

Université Abou Bakr Belkaid – Tlemcen, Algérie  
Faculté de SNV - Département de Biologie  
Master 1 (SAAQ) et Master 2 (AACQ)



Dr. ZENASNI Mohamed Amine

# Introduction au Génie des Procédés





Un peu d'étymologie avant de se plonger dans la signification de cette discipline...dans **génie des procédés** on trouve le mot "génie" :

Le terme "génie", sous l'influence du terme ingénieur a pris ultérieurement une signification supplémentaire autour de la notion d'ingénierie : art des fortifications, génie militaire, génie des Ponts et chaussées...

"Génie" désigne actuellement le savoir-faire relatif à une discipline...

... et puis on trouve le terme "procédé" : un procédé est une méthode, une technique utilisée pour la réalisation d'une tâche, ou la fabrication d'un matériau ou d'un produit fini.



Et finalement la synthèse de tout ça ?...et bien le **génie des procédés** est **l'application d'une technique** (le génie) **à un plusieurs processus industriels** ( les procédés)

Le **génie des procédés** désigne pour le secteur de la chimie (génie chimique), de la biologie (génie biologique), de la microbiologie (génie fermentaire, génie génétique) et de la biochimie (génie enzymatique) à l'industrie.

Le génie des procédés est un  
levier essentiel pour répondre  
aux enjeux industriels et  
sociétaux de demain.

# Introduction

## QU'EST-CE QUE LE GÉNIE DES PROCÉDÉS ?

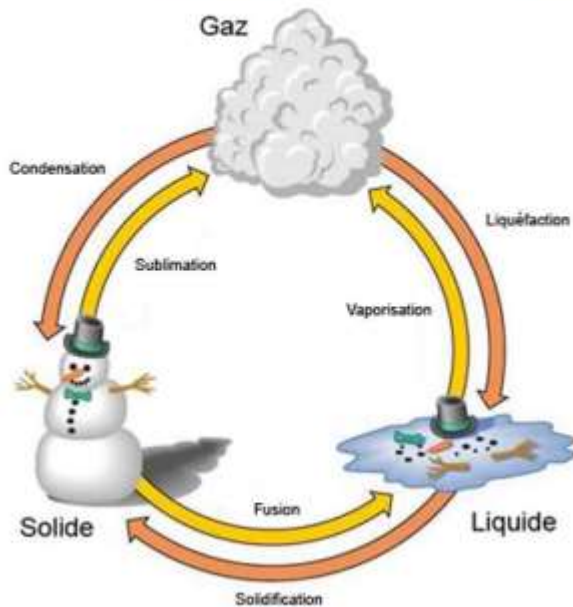
Le Génie des Procédés est la discipline qui concerne la conception et le control des procédés physiques, chimiques, biologiques et biochimiques de transformation de la matière et de l'énergie.

Ces transformations sont utilisées pour produire des substances utiles ou de l'énergie, mais aussi en génie de l'environnement pour traiter les eaux, les déchets, etc. Le génie des procédés concerne environ un tiers de l'activité industrielle.

# Introduction

## QU'EST-CE QUE LE GÉNIE DES PROCÉDÉS ?

### Les transformations de la matière



**L'eau existe sous forme de trois états: glace, eau, vapeur d'eau**

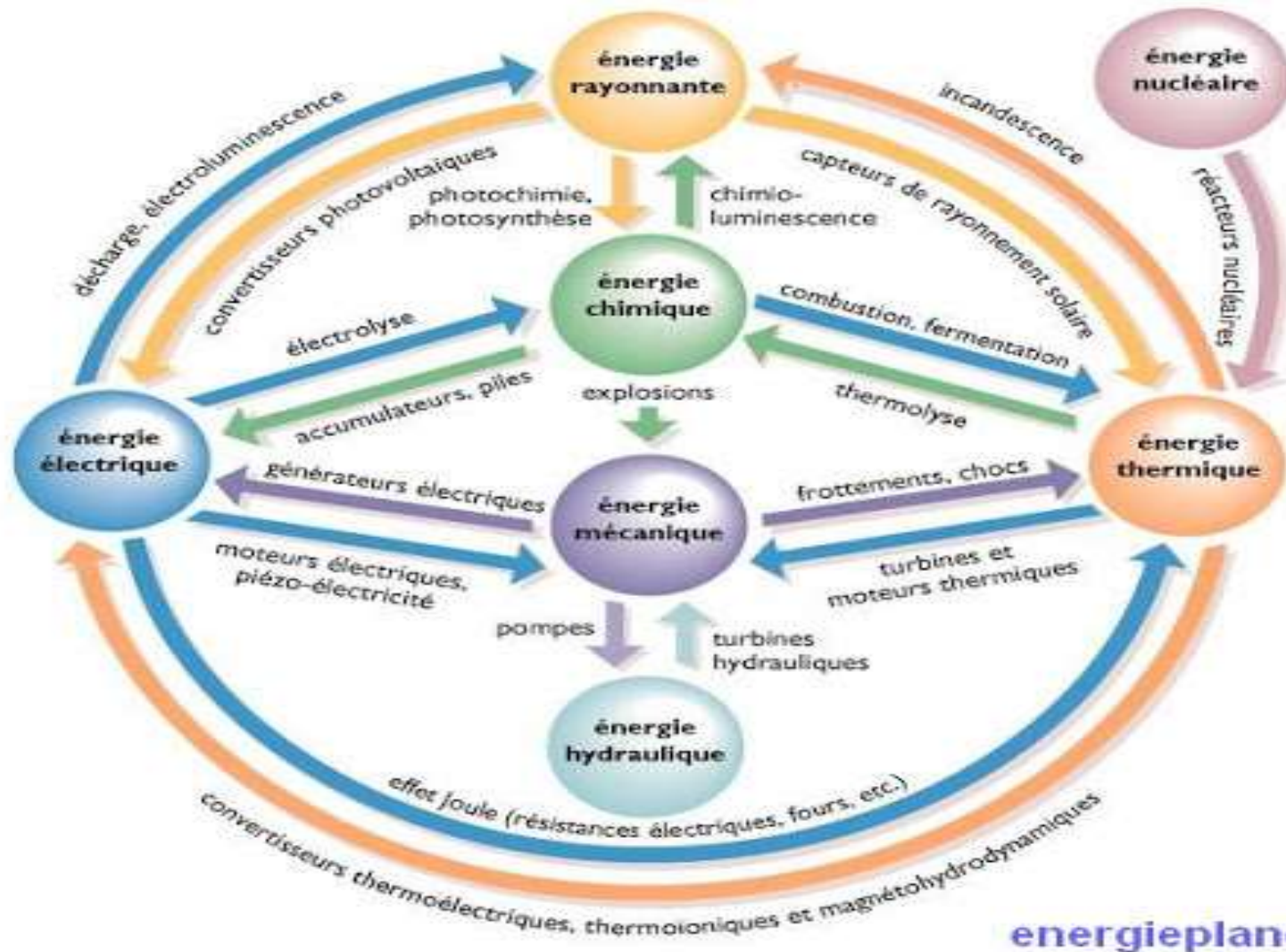
**N.B**

• L'eau se trouve sous la forme de l'état liquide à température ordinaire.

• la matière comme l'eau se transforme d'un état à l'autre par l'élévation de température ou le refroidissement.

