

**BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR
BIOANALYSES ET CONTRÔLES**

**ÉPREUVE E4
SCIENCES ET TECHNOLOGIES BIOINDUSTRIELLES**

SESSION 2023

Durée : 2 heures
Coefficient : 3

Calculatrice interdite

Capacités évaluées :

| | |
|--|-----------------|
| Mobilisation des connaissances de STBI dans le cadre de situations professionnelles | 4 points |
| Qualités d'analyse | 4 points |
| Aptitude à la réflexion et au raisonnement scientifique | 5 points |
| Qualités de synthèse | 3 points |
| Gérer la qualité | 3 points |
| Clarté et rigueur de l'expression écrite de la composition | 1 point |

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.
Le sujet se compose de 13 pages, numérotées de 1/13 à 13/13.

Production d'un dessert végétal à base de jus d'avoine

Loca Bio Frais, entreprise de production de desserts lactés et de yaourts traditionnels certifiés bio veut développer une gamme de desserts végétaux bio sans ingrédient d'origine animale pour répondre aux nouvelles habitudes alimentaires (régimes végétaliens) ou pour des raisons médicales (intolérance au lactose, allergies aux protéines laitières, diabète, obésité). Ces desserts seront produits à partir de jus végétaux tels que le jus d'avoine. Cette nouvelle gamme de desserts végétaux permettra de valoriser des productions locales d'avoine bio à proximité de l'implantation de l'usine de production.

1. Comparaison entre un jus végétal et le lait

Dans l'union européenne l'expression « lait végétal » n'est pas autorisée. Les jus végétaux ont une composition différente du lait ce qui engendre des conséquences nutritionnelles et technologiques. Le **document 1** présente les compositions de produits laitiers et de produits à base d'avoine.

- Q1.** Comparer les apports en glucides, fibres et calcium du lait et de la boisson à base de jus d'avoine.
- Q2.** À l'aide du **document 2**, justifier la recommandation aux personnes diabétiques de consommer du jus d'avoine en remplacement du lait.

2. Fabrication du jus d'avoine

Le jus d'avoine est fabriqué en trempant et en mélangeant de l'avoine avec de l'eau.

Les différentes étapes de production de différents jus d'avoine sont présentées dans le **document 3**.

Le **document 4** présente le cycle de fonctionnement d'un mélangeur haut cisaillement à immersion comme celui utilisé à l'étape 2 du document 3.

- Q3.** Expliquer le rôle du mélangeur dans la solubilisation et la mise en suspension des constituants des grains d'avoine.
- Q4.** Expliciter l'importance des étapes 3 et 5 pour obtenir différents jus d'avoine, plus ou moins sucrés, plus moins riches en fibres.

L'étape de stérilisation est en général réalisée à ultra haute température. On choisit le microorganisme le plus thermorésistant dans ce type de produit *Candida pelliculosa* comme germe de référence. Ses paramètres de thermorésistance sont les suivants : $D_{60} = 3$ min et $z = 30$ °C. Le **document 5** présente la définition de ces paramètres.

Afin de préserver les qualités organoleptiques du jus et les caractéristiques biochimiques de certaines molécules, le service R&D propose une stérilisation à 90 °C pendant 1,8 minute.

- Q5.** En s'appuyant sur la signification de D_T et z , détailler la méthode de calcul de la durée du traitement thermique à 90 °C pour obtenir 6 réductions décimales de la population (6 log). Expliquer pourquoi ce nouveau barème de traitement thermique préserve les qualités du jus végétal.

| | | |
|--|------------------|--------------|
| BTS BIOANALYSES ET CONTRÔLES | | Session 2023 |
| E4 - Sciences et technologies bioindustrielles | Code : 23BAE4STB | Page : 2/13 |

Le jus végétal obtenu peut, plutôt qu'être stérilisé et vendu sous forme liquide en briques, être séché par processus d'atomisation afin d'être commercialisé sous forme de poudre (document 3 étape 10). Le schéma de l'appareil utilisé pour cela est présenté sur le **document 6**.

