefo Nutrition Inc., Canada

JRFP

Rennes
02 et 03 juillet 2024

Introduction – Les protéines dans les aliments aquacoles



- **Protéines**

- Ingrédient principal et le plus cher des aliments pour poissons
- Limite la croissance en raison des besoins alimentaires en acides aminés essentiels

- **Farine de poisson**

- Fournit un profil nutritionnel idéal
- Coûteux et non durable

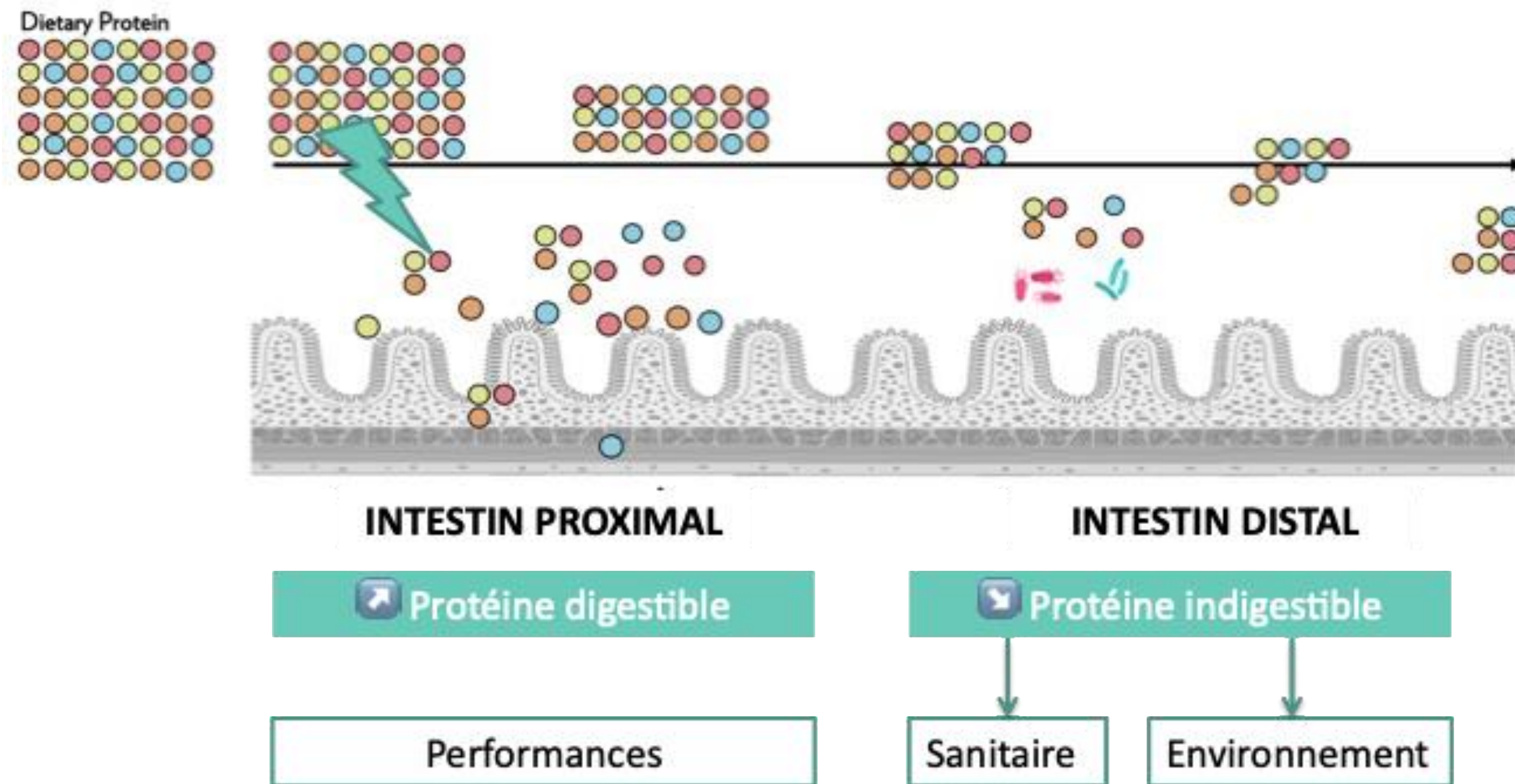


- **Protéines alternatives pour l'alimentation animale**

- Profils d'acides aminés déséquilibrés
- Mauvaise digestibilité et peu, voire pas, d'appétence
- Augmentation du prix des sources de protéines en fonction du marché
- Présence de facteurs antinutritionnels