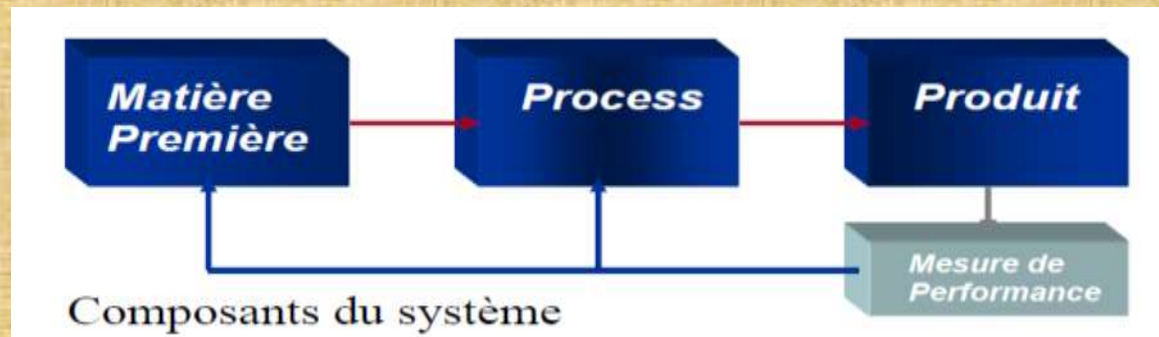
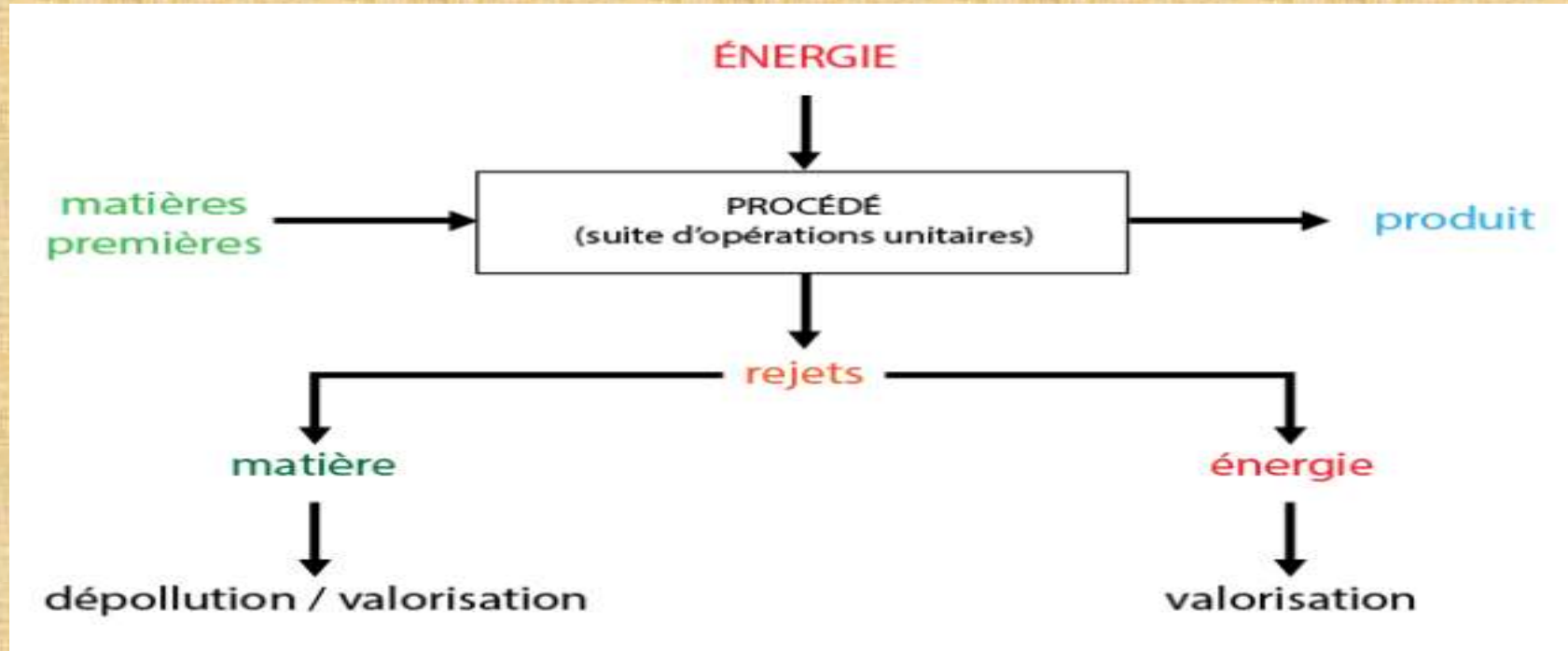
# Introduction

## QU'EST-CE QUE LE GÉNIE DES PROCÉDÉS ?



# Introduction

## QU'EST-CE QUE LE GÉNIE DES PROCÉDÉS ?



# Introduction

**Hier...**



Art culinaire  
Teinture des tissus  
Distilleries

**Aujourd'hui...**



**Science du passage à l'échelle industrielle**

# Introduction



# Enjeux et domaines d'application

Les enjeux du génie des procédés **sont à la fois industriels et sociétaux**: il s'agit de tendre vers une industrie plus propre, une société **zéro déchet** et une **économie durable**.

Il propose des solutions techniques répondant aux contraintes suivantes: robustesse, flexibilité des procédés de transformation, viabilité économique, maîtrise de la sécurité et des impacts environnementaux, sobriété énergétique.



# Enjeux et domaines d'application

Les spécialistes du génie des procédés exercent à la fois dans les domaines de la recherche et du développement. On les retrouve également en bureaux d'études, en production, gestion des équipements et dans les activités technico-économiques.



**Académie de Guadeloupe**

## Activités proposées : Modèles technico-économiques

Ces modèles visent à associer, en optimisant les coûts, des solutions constructives à des fonctions techniques.

- Ils mobilisent :
  - des outils de description (Cdcf, FAST, matrices de coûts, ...)
  - des bases de connaissances (expérience industrielle, bases de données techniques locales ou en réseau, ...)
  - des bases de règles ( de l'art ou du métier, relation produit-procédé-matériau, ...)
- L'activité utilisatrice des différents modèles permet :

**Les modèles technico-économiques** → **Activité type: la conception**

**D'imaginer** → **De choisir** → **Une solution** → **Sous contraintes :**

- techniques
- économiques
- de réalisation

André MARCANT

# Enjeux et domaines d'application

Les domaines d'application du génie des procédés sont nombreux: environnement, agroalimentaire, biotechnologie, pharmacie-santé, chimie, matériaux, énergie, nucléaire, pétrole, industrie textile, automobile, aéronautique ou encore exploration spatiale.



# Enjeux et domaines d'application

Ce large champ d'investigation et les approches systémiques développées en génie des procédés lui permettent de contribuer au défis inscrits dans la **Stratégie Nationale pour le développement et de la Recherche en Algérie.**



# Des enjeux et défis à relever par les chercheurs en génie des procédés

## Usine et les procédés du futur

L'usine et les procédés du futur, quelle que soit leur échelle, devront être **innovants, compétitifs, performants, sûrs et attractifs**. L'usine devra être **créatrice de valeur et d'emplois, connectée avec ses collaborateurs, ses machines de production, ses prestataires, son territoire**. L'usine sera conçue pour **répondre aux défis économiques, technologiques, organisationnels, environnementaux et sociétaux**.

### RECOMMANDATIONS

- Comprendre et modéliser les mécanismes à toute échelle mis en jeu dans les procédés et leurs interactions avec les équipements, de manière à imaginer des procédés flexibles et robustes.
- Intensifier les collaborations avec les industriels.
- Repenser les relations homme-machine au regard de l'autonomie des procédés.

