

# Les emballages actifs et innovations packaging

---

stéphane Peyron, Université Montpellier 2, UMR IATE  
[peyron@univ-montp2.fr](mailto:peyron@univ-montp2.fr)



1

## Plan du cours

---

- Les fonctions de l'emballage
- Les besoins émergents
- Les questions de législation
- Les emballages actifs
  - Les « interactifs »
  - Les « indicateurs »
  - Les « préparateurs »
- Acceptabilité par le consommateur
- La question de l'environnement

2

# Les fonctions de l'emballage

Protection  
↓  
Stabilisation

Assurer l'intégrité de l'emballage et de son contenu jusqu'au moment de sa consommation

- Protection mécanique
  - Eviter les chocs et pertes de produit
  - Garantir l'inviolabilité (voir sécurité)
- Gérer les échanges de matière
  - Inertie
  - Sorption
  - Perméation
  - Barrière à la lumière
  - Limiter les transferts d'énergie
- Protection contre les micro-organismes



3

# Les fonctions de l'emballage

Protection  
↓  
Stabilisation

Renseigner le consommateur et motiver ses choix

Information  
↓  
Marketing

- Informations légales & obligatoires
  - Nom, adresse du producteur (service consommateur), & numéro de lot
  - Contenu nominal & composition (évolution vis-à-vis des allergènes)
  - DLC ou DLUO (voir sécurité)
  - Mode d'emploi
- Information non obligatoire = Rôle d'alerte : temps de décision d'achat de 45 secondes ⇒ attraction du consommateur avec univers produits et liens avec publicité
  - Avantages ou allégations santé
  - Niveau de gamme



4

# Les fonctions de l'emballage

Protection  
↓  
Stabilisation

Information  
↓  
Marketing

Pratique  
↓  
Service

## Faciliter la vie de l'utilisateur

- Facilité de transport
- Facilité d'accès au produit
  - Ouverture facile
  - Portionnable
  - Fermeture / réouverture
- Facilité de rangement dans un espace réduit
- Possibilité de réchauffage ou cuisson des plats cuisinés
  - Cuisson vapeur
  - Croustillant
- Élimination de l'emballage après usage



# Les fonctions de l'emballage

Protection  
↓  
Stabilisation

Information  
↓  
Marketing

Pratique  
↓  
Service

Sécurité  
↓  
Traçabilité

S'assurer d'un emballage non dangereux d'emploi dans son utilisation normale

Garantir l'inviolabilité avant achat

Eviter les fraudes

Rappel de lots contaminés

Garantir la fraîcheur des produits



# Les fonctions de l'emballage

---

Protection  
↓  
Stabilisation

Réduction à la source

Information  
↓  
Marketing

Réutilisation / recyclage / incinération / valorisation  
(récupération d'énergie ou de matière)

Pratique  
↓  
Service

Compostable

Sécurité  
↓  
Traçabilité

Biofragmentable

Biodégradabilité



environnement

7

# L'évolution des besoins

---

- Plats originaux ou traditionnels
- Préparation / consommation facile et rapide
- Durée de conservation importante
- Produits sûrs
- Qualités nutritionnelles préservées
- Information et garanties

...



- Technologies douces / non thermiques de conservation
- Technologies des barrières (hurdle technologies)
- Emballages actifs

8

## Les solutions de type «emballage actifs»

aliments	besoins	solutions de type «emballage actifs»
liquides aseptiques	limiter les phénomènes d'oxydation	bouchons absorbeurs d'O <sub>2</sub>
viande & charcuterie réfrigérées		sachets absorbeurs d'O <sub>2</sub>
aliments secs	limiter l'hydratation	sachet absorbeurs d'H <sub>2</sub> O

9

## Les solutions de type «emballage actifs»

aliments	besoins	solutions de type «emballage actifs»
produits boulangers viande & charcuterie réfrigérées	limiter le développement de moisissures	étiquette / sachet émetteurs d'EtOH
		buvard émetteur de SO <sub>2</sub>
végétaux frais	retarder le mûrissement	films sélectifs
		sachet absorbeur d'éthylène

