

Technologie alimentaire

Cours N° 3: Les aliments

L'approche utilisée dans ce chapitre repose sur l'analyse dans différents groupes d'aliments, leurs modes et critères de classification. Par ailleurs, les différents ingrédients, additifs et denrées alimentaires particulièrement sont présentés, ainsi que les représentations possibles de ce que pourra être notre alimentation future.

1. Les groupes d'aliments

Le classement des aliments en groupes peut se faire selon plusieurs critères qui relèvent de logiques de raisonnement diverses et qui visent des objets différents selon le niveau auquel on se place dans la filière alimentaire. Ainsi, on peut citer les classifications suivantes:

- ▶ Au niveau de la production avec comme critère de tri, l'origine des matières premières: elle se fonde sur l'origine terrestre ou marine, aérienne ou souterraine, animale, végétale ou minérale, unique ou mixte, agricole (matières premières brutes) ou industrielle (coproduits, produits alimentaires intermédiaires, additifs auxiliaires technologiques, produits issus des biotechnologies, de la transgénèse);

1. Les groupes d'aliments

- ▶ Au niveau de la transformation avec plusieurs critères de tri:
 - Le degrés de transformation des matières premières agricoles qui peut être inexistant, réduit, voire important avec les produits manufacturés;
 - Le type de technologie employé pour assurer la conservation qui se traduit pas la notion de gammes;
 - Le type de matière première utilisé pour aboutir à un aliment qui donne naissance aux différentes familles en filières de l'industrie.

1. Les groupes d'aliments

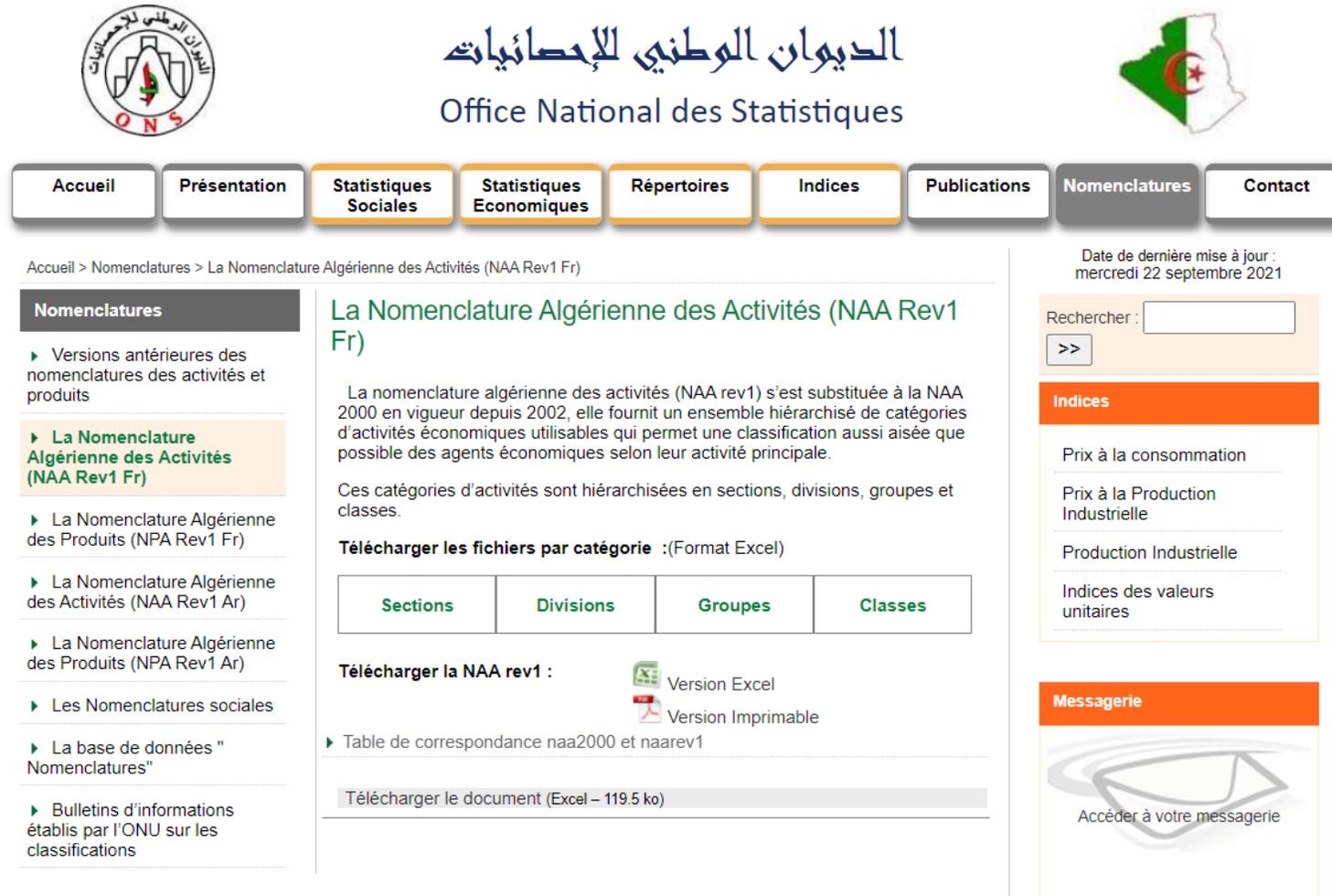
- ▶ Au niveau de la distribution avec plusieurs critères de tri répondant à des considérations relatives aux techniques du marketing et du merchandising;
- ▶ Au niveau de la consommation avec le critère de tri relatif à la nutrition: la notion de groupes d'aliments, dans le cadre de la constitution d'un repas, simplifiée, à partir d'une classification claire, la réalisation d'un choix équilibré dans le cadre d'une alimentation variée;
- ▶ En restauration avec un critère relatif à la culture culinaire: la notion de mets s'appuie sur la chronologie d'un repas et elle est fortement empreinte des habitudes culinaires du pays concerné;
- ▶ Au niveau de la réglementation avec un critère de tri relatif à l'activité: elle autorise un classement des entreprises par branche dans un secteur donné, tel que celui de l'alimentation.

1.1. Classification de type économique selon le code de l'activité principale exercée (APE)

Ce code est attribué par l'institut national des statistiques et études économiques (INSEE), à chaque entreprise ou établissement, selon son activité principale. Il est constitué de trois chiffres et d'une lettre d'après la nomenclature d'activité française (NAF).

La nomenclature algérienne des activités (NAA rev1) s'est substituée à la NAA 2000 en vigueur depuis 2002, elle fournit un ensemble hiérarchisé de catégories d'activités économiques utilisables qui permet une classification aussi aisée que possible des agents économiques selon leur activité principale.

1.1. Classification de type économique selon le code de l'activité principale exercée (APE)



The screenshot displays the website of the Office National des Statistiques (ONS) of Algeria. The header features the ONS logo, the name 'الديوان الوطني للإحصائيات' (Office National des Statistiques), and the Algerian flag. A navigation menu includes 'Accueil', 'Présentation', 'Statistiques Sociales', 'Statistiques Economiques', 'Répertoires', 'Indices', 'Publications', 'Nomenclatures', and 'Contact'. The 'Nomenclatures' section is active, showing the breadcrumb 'Accueil > Nomenclatures > La Nomenclature Algérienne des Activités (NAA Rev1 Fr)'. The main content area is titled 'La Nomenclature Algérienne des Activités (NAA Rev1 Fr)' and provides a description of the classification system, a list of download links for various categories (Sections, Divisions, Groupes, Classes), and a search bar. A sidebar on the left lists various nomenclature documents, with 'La Nomenclature Algérienne des Activités (NAA Rev1 Fr)' highlighted. A 'Messagerie' section at the bottom right offers access to the user's mailbox.