# Des enjeux et défis à relever par les chercheurs en génie des procédés

## Energie

Le développement de nouveaux vecteurs énergétiques, notamment le **solaire** concentré, les **bioénergies** (procédés thermochimiques et biologiques), les **piles à combustible** et les procédés liés à la production et **l'utilisation de l'hydrogène** est un axe important du Génie des Procédés.

L'énergie est un produit de « masse » pour lequel le changement d'échelle est essentiel, ainsi que l'optimisation de l'ensemble des étapes allant de la ressource au vecteur énergétique. Ces aspects correspondent à des fondements du génie des procédés.

# Des enjeux et défis à relever par les chercheurs en génie des procédés

## Energie

L'utilisation des ressources énergétiques renouvelables a comme corollaire le problème du stockage, qui peut prendre plusieurs formes, comme la compression d'air, les matériaux à changement de phase et le stockage électrochimique.

Le mixte énergétique doit être optimisé en fonction de l'usage (transport, bâtiments, usines, villes, territoires) et de la ressource (réseau électrique avec les différentes formes de production et réseau chaleur).

L'optimisation doit d'autre part être faite en adaptant la demande à l'offre.

### **RECOMMANDATION**

- Développer le génie des procédés au service de la transition énergétique, en interaction avec l'ensemble des forces scientifiques : Biologie, Chimie, Matériaux, Mécanique, Thermique.

# Des enjeux et défis à relever par les chercheurs en génie des procédés

## Valorisation des déchets et économie circulaire

Dans un contexte de **protection de l'environnement**, **la maintenance**, **la réparation**, **le recyclage** et **la réutilisation** devrait devenir la règle. La création de circuits courts possibles et rentables permet aux entreprises de fabriquer à la demande avec une réactivité et une personnalisation accrues.



# Des enjeux et défis à relever par les chercheurs en génie des procédés

## Valorisation des déchets et économie circulaire

### RECOMMANDATIONS

- Développer le génie des procédés au service de l'économie durable (recyclage, économie des matières premières, de l'énergie, de l'eau), s'intéresser à la fin de vie du produit et de la molécule (recyclage ou biodégradabilité) dès la conception.
- Développer une ingénierie globale, intégrant produits et co-produits (qui devient à son tour une ressource).
- Collaborer avec les Sciences Humaines et Sociales (SHS) pour aborder rationnellement l'acceptabilité des usines.

# Des enjeux et défis à relever par les chercheurs en génie des procédés

## Ressources renouvelables et nouvelles ressources

Le génie des procédés doit répondre aux demandes d'une économie durable. Les industries de procédé vont substituer progressivement de nouvelles ressources aux matières premières d'origine fossile traditionnelles.

Pour les secteurs de la chimie, de l'énergie et des matériaux, il s'agit de faire face à la raréfaction des ressources non renouvelables et de réduire les impacts environnementaux et l'empreinte carbone en particulier, en substituant biomasse et matériaux recyclés aux matières premières pétrolières.

# Des enjeux et défis à relever par les chercheurs en génie des procédés

## Ressources renouvelables et nouvelles ressources

Cette **transition vers une bio-économie** aura des conséquences importantes sur les procédés de fabrication et l'organisation des filières industrielles de production.

Sécurisation des approvisionnements, formulation et transformation des intrants, gestion de la fin de vie et recyclage des produits devront être repensés de manière globale afin de développer de nouvelles chaînes de valeur économiquement viables et durables.

L'adaptation des procédés existants ou le développement de nouveaux procédés demandera des efforts importants de R&D.

# Des enjeux et défis à relever par les chercheurs en génie des procédés

## Ressources renouvelables et nouvelles ressources

### RECOMMANDATIONS

- Transférer les connaissances et méthodes du génie des procédés vers les procédés agricoles. Le génie des procédés devrait être également attentif aux techniques agronomiques (par exemple les productions hors-sol).
- Les travaux de recherche pourraient s'orienter vers l'adaptation des procédés à la ressource ou, à l'inverse, travailler à l'adaptation de la biomasse aux procédés (sélection variétale, itinéraires culturaux...). Compte tenu de la variabilité de la ressource dans le temps et/ou dans l'espace, les procédés à développer devront être relativement versatiles, avec des moyens de contrôle multiples

# Des enjeux et défis à relever par les chercheurs en génie des procédés

## Ressources renouvelables et nouvelles ressources

### RECOMMANDATIONS

- Modéliser les systèmes de production, de la ressource aux produits, en intégrant l'analyse du cycle de vie et les concepts de l'usine du futur. La bio-raffinerie et l'économie circulaire sont partie intégrante de cette approche avec la bio-économie. La répartition « équitable » entre les différents usages de la ressource doit faire partie de la modélisation avec une vision multi-échelle du territoire à la planète.

# Des enjeux et défis à relever par les chercheurs en génie des procédés

## Alimentation du futur

L'alimentation du futur est un véritable défi environnemental, un objectif humanitaire et une gageure scientifique. Il s'agit de satisfaire les besoins croissants qu'entraîne l'augmentation de la population mondiale en développant de nouvelles habitudes de consommation et des aliments alternatifs d'origine végétale, animale ou minérale. Les procédés de transformation nécessitent aussi d'être considérablement améliorés pour valoriser l'ensemble des produits tout en minimisant l'impact des traitements technologiques sur la biodisponibilité des biomolécules dans les produits finaux

