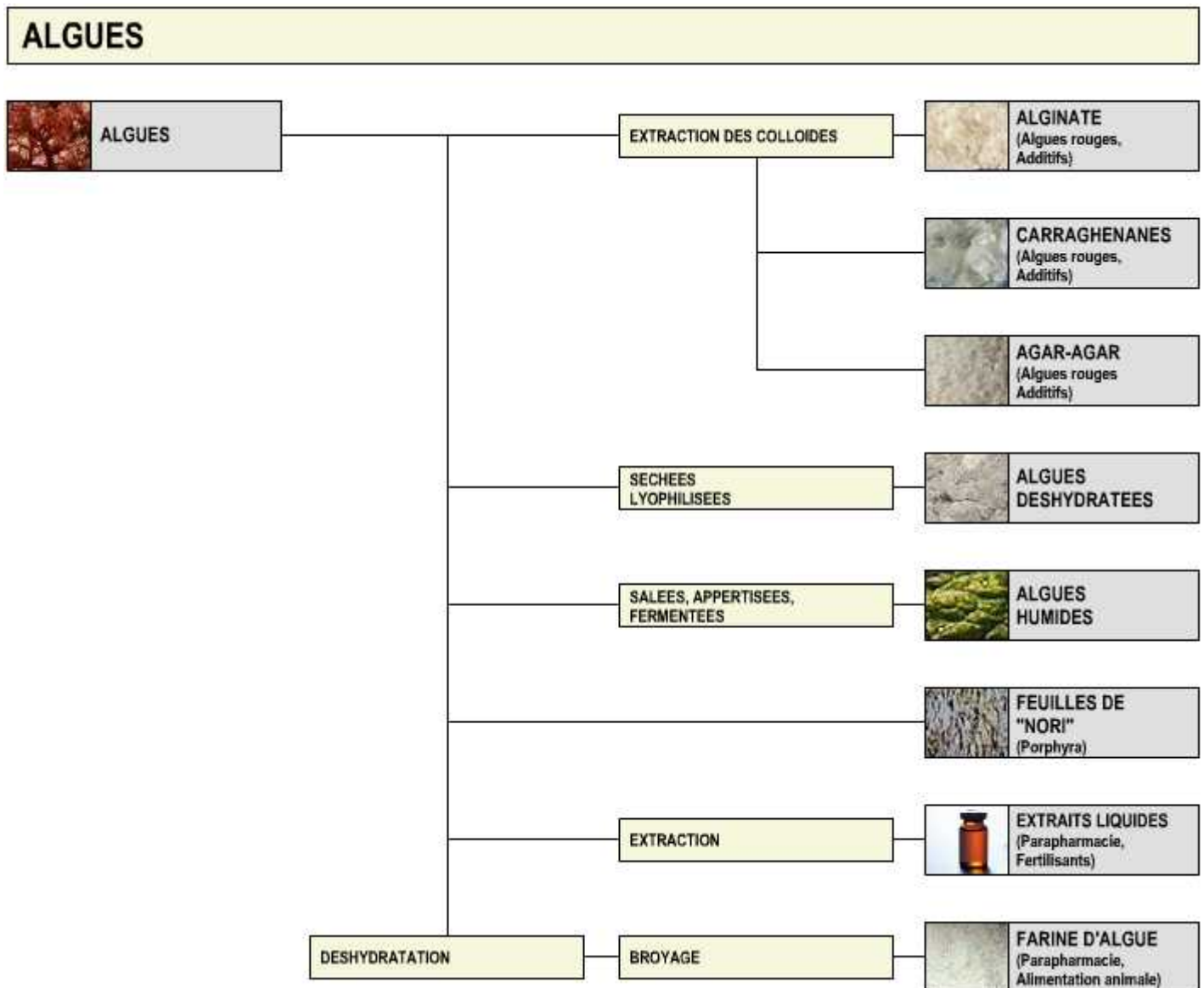


Les algues

Vue d'ensemble graphique



Vue d'ensemble

Les algues sont des végétaux inférieurs qui forment avec les champignons le groupe des Thallophytes.

On distingue deux grandes catégories d'algues:

- les microalgues, organismes unicellulaires appartenant au plancton,
 - les macroalgues, végétaux macroscopiques généralement fixés sur les fonds marins.
- Leurs pigments permettent de distinguer les algues vertes (Chlorophycées), les algues rouges (Rhodophycées) et les algues brunes (Phéophycées).