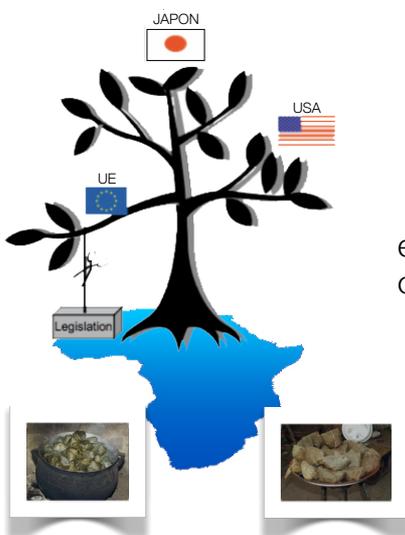
10

## Les solutions de type «emballage actifs»

aliments	besoins	solutions de type «emballage actifs»
aliments prêts à l'emploi	cuisson rapide dans l'emballage	barquette microondable film d'opercule à valve
	chauffage / refroidissement	emb. auto-chauffant / auto-refroidissant
produits frais périssables	informer sur les conditions de conservation (tps; T°, O <sub>2</sub> )	puces indicatrices

11

## Législation



emballage actif = concept innovant ...  
ou pratique traditionnelle ?

12

# Législation

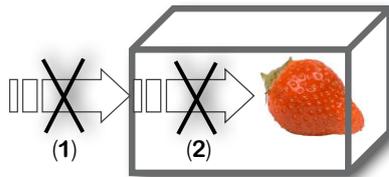
## Emballage dit «traditionnel»

Protection de l'aliment par son effet barrière vis-à-vis des agents extérieurs de détérioration

Empêche les transferts de matières de l'extérieur vers l'objet emballé → **voir 1**

Inertie vis à vis de l'aliment

Pas de migration de composés visant à modifier les caractéristiques ou la composition de l'aliment → **voir 2**



## Emballage actif ou intelligent

Interaction avec le produit lui-même ou son environnement

ou Réponse à des changements du milieu environnant ou du produit lui-même

Les transferts de matières de l'extérieur vers l'objet emballé ainsi que les migrations visant à modifier les caractéristiques ou la composition de l'aliment sont rendus possibles → **1 & 2 autorisés**

13

# Législation

REGLEMENT (CE) N° 1935/2004 DU PARLEMENT EUROPEEN ET DU CONSEIL  
Concernant les **matériaux et objets destinés à entrer en contact avec les denrées alimentaires** et abrogeant  
les directives 80/590/CEE et 89/109/CEE

**Les matériaux et objets actifs** (maintenir l'état des denrées alimentaires emballées) sont conçus de façon à incorporer délibérément des constituants qui libèrent ou absorbent des substances dans les denrées alimentaires emballées ou dans leur environnement.

**Les matériaux et objets intelligents** (contrôler l'état des denrées alimentaires emballées) comportent des substances capables de révéler une information relative aux conditions de conservation du produit et sa consommation

~~1. céder aux produits des constituants en une quantité susceptible de présenter un danger pour la santé humaine ⇒ listes positives de substances et/ou de matériaux et objets autorisés.~~

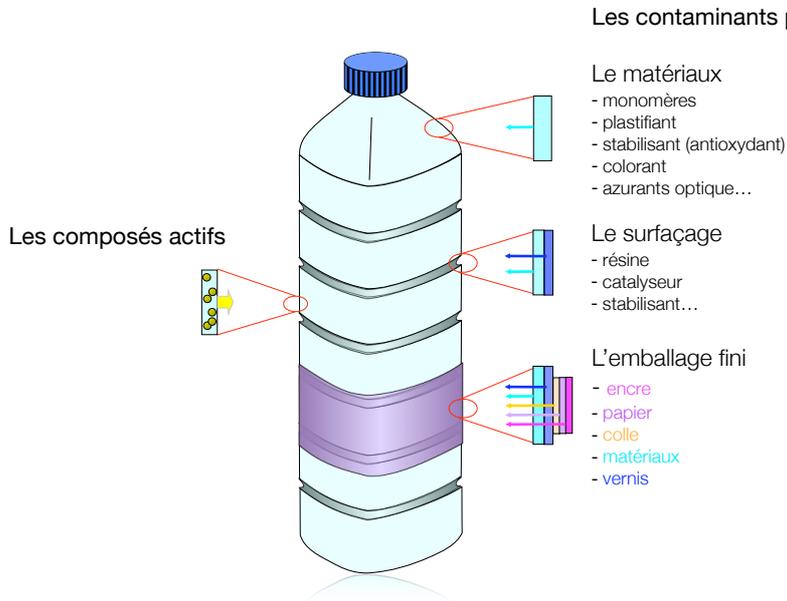
~~2. modifier la composition ou les caractères organoleptiques ni donner des informations sur l'état des denrées alimentaires qui pourraient induire le consommateur en erreur (absorption/libération d'aldéhydes ou d'amines, modification de la couleur du produit afin de masquer une détérioration naissante des denrées).~~

