



**HAL**  
open science

## Une nouvelle méthode d'enrichissement pour lutter contre la dénutrition

Philippe Pouillart, Jean-Marc Tachet, Francois Buche, Cécile Buche-Foissy,  
Alexia Frankin

► **To cite this version:**

Philippe Pouillart, Jean-Marc Tachet, Francois Buche, Cécile Buche-Foissy, Alexia Frankin. Une nouvelle méthode d'enrichissement pour lutter contre la dénutrition. *Nutrition & Endocrinologie*, 2022, 20 (103), pp.112-115. hal-04357807

**HAL Id: hal-04357807**

**<https://hal.science/hal-04357807>**

Submitted on 27 Dec 2023

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

**Titre**

Enrichissement de fruits et légumes en protéines par imprégnation contrôlée sous vide pour lutter contre la dénutrition.

**Auteurs :**

Philippe Pouillart<sup>1\*</sup>, Jean Marc Tachet<sup>2</sup>, François Buche<sup>1</sup>, Cécile Buche<sup>1</sup>, Alexia Franquin<sup>1</sup>

\*Contact : philippe.pouillart@unilasalle.fr

**Information sur les auteurs :**

1 Philippe Pouillart, Professeur Associé, Docteur ès Sciences, Enseignant Chercheur spécialiste en immunopharmacologie, en ETP et en pratique culinaire & santé, Collège Santé, Pôle d'Activités en Nutrition Alimentation Santé Humaine (PANASH).

François Buche, Professeur Associé, Docteur ès Sciences, Enseignant Chercheur spécialiste en formulation alimentaire et méthodes analytiques, Collège Agroalimentaire et bioprocédés.

Cécile Buche, Ingénieure d'Etude spécialiste en alimentation et santé, ETP, Collège Santé, Pôle d'Activités en Nutrition Alimentation Santé Humaine (PANASH).

Alexia Franquin, Ingénieure d'étude spécialiste en alimentation et santé, collège Santé, Pôle d'activités en nutrition Alimentation Santé Humaine (PANASH)

2 Jean Marc Tachet, Cuisinier, Meilleur Ouvrier de France (MOF) Dolomieu.

**Conflits d'intérêt :**

Néant

**Mots-clés :**

Imprégnation, infusion, enrichissement, dénutrition, sous vide

**Résumé**

La prévention de la sarcopénie et plus généralement de la dénutrition est un enjeu majeur de la restauration collective dans son rôle de continuité des soins pour accompagner la personne malade (cachexie cancéreuse, sortie de réanimation post-Covid) ou la personne âgée. Enrichir des fruits et légumes avec des protéines de haute efficacité, et/ou modifier les saveurs si nécessaire, sans en modifier la texture via la technologie du sous-vide, est la solution culinaire qui a été testée par une équipe multidisciplinaire.

**Introduction**

**Le public concerné.** La prévalence de la dénutrition touche plus de 3 % de la population française, soit 2 millions de personnes (1). La dénutrition est un état qui survient lorsque les apports alimentaires sont insuffisants à couvrir les besoins nutritionnels. Dans les pays d'abondance alimentaire, la cause principale de la dénutrition est l'anorexie, dont les causes sont multiples. Chez les enfants et les adultes jeunes, une pathologie sévère est le plus souvent impliquée : cancer, mucoviscidose, pathologies digestives, insuffisance rénale, respiratoire, hépatique ou cardiaque, brûlures étendues, anorexie mentale, etc. Chez les personnes âgées, ces mêmes pathologies sont retrouvées, mais exacerbés par des troubles de la mobilité, cognitifs et buccodentaires conduisant à une dépendance. La gravité de la dénutrition tient à l'importance de la fonte musculaire, corrélée à la perte de poids totale. Qui plus est, les personnes âgées ont un métabolisme protéique affecté par la séquestration splanchnique. L'anabolisme protéique est aussi touché par leur inactivité physique (2). Polymédicamentés pour différentes affections liées à la fragilité de fin de vie, la dénutrition en est d'autant plus marquée. Si sa