Q6. Identifier les différents éléments du procédé de séchage par atomisation repérés par des chiffres. Reporter sur la copie les chiffres avec les légendes correspondantes.

3. Processus de fabrication et qualité d'un dessert végétal

Les textures du dessert végétal et du yaourt traditionnel, ainsi que les ferments utilisés, sont similaires.

3.1. Fabrication d'un yaourt

Le yaourt est un produit obtenu par fermentation du lait par *Lactobacillus bulgaricus* et *Streptococcus thermophilus*.

Q7. Présenter les phénomènes microbiologiques et biochimiques intervenant lors de la fermentation du lait au cours de la fabrication d'un yaourt.

Q8. Nommer un paramètre physico-chimique évoluant au cours de cette étape de transformation du lait en yaourt. Présenter un moyen de mesure permettant le suivi de cette évolution.

3.2. Fabrication d'un dessert végétal

La fabrication d'un dessert végétal par fermentation de jus d'avoine fait intervenir différentes étapes, présentées sur le **document 7**.

Q9. À partir du **document 7**, préciser le but des étapes soulignées puis montrer que le processus de fabrication d'un dessert végétal se rapproche de celui d'un yaourt étuvé (traditionnel).

La production de desserts végétaux à partir de jus végétaux pouvant se substituer aux yaourts peut nécessiter d'être complété par :

- de l'huile pour améliorer la sensation en bouche et augmenter la valeur nutritionnelle ;
- des stabilisants et des agents épaississants pour améliorer la sensation en bouche et prolonger la durée de conservation ;
- des poudres minérales ou des vitamines, pour un dessert végétal enrichi ;
- des arômes ou colorants naturels ;
- des ferments lactiques.

Le **document 8** décrit un dessert végétal à l'avoine actuellement commercialisé en France et de nombreux autres pays européens.

Q10. Parmi les ingrédients spécifiés dans le **document 8**, citer les additifs et expliquer leur rôle.

La texture d'un dessert végétal à base de jus d'avoine nécessite l'ajout d'épaississant comme les carraghénanes dont la structure est présentée dans le **document 9**.

Q11. Expliquer l'action épaississante des carraghénanes et proposer une hypothèse quant à leur rôle dans la prolongation de la durée de conservation.

3.3. Qualité du produit fini

Les lots de fabrication de dessert végétal seront constitués de 100 000 unités par jour. Au sein de l'entreprise, la vérification de la qualité de l'étiquetage est effectuée selon les règles d'échantillonnage pour les contrôles par attributs de la norme NF ISO 2859-1. Ce contrôle qualité est réalisé selon un niveau de contrôle général II avec un niveau de qualité acceptable (NQA) fixé à 0,25 % en termes de défauts d'étiquetage.

Q12. À l'aide du **document 10**, préciser, en décrivant la démarche, le nombre d'échantillons prélevés par lot ainsi que les critères d'acceptation et de rejet appliqués à ces lots.

Pour commercialiser des produits issus de l'agriculture biologique, l'opérateur (producteur, transformateur, distributeur, importateur, exportateur ou restaurateur), doit être contrôlé par un organisme certificateur indépendant et reconnu.

Le **document 11** présente les principales exigences de la certification associée au logo européen « agriculture biologique ».

Q13. Exposer les étapes permettant à une entreprise productrice de desserts à base de lait d'obtenir cette certification.

4. Synthèse

Q14. Discuter des avantages et inconvénients des desserts végétaux à base de jus d'avoine par rapport au yaourt traditionnel.