14

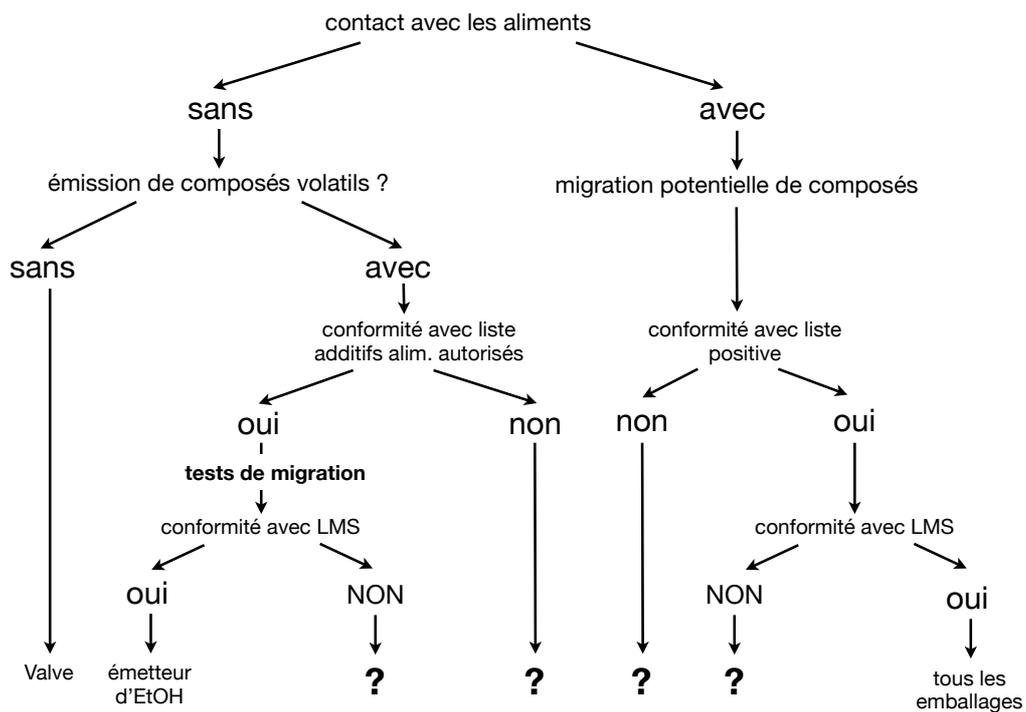
# Problématique

Emballage actifs = relargage ou absorption d'un composé / barrière sélective

Emballage traditionnels = barrière inerte



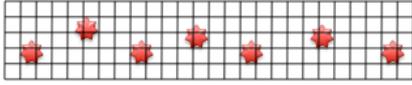
# Les problèmes réglementaires



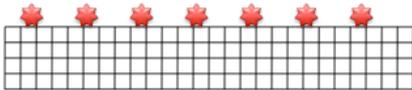
# Principe physique/chimique

---

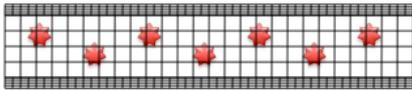
inclusion d'agents actifs



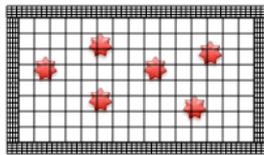
dans le matériau



en surface



dans un film d'emballage multi-couche

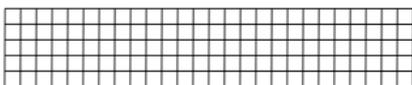


dans un élément associé à l'emballage (sachet, étiquette, bouchon, capsule...)

