

CRITÈRES DE CHOIX TECHNIQUE DE MATERIAUX ET EMBALLAGES



- Annie PERRIN
- CTCPA – BOURG EN BRESSE – 04 74 45 52 63
- aperrin@ctcpa.org



Recherche ▶



Prestations de services ▶



Formations ▶

Technologie et process

Traitements thermiques, Innovation, Industrialisation

Microbiologie

Sporulés, Analyse, Audits de ligne

Emballage

Innovations, DLUO, Alimentarité, Perméabilité

Sécurités des aliments

HACCP, Traçabilité, Référentiels, Crise

Qualité nutritionnelle

Impact des procédés, Analyse, Mise au point

Développement durable

Bilan carbone, ACV, Eau Energie, Déchets

Process Equipement

Equipements, Transformation, traitement thermique...

Centre Technique de la Conservation des Produits Agricoles

- 86 personnes
- 6 sites + 3 antennes

Centre technique industriel (CTI) depuis 1950

Labellisé ITAI par le ministère de l'agriculture

Le centre technique expert de la préservation des produits :

- Sécurité microbiologique
- Maîtrise du risque chimique
- Qualité nutritionnelle
- Qualité organoleptique



Laboratoire emballage du CTCPA

Prestations d'analyse

Maîtrise des transferts gazeux et des fuites
Performances mécaniques et physiques
Essais d'aptitude à la fonctionnalité
Vieillesse accélérée du couple emballage produit
Test de migration globale et spécifique
Recherche de traces, composition des matières, off odours
Structure, composition et défauts
Propriétés thermiques, thermomécaniques, rhéologiques
Problématique de scellage
Écoconception et impacts environnementaux
Engineering réglementaire

Expertise

aperrin@ctcpa.org

Fonctionnalité des emballages



psaillard@ctcpa.org

Migration et interactions

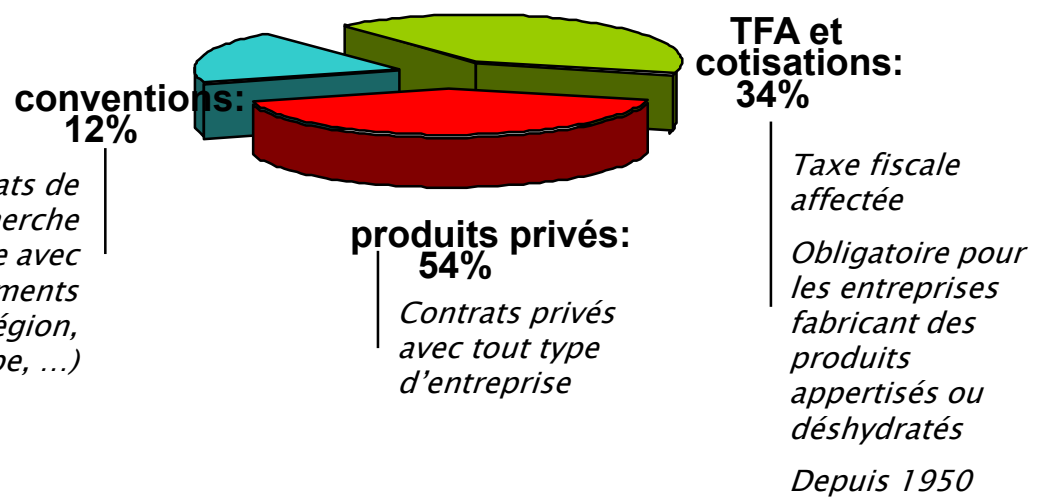


pdole@ctcpa.org

Polymères et matériaux



Recherche partenariale

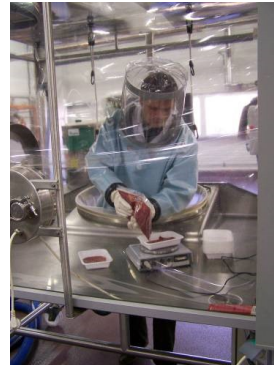




Halle technologique - Avignon



*Halle technologique –
Auch - CCI Gers*



*Halle technologique –
Amiens - UPJV*



Microbiologie - Avignon



*Emballage - Bourg-en-Bresse
Alimentec*

- une équipe qualifiée avec un fort esprit d'entreprise
- un réseau de partenaires
- des PFT mutualisées (enseignement, recherche, R&D privée)
- Des laboratoires d'expertise analytique

Lumière pulsée - Avignon



Qualité nutritionnelle - Avignon



Chauffage ohmique – Avignon/Amiens



Hautes pressions – Nantes Oniris



LES FONCTIONS DES EMBALLAGES

CRITERES DE CHOIX

LES FONCTIONS DES EMBALLAGES



Prévenir la qualité de l'aliment

Prévenir le risque microbiologique

Préserver l'intégrité de l'emballage et son contenu

Prévenir le risque chimique

Répondre aux exigences techniques et économiques du fabricant et de l'utilisateur de l'emballage

Interagir et communiquer avec le consommateur

Préserver l'environnement

Préserver la qualité de l'aliment

Accélération du rancissement

Dégradation photochimique des nutriments

Décarbonation, Perte de CO₂ en atmosphère modifiée

Oxydation / Brunissement

Changement de texture

Développement de microorganismes

Déshydratation par perte d'eau, d'humidité

Contamination, Goûts étrangers

Scalping, Perte en intensité

Modification du goût et de l'arôme

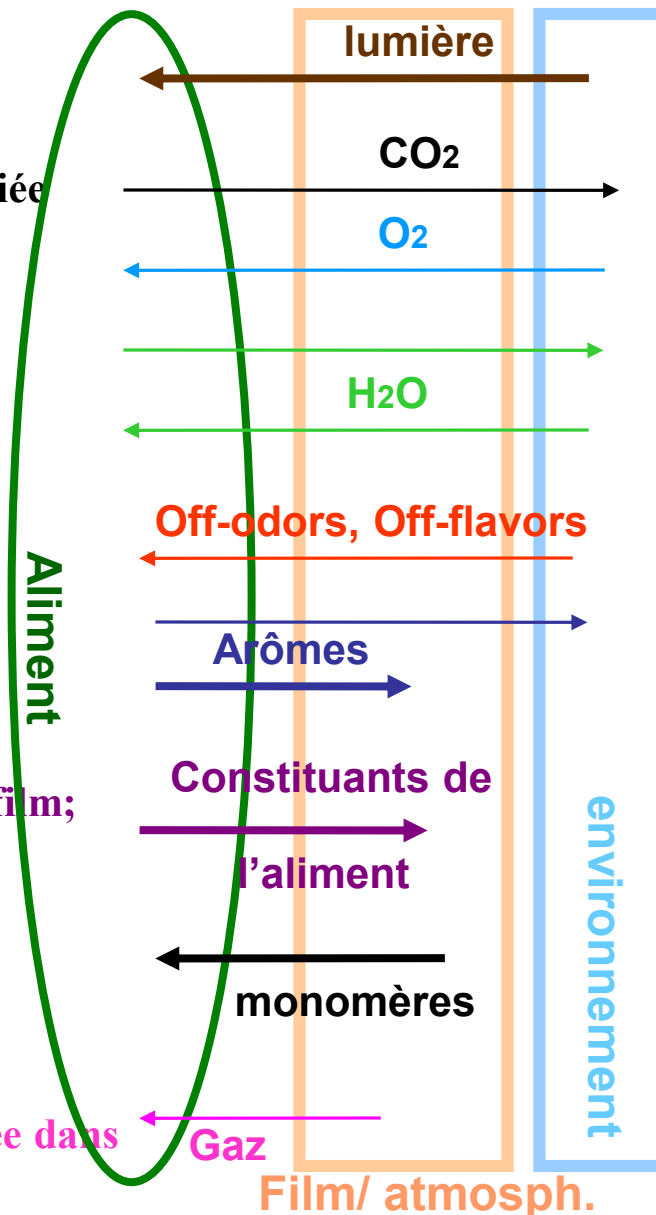
Modification des propriétés physico-chimiques du film;
évolution de la composition de l'atmosphère

Migrations de substances toxiques

Perte de l'aptitude au contact alimentaire

Altérations sensorielles

Dissolution de composants de l'atmosphère modifiée dans
l'aliment (CO₂,...)