DOCUMENT 1 : Extraits des tables de composition nutritionnelle des aliments du Centre d'information sur la qualité des aliments (CiquaI 2022)

| Constituant | Lait entier | Boisson à base d'avoine | Yaourt nature | Dessert végétal sans soja* |
|-------------------------------|-------------|-------------------------|---------------|----------------------------|
| Protéines, N x 6.25 (g/100 g) | 3,23 | <0,5 | 3,8 | 2 |
| dont caséines (g/100g) | 2,8 | 0 | 3,0 | 0 |
| Glucides (g/100 g) | 3,47 | 7,8 | 4,73 | 15,8 |
| dont lactose (g/100 g) | 3,2 | < 0,2 | 2,65 | <0,1 |
| Lipides (g/100 g) | 3,3 | 1,1 | 2,3 | 8 |
| AG saturés (g/100 g) | 2,16 | 0,2 | 1,53 | 4,92 |
| AG monoinsaturés (g/100 g) | 0,85 | 0,37 | 0,54 | 1,89 |
| AG polyinsaturés (g/100 g) | 0,11 | 0,5 | 0,047 | 0,83 |
| Cholestérol (mg/100 g) | 14 | 0 | 12 | 0 |
| Fibres alimentaires (g/100g) | 0 | de 0 à 10 | 0,86 | 2,1 |
| Calcium (mg/100 g) | 117 | 1 | 127 | 17 |
| Vitamine D (µg/100 g) | 0,1 | <0,25 | 0,61 | < 0,25 |
| Vitamine B2 (mg/100 g) | 0,17 | < 0,01 | 0,23 | 0,099 |
| Vitamine B12 (µg/100 g) | 0,32 | 0 | 0,28 | V |

* *Dessert amande, avoine, chanvre, coco, riz, aromatisé, sucré, non enrichi, préemballé ;*
« V » variable selon l'ajout réalisé.

Source : <https://ciquaI.anses.fr/>

DOCUMENT 2 : Index glycémique et index insulinique

L'index glycémique (IG) traduit la capacité d'un aliment glucidique à augmenter plus ou moins rapidement la glycémie¹.

Il renseigne sur la vitesse d'assimilation des glucides d'un aliment.

Il se mesure après l'ingestion de l'aliment testé (en quantité adéquate pour apporter 50 g de glucides)².

L'indice de référence est celui du glucose³, fixé à 100.

En dessous de 50, on parle d'IG bas, entre 50 et 70 d'IG modéré et au-dessus de 70 d'IG élevé.

L'index insulinique (II) renseigne sur la sécrétion d'insuline occasionnée par la consommation d'un aliment.

Il se mesure 2 heures après l'ingestion de l'aliment testé (en quantité adéquate pour apporter 240 kcal).

L'indice de référence est celui du pain blanc, fixé à 100.

Les diabétiques peuvent souffrir d'une maladie métabolique caractérisée par une élévation anormale chronique de la glycémie causée par un dysfonctionnement de la sécrétion ou de l'action de l'insuline. Ils doivent donc favoriser une alimentation avec un IG et un II faibles pour éviter les troubles métaboliques.

À la suite d'un repas, l'insuline permet aux glucides consommés de pénétrer dans les différents organes (muscles, foie...), qui les utilisent ou les stockent sous forme de glycogène. Cette hormone facilite aussi le stockage de graisses au sein du tissu adipeux (réserves graisseuses de l'organisme).

Les aliments fournissant des protéines ou des lipides (par exemple, les viandes ou les poissons) ont également, dans une moindre mesure, un impact sur la libération d'insuline⁴. Le lait ou le yaourt nature, bien qu'ils soient pauvres en glucides et possèdent un index glycémique faible, ont un indice insulinique important (respectivement 145 et 115). Certaines de leurs protéines, stimulant fortement la production d'insuline⁵.

Index glycémique (IG) et insulinique (II) de différents laits et jus végétaux

| Aliment | IG | II |
|-------------------|-----------|--------------|
| Jus d'avoine crue | 30 | < 100 |
| Jus d'amande | 30 | |
| Jus de coco | 40 | |
| Jus de riz | 85 | |
| Jus de soja | 36 | |
| Lait demi-écrémé | 30 | de 115 à 145 |
| Lait écrémé | 32 | |
| Lait en poudre | 30 | |
| Lait entier | 27 | |

¹ Concentration en glucose dans le plasma sanguin exprimée en général en millimoles de glucose par litre ou encore en gramme de glucose par litre

