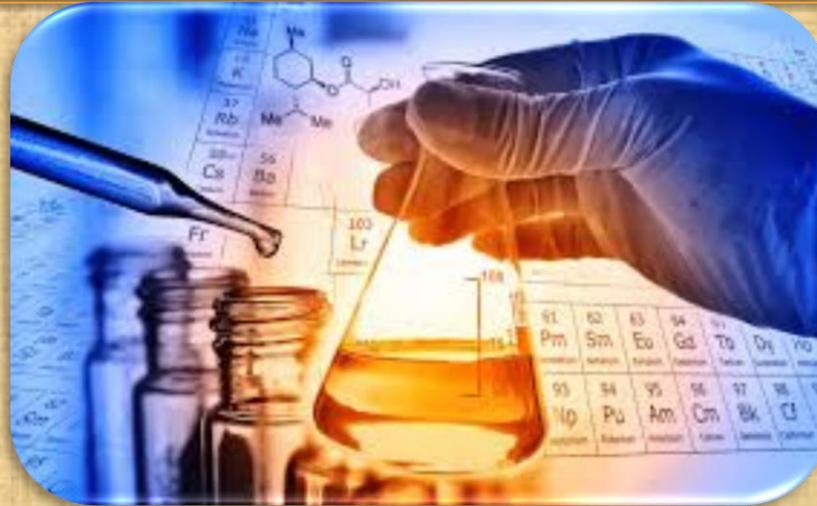




# Génie de la réaction



Dr. MEROUFEL Bahia

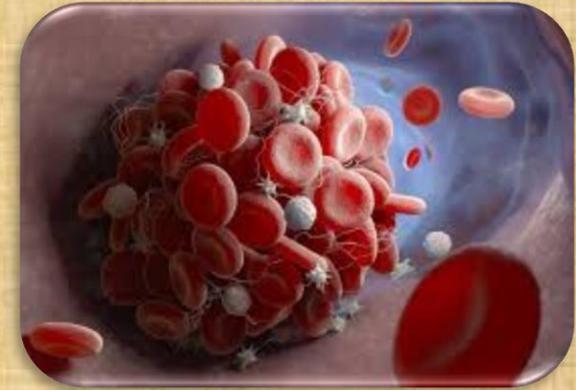
# Introduction

Le génie de la réaction chimique est une spécialité en génie chimique où l'opération déterminante concerne les transformations des réactifs dans un ou plusieurs réacteurs chimiques. Ces réactions chimiques peuvent être activées de façon thermique, photochimique, électrique ou radiochimique. Dans beaucoup de cas, les réactions sont accélérées par un catalyseur homogène ou hétérogène.

# Génie de la réaction physico-chimique



**1. Coagulation**

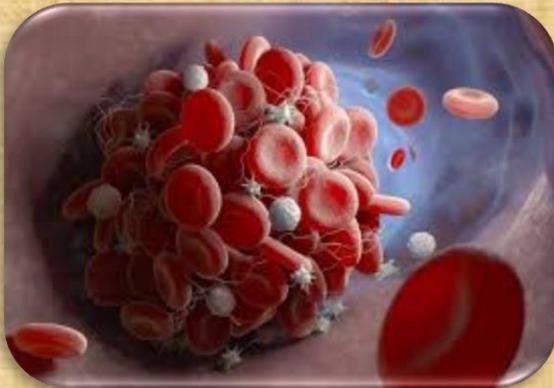


**2. Gélification**



# Génie de la réaction physico-chimique

## Coagulation



# Génie de la réaction physico-chimique

## Coagulation

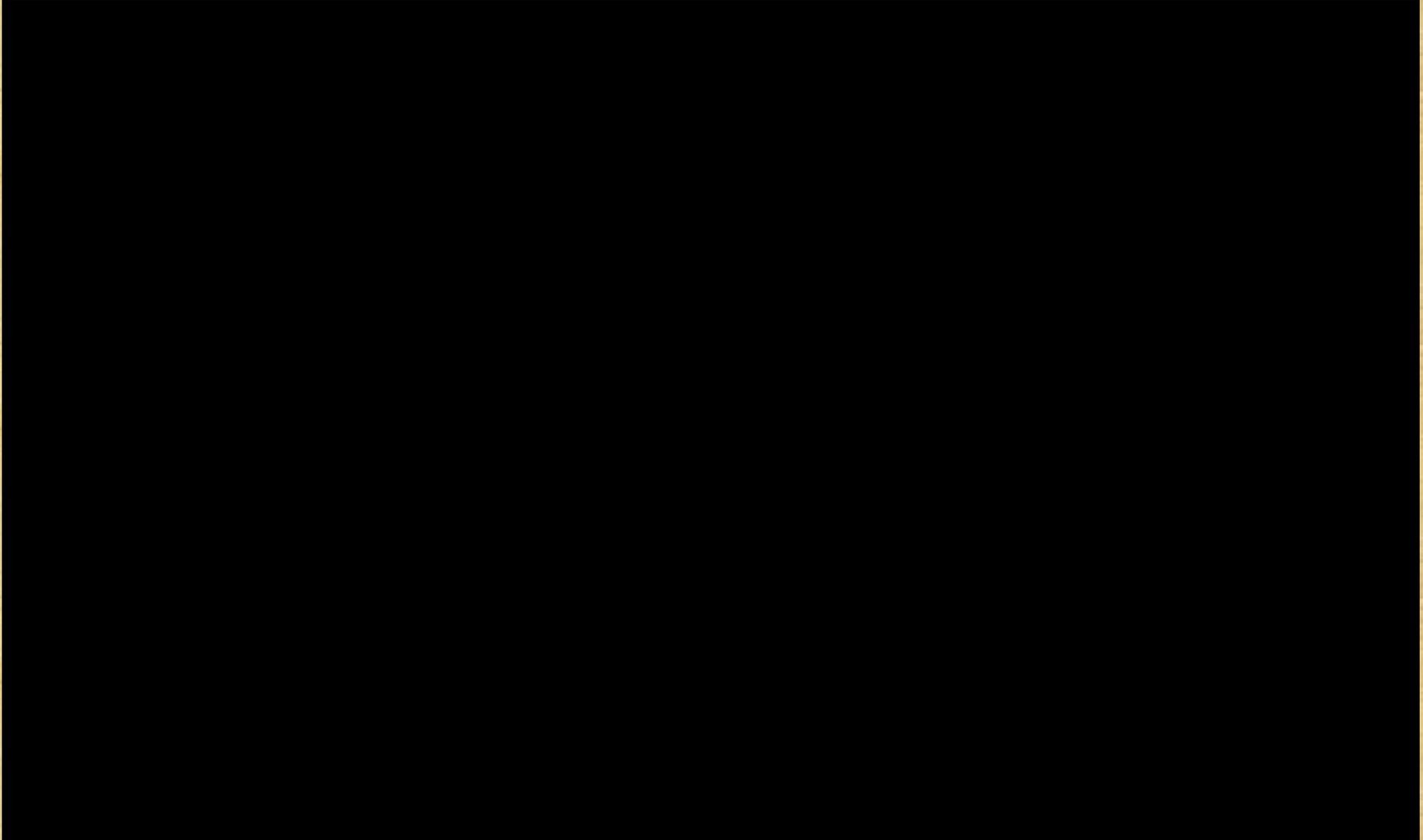
Les particules colloïdales, à dimension inférieure au  $\mu\text{m}$ , connaissent dans les eaux naturelles une grande stabilité. Elles ne peuvent pas sédimenter à cause de leur faible vitesse de chute.

La coagulation est définie comme étant l'étape de **déstabilisation des substances colloïdales** de nature minérale et organique.

La coagulation lors du traitement de l'eau consiste en un processus de déstabilisation par neutralisation de la charge. Une fois neutralisées, les particules ne se repoussent plus et peuvent être rassemblées. La coagulation est nécessaire pour l'élimination des matières colloïdales en suspension dans les eaux usées.

# Génie de la réaction physico-chimique

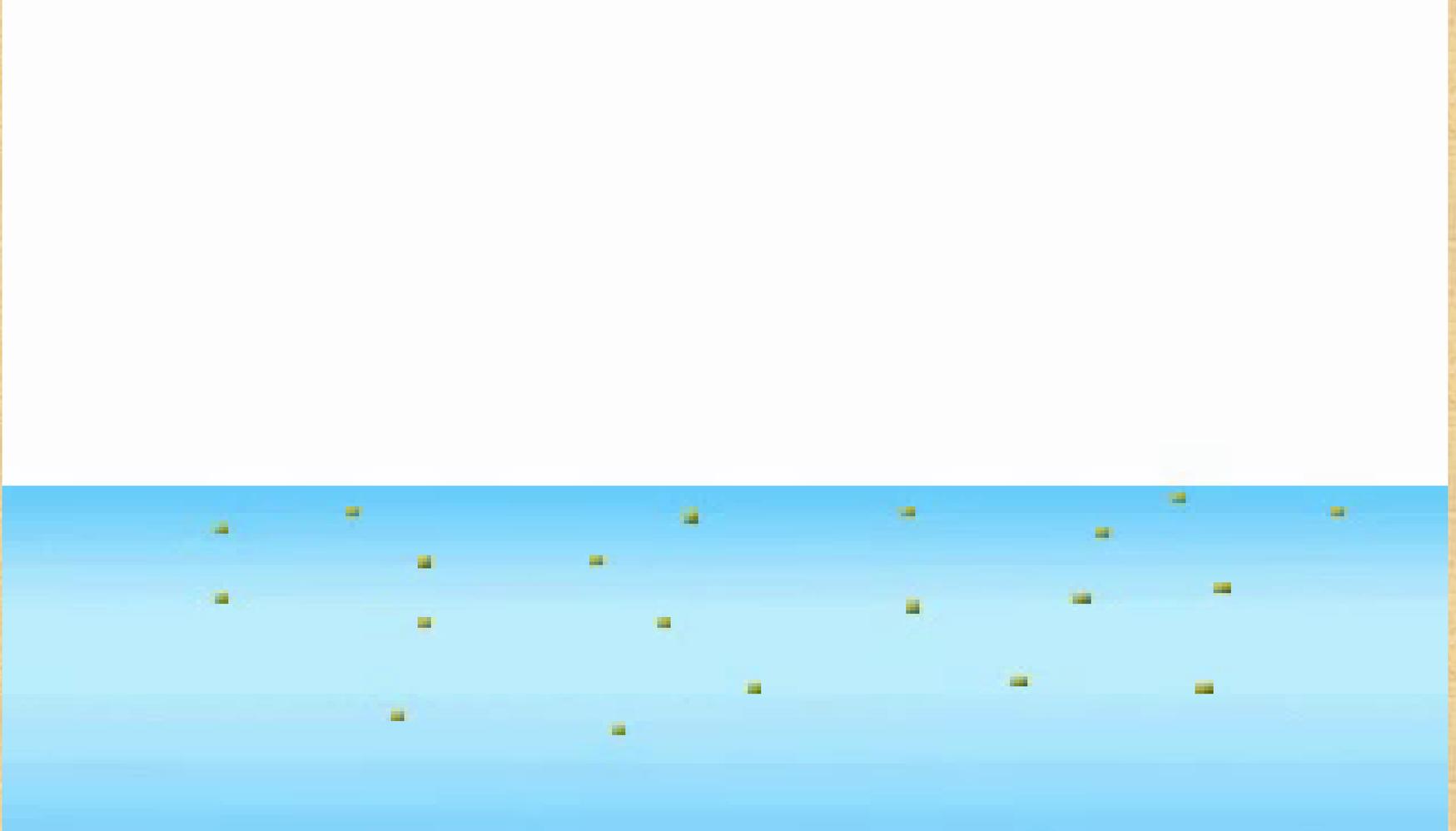
## Coagulation



# Génie de la réaction physico-chimique

## Coagulation

### Mécanisme de la coagulation



# Génie de la réaction physico-chimique

## Coagulation

### En Laiterie

Etape de **transformation du lait en caillé**. C'est une étape essentielle dans la **fabrication des laits fermentés**, des **fromages** et de certains **desserts lactés**. Elle correspond à une **déstabilisation des micelles de caséines**. Le produit solide obtenu (caillé) est constitué principalement de caséines devenues insolubles. En fabrication fromagère, la partie liquide (lactosérum) est séparée du caillé.