+

Être « actif » pour
exacerber les effets
« barrière »

... Être « Blanche »

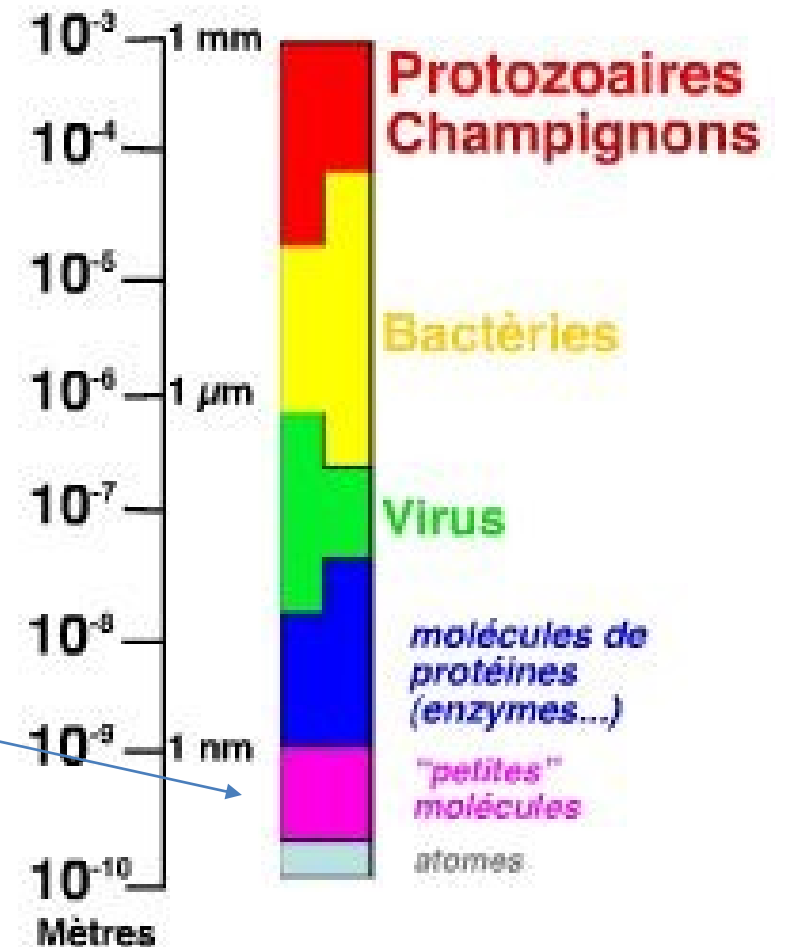
Préserver la qualité de l'aliment

!!!! Pas de maîtrise des gaz entrants ou sortants si l'emballage a des défauts d'étanchéité

Pour maîtriser les transferts gazeux, il convient que ceux-ci ne s'opèrent qu'au travers du matériau d'emballage... et donc pas au travers de ses défauts.

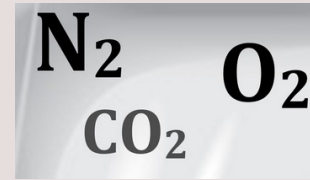
... affirmation évidente... mais dont on mesure le poids quand on observe à partir de quelle taille de défaut on parle d'une « fuite » de gaz!!!

Ceci justifie la complexité de conception d'un emballage « étanche » et pourquoi les « systèmes de fermeture » peuvent engendrer des design ou des compositions complexes (// en contradiction avec les objectifs de simplification des emballages...)

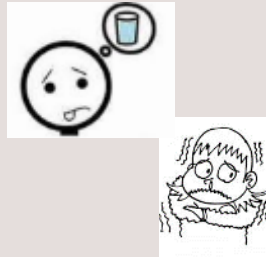


Prévenir le risque microbiologique

Etre très barrière à O₂ CO₂ pour maintenir l'atmosphère modifiée (dans le cas du « MAP »)



Etre barrière à l'eau pour maintenir la faible activité d'eau (cas des aliments déshydratés ou sucrés)



Etre physiquement compatible avec les traitements physiques et les conditions de transformation



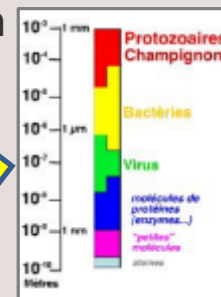
Résistance en température (remplissage à chaud, pasteurisation stérilisation), résistance au froid (surgélation), déformabilité (traitement haute pression),



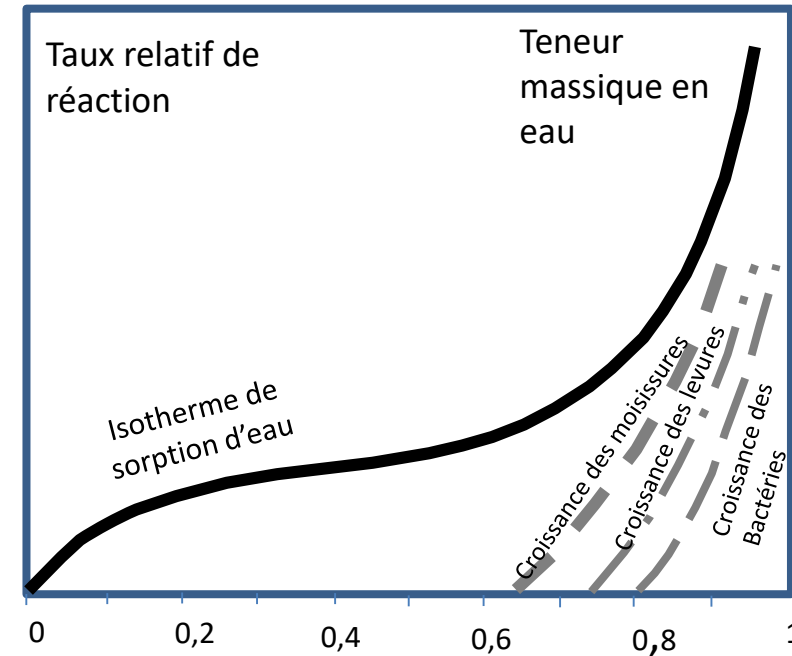
Contenir en surface ou émettre des substances à effet antimicrobien (« emballage actif »)



Donner des informations sur le produit, son évolution ou son environnement = emballages « intelligents »



Etre « Etanche »



Préserver l'intégrité de l'emballage et son contenu

Résister à tous les types de contraintes,



A toutes les échelles (pack primaire, suremballé, groupé, palette, palette gerbée)



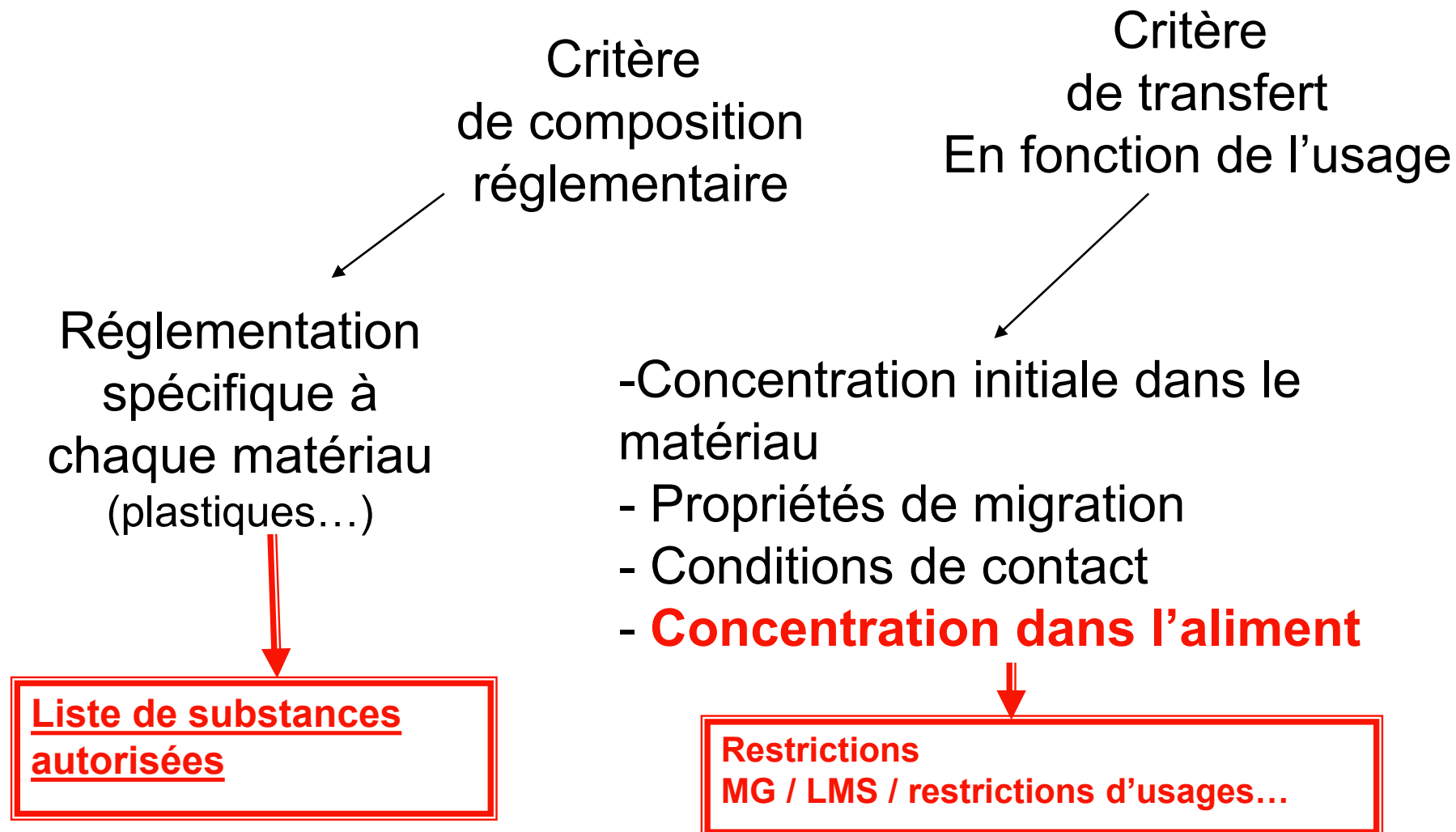
En toutes conditions d'environnement thermique et hydrique