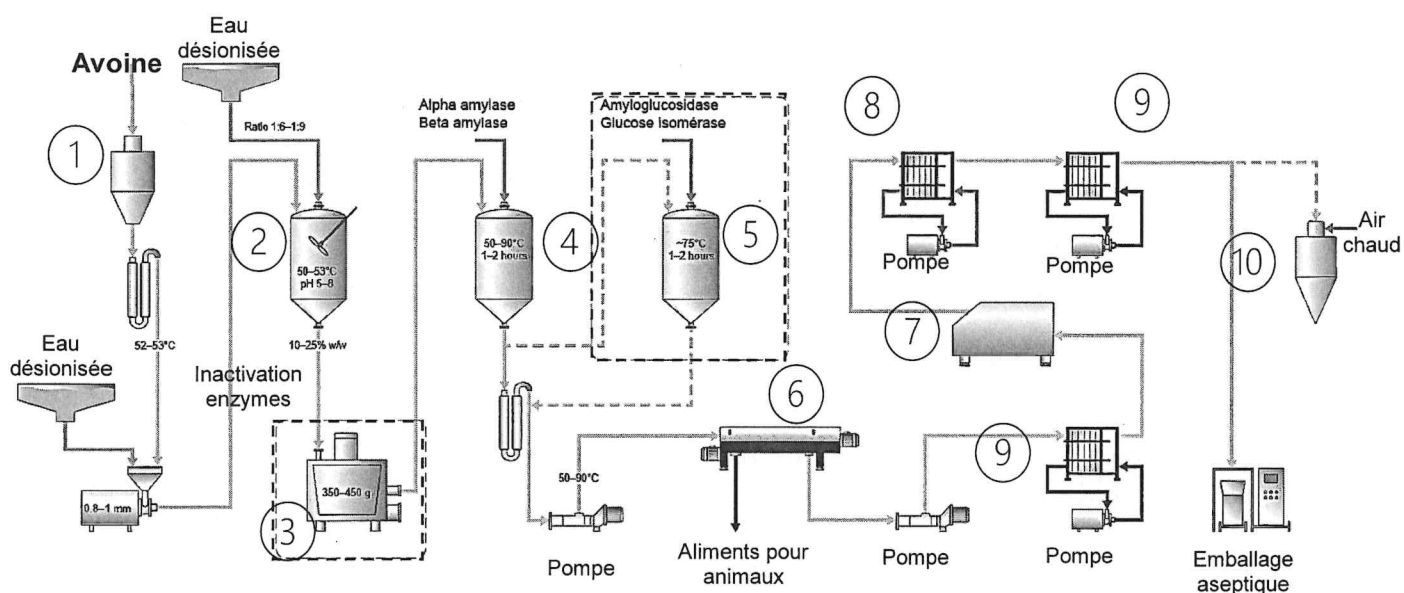
² D. J. Jenkins & al. Glycemic index of foods : a physiological basis for carbohydrate exchange. Am J Clin Nut. 1981 ; 34 (3) : 362-366.

³ Dans les premiers travaux de David Jenkins, l'aliment de référence n'était pas le glucose, mais le pain blanc.

⁴ N. Torres & al. Nutrient modulation of insulin secretion. Vitam. Horm. 2009; 80: 217-244.

⁵ G. Hoyt & al. Dissociation of the glycaemic and insulinaemic responses to whole and skimmed milk. Br J Nutr. 2005; 93 (2): 175-177.

DOCUMENT 3 : Procédé de fabrication d'extraits d'avoine



Légendes :

- 1 : Décortiqueur d'avoine ; 2 : Mélangeur à haut cisaillement à immersion ; 3 : Centrifugeuse à panier ; 4 : Dégradation de l'amidon ; 5 : Conversion du maltose ; 6 : Décanteur ; 7 : Homogénéisateur ; 8 : Traitement UHT /ESL ; 9 : Refroidissement ; 10 : Séchoir par atomisation