Il existe trois types de coagulation :

- coagulation acide, résultat de l'action de bactéries lactiques (coagulation lactique) ou de l'addition d'un acide.
- coagulation enzymatique, résultat de l'action d'agents coagulants (contenant des chymosines notamment)
- coagulation mixte associant l'emploi de bactéries lactiques et d'agents coagulants.



# Génie de la réaction physico-chimique

## Coagulation

### En charcuterie

Cela correspond à la gélification du produit carné qui trouve son origine dans la **coagulation des protéines** (actine et myosine).

- En charcuterie cuite, c'est la **chaleur** qui est à l'origine de la **coagulation des protéines de la viande** (jambon cuit, pâté, saucisse de frankfort...)
- En salaison sèche (saucisson sec, jambon sec), c'est l'**acidification** provoquée par les ferments lactiques qui est à l'origine de la **coagulation**.



# Génie de la réaction physico-chimique

## Electrocoagulation

L'électrocoagulation (EC) est un procédé électrochimique qui dérive de la coagulation chimique conventionnelle.

Le procédé d'électrocoagulation est basé sur le **principe des anodes solubles**. Il s'agit, d'imposer un courant (ou potentiel) entre deux électrodes (fer ou aluminium) immergées dans un électrolyte contenu dans un réacteur pour générer, in situ, des ions ( $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$ ), susceptibles de produire un coagulant en solution et de provoquer une coagulation – floculation des polluants que l'on souhaite éliminer. L'électrolyse peut également coaguler les composés solubles oxydables ou réductibles contenus dans l'effluent.

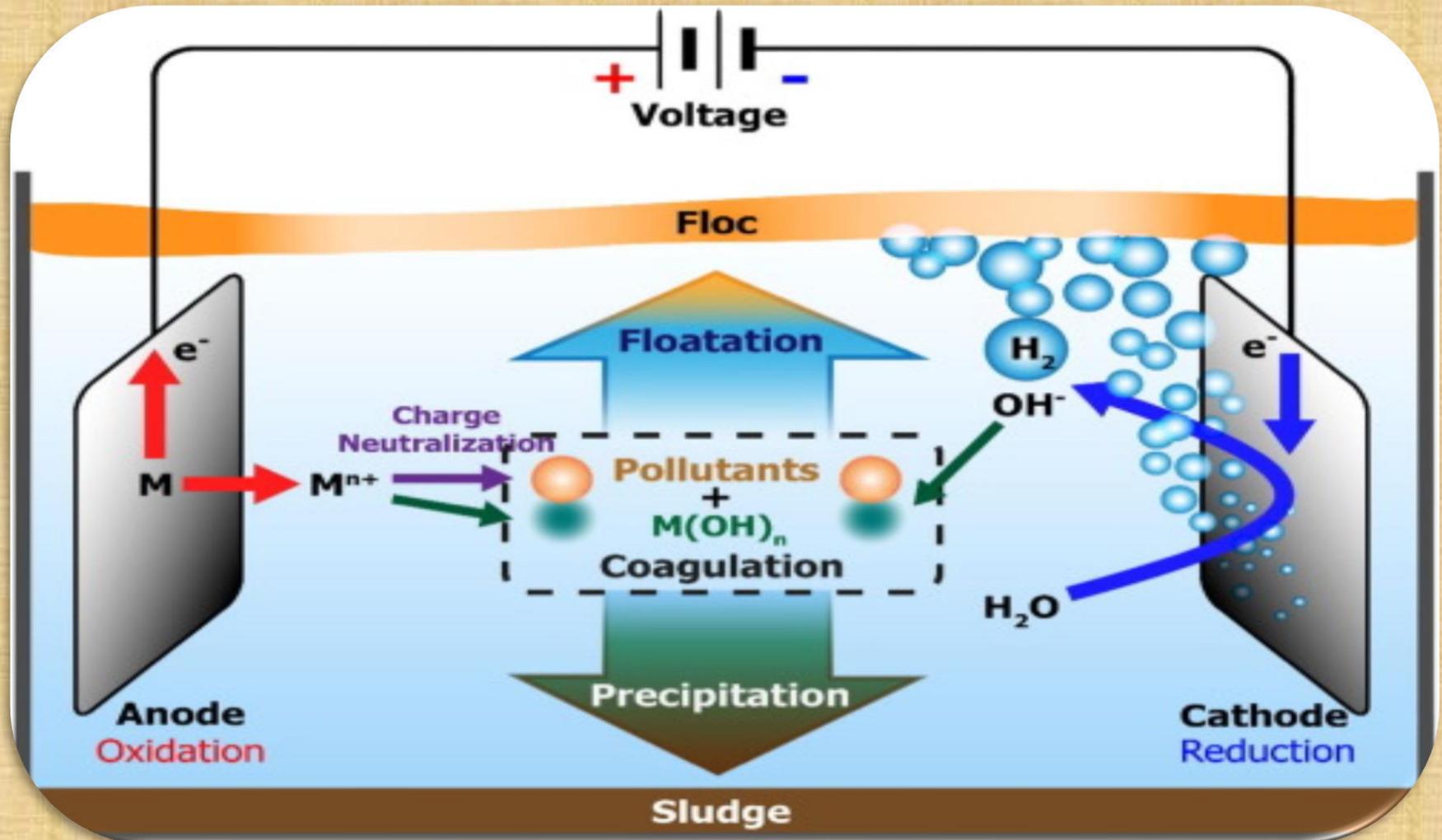
## Electrocoagulation

L'électrocoagulation est utilisée avec succès pour traiter des huiles et des graisses émulsionnées, des solutions contenant des colorants, des pigments et toutes autres eaux industrielles chargées entre autre de fluorures, de métaux, de chrome hexavalent.

# Génie de la réaction physico-chimique

## Electrocoagulation

Schéma du principe de l'électrocoagulation



# Génie de la réaction physico-chimique

## Electrocoagulation

### En huileries d'olive

Les effluents liquides des huileries d'olive (**margines**) produits par le processus d'extraction d'huile d'olive sont les principaux déchets nuisibles de cette industrie. La caractérisation de ces effluents suivie de l'élimination de la matière organique (demande chimique en oxygène (DCO), des polyphénols totaux, de la matière en suspension (MES) et de la couleur), de la matière minérale (phosphates et azote ammoniacal) et des métaux lourds (zinc et fer) ont été expérimentalement étudiées à l'aide de la technique d'électrocoagulation en utilisant des électrodes en aluminium.

# Génie de la réaction physico-chimique

## Gélification



# Génie de la réaction physico-chimique

## Gélification

En chimie, la **gélification** est un processus aboutissant à la **formation** d'un **gel**, lors du passage de l'état fluide ou liquide à un état presque solide appelé état gel. Il y a solidification par refroidissement. Elle peut être forcée par l'apport de **gélifiants qui augmentent la viscosité**.

En agroalimentaire, les gels utilisés sont soit **d'origine végétale**, comme les algues, les graines de céréales ou les fruits, soit **d'origine animale**, comme la gélatine.

L'emploi de ces gels permet une tenue dite « agréable » des aliments, ainsi que **l'immobilisation d'éléments nutritifs dans le réseau** (par exemple, les crèmes desserts).

# Génie de la réaction physico-chimique

## Gélification

Les agents gélifiants courants proviennent de sources naturelles et comprennent l'agar-agar, la gélatine, la carraghénine, la gomme gellane, la pectine et la méthylcellulose. Le plus souvent, ces agents gélifiants sont présentés sous une forme solide sèche qui a besoin d'être hydratée.

Tous ces éléments sont des hydrocolloïdes et réagissent lorsqu'ils sont mélangés avec des liquides. Les gels résultant de ce processus peuvent varier de solide et dur à mou et moelleux.

Les gels sont caractérisés par le fait de former une matière visqueuse lorsqu'ils sont chauffés et d'être solides ou de la gelée une fois refroidis.

Les points de fusion et de refroidissement des agents gélifiants peuvent différer selon le type.

# Génie de la réaction physico-chimique

## Gélification

### Applications de la gélification

L'industrie alimentaire pour les humains est celle qui utilise le plus souvent le procédé de gélification, mais elle n'est pas la seule. Il est également utilisé dans l'alimentation animale, dans l'industrie pharmaceutique et le secteur non alimentaire.

- Poudings
- Desserts
- Aliments pour chiens et chats en gelée
- Gels pharmaceutiques
- Gels pour cheveux



# Génie de la réaction physico-chimique

## Gélification

### Gélifiants alimentaires

La gélatine, l'agar-agar sont les deux principaux gélifiants utilisés aujourd'hui, les professionnels utilisent également beaucoup la pectine, issue des pépins de pomme. Bien entendu il en existe d'autres.

### Gélatine

Produit issu de la filière animale – mise à ébullition pendant un temps prolongé de tissus conjonctifs (peaux) et/ou d'os d'animaux (principalement bœuf, poisson).

Très utilisée par l'industrie alimentaire et pharmaceutique, elle permet de gélifier, d'épaissir et de stabiliser des préparations et **permet d'obtenir des textures crémeuses.**



# Génie de la réaction physico-chimique

## Gélification

### Gélifiants alimentaires

### Agar agar

Produit issu de la filière végétale et marine, algues rouges – pour l'extraire, les algues sont lavées, séchées, bouillies. Le mucilage libéré, une fois déshydraté, est découpé en lanières ou réduit en poudre.

L'agar-agar se présente en barre, en flocons, en filaments ou en poudre claire un additif très utilisé dans l'industrie agroalimentaire (sous le nom E406, dans les glaces, les crèmes, les bonbons...) très puissant.



# Génie de la réaction physico-chimique

## Gélification

### Gélifiants alimentaires

#### Pectine

La pectine est un ingrédient naturel que l'on trouve uniquement dans les végétaux, elle joue le rôle de ciment extracellulaire. C'est un polysaccharide, qui, à l'instar de la cellulose ou de l'amidon, est dérivé du glucose.

Les substances pectiques sont naturellement présentes dans les pépins, la peau et l'écorce de tous les fruits et légumes. La pectine est utilisée dans l'industrie agroalimentaire pour ses propriétés naturellement gélifiantes sous le code E440.



# Génie de la réaction physico-chimique

## Gélification



# Génie de la réaction biologique

1. Production de biomasse
2. Production de métabolites
3. Fermentation
4. Bioconversion

# Génie de la réaction biologique

## Fermentation

Savais-vous que beaucoup d'aliments que tu manges sont fermentés ?