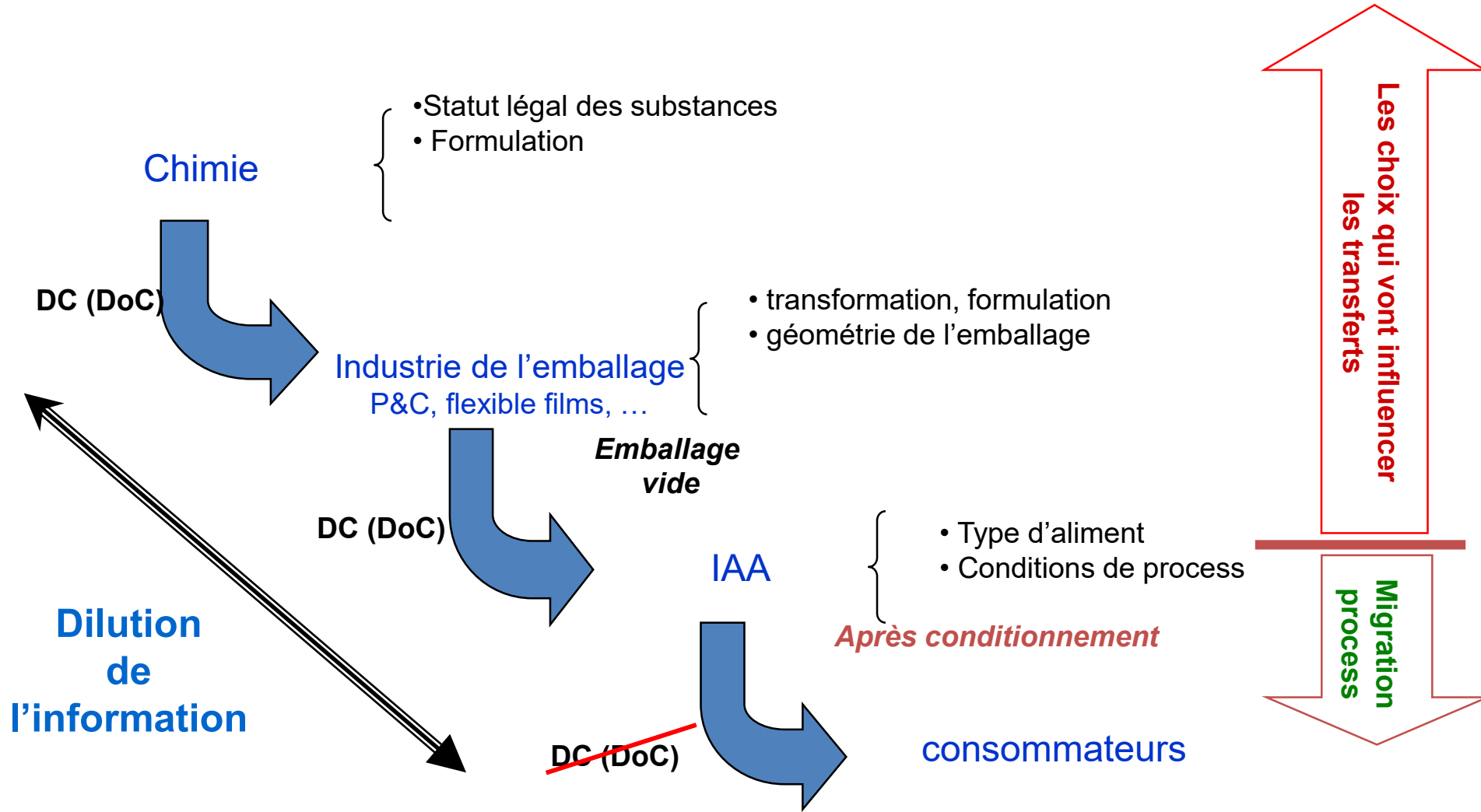
Résister à tous les types d'altérations associées aux interactions avec le produit



RISQUE = f (DANGER, EXPOSITION)

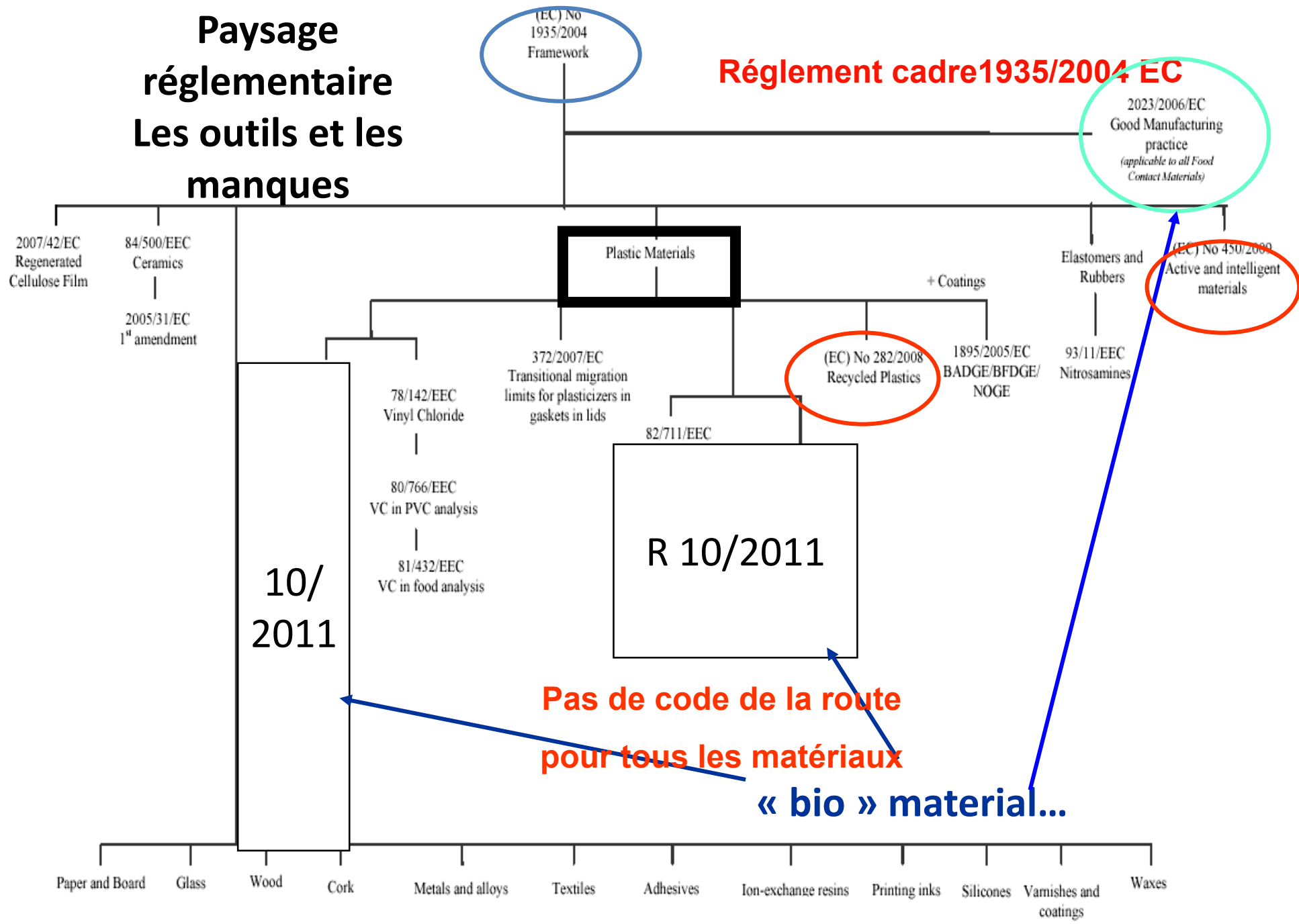


Un partage de responsabilité, un paradoxe tout au long de la chaîne



Certification, GMP's, traçabilité

Paysage réglementaire Les outils et les manques



Règlement cadre 1935/2004 EC

2023/2006/EC
Good Manufacturing practice
(applicable to all Food Contact Materials)

(EC) No 450/2009
Active and intelligent materials

(EC) No 282/2008
Recycled Plastics

10/
2011

R 10/2011

Pas de code de la route
pour tous les matériaux

« bio » material...