# Des enjeux et défis à relever par les chercheurs en génie des procédés

## Alimentation du futur

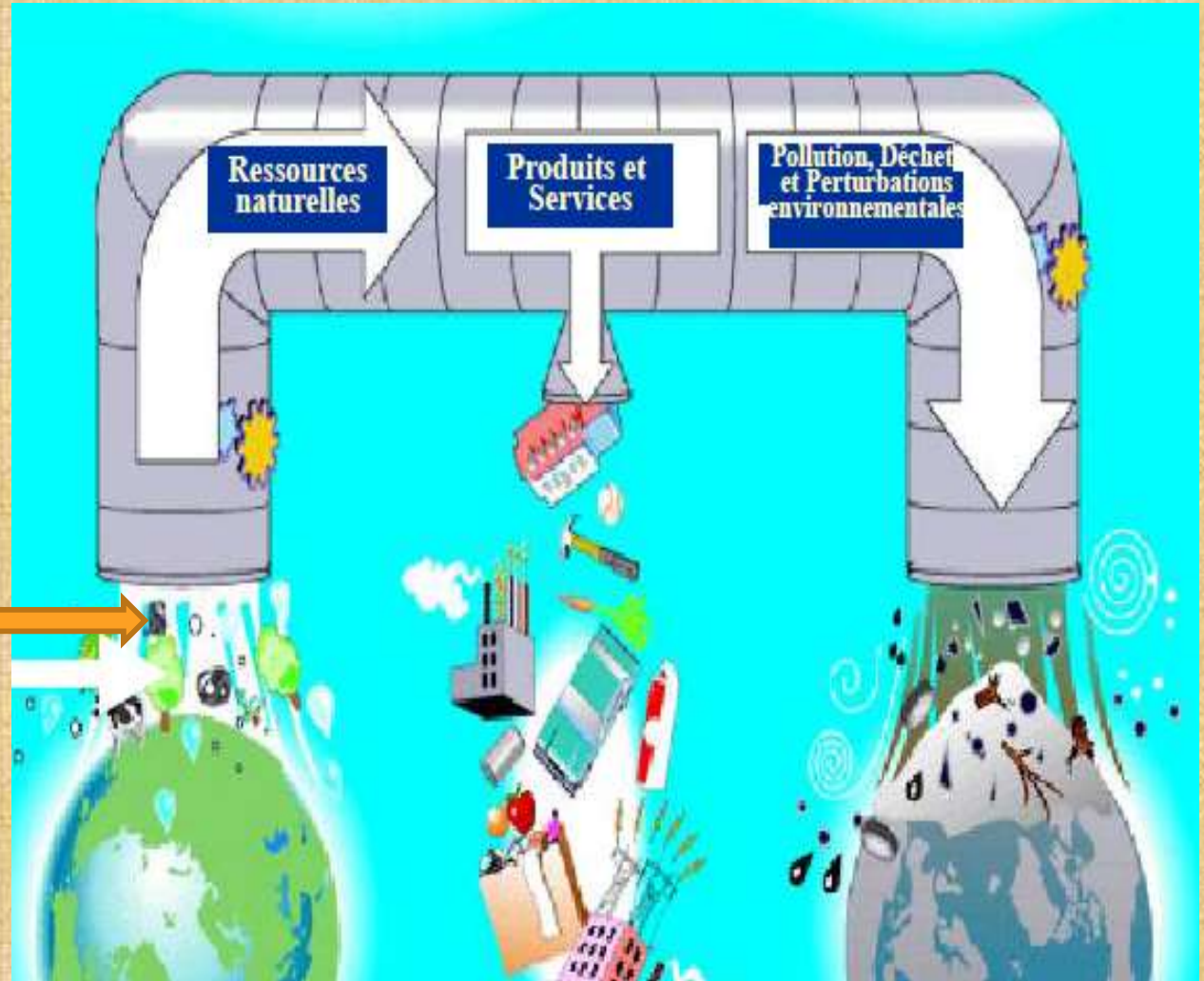
### RECOMMANDATIONS

- Développer la capacité du génie des procédés à apporter des réponses technologiques multiples, en tenant compte de la variabilité de la ressource dans le temps et/ou dans l'espace.
- Développer le lien entre académiques, centres techniques, équipementiers, et grands groupes.

# Génie des Procédés Moderne Vert

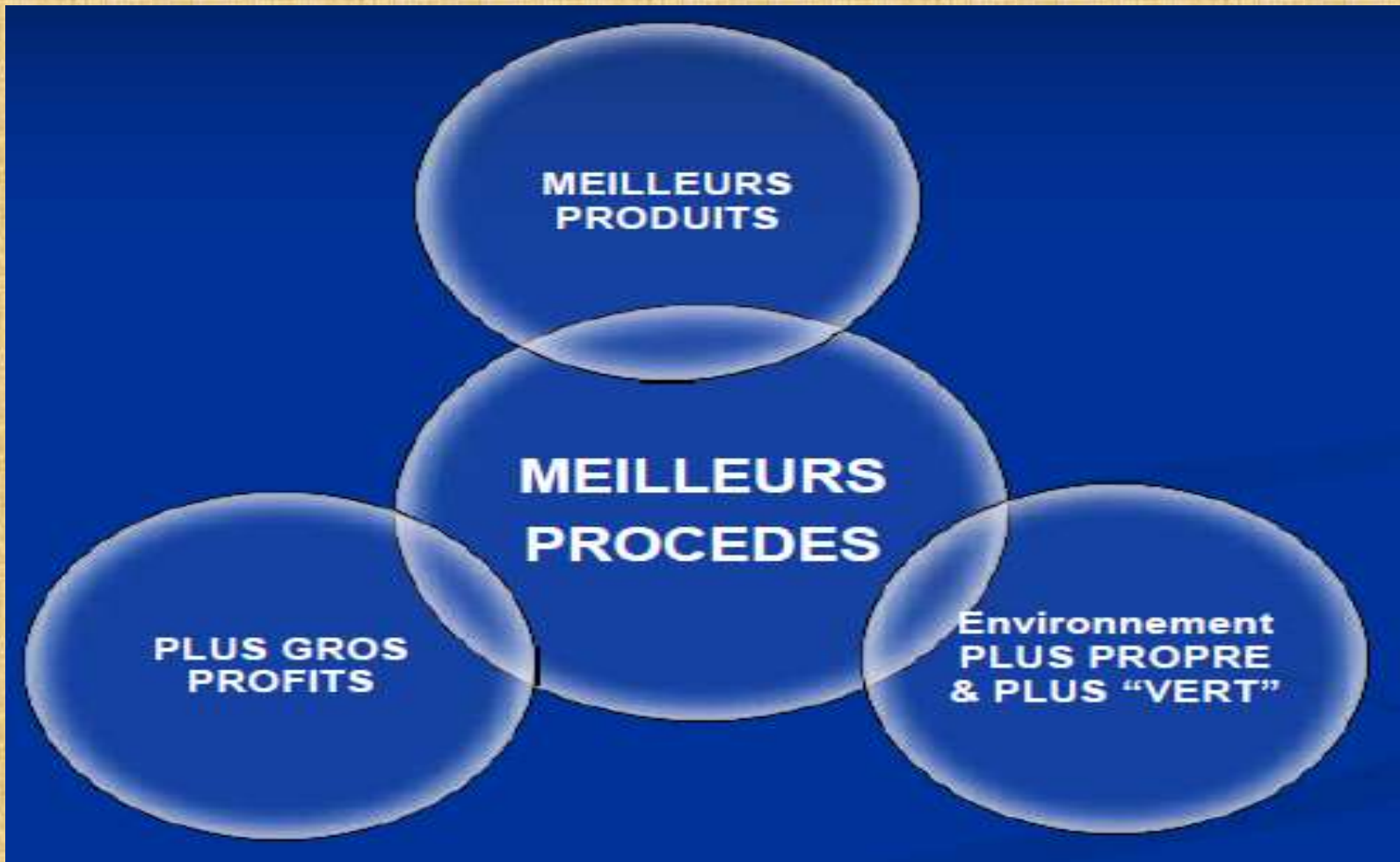
UN DEVELOPPEMENT NON DURABLE:  
(NON-SUSTAINABLE MANKIND)

Seulement  
25 %poids de ce  
qui entre dans le  
tuyau sort sous  
forme de  
produits et  
services



# Génie des Procédés Moderne Vert

Pour un comportement développement durable,  
l'approche du Génie des Procédés doit donc se focaliser sur...



# Génie des Procédés Moderne Vert

Dans l'industrie de production et plus particulièrement dans l'industrie chimique existe un besoin urgent de procédés plus acceptables du point de vue de la préservation de l'environnement. Cette tendance vers ce qui est maintenant connu sous le nom de "green processes" nécessite une évolution des concepts traditionnels d'efficacité des procédés vers une évaluation intégrant la valeur économique de l'élimination des déchets à la source. La "chimie verte" est d'abord préventive, c'est-à-dire qu'elle privilégie la prévention de la pollution par rapport à l'élimination des déchets.

L'introduction des procédés propres a trois objectifs distincts mais complémentaires :

- consommer moins de matière première,
- consommer moins d'énergie,
- générer le minimum de déchets et d'effluents.