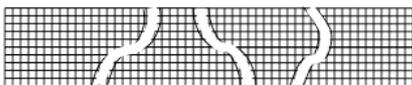
# Principe physique/chimique

---

stratégie de contrôle du relargage du composé actif



structure physico-chimique du polymère



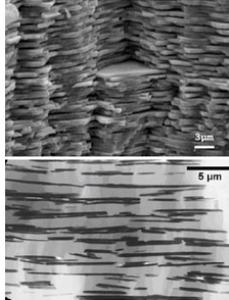
structure microscopique du matériau  
(canaux / pores rempli de cire)



structure macroscopique (valve)

# Principe physique/chimique

stratégie de contrôle du relargage du composé actif

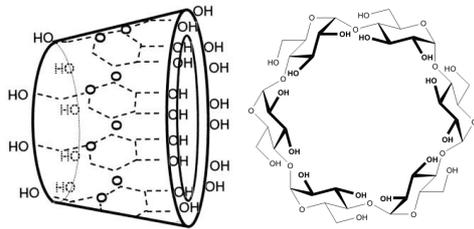


**Les nanomatériaux :**

particules isodimensionnelles telles que les nanosphères de silice.

nanotubes (à base de molécules de carbone) ou les whiskers (à base de cellulose).

feuilles permettant l'obtention de nanocharges lamellaires.



**L'encapsulation :**

Immobilisation / protection du composé actif

# fonctions de l'emballage

**« Interactifs »**

Active/interactive packaging

Interaction avec l'aliment lui-même et/ou son environnement

Ralentir les phénomènes de dégradation des aliments → prolonger la conservation du produit

Modification de l'atmosphère (absorption ou dégagement de gaz), libération d'antimicrobiens,...

**Stabilisation**

**« Indicateurs »**

Intelligent/communicative packaging

Réaction aux conditions de conservation et/ou aux caractéristiques de l'aliment

Informar les utilisateurs sur l'histoire et la qualité des aliments améliorer la traçabilité du produit

Indicateurs temps/température, teneur en O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, amines volatils, pH du produit, ...

**Information & traçabilité**

**« Préparateurs »**

Smart/new services packaging

Action sur les conditions de préparation et/ou d'utilisation de l'aliment

Faciliter l'utilisation, la préparation et la consommation des aliments ⇒ nouveaux services

Emballages autorefroidissant, auto-réchauffant, micro-ondables avec suscepteurs,...

**Service**

# emballages interactifs : problématique

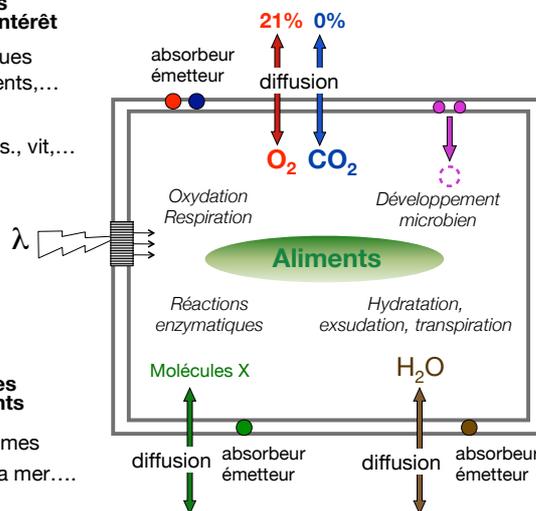
## Maintenir la qualité du produit

### Oxydation des composés d'intérêt

- Organoleptiques arômes, pigments,...
- Nutritionnels acides gras ess., vit,...

### Respiration, maturation des produits vivants

- Fruits et légumes
- Produits de la mer....