Le principe général **D'INERTIE** pour préserver la santé du consommateur est décrit dans le règlement cadre 1935/2004/EC, Art 3

« Les matériaux et objets destinés à entrer en contact avec les denrées, produits et boissons pour l'alimentation de l'homme **ne doivent pas**, dans les conditions normales ou prévisibles d'emploi, **céder à ces denrées alimentaires des constituants dans une quantité susceptible de présenter :**

- un danger pour la santé humaine ou,
- d'entraîner une modification inacceptable de la composition des denrées alimentaires ou,
- d'entraîner une altération des caractères organoleptiques de celles -ci»

Contrat d'objectifs pour tous les matériaux



Cadre réglementaire Français

Arrêtés / Décrets / Circulaire / Note d'information

Le cadre : <http://www.economie.gouv.fr/dgccrf/Fiche-generale-relative-a-la-reglementation-des-ma>

[Acier \(hors emballages\) -](#)

[Acier \(pour emballages\) -](#)

[Acier inoxydable](#)

[Aluminium et alliages d'aluminium](#)

[Bois](#)

[Caoutchouc](#)

[Complexes](#)

[Encres](#)

[Étain](#)

[Fonte](#)

[Matériaux plastiques](#)

[Objets en métaux divers revêtus \(métal blanchi\) -](#)

[Papiers et cartons](#)

[Papiers et cartons enduits](#)

[Verre - cristal - Céramique - Vitrocéramique - Objets émaillés](#)

[Zinc](#)

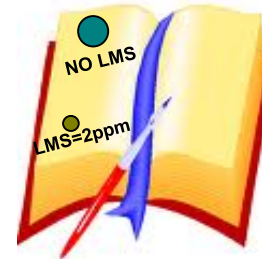
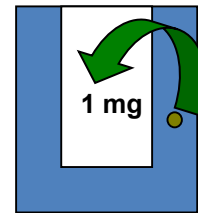
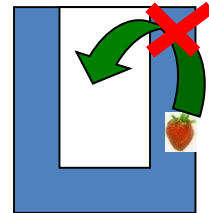
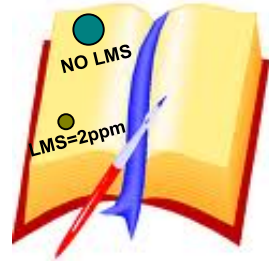
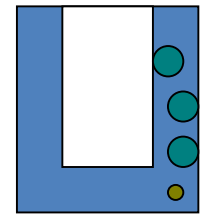
(en cours de révision)

A decorative graphic consisting of two parallel, curved lines that sweep from the bottom right towards the center of the page.

Règlement UE 10/2011 et ses amendements

Le règlement établit des exigences spécifiques applicables à la fabrication et à la commercialisation de **matériaux et d'objets en matière plastique**:

- des critères de composition,
- des critères de transferts, => **tests de migration**
 - migration globale (10 mg/dm²; 60 mg/kg)
 - migration spécifiques (de 10 µg/kg à 60 mg /kg)
 - **des conditions de tests (analytique / calcul / modélisation)**



Une obligation de déclaration

Des coûts associés

... dans les conditions prévisibles d'emploi

Répondre aux exigences techniques et économiques du fabricant et utilisateur d'emballage

Coût des matières:

Déterminant sur le coût des emballages agroalimentaires

Coût référence pour les matériaux de grande diffusion entre 0,8 et 1,5 E/kg → barrière aux bio et depuis peu au rPET

Cadences

Très élevées dans le domaine agroalimentaire – limite par exemple l'accès à des matières très visqueuses en plasturgie, ou la remise en cause des technologies standard de scellage

Processabilité

Fabricants : Comportement rhéologique, imprimabilité, Compatibilisation et adhérence des composants,
aptitude aux post traitements (surface, perforation...)

Utilisateurs : Comportements mécaniques et électrostatiques sur lignes de conditionnement, dépilabilité,..

Intégrer et communiquer avec le consommateur

Répondre.....

Aux exigences INCO, une fonction « information » réglementée

Aux nouvelles attentes sociétales en matière d'infos environnementales et de qualité nutritionnelle

Aux exigences techniques de praticité

Nomadisme, praticité, segment consommateurs seniors

Aux codes du marché et aux contraintes des distributeurs en matière de marketing, signalisation et expression

Un emballage doit :



Avoir de faibles impacts intrinsèques, par une diminution de la masse, une diminution de l'énergie associée à sa fabrication, et par une meilleure intégration de composants recyclés et ou biosourcés

Etre recyclable par une limitation du nombre de composants, par une meilleure séparabilité des composants, par la suppression des composants et substances indésirables



LEGER
SIMPLE
«EO»

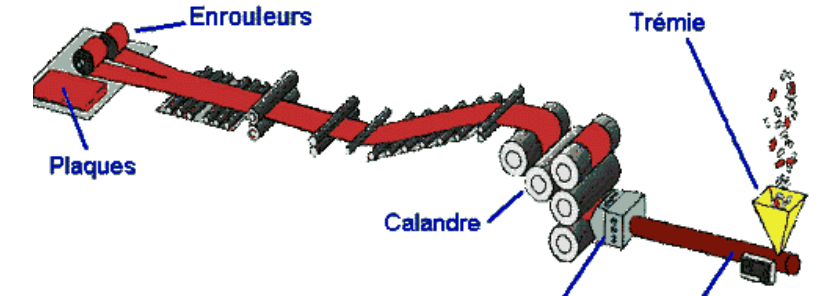
Etre fonctionnel pour préserver le produit et limiter le gaspillage alimentaire



FONCTIONNEL
COMPLEXE?

LES MATERIAUX ET EMBALLAGES PLASTIQUES

Les films, sachets



Extrusion calendrage

Films

Sachet

- Plat 2, 3, 4 soudures
- À soufflet de fond ou latéraux
- Doypack®
- Coussin ou Flowpack
- À gousset réalisé par piochage
- À 4 coins scellés
- Stick