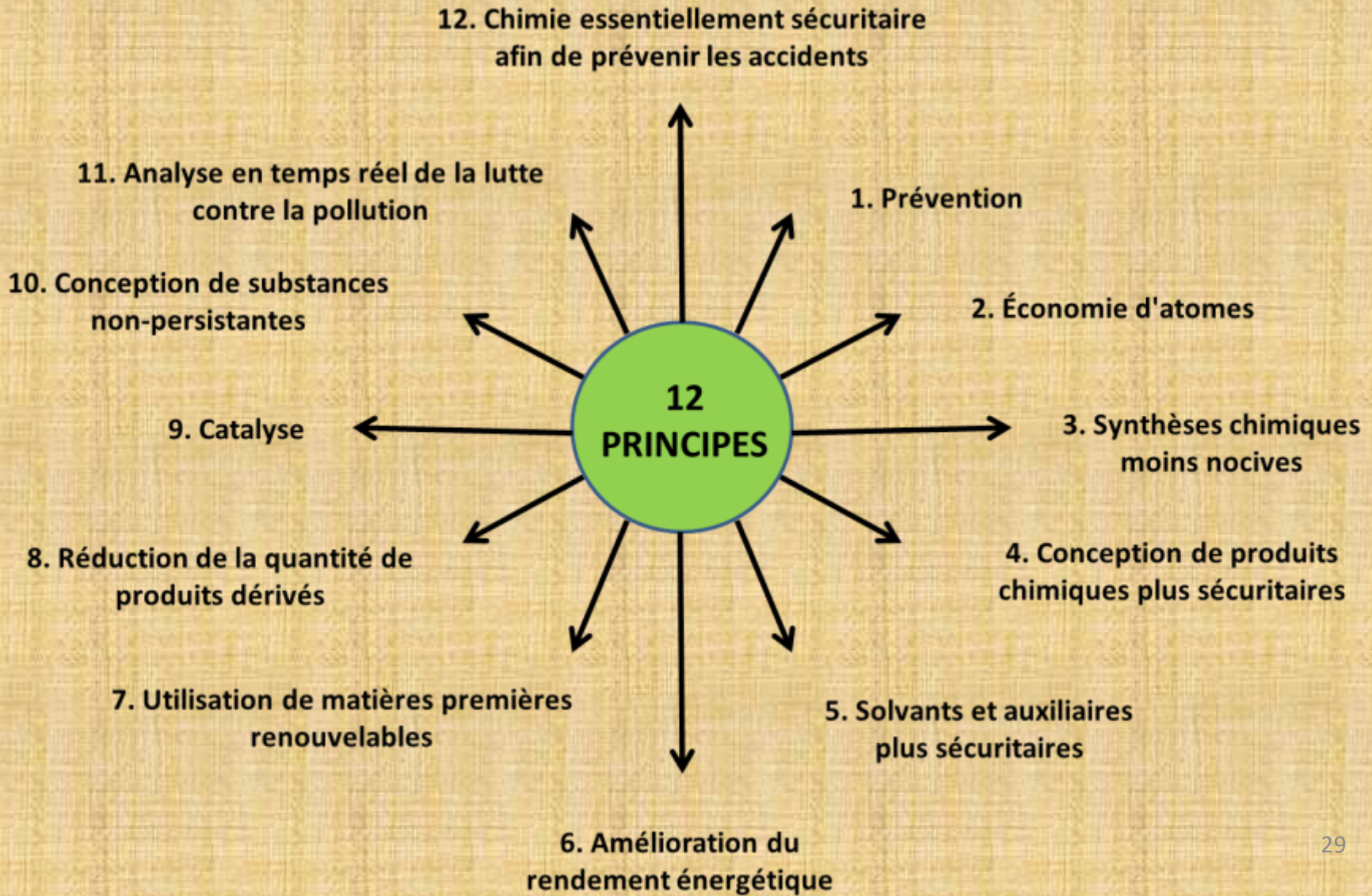
# Génie des Procédés Moderne Vert

Une technologie propre peut être atteinte par trois méthodes différentes et complémentaires :

1. l'optimisation du procédé existant,
2. la substitution de technologies par d'autres moins polluantes,
3. la modification radicale du procédé.

# Génie des Procédés Moderne Vert

## Les 12 principes de la Chimie Verte



# Génie des Procédés Moderne Vert

## Les 12 principes de la Chimie Verte

1. **Prévention** : il vaut mieux produire moins de déchets qu'investir dans l'assainissement ou l'élimination des déchets.
2. **Économie d'atomes** : les synthèses doivent être conçues dans le but de maximiser l'incorporation des matériaux utilisés au cours du procédé dans le produit final.
3. **Synthèses chimiques moins nocives** : les méthodes de synthèse doivent être conçues pour utiliser et créer des substances faiblement ou non toxiques pour les humains et sans conséquences sur l'environnement.
4. **Conception de produits chimiques plus sécuritaires** : les produits chimiques doivent être conçus de manière à remplir leur fonction primaire tout en minimisant leur toxicité.
5. **Solvants et auxiliaires plus sécuritaires**: lorsque c'est possible, il faut supprimer l'utilisation de substances auxiliaires (solvants, agents de séparation...) ou utiliser des substances inoffensives.
6. **Amélioration du rendement énergétique** : les besoins énergétiques des procédés chimiques ont des répercussions sur l'économie et l'environnement dont il faut tenir compte et qu'il faut minimiser. Il faut mettre au point des méthodes de synthèse dans les conditions de température et de pression ambiantes.

# Génie des Procédés Moderne Vert

## Les 12 principes de la Chimie Verte

- 7. Utilisation de matières premières renouvelables**: lorsque la technologie et les moyens financiers le permettent, les matières premières utilisées doivent être renouvelables plutôt que non-renouvelables.
- 8. Réduction de la quantité de produits dérivés**: lorsque c'est possible, toute déviation inutile du schéma de synthèse (utilisation d'agents bloquants, protection/déprotection, modification temporaire du procédé physique/chimique) doit être réduite ou éliminée.
- 9. Catalyse** : les réactifs catalytiques sont plus efficaces que les réactifs stœchiométriques. Il faut favoriser l'utilisation de réactifs catalytiques les plus sélectifs possibles.
- 10. Conception de substances non-persistantes** : les produits chimiques doivent être conçus de façon à pouvoir se dissocier en produits de dégradation non nocifs, cela dans le but d'éviter leur persistance dans l'environnement.

# Génie des Procédés Moderne Vert

## Les 12 principes de la Chimie Verte

- 11. Analyse en temps réel de la lutte contre la pollution:** des méthodologies analytiques doivent être élaborées afin de permettre une surveillance et un contrôle en temps réel et en cours de production avant qu'il y ait apparition de substances dangereuses.
- 12. Chimie essentiellement sécuritaire afin de prévenir les accidents :** les substances et la forme des substances utilisées dans un procédé chimique doivent être choisies de façon à minimiser les risques d'accidents chimiques incluant les rejets, les explosions et les incendies.