prévalence se limite à 15% lorsque l'on vit à son domicile (400 000 personnes dénutries), elle peut s'élever à 38% lorsque le sénior réside en établissement collectif accueillant des personnes dépendantes (270 000 personnes dénutries) (1,3). Dans le cas de la pathologie cancéreuse, 40% des malades sont dénutris à l'annonce, avec une incidence pronostique impliquée dans 5 à 25% des décès (4). S'agissant du covid-19, la renutrition post-soins intensifs est un enjeu majeur en établissement de soins de suite (SSR) pour guérir au plus vite (5).

**Cuisiner est un soin.** Les Compléments Nutritionnels Oraux (CNO) à forte composante protéique et énergétique (HP-HC), ou encore la nutrition entérale, constituent des interventions d'urgence, délivrées sur prescription médicale. Ils ne constituent pas une solution sur le long terme pour contrecarrer la dénutrition dans ces populations cibles. L'acte culinaire a toute sa place, pour prendre le relai après la nutrition clinique à l'exemple de l'accompagnement des patients traités pour un cancer (6). Non seulement l'éducation culinaire nutritionnelle des malades et des aidants à domicile a une place prépondérante (7), mais la formation des personnels de la restauration de santé et du médico-social est également essentielle pour mieux comprendre la psychologie du mangeur fragile et l'impact des symptômes sur la capacité de digestion liés à la pathologie et ses traitements ou encore au grand âge (8). La médecine intégrative, qui allie l'arsenal thérapeutique conventionnel et entre autres l'approche nutritionnelle, place la restauration collective dans un rôle de continuité des soins (8).

**Supplémentation protéino-énergétique, oui mais pas seulement.** Il est demandé aux diététiciens-diététiciennes et aux équipes de la restauration d'augmenter la densité énergétique et protéique des portions alimentaires sans pour autant devoir forcer ces personnes affaiblies à manger plus. Pour ce faire, les recommandations sont de divers ordres (9-14) :

-la cinétique d'absorption des protéines lactosériques (ex : fromages au sérum laitier de type Ricotta, protéines de Whey) est plus rapide et les acides aminés constitutifs plus efficaces en termes d'anabolisme protéique musculaire que les caséines, plus on avance en âge.

-un apport suffisant en sucres libres (dans le cadre des recommandations de l'OMS de se limiter à 10 % de l'énergie glucidique totale), favorise l'accrétion protéique musculaire (ex : fruits, confitures, mélasses, miel, sucres raffinés ...). Précisons qu'aucun argument ne soutient la thèse qu'un nutriment va nourrir une tumeur et que l'on doit évincer du régime alimentaire d'un patient atteint de cancer.

-les sources de potassium (ex : fruits secs, volailles, poissons ...), d'acide linoléique ou ses précurseurs (poisson, fruits secs, graines et leurs huiles ...), de vitamines D3 (ex : produits de la mer, jaune d'œuf, produits laitiers, champignons ...) et B6 (ex : volailles, poissons, légumineuses, graines ...), ou encore d'épices spécifiques (ex : fenugrec, coriandre, cannelle ...), s'opposent aux pertes protéiques. Ils préviennent l'inflammation aux effets protéolytiques.

-enfin, augmenter la part des protéines sur la première partie de journée semble bénéfique à l'anabolisme musculaire, accompagné d'une exercice physique suffisant. Une quantité significative de protéines de bonne qualité (fromage blanc, tartinables laitiers, ovoproduits, jambon blanc) s'imposerait dès le petit déjeuner, couvrant 20 % des apports protéiques, associée à des glucides simples et complexes. Du fait de l'apport protéique du midi qui à lui seul apporte 50 à 55 %, le restant des besoins sera consommé sur la seconde partie de journée, notamment au dîner.