### Développement des flores

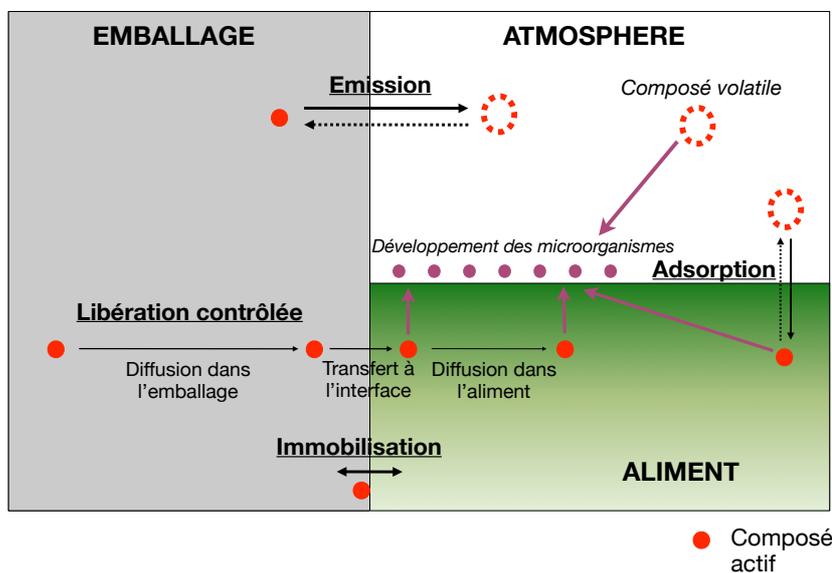
- D'altération
- Pathogènes
- De contamination souvent en surface

### Eau liquide (exsudat) ou vapeur ( $a_w$ )

- Altération de texture
- Favorise les autres mécanismes d'altération, notamment microbiens

# emballages interactifs : mode d'action

## Barrière, action au contact ou modification de l'atmosphère





## emballages interactifs : applications (3)

### Pour des EAM actifs ...

Films sélectifs

Absorbeurs d'O<sub>2</sub>

**Valves unidirectionnelles**

Emballages antimicrobiens

Matériaux barrière lumière

Enrobage



Pour les produits fermentiscibles

25

## emballages interactifs : applications (4)

### Pour des EAM actifs ...

Films sélectifs

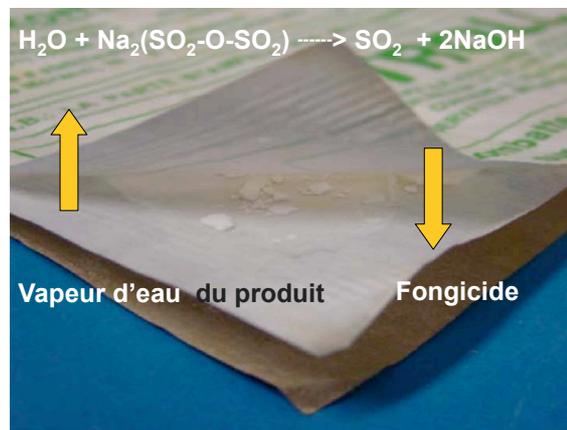
Absorbeurs d'O<sub>2</sub>

Valves unidirectionnelles

**Emballages antimicrobiens**

Matériaux barrière lumière

Enrobage



Réaction chimique

**Kontroll® film**, Kontek

Autres: acides organiques, éthanol, composés aromatiques, sels d'argent ...

26

## emballages interactifs : applications (5)

---

### Pour des EAM actifs ...

Films sélectifs

Absorbeurs d'O<sub>2</sub>

Valves unidirectionnelles

#### **Emballages antimicrobiens**

Matériaux barrière lumière

Enrobage

Libération d'éthanol



27

## emballages interactifs : applications (6)

---

### des barrières pour limiter les transferts de lumière ...

Films sélectifs

Absorbeurs d'O<sub>2</sub>

Valves unidirectionnelles

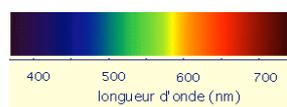
Emballages antimicrobiens

#### **Matériaux barrière lumière**

Enrobage



Fraunhofer IVV



Absorption/réflexion de longueurs d'onde

28

# emballages interactifs : applications (7)

## Pour les actions au contact ...

Films sélectifs

Absorbeurs d'O<sub>2</sub>

Valves unidirectionnelles

Emballages antimicrobiens

Matériaux barrière lumière



### Enrobage

Cires de carnauba, sucre, matière grasse...