# Génie de la réaction biologique

## Fermentation

La fermentation est un procédé largement utilisé au sein des industries pharmaceutiques et alimentaires.

Il requière la culture immergée d'un micro-organisme identifié (essentiellement bactérien) en tant que monoculture dans des conditions atmosphériques définies.

La fermentation c'est une transformation d'un aliment par un microorganisme en absence d'oxygène. Ce que tu appelles toi des « bons microbes ».

L'Homme s'en sert pour 3 raisons : rendre plus digeste, conserver plus longtemps et produire une substance d'intérêt.

# LA FERMENTATION...

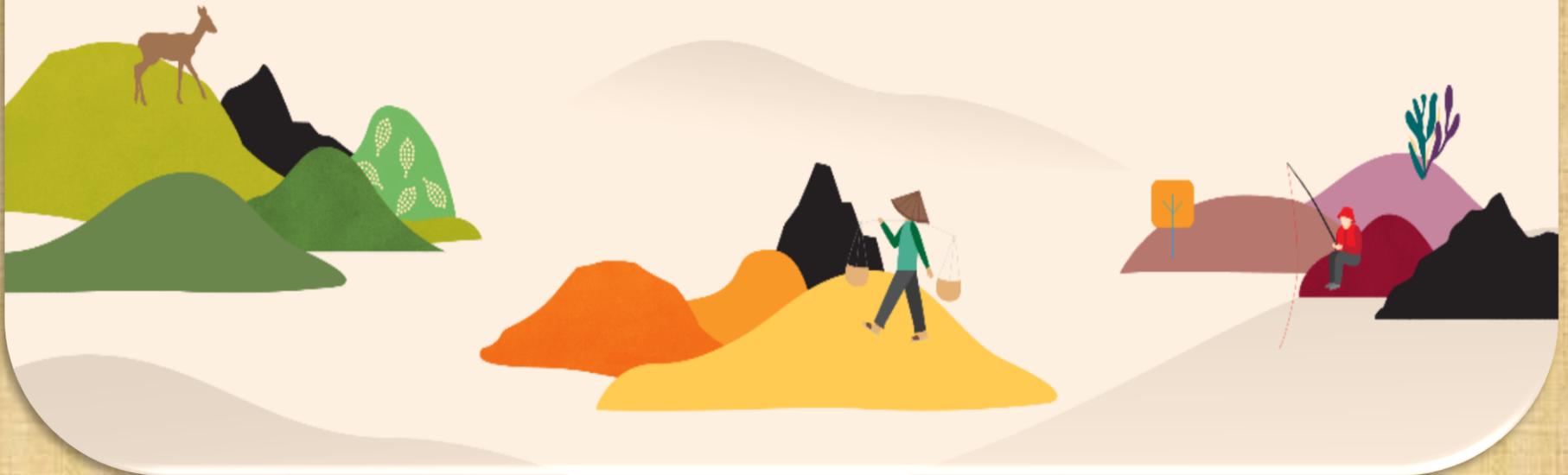
**Conserve**  
les aliments

Enrichit  
la palette  
de **saveurs**

Permet une  
meilleure  
**assimilation**  
des aliments

Facilite  
la **digestion**

Peut **enrichir**  
les intestins de  
micro-organismes  
vivants



# Génie de la réaction biologique

## Fermentation

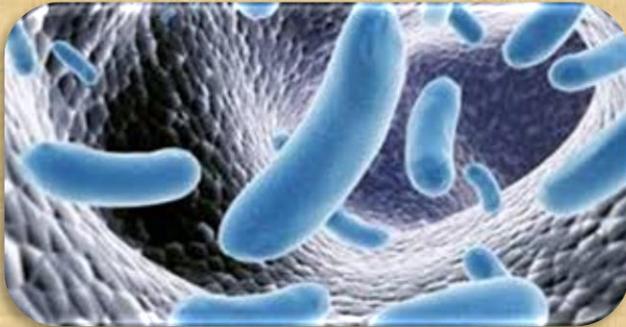
Les fermentations alimentaires, processus utilisés depuis des milliers d'années, sont initialement **employées comme système de conservation**. Aujourd'hui, une grande part de notre alimentation se constitue d'aliments fermentés : yaourt, pain, fromage,...

La fermentation est la transformation de matière organique par des ferments, qui conduit à la modification d'un aliment (**propriétés organoleptiques**).

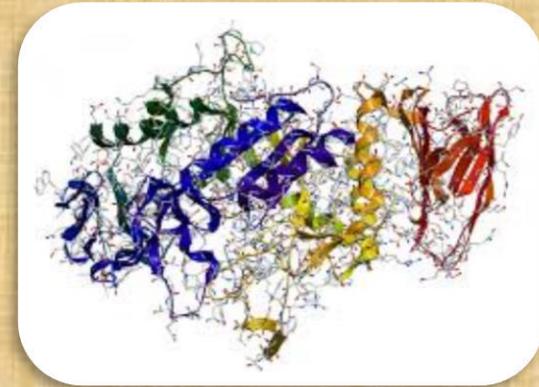
# Génie de la réaction biologique

## Fermentation

Les ferments utilisés sont de quatre types possèdent des capacités fermentaires spécifiques, les bactéries, les moisissures, enzymes et les levures. Chacun de ces microorganismes ayant des fermentations différentes.



Bactéries



Enzymes

Moisissures

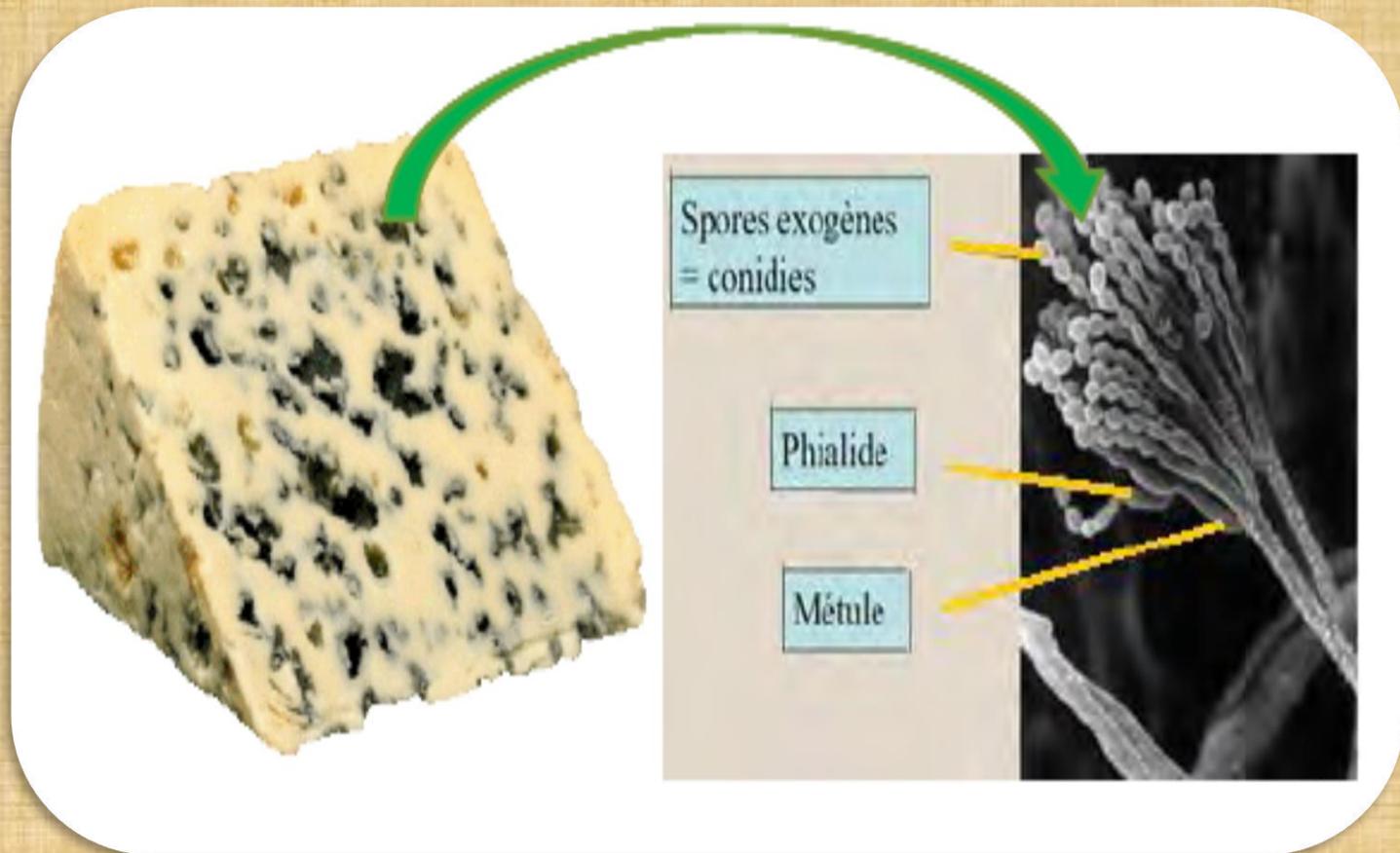


Levures

# Génie de la réaction biologique

## Fermentation

Sur le fromage, on trouve des moisissures qui sont notamment responsables de la couleur verte et du goût prononcé du roquefort.

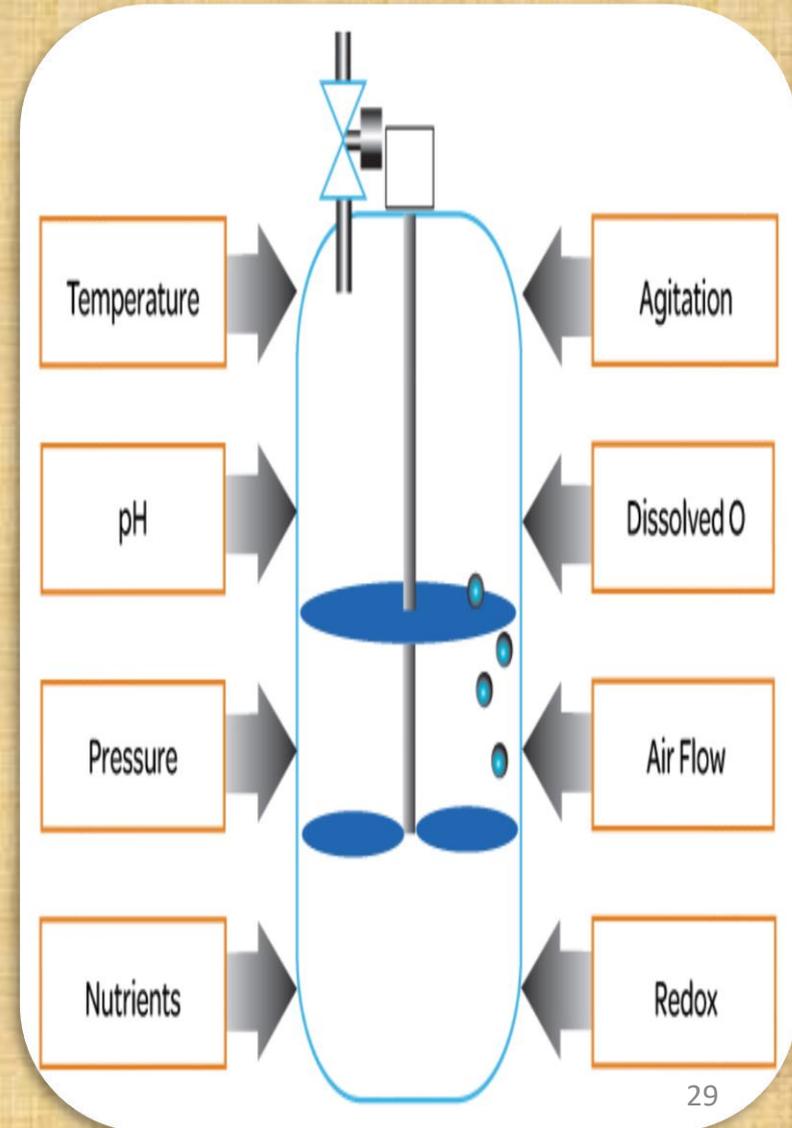


# Génie de la réaction biologique

## Fermentation

Le **contrôle de la phase d'incubation** nécessite de contrôler avec précision tout **un nombre de paramètres**, dont les suivants, de première importance : température, pH, Redox, agitation, pression, contrôle de la mousse, alimentation auxiliaire ou une combinaison de ces paramètres.

