

# □□ UE MU5BIQ01 - Nutrition, Qualité et Santé

- [Mesure du curdling sur du lait de pois-chiche - Yofi](#)
- [Tarte enrichie en protéines - Appétoque 1](#)
- [Flan enrichi en protéines - Appétoque 2](#)
- [Sauce végétale à haute valeur nutritionnelle - CasaVeg 1](#)
- [Conservation des algues lactofermentées - CasaVeg 2](#)
- [Kombucha de fruits - Archipel](#)

# Mesure du curdling sur du lait de pois-chiche - Yofi

Projet réalisé en Co-Working avec Yofi par : Guillaume Camara, Noémie Dubar, Aydan Gun, Etienne Pourquoi

## Un phénomène de "curdling" dans la boisson végétale

2022 - 2023

PROJET SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE  
« NUTRITION AND HEALTH »

# CARNET DE BORD

UN PHÉNOMÈNE DE « CURDLING » DANS LA BOISSON VÉGÉTALE

PORTEUR DU PROJET :  
BENJAMIN BLUM-BOUKOBZA

CAMARA GUILLAUME  
DUBAR NOÉMIE  
GUN AYDAN  
PORQUIER ETIENNE



Yofi

MASTER DE SCIENCES ET TECHNOLOGIES  
MENTION BIOLOGIE INTÉGRATIVE ET PHYSIOLOGIE  
PARCOURS-TYPE : NUTRITION, QUALITÉ ET SANTÉ



# Tarte enrichie en protéines - Appétoque 1

Projet réalisé en Co-Working avec Appétoque par : Laura Segalas, Mohammed Bedrane, Meryem Hadjili, Wissal Mansouri

## Nouvelle formulation de tarte enrichie en protéines pour les séniors

### Informations

- Laura Segalas / Mohammed Bedrane / Meryem Hadjili / Wissal Mansouri
- [Laura.segalas@etu.sorbonne-universite.fr](mailto:Laura.segalas@etu.sorbonne-universite.fr) / [Mohammed.bedrane@etu.sorbonne-universite.fr](mailto:Mohammed.bedrane@etu.sorbonne-universite.fr) / [Meryem.hadjili@etu.sorbonne-universite.fr](mailto:Meryem.hadjili@etu.sorbonne-universite.fr) / [wissalmansr@gmail.com](mailto:wissalmansr@gmail.com)
- Master 2 : Nutrition Qualité et Santé
- 02/12 - 16/12

### Contexte

La société Appétoque a fait le constat qu'il existe une grande insatisfaction concernant l'alimentation des seniors. Ils apprécient peu les produits enrichis qui leurs sont proposés et ne les terminent pas, ce qui a deux conséquences majeures : l'apport nutritionnel prévu par le personnel médical n'est pas atteint et cela génère énormément de gaspillage alimentaire.

### Objectifs

Création d'une tarte enrichie en protéine pour les personnes âgées qui souffrent de problème de dénutrition et de mastication. La tarte doit être à texture adaptée et doit contenir un goût intense en fruit.

[IMG\\_6341.HEIC](#)

# Matériel

- Une balance
- Un mixeur
- Des bols
- Des cuillères et des couteaux
- Un four
- Une casserole
- Des moules
- Papier cuisson
- Des poches à douilles
- Un ciseau
- Un crayon à papier
- Une Marise

# Flan enrichi en protéines - Appétoque 2

Projet réalisé en Co-Working avec Appétoque par : Léa Fernandes, Antoine Jin, Lucie Casanelli, Imane Mahmoudi

## Développement d'un flan enrichi à destination des personnes âgées

### CARNET DE BORD - APPETOQUE 2

## PHASE 1 : CONCEPTION ET MISE EN ROUTE DU PROJET

14/09 : Recherches pour se familiariser avec le sujet

- Envoi d'un document de la start-up présentant le projet à notre demande afin que nous puissions commencer à nous préparer pour la première réunion
- Recherches sur :
  - La start-up, leur produit et l'équipe
  - Les besoins nutritionnels de la population de seniors
  - Une rapide étude de marché et des pistes pour l'enrichissement et l'adaptation des textures
  - Des idées pour le flan (goûts, texture etc)

20/09 : **Première réunion avec Appétoque**

- Présentation du projet et de la start-up
- Présentation du cahier des charges
  - Supplémentation en protéines (minimum 10g/100g)
  - Supplémentation en un autre nutriment
  - Pas d'ingrédients synthétiques

- Sans pate + texture homogène
  - Adapté aux troubles de la déglutition et de la mastication
  - Résistant à la congélation
  - Emballage recyclable => contrainte à traiter si le temps le permet
- 
- Action à mettre en place : créer une roadmap, lors des expérimentations créer un document permettant le suivi

## **PHASE 2 : RECHERCHES BIBLIOGRAPHIQUES**

### 20/09 : **Début des recherches bibliographiques**

- Supplémentation en protéines chez les sujets âgées
- Isolat de lactosérum
- Farine de lupin
- Supplémentation en un autre nutriment et/ou fibres - potentiellement :
  - Algues / camu-camu (vitamine C)
  - Son de blé (fibres)
  - Lait (apport conséquent en calcium)
  - Ajout d'une source de matière grasse (oméga3)
  - Réglementation sur les allégations "riche en" et "source de"
- Protocole expérimentations sur les textures
- Prendre en compte les difficultés de mastication des seniors
- Homogénéité du produit
- Texture mixée à vérifier selon le protocole de la cuillère (IDDSI 4)
- Surgélation/congélation + réglementations sanitaires
- Réglementations température
- Réglementation hygiène

### 06/10 : **Deuxième réunion avec Appétoque**

- Vérification des premières pistes de recherche
- Questions sur l'isolat de lactosérum, sur la surgélation, sur l'allégation en fibres et ses conséquences sur la texture
- Discussion sur les possibles suppléments en un autre nutriment
- Nécessité de mettre en place les premières recettes rapidement



#### 06/10 : **Début des recherches sur les recettes**

- Elaboration de nombreuses recettes qui pourrait convenir pour le projet
- Calculs des macro- et micronutriments pour chacune des recettes avec un tableau Excel afin de connaître leurs valeurs nutritionnelles