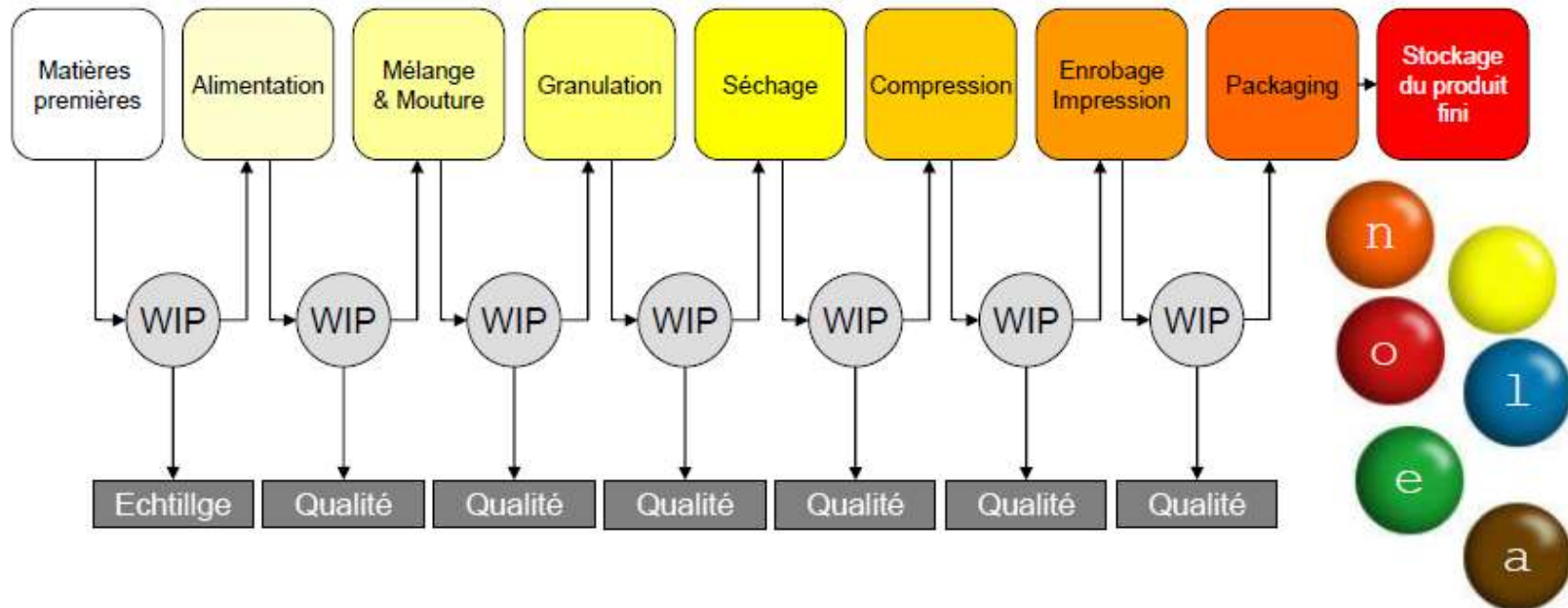
# Régimes de fonctionnement des opérations industrielles

## Opération discontinue

système fermé (opération batch)

Avantages	Inconvénients
appareillage polyvalent	des temps morts (remplissage, soutirage, préchauffage, ...)
on peut traiter faibles quantités de matières premières	coût énergétique élevé (chauffage et refroidissement pour chaque charge)
rendement plus élevé	un prix de production élevé

## Ligne de production Batch – Flow Chart



WIP : work-in-process ou intervention de l'opérateur

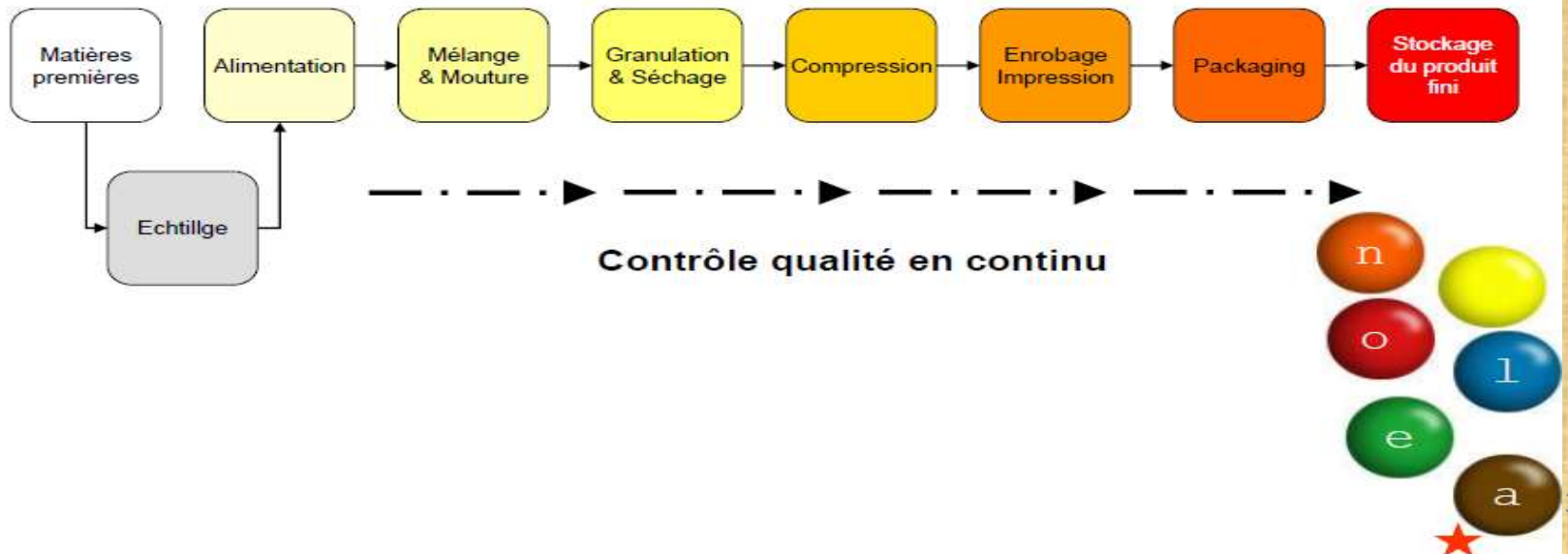
# Régimes de fonctionnement des opérations industrielles

## Opération continue

système à courants

Avantages	Inconvénients
besoin réduit en personnel	coût des équipements (mesure, contrôle, automatisation : ~ 25 % de l'investissement)
coût de production inférieur à celui d'une opération batch	nécessite une régularité dans la qualité de matières premières (composition, état physique,...)
production en quantité constante	

## Ligne de production Continue – Flow Chart



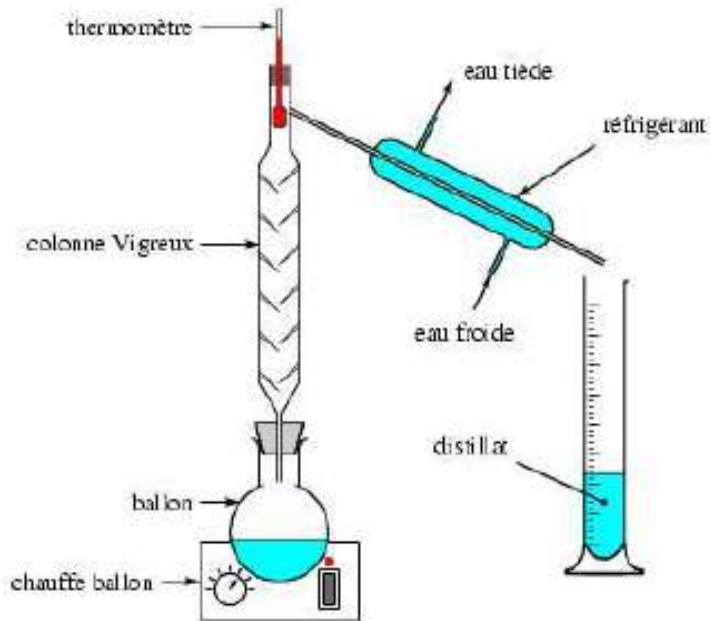
## Le scale-up (développement de procédés)

Le scale-up est la méthodologie qui permet de passer d'une échelle petite à plus grande. Le scale-down est l'opposé du scale-up.

La fonction du développement de procédés est d'extrapoler une ou plusieurs O.U. ou P.U. développés au laboratoire à une échelle industrielle, en prenant en compte des considérations économiques, de sécurité, et environnementales.