Le contrôle de ceux-ci et d'autres paramètres est très souvent effectué dans des réacteurs spéciaux qui s'adaptent aux **différents volumes** de travail, selon les nécessités de la production. Les **réacteurs** de laboratoire peuvent avoir une capacité de 10 litres au plus, tandis que les réacteurs de production peuvent atteindre plusieurs milliers de litres.



# Génie de la réaction biologique

## Fermentation



# Génie de la réaction biologique

## Fermentation

### Comment ça fonctionne ?

En se nourrissant de **sucre et d'eau**, le **micro-organisme** fait le plein d'énergie pour **se multiplier**. Il produit alors des **déchets qui sont intéressants pour l'Homme**. Par exemple, la bactérie rejette de l'acide, comme celui que tu peux sentir dans un yaourt nature.

Pour se développer, les micro-organismes doivent être à une bonne température. Au-delà de 65°C, la plupart meurt. En-dessous de 4°C, ils entrent en dormance.

Une fois qu'ils se sont multipliés, ils colonisent l'aliment et **changent son goût, sa texture, sa couleur et surtout permettent sa conservation**.

# Génie de la réaction biologique

## Fermentation

Il existe différents types de fermentations.

Elles sont classées en fonction des déchets produits et des ferments utilisés.

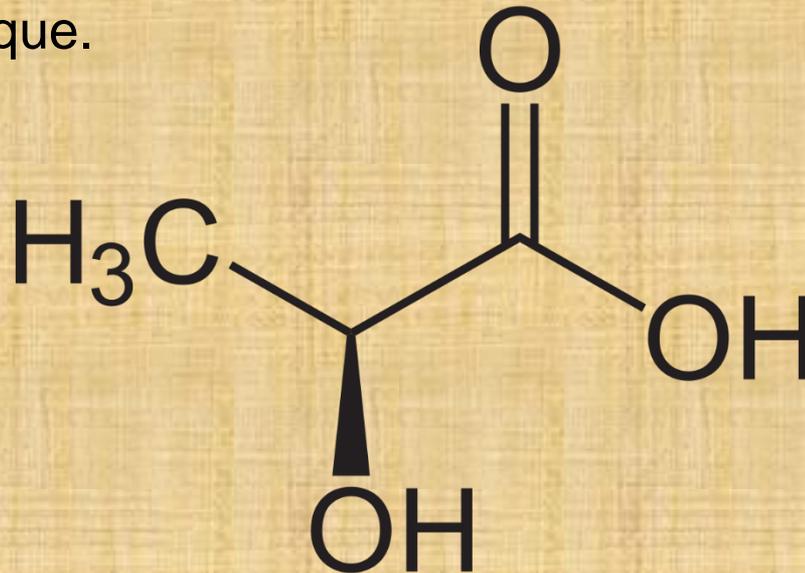
- fermentation lactique
- fermentation alcoolique
- fermentation acétique
- fermentation propionique

# Génie de la réaction biologique

## Fermentation

### Fermentation lactique

La fermentation lactique, ou lacto-fermentation, est un mode de fermentation (production d'énergie anaérobie) qui, en présence de glucides et de bactéries spécifiques (les ferments lactiques), induit la formation d'acide lactique.



# Génie de la réaction biologique

## Fermentation

### Fermentation lactique

Parmi les fermentations lactiques, on retrouve la **choucroute**, le **kimchi**, les **cornichons**, les **olives**, mais aussi les produits à base de lait (**yagourt**, **kéfir**, **fromage...**) et à base de viande (**saucisson sec**). Cet article se concentre toutefois sur les **légumes fermentés**.

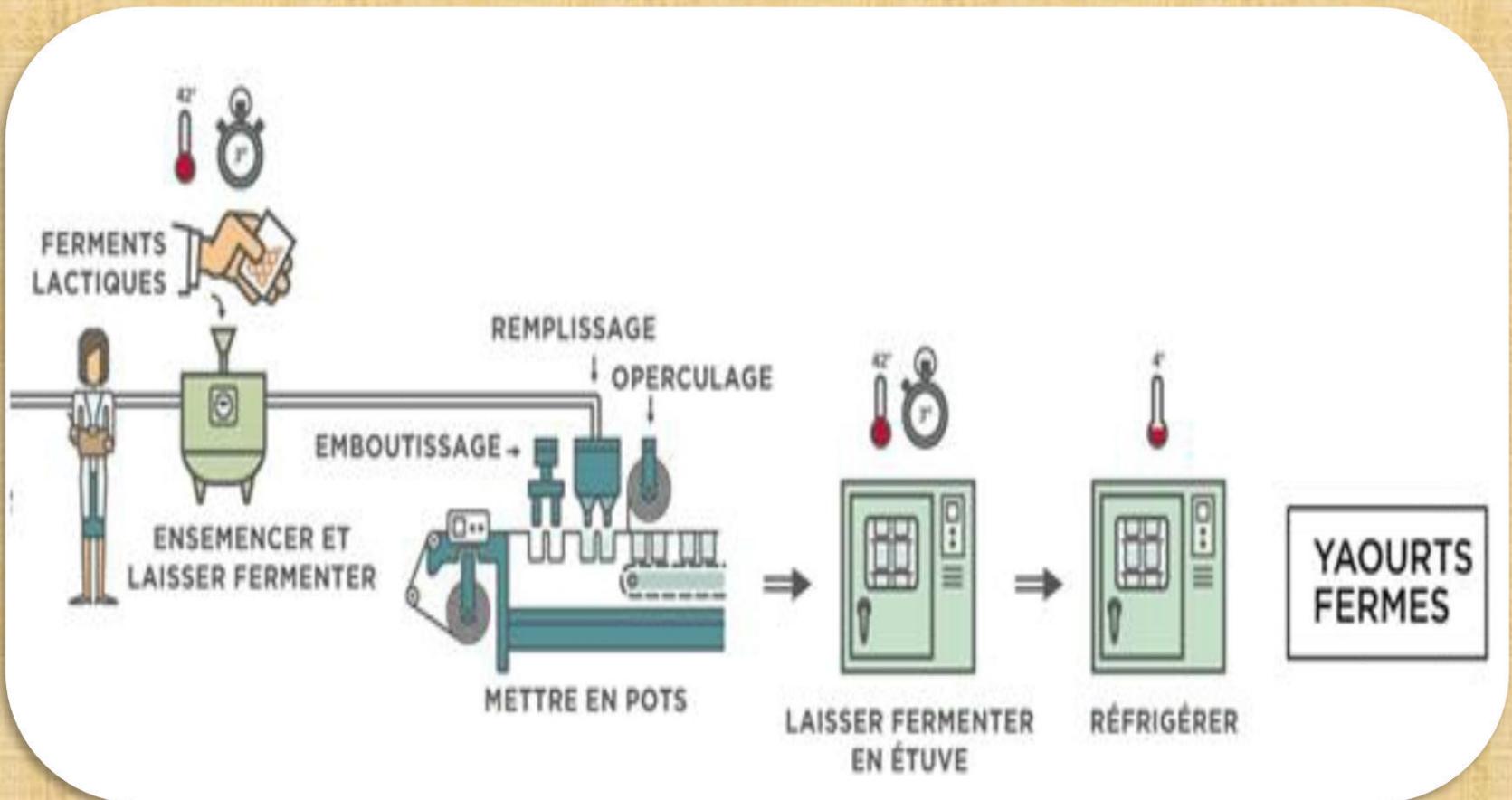


# Génie de la réaction biologique

## Fermentation

### Fermentation lactique

#### Produits laitiers

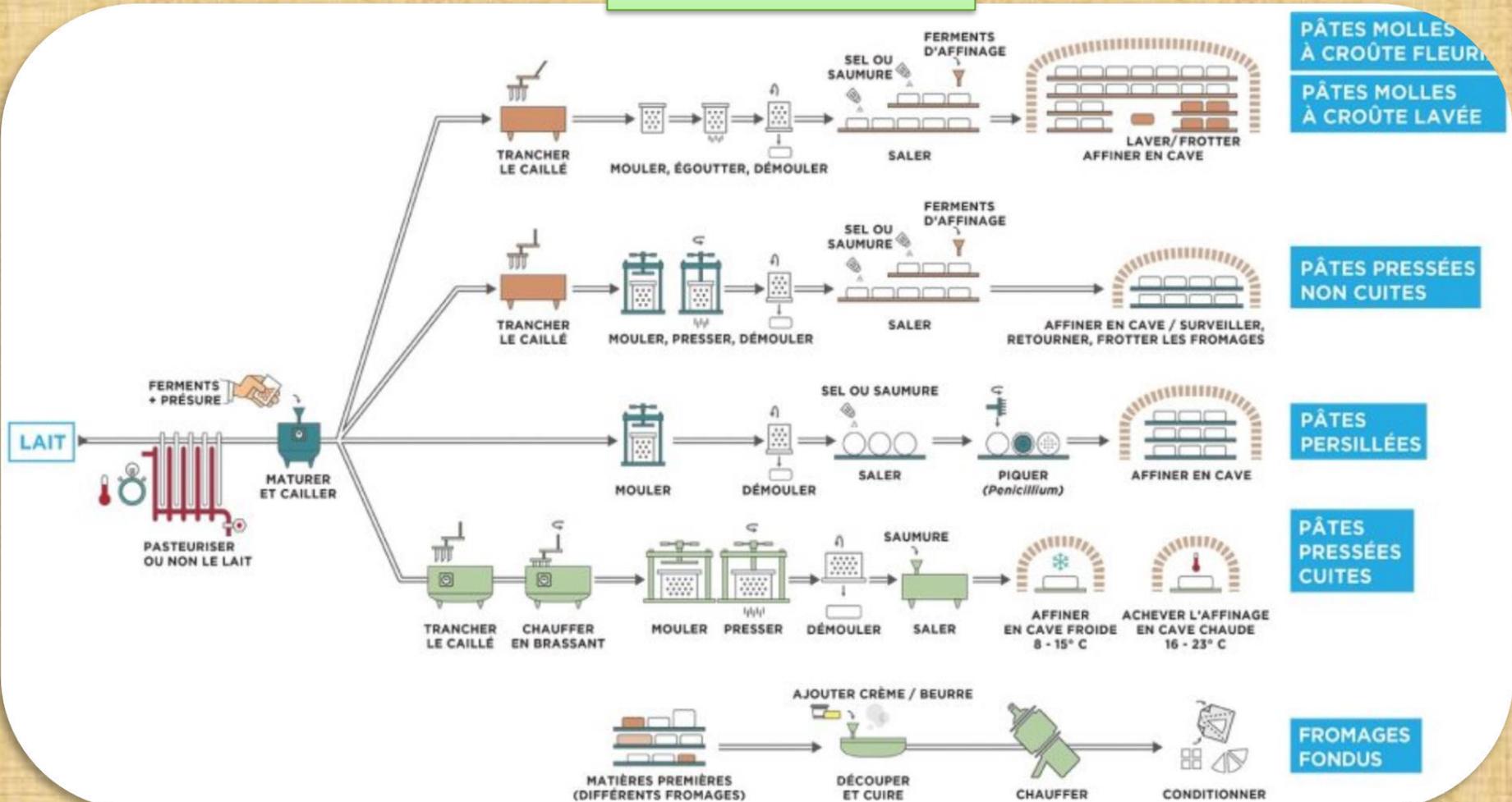


# Génie de la réaction biologique

## Fermentation

### Fermentation lactique

### Produits laitiers



# Génie de la réaction biologique

## Fermentation

### Fermentation lactique

#### Charcuterie

Le **saucisson sec** est un produit cru et **fermenté**. Il est composé d'un boyau animal dans lequel est introduit un **mélange de viande hachée, de sel, de sucre** (glucose, lactose...), **d'épices et de ferments**.

