

Les polymères (Nutraceutique - L3)

Plan du cours

A-1. Généralités - définitions

A-1-1. importance économique et principaux domaines d'utilisation

A-1-2. classification

A-1-3. définitions

A-1-4. exemples de polymères courants, propriétés et usages

A-2. Synthèses des polymères

A-2-1. les réactions d'addition

A-2-2. les réactions de condensation

A-2-3. structures des polymères

A-2-4. exemples de synthèse

A-2-5. les additifs de transformation

A-3. Les emballages: les différentes réglementations

A-3-1. interactions contenu-contenant

A-3-2. principes généraux

A-3-3. généralités

A-3-4. réglementations alimentaires: règles

A-3-5. réglementations alimentaires: contrôles

A-3-6. réglementations pharmaceutiques: règles

A-3-7. réglementations pharmaceutiques: contrôles



les matières plastiques sont partout
autour de nous

Les Polymères

A-1. Généralités - définitions

Les matériaux organiques, **polymères**, constituent l'une des trois grandes classes des matériaux avec les matériaux métalliques et les céramiques et verres.

A-1-1. importance économique et principaux domaines d'utilisation

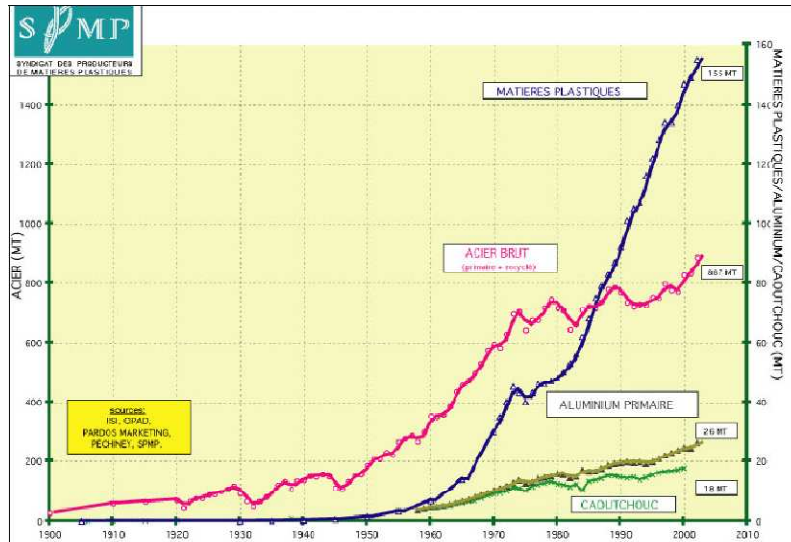


Figure 1: Production mondiale des matières plastiques, l'acier, l'aluminium et le caoutchouc (millions de tonnes) en 2002

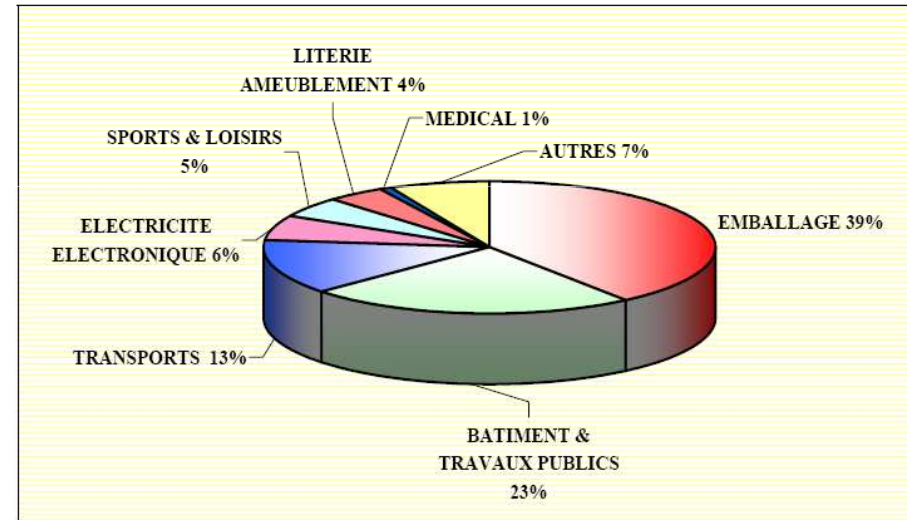


Figure 2 : Principaux domaines d'utilisation des polymères en Europe en 2002

Depuis le début des années 1950, la production des polymères est en continuelle ascension. Cette production croissante résulte d'une utilisation accrue dans le monde moderne. Les domaines d'utilisation sont très variés; le secteur d'utilisation le plus important étant l'emballage.

Les Polymères

A-1-2. classification

Il existe plusieurs types de classification des polymères, cependant les plus courantes sont celles qui font appel à leurs origines ou l'usage que l'on en fait:

a- selon l'origine:

- polymères naturels: protéines fibreuses (cheveux, laine, soie , coton cellulose ...)
- polymères artificiels: polymères naturels ayant subi une ou plusieurs modifications chimiques
- polymères de synthèse

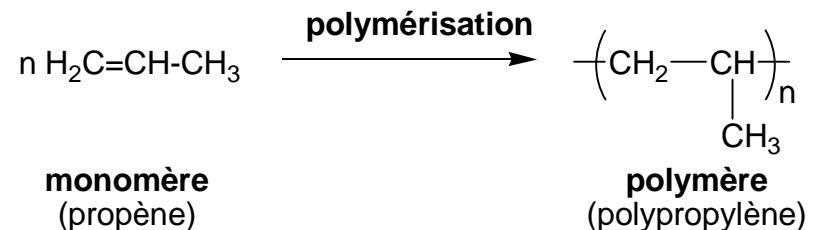
b- selon l'usage:

- polymères d'usage courant ou de commodité
- polymères techniques
- polymères spéciaux (usage restreint en médecine, pharmacie ...)

A-1-3. définitions

Polymère: ensemble de macromolécules issues de l'assemblage covalent de motifs identiques appelés monomères.

Monomère: molécule de base qui réagit par des réactions dites de polymérisation. Le monomère peut être un composé organique insaturé, un composé organique comportant une ou des fonctions réactives...



Les Polymères

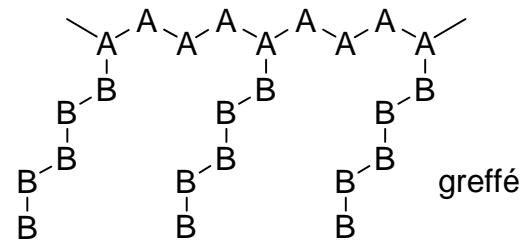
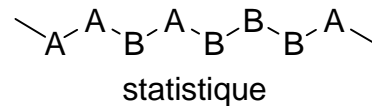
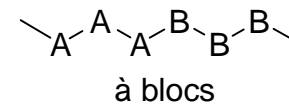
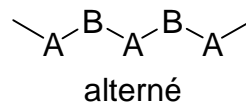
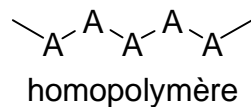
Macromère (ou macromonomère): espèce polymérisable de grande taille.