Ces recommandations alimentaires et chrono-nutritionnelles ne sont pas sans rappeler les préceptes de la diète méditerranéenne, dont l'intérêt dans la gestion de la dénutrition s'affirme (15-17).

**L'altération de la perception des caractères organoleptiques des aliments est source de malnutrition.**

L'altération des fonctions olfactives et gustatives chez la personne âgée (18), les déviances sensorielles iatrogènes lors du parcours de soins oncologiques (19), tout comme l'agueusie et l'anosmie liée à l'infection par le virus de la Covid-19 (20,21), altèrent la prise alimentaire et augmentent le risque de dénutrition.

Les auteurs du présent programme de recherche ont mutualisé leurs expertises dans le but d'explorer une solution culinaire visant à enrichir des matières premières végétales en acides aminés par imprégnation sous vide contrôlée, dans l'idée de participer à la lutte contre la dénutrition. Les fruits et

légumes enrichis grâce à cette technologie pourraient être ensuite travaillés de différentes manières et consommés à tout moment de la journée, en complément des apports carnés en protéines au cours des repas principaux.

## Méthodologie

**Type de protéines.** Nous avons sélectionné le produit PRONATIV® 95 CLINICAL (appelé aussi du nom commercial PROLACTA fabriqué par le groupe Lactalis) qui est à basse teneur en lactose (<1%) et a la particularité d'être riche en leucine (22). Un second produit Lactalis a également été retenu, le PRONATIV® 95 INSTANT, à la composition nutritionnelle identique au premier, mais additionné d'un émulsifiant, la lécithine de soja qui va produire une pellicule de phospholipides autour des protéines visant à rendre celles-ci plus solubles dans certaines préparations culinaires.

**Matrices alimentaires.** Sept fruits et légumes ont été testés dans l'étude : la pomme (Golden), la poire (Guylot), le kiwi, la courgette et le concombre, en tranches de 5 mm d'épaisseur chacun, la clémentine en sarments entiers et l'endive en feuilles. Ces produits ont été sélectionnés car :

-ils présentent un faible taux protéique initial dans le produit cru, ce qui doit permettre de mieux visualiser le différentiel entre l'échantillon témoin et l'échantillon traité.

-ils sont constitués d'un tissu spongieux riche en fluides concentrés en micronutriments qui devrait permettre des meilleurs échanges avec le milieu extérieur.

**Préparation des échantillons.** Chaque matrice alimentaire provient d'un même lot de production non BIO. Lavée, elle est taillée en tranches fines, en quartier ou en parallépipède rectangle. Quatre solutions de protéines en milieu aqueux ont été préparées, à 15 % ou 30% de protéines PRONATIV® 95 CLINICAL, ou bien 15 % ou 30% de protéines PRONATIV® 95 INSTANT. Deux répétitions ont été faites pour chaque échantillon. Les barquettes en plastique contenant un échantillon mouillé à hauteur avec la solution protéique désirée sont placées dans une sous-videuse à cloche C200 MULTIVAC. Le vide est fait à 10 millibars (mb), soit 10 hectos Pascals (hPa), à la température ambiante de 20 +/- 1 °C, obtenu en 35 s. Le différentiel de dépressurisation est de 1020 mb par rapport à la pression atmosphérique de référence à Beauvais, de 1030 mb à cette température. La rupture du vide ainsi obtenu à 97% est provoquée après les 35s de dépressurisation, sans phase intermédiaire de maintien sous vide. Le cycle dépressurisation/re-pressurisation est réalisé 3 fois au total. Chaque échantillon est ensuite passé sous un filet d'eau claire et égoutté sur une grille pendant 10 minutes. Le différentiel de masse de l'échantillon avant / après imprégnation sous vide a été relevée.