Le produit formé subit ensuite une phase d'étuvage de 72h à une température comprise entre 20 et 25°C puis une phase de séchage entre 13 et 14°C d'une durée variable, entre 15 et 75 jours.



# Génie de la réaction biologique

## Fermentation

### Fermentation lactique

### Légumes lacto-fermentés

Une lacto-fermentation est généralement une **fermentation de légumes à base de sel**.

La fermentation lactique permet également la conservation de **champignons et de légumes de toutes sortes : choux, betterave, carotte, haricot, oignon**, etc. Cette technique consiste à conserver les légumes en favorisant le développement de bactéries lactiques qui acidifient le milieu et inhibent ainsi la croissance des autres organismes indésirables.



# Génie de la réaction biologique

## Fermentation

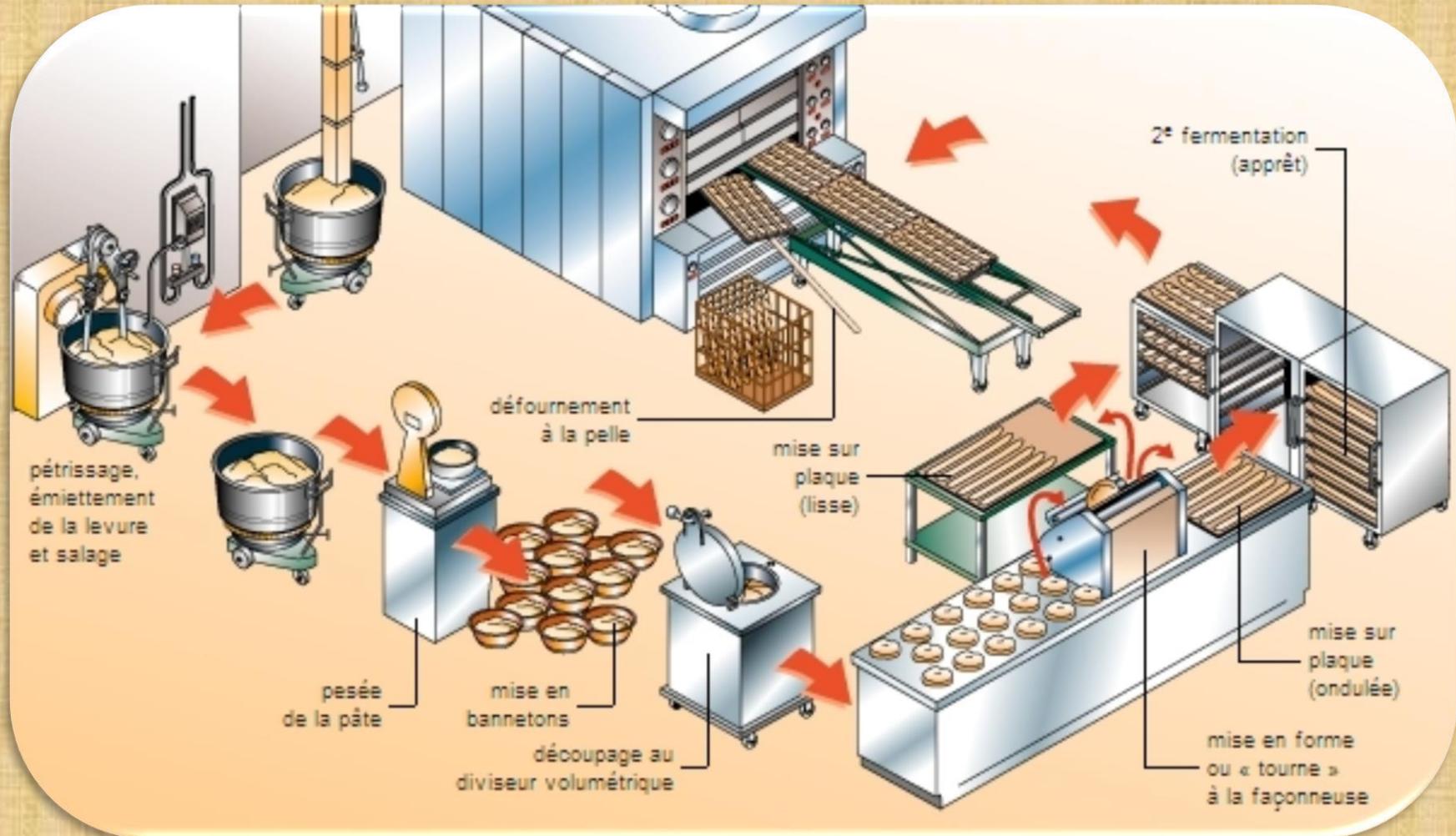
### Fermentation alcoolique

Lors de la **fermentation alcoolique**, plusieurs changements peuvent apparaître: **un dégagement de gaz** carbonique, une augmentation de la **température** et de la **couleur**, un changement **d'odeur** et de **saveur**, une diminution de la **densité** (transformation du sucre en alcool) et une augmentation des **volumes**.

# Génie de la réaction biologique

## Fermentation

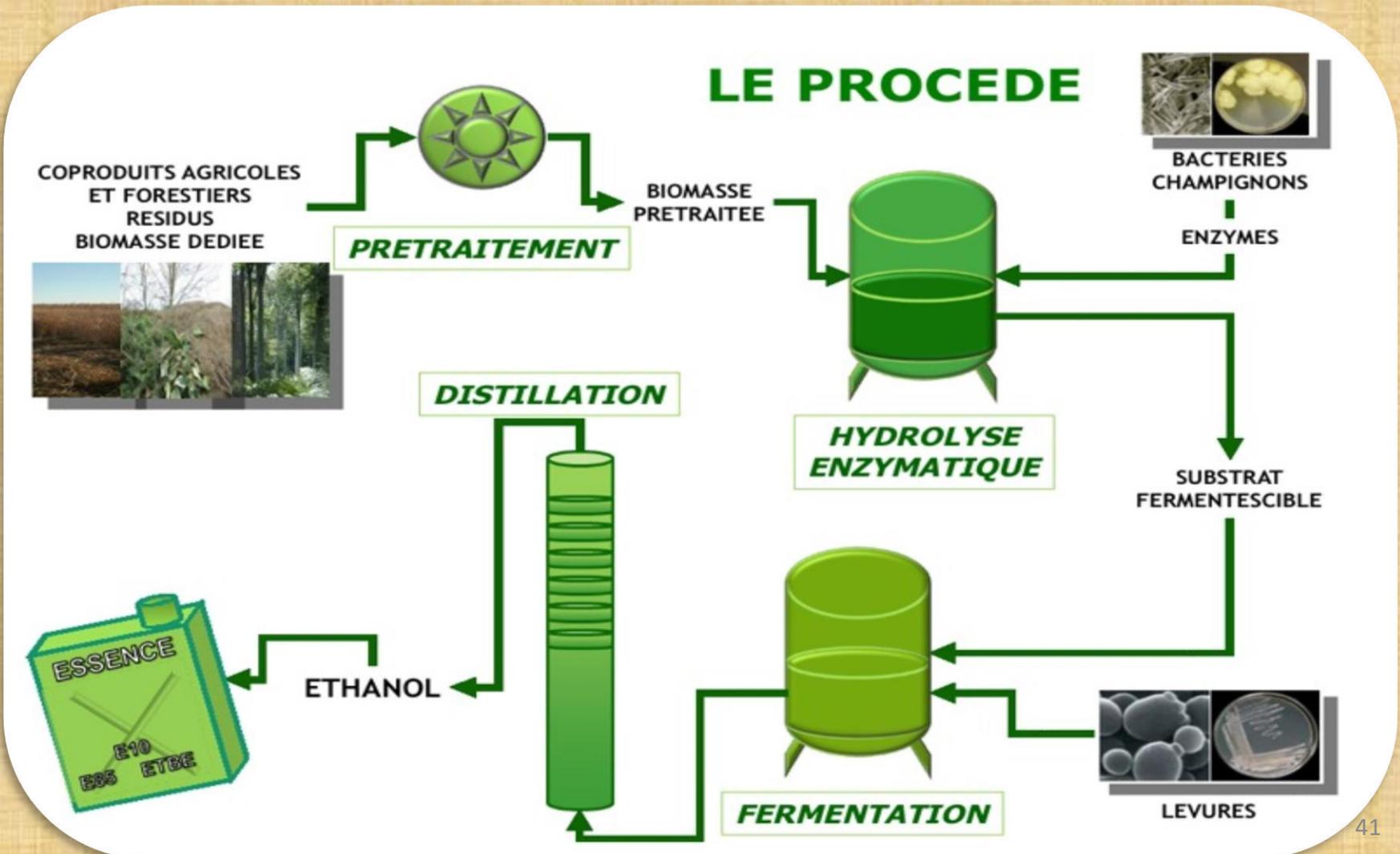
### Fermentation alcoolique



# Génie de la réaction biologique

## Fermentation

### Fermentation alcoolique



# Génie de la réaction biologique

## Fermentation

### Fermentation acétique

L'acide acétique provient de l'oxydation de l'alcool par l'oxygène de l'air.

## LA CHIMIE VINAIGRIÈRE

**SUCRES**

D'origine agricole (jus de raisin, de betterave, de pomme, etc.)



Fermentation  
alcoolique

Agents biologiques : levures

**ALCOOLS**

Vin, alcool de betterave, cidre...



Fermentation  
acétique

Agents biologiques : Acétobacters



Alcool + oxygène = acide acétique + eau



**VINAIGRES**

Vinaigre de vin, d'alcool, de cidre...

# Génie de la réaction biologique

## Fermentation

### Fermentation propionique

La **fermentation propionique** utilise une grande diversité de substrats : les sucres, le glycérol, l'acide lactique, l'acide malique.

La fermentation propionique ayant pour substrat l'acide lactique joue un rôle majeur en fromagerie.

Elle intervient dans la fabrication des **fromages à pâte cuite** (Comté, Gruyère et Emmenthal) auxquels elle donne un goût caractéristique.