الديوان الوطني للإحصائيات
Office National des Statistiques

Accueil | Présentation | **Statistiques Economiques** | Statistiques Sociales | Répertoires | Indices | Publications | Nomenclatures | Contact

Accueil > Nomenclatures > La Nomenclature Algérienne des Activités (NAA Rev1 Fr)

Nomenclatures

- ▶ Versions antérieures des nomenclatures des activités et produits
- ▶ **La Nomenclature Algérienne des Activités (NAA Rev1 Fr)**
- ▶ La Nomenclature Algérienne des Produits (NPA Rev1 Fr)
- ▶ La Nomenclature Algérienne des Activités (NAA Rev1 Ar)
- ▶ La Nomenclature Algérienne des Produits (NPA Rev1 Ar)
- ▶ Les Nomenclatures sociales
- ▶ La base de données "Nomenclatures"
- ▶ Bulletins d'informations établis par l'ONU sur les classifications

La Nomenclature Algérienne des Activités (NAA Rev1 Fr)

La nomenclature algérienne des activités (NAA rev1) s'est substituée à la NAA 2000 en vigueur depuis 2002, elle fournit un ensemble hiérarchisé de catégories d'activités économiques utilisables qui permet une classification aussi aisée que possible des agents économiques selon leur activité principale.

Ces catégories d'activités sont hiérarchisées en sections, divisions, groupes et classes.

Télécharger les fichiers par catégorie : (Format Excel)

Sections	Divisions	Groupes	Classes
--------------------------	---------------------------	-------------------------	-------------------------

Télécharger la NAA rev1 :

- Version Excel
- Version Imprimable

▶ Table de correspondance naa2000 et naarev1

Télécharger le document (Excel – 119.5 ko)

Date de dernière mise à jour : mercredi 22 septembre 2021

Rechercher :

>>

Indices

- Prix à la consommation
- Prix à la Production Industrielle
- Production Industrielle
- Indices des valeurs unitaires

Messagerie

Accéder à votre messagerie

1.1. Classification de type économique selon le code de l'activité principale exercée (APE)

Section	Division	Groupe	Classe	Libellés
A				AGRICULTURE, SYLVICULTURE ET PÊCHE
	01			Culture et production animale, chasse et services annexes
		01.1		Cultures non permanentes
			01.11	Culture de céréales (à l'exception du riz)
			01.12	Culture du riz
			01.13	Culture de légumes, de melons, de racines et de tubercules
			01.14	Culture de la canne à sucre
			01.15	Culture du tabac
			01.16	Culture de plantes à fibres
			01.17	Culture de fourrages
			01.18	Culture de légumineuses et de graines oléagineuses
			01.19	Horticulture et autres cultures non permanentes
		01.2		Cultures permanentes
			01.21	Culture de la vigne
			01.22	Culture de palmiers-dattiers et d'autres fruits tropicaux et subtropicaux
			01.23	Culture d'agrumes
			01.24	Culture de fruits à pépins et à noyau
			01.25	Culture d'oliviers et autres fruits oléagineux

1.1. Classification de type économique selon le code de l'activité principale exercée (APE)

Section	Division	Groupe	Classe	Libellés
		01.7		Chasse, piégeage et services annexes
			01.70	Chasse, piégeage et services annexes
	02			Sylviculture et exploitation forestière
		02.1		Sylviculture et autres activités forestières
			02.10	Sylviculture et autres activités forestières
		02.2		Exploitation forestière
			02.20	Exploitation forestière
		02.3		Récolte de produits forestiers non ligneux poussant à l'état sauvage
			02.31	Récolte du liège
			02.39	Récolte de l'alfa et d'autres produits forestiers non ligneux poussant à l'état sauvage
		02.4		Services de soutien à l'exploitation forestière
			02.40	Services de soutien à l'exploitation forestière
	03			Pêche et aquaculture
		03.1		Pêche
			03.11	Pêche en mer
			03.12	Pêche en eau douce
		03.2		Aquaculture
			03.21	Aquaculture en mer
			03.22	Aquaculture en eau douce

1.1. Classification de type économique selon le code de l'activité principale exercée (APE)

C

INDUSTRIE MANUFACTURIÈRE

10

Industries alimentaires

10.1 Transformation et conservation de la viande et préparation de produits à base de viande

- 10.11 Transformation et conservation de la viande de boucherie
- 10.12 Transformation et conservation de la viande de volaille
- 10.13 Préparation de produits à base de viande

10.2 Transformation et conservation de poisson, de crustacés et de mollusques

- 10.20 Transformation et conservation de poisson, de crustacés et de mollusques

10.3 Transformation et conservation de fruits et légumes

- 10.31 Transformation et conservation de pommes de terre
- 10.32 Transformation et conservation de tomates
- 10.33 Préparation de jus de fruits et légumes
- 10.39 Transformation et conservation d'autres fruits et légumes

10.4 Fabrication d'huiles et graisses végétales et animales

- 10.41 Fabrication d'huiles d'olives
- 10.42 Fabrication d'autres huiles et graisses
- 10.43 Fabrication de margarine et graisses comestibles similaires

10.5 Fabrication de produits laitiers

- 10.51 Fabrication de lait liquide et autres produits frais
- 10.52 Fabrication de fromages

A
Ac

1.2. Classification de type nutritionnel

Cette approche propose un regroupement en sept familles qui renferment des aliments classés et fonction de leurs propriétés et de leurs qualités nutritionnelles.

Le tableau suivant indique le découpage préconisé par les nutritionnistes et qui permet d'aborder la nutrition de manière quantitative (valeur énergétique) et de manière qualitative (richesse en nutriments et critères d'équivalences entres groupes afin de permettre des substitutions).

1.2. Classification de type nutritionnel

Tableau : Classification des denrées alimentaires selon l'aspect nutritionnel

Lait et produits laitiers	Viandes, poissons et œufs	Fruits et légumes	Céréales, pommes de terre, légumes secs	Corps gras	Sucres et produits sucrés	Boissons
<p>Riches en protéines, calcium (meilleures sources) et certaines vitamines du groupe B. Présence aussi de vitamine A. Lactose à digestion lente (glymécie). Amélioration de l'absorption du calcium, mais risques d'intolérance. Riches en acides gras saturés.</p>	<p>Riches en protéines de grande valeur biologique et en fer, iode et phosphore. Pauvres en calcium. Sources importantes de vitamines pour certains aliments</p>	<p>Riche en eau, fibres, minéraux et vitamines anti-oxydantes (C, A). Seuls aliments riches en vitamine C, surtout à l'état cru. Pauvres en lipides.</p>	<p>Riches en glucides à assimilation lente et surtout en amidon, en protéines, en vitamine du groupe B et en fibres. Pauvres en lipides</p>	<p>Riches en lipides, grâce à une extraction et une concentration de la matière grasse de corps gras d'origine animale ou végétale. Riches en vitamines A, D et E, ainsi qu'en acides gras essentiels. Grande valeur énergétique</p>	<p>Riches en glucides à assimilation rapide (glycémie). Mais pas fondamentalement indispensables à l'équilibre alimentaire.</p>	<p>Seule l'eau est indispensables. Les autres boissons sont à consommer pour le plaisir avec modération.</p>

1.2. Classification de type nutritionnel

Cette classification, qui répond parfaitement à des objectifs d'équilibre correct de la ration alimentaire, ne prend pas en compte les nouvelles tendances de l'industrie agroalimentaire alors que certaines denrées sont commercialisées et donc à disposition des consommateurs. En fait, il n'existe pas d'aliment idéal qui intègre tous les nutriments nécessaires à l'alimentation humaine, et ce dans un parfait respect des proportions préconisées par les nutritionnistes. A contrario, il n'existe pas de « mauvais aliments », hormis bien entendu ceux qui sont toxiques, à condition d'en consommer des quantités raisonnables.