Cette fiche concerne les macroalgues qui font l'objet d'une exploitation industrielle basée:

- sur leurs propriétés nutritionnelles et technologiques,
- sur leurs teneurs en polysaccharides spécifiques: industrie des colloïdes utilisés comme additifs dans de nombreux secteurs.

Additifs: Alginate

Additif obtenu à partir d'algues brunes (Laminaria, Macrocystis, Ascophyllum, Sargassum, ...).

ALTERNATIVES ET CONTRAINTES

Matière première:

Approvisionnement suffisant en matière première.

Les algues brunes alginophytes sont récoltées dans les pays occidentaux sur les champs naturels d'algues (Californie, Norvège, France, etc.). En Asie, et notamment en Chine, ces alginophytes sont cultivés.

Contrôles qualité importants:

Mesure de viscosité, pH, perte au séchage, bactériologie, granulométrie, couleur.

Opérations	Fonctions	Choix technologiques possibles
Prétraitement au formol: formulation	Insolubiliser les phénols Conservation	Bain au formol
Prétraitement acide: lixiviation	Insolubiliser l'alginate sous forme d'acide alginique et éliminer les composés solubles	Bain H ₂ SO ₄ 0,1 M pendant 4 h à 20-30 C
Carbonatation	Neutraliser l'acide alginique en alginate de sodium soluble	Bain de carbonatation
Flottation	Récupérer l'alginate de sodium qui se trouve dans la phase liquide Éliminer les composés insolubles cellulosiques	Création d'une émulsion par une pompe à air, utilisation d'un flocculant
Filtration	Éliminer les petites particules insolubles	Filtre rotatif sous vide à terre de diatomées ou perlite
Formation de l'acide alginique	Précipiter l'alginate sous forme acide	Précipitation par acidification au H ₂ SO ₄
Pressage	Déshydrater l'acide alginique	Passage sur un filtre presse
Neutralisation	Transformer l'acide alginique en alginate de sodium	Mise en présence de mélange alcool-soude
Séchage puis broyage	Obtenir l'alginate en poudre	Séchoir à tambour sous vide ou lits fluidisés

Additifs: Carraghénanes

Additif obtenu à partir d'algues rouges (Eucheuma, Gigartina, Hypnea).

ALTERNATIVES ET CONTRAINTES

Matière première:

Approvisionnement suffisant en matières premières.

Les pays occidentaux, producteurs de carraghénanes, importent la majorité de leur matière première des pays du Sud (notamment des Philippines, de l'Indonésie, du Chili, du Pérou, de l'Argentine...) où ces algues sont cultivées. Le complément en matière première peut être assuré par un approvisionnement local (récolte sur champs d'algues naturels).

Contrôles qualité importants:

Viscosité à chaud, force de gel en milieu aqueux ou lacté, granulométrie, bactériologie.

Commercialisation:

Nécessité d'être proche des utilisateurs finaux pour obtenir des produits commerciaux aux spécifications désirées. Il existe trois catégories principales de carraghénanes qui n'ont pas les mêmes propriétés gélifiantes. Aussi, les produits commerciaux sont des mélanges où la proportion des différents carraghénanes varie selon l'application envisagée.

Opérations	Fonctions	Choix technologiques possibles
Préparation de l'algue	Laver Réhydrater l'algue sèche	
Extraction en milieu alcalin	Augmenter le pouvoir gélifiant des carraghénanes	Bain alcalin NaOH à 90-95 C
Filtration		Pression à chaud avec terre de diatomées
Concentration	Concentrer le jus de carraghénanes	Evaporation sous vide
Précipitation	Coagulation de la gomme sous forme de fibres	Précipitation dans l'alcool isopropylique
Séparation		Tamis vibrant ou centrifugation
Lavage à l'alcool	Séparation de l'eau et des impuretés solubles	Recyclage de l'alcool
Séchage		Séchoir à tambour ou séchoir sous vide
Broyage	Obtenir les carraghénanes en poudre	

Additifs: Agars

Additif obtenu à partir d'algues rouges (Gelidium, Gracilaria, Porphyra).