#### 16/10 : **Mise en commun des différentes recettes**

- Recette classique enrichie avec isolat de lactosérum
- Recette avec farine de lupin enrichie avec isolat de lactosérum
- Test de la recette classique de flan sans isolat

Résultat : bonne texture mais un nouveau problème est relevé : la peau du flan qui se forme (probablement suite à la coagulation entre le lait et l'oeuf avec la chaleur) et qui est donc une nouvelle contrainte à traiter

#### 17/10 : **Troisième réunion**

- Questions sur les allégations (réglementations à utiliser), sur le problème de la peau en surface (pistes : cuire au bain marie, à basse température, en couvrant le flan ou chercher une autre recette)
- Présentation de nos idées et de nos recettes ? validés
- Favorise l'idée de la supplémentation en calcium ou vitamine C, importance de ne pas réduire trop l'apport calorique de notre flan (éviter les édulcorants à la place du sucre par exemple) car les personnes âgées surtout en cas de dénutrition ont besoin de cet apport en calorie

#### 20/10 : **Envoi de la liste d'ingrédients à Appétoque pour vérification**

#### 24/10 : **Confirmation de la liste d'ingrédients par Appétoque**

#### 25/10 : **Envoi de la liste d'ingrédients au Fablab**

#### 02/11 : **Toujours en attente d'un date potentielle de livraison afin de pouvoir commencer les expérimentations** (toutes les recettes que nous souhaitons expérimenter sont déjà prêtes)

#### 22/11 : **Quatrième réunion**

- Discussion autour d'ingrédients pour la supplémentation en protéines et en calcium
- Discussion autour des expérimentations et de la rédaction du rapport

# **PHASE 3 & 4 : EXPÉRIMENTATIONS ET RÉDACTION DU RAPPORT**

28/11 : **Réception de l'isolat de lactosérum**, passage de la commande du reste des denrées + réunion avec Appétoque avec présentation du labo et point sur l'avancement

29/11 : **Première expérimentation de la recette du flan classique - Test 1**

*Variables modifiées :*

- diminution de la maïzena à 50g au lieu de 100g
- cuisson avec un aluminium pour limiter la formation de peau

*Conclusion :* texture tranchée et très aqueuse

Attention : une seule variable devra être modifiée pour les tests suivants car on ne sait pas lequel a eu un impact précisément.

01/12 : **Test n°2**

*Variable modifiée :* recette classique - diminution de la température de cuisson (160°C)

*Conclusion :* problème d'homogénéité mais texture moins aqueuse. Visuel plus attrayant, peau sur le dessus presque absente

02/12 : **Cinquième réunion**

- Discussion autour des problèmes rencontrés lors des premières expérimentations et discussion des solutions : ajout des protéines à la fin de la recette, ajout de quantité de protéines progressivement, mesure de la température de cuisson, etc

03/12 : **Test n°3**

*Variable modifiée :* recette classique - isolat ajouté juste avant l'enfournement et non dans le lait qui chauffe

*Conclusion :* bien meilleure texture, proche du flan mais trop compact toujours, goût des protéines trop présent

05/12 : **Test n°4**

*Variable modifiée* : recette classique - quantité d'isolat de lactosérum

*Conclusion* : pâte très liquide avant cuisson pour toutes les quantités, plus la quantité augmente plus le goût de l'isolat ressort mais pas de grosse différence dans la texture

#### 06/12 : **Test n°5 et 6**

##### **Test n°5 :**

*Variable modifiée* : recette classique - temps de cuisson lors de la 2e chauffe moins important pour pas que la préparation prenne trop

*Conclusion* : mélange plus homogène mais toujours très liquide

##### **Test n°6 :**

*Variable modifiée* : recette classique - cette fois le lait utilisé pour diluer les protéines sera directement du lait des 1L nécessaires au flan et pas du lait ajouté en plus du lait de base

*Conclusion* : flan rôti avec trop d'alvéoles mais sûrement lié à la préparation

#### 09/12 : **Test n°7**

*Variable modifiée* : recette classique - test d'une nouvelle méthode de cuisson : le bain-marie

*Conclusion* : meilleure texture obtenue jusqu'à présent mais la texture est encore beaucoup trop dense pour un flan

#### 12/12 : **Test n°8**

*Variable modifiée* :  $\frac{3}{4}$  de la maïzena utilisé

*Conclusion* : recette classique - texture redevient tranché comme avant, la maïzena est indispensable dans notre recette

#### 13/12 : **Test n°9**

*Variable modifiée* : recette classique - réduction de la température de cuisson (150°C)

*Conclusion* : texture homogène mais toujours trop compact

#### 14/12 : **Sixième réunion**

- Discussion autour des problèmes de textures : idée d'utiliser seulement des jaunes d'oeufs ou de la crème
- Discussion autour des résultats obtenus
- Idée de faire une recette de flan/crème aux oeufs

#### 16/12 : **Test n°10**

*Variable modifiée* : recette classique - utilisation uniquement des jaunes d'oeufs et plus des blancs d'oeufs

*Conclusion* : texture homogène mais toujours compact, couleur jaune qui se rapporte du flan et goût de l'isolat de lactosérum masquée

#### 20/12 : **Test n°11**

*Variable modifiée* : recette classique - remplacement de  $\frac{1}{4}$  du lait par de la crème liquide

*Conclusion* : toujours une texture compact, mais le goût de la protéine est encore une fois bien masqué

#### 27/12 : **Test n°12**

*Variable modifiée* : crème aux oeufs - expérimentation d'une nouvelle recette de crème renversée

*Conclusion* : texture lisse et beaucoup moins compact, très proche de la texture d'un flan classique.