En conséquence, chaque aliment ou boisson doit trouver une place dans la ration alimentaire.

Les bonnes pratiques consistent donc à consommer des représentants issus des différents groupes d'aliments, d'une part dans un souci d'équilibre et, d'autre part, pour profiter de l'extraordinaire richesse liée à la diversité des couleurs, des textures et des saveurs.

1.3. Classification de type technologique fondée sur le procédé de conservation

Ce moyen de classement débouche sur la notion de gammes de produits. C'est ainsi que six gammes ont été identifiées et classées par ordre chronologique, non pas d'apparition du procédé de conservation, mais de commercialisation à grande échelle de denrées alimentaires ayant bénéficié de ces procédés de conservation. Le tableau, ci après, précise ces gammes de denrées alimentaires avec les dénominations relatives à chacun des moyens utilisés pour les conserver.

Dans ce cas également on atteint rapidement les limites de cette méthode de classement avec une cinquième gamme, vaste et mal définie.

En outre, cette approche provoque souvent une confusion entre les techniques d'élaboration et celles de conservation des produits.

1.3. Classification de type technologique fondée sur le procédé de conservation

Tableau : Classification des denrées alimentaires selon le procédé de conservation

Gammes	Principes de conservation	Exemples
Première gamme	Conservation à T° ambiante ou au froid positif ($\Theta \geq 0^{\circ} \text{ C}$)	Produits « frais »
Deuxième gamme	Longue conservation à température ambiante par appertisation (pasteurisation ou stérilisation et emballage étanche)	Conserves
Troisième gamme	Surgélation et longue conservation au froid négatif ($\Theta \geq -18^{\circ} \text{ C}$)	Denrées surgelées
Quatrième gamme	Conservation au froid positif ($\Theta \geq 0^{\circ} \text{ C}$) et en atmosphère modifié ou non	Denrées végétales crues, triées, parées, lavées, prêtes à l'emploi
Cinquième gamme	Cuisson/pasteurisation et conservation au froid positif ($\Theta \geq 0^{\circ} \text{ C}$)	Produits végétaux et/ou animaux cuits, voire sous vide et voire cuisinés
Sixième gamme	Déshydratation et longue conservation à température ambiante	Denrées déshydratées ou à humidité intermédiaire

1.4. Classification de type technologique fondée sur la nature et la fonction

Fondée jadis sur une approche verticale de type descendant, cette classification s'appuyait sur un cloisonnement correspondant à une spécialisation des activités en relation avec, en amont, des matières premières et, en aval, des marchés de produits bien identifiés.

Les matières premières, d'origine agricole, étaient considérés comme des entités car les moyens de séparation de leurs composants, telle la gravité, étaient peu perfectionnés et s'appuyaient sur des phénomènes naturels peu performantes en termes d'efficacité et de vitesse...

Quant aux produits finis, leur fabrication à grande échelle ne faisait que reproduire des recettes ancestrales.

1.4. Classification de type technologique fondée sur la nature et la fonction

La mise au point de techniques de séparations fines a permis de rééquilibrer certaines denrées alimentaires, voire de réaliser des mélanges entre des fractions issus de différentes origines végétales et/ou animales. Cette nouvelle approche s'est inscrite dans un souci de répondre toujours mieux aux attentes du consommateur et aux préconisations des nutritionnistes.

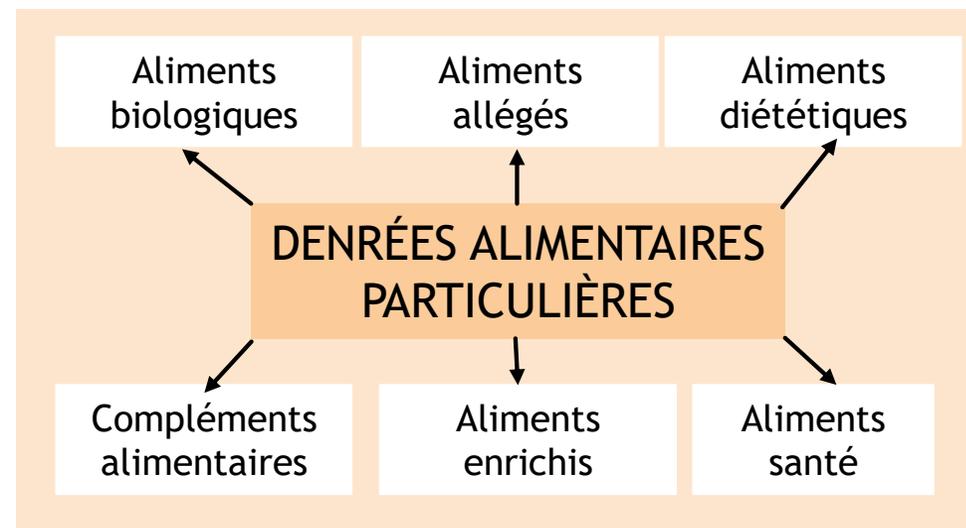
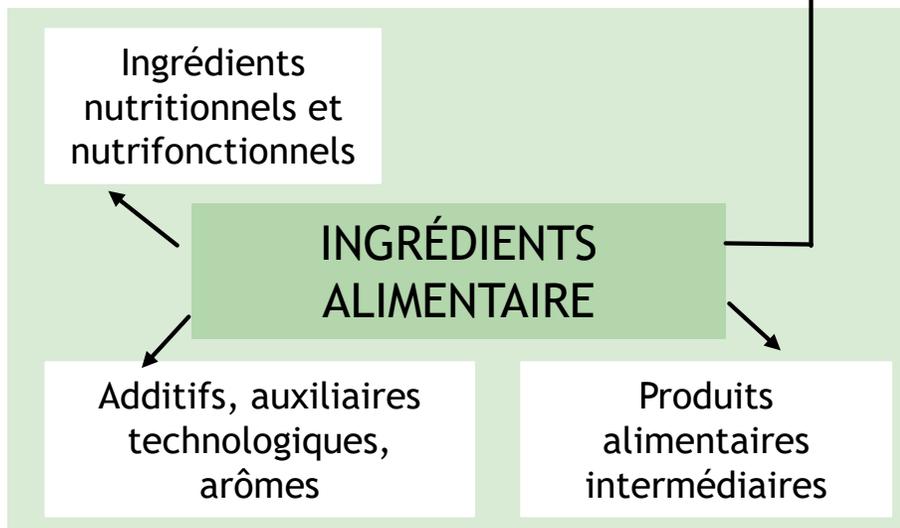
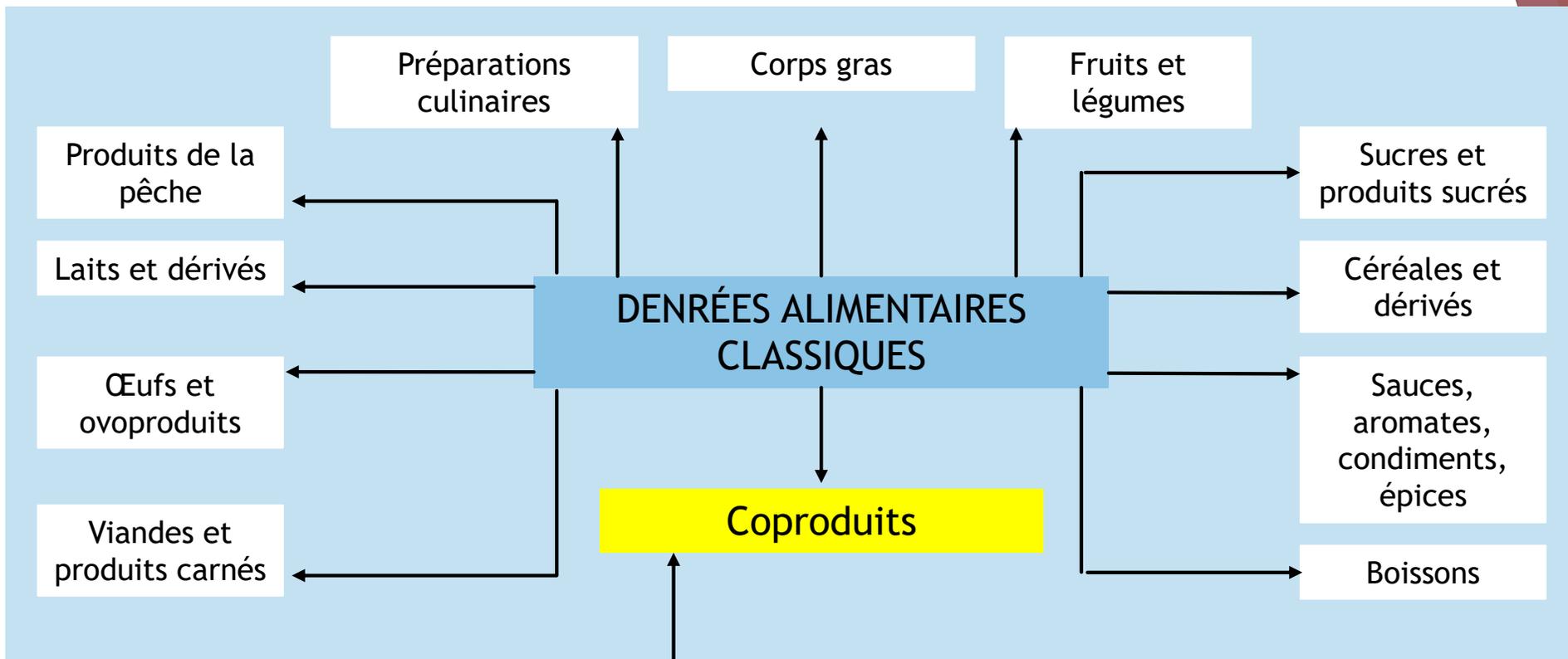
En outre de nouvelles tendances de consommation sont apparues avec en particulier les courants relatifs à la santé et à la préservation de l'environnement et, plus récemment, celle concernant le commerce équitable.