Ionomère: désigne des polymères porteurs de groupes ioniques.

Homopolymère: polymère préparé à partir d'un seul motif monomère.

Copolymère: polymère obtenu à partir de deux monomères. Cela donne une très grande variété de structures:

- le copolymère alterné: alternance entre les séquences A et B
- le copolymère à blocs: comporte des séquences plus ou moins longues de A et B
- le copolymère statistique: les séquences A et B sont « au hasard » (aléatoires)
- le copolymère greffé: fixation latérale de blocs B sur une chaîne principale formée de chaînons A ou l'inverse.



Les Polymères

A-1-4. exemples de polymères courants, propriétés et usages

polymère	Incompatibilité chimique	Résistance chimique	Quelques applications
Polyéthylène (PE) $\text{H}_2\text{C}=\text{CH}_2$ $\left(\text{CH}_2-\text{CH}_2\right)_n$	Huiles essentielles (orange, menthe, romarin, eucalyptus), chloroforme, bromoforme, benzaldéhyde, acétone, diéthyléther	Acides et bases, Solvants organiques en dessous de 80 °C	Bouteilles, flacons, barquettes, bouchons vissés, fûts et conteneurs.
Polypropylène (PP) $\text{H}_2\text{C}=\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}$ $\left(\text{CH}_2-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}\right)_n$	Solvants aromatiques à chaud, acides forts concentrés et très oxydants à chaud	Très bonne résistance chimique	Barquettes, caisses et casiers réutilisables, films et sachets transparents, tubes, flacons, emballages réutilisables.
Polychlorure de vinyle (PVC) $\text{H}_2\text{C}=\underset{\text{Cl}}{\text{CH}}$ $\left(\text{CH}_2-\underset{\text{Cl}}{\text{CH}}\right)_n$	Certains solvants organiques (aromatiques, cétoniques et chlorés)	Acides et bases en dessous de 60 °C, au chlore, huiles, graisses, alcool et hydrocarbures aliphatiques	Bouteilles, flacons, barquettes, boîtes alimentaires, films alimentaires, films pour le médical.
Polystyrène (PS) $\text{H}_2\text{C}=\underset{\text{C}_6\text{H}_5}{\text{CH}}$ $\left(\text{CH}_2-\underset{\text{C}_6\text{H}_5}{\text{CH}}\right)_n$	Acides oxydants, soluble dans les hydrocarbures aromatiques, solvants halogénés et oxygénés	Acides, bases et solutions aqueuses de sels	Pots pour produits laitiers, gobelets pour distributeurs automatiques, bouchons, boîtiers cosmétiques, boîtes à œufs, barquettes associées à film étirable.

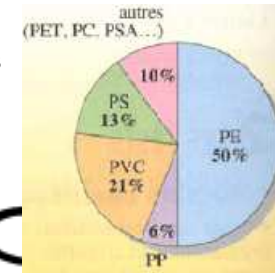
Les Polymères











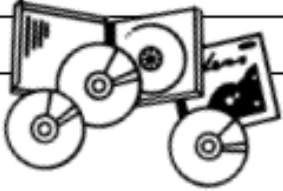
polymère	Incompatibilité chimique	Résistance chimique	Quelques applications
Polytetrafluoroéthylène (PTFE, Téflon) $F_2C=CF_2 \quad \left(CF_2-CF_2 \right)_n$			Anti-adhésif
Polyamides (PA) $\left[\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{C}-(CH_2)_p-\text{C}-\text{N}-(CH_2)_m-\text{N} \\ \parallel \quad \quad \quad \parallel \\ \text{O} \quad \quad \quad \text{H} \end{array} \right]_n$	Acides minéraux concentrés, phénols, solvants chlorés	Solvants organiques (sauf chlorés), solutions alcalines, huiles et graisses	Films pour produits alimentaires, bouchages intérieurs.
Polyuréthane (PUR) $\left[\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{C}-\text{N}-(CH_2)_p-\text{N}-\text{C}-\text{O}-(CH_2)_m-\text{O} \\ \parallel \quad \quad \quad \parallel \\ \text{O} \quad \quad \quad \text{O} \end{array} \right]_n$	Acides et bases minéraux concentrés, phénols, amines et hydrocarbures aromatiques		Mousse isolante pour chambres frigorifiques, citernes et réservoirs.
Polyesters (PET, PBT) $\left[\text{O}-(CH_2)_p-\text{O}-\text{C}(=\text{O})-\text{C}_6\text{H}_4-\text{C}(=\text{O}) \right]_n$	Ether éthylique, acides et bases forts, solvants à températures élevées (acétone, trichloréthylène, benzène), vapeur d'eau	En dessous de 70 °C, résistance à l'eau, alcools, huiles et graisses, hydrocarbures aliphatiques	Bouteilles pour boissons gazeuses, huile, eau, emballage de produits sensibles à l'oxygène.

Les Polymères

Exemples de plastiques usuels

Répartition des polymères dans les emballages

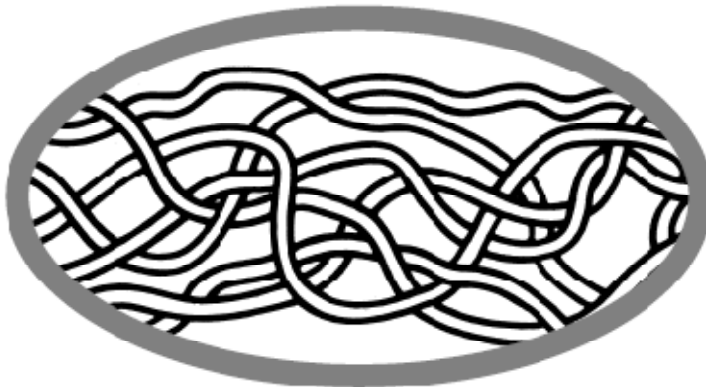


Plastiques	Usages		
Polyéthylène à haute densité	Poubelles 	Bouteilles 	Tuyaux
Polyéthylène à basse densité	Sacs	Sacs-poubelles 	Flacons souples pour détergents 
Polypropylène	Pots de margarine et emballages de nourriture	Meubles de jardin	Téléphones, pare-chocs de voitures 
Polystyrène	Boîtes genre Tupperware	Ordinateurs 	Cassettes audio et vidéo
Chlorure de polyvinyle	Flacons pour baxters, perfusions, transfusions	Cartes de crédit 	Chassis de fenêtres, tubes et tuyaux
Polyéthylènetéréphthalate	Bouteilles de boissons 	Récipients allant au four boissons	Anoraks et remplissages de couettes 
Polyuréthane	Rembourrage pour ameublement	Semelles de chaussures de sport	Roues de patins 
Acryliques	Tête de robinets	Lunettes de protection	Verres de feux de voiture
Polycarbonates	CD 	Phares avant de voitures	Casques de pompiers

Les Polymères

A-1-5. polymères thermoplastiques et thermodurcissables

Ceux qui ramollissent sous l'effet de la chaleur, puis durcissent à nouveau une fois refroidis.