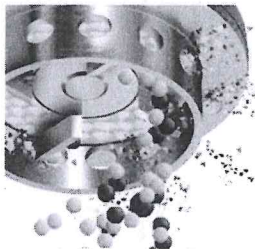

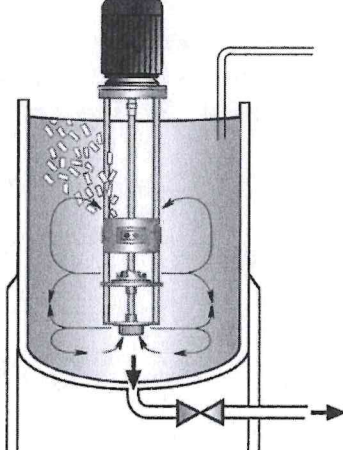
* Ultra Haute Température ** Extend Shelf Life ou durée de conservation prolongée

Étapes optionnelles

Source : Document modifié à partir de <https://www.alfalaval.com/>

DOCUMENT 4 : Cycle de fonctionnement d'un mélangeur haut cisaillement à immersion

Ce mélangeur convient pour désintégrer les noix, les graines et autres solides. Il permet également le mélange des poudres et des liquides.

| | |
|--|---|
|  <p>Étape 1 : La rotation à haute vitesse des pales du rotor dans la tête de travail de mélange exerce une aspiration puissante, aspirant les matières liquides et solides vers le haut depuis le fond de la cuve et jusqu'au centre de la tête de travail.</p> |  <p>Étape 2 : La force centrifuge entraîne alors les matières vers la périphérie de la tête de travail où elles sont soumises à un haut cisaillement dans l'entrefer étroit entre les extrémités des pales du rotor et la paroi interne du stator.</p> |
|  <p>Étape 3 : Les matières sont forcées, à haute vitesse, à travers les perforations du stator et subissent un haut cisaillement hydraulique lorsqu'elles sont expulsées de la tête de travail.</p> |  <p>Le cycle de mélange est maintenu par l'aspiration dans la tête de travail de nouvelles matières.</p> |

Source : Extrait de <https://www.silverson.fr>

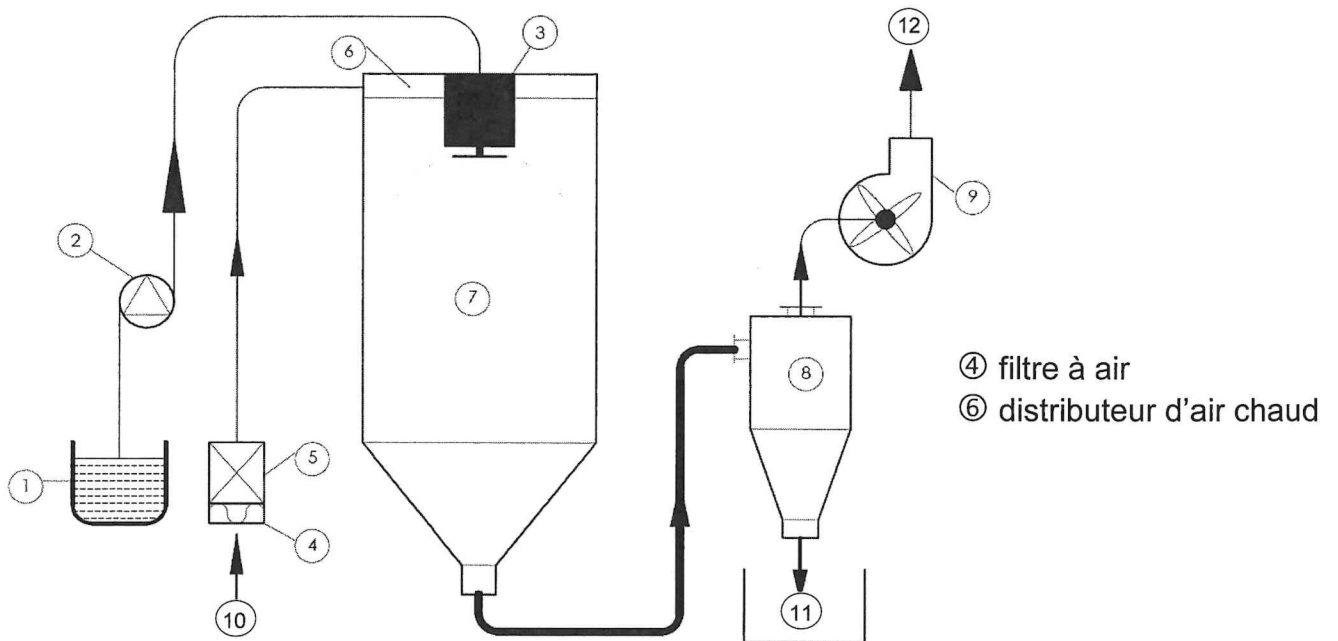
DOCUMENT 5 : Définitions de paramètres relatifs au traitement thermique