1.4. Classification de type technologique fondée sur la nature et la fonction

En parallèle, le secteur de l'industrie agroalimentaire a lui aussi effectué sa révolution, ainsi des progrès considérables ont été réalisés dans plusieurs domaines:

- ▶ Les technologies de séparation, de mélange, de mise en forme, de stabilisation et de conditionnement, en matière de productivité, de flexibilité et maîtrise des installations industrielles, et de développement de technologies douces soucieuses de préserver la qualité des produits finis;
- ▶ La qualité, la standardisation et la disponibilité des matières premières;
- ▶ Les ingrédients mis en œuvre grâce aux produits alimentaires intermédiaires (ingrédients issus de transformations industrielles et valorisation de coproduits de l'industrie agroalimentaire en alimentation humaine), aux additifs, aux auxiliaires technologiques ainsi qu'aux arômes;
- ▶ L'hygiène et la sécurité sanitaire grâce à une grande maturité et une responsabilisation accrue des opérateurs, notamment par l'utilisation d'outils de maîtrise des risques, mais aussi grâce au recours à des techniques d'analyses plus performantes, plus rapides, plus fiables ainsi qu'à des approches de type prédictif.

Le schéma ci après représente une classification des ingrédients et des denrées alimentaires selon leur nature et leur fonction.



2. Les ingrédients et additifs présents dans les denrées alimentaires

2.1. Les additifs:

Un additif est, selon la réglementation en vigueur, « toute substance habituellement non consommée comme aliment en soi et habituellement non utilisée comme ingrédient caractéristique dans l'alimentation, possédant ou non une valeur nutritive, et dont l'adjonction aux denrées alimentaires dans un but technologique au stade de leur fabrication, transformation, préparation, traitement, conditionnement, transport ou entreposage, a pour effet, ou peut raisonnablement être estimée avoir pour effet, qu'elle devient elle-même, ou que ses dérivés deviennent, directement ou indirectement, un composant de ces denrées alimentaires. ».

2. Les ingrédients et additifs présents dans les denrées alimentaires

2.1. Les additifs:

Les additifs sont utilisables:

- Soit selon le principe du *quantum satis* (quantité suffisante), s'ils ne présentent aucune toxicité marquée chez l'animal et a *fortiori* aucune dans les conditions d'utilisation définies pour le produit;
- Soit selon des conditions d'utilisation (doses maximales d'emploi et denrées alimentaires dans lesquelles ils sont autorisés), fixées par la réglementation. Dans ce cas de figure, on détermine par expérimentation la dose journalière admissible (DJA) qui est la dose cent fois inférieure à celle pour laquelle on a vu, chez l'animal, apparaître un risque.

Quelques familles d'additifs alimentaires

Famille	Utilité	Famille	Utilité
Colorants	Augmentation ou rénovation de la couleur	Exhausteurs de goût	Renforcement du goût et de l'odeur
Edulcorants	Production d'une saveur sucrée	Gélifiants	Création d'une consistance par formation d'un gel
Conservateurs	Prolongation de la durée de conservation par protection contre les altérations dues aux microorganismes	Agents d'enrobage et de glisse	Production d'un aspect brillant ou constitution d'une couche protectrice
Acidifiants	Augmentation de l'acidité et/ou du goût acide	Humectant	Limitation du dessèchement et facilitation de la dissolution d'une poudre en milieu aqueux
Antiagglomérant	Limitation de l'agglutination des particules	Gaz d'emballage	Conservation sous atmosphère modifiée dont protectrice vis-à-vis des altérations
Affermissant	Production pour conservation du caractère ferme et croquant des fruits et légumes	Poudres à lever	Libération de gaz pour l'accroissement du volume
Epaississants	Augmentation de la viscosité	Stabilisants	Maintien de l'homogénéité d'une dispersion

2. Les ingrédients et additifs présents dans les denrées alimentaires

2.2. Les auxiliaires technologiques:

Un auxiliaire technologique est défini comme « toute substance non consommée comme ingrédient alimentaire en soit et volontairement utilisé dans la transformation des matières premières, des denrées alimentaires, ou de leurs ingrédients, pour répondre à un objectif technologique déterminé pendant le traitement ou la transformation, et prouvent avoir pour résultat la présence non intentionnelle de résidus technologiquement inévitables de cette substance ou des dérivés dans le produit fini, à condition que ces résidus ne présentent pas de risques sanitaires et n'aient pas d'effets technologiques sur le produit fini ».