#### 28/12 : **Test n°13**

*Variable modifiée* : crème aux oeufs - variation de la quantité de MG avec utilisation d'un lait entier

*Conclusion* : lait entier apporte une sensation plus farineuse au flan

#### 28/12 : **Test n°14**

*Variable modifiée* : crème aux oeufs - diminution de la température de cuisson (160°C)

*Conclusion* : texture plus onctueuse et plus du tout de sensation farineuse

## 28/12 : **Test n°15**

*Variable modifiée* : expérimentation de la recette avec farine de lupin

*Conclusion* : flan beaucoup trop compact, colle aux dents et pas du tout adapté à notre projet, goût des pois chiches trop présent

## 03/01 : **Test n°16**

*Variable modifiée* : crème aux oeufs - expérimentation dans un grand moule

*Conclusion* : 50mL d'eau semble trop car de l'eau est ressortie du flan et cette sensation d'eau sur le flan est présente en bouche. De plus, le flan ne tient pas au démoulage

## 03/01 : **Septième réunion**

- Discussion à propos de l'avancée du projet
- Confirmation de la recette de flan/crème aux oeufs
- Mis en place d'un questionnaire sur différents critères regroupés en 3 catégories :
  - Visuel
  - Texture
  - Goût

04/01 : **Avancé du rapport** : Introduction, chapitre 1 et 2 globalement rédigés et envoyés à Appétoque pour avoir un premier retour

## 05/01 : **Test n°17**

*Variable modifiée* : crème aux oeufs - réduction de l'eau à 30mL

*Conclusion* : démoulage correct, plus beaucoup d'eau mais un peu sur le papier cuisson

## 07/01 : **Test n°18**

*Variable modifiée* : crème aux oeufs - modification de la température à 180°C

*Conclusion* : expérimentation qui a nécessité plus de temps de cuisson mais ne relâche pas d'eau et texture de flan correct

## 09/01 : **Test n°19, 20, 21, 22**

**Test n°19 :**

*Variable modifiée* : crème aux oeufs - remplacement d' $\frac{1}{3}$  de l'eau servant à diluer l'isolat par du jus de carotte afin de donner une couleur plus jaune/orangée

*Conclusion* : résultat avec une couleur proche du rose saumon plutôt que du jaune

**Test n°20 :**

*Variable modifiée* : crème aux oeufs - pour essayer de rendre le flan plus compact, ajout de 5g de farine à la recette de flan aux oeufs (petite portion)

*Conclusion* : début de texture tranchée qui ne résout pas le problème de flan pas assez compact

**Test n°21 :**

*Variable modifiée* : crème aux oeufs - pour essayer de rendre le flan plus compact, ajout de 5g de maïzena à la recette de flan aux oeufs (petite portion)

*Conclusion* : début de texture tranchée / farineuse qui ne résout pas le problème de flan pas assez compact

**Test n°22 :**

*Variable modifiée* : crème aux oeufs - ajout de 0,35g de curcuma pour donner au flan une couleur plus jaune proche du flan classique (petite portion)

*Conclusion* : flan beaucoup trop jaune et couleur éloignée du flan classique. Grains de curcuma remontant à la surface. Goût du curcuma présent

**Test n°23 :**

*Variable modifiée* : crème aux oeufs - recette du test 17 avec ajout de curcuma (0,35g max) mais moins que le test 22

*Conclusion* : couleur du flan toujours très jaune, texture inchangée

- recette finale 17 réalisée de nouveau

10/09 : Dégustation en aveugle avec questionnaire de test sensoriel en présence d'Appétoque et de l'autre groupe travaillant avec Appétoque. Présentation de 3 flans :

- Flan pâtissier classique
- Flan sans coloration

- Flan avec coloration au curcuma

11/09 : Validation de la recette finale et rédaction des dernières parties du rapport + envoi à Appétoque pour d'éventuelle modifications

18/09 : Rendu du rapport

# Sauce végétale à haute valeur nutritionnelle - CasaVeg 1

Projet réalisé en Co-Working avec CasaVeg par :

## Développement d'une sauce à haute valeur nutritionnelle à partir de produits végétaux

### **Cahier de bord Casa Veg' 1**

24/08 : Réunion zoom de présentation de la startup et du projet de développement d'une sauce à haute valeur nutritionnelle, faite à partir de produits végétaux, avec l'équipe de Casa Veg et l'équipe de travail

13/09 : Réunion de réintroduction au sein de la startup pour définir les axes de recherches :

- super-aliments : graines de céréales (tournesol, lin, chia), plantes : orties, argousier
- Huiles essentielles et hydrolats, eau de cuisson
- Produits issus de la fermentation : drêche, levure de bière, tanins
- Légumineuses : edamame, chanvre

21/09 : réunion n°1 zoom

Point fait sur les 4 axes de recherches, redéfinition de certaines problématiques. Poursuite des recherches bibliographiques sur ces sources protéiques végétales ou sources bioactives de nutriments.

28/09 : réunion n°2 zoom



Poursuite des recherches et présentation de celles-ci à la startup.

07/10 : réunion n° 3 en zoom,

préparation de la présentation de nos résultats de recherches à la fondatrice de Casa Veg'.

→ Mettre les conclusions de la présentation et des pistes présentées : poursuite ou non des recherches des pistes avancées.

27/10 : réunion n°4 en présentiel

→ Préparation d'une présentation pour faire un résumé sur l'état de nos recherches actuelles et faire un point : poursuite ou arrêt des pistes, aspects positifs et négatifs de l'utilisation de ces ingrédients.

→ réunion annulée :( start up n'a pas le temps

04/11 : réunion n°5 en zoom

Fermeture de 3 axes de recherche sur 4 : résumé des recherches faites jusqu'à cette date sur les huiles essentielles et hydrolats, les super-aliments (graines de céréales (tournesol, lin, chia), plantes : orties, argousier et chanvre, edamame).

Poursuite et amélioration de l'axe des produits de fermentation (drèche et levure de bière).

On définit un projet plus précis : développer une pâte qui sert pour la base de la sauce des Green Boc' Casa Veg' ou bien pouvant être commercialisée par Casa Veg' pour d'autres industriels.

Nouvelles recherches à faire sur :

- les procédés de fermentation et lactofermentation,
- les propriétés organoleptiques et technico physiques de l'oeuf afin de pouvoir le remplacer dans les préparations
- matrice protéique des produits de fermentation (drèche, levure de bière)
- les champignons locaux (parfois peu connus) riches en protéines avec une matrice intéressante d'un point de vue physique
- géographie des ressources possibles

10/11 : réunion n°6 en zoom, avec le groupe mer

Topo fait par la start-up sur le processus de l'innovation, des différentes pistes à aborder lors du mapping (géographie, marché, nutrition, propriétés de l'aliment), les différentes problématiques rencontrées, et les solutions possibles à apporter.