D_T est le temps de réduction décimale de la population de micro-organisme à la température T . C'est-à-dire le temps nécessaire (en minutes ou secondes) pour réduire la population au $1/10^{\text{ème}}$ de ce qu'elle était à la température T ou encore temps de destruction de 90 % de la population initiale.

Z est appelé facteur de réduction décimale. La valeur Z correspond à l'élévation de température en degré permettant de réduire le temps de réduction décimale D_T d'un facteur 10 (ou réduire de 90 %). On l'exprime donc en degré Celsius ($^{\circ}\text{C}$). Z est un paramètre complémentaire de D_T qui permet de convertir les barèmes à des températures différentes.

| | | |
|--|------------------|--------------|
| BTS BIOANALYSES ET CONTRÔLES | | Session 2023 |
| E4 - Sciences et technologies bioindustrielles | Code : 23BAE4STB | Page : 8/13 |

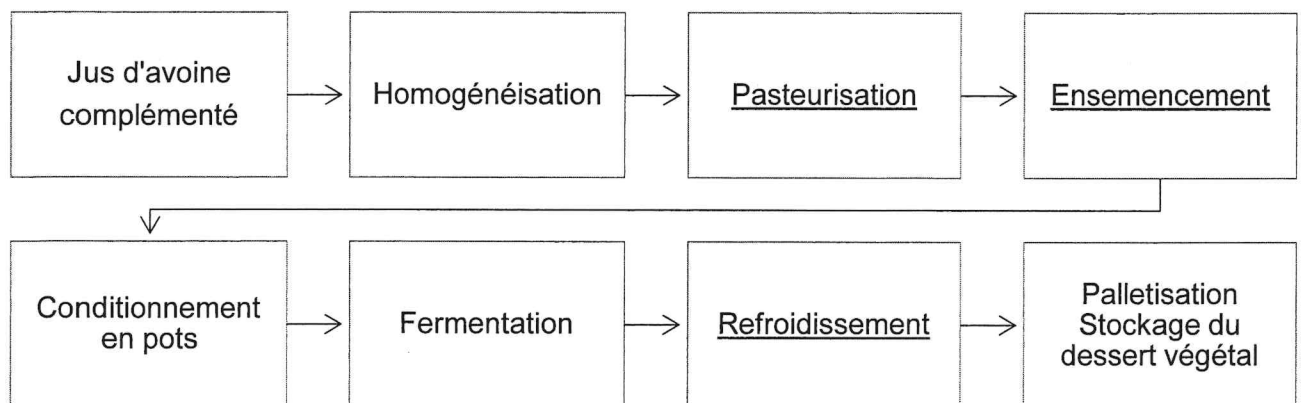
DOCUMENT 6 : Principe de fonctionnement d'une installation sécheur atomiseur



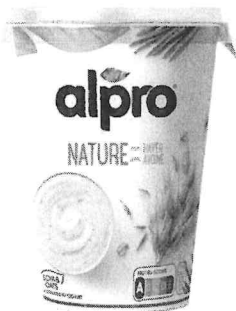
Le produit est envoyé au sommet de la tour d'atomisation par une pompe d'alimentation puis pulvérisé par une buse dans la chambre de séchage. Les gouttelettes entrent en contact avec un flux d'air chaud et sec produit par un générateur de chaleur entraînant de façon instantanée la production de poudre qui tombe au fond du cyclone. Cette poudre est aspirée dans le cyclone secondaire pour être séparée de l'air refroidi et humide expulsé par un ventilateur.