29

# emballages interactifs : applications (7)

## Pour les actions au contact ...

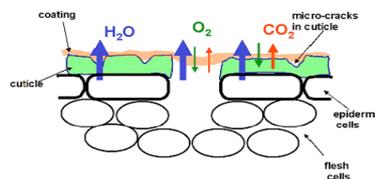
Films sélectifs

Absorbeurs d'O<sub>2</sub>

Valves unidirectionnelles

Emballages antimicrobiens

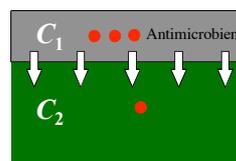
Matériaux barrière lumière



Limiter les transferts

### Enrobage

Cires de carnauba, sucre, matière grasse...

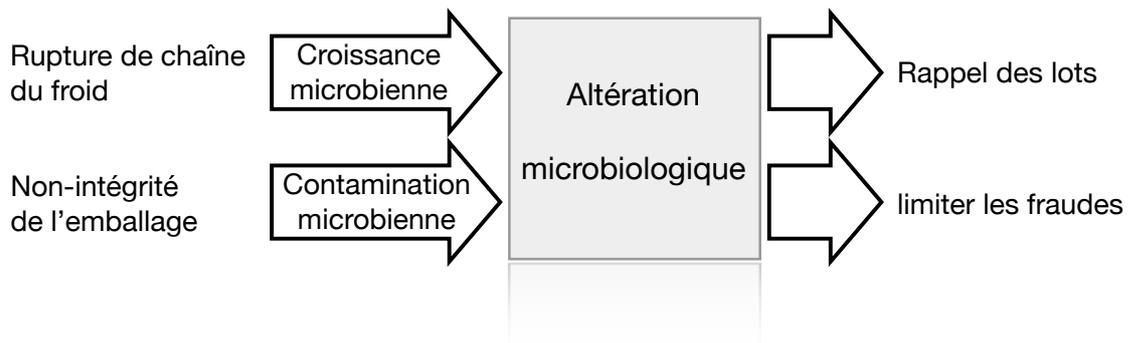


Ajout d'agents antimicrobiens

30

# Indicateurs : problématique

## Sécurité & traçabilité alimentaire



31

# Indicateurs : mode d'action

## Indicateurs et étiquettes

- ... *DLUO, DLC*
- ... Température (IT), Temps-Température (ITT)
- ... de fuites
- ... de fraîcheur
- ... de contamination microbologique

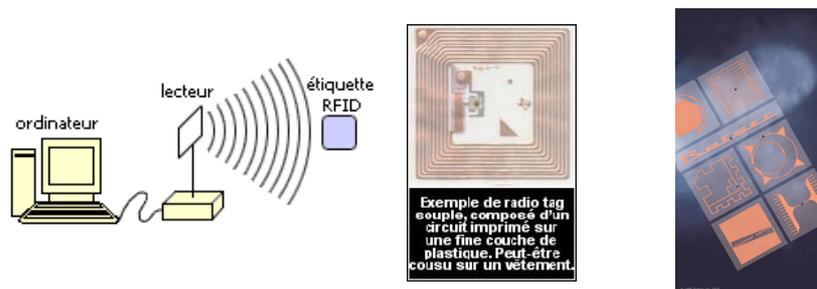


32

# Indicateurs : mode d'action

## Indicateurs et étiquettes

- ... Lecture optique
- ... Fréquence radio RFID (puce électronique + antenne bobinée ou imprimée)
- ... Dispositifs de lecture



33

# Indicateurs : applications (1)

## Indicateurs de température critique

Indicateurs temps/température

Indicateurs de fuites

Indicateurs directs de mûrissement

Indicateurs directs de contamination microbienne

Les codes barres et étiquettes RFID

Vitesse de polymérisation de monomère (polymères colorés), de réactions enzymatiques,...

## Les indicateurs indirects : conditions de conservation



34

# Indicateurs : applications (2)

Indicateurs de température critique

## Indicateurs temps/température

Indicateurs de fuites

Indicateurs directs de mûrissement

Indicateurs directs de contamination microbienne

Les codes barres et étiquettes RFID

Vitesse de polymérisation de monomère (polymères colorés), de réactions enzymatiques,...