Introduction – Digestibilité des protéines

L'optimisation de la digestibilité des protéines permet de réduire le coût de l'alimentation des animaux et de diminuer l'impact négatif sur le milieu

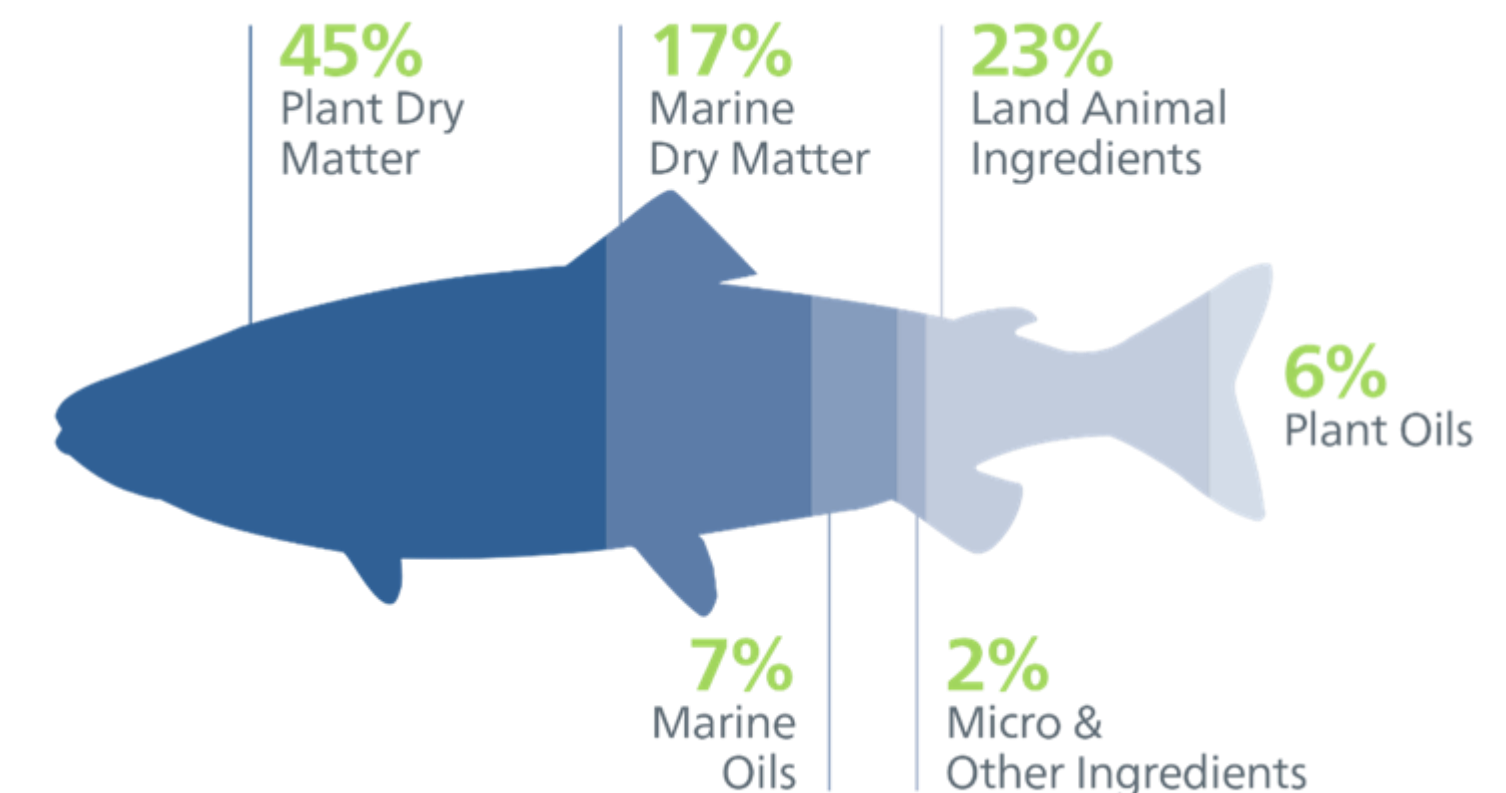


• Quels sont les leviers ?