# Génie de la réaction biologique

## Production de biomasse

Le terme biomasse comprend une grande diversité de **matières organiques**, d'origine végétale ou animale, parfois insoupçonnées.

La plupart sont **en fin de vie** et peuvent **être transformées pour produire de l'électricité, de la chaleur ou du carburant**.

Il s'agit d'un gisement d'énergie local, renouvelable et propre. Une exploitation durable et équilibrée des gisements de biomasse (tout en préservant la durabilité des ressources) **contribue considérablement à la réduction des émissions de gaz à effet de serre et au développement pérenne d'une économie locale**.

# Génie de la réaction biologique

## Production de biomasse

Le terme de biomasse désigne aussi le **matériel organique cellulaire des organismes mis en culture** (animaux, végétaux ou microbiens).

La biomasse microbienne est aussi appelée "**Single Cell Protein**"(SCP) ou protéines d'organismes unicellulaire (POU).

Cette biomasse microbienne peut être une source de **protéines**, des **vitamines**, des **antibiotiques**, des **vaccins**, **additifs alimentaires**, des aliments et le **bioéthanol**...

# Génie de la réaction biologique

## Production de biomasse

Pour obtenir de **bonnes productions** de **biomasse**, il est nécessaire de se placer dans des conditions où le **rendement énergétique est le meilleur**, c'est-à-dire lorsqu'il y a **oxydation complète** du substrat par **l'oxygène** de l'air et que **toute l'énergie** potentielle est **libérée** et utilisée pour les synthèses

# Génie de la réaction biologique

## Production de biomasse

### D'où provient la biomasse ?

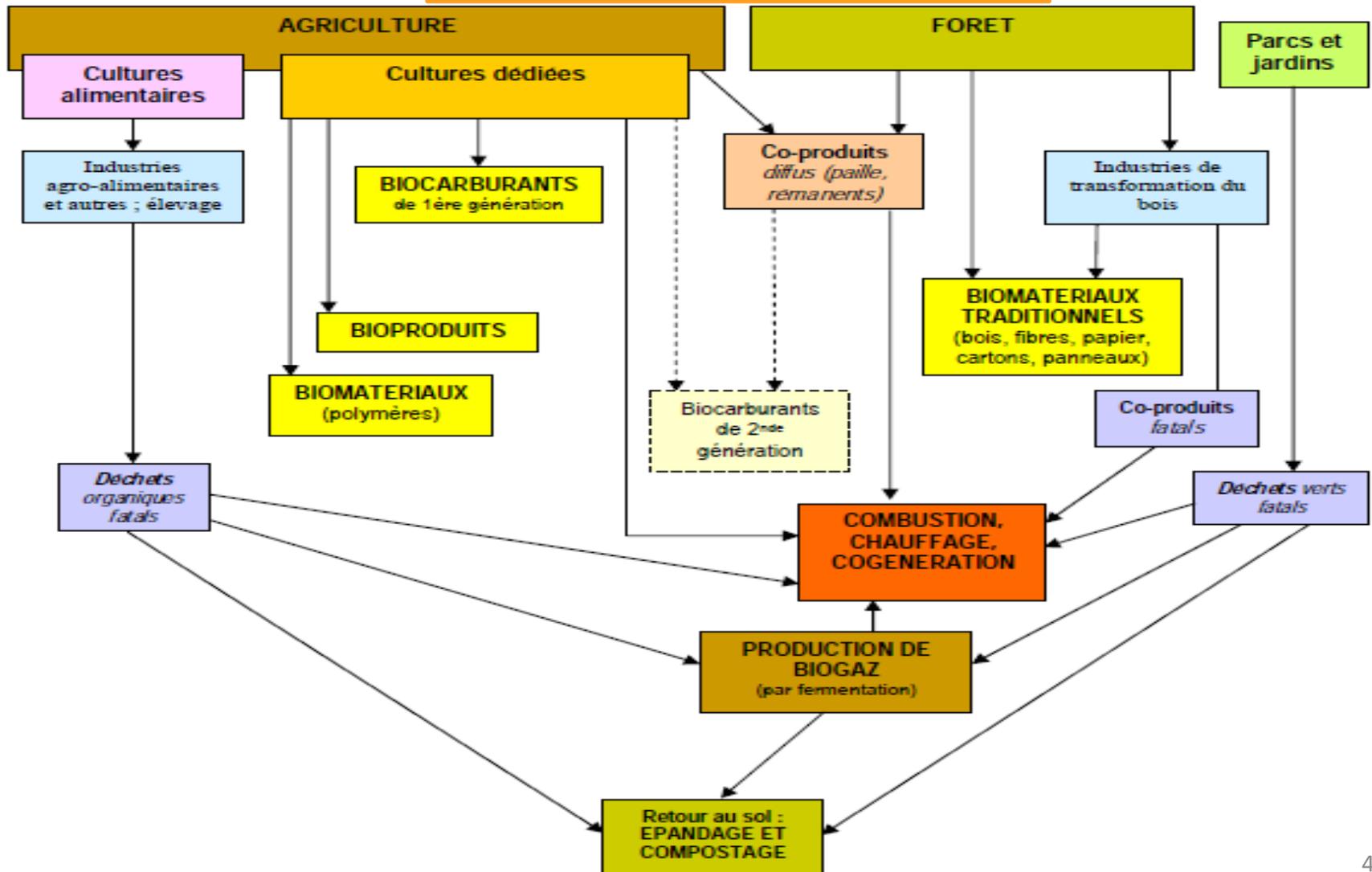
Les principales provenances de la biomasse sont :

- l'agriculture,
- la forêt,
- les milieux marins et aquatiques,
- les haies, les parcs et jardins (déchets verts),
- les industries et activités humaines ayant traité de la matière d'origine vivante, y compris du bois (industries agro-alimentaires, papetières, de transformation du bois, etc...) et générant des co-produits, des déchets organiques (notamment les boues de stations d'épuration) ou des effluents d'élevages.

# Génie de la réaction biologique

## Production de biomasse

### D'où provient la biomasse ?



# Génie de la réaction biologique

## Production de biomasse

### D'où provient la biomasse ?

#### ➤ **Résidus de l'industrie agro-alimentaire:**

**Ex :** provenant de la transformation des produits alimentaires (laiteries, brasseries, abattoirs, industrie de fruits et légumes, producteurs de huiles et graisses...);

#### ➤ **Résidus issus des stations d'épuration :**

**Ex :** les boues issues des eaux usées ;

#### ➤ **Résidus de l'industrie du bois :**

**Ex :** provenant des activités de foresterie et de scierie (écorce, copeaux, sciure et résidus de coupe) peuvent être destinés à la fabrication de pellets;

**Ex :** bois urbains (palettes d'expédition, emballage et bois de construction non utilisé) ;

# Génie de la réaction biologique

## Production de biomasse

### D'où provient la biomasse ?

#### ➤ **Résidus agricoles :**

**Ex :** résidus de récolte : feuilles de betteraves, fanes de pommes de terre, fanes de pois, menues-pailles de céréales, résidus de maïs grain (cannes, feuilles, rafles, ...), pailles, ect. ;

**Ex :** résidus d'élevage : effluents d'élevage (ex. fumiers, lisiers, fientes, purins, etc.) ;

#### ➤ **Résidus ménagers et des collectivités :**

**Ex :** ordures ménagères ;

**Ex :** déchets végétaux issus des jardins ;

# Génie de la réaction biologique

## Production de biomasse

### D'où provient la biomasse ?

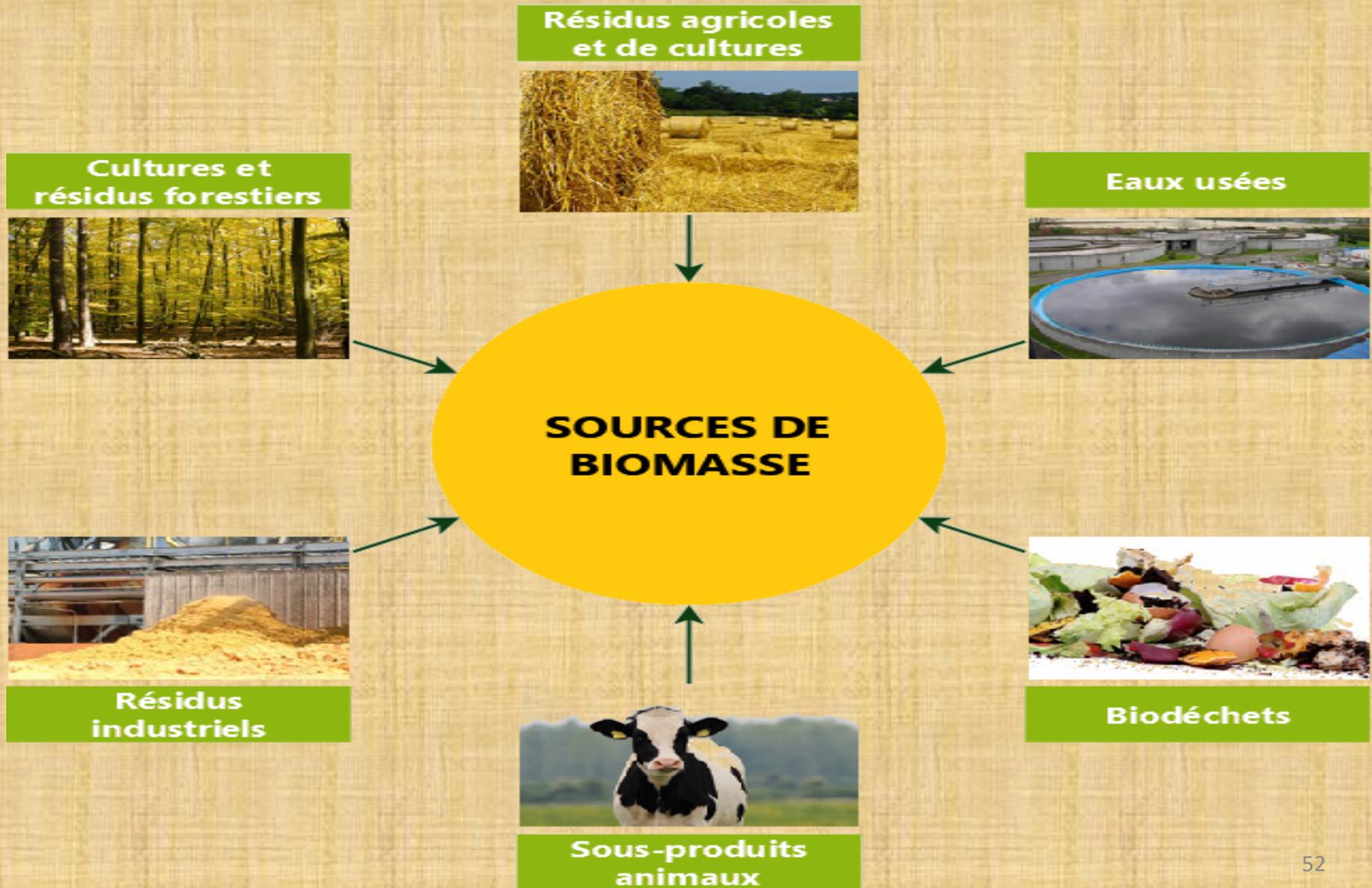
➤ **Autres ressources naturelles organiques :**