On les appelle des **thermoplastiques**, car ils conservent leurs propriétés plastiques.

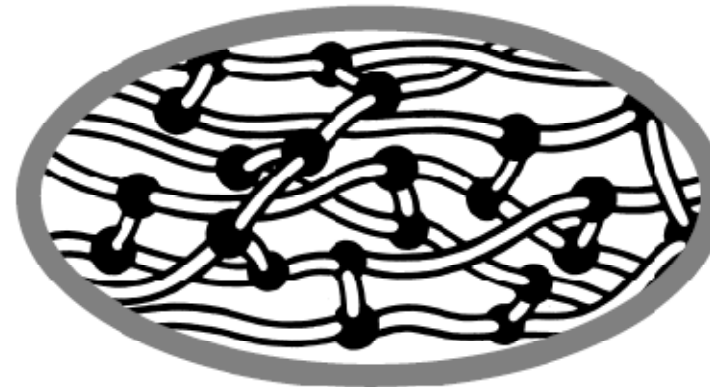
Les molécules de ces polymères consistent en de longues chaînes, seulement reliées par des liaisons faibles.

Ces liaisons sont si faibles qu'elles peuvent être rompues quand le plastique est chauffé.

Les chaînes peuvent alors se modifier pour prendre une forme différente.

Les liaisons faibles se reforment une fois la matière refroidie, et le thermoplastique garde sa nouvelle forme.

Ceux qui ne ramollissent jamais une fois moulés.



On les appelle des **thermodurcissables**, car une fois leur forme acquise, elle ne peut plus être modifiée.

Ces molécules de polymères se composent de longues chaînes, reliées par de nombreuses liaisons chimiques fortes.

Les molécules de ces polymères consistent en de longues chaînes reliées par un grand nombre de liaisons fortes.

Ces liaisons sont si solides qu'elles ne peuvent pas être rompues quand le plastique est chauffé.

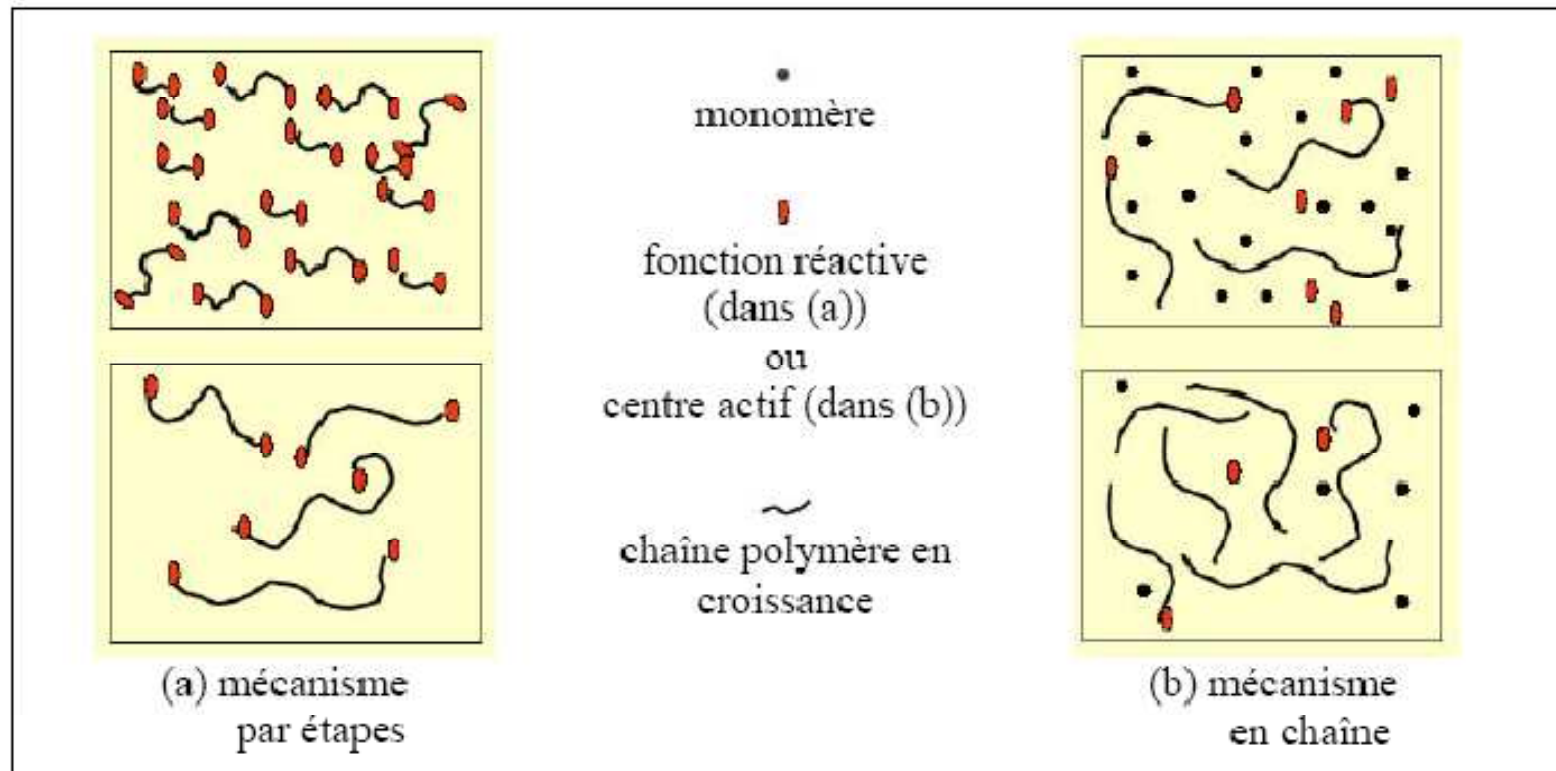
Ainsi la matière thermodurcissable garde toujours sa forme.