**Dosage de l'azote total.** La teneur en matière sèche des échantillons est obtenue après séchage 24 heures dans une étuve à 105 °C. La mesure d'azote total a été faite à l'aide de la méthode de Dumas. Réduit en poudre très fine à l'aide de godets de broyage monté sur un appareil TissueLyser II de QIAGEN, chaque échantillon est passé sur un analyseur d'azote LECO FP-528, en dupliqué. L'azote total présent dans le produit frais est obtenu selon la formule : % NT produit frais = % MS x % NT produits sec / 100, dans laquelle « % NT produit frais = % azote total dans le produit imprégné », « % MS = % matière sèche dans le produit imprégné » et « % NT produit sec = % azote total dans le produit sec ». A partir du pourcentage d'azote total présent dans le produit imprégné obtenu, il est possible de calculer la quantité de protéines alors présente au sein des échantillons par la formule : Protéines = % NT produit frais x 6,25.

## Résultats

L'enrichissement protéique a été conduit avec des solutions aqueuses de protéines PRONATIV® 95 CLINICAL concentrée à 15 % et 30% selon la méthode décrite dans la section méthodologie. Les résultats pour tous les fruits et légumes testés sont consignés dans les Tableaux I et II.

Notons que la teneur en protéines de ces aliments à l'état cru obtenue par notre méthode de calcul est proche de celles publiées dans la table du CIQUAL, donnant la pomme à 0,25 g / 100 g, la poire à 0,49 g / 100 g, le kiwi à 1,2 g / 100 g, la clémentine à 0,8 g / 100 g, le concombre à 0,64 g / 100 g et la courgette à 1,22 g / 100 g (23). La valeur en protéines de l'endive est par contre deux fois plus élevée dans ce référentiel (1,1 g / 100 g), mais le CIQUAL ne précise pas si leur produit est issu d'une culture hydroponique, comme c'est le cas dans notre étude, ou si c'est une endive de terre. Cela n'influence pas notre démonstration, car les résultats sont très discriminants. En effet, le Tableau I montre que la solution protéique a facilement pénétré dans le tissu végétal des échantillons de fruits et de légumes, d'autant plus que la concentration est élevée. Cette méthode permet d'augmenter de 18 à 35 fois la teneur protéique d'une pomme Golden, de 6 à 8 fois celle d'une poire juteuse Guyot, de 3 à 4 fois celle d'un concombre, de 5 à 8 fois celle d'une feuille d'endive, de 3 à 5 moins fois celle d'une courgette. Le gain n'est moins probant sur le kiwi et très faible pour la clémentine. Les données ont été traitées en fonction de la valeur énergétique apportée, afin de visualiser la possibilité ou non de prétendre à une allégation nutritionnelle (Tableau II). De façon hautement significative, la solution concentrée à 15% suffit à atteindre l'allégation « riche en protéines » pour la pomme, le concombre, l'endive et la courgette. L'allégation « source de protéines » nécessite d'augmenter la concentration de la solution d'imprégnation protéique à 30% pour ce type de poire et le kiwi, alors que la clémentine ne se prête pas à cette supplémentation. La figure 1, à l'exemple du test sur les feuilles d'endive, visualise combien la marge est grande pour qualifier les allégations nutritionnelles. Une solution d'enrichissement à 10% pourrait probablement suffire à atteindre une qualification de « riche en protéines » dans le cas de la pomme, le concombre, la courgette et l'endive. Les mêmes séries d'expériences réalisées avec le PRONATIV® 95 INSTANT, à la composition nutritionnelle identique au PRONATIV® 95 CLINICAL mais additionné d'un émulsifiant, ne montrent pas un bénéfice, ou si infime dans certains cas, que nous ne présentons pas les résultats.