- Fermentation pour réduire les facteurs antinutritionnels
 - (Yamamoto et al., 2010; Seong et al., 2018)
 - Supplémentation en AA pour équilibrer les profils AA
 - (Gaylord and Barrows, 2009; Mokrani et al., 2019)
 - Traitement enzymatique pour améliorer la digestibilité des nutriments
 - (Lin et al., 2007; Yao et al., 2019)
- ## • Extrait de fermentation
- Meilleure valorisation de l'aliment

Objectifs : Évaluer l'efficacité de l'inclusion d'un extrait de fermentation sur une large gamme d'ingrédients protéiques

- Etude réalisée par l'équipe du Pr. Ronald W. Hardy de l'Université de l'Idaho, USA.
 - Etude de 17 différentes matières premières souvent utilisées dans les aliments pour la truite arc-en-ciel
 - Incorporation d'un extrait de fermentation
 - Coefficients de Digestibilité Apparente (CDAs):
 - ✓ Matière sèche (DM)
 - ✓ Protéines brutes (CP)
 - ✓ Acides aminés (AAs)
 - ✓ Énergie brute (GE)



Matériel et méthode



Gestion des poissons



- Truites arc-en-ciel
 - Origine des truites : *Trout Lodge*, poids moyen ≈ 250 g
 - 30 poissons/bac, 2 bacs/aliments, eau de source à 15°C
- Quatre cycles sur 2 ans
 - Contrôle et 10 régimes testés au cours des cycles 1 à 3
 - Contrôle et 4 régimes d'essai dans le cycle 4
 - Nourris jusqu'à satiété apparente deux fois par jour, 6 jours par semaine pendant 3 semaines
 - 18-20 h après la prise de nourriture, les poissons sont anesthésiés pour prélever les fèces par une légère pression sur le tiers inférieur de l'abdomen.
 - Les excréments sont prélevés 2 fois par semaine pendant 2 semaines.
 - Les échantillons fécaux ont été regroupés par bac et congelés jusqu'à l'analyse.

Aliments expérimentaux



- La digestibilité *in vivo* des ingrédients a été déterminée en donnant à des groupes doubles de truites arc-en-ciel des régimes contenant 30 % de l'ingrédient testé et 70% du mash de l'aliment de contrôle, avec ou sans l'extrait de fermentation
- 17 ingrédients ont été ainsi testés :
 - **8 farines d'origine animale** : Farine de plumes, Farine de sous-produits de volaille, Farine de sardine, Farine de Menhaden, Protéine unicellulaire (SCP), Farine de viande et d'os
 - **6 farines d'origine végétale terrestre** : Tourteau de soja, tourteau de colza, drêches de distillerie avec solubles (DDGS), tourteau de coton, tourteau d'arachide, tourteau de tournesol.
 - **1 protéine d'origine unicellulaire**
 - **1 farine d'insecte** : Farine de larves de mouches soldat noires (BSFL)
 - **1 farine de micro-algue** : Farine d'algues (*Spirulina sp.*)

Composition de l'aliment de contrôle

Ingrédients	% d'incorporation
Farine de poisson, sardine	33,00%
Concentré de protéines de soja, Profine VF	13,90%
Concentré de protéines de maïs, 75% CP	10,00%
Farine de blé	18,00%
Farine de gluten de blé	7,10%
Phosphate bicalcique	1,20%
Chlorure de choline (60%)	0,60%
Vitamine C (Stay C, 35%)	0,20%
Prémélange de vitamines, ARS 702	0,80%
Mélange d'oligo-éléments, Trouw Nutrition	0,10%
Huile de poisson, colin d'Alaska	15,00%
Oxyde d'yttrium	0,10%
Total	100,00%

^a Rangen Inc., Buhl, ID, USA.

^b Profine VF, The Solae Company, St. Louis, MO, USA.

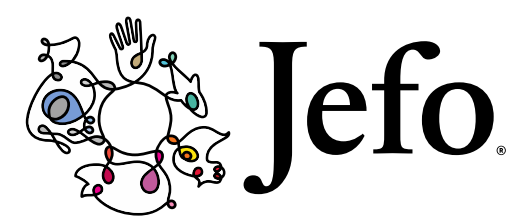
^c Empyreal® 75, Cargill Corn Milling, Cargill, Inc., Blair, NE, USA.