Le scale-up pose des problèmes d'optimisation des procédés et impose un contrôle du processus de fabrication en permanence

# Le scale-up (développement de procédés)



**Unité de distillation  
Echelle du labo**

Développement  
de procédés



**Colonne de distillation  
Echelle industrielle**



## Le scale-up (développement de procédés)

Laboratoire	Parallélisations (multiplication)	$N = \frac{W_n}{W_0}$	Production
	Agrandissement	$\frac{W_n}{W_0} = \frac{L_n^3}{L_0^3}$	
	Intensification		

où :

$N$  : nombre d'unités

$W_n$  : capacité de production nouvelle

$W_0$  : capacité de production initiale

$L_n$  : longueur de l'unité de production nouvelle

$L_0$  : longueur de l'unité de production initiale

Il n'est pas possible de conserver toutes ces similitudes (géométriques, hydrodynamiques, thermiques, chimiques, ...) constantes lors du scale-up/scale-down. Chaque scale-up sera spécifique au problème. Chaque situation nécessitera une solution « sur mesure ».

# Rôle de la spécialité des procédés

Les procédés s'appliquent dans une vaste étendue d'industries, en site :

- Industrie chimique et para-chimique (plastique, textile synthétique, caoutchoucs synthétique (élastomère), détergent, adhésif, engrais)
- Industries pharmaceutiques
- Raffinage du pétrole et pétrochimie
- Environnement : traitement d'eau, d'air et des déchets
- Industrie agro-alimentaire et bio-industries
- Qualité et sécurité dans les procédés
- Management des procédés industriels

# Génie des procédés alimentaires

## Objectifs

### ➤ **Transformation.**

Fabrique des produits alimentaires comestibles à partir d'ingrédients bruts relativement non comestibles

### ➤ **Stabilisation.**

Conserve les aliments durant les périodes de grande disponibilité pour la consommation hors saison

# Génie des procédés alimentaires

## Principes

L'industrie alimentaire est basée sur 4 principes:

- de **transformer** les produits par cuisson, fermentation, etc.;
- d'**extraire**, séparer, purifier les constituants des produits naturels (sucrierie, huilerie, minoterie, beurrerie, etc.);
- d'effectuer des **mélanges** pour obtenir les goûts et/ou les textures voulues (par exemple, en biscuiterie, charcuterie, etc.);
- de **stabiliser** les produits de l'agriculture et de la pêche (par séchage, traitements thermiques ou frigorifiques, salage, fumage, confisage, etc.);

# Opérations Unitaires

Le **génie des procédés** fait appel à un concept important : **les opérations unitaires**.

De la matière première au conditionnement du produit fini, toute production chimique ou biochimique fait appel, quelle que soit l'échelle, à une **suite coordonnée d'opérations fondamentales** distinctes et indépendantes du procédé lui-même que l'on appelle opérations unitaires. **Ces opérations unitaires sont regroupées dans de grandes étapes :**

- **préparation, conditionnement et acheminement des matières premières (réactifs) ;**
- **transformation chimique ou biochimique des réactifs en produits ;**
- **séparation, purification et conditionnement des produits.**

# Opérations Unitaires

## Classification des opérations unitaires en fonction des étapes de production

### Préparation et acheminement des matières premières

- Broyage, classement des solides ;
- Transport des solides ;
- Déplacement des liquides ;
- Transport des gaz (compression, mise sous vide)

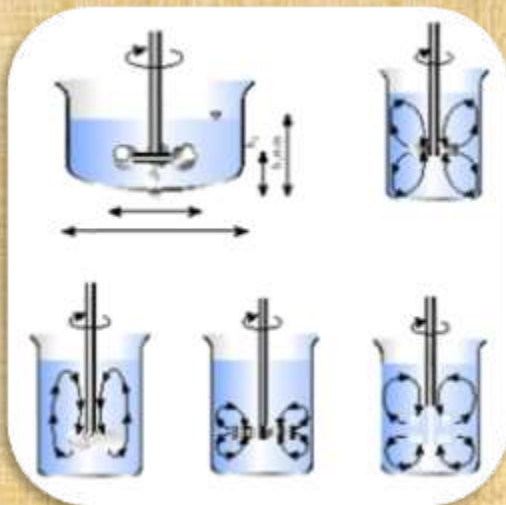


# Opérations Unitaires

## Classification des opérations unitaires en fonction des étapes de production

Transformation chimique des réactifs en produits

- Homogénéisation des mélanges (agitation) ;
- Réaction chimique (dans un réacteur) ;
- Transferts de chaleur

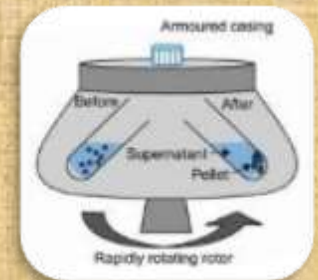
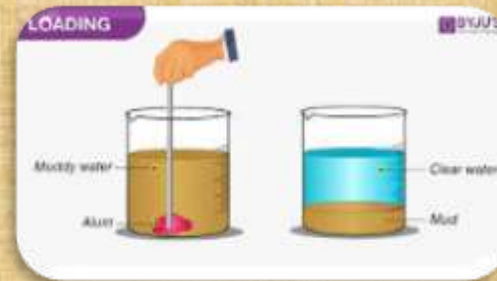


# Opérations Unitaires

## Classification des opérations unitaires en fonction des étapes de production

### Séparation et purification des produits

- Concentration, cristallisation ;
- Décantation ;
- Filtration ;
- Centrifugation (cas d'un mélange solide + liquide) ;
- Rectification (distillation) ;
- Extraction par solvant ;
- Séchage.



# Opérations Unitaires

## Types d'opérations

**Six** opérations unitaires utilisées généralement dans les procédés industriels.

1. Mélange
2. Séparation
3. Transfert de chaleur
4. Transfert de matière
5. Ajustement de la taille
6. Ecoulement

# Opérations Unitaires

## Types d'opérations

### Et les réactions?

En plus des opérations unitaires «de nature physique», les **opérations chimiques et biochimiques** sont également importantes dans la transformation de plusieurs aliments...

### Il s'agit des :

- Réactions enzymatiques et des fermentations
- Additions chimiques (conservateurs, arômes, colorants, etc.)

# Procédés Unitaires

Etape simple, spécifique et identifiable dans la fabrication d'un produit

Tout système de production nécessite une combinaison de procédés unitaires pour transformer la matière première en produit fini.

## Exemples



*Réception  
de la matière première*



*Tri, pesée*



*Cuisson*



*Mélange et combinaison*



*Dépôt*



*assemblage*

# Procédés Unitaires

## Quelques procédés unitaires

- Filtration
- Nettoyage
- Epluchage
- Tranchage
- Râpage
- Concentration
- Séchage
- Enrobage
- Evaporation
- Fumage/salage
- Fermentation
- Chauffage/ Réfrigération
- Mélange
- Tamisage
- Cuisson

# Procédés Unitaires

## Principe

Plusieurs procédés unitaires consistent en une combinaison de plus d'une opération unitaire et/ou des opérations chimiques ou biochimiques .../...