**Discussion.** Une des stratégies nutritionnelles à adopter pour enrichir une matrice alimentaire en protéines est de jouer sur la qualité des acides aminés plutôt que sur la quantité matière, chez des gens fragiles au petit appétit. Sont privilégiés les isolats de protéines sériques natives (IPSN) qui sont directement issues du lait ou celles issues du sérum fromager. Les IPSN sont obtenus par filtration membranaire. Il y a donc absence de caséino-macropéptides résiduels de moindre qualité nutritionnelle. Le PRONATIV® 95 CLINICAL sélectionné dans notre étude est riche en leucine, qui est un acide aminé ramifié essentiel (BCAA), mais pas seulement. En effet, utilisée seule, la leucine peut être inefficace. Il est important de la coupler à d'autres protéines à digestion rapide. La leucine n'est pas seulement un précurseur de la synthèse des protéines musculaires, mais elle peut également jouer un rôle de régulateur des voies de signalisation intracellulaires qui sont impliquées dans le processus de synthèse des protéines (24). Ces isolats améliorent la force musculaire et l'état de fatigue chez la personne âgée, ce qui nous a amené à les sélectionner (22).

Au sein de l'Union Européenne, les allégations nutritionnelles sont réglementées par le règlement N° 1924/2006. Pour pouvoir prétendre à ces allégations, il est impératif de respecter les conditions d'attribution selon l'allégation nutritionnelle ciblée (25). Ainsi, le qualificatif de « source de protéines » est une allégation selon laquelle 12 % au moins de la valeur énergétique de la denrée alimentaire sont produits par des protéines. Si un niveau de 20% est atteint, la matrice alimentaire peut prétendre à l'allégation « riche en protéines ». La présente étude montre que la méthode par imprégnation sous-vide développée par le Meilleur Ouvrier de France Jean Marc Tachet, dont le « concept santé » est brevetée (26), permet de booster les teneurs naturelles en acides aminés de qualité dans des matrices végétales.

Bien qu'il existe des travaux sur la porosité des matrices végétales à l'exemple de la pomme (27), il est impossible de pouvoir caractériser le niveau de porosité idéal des denrées végétales à utiliser dans le cas de la présente application. La porosité dépend notamment de la variété du produit, de la technique

culturelle utilisée, de la maturité au moment de la cueillette et de la durée et des conditions du stockage après récolte. Au mieux il serait possible de caractériser la texture par des études de la fermeté par pénétrométrie, de la tranchabilité par des méthodes physico-techniques, du pH et de l'activité de l'eau (aW), ou encore d'indicateurs organoleptiques lors d'un développement industriel standardisé. Pour toutes ces raisons, en y ajoutant le risque sanitaire, il est d'évidence que cette approche technologique de la dénutrition impose de formaliser un cahier des charges strict pour susciter l'adhésion des nutritionnistes à ce concept et l'adopter parmi l'arsenal de solutions à sa disposition. Des tests sont en cours de réalisation sur des matrices alimentaires d'intérêt, suffisamment poreuses et sans trop de jutosité, naturellement riches en micronutriments favorisant l'accrétion protéique musculaire. A la supplémentation en acides aminés de qualité par imprégnation, s'ajoute l'intérêt d'associer des micronutriments exogènes dans le liquide d'infusion, des épices ou encore des aromates, dont les vertus anaboliques sont connues et acceptées.

### **Conclusion**

Des technologies agro-industrielles existent (gastrovac, boules de concentration) pour générer un vide atmosphérique, mais sans aucune comparaison de facilité et de contrôle avec une sous-videuse industrielle pour l'objectif recherché. Utiliser une sous-videuse dans les cuisines d'établissement du secteur de la santé et du médico-social n'a pas de sens. Le développement de ce concept passera par la voie d'un conditionnement agroalimentaire standardisé, titré en protéines et prêt à l'emploi, réservé à certaines matrices alimentaires d'intérêt dont la gamme reste à définir avec les praticiens de soin et les nutritionnistes. Le packaging pourra alors être en mesure de valoriser une allégation nutritionnelle telle que démontrée dans cette étude préliminaire, sans nécessité d'une allégation de santé, et ainsi rejoindre la mercuriale des restaurants d'établissements du secteur de la santé et du médico-social à coût maîtrisé. En parlant de gamme, n'est-on pas là face une innovation majeure qui définirait une « 7<sup>e</sup> gamme d'aliments » ? Les technologies culinaires ont toute leur place pour lutter contre le risque de dénutrition chez les personnes fragiles (cancer, personne âgée, covid-19), que l'on peut étendre à d'autres intérêts comme la préservation de la masse musculaire chez les diabétiques de type II ou les grands brûlés. 7<sup>e</sup> gamme