Sachet 4 soudures



Sachet à maintien vertical



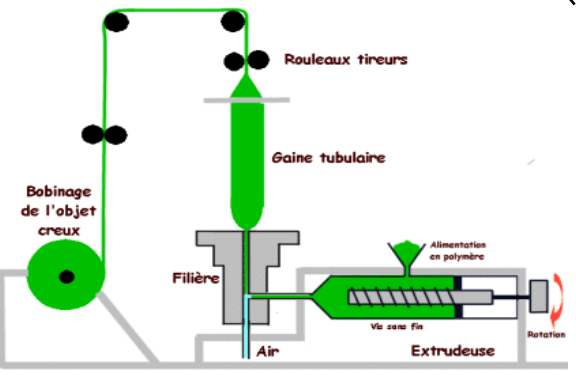
Sachet plat avec soufflets latéraux



Coussin ou flowpack



EXTRUSION



Extrusion gonflage

**Feuilles
Films**

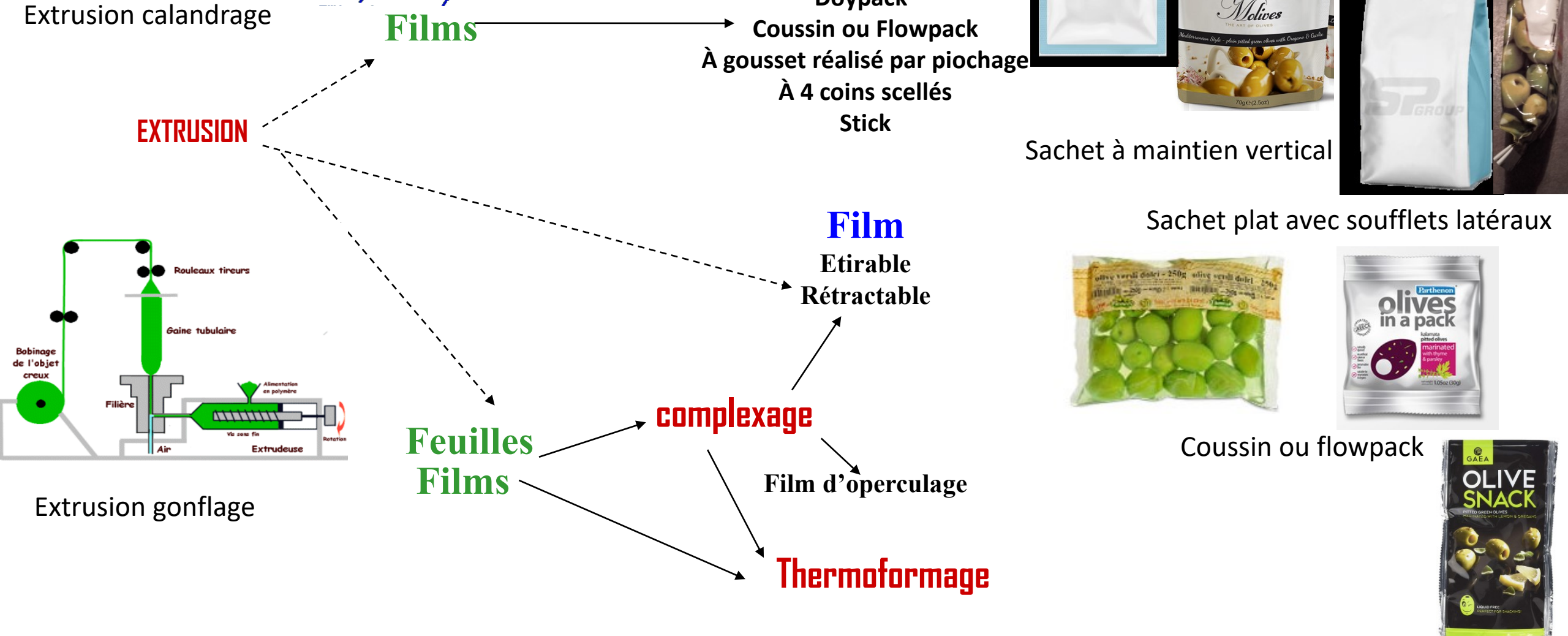
Film

- Etirable
- Rétractable

complexage

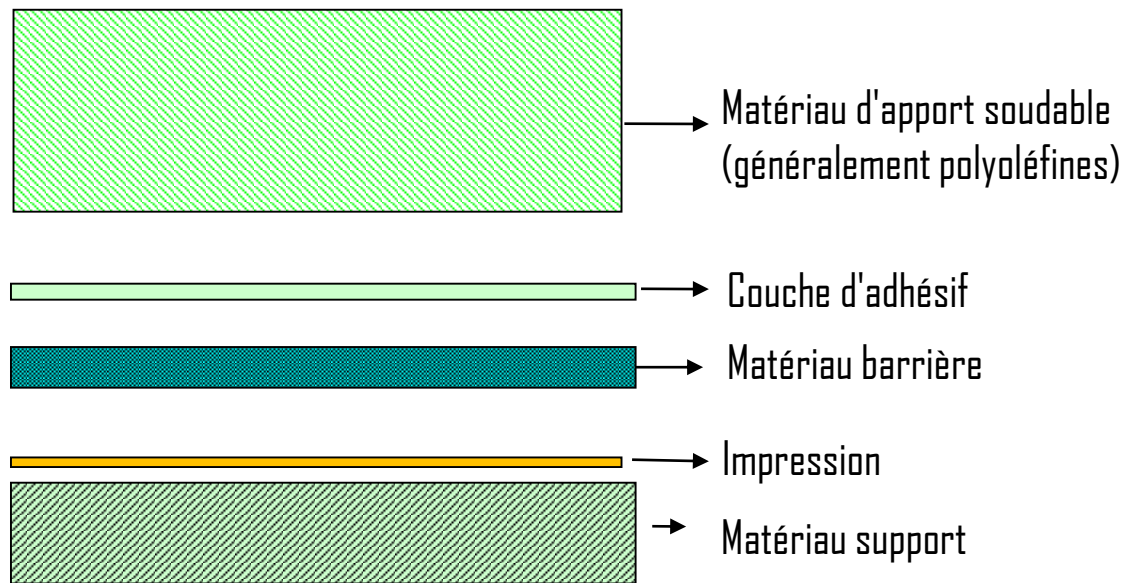
Film d'operculage

Thermoformage



Exemple de structure d'un matériau complexe

Face interne



Face externe

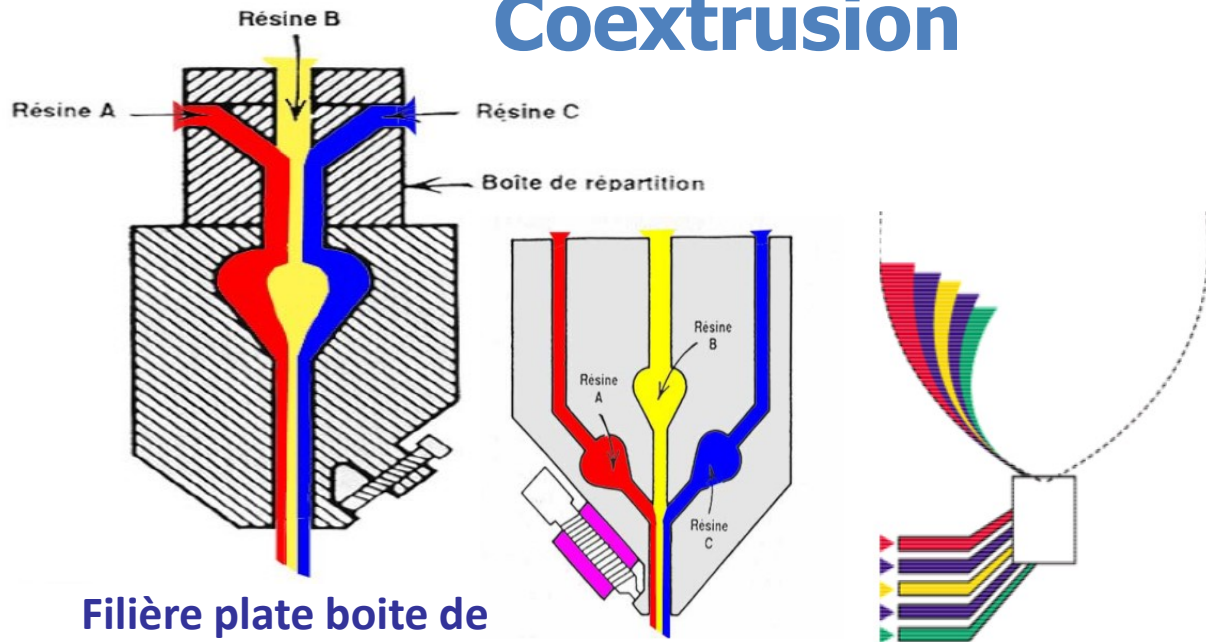


LES FILMS COMPLEXES

Complexage

Colle avec ou sans solvant
Liant polymérique

Coextrusion

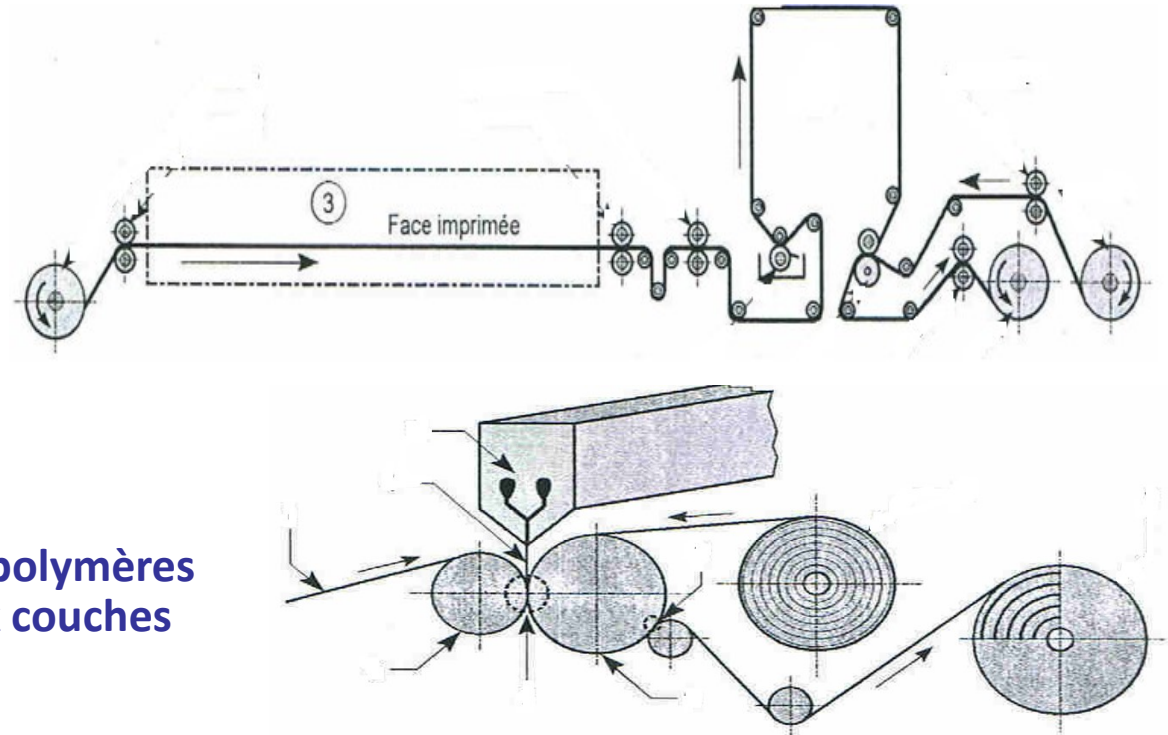


Filière plate boîte de répartition 3 polymères

Filière plate canaux séparés 3 polymères

Filière annulaire 3 polymères intercalé par deux couches de liant

Parfaite adhésion des résines mises en contact à l'état fondu



LES CORPS CREUX

Emballage thermoformé :
monocouche ou multicouche

THERMOFORMAGE

A partir de
feuilles
extrudées
ou
calandrées
ou
complexées

Applications

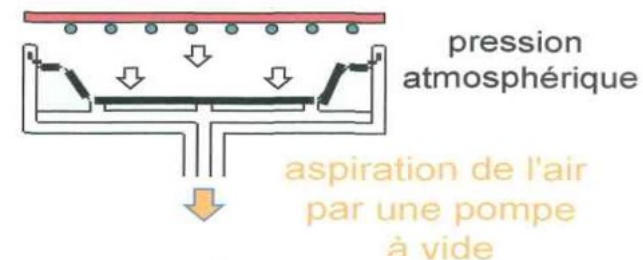
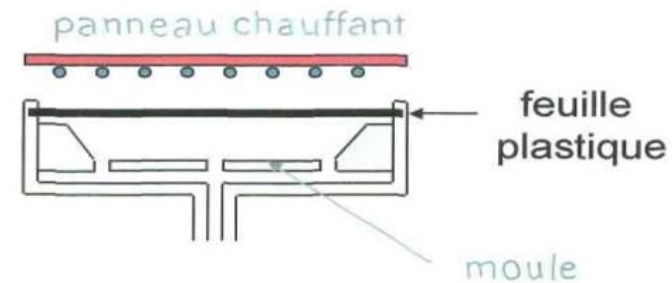
Gobelet
Blister
Couvercle
Plateau à empreintes

Pot
Barquette
Boîte
Bouchon
Pompe
Seau

INJECTION

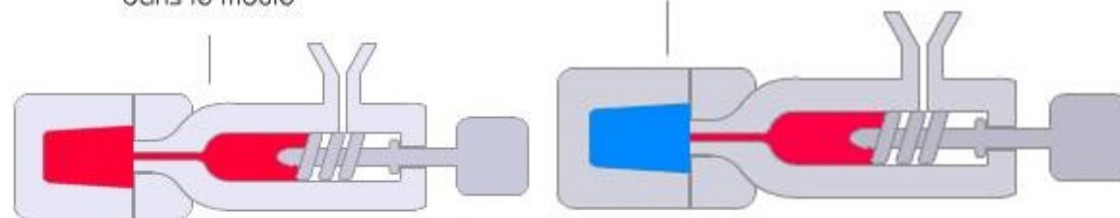
Pièces
moulées

Emballage injecté
monocouche



maintien de la pression
dans le moule

retroissement



LES CORPS CREUX

Emballage injecté
avec étiquette IML
(décor)



Emballage injecté
avec étiquette papier



Emballage avec
couvercle servant de
présentoir



Emballage