### Procédés unitaires combinant plusieurs opérations unitaires:

#### ➤ Filtration

Ecoulement  
Séparation

#### ➤ Evaporation

Transfert de chaleur  
Transfert de matière

#### ➤ Pasteurisation

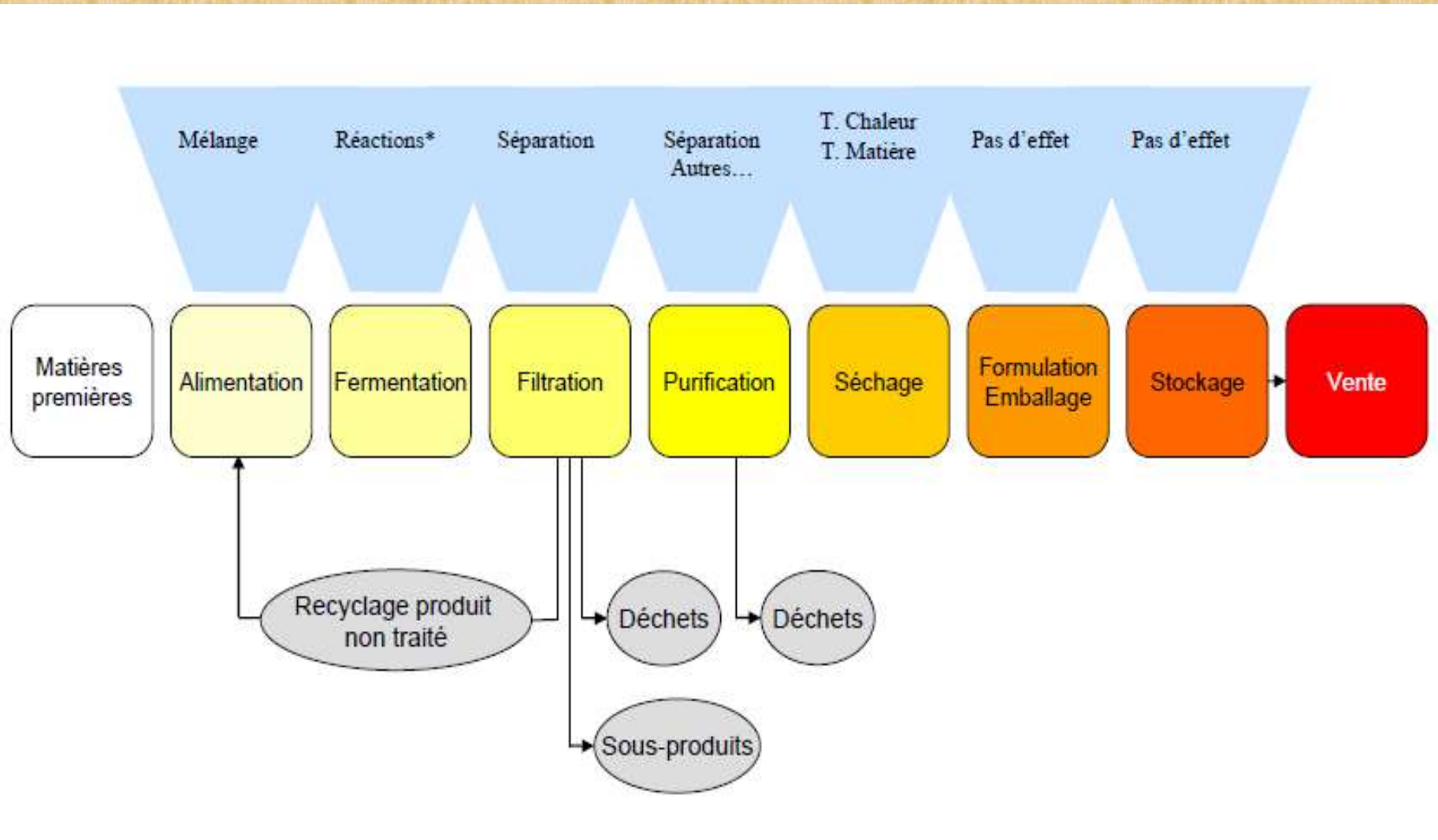
Ecoulement  
Transfert de chaleur

#### ➤ Caillage en fromagerie

Mélange (enzyme ou bactéries)  
Transfert de chaleur  
Réactions enzymatiques ou fermentation  
Augmentation de taille  
Transfert de masse  
Séparation

# Procédés Unitaires

## Principe



# Procédés Unitaires

## Principe

Exemples d'opérations et de procédés unitaires des industries alimentaires

Opération unitaire/principe	Procédé unitaire	Exemple de produits
Ajustement de la taille	Hachage, broyage, tranchage, râpage, moulage	Produits solides
	Découpage	Pièces de viandes, poissons, légumes, fruits
Séparation	Démontage	Carcasses de viande
	Plumage, écaillage	Volaille, poissons
	Éboutage	Haricots verts
	Nettoyage, épluchage	Fruits, légumes
	Triage, calibrage	Fruits, légumes
	Tamisage, criblage	Graines
	Déconditionnement	Contenant/contenu
Mélange	Décantation, centrifugation, filtration, extraction	Mélanges solides-liquides, liquides-liquides
	Agitation, malaxage	pâtes, crèmes glacées
Transfert de chaleur	Cuisson	Pain, biscuits, pièces de viandes
	Appertisation	Boîtes de conserves
	Pasteurisation, stérilisation	lait
	Réfrigération, congélation, surgélation	carcasses
	Grillage	Tranches de pain
	Evaporation, séchage, atomisation	Lait en poudre
Ecoulement	Pompage	Aliments liquides
	Pasteurisation	Aliments liquides en échangeur de chaleur
Transfert de matière	Salage, fumage	Jambons, fromages
	Extraction, distillation	Huiles, spiritueux
	Evaporation	Jus concentrés
Réactions	Biologiques et enzymatiques	Charcuterie, pain, fromages, yaourts
Opérations mécaniques	Manutention, pesée, transport, etc	Tout type de produit
Assemblage, conditionnement	Enrobage	Confiserie, barres
	Remplissage des contenants	Produits divers
	Fermeture, sertissage des contenants	Produits divers
	Étiquetage des contenants	Produits divers
	Encartonnage des contenants	Produits divers



# Notion sur l'hygiène et la sécurité

## Définition

La sécurité est un ensemble de règles et de moyens techniques et d'hygiène

## Objectifs du service de sécurité

Le service de sécurité doit pouvoir assurer :

- La législation du travail (les lois)
- La technique de sécurité
- L'hygiène du travail
- La protection contre les incendies

# Notion sur l'hygiène et la sécurité

## Rôle de la technique de sécurité

La technique de sécurité a pour but de créer :

- De dispositifs de sécurité protègent le personnel contre les risques électriques
- Des dispositifs protègent les machinistes contre les parties en mouvement des machines
- Des dispositifs protègent l'environnement contre les gaz nuisibles et dangereux



# Notion sur l'hygiène et la sécurité

## Principales tâches de l'hygiéniste

L'hygiéniste est appelé à résoudre les problèmes posés par :

- le bruit
- le froid
- la chaleur
- l'humidité
- la pression anormale
- les vibrations
- les radiations
- le manque d'éclairage
- les tensions psychologiques



# Notion sur l'hygiène et la sécurité

## Causes d'un danger

Les causes majeures qui peuvent provoquer un danger sont :

- L'accroissement de la taille des unités de production ce qui a comme conséquences :
  - ❖ Des stockages importants
  - ❖ Des tonnages transportés considérables
- La diversité des produits et accroissement de leurs caractères dangereux
- Les conditions de fonctionnement des unités proche de leurs limites pour améliorer leurs performances
- L'urbanisation autour des sites qui fait :
  - ❖ Augmenter le pouvoir de nuisance
  - ❖ Aggraver les conséquences des accidents

# Notion sur l'hygiène et la sécurité

## Dangers potentiels de l'industrie

### ➤ Les explosions (déflagration-détonation)

- ❖ Explosion du gaz et de vapeurs
- ❖ Explosion de poudres et de poussière
- ❖ Explosion thermique
- ❖ Explosion physique



### ➤ Les combustion et feux

- ❖ Des poussières
- ❖ Les couches de produits pulvérulents
- ❖ Gaz et vapeurs
- ❖ Liquides



### ➤ Les émissions