## Les indicateurs indirects : conditions de conservation



Pochette 1 : indicateur coloré + enzymes actives pour  $T > T_{ref}$

Pochette 2 : substrat (à base de glycerol)

Activation de l'étiquette par pression /

mélange des 2 solutions  solution verte

35

# Indicateurs : applications (2)

Indicateurs de température critique

## Indicateurs temps/température

Indicateurs de fuites

Indicateurs directs de mûrissement

Indicateurs directs de contamination microbienne

Les codes barres et étiquettes RFID

Vitesse de polymérisation de monomère (polymères colorés), de réactions enzymatiques,...

### UN TÉMOIN COLORÉ QUI PISTE LES BACTÉRIES

Collée sur les codes à barres, l'étiquette transparente Traceo renferme des microorganismes qui développent des bactéries sous l'effet d'une montée de la température. Ce qui produit une réaction colorée.



Avant rupture de la chaîne du froid

Coloration pastille : nulle

Lecture code à barres : possible

Qualité sanitaire du produit : propre à la consommation



Après rupture de la chaîne du froid

Coloration pastille : forte

Lecture code à barres : impossible

Qualité sanitaire du produit : impropre à la consommation

36

# Indicateurs : applications (3)

Indicateurs de température critique

Indicateurs temps/température

## Indicateurs de fuites

Indicateurs directs de mûrissement

Indicateurs directs de contamination microbienne

Les codes barres et étiquettes RFID

## Réactions chimiques colorées

CO<sub>2</sub> : Sealed air corporation, Cryovac

O<sub>2</sub> : Mitsubishi

## Les indicateurs indirects : conditions de conservation

### Indicateur CO<sub>2</sub>



### Indicateur O<sub>2</sub>



Ageless® Eye

37

# Indicateurs : applications (4)

Indicateurs de température critique

Indicateurs temps/température

Indicateurs de fuites

## Indicateurs directs de mûrissement

Indicateurs directs de contamination microbienne

Les codes barres et étiquettes RFID

## Interaction arômes/étiquette

Jenkins Group Cie, USA

## Les indicateurs directs : qualité organoleptique ou microbologique du produit



38

## Indicateurs : applications (4)

Indicateurs de température critique

Indicateurs temps/température

Indicateurs de fuites

### Indicateurs directs de mûrissement

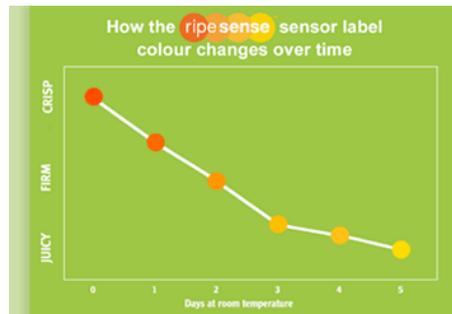
Indicateurs directs de contamination microbienne

Les codes barres et étiquettes RFID

#### Interaction arômes/étiquette

Jenkins Group Cie, USA

Les indicateurs directs : qualité organoleptique ou microbiologique du produit



Commercialisé en Nouvelle-Zélande, USA

Autres applications en projet : kiwis, avocats, melons ...