thermoformé avec
film operculé
imprimé



Emballages
thermoformés
barrières sécables



Emballages avec
compartment



Emballage hybride

barquette plastique faible
épaisseur operculable dans
barquette carton (rigidité)



LES CORPS CREUX

Emballage injecté avec IML barrière



Emballage plastique thermoformé barrière avec sleeve

Opercule easy peel

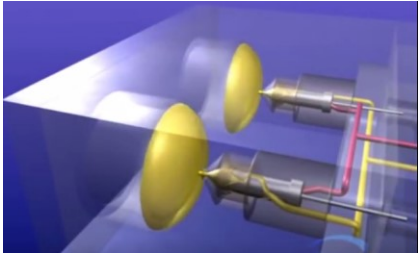
Emballage issu extrusion soufflage



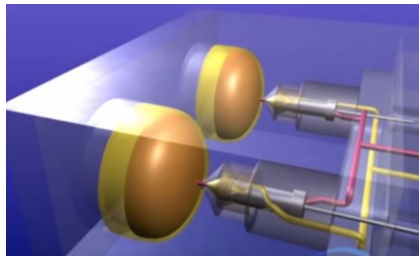
Soit étiquette IML avec barrière type EVOH ou étiquette barrière sans EVOH

LES CORPS CREUX

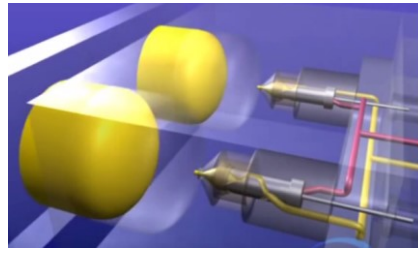
1



2



3



La co injection

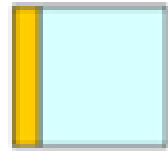


corps en PP/EvOH/PP et fermé sur le dessus (et dessous) par un couvercle serti muni d'une ouverture facile (type Eole)

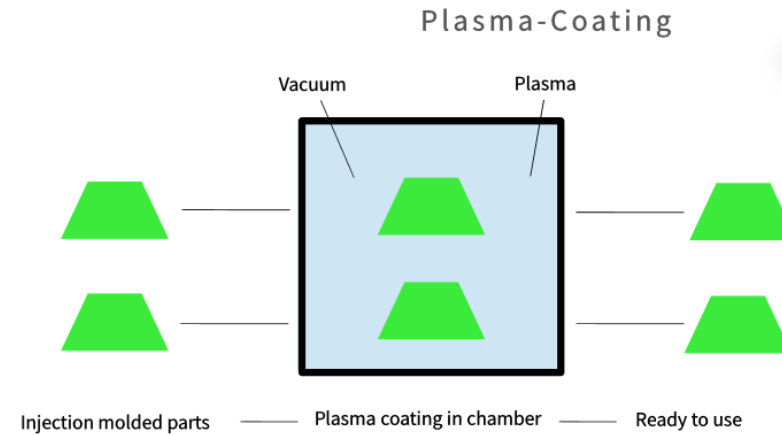
LES CORPS CREUX

Technologies de coatings minéraux

Coating

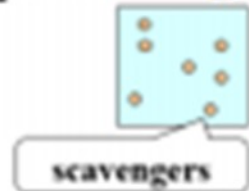


Source Furstgroup



Matériaux avec des charges actives.

O₂ Scavengers



LES MATERIAUX SUPPORT

Apporte la résistance mécanique:

- Résistance à l'abrasion
- Résistance à la perforation
- Résistance à la déchirure
- résistance à la flexion

Autres propriétés recherchées:

- Planéité
- Stabilité thermique
- Performances barrières
- Imprimabilité

OPA / PA

(Polyamide bi-orienté) / polyamide

OPP / PP

(Polypropylène bi-orienté) / polypropylène

PET

(Polyester ou polyéthylène téréphtalate)

PS

(polystyrène)

PVC

(chlorure de polyvinyle)