2. Les ingrédients et additifs présents dans les denrées alimentaires

2.2. Les auxiliaires technologiques:

Appelés aussi auxiliaires de fabrication, ils sont utilisés selon le principe du *quantum satis* pour permettre, faciliter ou optimiser une opération de fabrication d'une denrée alimentaire. Le professionnel est responsable de la justification de l'emploi de la substance au titre d'auxiliaire de fabrication et non à celui d'additif. Ils ne font pas l'objet d'un étiquetage obligatoire compte tenu de leur caractère passager dans la denrée alimentaire et de l'absence d'effets dans le produit fini, sauf si la substance est issue d'un produit allergène figurant dans la liste établie.

Quelques familles d'auxiliaires technologiques alimentaires

Famille	Utilité	Famille	Utilité
Anti-mousses	Limitation ou empêchement de formation de mousses) certains stades de fabrication	Agents de dessiccation e antiagglomérants	Empêchement ou limitation de l'agglomération des pulvérulents
Catalyseurs	Déclenchement ou accélération d'une réaction chimique sans modification des produits de la réaction	Enzymes	Catalyse de réactions biologiques
Agents de clarification et adjuvants de filtration	Obtention d'un état de limpidité recherché dans certains produits liquides	Agents d'enrobage et de glisse	Production d'un aspect brillant ou constitution d'une couche protectrice
Agents décolorants	Elimination de pigments colorés ou toute autre substance conférant une couleur indésirable	Agent de démoulage	Facilitation du démoulage des produits
Agents de lavage, de pelage et d'épluchage	Facilitation du lavage et de l'élimination de la peau	Floculants et coagulants	Facilitation de l'agglomération de particules au sein des liquides
Agents de plumaison et d'épilation	Facilitation de l'élimination des plumes et des poils	Antitartres	Limitation des processus d'entartrage dans les échangeurs thermiques
Agents de congélation par contact et de refroidissement	Accélération de la vitesse de refroidissement par contact avec le produit	Biocides	Destruction des microorganismes afin de maîtriser les contaminations

2. Les ingrédients et additifs présents dans les denrées alimentaires

2.3. Les arômes:

« est considéré comme arôme tout produit ou substance qui est destinée à être ajouté à des denrées alimentaires pour leur donner une odeur, un goût ou une odeur et un goût, à l'exception des substances ayant exclusivement un goût sucré, acide ou salé ». Les arômes comprennent 6 catégories:

- *substance aromatisante naturelle*
- *substance aromatisante identique à une substance aromatisante naturelle*
- *substance aromatisante artificielle*
- *préparation aromatisante*
- *arôme de transformation*
- *arome de fumée.*

2. Les ingrédients et additifs présents dans les denrées alimentaires

2.4. Les produits alimentaires intermédiaires (PAI):

Les PAI sont des matières transformées, véritables produits semi-élaborés qui ne sont pas destinées au consommateur final. Ils sont à la fois des produits finis pour les industries qui les fabriquent (première transformation) et des matières premières pour celles qui les utilisent (deuxième transformation).

Quelques exemples de produits alimentaires intermédiaires



Matières premières	Produits alimentaires intermédiaires
Lait	Fromage à pizza, fromages en poudre, grains de fromages surgelés, yaourts en poudre
Poissons	Surimi base, surfine de mer
Viandes	Minerais de viande, viandes séparées mécaniquement, cubes de viande, plasma sanguin d'abattoir, gélatine
Légumes	Légumes en poudre jus concentrés, inuline de chicorée
Fruits	Fruits sur sucre, fruits confits
Céréales	Gluten, amidons natifs et transformés, sirops de glucose
Légumineuses	Concentrés et isolats de protéines
Corps gras	Fractions oléiques et stéarique, beurres concentrés, beurres fractionnés, poudres de crème et de beurre
Ovoproduits	Concentrés et poudre de blancs, de jaunes et d'œufs entiers

3. Les aliments complets secs pour les poissons d'élevage

Les aliments piscicoles sont originaux de par leur forte à très forte teneur en protéines et lipides et leur faible teneur glucidique (sauf poissons d'étang).

L'étendue de la gamme de taille des particules est aussi originales: de l'aliment larvaire de quelques centimètres de micro-mètres à l'aliment pour reproducteur de 11 à 13 millimètres. La disponibilité de l'aliment pour chaque individu en dépend.

Les matières premières principales sont les farines de poissons, farines de crustacés, farines de viandes, de sang, protéines d'origine végétale, huile de poisson céréales et issues de céréales. Ce sont les sources de macroéléments énergétiques: protéines, lipides, glucides, fibres.

3. Les aliments complets secs pour les poissons d'élevage

Les microéléments (minéraux, vitamines, additifs, conservateurs) sont incorporés sous forme de pré-mélange.

Pour les aliments larvaires, des additifs très spéciaux sont employés (attractants, enzymes...). Le contraste de couleur entre particule et le système d'élevage peut aussi modifier la prise d'aliment.

L'objectifs des industriels est la fabrication d'un granulé régulier sans poussière, résistant à la manipulation, de texture appétissante, de densité approprié au comportement du poissons.

Deux procédés principaux sont utilisés pour la mise en forme des granulés:

Procédés de mise en forme des granulés

	Aliment pressé	Aliment extrudé
Principe	<p>Le mélange sous forme de farine est compressé par deux galets au travers d'une filière perforée.</p> <p>La sortie de la filière, des couteaux coupent le granulé.</p>	<p>Le mélange sous forme de farine est convoyé par des vis à pas variable, munies également de contre-filets dans un fourreau chauffé.</p> <p>L'élévation de la pression et de la température au sein du mélange induisent une cuisson et une gélatinisation de l'amidon du mélange.</p> <p>En sortie de fourreau une filière forme le granulé, un couteau rotatif le coupe.</p> <p>En sortie de fourreau une filière forme le granulé, un couteau rotatif le coupe.</p> <p>Le retour à pression et température ambiante provoque l'expansion du granulé (<i>le flash</i>).</p>

Quelques définitions

L'**extrusion** est un processus utilisé pour créer des objets avec une section transversale définie et fixe. Le matériau est poussé ou extrait à travers une filière d'une section transversale souhaitée.

Un **aliment extrudé** est un aliment dont la production se fait pas extrusion.

L'**extrusion alimentaire** est une forme d'extrusion utilisée dans la transformation des aliments. C'est un processus par lequel un ensemble d'ingrédients mélangés est forcé à travers une ouverture dans une assiste ou une matrice perforée avec un design spécifique pour la nourriture, puis est coupé à une taille spécifique par des lames.