Source : <https://spraysas.com/atomisation-industrielle>

DOCUMENT 7 : Étapes de fabrication d'un dessert végétal



DOCUMENT 8 : Extrait d'une communication publicitaire



NATURE À L'AVOINE : Alternative végétale au yaourt 500g

L'avoine, est véritablement un héros parmi les graines. Nous aimons les petites bouchées supplémentaires et les fibres qu'elles apportent à notre soja.

AVANTAGES CLÉS

Naturellement sans lactose - 100% végétal – Végétarien - Naturellement pauvre en matières grasses - Naturellement pauvre en matières grasses saturées - Faible en sucres - Riche en fibres - Source de protéines de haute qualité - Source de calcium. Contient de la vitamine B2, B12 et D.

INGRÉDIENTS

Base de soja (eau, fèves de soja décortiquées (9,7%)), avoine (3%), fibres de chicorée, sucre, citrate tricalcique (E333), correcteurs d'acidité (citrate de sodium (E331), acide citrique (E330), stabilisant : pectines (E440a), arôme naturel, sel marin, antioxygènes (extrait riche en tocophérols (E306), esters d'acides gras de l'acide ascorbique (E304), vitamines (D2, B12), ferments de yaourt (*S. thermophilus*, *L. bulgaricus*).

INFORMATIONS NUTRITIONNELLES (pour 100 g)

| Typical Values | Par |
|----------------------------------|------------------|
| Energie | 230 kJ / 55 kcal |
| Matières Grasses | 2 g |
| Matières Grasses Saturées | 0.4 g |
| Matières Grasses Mono-Insaturées | 0.4 g |
| Matières Grasses Poly-Insaturées | 1.2 g |
| Glucides | 3 g |
| Sucres | 1.9 g |
| Fibres | 2.3 g |
| Protéines | 3.8 g |
| Sel | 0.09 g |
| Vitamines | |
| Vitamine D | 0.75 µg |
| Vitamine B12 | 0.38 µg |
| Minéraux | |
| Calcium | 120 mg |

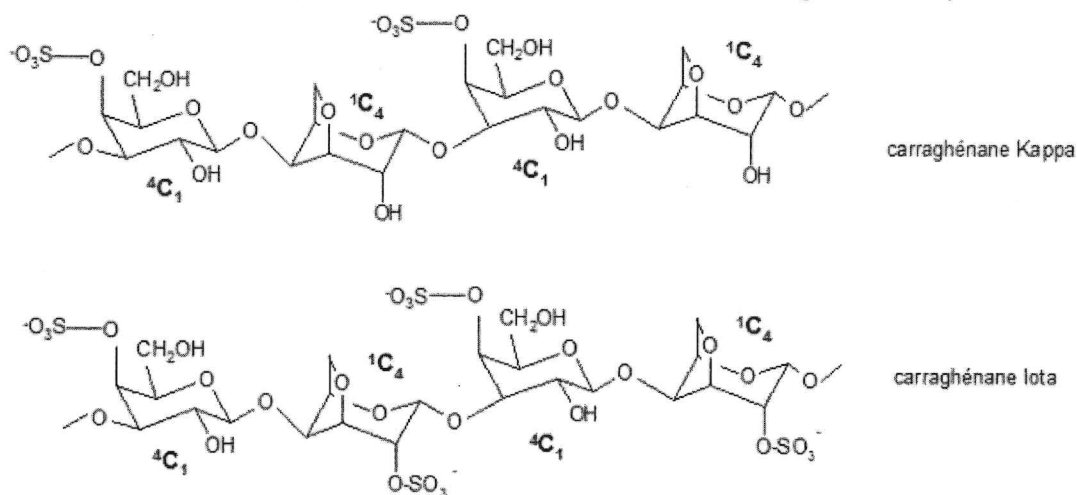
Source : <https://www.alpro.com/fr>

DOCUMENT 9 : Les carraghénanes

Les carraghénanes sont des polymères soufrés de type polysaccharide extrait d'algues rouges.