ALTERNATIVES ET CONTRAINTES

Matière première:

Les algues rouges agarophytes sont cultivées dans les pays du Sud (Taïwan, Chili, Japon, Chine). Le complément en matière première peut être assuré par un approvisionnement local (récolte sur champs naturels ou à partir d'algues d'échouage).

Contrôles qualité importants:

Force de gel, microbiologie, humidité, granulométrie.

Opérations	Fonctions	Choix technologiques possibles
Prétraitement (seulement pour Gracilaria)	Augmenter la force de gel de l'agar	Traitements alcalins (NaOH > 0,1 M à 80-90 C)
Extraction de la solution d'agar	Favoriser l'extraction par un milieu légèrement acide	Bain à température de 90-95 C, milieu acide ou sous pression
Filtration	Séparer le résidu de l'agar	Mélange à de la terre de diatomées puis filtration sur filtre rotatif à chaud
Refroidissement	Gélification de l'agar	Bande échangeuse
Pressage	Augmenter la matière sèche	Filtre-presse
Séchage		Séchoir à tambour, sous vide ou lits fluidisés

Algues déshydratées

1. ALGUES SECHEES A MOYENNE TEMPERATURE (feuilles ou paillettes)

Alternatives et Contraintes:

Les espèces d'algues autorisées pour l'alimentation humaine peuvent varier selon le pays.

Contrôles qualité

Teneur en métaux lourds et en iode doit être conforme à la législation.

Normes bactériologiques à respecter.

Opérations	Fonctions	Choix technologiques possibles
Réception-tri	Séparer l'algue des corps ou algues étrangers	Manuellement
Lavage-essorage	Enlever le sable et animaux marins	< 12 h après la récolte à l'eau douce dans "laveuse à carottes"
Séchage	Déshydrater en atmosphère contrôlée	Température variant entre 45 et 80 C Séchoirs en chambre (40-60 C) Séchoir à bande (80 C, 2 à 3 h)
Broyage-tamissage	Réduire les "feuilles" séchées en paillettes et calibrer la taille	Broyeur à marteau Tamis à grille
Conditionnement		Contrôle bactériologique et métaux

2. ALGUES LYOPHILISEES

Alternatives et Contraintes:

Procédé plus coûteux que le séchage classique.

Préserve mieux certaines qualités nutritionnelles, physico-chimiques et organoleptiques du produit.

Opérations	Fonctions	Choix technologiques possibles
Réception-tri	Séparer l'algue des corps ou algues étrangers	Manuellement
Lavage-essorage	Enlever le sable et animaux marins	> 12 h après la récolte à l'eau douce dans "laveuse à carottes"
Broyage	Réduire en paillettes ou en morceaux	Selon la taille voulue Broyeur à couteaux ou à marteaux
Lyophilisation	Conservier l'algue	Lyophilisateur grande capacité de piégeage avec programmation de la montée en température pour garantir qualité
Conditionnement	Eviter une reprise d'humidité	Emballage étanche

Algues humides

1. ALGUES SALEES

Alternatives et Contraintes:

Les espèces autorisées, comme pour toutes les algues destinées à l'alimentation humaine, sont variables selon les pays.

La teneur en métaux lourds doit être conforme à la législation.

Les contraintes qualité de la matière première sont importantes (stockage au froid).

Les produits finis sont commercialisés avec une date limite de consommation et doivent être distribués en rayon frais.

Opérations	Fonctions	Choix technologiques possibles
Réception-tri	Éliminer les particules étrangères	Manuellement
Lavage-essorage	Enlever le sable et animaux marins	R l'eau douce dans bac de lavage ou "laveuse à carottes"
Blanchiment éventuel	Limiter le brunissement enzymatique	Eau à 95 C - 5 à 20 minutes
Salage	Limiter le brunissement enzymatique Diminuer l'activité de l'eau (AW). Extraction d'une partie de l'eau par osmose. Saturation en sel.	1. Salage au sel sec: Alg/sel 50/50 quelques heures. 2. Salage en saumure: algues dans solution saturée en sel (350 g/l) et macération quelques heures, puis mélange avec du sel sec.
Egouttage et/ou pressage	Évacuer le surplus	

2. ALGUES APPERTISEES

Alternatives et Contraintes:

Les espèces autorisées sont variables selon les pays.

La teneur en métaux lourds doit être conforme à la législation.