### **Bibliographie**

- 1 Delarue J, Joly F, Desport JC, Fontaine E. Les nouveaux critères de diagnostic de la dénutrition de l'adulte. MCED. 2018 ;95:60-64.
  - 2 Boirie Y, Morio B, Caumon E et al. Nutrition and Protein Energy Homeostasis in Elderly. *Mechan of Ageing and Devpt.* 2014;137:76–84.
  - 3 Desbordes F, Jouveaub S, Broussaudier A et al. État nutritionnel des résidents d'un établissement d'hébergement pour personnes âgées dépendantes (EHPAD) et liens entre la dénutrition, la consommation de compléments nutritionnels oraux et le service à l'assiette. 2018. *Nutrition Clinique et Métabolisme.*32(4):225-229.
  - 4 Hébutern X. Nutrition and cancer: Why take care of before 5% weight loss? *Nutrition clinique et métabolisme.* 2015;29:126-131.
  - 5 Bedock D, Faucher P, Oppert JM. Dénutrition et Covid-19. *Médecine des Maladies Métaboliques.* 2022;16(5):415-421.
- Pouillart P. *Quelle alimentation durant un cancer.* Ed Privat. 2019;pp.260.

- 6 Pouillart P, Laroche C, Tiravy A et al. Education culinaire de l'adulte traité pour un cancer. *Nutripratique*. 2015;29:21-6.
- 7 Pouillart P. Dénutrition en oncologie : la supplémentation protéino-énergétique, oui mais pas seulement. *Techniques Hospitalières*. 2017;765:56-8.
- 8 Arends J, Baracos V, Bertz H. et al. ESPEN expert group recommendations for action against cancer-related malnutrition. *Clin Nutr*. 2017;36(5):1187-1196.
- 9 Arends J. Struggling with nutrition in patients with advanced cancer: nutrition and nourishment-focusing on metabolism and supportive care. *Annals of Oncology*. 2018;29(2):27-34.
- 10 Arends J, Bachmann P, Baracos V et al. ESPEN guidelines on nutrition in cancer patients. *Clinical Nutr*. 2017;36:11-48.
- 11 Ravasco P. Nutrition in cancer patients. *J Clin Med*. 2019;8(8):1211-1217.
- 12 Virizuela JA, Cambor-Álvarez M, Luengo-Pérez LM et al. Nutritional support and parenteral nutrition in cancer patients: an expert consensus report. *Clin Transl Oncol*. 2019;20:619-629.
- 13 Kim DH. Nutritional issues in patients with cancer. *Intest Res*. 2019;17(4):455-462.
- 14 Stefler D, Hu Y, Malyutina S et al. Mediterranean diet and physical functioning trajectories in Eastern Europe: Findings from the HAPIEE study. *PLoS ONE*. 2018;13(7):e0200460.
- 15 Tsigalou C, Konstantinidis T, Paraschaki A et al. Mediterranean Diet as a Tool to Combat Inflammation and Chronic Diseases. An Overview. *Biomedicines*. 2020 ;8(7):201.
- 16 Pouillart P, Pouillart M. Le régime méditerranéen renforcé pour prévenir la dénutrition en oncologie. *Revue de Médecine Générale et de Famille*. 2021;17: 53-58.
- 17 Pepersack T. L'altération des fonctions sensorielles et de l'appétit est-elle une fatalité chez le sujet âgé ? *Nutrition Clinique et Métabolisme*. 2004 ;18(4):189-197.
- 18 Pouillart P, C Battu. La prise en charge précoce des effets secondaires en oncologie par une alimentation dédiée. *Actualités pharmaceutiques*. 2018;576 :49-53.
- 19 Parma V, Ohla K, Veldhuizen MG et al. More than smell — COVID-19 is associated with severe impairment of smell, taste, and chemesthesis. *Chem Sens*. 2020;45:609–622.
- 20 Feron G. La Covid 19 nous rappelle à quel point le goût et l'arôme des aliments sont essentiels au quotidien ! *Cahiers de nutrition et de diététique*. 2020;56(1): 1–2.
- 21 Gryson C. Four-Month Course of Soluble Milk Proteins Interacts With Exercise to Improve Muscle Strength and Delay Fatigue in Elderly Participants, *JAMDA*. 2024;15, 958.e1e958.e9.
- 22 Anses, 2017. Table de composition nutritionnelle des aliments Ciqua [en ligne]. Disponible sur : <https://ciqua.anses.fr/>.
- 23 Blomstrand E, Eliasson J, Karlsson HKR et al. Branched-chain amino acids activate key enzymes in protein synthesis after physical exercise. *J Nutr*. 2006;136:269–273.