Leur structure permet de piéger l'eau afin de former des gels à chaud. Ils peuvent être utilisés en remplacement de la gélatine dans des préparations alimentaires 100% végétales.

La figure suivante rapporte la structure de base des carraghénanes produisant des gels.



Source : <https://biochim-agro.univ-Lille.fr>

DOCUMENT 10 : Extrait de la norme NF ISO 2859-1 Règles d'échantillonnage pour les contrôles par attributs - Partie 1 : procédures d'échantillonnage pour les contrôles lot par lot, indexés d'après le niveau de qualité acceptable (NQA)

Tableau 1 - Lettres-code d'effectif d'échantillon

| Effectif du lot | | Niveaux de contrôle spéciaux ⁽²⁾ | | | | Niveaux de contrôle généraux ⁽¹⁾ | | |
|----------------------|---------|---|-----|-----|-----|---|-----|-----|
| | | S-1 | S-2 | S-3 | S-4 | I | II | III |
| ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... |
| 501 à | 1 200 | C | C | E | F | G | J | K |
| 1 201 à | 3 200 | C | D | E | G | H | K | L |
| 3 201 à | 10 000 | C | D | F | G | J | L | M |
| 10 001 à | 35 000 | C | D | F | H | K | M | N |
| 35 001 à | 150 000 | D | E | G | J | L | N | P |
| 150 001 à | 500 000 | D | E | G | J | M | P | Q |
| 500 001 et au-dessus | | D | E | H | K | N | Q | R |

(1) Pour les usages généraux, sauf prescription contraire, le niveau II doit être utilisé. Le niveau I peut être utilisé quand une sévérité moindre est suffisante et le niveau III quand, au contraire, la sévérité doit être plus grande.

(2) Ces quatre niveaux de contrôle spéciaux supplémentaires : S-1, S-2, S-3 et S-4, peuvent être utilisés lorsque des échantillons d'effectif relativement petit sont nécessaires et lorsque des risques plus élevés peuvent être tolérés.

Tableau 2-A - Plans d'échantillonnage simple en contrôle normal (Tableau général)

| Lettre-code d'effectif d'échantillon | Effectif de l'échantillon | Niveau de qualité acceptable (NQA), pourcentage d'individus non conformes et non-conformités par 100 individus (contrôle normal) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------------|---------------------------|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | 0,010 | 0,015 | 0,025 | 0,040 | 0,065 | 0,10 | 0,15 | 0,25 | 0,40 | 0,65 | 1,0 | 1,5 | 2,5 | 4,0 | 6,5 | 10 | 15 | 25 | 40 | 65 | 100 | 150 | 250 | 400 | 650 | 1 000 |
| | | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re |
| A | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| B | 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C | 5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| D | 8 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| E | 13 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| F | 20 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| G | 32 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| H | 50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| J | 80 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| K | 125 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| L | 200 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| M | 315 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| N | 500 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P | 800 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Q | 1 250 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| R | 2 000 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

- ↘ = Utiliser le premier plan d'échantillonnage figurant sous la flèche. Si l'effectif de l'échantillon est égal ou supérieur à l'effectif du lot, effectuer un contrôle à 100 %.
- ↗ = Utiliser le premier plan d'échantillonnage figurant au-dessus de la flèche.
- Ac = Critère d'acceptation
- Re = Critère de rejet

DOCUMENT 11 : Logo bio européen



Le logo européen "agriculture biologique", encore appelé "Eurofeuille", a pour objet d'aider les consommateurs à repérer les produits biologiques. Sa présence sur l'étiquetage assure le respect du règlement sur l'agriculture biologique de l'Union européenne.

Le logo européen peut être appliqué sur les produits qui :

- contiennent 100% d'ingrédients issus du mode de production biologique ou au moins 95% de produits agricoles biologiques dans le cas des produits transformés, si la part restante n'est pas disponible ...
- sont conformes aux règles du système officiel de contrôle et de certification,
- portent le nom du producteur, du préparateur ou du distributeur et le numéro d'agrément de l'organisme de certification.

Source : <https://www.agencebio.org>