Les Polymères

A-2. Synthèses des polymères

Il y a deux types de réactions permettant de produire des polymères:

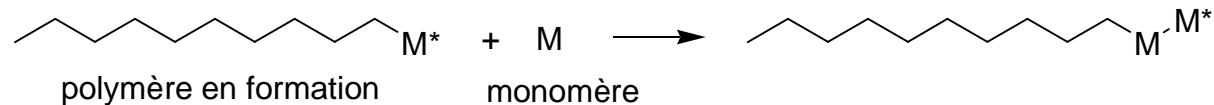
- les réactions d'addition (mécanisme en chaîne)
- les réactions de condensation (mécanisme par étapes)



Les Polymères

A-2-1. les réactions d'addition

Les polymères d'addition résultent de **réactions en chaîne** provoquées par des centres actifs prenant naissance dans le milieu. Il y a création d'un site actif localisé à l'extrémité du polymère en croissance. Une fois que la formation de cette entité réactive (ou site actif) a eu lieu, il n'y a plus de barrière à la création d'un très grand nombre de liaisons successives.



Trois sortes de site actif:

- électron célibataire = polymérisation radicalaire
- charge positive = polymérisation cationique
- charge négative = polymérisation anionique

Il existe un quatrième mode, particulier, pour déclencher la polymérisation, c'est la polymérisation par coordination.

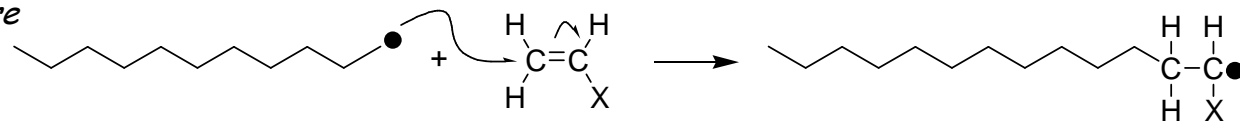
Les Polymères

La polymérisation en chaîne comporte 3 étapes (en général):

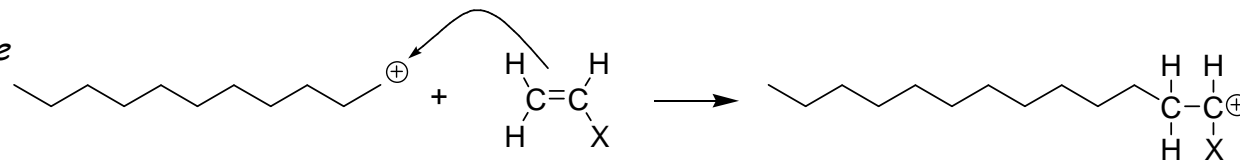
- **amorçage** = étape au cours de laquelle il y a création d'un nombre limité d'espèces actives,
- **propagation** = réactions successives de molécules de monomères sur une extrémité active ou activée conduisant à l'allongement de la chaîne macromoléculaire,
- **terminaison** = désactivation de l'espèce ou de l'extrémité active et arrêt de la croissance de la chaîne.

Représentation des étapes de propagation des différents modes d'addition pour un monomère vinylique:

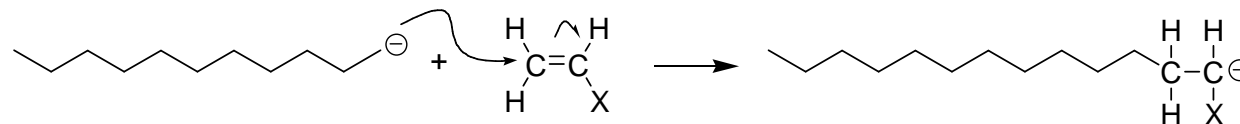
Polymérisation radicalaire



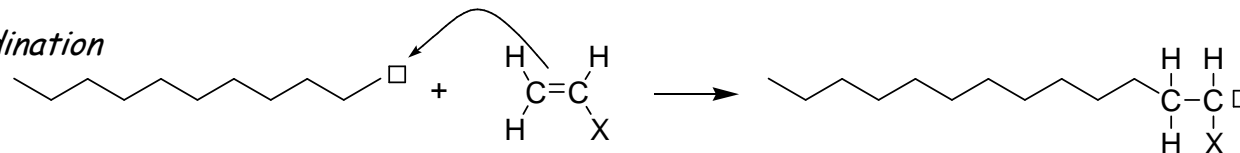
Polymérisation cationique



Polymérisation anionique



Polymérisation par coordination

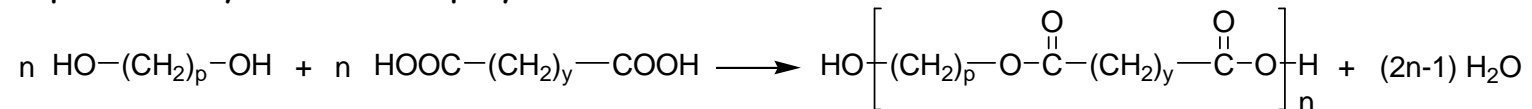


Les Polymères

A-2-2. les réactions de condensation

Les polymères de condensation sont formés généralement par condensation intermoléculaire par étapes de groupements réactifs. Au cours du processus, la formation du polymère s'effectue avec élimination d'une petite molécule.

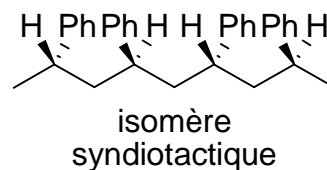
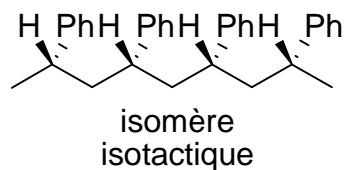
exemple de la synthèse d'un polyester:



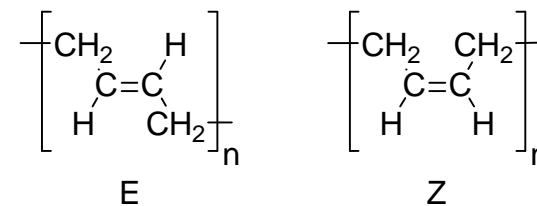
A-2-3. structures des polymères

a- polymères linéaires: polymères dont la chaîne ne comporte pas d'autres ramifications que les substituants latéraux déjà présents sur le monomère. Ce sont en général des homopolymères constitués par la répétition dans la chaîne du même motif (monomère) récurrent.