Présentation et mise en pratique de la matrice de calcul de l'indice chimique pour la teneur en acide aminés des sources protéiques trouvées afin de pouvoir les associer dans un plat

Préparation à la réunion de mi-parcours du PST.

→ Définition et répartition des différents nouveaux axes de recherche dans le groupe et poursuite des recherches.

21/11 : Réunion de mi-parcours du projet

Présentation orale de 5min sur l'avancée du projet et des recherches :

- introduction de la startup, mise en contexte du projet : adéquation du projet avec les valeurs de la startup : écologie, circuit court, tendance à la consommation du végétal,

repas déjà prêts. Composition du plat et de la sauce.

- objectifs souhaités et problématiques : envie d'augmenter la valeur nutritionnelle de la sauce pour optimiser les besoins en protéines et en acides aminés essentiels. Par conséquent, la problématique est de trouver les aliments issus du règne végétal, locaux et qui peuvent répondre à la problématique.
- différents axes de recherches mis en évidence : les protéines végétales, les graines et oléagineux, les huiles essentielles et hydrolats et enfin les co-produits de fermentation (permettent de limiter le gaspillage en utilisant des co-produits de fermentation souvent jetés et non utilisés).
- perspectives et poursuite du projet : poursuite du projet sur l'axe des co-produits de fermentation pour des raisons tendanciennes sur le marché, mais aussi écologique avec la revalorisation de produits considérés comme déchets. Objectif de retrouver les propriétés physico-chimiques de l'œuf pour réaliser la constitution de la pâte "universelle" de la sauce à intégrer à plusieurs plats.

Discussion autour du projet : propositions de différentes pistes d'amélioration et de recherches comme les okara de laits végétaux, les champignons séchés, les tourteaux oléagineux (aussi des co-produits d'agriculture à revaloriser), la lactofermentation ou autre types de fermentation.

Avec la startup, redéfinition d'axes de recherches pour la pâte, et poursuite des veilles bibliographiques réalisées.

Objectif : trouver un protocole expérimental à mettre en place pour trouver les meilleures caractéristiques de la pâte.

Recherche des matrices protéiques et en acides aminés des produits pour pouvoir faire les meilleures associations possibles entre les produits et avoir la meilleure composition.

→ Tester les processus de fermentation sur l'okara, le shiitake, les tourteaux :

- seule : produit + eau et sel
- avec la méthode de la fermentation du saké
- avec ajout de bactéries pour la lactofermentation

28/11 : réunion zoom n°7 : choix des protocoles d'expérimentations

→ Schéma des expériences :

30/11 : réunion zoom n°8

Mise à jour du protocole d'expérimentation :

- Fermentation selon les protocoles trouvés pour chaque ingrédient
  - tourteau de noix
    - levain de farine de blé (contrôle positif)
    - levain de tourteaux

- sans fermentation (contrôle)
- shiitake :
  - lactofermentation avec lactobacillus
  - sans fermentation (contrôle)
  - autre
- drèche :
  - avec ajout de micro organismes (bacillus) qui produisent des enzymes spécifiques capables de dégrader les fibres présentes dans la drèche.
  - avec ajout d'enzymes spécifiques supplémentaires : laccases ou amylases
  - sans fermentation (contrôle)

→ avec chacune des 3 conditions de fermentation et de contrôle : réalisation d'un test de Bradford (ou autre test capable de mesurer la teneur en protéine)

- Avec le levain de tourteaux de noix : ajout de chaque ingrédient individuellement selon des proportions calculées en fonction de l'indice chimique (pour avoir une complémentarité parfaite de tous les acides aminés essentiels).

→ réalisation d'un test de Bradford pour la teneur en protéines à chaque ajout d'ingrédient (shiitake, drèche, céréale, légumineuse)

→ test organoleptique (texture, goût, couleur...) à chaque ajout d'ingrédients pour adapter les proportions possibles aussi.

+ Trouver le sourcing de tous les éléments nécessaires pour faire les expérimentations

01/12 : Discussion avec la start-up, par soucis de temps et d'approvisionnement, on décide de laisser de côté le tourteau également et de garder la drèche et le shiitake qui sont faciles à sourcer.

Appel avec La Pintine pour parler du projet, ils sont emballés et veulent bien goûter pour éventuellement faire un partenariat avec casa veg.

02/12 : Discussion avec la start-up : pour des raisons économiques, abandon de la fermentation du shiitake avec des souches lactobacillus plantarum et remplacement par une fermentation avec des grains de kéfir d'eau (plus abordable) et par des starter de tempeh.

Nouveau schéma d'expérimentation :

06/12 : discussion avec la startup

Récupération de la farine de drèche en magasin. Pas de farine de drèche disponible dans le point de vente mentionné par La Pintine (font de la farine de drèche dans le 93).

Abandon de la piste de la fermentation de la drèche avec *Bacillus Subtilis* pour des raisons économique et de temps au niveau logistique des commandes et des durées de livraison. Pour la drèche : fermentation en levain, fermentation avec du kéfir 7%, fermentation tempeh 1% et contrôle sans ajout de souche de fermentation.

07/12 : début de la fermentation de la drèche en levain : 40 g de farine + 40 mL d'eau + 1 càs de miel et 20 g de farine et 20 mL d'eau dans des pots plus petits 1 càc de miel + contrôle positif de levain fait à la farine de blé dans les mêmes conditions (40 g de farine et 40 mL d'eau et 20 g de farine et 20 mL d'eau).

Conservation des levains à température ambiante, et réhydratation chaque jour jusqu'à ce qu'il double de volume.

09/12 : réunion en présentiel à la fac avec la startup et les 2 groupes du projet Casa Veg Terre et Mer.

Revue des différents protocoles prévus, des quantités à utiliser et des différentes conditions et réplicats.

12/12 - 16/12 : Réalisation des différents protocoles de fermentations sur la farine de drèche et le shiitake séché selon les conditions ci-dessus.

13/12 : au Fablab

Mise à fermenter des différentes conditions :

- Stérilisation des erlenmeyers utilisés pour la fermentation pendant 5 min dans de l'eau bouillante.
- Mixage du shiitake séché jusqu'à obtention de la farine : 3 sachets de 40 g ? 120 g de farine obtenue
- Mélange de 120 g de farine de shiitake avec de l'eau jusqu'à obtenir la consistance d'une pâte ? ajout 800 mL d'eau = poids final : 918,30 g.