^d Vitamin premix supplied the following per kg diet: vitamin A, 2.4 mg; vitamin D, 0.15 mg; vitamin E, 267 mg; vitamin K as menadione sodium bisulfite, 20 µg; thiamin as thiamin mononitrate, 32 mg; riboflavin, 64 mg; pyridoxine as pyridoxine-HCl, 64 mg; pantothenic acid as Ca-d-pantothenate, 192 mg; niacin as nicotinic acid, 240 mg; biotin, 0.56 mg; folic acid, 12 mg; vitamin B₁₂, 50 µg; and inositol as meso-inositol, 400 mg.

^e Trace miner mix supplied the following per kg diet: Zn (as ZnSO₄·7H₂O), 75 mg; Mn (as MnSO₄), 20 mg; Cu (as CuSO₄·5H₂O), 1.54 mg; I (as KIO₃), 10 mg.

^f Skretting USA, Tooele, UT, USA.

^g Sigma Aldrich, St. Louis MO, USA.



Composition proximale et énergie brute des ingrédients testés

Ingrédients testés	Matière sèche (%)	Protéines brutes (%)	Lipide (%)	Cendres (%)	Énergie brute (kcal/kg)
Farine de plume ^(a)	90,8	94,4	5,63	1,48	5 838
Farine de plume ^(b)	91,8	90,5	6,85	1,02	5 925
Farine de sous-produits de volaille ^(c)	96,9	67,1	11,30	20,90	4 816
Farine de sous-produits de volaille ^(d)	97,1	66,9	15,60	12,20	5 502
Farine de viande et d'os ^(e)	96,7	54,7	12,50	27,10	4 350
Farine de viande et d'os ^(f)	97,3	53,7	17,70	24,70	4 894
Farine de sardine	92,3	72,2	11,70	17,30	5 038
Farine de Menhaden	92,7	69,3	10,40	22,10	4 685
Farine de larves de mouches soldat noires (BSFL)	98,0	44,7	11,70	9,60	5 076
Protéine d'origine unicellulaire	91,4	64,3	17,8	16,20	5 225
Tourteau de soja	91,0	52,7	1,36	6,71	4 668
Tourteau de colza	89,5	41,5	2,49	7,36	4 736
Drêches de distillerie avec solubles (DDGS)	90,4	30,1	4,58	5,83	4 944
Tourteau de coton	88,8	49,5	2,77	7,86	4 741
Tourteau d'arachide	97,3	57,6	11,20	4,99	5 329
Tourteau de tournesol	89,6	38,2	0,30	7,34	4 640
Farine de <i>Spirulina</i> sp.	93,4	73,3	0,32	8,25	5 411

^a Rangen Inc., Buhl, ID, USA.

^b Cargill, Inc., Blair, NE, USA.

^c Darling ingredient Inc., Irving, TX, USA.

^d Enviroflight, LLC., Maysville, KY.

^e *Methanococcus maripaludis*, Sasya LLC., Plymouth, MN, USA.

^f Golden Peanut Company, LLC., Alpharetta, GA, USA.

Calculs des coefficients de digestibilité apparente (ADC)

- **CDA déterminée selon Bureau et al. (1999)**

$$\text{CDA}_{\text{aliment}} = 1 - [(F/D) \times (D_i/F_i)]$$

D = % nutriment de l'aliment

F = % nutriment des fèces

D_i = % indicateur de digestion de l'aliment

F_i = % indicateur de digestion des matières fécales.

$$\text{CDA}_{\text{ingrédient}} = \text{CDAT} + [((1 - s) \text{DR})/s \text{DI}] \times (\text{CDAT} - \text{CDAR})$$

CDAT = CDA de l'aliment testé

CDAR = CDA de l'aliment contrôle

DR = % nutriment du régime contrôle

DI = % nutriment de l'ingrédient testé

s = proportion de l'ingrédient testé dans le régime alimentaire testé (0.3)

Analyse statistique



- La digestibilité apparente a été calculée à partir des matières fécales de 30 poissons/bac
- Toutes les données sont exprimées en tant que moyenne $\pm$ erreur standard de la moyenne (SE).
- Les données ont été soumises à un test de Student pour vérifier l'effet des protéases en utilisant SPSS Version 20.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA).
- Les effets de l'extrait de fermentation ont été considérés comme significatifs à $P < 0,1$.