polystyrène



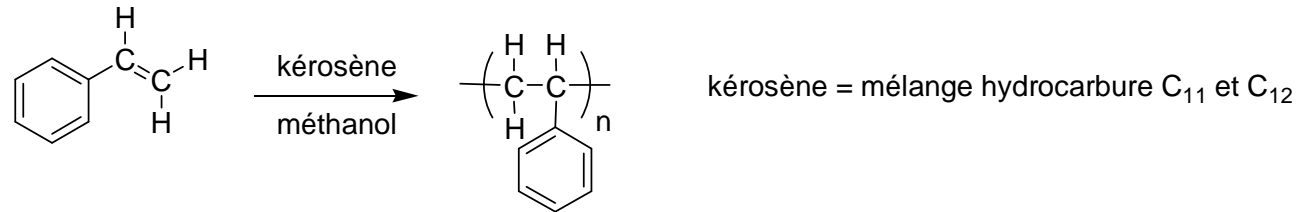
polybutadiène



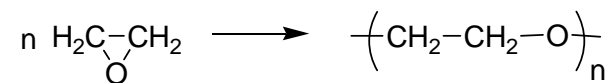
Les Polymères

A-2-4. exemples de synthèse de polymères

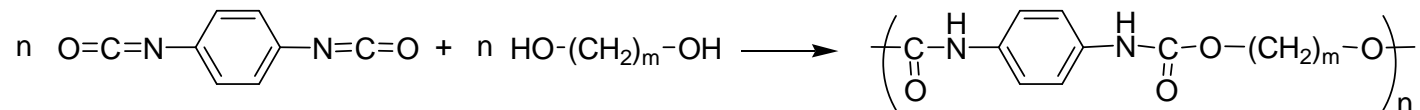
a- le polystyrène: le polystyrène est un thermoplastique (ramolli à chaud et durci à froid) à usage multiple. Il s'agit d'une synthèse par polyaddition.



b- le polyoxyde d'éthylène (POE): le polyoxyde d'éthylène est obtenu par polyaddition de l'oxyde d'éthylène. Utilisation dans le domaine de la cosmétique.

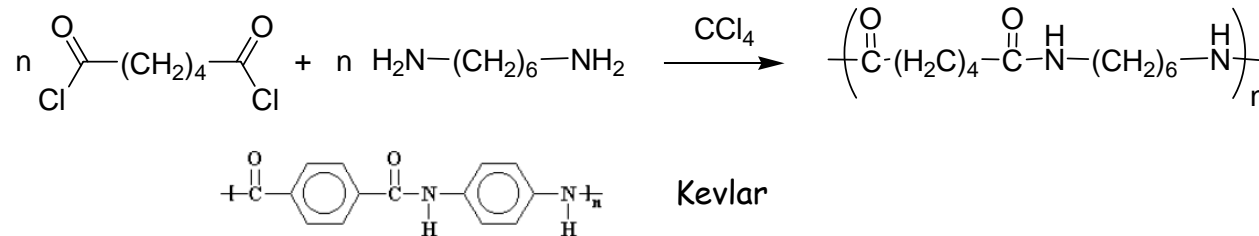


c- le polyuréthane (PUR): le polyuréthane est obtenu par polyaddition d'un diisocyanate et d'un polyol. Polymères souvent employés comme mousses expansives pour le remplissage d'emballage.

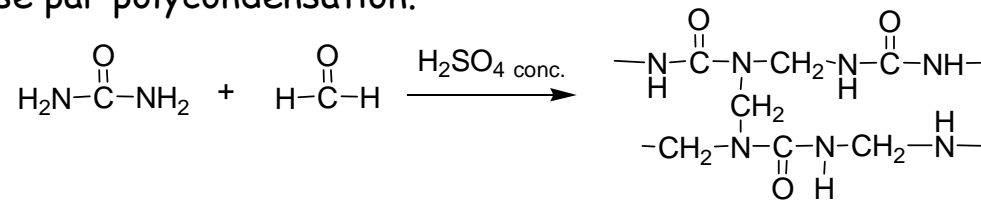


Les Polymères

d- le Nylon 6-6: le Nylon 6-6 est un thermoplastique (ramolli à chaud et durci à froid) à usage multiple. Il appartient à la famille des polyamides (comme la soie naturelle) et est utilisé surtout dans le textile. Synthèse par polycondensation.

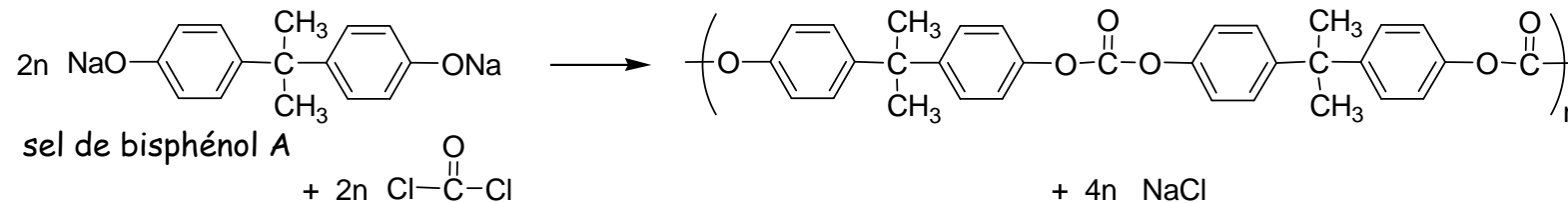


e- urée-formaldéhyde: polymère thermodurcissable, utilisé dans la fabrication de matériel électrique. Synthèse par polycondensation.



f- polycarbonate (PC): polymère préparé par polycondensation. Utilisé pour la fabrication de casques et de vaisselles incassables (lunettes légères, verre incassable).

Le Bisphénol A



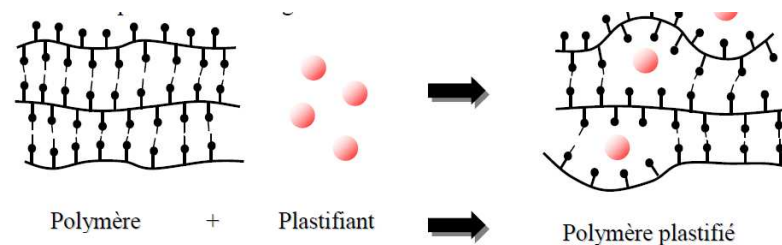
Les Polymères

A-2-5. charges et additifs

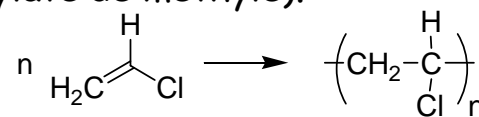
Des additifs sont souvent ajoutés lors de la préparation des polymères afin d'en modifier soit les propriétés mécaniques, physiques soit l'aspect général.