**Ex :** les arbres et les cultures à croissance rapide (appelés « cultures énergétiques », voir fiche "Cultiver des plantes pour faire de l'énergie, est-ce bien raisonnable ?") comme le peuplier, le saule et le panic raide, les céréales immatures, etc. ;

**Ex :** d'autres ressources naturelles (comme la tourbe).

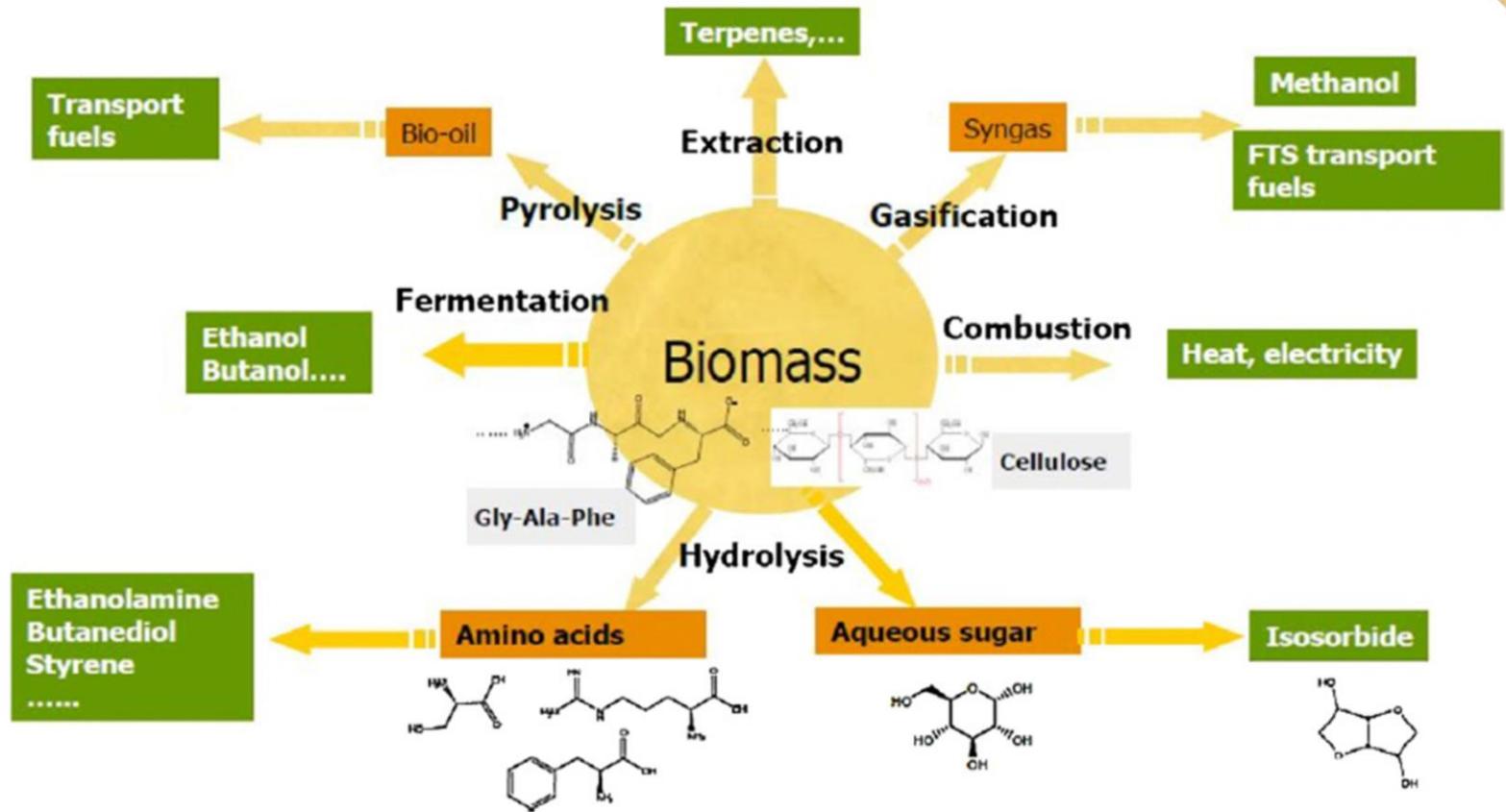
# Génie de la réaction biologique

## Production de biomasse



# Génie de la réaction biologique

## Production de biomasse

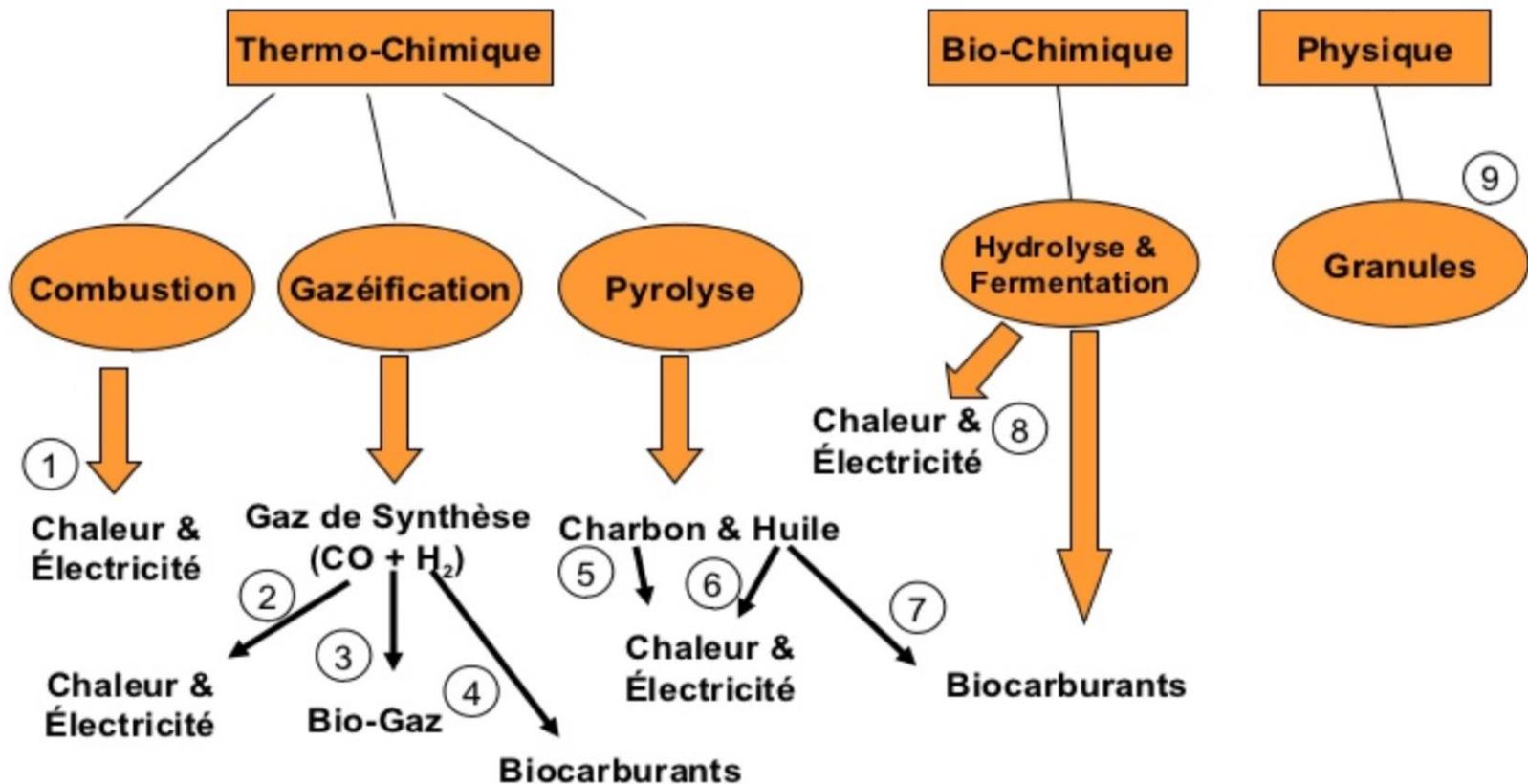


## Conversion de la biomasse

# Génie de la réaction biologique

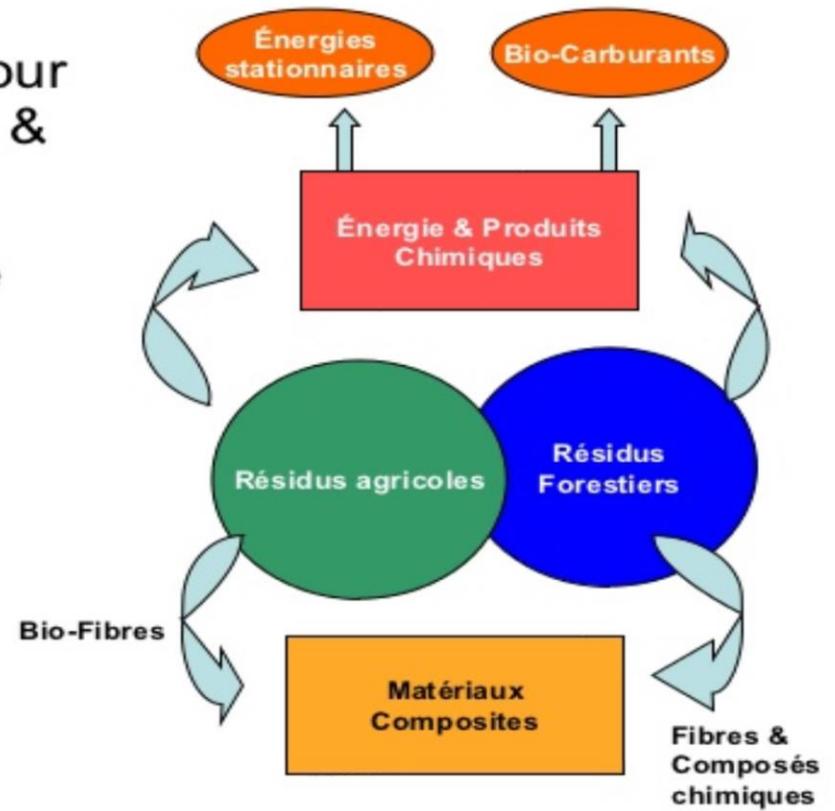
## Production de biomasse

### Principales Voies de Transformation en Énergie



### Valorisation de la Biomasse

- Utilisation de la biomasse pour la fabrication biocomposites & biopolymères
- La biomasse est une source importante d'énergie renouvelable
- Dérivés chimiques (huiles essentielles & autres extractibles)



# Génie de la réaction biologique

## Production de biomasse

La production de biomasse constitue souvent le but de nombreuses fermentations industrielles:

- Production de biomasse-aliment et plus particulièrement **production de protéines** d'organismes unicellulaires (Single Cell Protéins) **essentiellement de levures**, plus rarement de **bactéries**, **moisissures** ou **algues**. Lorsque la biomasse est produite dans ce but, les protéines ne sont que rarement extraites et purifiées et le produit, en contenant environ 50%.
- Production de **levure diététique**
- Production de **levains pour les industries de fermentations**.
- Production **d'agents biologiques pour bioconversions** (cellules utilisées libres ou immobilisées, comme catalyseur).
- Production pour des applications particulières comme la **lutte biologique** (action insecticide).