Résultats



Coefficient de digestibilité apparente

CDA sans l'extrait de fermentation

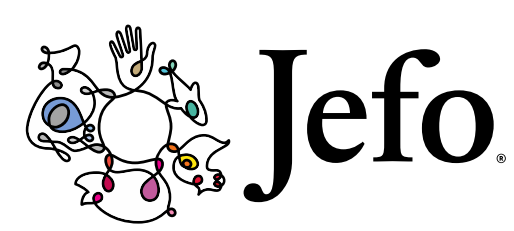
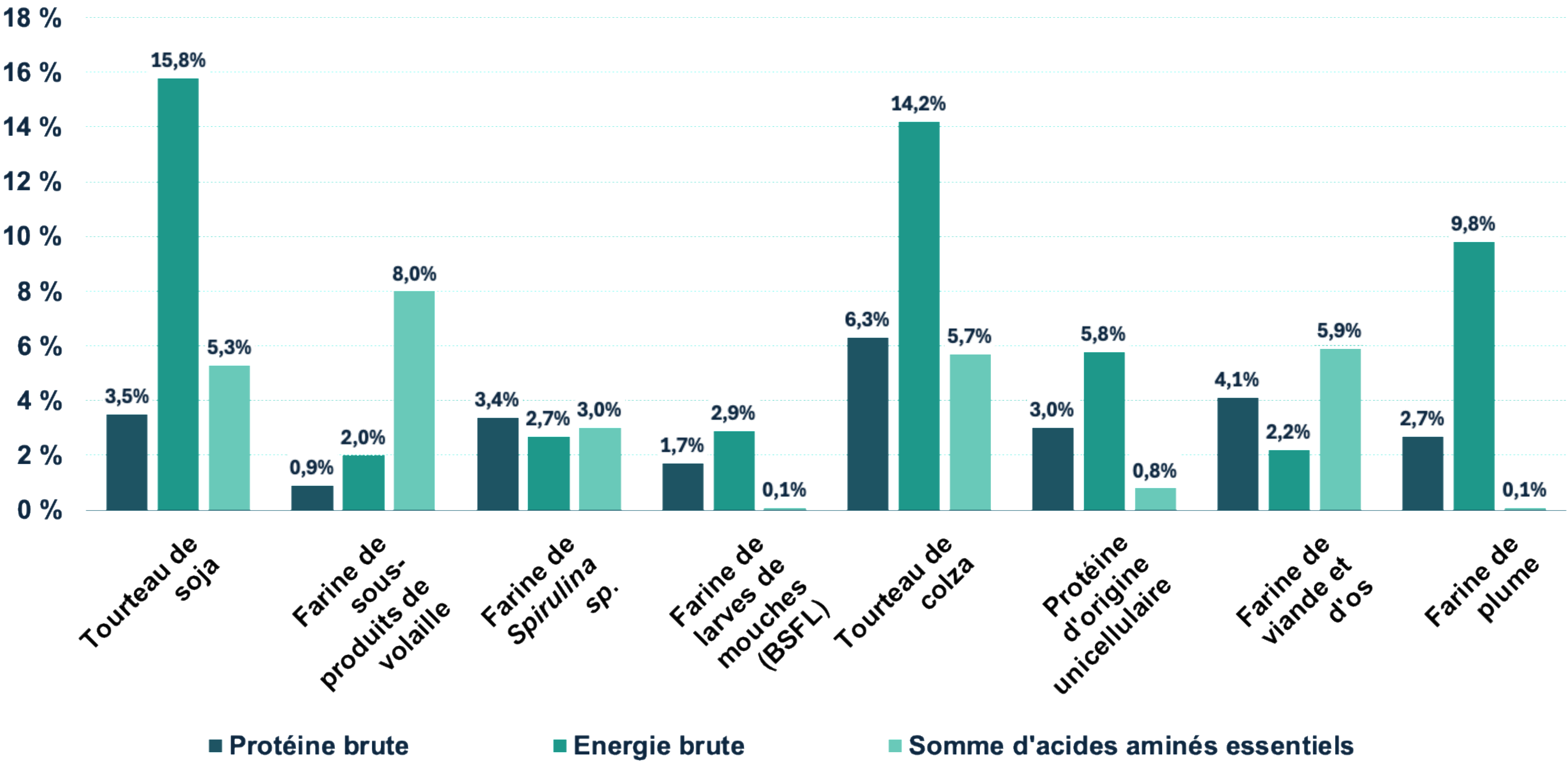
- Matière sèche
 - Ingrédients d'origine animale : 51.0 – 86.6%
 - Ingrédients d'origine végétale : 33.1 – 71.2%
- Energie brute
 - Ingrédients d'origine animale : 58.1–90.2%
 - Ingrédients d'origine végétale : 32.9–76.0%
- Protéine brute
 - Ingrédients d'origine animale: 55.4–84.5%
 - Ingrédients d'origine végétale : 70.0–83.8%