- auxiliaires de mise en œuvre: stabilisants et/ou lubrifiant pour faciliter la mise en œuvre dans des machines de transformation

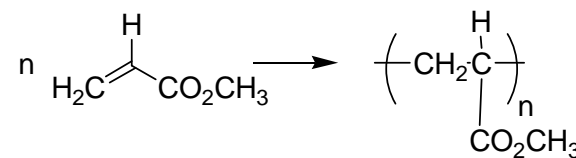
- modifiants mécaniques, plastifiants: composés qui s'insèrent entre les chaînes polymères permettant de diminuer les interactions polaires, les forces de van der Waals, les liaisons hydrogène entre les macromolécules. Les composés utilisés peuvent être des esters (triacétate de glycérol), des hydrocarbures (paraffines liquides), des amides mais aussi des cires de polyéthylène.



- des renforceurs de chocs: utilisés pour améliorer la résistance aux chocs de trois familles de thermoplastiques (dérivés du polystyrène, du polychlorure de vinyle et polyméthacrylate de méthyle).



PVC



PMMA
(plexigals)

Les Polymères

- modifiants mécaniques, les réticulants et porogènes:

+ les réticulants servent à conférer aux résines thermodurcissables une structure définitive et à créer des pontages dans les thermoplastiques.

+ les porogènes engendrent lors de la fabrication d'emballages en mousse un gaz assurant la formation d'une structure alvéolaire (ce sont en général des solvants volatils ou des produits se décomposant pour donner CO_2 , N_2 ou CO).

- les absorbeurs d'UV: les rayonnements UV (290 - 400 nm) provoquent la formation de radicaux libres qui peuvent entraîner la modification de la structure du polymère par réaction (modification de la nature chimique et physique du polymère). Sont introduits dans les polymères des composés retardant ou empêchant l'action des rayons UV. Ce sont en général des pigments opacifiants (oxyde de titane par exemple), certains composés organiques (comme le salicylate de phényle). Ces additifs sont très peu utilisés dans le domaine des emballages alimentaires ou pharmaceutiques.

- les antistatiques: les plastiques sont bons isolants électriques cependant ils peuvent se charger en électricité statique par frottement (attraction de poussières pouvant contenir des spores de microorganismes - problème important pour les emballages alimentaires). Deux modes d'action possibles: rendre la surface du plastique conductrice par ajout d'amines ou d'amides d'acides gras, introduction de microsphères de silice qui évite l'attraction mutuelle entre deux films polymères.

Les Polymères

A-3. Les emballages: les différentes réglementations

A-3-1. préalable: les interactions contenu-contenant

Cas des emballages alimentaires: pour choisir un emballage pour un produit alimentaire, il faut connaître tous les phénomènes physiques et chimiques entre le contenant et le contenu qui peuvent survenir. Pour cela il faut étudier l'évolution du produit dans l'emballage.

Les différents types d'interactions contenu-contenant sont la migration, la sorption et la perméation. Tous ces phénomènes ont la même origine, une différence de concentration entre deux milieux en un composé. Ce gradient induit un mouvement de matière des régions les plus concentrées vers celles qui le sont moins (phénomène de diffusion).

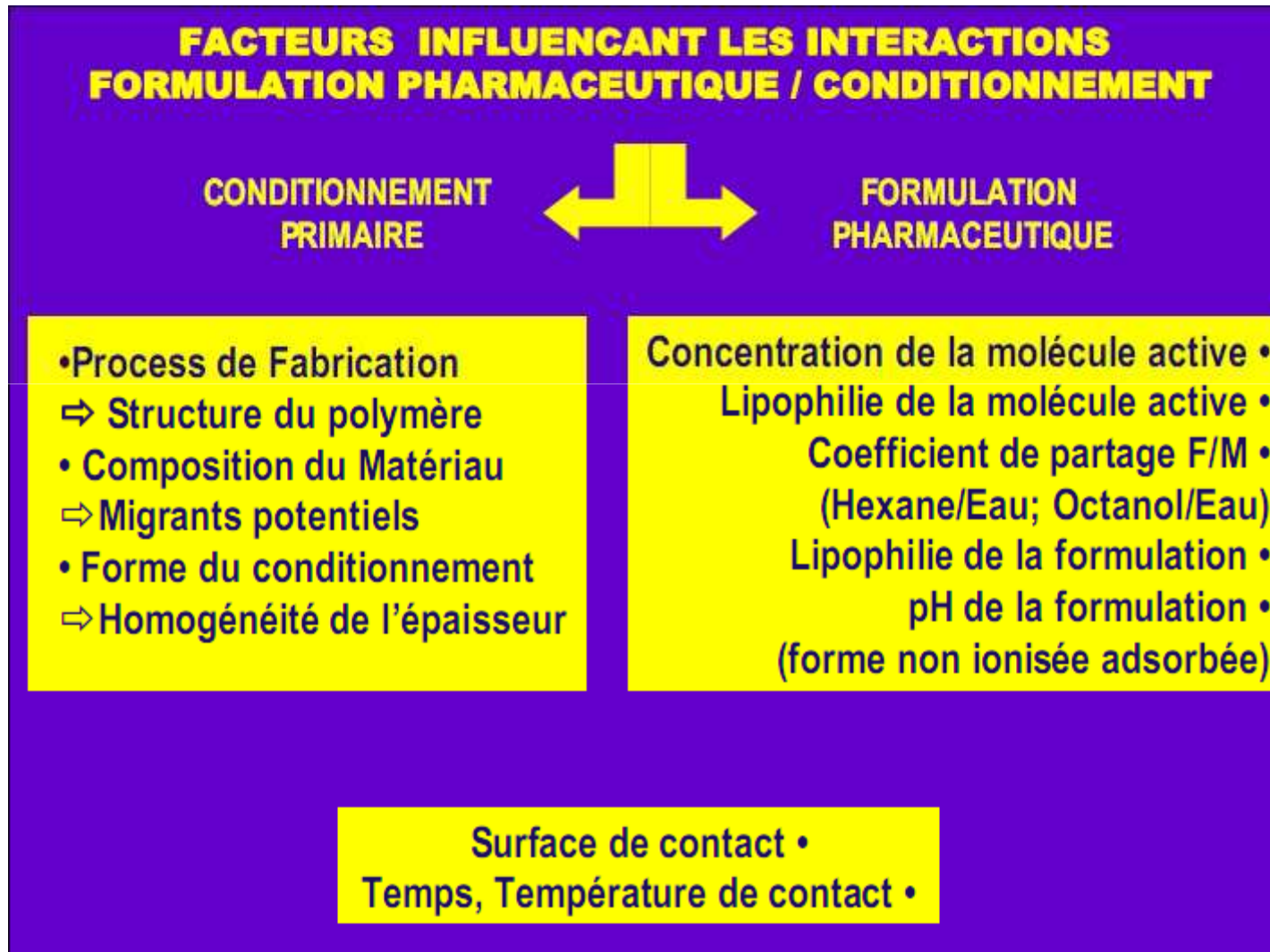
- la migration: les constituants de l'emballage migrent vers l'aliments (monomère, adjuvant, stabilisants...). En passant dans l'aliment ces composés peuvent donner de mauvaises odeurs, un mauvais goût. Le produit alimentaire est donc dégradé. Ces composés peuvent être aussi inodores mais toxiques. La migration des stabilisants de l'emballage vers le produits provoquent une accélération de la dégradation de l'emballage.