# Génie de la réaction biologique

## Production de métabolites

- Production des acides aminés
- production des protéines
- Production des alcools
- Production des acides organiques
- Synthèse des vitamines (B12, B2, A)
- La production des polysaccharides
- Production des hormones
- Production des antibiotiques
- La production des toxines

# Génie de la réaction biologique

## Production de métabolites

Divers substances ou métabolites utilisables comme additifs alimentaires sont fabriqués par fermentation microbienne.

- Des acides aminés comme la lysine, l'acide aspartique, la thréonine ou l'acide glutamique sont utilisés dans l'alimentation animale.
  - ❖ **Ils entrent dans les produits alimentaires.** Ex: la glycine et l'alanine sont ajoutés à certains produits alimentaires pour améliorer leur saveur. L'acide glutamique sert, sous forme de sel (glutamate monosodique ou GMS), de renforçateur de goût "goût de bouillon".
  - ❖ **Agents édulcorant (pouvoir "de goût sucré") en nutrition humaine.** Ex: l'aspartam = d'aspartate + phénylalanine.
  - ❖ **Augmentation de la valeur nutritive des produits végétaux** par l'addition des acides aminés essentiels comme la lysine et la méthionine.

# Génie de la réaction biologique

## Production de métabolites

- Des acides organiques (acide lactique, fumarique, acétique) sont utilisés comme agents d'acidification pour la conservation.
- ❖ Les acides organiques sont des additifs très utilisés dans l'industrie alimentaire. Ils peuvent servir d'agents de conservation, d'acidifiants, d'antioxydants et d'émulsifiants. NB On peut extraire des grandes quantités d'acides organiques au cours du métabolisme normal des certains microorganismes.
- ❖ Les vitamines : l'acide ascorbique (vitamine C), la riboflavine (vitamine B2), la cyanocobalamine (vitamine B12), la vitamine D, etc.

# Génie de la réaction biologique

## Production de métabolites

- **Enzymes d'origine microbienne** sont utilisables au cours de la fabrication ou du traitement des denrées alimentaires : protéases (facilite l'attendrissement des viandes), lipases (améliorent le volume du pain), amylases (préserve la fraîcheur du pain et des gâteaux).

# Génie de la réaction biologique

## Bioconversion

Transformation d'une forme d'énergie en une autre, d'une substance organique en une autre, par l'effet de processus biologiques.

La bioconversion, également connue sous le nom de **biotransformation**, est la **conversion de matières organiques**, telles que des déchets végétaux ou animaux, en produits utilisables ou en sources d'énergie par des processus ou agents biologiques, tels que certains micro-organismes.

L'intérêt de la **bioconversion** réside dans sa **simplicité d'emploi**, sa possibilité **d'utilisation industrielle**, son **faible coût**, ainsi que **l'absence de réactions secondaires**.

# Génie de la réaction biologique

## Bioconversion

### Applications des bioconversions

#### Bioconversion des produits d'origine végétale

- Bioconversion des sucres
- Bioconversions des arômes (Vanilline)
- Bioconversions des algues

#### Bioconversion des produits d'origine animale

- Produits de la mer
- Extraits de bovins

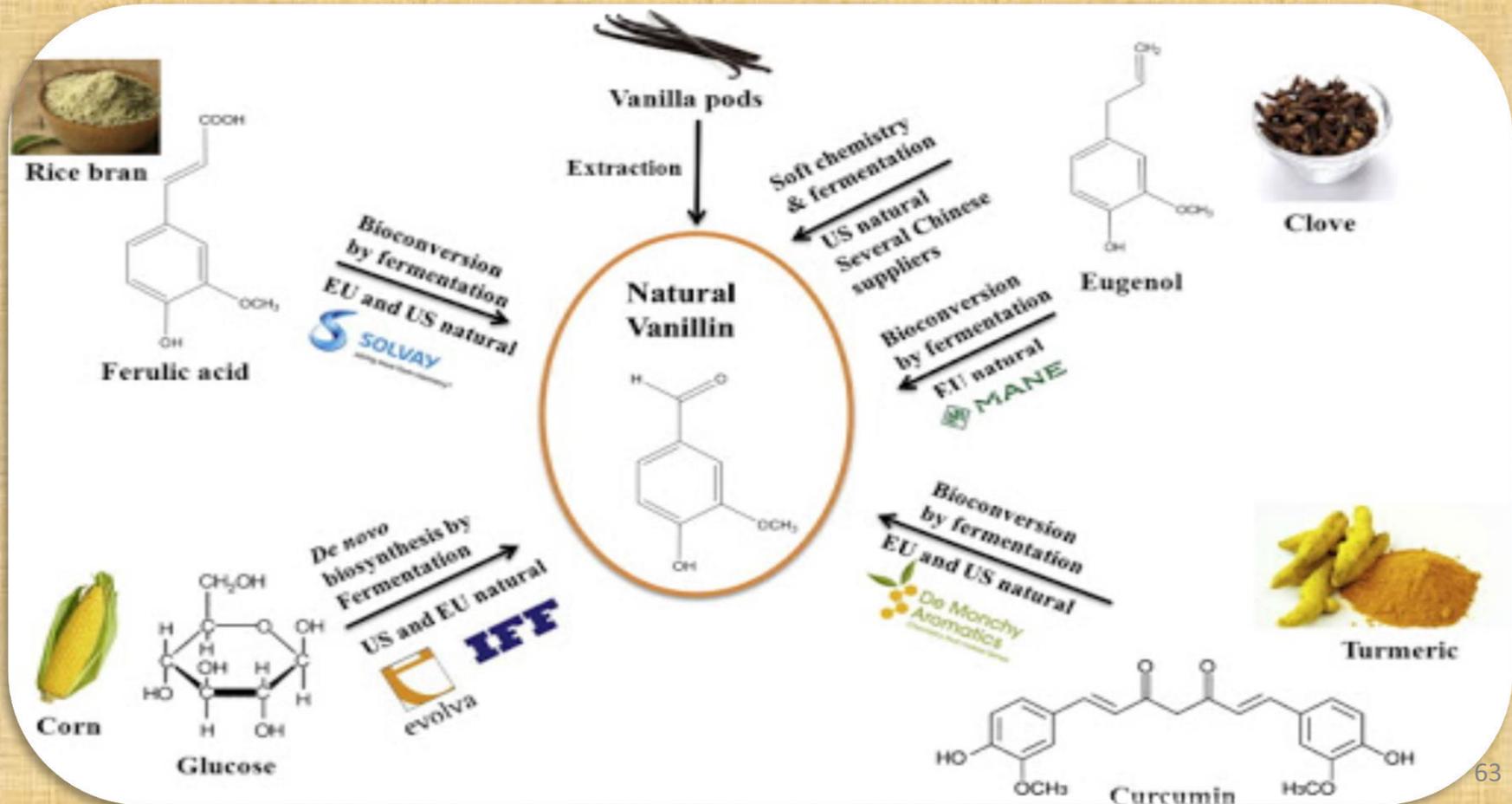
# Génie de la réaction biologique

## Bioconversion

### Applications des bioconversions

Bioconversion des produits d'origine végétale

### Bioconversions des arômes (Vanilline)



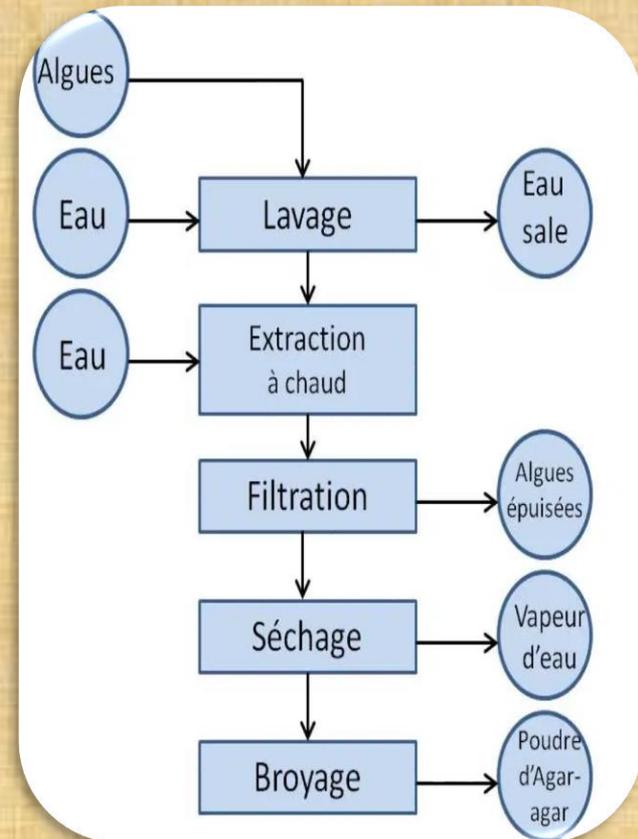
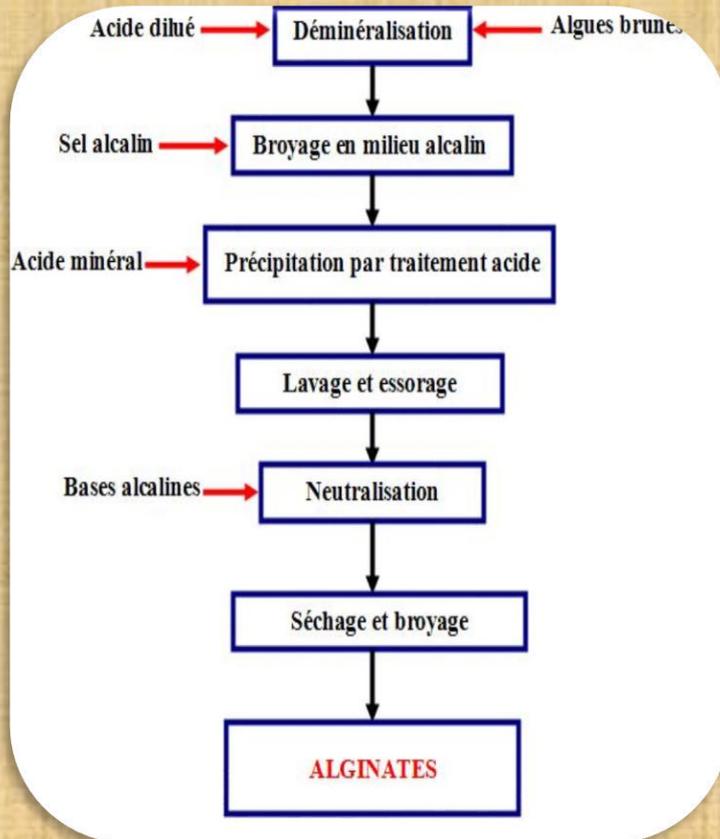
# Génie de la réaction biologique

## Bioconversion

### Applications des bioconversions

#### Bioconversion des produits d'origine végétale

#### Bioconversions des algues



# Génie de la réaction biologique

## Bioconversion

### Applications des bioconversions

#### Bioconversion des produits d'origine animale

#### Extraits de bovins ou poisson

La production de **confiserie (bonbons)** est rendue possible grâce à l'extraction par hydrolyse industrielle de la **gélatine** (protéine) à partir de matières premières riches en collagène notamment les peaux et les os de bovins. Elle est utilisée dans l'industrie agro-alimentaire comme épaississant, stabilisant ou agent texturant dans des produits, comme les crèmes glacées, les confitures, les yaourts, la margarine, et les gâteaux.