CDA avec l'extrait de fermentation

Les résultats sont variables d'un ingrédient à l'autre, mais globalement, l'ajout de l'extrait de fermentation a entraîné des augmentations des CDA spécifiques aux ingrédients pour :

- Matière sèche
 - Farine de plumes _b (Valeur P = 0,003)
 - Tourteau de soja (Valeur P = 0.082)
- Energie brute
 - Sous-produit de volaille _d (Valeur P = 0.041)
 - Protéine d'origine unicellulaire (Valeur P = 0.034)
 - Farine de plumes (Valeur P = 0.095)
- Protéine brute
 - Résultats variables selon les ingrédients

Amélioration du coefficient de digestibilité apparente de plusieurs ingrédients



Test T et ANOVA unidirectionnelle suivis du HSD de Tukey. Le niveau de signification statistique a été fixé à $P < 0,1$

Disponibilité des acides aminés avec l'extrait de fermentation



- Farine de plumes_b :

- Asp (2.7%)

- Sous-produit de volaille_c :

- Cys (7.5%), Trp (6.6%)

- Sous-produit de volaille_d :

- Trp (3.9%)

- Farine de viande et d'os_e :

- Arg (1.3%), Trp (12.3%), Asp (6.6%), Gly (4.0%), Pro (7.0%)

- Farine d'algues :

- Phe (3.5%), Thr (3.9%), Asp (5.4%), Glu (3.5%), Gly (4.4%), Ser (4.4%)

- Protéine unicellulaire :

- Met (5.0%), Pro (13.4%)

- Larves de la mouche soldat noire :

- Cys (22.3%), His (14.1%), Ala (6.2%), Glu (10.3%), Ser (9.6%)

- Tourteau de soja :

- Cys (10.5%), His (4.6%), Iso (5.1%), Lys (4.1%), Met (7.5%), Phe (3.6%), Thr (6.5%), Val (6.6%), Asp (5.2%), Glu (7.5%), Gly (10.1%), Pro (16.6%), Ser (9.6%)

Conclusion



Conclusion

- **Les améliorations les plus fréquentes de la digestibilité des ingrédients concernent principalement les acides aminés libres**
 - Parmi les 17 ingrédients évalués, 12 ont montré une amélioration de l'ADC d'au moins un acide aminé.
- **La supplémentation avec l'extrait de fermentation testé a eu l'effet le plus marqué sur les ADC pour le tourteau de soja**
 - Matière sèche et 13 acides aminés y compris les acides aminés limitant tels que la méthionine, la lysine et la thréonine
 - Suggère une amélioration de l'hydrolyse des protéines
- **Démontre un avantage de la supplémentation de l'extrait de fermentation testé sur la digestibilité des ingrédients couramment utilisés dans l'alimentation des truites arc-en-ciel.**
- **Une meilleure digestibilité des protéines entraîne une amélioration du taux de rétention des protéines qui, en plus d'entraîner une optimisation du coût de production, et aussi sur les rejets azotés qui sont des critères objectifs d'un certain nombre de certification, comme l'ASC, par exemple.**



A retenir

- Nécessité de remplacer les MP d'origine marine, tout en conservant des performances optimales et un coût de formule acceptable
- **Solution : Jefe Aqua, incorporation 180 g/T**
 - ✓ On top
 - ✓ Valorisation
- **La solution Jefe Aqua permet :**
 - ✓ Remplacement de MP d'origine marine
 - ✓ Valoriser la protéine
 - ✓ Réduire le coût de formulation
 - ✓ Réduire l'impact sur l'environnement





Merci de votre attention