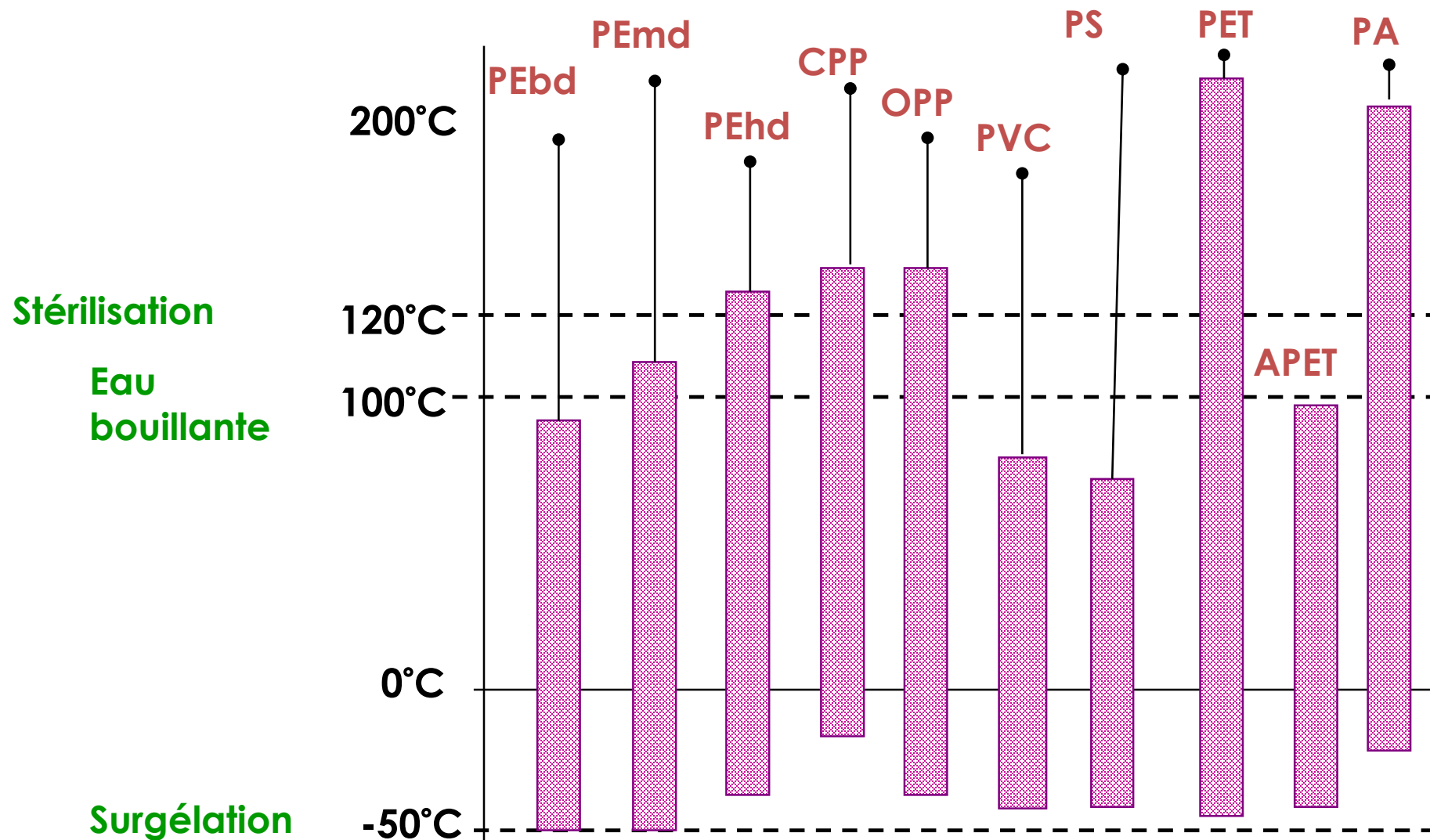
LES MATERIAUX SUPPORT

Le	Apporte	Mais
PET	La rigidité à un film complexe	N'est pas autoscellant par scellage sous pression
LDPE	Film / La souplesse, la résistance au déchirement, au poinçonnement pour les films	Il est trop déformable pour beaucoup d'applications
HDPE	Objet injecté : résistance aux chocs	
Polyamide	La résistance à la rupture, il est utilisé dans les films complexes qui ont des zones de pliages sous contrainte (cf la base des sachets doypack)	Il est trop coûteux pour être un matériau de base d'un emballage
PP	La stabilité dimensionnelle jusqu'à des températures de l'ordre de 135°C	
Les copolymères de PP-PE	Un compromis entre les bonnes propriétés mécaniques du PP à chaud et la résistance au choc du PE aux températures négatives	
PVC	Brillance et transparence comme APET	Non adapté pour le remplissage à chaud ou aux μ -ondes
PS	Grande facilité de transformations (extrusion, thermoformage)	Plage de température d'utilisation faible

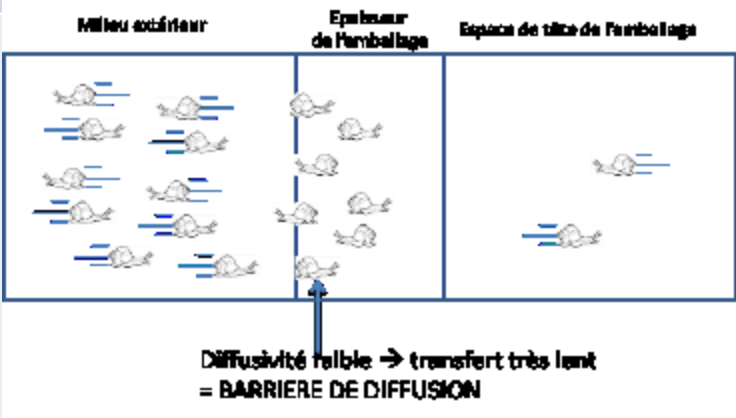
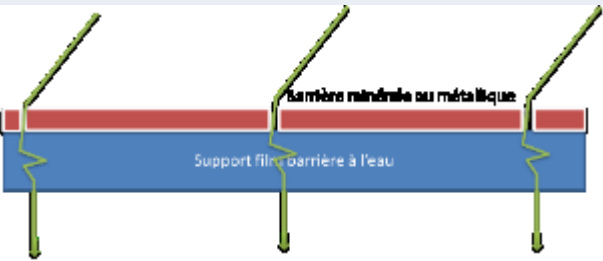
TENUE THERMIQUE

Pasteurisation (65-100°C) et appertisation (100-135°C)

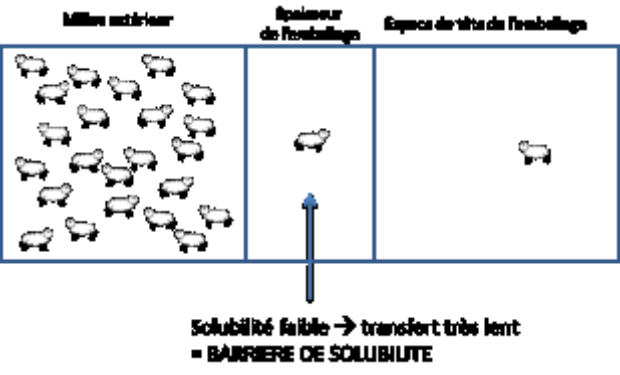
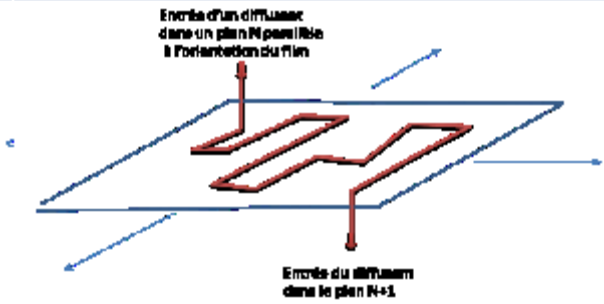

Matériaux adaptés au cahier des charges contrainte hygrothermique



LES MATERIAUX BARRIERES A L'OXYGENE

	PET, PEF	EVOH	PA	SiO _x , AlO _x ,	Metallisation et couche métallique	PVDC (enduction)	Métaux et verre
Mécanisme barrière	Barrière de diffusion	Barrière de diffusion couplée à haute densité	Barrière de diffusion, couplée à haute densité	Masque	Masque	Barrière à l'O ₂ et à la vapeur d'eau	Etanchéité quasi absolue
Illustration du mécanisme							
Biais	Stabilité thermique dépendante de l'état de cristallisation	Sensibilité de la barrière à l'hydratation: l'eau casse les liaisons hydrogène ces liaisons confèrent la haute densité au matériau		Fragilité mécanique: les stress engendrent d'avantage de défauts, d'où un moindre effet barrière			Performance dépendante de celle du système de fermeture
Recyclabilité / recyclage	Aisée si monomatériau	Non, systématiquement sous forme de complexe		Oui car les oxydes sont dispersés dans la masse sous forme de charge	Dépend des épaisseurs de couches métalliques conditions de recyclage matière gêne les opérations de tri	Matériau décrié au niveau environnement	Oui

LES MATERIAUX BARRIERES A LA VAPEUR D'EAU

	PE, PP	OPP	Metallisation (sur OPP)	Métaux et verre	Absorbours
Mécanisme barrière	Barrière de solubilité	Barrière de diffusion couplée à orientation	Masque	Rarement utilisés pour cette fonction	
Illustration du mécanisme					
Biais	Stabilité thermique du PE	Aucun biais majeur	Bilan environnemental associé à la métallisation		
recyclabilité	Aisée si monomatériau	Aisée si monomatériau	Dépend des conditions de recyclage matière		