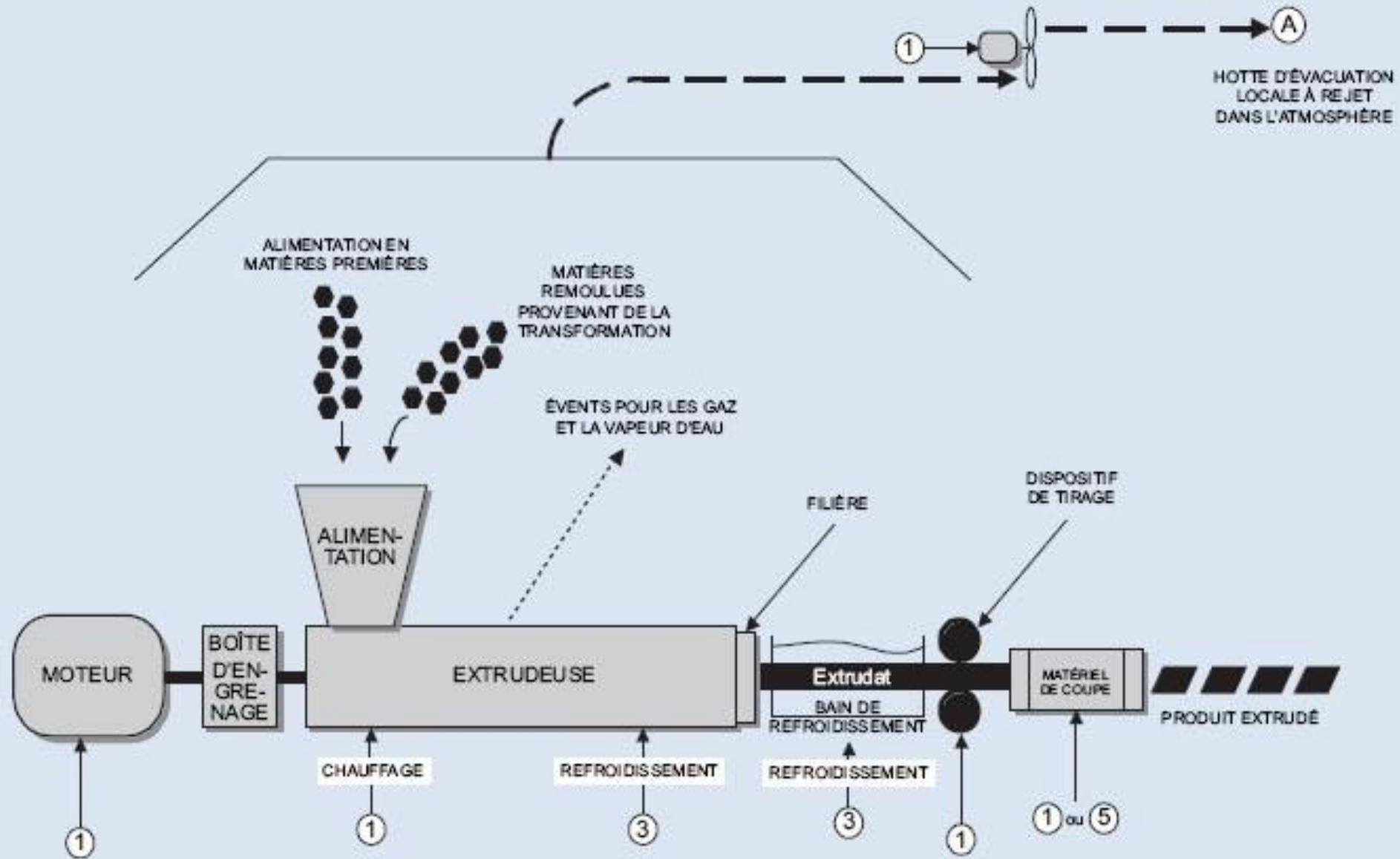


L'extrudeuse

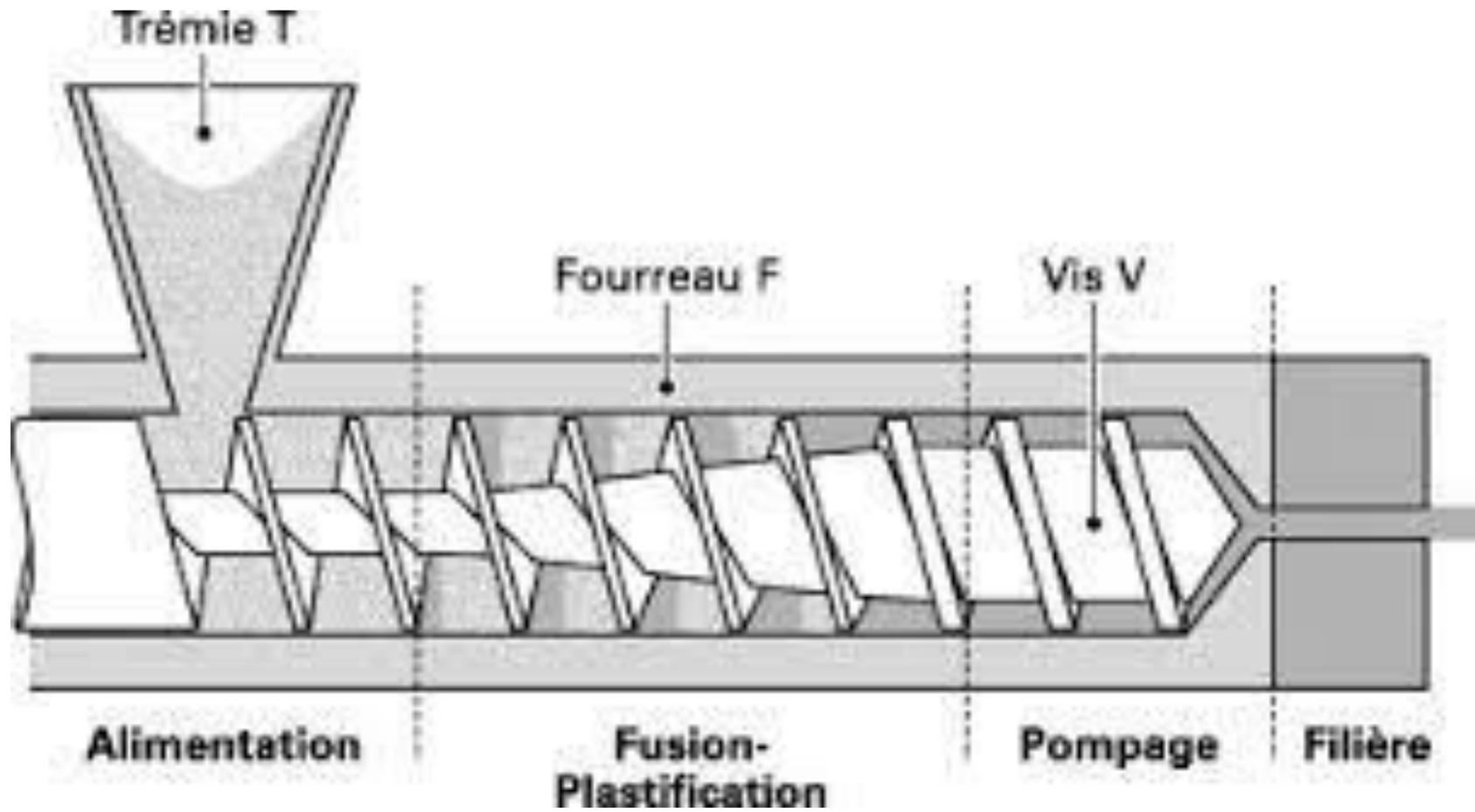
La machine qui force le mélange à travers la filière est une **extrudeuse**, et le mélange est connu sous le nom d'**extrudat**.

L'extrudeuse se compose d'un arbre de grande force de rotation monté à l'intérieur d'un tambour fixe, au bout duquel se trouve la filière.





Ressources utilisées et rejets : 1 - Électricité 3 - Fluide de refroidissement 5 - Air comprimé A - Air vicié



Principe de l'extrusion alimentaire

Le mélange sec est passé à travers un pré-conditionneur où d'autres ingrédients sont ajoutés (sucre liquide, les graisses, les colorants, les viandes et l'eau qui dépendent du produit). Le mélange pré-conditionné est ensuite passé à travers une extrudeuse en le forçant à travers une filière où il est coupé à la longueur désirée. Le processus de cuisson (dans le cas d'un processus d'extrusion-cuisson) se déroule à l'intérieur de l'extrudeuse dans laquelle le produit produit son propre frottement et de la chaleur en raison de la pression générée (10-20 bars).

L'extrusion permet la production de masse d'aliments grâce à un système continu et efficace qui garantit l'uniformité du produit final. Les produits alimentaires fabriqués par extrusion ont généralement une teneur élevée en amidon.