- Répartition de 35 g de cette pâte dans 9 erlenmeyers (3 réplicats pour les 3 conditions)
  - Pour la condition kéfir : ajout de 7% de kéfir = 2,45 g de kéfir par erlenmeyer
  - Pour la condition tempeh : ajout de 1% de tempeh = 0,35 g de tempeh par erlenmeyer
  - Pour la condition contrôle : pas d'ajout d'agent de fermentation
- Fermeture des erlenmeyers avec du papier.

- Mélange de 120 g de farine de drèche avec de l'eau jusqu'à obtenir la consistance d'une pâte ? ajout de 260 mL d'eau = poids final :
- Répartition de 35 g de cette pâte dans 9 erlenmeyers (3 réplicats pour les 3 conditions)
  - Pour la condition kéfir : ajout de 7% de kéfir = 2,45 g de kéfir par erlenmeyer
  - Pour la condition tempeh : ajout de 1% de tempeh = 0,35 g de tempeh par erlenmeyer
  - Pour la condition contrôle : pas d'ajout d'agent de fermentation
- Fermeture des erlenmeyers avec du papier.

⇒ Fermentation pendant 48h (début le 13/12 à 16H)

14/12 : au fablab

Réalisation de la gamme étalon pour la détermination de la teneur en protéines selon la méthode de Bradford :

15/12 : au fablab

Réalisation des tampons pour l'extraction protéique ? pas de matériel mis à disposition, donc pas de possibilité de réaliser le tampon en amont.

Mise en trempage des pois chiches pour la cuisson le lendemain.

16/12 : au fablab

Fin des fermentations de 48h pour le shiitake et la drèche. Des contaminations de mycélium présentes dans les conditions de drèche avec du tempeh et dans le contrôle de la drèche ? non exploitable.

Réalisation du tampon d'extraction dans la glace : Tampon phosphate 100mM, pH 7,8 + 0,1 mM EDTA + 1,25 mM PEG 4000. Puis ajout DTT

Dans les mortiers : mise de 3mL de tampon d'extraction froid et une pincée de PVP, et broyage rapide avec 1 g de produit de fermentation.

Répartition des broyats dans 2 tubes eppendorf 1,5mL.

Centrifugation 11000 rpm pendant 15 min à 4°C

Récupération du surnageant dans des tubes eppendorf 1,5 mL et conservation dans la glace.

Début d'extraction protéique sur des colonnes Sephadex G25 P10, mais finalement non utilisée :

→ Directement dosage des protéines à partir du surnageant par spectrophotométrie :

Volume surnageant : 5  $\mu$ L

Volume d'eau : 795  $\mu$ L

Volume réactif de Bradford : 200  $\mu$ L

Réalisation de 2 réplicats pour chaque condition (manque de temps supplémentaire) à une absorbance de 595 nm.

Relevé des DO pour chaque condition.

Cuisson des pois chiche pendant 1h, et du quinoa pendant 15 min.

Réalisation d'une pâte à partir de la meilleure condition de fermentation (celle contenant le plus de protéine), à différentes proportions des mélanges de drèche, shiitake, pois chiche et quinoa :

- 10% drèche + 15% shiitake + 25% pois chiche + 50% quinoa
- 10% drèche + 10% shiitake + 30% pois chiche + 50% quinoa
- 10% drèche + 5 % shiitake + 35% pois chiche + 50% quinoa

21/12 :

Analyse des résultats des DO obtenues pour le shiitake, la drèche et les fermentations.

Augmentation de la quantité en protéine uniquement pour le shiitake avec une fermentation au kéfir par rapport au contrôle. Pas d'augmentation de la teneur en protéine pour la drèche fermentée ni pour le levain.

Possibilité de refaire les relevés de DO et de la gamme étalon à la rentrée pour vérifier les données, car elles ont été réalisées rapidement.

Depuis le 21/12 : rédaction du mémoire.

# Conservation des algues lactofermentées - CasaVeg 2

Projet réalisé en Co-Working avec CasaVeg par : Flora Desse, Luna Guillon, Lucie Mary, Estelle Pires

## Détermination de la valeur nutritionnelle de différentes algues lactofermentées aux grains de kéfir

**PROJET SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE**  
**“Nutrition and Health”**

Septembre 2022 - Janvier 2023

**CARNET DE BORD**

# Start-up Partenaire : Casa Veg'

Présenté par

Flora DESSE, Luna GUILLON, Lucie MARY & Estelle PIRES

Master de Sciences et Technologies

Mention Biologie Intégrative et Physiologie

Parcours-type : Nutrition, Qualité et Santé

Responsables du parcours : Pr. Véronique Béréziat & Pr. Khadija El Hadri-Zegouagh

Représentants de la BU : M. Julien Prost et Mme. Lorette Bonnetain

24 août 2022 **Première prise de contact avec Odile Castagné (créatrice de la start-up) et Hélène Vanlerberghe (alternante, ancienne M2 NQS) via zoom.**

- Présentation de la start-up et du projet

7 sept. 2022 **Rencontre physique au centre où se trouve la start-up avec Odile Castagné et Hélène Vanlerberghe.**

- Discussion autour du projet : définition des axes de recherche
- Premiers axes de recherche : *Histoire de la consommation des algues - La filière algues en France et dans le Monde - Les algues bretonnes - Les algues méditerranéennes*

8 sept. 2022 au 14 sept. 2022 **Recherches bibliographiques sur nos axes de recherche.**

- Préparation d'un compte-rendu avec : "Executive Summary" et détails pour chaque axe. Le CR est envoyé la veille de la réunion à Hélène Vanlerberghe et déposé sur un drive partagé

15 sept. 2022 **Réunion avec Hélène Vanlerberghe via zoom.**

- Discussion autour de nos recherches
- Orientation vers d'autres axes (*La composition des algues - Le régime méditerranéen - Le régime d'Okinawa - Le pouce-pied*) et approfondissements des premiers

16 sept. 2022 au 28 sept. 2022 **Recherches bibliographiques sur nos axes de recherche.**

- Préparation d'un compte-rendu avec : "Executive Summary" et détails pour chaque axe. Le CR est envoyé la veille de la réunion à Hélène Vanlerberghe et déposé sur un drive partagé