24 Europran Commission. Règlement (CE) N°1924/2006 du Parlement Européen et du Conseil du 20 Décembre 2006 concernant les allégations nutritionnelles et de santé portant sur les denrées alimentaires. Journal officiel de l'Union Européenne, 30 décembre 2006.

25 Tachet JM, Pouillart P, Buche Cécile, Franquin Alexia, Buche François. Brevet PCT/FR2020/050457. Procédé d'enrichissement d'aliments en protéines et/ou en compléments alimentaires. 2020.

26 Madiouli J, Sghaier J, Lecomte D et al. et al. Détermination de la porosité par mesure du retrait au cours du séchage des produits agroalimentaires. HAL Id: hal-00166705, <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00166705>.

Tableau 1 – Poids de protéines contenu dans 100 g de matrice alimentaire après imprégnation sous-vide dans une solution concentrée à 15 ou 30% de protéines exogènes de haute qualité.

(g/100g)*	Pomme	Poire	Kiwi	Clémentine	Concombre	Endive	Courgette
Produit cru	0,2+/-0,05	0,3+/-0,05	0,8+/-0,06	0,7+/-0,01	0,7+/-0,01	0,5+/-0,05	1,1+/-0,02
Imprégnation à 15%	3,7+/- 0,4	1,7+/-0,2	1,2+/-0,06	0,9+/-0,05	2,3+/-0,02	2,4+/-0,55	3,6+/-0,35
Imprégnation à 30%	7,1+/-1,5	2,5+/-0,15	1,7+/-0,2	1,0+/-0,15	3,0+/-0,05	4,0+/-0,45	6,0+/-0,15

(\*) Valeur moyenne de 2 échantillons, 2 analyses par échantillons

Tableau 2 – Valeur énergétique de 100 g de matrice alimentaire après imprégnation sous-vide dans une solution concentrée à 15 ou 30% de protéines exogènes de haute qualité permettant de justifier à une allégation nutritionnelle.