Comparaison entre l'aliment pressé et extrudé

	Aliment pressé	Aliment extrudé
Généralités	-dense -non structuré	-densité maîtrisée -structuré-solide -porosité l'apport en matières grasses complémentaires (huile) se fait par enrobage sur le granulé fini.
Densité	0,7	0,5
Adjonction d'huile	14% maxi. Au-delà granulé friable	25 à 30%
Porosité	0	Elevée
Cuisson	0-Faible	Forte
Digestibilité	Protéine : idem matière première	Protéine: légèrement dégradée par rapport à la matière première
	Matières grasses: idem matière première	Matières grasses: idem matière première
	Amidon: faible si incorporation cru	Amidon: élevée puisque cuisson
Flottabilité	0	Possible

Comparaison entre l'aliment pressé et extrudé

Le granulé pressé ne peut tirer que 14% de matières grasses au maximum (compromis solidité-teneur en huile). Au delà le granulé est fragile, friable (livraison vrac et automatisation de la distribution impossible).

Le granulé extrudé, du fait de sa porosité, peut admettre une quantité d'huile très nettement supérieure (25 à 30%).

D'autre part, la solidité et la densité maîtrisées du granulé extrudé permettent de fournir des granulés flottants ou coulants ne se délitant pas dans l'eau.

La détermination rationnelle de la ration alimentaire des poissons

Lors de l'utilisation de distributeurs automatiques d'aliments

La ration alimentaire des poissons

L'utilisation de dispositifs mécaniques ou automatiques pour distribuer l'aliment au poisson nécessite le calcul à priori de la quantité d'aliment à distribuer. En effet, le nourrissage en fonction du comportement n'est pas possible et l'appréciation de la satiété est difficile dans ce cas, sauf à mettre dans le distributeur une ration en excès, donc à consentir à un certain niveau de gaspillage incompatible avec la rentabilité de l'élevage.

La ration alimentaire des poissons

La détermination a priori d'une ration n'est pourtant pas si évidente que cela, car celle suppose une bonne connaissance des besoins des poissons. L'utilisation des tables de rationnement fournies par le fabricant de l'aliment utilisé n'est pas forcément la meilleure solution. En effet, ces tables reposent sur des évaluations de besoins approximatives et doivent être adaptées par les éleveurs aux particularités de leurs élevages. Elles sont établies en général en fonction de la composition de l'aliment et notamment de sa densité énergétique, mais leur principal défaut est de ne pas tenir compte de la vitesse de croissance. Or celle-ci est le facteur essentiel de détermination des besoins.

La ration alimentaire des poissons

La méthode décrite ci-après permet de calculer la quantité d'aliments à distribuer à partir des performances de croissance et de la "qualité" de l'aliment.

Le taux de rationnement journalier, exprimé en pourcentage de la biomasse, peut se calculer de la manière suivante:

$$\text{TR} = \text{TC} \times \text{IC}$$

avec :

TR : taux de rationnement en % jour,

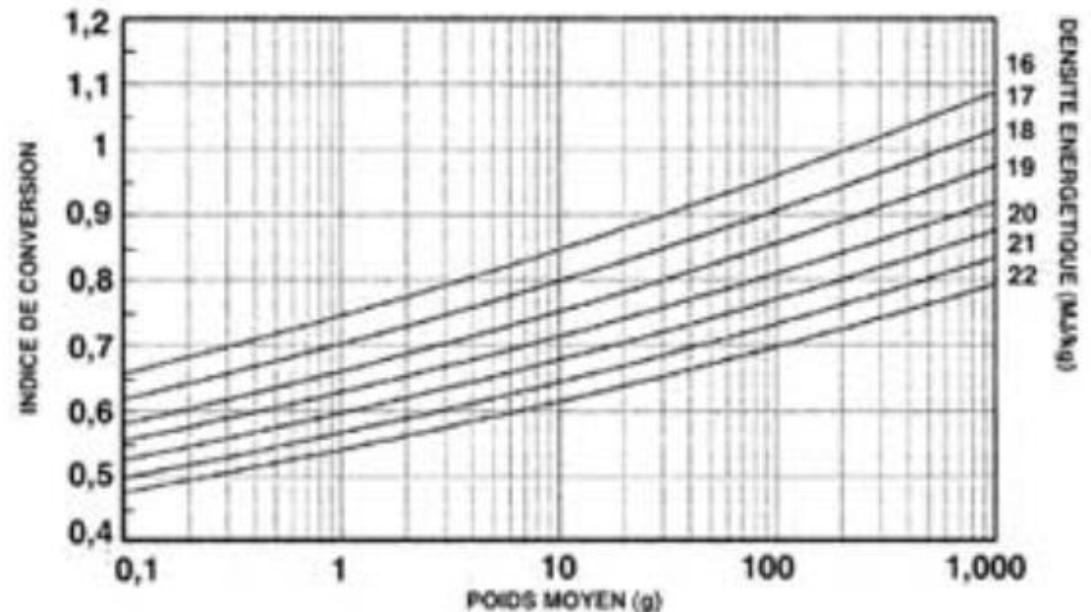
TC : taux de croissance en % jour

IC : indice de conversion

L'indice de conversion (IC)

L'indice de conversion (IC) (appelé aussi : indice de consommation) varie essentiellement avec la taille des poissons et la qualité de l'aliment: densité énergétique et digestibilité (figure ci après). Il peut également constituer un objectif ou une limite que se fixe l'éleveur.

Figure : indice de conversion de la truite fario en fonction du poids et de la densité énergétique de l'aliment utilisé



L'indice de conversion (IC)

En pisciculture, l'indice de conversion (IC) correspond à une quantité en kg d'aliment distribué pour avoir un kg de poisson. On peut dire aussi que c'est le rapport entre la quantité d'aliment distribué et la production d'un kilogramme de poisson. Sa formule est donnée par:

$$\text{IC} = \text{aliment distribué (kg)} / \text{gain de masse corporelle (kg)}$$

Exemple de calcul:

Si un pisciculteur donne 2 kg d'aliment pour un poisson durant tout le cycle d'élevage et que ce poisson arrive à un poids de 1 kg et 250 g, l'indice de conversion sera: $2 \div 1.250 = 1.6$

Donc, l'IC est le rapport entre l'aliment distribué et le poids gagné par le poisson. Cet indice n'a pas d'unité, comme dans l'exemple, en écrit juste: $\text{IC} = 1.6$

L'indice de conversion (IC)

Chez les animaux aquatiques, cet indice est généralement plus faible que chez les espèces terrestres, comme le montre le tableau ci-dessous.

	IC moyen
Crevette tropicales	[1,6 - 2,0]
Poisson omnivores	[1,4 - 1,8]
Carnivores marins domestiqués	[1,3 - 1,6]
Salmonidés	[1,0 - 1,2]
Volaille de chair	[1,8 - 2,2]

Son calcul implique la connaissance de plusieurs paramètres :

- la **biomasse** (nombre d'individus d'une population, multiplié par leur poids **initial** de l'unité de production considérée (bassin, cage, étang...)) ;
- la **biomasse finale** de l'unité de production considérée ;
- les **quantités d'aliments utilisées**.