29 sept. 2022 **Réunion physique avec Odile Castagné et Hélène Vanlerberghe.**

- Discussion autour de nos recherches
- Orientation vers d'autres axes (*L'iode - La lactofermentation - Profils en acides aminés des algues - Les plantes marines - Etang de Thau*) et approfondissements des autres

30 sept. 2022 au 5 oct. 2022 **Recherches bibliographiques sur nos axes de recherche.**

- Préparation d'un compte-rendu avec : "*Executive Summary*" et détails pour chaque axe. Le CR est envoyé la veille de la réunion à Hélène Vanlerberghe et déposé sur un drive partagé

6 oct. 2022 **Réunion avec Hélène Vanlerberghe via zoom.**

- Discussion autour de nos recherches
- Définition des axes à présenter sur un Powerpoint pour la prochaine réunion
- Approfondissements des axes : *Algues en Bretagne et Méditerranée - Conservation des algues - Lactofermentation*

7 oct. 2022 au 25 oct. 2022 **Recherches bibliographiques sur nos axes de recherche et préparation de la présentation Powerpoint pour la prochaine réunion.**

- Préparation d'un compte-rendu avec : "*Executive Summary*" et détails pour chaque axe. Le CR est envoyé la veille de la réunion à Hélène Vanlerberghe et déposé sur un drive partagé
- Préparation d'une présentation Powerpoint sur les axes : *Histoire de la consommation des algues (utilisation ancestrale en Asie, place des algues en France, régime nordique) - La filière des algues (principaux usages des algues en France, projet "porphyra", benchmark des fournisseurs) - La sélection des algues (tableau des qualités nutritionnelles des algues déshydratées, comparaison algues déshydratées vs. fraîches, recettes, comparaison régimes méditerranéen et Okinawa, algues et plantes de Méditerranée, étang de Thau, spiruline)*

26 oct. 2022 **Réunion physique avec Odile Castagné et Hélène Vanlerberghe.**

- Présentation du Powerpoint et discussion autour de nos recherches

10 nov. 2022 **Réunion avec Hélène Vanlerberghe + groupe Terre via zoom.**

- Mise au point calcul de l'indice chimique
- Présentation "Innover en alimentaire"
- Discussion autour de la réunion de mi-parcours du 21 nov. 2022 avec l'équipe pédagogique du master

**11 nov. 2022 au 20 nov. 2022 Recherches bibliographiques sur nos axes de recherche et préparation de la réunion de mi-parcours.**

- Recherches sur : mélange de paillettes d'algues avec légumineuses et oléagineux
- Recherches sur : conservation des algues fraîches et déshydratées
- Recherches sur : la lactofermentation des algues
- Recherches sur : profils en acides aminés de la spiruline
- Préparation des informations et du diaporama pour la réunion de mi-parcours

**21 nov. 2022 Réunion de mi-parcours au Fablab de SU en présence d'Hélène Vanlerberghe, Odile Castagné (CasaVeg') et Khadija El-Hadri, Christophe Bailly, Isabelle Guillas (équipe pédagogique du master).**

- Présentation de 5 min : CasaVeg' - Problématique et Objectifs - État d'avancement - Perspectives
- Discussion : demande de précisions sur la présentation de la startup, contact Algorapolis (producteur de spiruline à Paris), précision sur la pollution des algues, précision sur les bienfaits des algues, précision sur l'explication de l'intégration des algues au plat

**21 nov. 2022 Réunion rapide de débrief post-mi-parcours et prochains objectifs avec Odile Castagné et Hélène Vanlerberghe + groupe Terre.**

- Poursuite des recherches sur les procédés d'optimisation de la biodisponibilité des nutriments dans les algues
- Programmation d'une réunion le 28 nov. 2022 pour présenter le plan expérimental

**22 nov. 2022 Recherches bibliographiques.**

- Recherches sur : biodiversité des algues et intérêt écologique de l'aquaculture intégrée
- Calculs des indices chimiques et complémentarité en acides aminés algues/légumineuses/céréales
- Recherches sur : le profil en acides aminés de l'oeuf, l'utilisation de l'oeuf en cuisine, les substituts de l'oeuf
- Recherches sur : fournisseurs de spiruline le plus près possible (abandon Algorapolis ? liquidation judiciaire)
- Recherches sur : la crise marine

**22 nov. 2022 Point téléphonique avec Hélène Vanlerberghe en fin de journée (Estelle Pires).**

- Faire le calcul des proportions légumineuses/céréales/algues : quelle quantité d'algues à mettre pour compenser les manques ?
- Essayer de trouver un producteur de spiruline au plus près de Paris : partir de Paris et élargir le périmètre petit à petit

- Trouver les conditions de culture de la spiruline pour savoir si on peut en faire nous-mêmes
- La criste marine a-t-elle un effet sur la santé ? Est-elle intéressante dans l'écosystème ?
- Réfléchir à la mise en place de tests organoleptiques

#### 23 nov. 2022 **Recherches bibliographiques.**

- Recherches sur : pollution et toxicité des algues (risques chimiques)
- Recherches sur : les légumineuses et céréales utilisées chez CasaVeg'
- Recherches sur : l'utilisation des algues comme substrat de fermentation, les conditions optimales de fermentation des algues,
- Poursuite des recherches sur : la criste marine
- Recherches sur : les conditions de culture de la spiruline
- Premier appel avec le contact de Bord à Bord fourni par Odile Castagné : pas de réponses mais direction vers d'autres contacts

#### 23 nov. 2022 **Point téléphonique avec Hélène Vanlerberghe en fin de journée (Luna Guillon).**

- Abandon de la criste marine
- Comment améliorer la qualité de la spiruline ?
- Recherches sur l'association entre algues et okara
- Les algues qui nous intéressent sont-elles produites en aquaculture intégrée ?
- La texture "gluante" de l'algue réhydratée peut être intéressante

#### 24 nov. 2022 **Recherches bibliographiques.**

- Recherches sur : pollution et toxicité des algues (risques microbiologiques et physiques)
- Recherches sur : la lactofermentation des algues et des légumes, les bienfaits de cette lactofermentation
- Mise en place de protocoles de fermentation : avec sel uniquement, avec des grains de kéfir
- Second appel avec Bord à Bord : peu de réponses, demande de poser les questions par mail ? envoi du mail avec l'ensemble des questions, notamment la demande des fiches techniques des algues
- Recherches sur : régime danois ? 5g d'algues/jour seulement à cause de la concentration en iode

#### 25 nov. 2022 **Point téléphonique avec Hélène Vanlerberghe en début de journée (Lucie Mary).**

- Trouver des informations sur la ferme à spiruline proche de Cherbourg
- Trouver un pourcentage de sucre présent dans les algues suffisant pour la fermentation
- Mettre en place le plan expérimental pour le GreenLab : que teste-on et pourquoi ? Quelles conditions ?