- la sorption: certains composants du produit migrent vers l'emballage. Les matières grasses, par exemple, peuvent modifier le polymère en le pénétrant et donc en le « gonflant ».

- la perméation: des composés de l'extérieurs traversent l'emballage et passent dans le produit. Et inversement des produits passent à travers l'emballage vers l'extérieur (on les appelle des perméants).

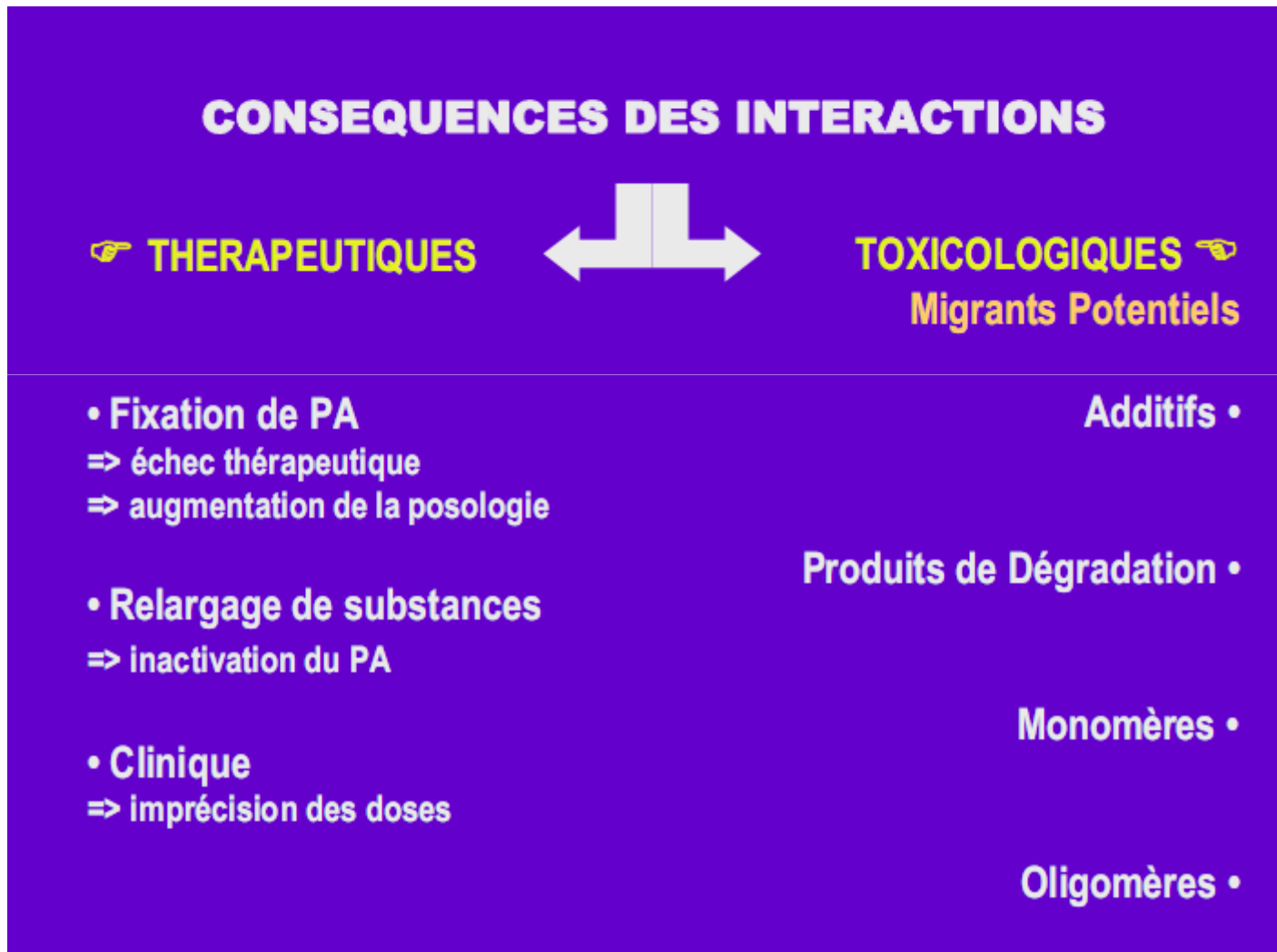
Les Polymères

les interactions contenu-contenant / cas du domaine pharmaceutique



Les Polymères

les interactions contenu-contenant / cas du domaine pharmaceutique



Les Polymères

A-3-2. principes généraux des réglementations

- a- protection de la personne humaine dans son environnement professionnel et dans son cadre de vie.
- b- protection économique du consommateur.
- c- protection sanitaire de l'individu (contaminations technologiques et toxicologiques).

A-3-3. généralités

La directive (94/62/CE) du 20 décembre 1994 a été revisitée et remplacée par la directive 2004/12/CE du 11/02/2004 publiée au journal officiel de l'union européenne le 18/02/2004 et non transposée en droit français

Remarque 1: Chaque Etat peut ajouter:

- des recommandations officielles (Ministère de la santé)
- des normes
- des procédés d'homologation (eaux minérales)

Remarque 2: Les associations professionnelles éditent des recommandations destinées aux industriels (liste positive de substances conseillées)

Les Polymères

A-3-4. réglementations alimentaires: règles de base

Règle n°1 : Toute substance utilisée au contact d'un aliment doit avoir été *autorisée par les autorités sanitaires compétentes pour un emploi déterminé.*

- existence d'une liste positive de substances autorisées.
- limitation en quantité ou en emploi (toxicologiques).
- interdiction d'emploi absolue du 3,4-benzopyrène en France et teneur limitée en chlorure de vinyle en Europe.

Règle n°2 : la migration d'un matériau d'emballage dans l'aliment doit être aussi faible que possible.

- limites spécifiques de migrations pour les substances moyennement toxiques.
- fixation d'une limite globale pour les substances non ou faiblement toxiques.
- Conseil de l'Europe: 60 mg/kg d'aliment pour l'ensemble des contaminants migrant de l'emballage.