L'indice de conversion (IC)

Les limites de l'exploitation pratique de l'I.C. sur le terrain

- ▶ la **population** dont le poids est connu: doit-on peser la totalité de la population ou seulement un échantillon ? Si l'on pèse la population entière, le problème est résolu. Dans le cas contraire, il faut s'assurer que l'on connaît précisément le nombre d'individus de la population afin d'obtenir la quantité d'aliments à utiliser pour calculer l'I.C. Il convient aussi de s'assurer de la représentativité de l'échantillon avec lequel on travaille.
- ▶ prise en compte de la **mortalité** : tous les individus morts entre la pesée initiale et la pesée finale viennent se soustraire à la biomasse finale. Ils ont donc un effet négatif sur l'I.C. Leur impact est d'autant plus grand que la mort survient tard. Toutefois, cette limite ne constitue pas un véritable problème pour la gestion de l'élevage. En effet, seuls les animaux vivants pourront être commercialisés.
- ▶ **Quantité d'aliment** : la quantité d'aliments distribuée au niveau d'une unité de production est une information assez facile à obtenir, à condition que l'exploitation dispose d'un registre journalier précis et bien tenu.
- ▶ **Consommation effective** de l'aliment distribué : de cette quantité d'aliment, il faut ensuite savoir si ce qui a été distribué a été complètement consommé. Cette information est parfois difficile à obtenir.

Le taux de croissance (TC)

Le taux de croissance (TC) est conditionné par le potentiel génétique de l'espèce ou de la souche utilisée et les conditions d'élevage (concentration en oxygène dissous, densité, etc.). Il peut être déterminé par l'éleveur en fonction de ses propres objectifs parmi lesquels on peut citer:

- La maîtrise de l'indice de conversion: la recherche de la croissance maximale est coûteuse en terme de transformation de l'aliment.
- La maîtrise de la qualité, notamment du taux d'engraissement.
- La recherche de la meilleure adéquation aux contraintes du marché: choix prévisionnel de la période de commercialisation par modulation de la croissance.

Le taux de croissance (TC)

Quel que soit l'objectif de l'éleveur, il doit anticiper le taux de croissance pour calculer le taux de rationnement sur la période à venir. Il dispose pour cela de plusieurs possibilités:

- Fixer a priori le poids à la fin de la période pour laquelle il calcule la ration. Il doit dans ce cas s'assurer de la possibilité réelle d'atteindre ce poids (potentiel des animaux, température de l'eau, etc.),
- Utiliser comme taux de croissance le même taux que celui obtenu sur la période comprise entre les 2 pesées précédentes. Rappelons que le taux de croissance se calcule de la manière suivante:

Le taux de croissance (TC)

$$TC = \frac{\ln(P2) - \ln(P1) \times 100}{D}$$

Avec :

P2 : poids en fin de période;

P1: poids moyen en début de période;

D: durée de la période en jours;

Ln: logarithme népérien.

Le taux de croissance (TC)

Dans ce cas également, l'éleveur doit interpréter la croissance pour ne pas générer de situation à problème, par exemple celle qui pourrait résulter de la projection d'un taux de croissance anormalement faible ou calculé à partir de pesées peu fiables.

Utiliser un modèle de croissance pour évaluer le poids atteint à la fin de la période pour laquelle est calculée la ration alimentaire. Il peut pour cela utiliser différents modèles de croissance. Le modèle de MULLER FEUGA est particulièrement fiable, et malgré son apparente complexité, il est en fait relativement facile à utiliser. Il peut de toute façon être mis sous forme d'abaques de croissance plus aisés à manipuler (figure ci après).

Le taux de croissance (TC)

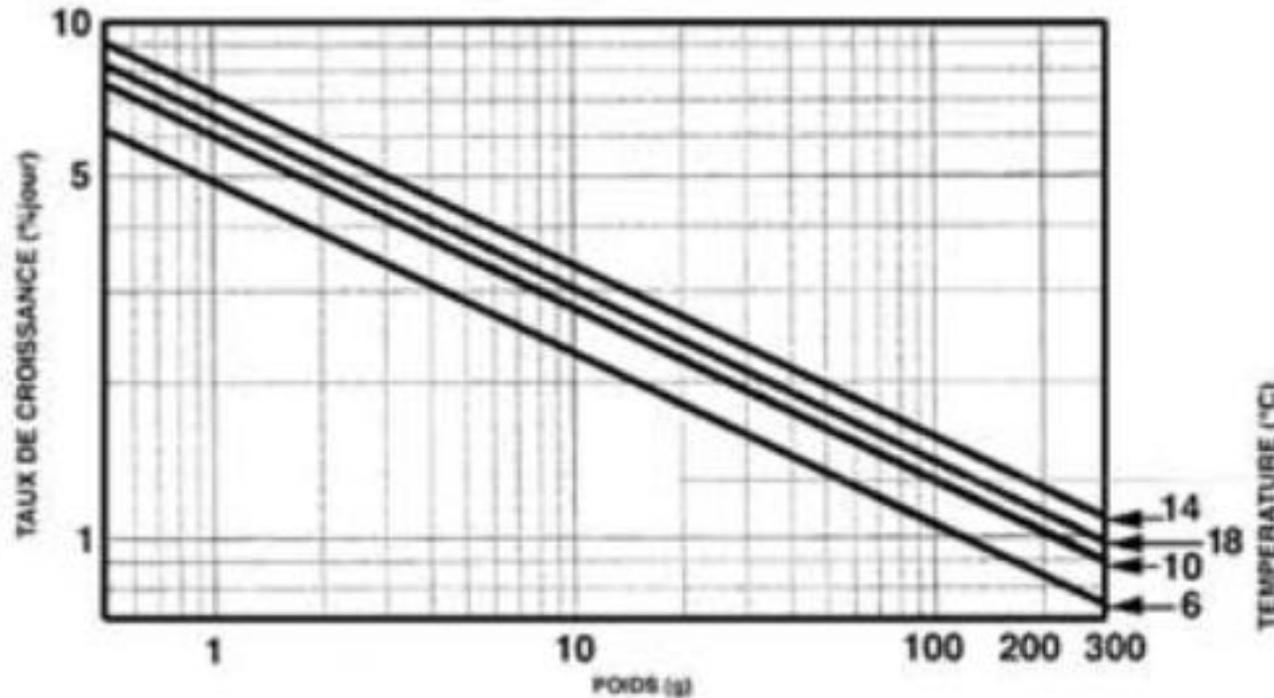


Figure: Abaque de croissance (taux de croissance en % jour) établie pour une souche de truite fario en eau douce à partir du modèle de MULLER FEUGA avec le paramétrage suivant: ($a=-0.115$, $b=-0.140$, $qM=22$, $qm=3$, $m=0.66667$)

Exemple de calcul de ration

IC = 0,9

Poids à la dernière pesée = 210 g

Poids projeté pour la fin de la période: 235 g

Durée de la période : 7 jours

► **Calculez le taux de rationnement (TR)**

Exemple de calcul de ration

$$TC = \frac{\ln(235) - \ln(210) \times 100}{7} = \mathbf{1,6 \% \text{ jours}}$$

$$TR = 0,9 \times 1,6 = \mathbf{1,44\% \text{ jour}}$$

Références bibliographiques

- ▶ <http://www.aqualog-international.com/aquaculture-et-fermes-aquacoles/la-determination-rationnelle-de-la-ration-alimentaire-des-poissons-a-20.html>
- ▶ <https://www.aquaneo-techna.com/fr/productivite/experts/aliment-indice-conversion-poissons-elevage#:~:text=En%20d'autres%20mots%2C%20l,permet%20l'aliment%20est%20important.>
- ▶ Rapport scientifique 2 - CIRAD. La graine et le muge: vers une pisciculture basse consommation?. Phillipe Cacot, le 29/02/2020
- ▶ Banger A., Richer M.-M., Roustel S., 2007. Alimentation et processus technologiques. Ouvrage collectif. Educagri éditions. ISBN: 978-2-84444-559-9.