25 nov. 2022 **Recherches bibliographiques.**

- Réponse au mail : réponses obtenues pour quelques questions, pas de fiches techniques disponibles donc pas de valeurs de concentrations pour les différents acides aminés des algues proposées
- En Bretagne : culture de wakamé et laitue de mer, pour le reste il s'agit d'algues sauvages cueillies à la main
- Des analyses de contamination des algues sont réalisées et publiées régulièrement
- Fermentation avec grains de kéfir sans sel possible

25 nov. 2022 **Point téléphonique avec Hélène Vanlerberghe en fin de journée (Flora Desse).**

- Qu'est-ce qui permet à un ingrédient d'être fermentescible ? Quelle est la différence entre les ingrédients fermentescibles et non fermentescibles ?
- Poursuivre le plan expérimental pour la réunion du 28 nov. 2022

28 nov. 2022 **Réunion avec Odile Castagné et Hélène Vanlerberghe via zoom.**

- Présentation de l'avancement des recherches à Odile Castagné
- Présentation des protocoles de fermentation des algues : avec sel uniquement, avec grains de kéfir et avec *L.plantarum*
- Procédé de lactofermentation des algues par grains de kéfir ? validé comme innovant
- Explication de la pâte à développer : mélange de 3 éléments dont l'algue pour former une pâte utilisable pour former à la fois une sauce et à la fois un aliment solide (ex. falafel)
- Faire une fiche technique d'élaboration de la pâte : établir un trio, les temps de cuissons et les procédés à mettre en place

29 nov. 2022 au 30 nov. 2022 **Recherches et mise en place de la fiche technique.**

- Sélection de 3 trios pour la pâte : spiruline/okara de soja/quinoa, spiruline/okara de soja/riz blanc, spiruline/okara de soja/sarrasin, laitue de mer/okara de soja/sarrasin
- Protocoles de fabrication de l'okara (pour la pâte) et du lait de soja (pour la sauce)
- Protocoles de fermentation de la laitue de mer (avec sel, grains de kéfir et *L.plantarum*)
- Sourcing des fournisseurs de chaque ingrédient
- Idées de recettes : sauce avec mélange pâte + lait de soja ; boulette type "arancini" marin

1 déc. 2022 **Réunion avec Hélène Vanlerberghe en début de journée via zoom.**

- Abandon de l'okara ? trop peu intéressant face aux autres légumineuses
- Sélection des trios : spiruline/pois chiches/riz brun et laitue de mer/pois chiches/riz brun
- Faire les calculs d'indices chimiques des duos : algue/pois chiches et algues/riz brun
- La fermentation est-elle possible sur la spiruline déshydratée ? réhydratée ?
- Etablir le schéma des expériences : résumé visuel

1 déc. 2022 **Recherches, calculs et réalisation des schémas d'expériences.**

- Evaluation des complémentarités entre algue/pois chiches et algues/riz brun
- Fermentation sur spiruline déshydratée ? réhydratée validée
- Recherches sur : lactofermentation par *L.plantarum* ? problématique de conditions de culture trop contraignantes
- Discussion avec Hélène de la fermentation via des starter de tempé
- Mise au point et envoi des schémas d'expérimentations suivant :

2 déc. 2022 **Rédaction de la nouvelle fiche technique.**

- Protocoles de fermentation de la laitue de mer et de la spiruline aux grains de kéfir (3 conditions)
- Protocoles de fermentation de la laitue de mer et de la spiruline aux starter de tempé (3 conditions)
- Protocole de mesure de la concentration protéique des algues (méthode de Bradford)
- Recette pour la pâte (différents mélanges)
- Questionnaire organoleptique

13 déc. 2022 au 16 déc. 2022 **Expérimentations au Greenlab de Sorbonne Université**

- 13 déc. 2022 Lancement des fermentations pour 48h d'incubation.

*Formation des pâtes d'algues : 100g de spiruline en poudre + 220 mL d'eau de source et 100g de laitue de mer fraîche + 200 mL d'eau de source*

*Fermentation des pâtes de laitue de mer et de spiruline aux grains de kéfir (x3)*

*Fermentation des pâtes de laitue de mer et de spiruline aux starter de tempé (x3)*

- 14 déc. 2022 et 15 déc. 2022 Passage au GreenLab pour surveiller les fermentations et préparer les tampons d'extraction des protéines.

### **Fermentation : 24h**

### **Fermentation : 48h**

- 16 déc. 2022 Arrêt des fermentations, extractions des protéines et dosages des protéines par la méthode de Bradford + analyses organoleptiques des pâtes.

*Extraction des protéines par broyage pour toutes les conditions*

*Mesure de la concentration protéique des algues (dosage via la méthode de Bradford)*

*Préparation de la pâte avec riz basmati complet et pois chiche*

*Questionnaire organoleptique*

### **Arrêt des fermentations et extractions des protéines par broyage**

**Mesure de la concentration protéique des algues via un dosage par la méthode de Bradford**

**Préparation des pâtes algues/riz basmati complet/pois chiches + analyses organoleptiques**

17 déc. 2022 au 18 janv. 2023 **Rédaction et envoi du mémoire ainsi que de ce carnet de bord + préparation de la soutenance orale du 26 janv. 2023.**

- Analyses statistiques des résultats des dosages protéiques : la fermentation de la spiruline en poudre par les grains de kéfir augmente significativement la concentration protéique de la cyanobactérie. Les autres résultats ne sont pas significatifs.