Règle n°3 : Le matériau d'emballage ne doit pas altérer sensiblement les propriétés intrinsèques de l'aliment.

- physico-chimie: pH, composition, oxydabilité, résistance aux UV, imperméable aux gaz.
- biologique: pas d'inhibition de la fermentation naturelle par migration.
- nutritionnelle: absorption d'une vitamine ou d'un oligoélément.
- sensorielle: coloration de l'aliment, décoloration, saveur, odeur, altération de la palatabilité.

Les Polymères

Règle n°4 : L'emballage utilisé pour le stockage, le transport et la vente des denrées alimentaires ne doit pas avoir été utilisé à d'autres fins en particulier pour le transport de produits chimiques.

A-3-5. réglementations alimentaires: méthodes de contrôle

Simulation des aliments : Utilisation de liquides simulant certaines denrées alimentaires (eau, acide acétique 3%, eau alcoolique 10-15%, huile ou triglycéride, pentane, heptane).
Simplification des méthodes physicochimiques de détermination des migrants.

Aliments eux-mêmes : recherche de chlorure de vinyle, Pb.

Matériau d'emballage : lorsque l'on peut l'obtenir vide avant utilisation.

Fixation de critères de température et durée : souvent 40 °C pendant 10 jours

Les contrôles peuvent être

- physiques : pH, limpidité, coloration.
- chimiques : extrait sec (migrat non volatil), chromatographie pour les restes de solvants et monomères, spectrographie (UV, IR) pour les stabilisants, anti UV et antioxydants, colorimétrie (diamines aromatiques).
- sensoriels : tests de dégustation

Les Polymères

A-3-6. réglementations pharmaceutiques: règles de base

Pratiquement universelles: emballages, contenants du sang, injectables, accessoires médicaux

Règle n°1 : Aucune substance au contact de la préparation pharmaceutique ne doit altérer la composition ou modifier l'activité du produit conditionné.

- sorptions minimales de l'emballage
- absence de pyrogène
- activité pharmacodynamique conservée

Règle n°2 : les substances au contact du sang doivent être totalement inactive vis-à-vis des globules rouges.

Règle n°3 : Les substances au contact de la préparation pharmaceutique, du sang ou implantées dans l'organisme doivent être dépourvues de toxicité ou d'irritabilité (toxicité par injection, irritation des muqueuse, cytotoxicité).

Règle n°4 : Toute préparation pharmaceutique doit recevoir une AMM (données chimiques, analytiques et toxicologiques).

Règle n° 5 : Tout lot de produit à usage pharmaceutique ou médical doit être identifié et contrôlé (par un personnel technique et responsable, marqué d'un numéro de lot, mise au quarantaine possible).

Règle n°6 : Toute préparation pharmaceutique présentant un risque pour les enfants doit être protégée par un emballage inviolable.

Les Polymères

A-3-7. réglementations pharmaceutiques: méthodes de contrôle

Identification : Spectre IR pour le polymère de base, recherche des additifs (antioxydants, stabilisateurs, absorbeurs d'UV). Souvent difficile: nécessite la composition qualitative de l'emballage par le fabriquant.

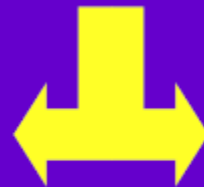
- détermination de la teneur en certaines substances : restes de monomères (chlorure de vinyle, styrène, acrylonitrile), métaux lourds, diamines aromatiques, stabilisants, anti-UV, antioxydants.

- contrôle de l'extraction à l'eau, à l'éther ou autre solvant : total des substances extraites par un solvant.

- contrôle de la toxicité par injection du migrat de l'emballage dans l'eau
- vérification de l'absence de pyrogènes par injection du migrat à un lapin
- absence d'action hémolytique du migrat sur des cellules de sang humain héparinisé

CONTACT DIRECT: CONDITIONNEMENT PRIMAIRE

MATERIAU CONFORME



MATERIAU NOUVEAU

⇒ PHARMACOPEE

DEFINIR LES MIGRANTS POTENTIELS ⇐

ETABLIR UNE METHODOLOGIE SPECIFIQUE ⇐



ETUDES D'INTERACTION CONTENANT/CONTENU

ETUDES DE STABILITE

Les Polymères

Quelques mots sur REACH

Qu'est-ce que REACH ?

REACH est l'acronyme de **Registration, Evaluation, Authorisation and restriction of CHemicals**. Il s'agit d'un nouveau règlement sur les substances chimiques entré en vigueur le 01 Juin 2007 au sein de l'UE.

« Toutes les substances chimiques produites ou importées à plus d'une tonne par an et par fabricant ou importateur, y compris celles qui circulent déjà, devront faire l'objet d'une analyse de risques et être testées par leurs fabricants ou importateurs. »

Cela signifie que **l'innocuité d'une substance doit être prouvée par l'industriel**, faute de quoi la production, la mise sur le marché et la transformation dans l'UE devront cesser.

Aménagement du calendrier:

-01 décembre 2010 : à déclarer substances produites ou importées à plus 1000 tonnes/ans (et suivant la toxicité de ces substances la limite peut être de 100 tonnes/an, voire 1 tonne/an pour les plus dangereuses.

-01 juin 2013 : à partir de 100 tonnes/an

-01 juin 2018 : à partir de 1 tonne/an

Les Polymères

Ce que doit contenir le dossier de déclaration REACH

Evaluation du risque chimique:

- identification de la substance/préparation et de l'entreprise
- identification des dangers
- composition/informations sur les composants
- premiers secours
- mesures de lutttes contre l'incendie
- mesures à prendre en cas de dispersion accidentelle
- manipulation et stockage
- contrôle de l'exposition/protection individuelle
- propriétés physiques et chimiques
- stabilité et réactivité
- informations toxicologiques
- informations écologiques
- considération relative à l'élimination
- informations relatives au transport
- informations relatives à la réglementation
- autres informations

Les Polymères

Les polymères et REACH

En raison de leur haut poids moléculaire, **les polymères sont exemptés** d'enregistrement et d'évaluation sous REACH. Mais ils peuvent être sujet à autorisation et restriction.

Attention : les fabricants et importateurs de polymères doivent enregistrer les **monomères** ou **autres molécules** utilisés pour la synthèse du polymère (évidemment inutile à faire si la substance est déjà enregistrée).

Définitions suivant REACH :

-Monomère est une substance qui, par réaction de polymérisation, est convertie en unité répétée de la séquence du polymère. Les composés employés exclusivement pour la catalyse, l'initiation ou la terminaison d'une réaction de polymérisation ne sont pas des monomères.

-Polymère est une substance caractérisée par la séquence d'un ou plusieurs types d'unité monomère.