Exemples de propriétés barrières de matériaux complexes

23°C, 0% H.R., cm³/m².jr.atm

COMPLEXES	EPAISSEURS	O ₂	CO ₂	N ₂
OPP/PE	25/50	2000 à 3000	5000	2000
PET bi-orienté/PE	12/50	100	150	30
PET/PE-EVOH-PE	12/2/30	1	4	<1
PA/PE	60/100	30	140	6
PA/PVDC/PE	60/5/100	9	34	25
PA/EVOH/PA/PE	25/10/25/100	5	20	1
PET/PVDC/PE	12/3/50	8 à 10	30	8
PVDC/pell. Cello/PVDC/PE	1/25/1/50	12 à 25	30 à 35	10
PVC rigide/PE	400/75	15	30	4
PET métallisé/PE	12/50	2	10	7
PET métallisé/PVC/PE	12/200/50	2	10	7
PVDC/OPP/PVDC	15/25/1,5	10 à 12	30	8

LES EMBALLAGES METALLIQUES

Les emballages métalliques

■ Avantages

Aluminium = léger, flexible, mince, non cassable

- ❖ Résistance
- ❖ Etiquette ou impression directe sur le matériau
- ❖ Ouverture facile ou emballages autochauffants
- ❖ Barrière gaz, arômes, lumière
- ❖ Longue conservation des produits
- ❖ Aluminium et acier recyclable à l'infini et selon un procédé simple

■ Inconvénients

- ❖ Manque de variétés en termes de forme
- ❖ Aluminium = cher
- ❖ Acier et fer = poids



- Le choix du conditionnement (choix du type de métal pour le corps de boîte et les fonds, choix des épaisseurs d'étain, choix des types de vernis intérieur et extérieur, etc.) appartient au conserveur et dépend de plusieurs facteurs contraints techniquement, mais aussi de choix commerciaux :
-
- ✓ La **nature du produit** (produit acide, gras, etc..) qui détermine son agressivité chimique vis-à-vis du contenant.
- ✓ La **DDM** à satisfaire (en général entre 2 et 5 ans, à température « ambiante » mais pouvant aller jusqu'à plus de 45°C dans certaines conditions).
- ✓ Boîte dite « **3 pièces** » ou « **2 pièces** » (boîte emboutie), format et taille.
- ✓ Boîte **lisse** ou à **corps mouluré** : le choix sera fonction de la résistance mécanique recherchée notamment vis-à-vis du traitement thermique et de la pression, puis du conditionnement secondaire après traitement thermique (mise en carton, mise sur palettes, etc..).
- ✓ Les **équipements et techniques de remplissage et de sertissage**
- ✓ Les **circuits d'entreposage et de commercialisation**
- ✓ **L'attente des consommateurs** : praticité d'ouverture, avec notamment l'ouverture facile par pré-
incision du couvercle (souvent appelé : boîte OF).
- ✓ **Empilabilité** : choix de boîte emboutie ou « rétreinte » avec un diamètre un peu plus faible en bas qu'en haut.
- ✓ **Aspect extérieur** par rapport à la décoration.
- ✓ Le **prix**.

Olives conditionnées en boîte métallique conservés à température ambiante	Préserver la qualité de l'aliment	<ul style="list-style-type: none"> Très hautes propriétés barrières à l'oxygène apportées par le contenant métallique assurant la stabilité à l'oxydation du produit sur des durées très longues Performance d'étanchéité du système de fermeture par sertissage garantissant l'absence de microfuites
	Prévenir le risque microbologique	Préserver l'intégrité de l'emballage et de son contenu

Prévenir le risque chimique	Préserver l'environnement
<ul style="list-style-type: none"> Résistance à la corrosion et aux migrations de dérivés métalliques associés apportée par la couche de vernis interne (-) Les vernis réticulés internes génèrent des composés néoformés qu'il est nécessaire d'identifier et d'évaluer d'un point de vue toxicologique ; la diversité des vernis, des produits et des procédés multiplie les cas d'espèces à considérer 	<ul style="list-style-type: none"> (+) Limitation du gaspillage alimentaire (grande durée de vie des produits) (+) Recyclabilité de la boîte métallique (-) Masse et consommations énergétiques associées à la logistique et au recyclage des contenants métalliques
Répondre aux exigences techniques et économiques du fabricant d'emballage	Interagir et communiquer avec le consommateur
<ul style="list-style-type: none"> (+) Contenants fabriqués à très haute cadence (-) Coût associé aux matières premières 	<ul style="list-style-type: none"> Différenciation et communication limitées à la surface de l'étiquette

LES EMBALLAGES EN VERRE

Les emballages en verre

■ Avantages

- ❖ Différentes formes
- ❖ Transparence
- ❖ Evocation naturel, authenticité
- ❖ Contenant privilégié pour produits à forte valeur ajoutée
- ❖ Image de produit haut de gamme
- ❖ Traitements de surface pour support d'information
- ❖ Utilisable four et micro-ondes
- ❖ Inerte, imperméable aux gaz , arômes
- ❖ Longue conservation des produits
- ❖ Recyclable
- ❖ Se nettoie très bien
- ❖ Stabilité des prix

■ Inconvénients

- ❖ Cassable
- ❖ Dangers : bris de verre
- ❖ Poids
- ❖ Volume important pour le transport
- ❖ Coût d'achat élevé
- ❖ Cher à recycler

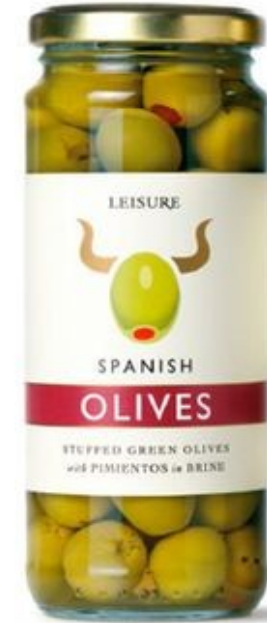
Les emballages en verre



Capsules twist off pasteurisables et stérilisables



Bocaux twist off



Bocaux à fermeture mécanique avec joint caoutchouc



Capsules deep pasteurisables



Bocaux avec sleeves

Compatibilité chimique des matériaux

Le	avantages	Inconvénients	Voies d'amélioration
PET	Barrière aux migrants Peu formulé	Perte des qualités barrières à T > 90°C	PET à effet barrière amélioré
LDPE, HDPE, PP	Migration faible lorsqu'utilisés sous forme de film fin	Très formulés, et diversement formulés Thermosensibilité et néoformés Taux d'oligomères mal maîtrisé	Safe formulation Sélection de résines à faible taux d'oligomère
PA, EVOH	Barrières fonctionnelles	Perte des qualités barrières en conditions humides	
SiOx AlOx	Barrières fonctionnelles		Inertie absolue lorsqu'il sera possible d'utiliser ces couches en contact direct avec le produit
Couches de scellage	Faible épaisseur	Très migrantes en raison de la faible structuration (copolymères)	
Couches de vernis sur emballages métalliques	Niveau de migration faible en raison de la faible épaisseur	Mauvaise maîtrise des réactions secondaires issues de la réticulation des vernis	
Verre	Quasi inertie	Tout de même effet des traitements de surface Un emballage verre a toujours un système de fermeture qui n'est pas en verre!	
Matériaux recyclés utilisés en boucle fermée	environnementaux	Maîtrise des contaminants	
PEF	Barrière > à celle du PET	Composés furaniques ?	
bioplastiques		Dégradabilité générant des migrants Forte interaction des blends amidon	

Les matériaux en fonction du process/durée de vie

2 à 6 mois T° réfrigérée	Matériaux thermoformables ou injectés moyennes barrières ou barrières PVC/PE, APET/PE, PP , PP-EVOH, PP IML barrière Films d'opercule moyennes barrières ou barrières OPA/PE, PET/PE, OPP/PVDC/PE, OPP/PA/PE, PET/PE-EVOH/PE	Sous vide ou avec Atmosphère protectrice
6 à 24 mois Température ambiante	Sachets métallisés , à barrière minérale, sachets aluminisés Matériaux hautes barrières: PETAlOx/PE, PETSIOX/PE, PETAlu/PE Emballages thermoformés PP/EVOH/PP, CPET Emballages injectés barrières Boite métalliques Emballages en verre	Associé à traitement thermique de pasteurisation
6 à 24 mois Température ambiante	Sachets métallisés , à barrière minérale, sachets aluminisés Matériaux hautes barrières: PETAlOx/PP, PETSIOX/PP, PETAlu/PP Emballages thermoformés PP/EVOH/PP, CPET Emballages injectés barrières Boite métalliques Emballages en verre	Associé à traitement thermique de stérilisation

MERCI DE VOTRE ATTENTION

Annie PERRIN
CTCPA – BOURG EN BRESSE – 04 74 45 52 63
aperrin@ctcpa.org