26 janv. 2023 **Soutenance orale du projet en présence d'Odile CASTAGNE et Hélène VANLERBERGHE (startup Casa Veg') et Véronique BEREZIAT et Christophe BAILLY (rapporteurs et membres de l'équipe pédagogique).**

**FIN DU PROJET.**



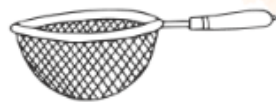
# Kombucha de fruits - Archipel

Projet réalisé en Co-Working avec Archipel par : Juliette Bayot, Karen Kayat, Jade Abittan, Aleksandar Mitrovic, Lucie Poupineau

## Réalisation d'un kombucha sans thé, bio, local et de saison

# PROTOCOLE ARCHIPEL

## USTENSILES



Passeroir



Casserole



Bocal en verre



Élastique



Tissu



Thermomètre

## INGRÉDIENTS POUR 1 PRÉPARATION



9g  
verveine



9g  
feuille de  
framboisier



1L jus de raisin



1L jus de pomme



40g de  
sucre



10cl  
vinaigre  
de cidre

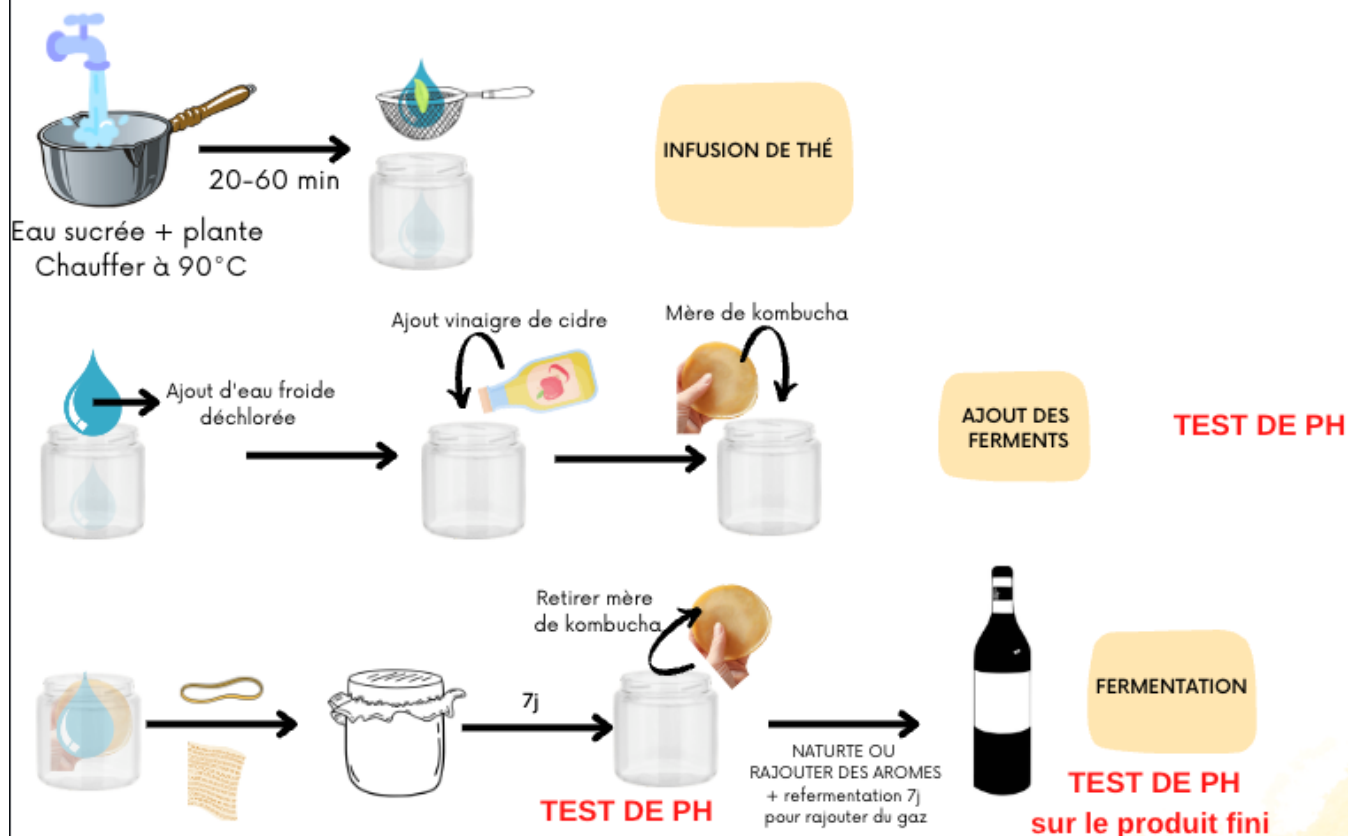


90cl  
eau  
déchlorée



SCOBY

## PROTOCOLE\*



\*PROTOCOLE DU LIVRE

- KEFIR & KOMBUCHA  
l'atelier de fermentation
- Pierre Faudot

## **NOVEMBRE :**

### **LUNDI 14**

- Réalisation de kombucha à partir de feuilles de framboisier, verveine, thé

### **MERCREDI 16**

- Vérification du pH

### **VENDREDI 18**

- Vérification du pH

### **JEUDI 24**

- Réalisation d'une deuxième production de kombucha à partir de feuilles de framboisier, verveine et thé en duplicats. Augmentation de la durée d'infusion de 10 minutes pour les feuilles de framboisier et verveine
- Prise du pH J-0

### **LUNDI 28**

Pour la première production de kombucha: J-14

- Vérification du pH
- Titrage d'acidité (mesurer l'acidité totale)
- Suivi de l'alcool (distillation fractionnée + mesurer le taux d'alcool)

Pour la deuxième production de kombucha: J-4

- Vérification du pH

## **DÉCEMBRE :**

- Rédaction du mémoire

### **JEUDI 1er**

Deuxième production J-7:

- Vérification du pH
- Titrage d'acidité (mesure de l'acidité totale)

## **JEUDI 8**

Pour la deuxième production de kombucha: J-14

- Vérification du pH
- Titrage d'acidité (mesurer l'acidité totale)
- Suivi de l'alcool (distillation fractionnée + mesurer le taux d'alcool)

## **JANVIER :**

- Rédaction du mémoire

## **MARDI 10**

- Réalisation d'une dernière production de kombucha à partir de feuilles de framboisier et de verveine
- Prise du pH

## **MERCREDI 18**

- Mise en bouteille des kombuchas réalisés le 10/01