Opérations	Fonctions	Choix technologiques possibles
Réception-tri	Éliminer particules étrangères	Manuellement
Lavage-essorage	Enlever le sable et animaux marins	R l'eau douce dans bac de lavage ou "laveuse à carottes"
Coupe	Réduire la taille	Taille selon produit fini délicérateur-broyeur
Conditionnement	Répartir dans les unités de vente	Bocaux, barquettes Pochettes stérilisables
Stérilisation	Permettre une conservation long terme (2 ans) de l'algue	Autoclaves Stérilisateur statiques Définir les barèmes selon le conditionnement et la formule: Température: 121 C Durée: 20 minutes à 1 heure
Contrôles bactériologiques	Garantir la pérennité du produit	Méthodes d'analyses classiques et selon législation

3. ALGUES FERMENTEES

Alternatives et Contraintes:

Les espèces autorisées, comme pour toutes les algues destinées à l'alimentation humaine, sont variables selon les pays.

La teneur en métaux lourds doit être conforme à la législation.

Les contraintes qualité de la matière première sont importantes (stockage au froid).

Les produits finis sont commercialisés avec une date limite de consommation et doivent être distribués en rayon frais.

Opérations	Fonctions	Choix technologiques possibles
Réception-tri	Eliminer particules étrangères	Manuellement
Lavage-essorage	Enlever le sable et animaux marins	A l'eau douce dans bac de lavage ou "laveuse à carottes"
Salage	Favoriser le développement des bactéries	50 % algues-50 % sel (en poids)
Mise en silo	Conditionnement	
Ensemencement	Démarrage de la lactofermentation	Bactéries lactiques Fermentation environ 2 semaines

Feuilles de nori

ALTERNATIVES ET CONTRAINTES

Matière première

Produit préparé à partir de l'algue rouge Porphyra, ou Nori (première algue alimentaire au Japon). En Asie, le Porphyra est cultivé, l'approvisionnement est donc homogène et de qualité. Dans les pays occidentaux, cette algue est récoltée sur des champs naturels.

Contrôles qualité importants

Contrôle visuel de la chaîne de fabrication. Après le séchage, chaque feuille de Nori est inspectée individuellement.

Opérations	Fonctions	Choix technologiques possibles
Hachage	Obtenir des particules de 3 à 25 mm	Broyeur à lame Présence continue d'eau de mer
Formage	Standardiser le produit	Pompe doseuse, moules grillagés
Pressage	Eliminer les surplus d'eau	
Séchage		Technologie spécifique japonaise Air chaud à 80 C pendant 1 heure
Conditionnement des feuilles standardisées en liasses		Utilisation de films hermétiques pour préserver l'humidité

Farines d'algues

ALTERNATIVES ET CONTRAINTES

Contrôles bactériologiques selon l'application.

Opérations	Fonctions	Choix technologiques possibles
Réception-tri Lavage	Éliminer les corps et algues étrangers	Manuellement à l'eau douce
Contrôle bactériologique		
Séchage	Déshydratation	Séchoir en chambre ou séchoir à tambour
Premier broyage	Réduire la taille de paillette	0,5-10 mm avec broyeur à marteaux
Tamissage	Calibrage	
Microbroyage	Réduction pour obtenir des particules en poudre fine	50-500 um avec microbroyeur-micronisation

Extraits liquides

ALTERNATIVES ET CONTRAINTES

La stabilisation du produit est nécessaire pour assurer sa pérennité. Elle se fait selon l'application que trouve l'extrait. Le conservateur choisi doit être autorisé par la législation.

Opérations	Fonctions	Choix technologiques possibles
Réception-tri	Éliminer particules étrangères	Manuellement
Lavage-essorage	Enlever le sable et animaux marins	Éliminer particules étrangères à l'eau douce dans bac de lavage ou "laveuse à carottes"
Extraction	Mise en contact algue-solvant Favoriser l'échange entre composés de l'algue et solvant	Bac avec mélangeur ou réacteur
Filtration	Concentration Éliminer des particules en suspension	Filtre, presse, filtres rotatifs Ultrafiltration pour molécules à haute valeur ajoutée
Concentration	Éliminer le solvant Augmenter le taux de molécules dans le produit fini	Concentrateurs sous vide ou par osmose inverse, nano-filtration pour produits à haute valeur ajoutée