(kcal/100g)*	Pomme	Poire	Kiwi	Clémentine	Concombre	Endive	Courgette
Produit cru	0,7+/-0,3	1,01+/-0,2	3,04+/-0,15	2,77+/-0,05	2,7+/-0,1	1,9+/-0,1	4,2+/-0,15
Imprégnation à 15%	14,81+/-1,2	6,67+/-0,75	4,95+/-0,2	3,61+/-0,15	9,3+/-0,15	9,5+/-1,65	14,5+/-1,5
Imprégnation à 30%	28,45+/-6,0	10,11+/-0,5	6,91+/-0,8	4,17+/-0,6	11,9+/-0,15	15,9+/-2,05	24+/-0,65

(\*) Valeur moyenne de 2 échantillons, 2 analyses par échantillons

Source de protéines (p<0,001)
Riche en protéines (p<0,001)



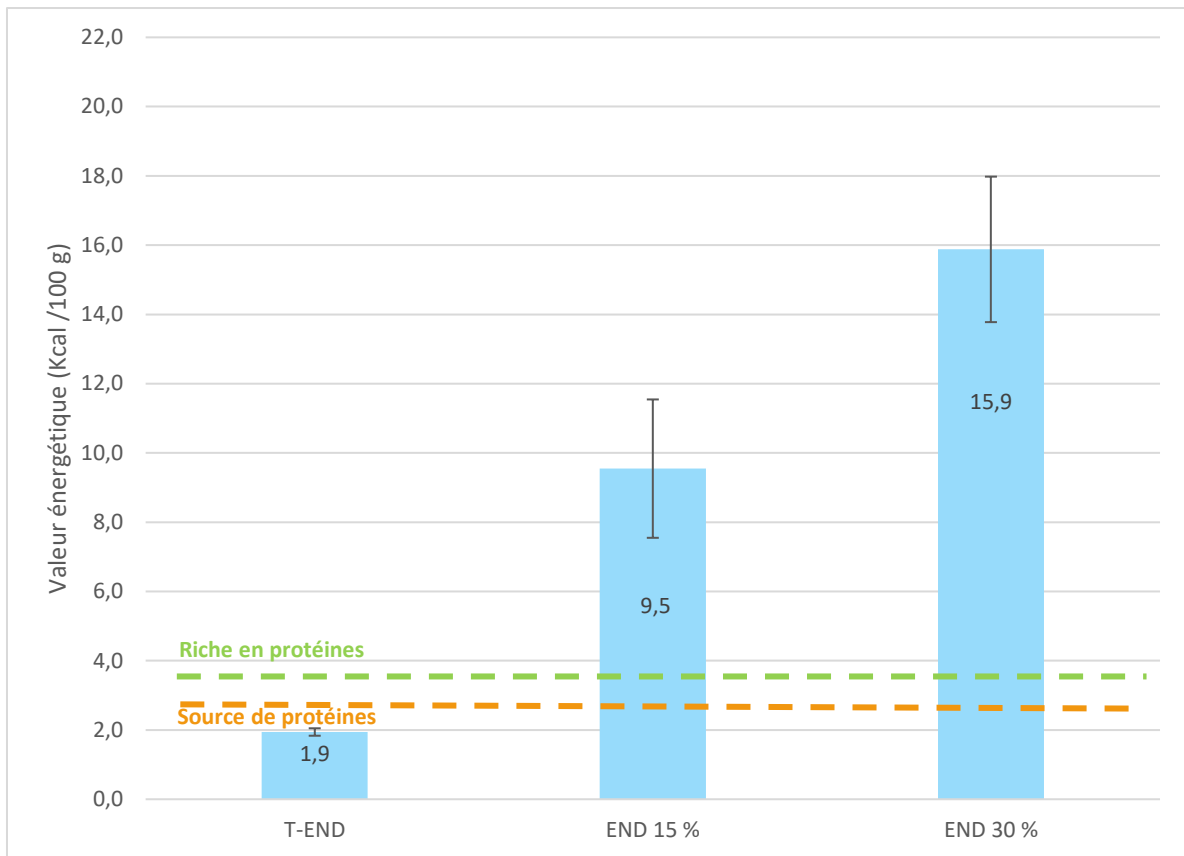


Figure 1 - Seuils de validation d'allégations de richesse en protéine corrélée à la valeur énergétique, à l'exemple des tests sur l'endive (témoin T, 15 et 30% de PRONATIV® 95 CLINICAL).