39

## Indicateurs : applications (5)

Indicateurs de température critique

Indicateurs temps/température

Indicateurs de fuites

Indicateurs directs de mûrissement

### Indicateurs directs de contamination microbienne

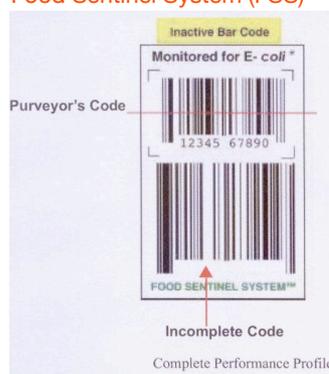
Les codes barres et étiquettes RFID

#### Membrane plastique saturée d'anticorps spécifiques / étiquette code-barre

Sira Technologies Cie, USA

Les indicateurs directs : qualité organoleptique ou microbiologique du produit

#### Food Sentinel System (FSS)



Pathogènes : *Salmonella*, *Listeria monocytogenes* ou *E. coli*

40

# Indicateurs : applications (6)

Indicateurs de température critique

Indicateurs temps/température

Indicateurs de fuites

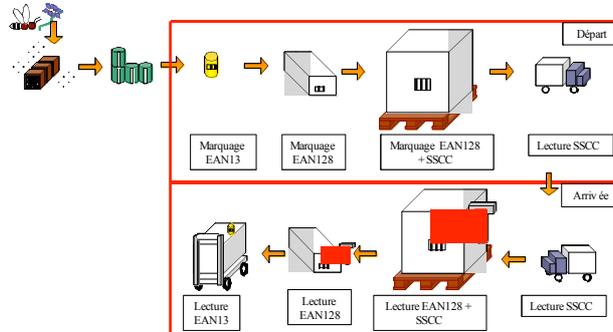
Indicateurs directs de mûrissement

Indicateurs directs de contamination microbienne

## Les codes barres et étiquettes RFID

Le circuit de distribution

### Les outils de la traçabilité



# Indicateurs : applications (6)

Indicateurs de température critique

Indicateurs temps/température

Indicateurs de fuites

Indicateurs directs de mûrissement

Indicateurs directs de contamination microbienne

## Les codes barres et étiquettes RFID

Code universellement utilisé adapté au passage en caisse

### Les outils de la traçabilité

#### EAN13



le préfixe représente le code du pays ayant délivré le numéro de participant (2 ou 3 chiffres) ;

le numéro de fabricant est délivré par l'organisation EAN du pays concerné (les 4 ou 5 chiffres suivants)

le numéro d'article du producteur de l'objet étiqueté sur 5 chiffres

le chiffre de contrôle ou "Check Digit" est calculé selon les 12 premiers chiffres qui composent le code.

# Indicateurs : applications (7)

Indicateurs de température critique

Indicateurs temps/température

Indicateurs de fuites

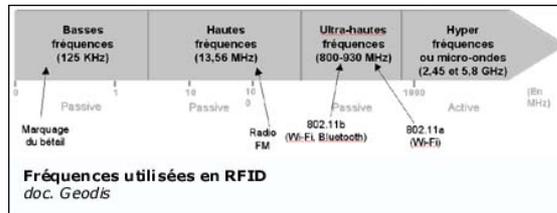
Indicateurs directs de mûrissement

Indicateurs directs de contamination microbienne

## Les codes barres et étiquettes RFID

### Les radio-fréquences

## Les outils de la traçabilité



- **BF** : basse fréquence - 125 KHz, distance de lecture de qq centimètres
- **HF** : haute fréquence - 13,56 MHz, distance de lecture de pls mètres

43

# Indicateurs : applications (7)

Indicateurs de température critique

Indicateurs temps/température

Indicateurs de fuites

Indicateurs directs de mûrissement

Indicateurs directs de contamination microbienne

## Les codes barres et étiquettes RFID

### Biosenseur / micropuce

## Les outils de la traçabilité

- Capteur d'onde acoustiques recouvert de différentes membranes contenant des anti-corps
- Capable de détecter des concentrations spécifiques en bactéries en moins de 30 s
- Capteur communique par radio-fréquence ses infos sur lecteur portable : **contrôle de l'état de contamination** du produit de la production → consommation



44

# Indicateurs : applications (7)

---

Indicateurs de température critique

Indicateurs temps/température

Indicateurs de fuites

Indicateurs directs de mûrissement

Indicateurs directs de contamination microbienne

Les codes barres et étiquettes RFID

## Biosenseur / micropuce

### Des puces dans le jambon

**Dossier : "Les étiquettes intelligentes"**

**Tout amateur de charcuterie se doit de goûter, au moins une fois dans sa vie, un jambon espagnol du type Pata Negra. L'un des produits les plus chers du genre, mais aussi l'un des meilleurs.**

Tout amateur de charcuterie se doit de goûter, au moins une fois dans sa vie, un jambon espagnol du type Pata Negra. L'un des produits les plus chers du genre, mais aussi l'un des meilleurs. Et les nouvelles technologies contribuent à en augmenter encore la qualité : la société Campofrío, leader du marché, introduit dorénavant des puces électroniques dans ses jambons. Il s'agit en fait d'un système d'étiquettes d'identification par fréquence radio (RFID), mis au point par la firme française Gemplus. Les informations relatives au processus de fabrication et de vieillissement du jambon sont transmises à un ordinateur central. Chaque pièce est ainsi contrôlée à 100 % et 24 heures sur 24. Jusqu'où iront les nouvelles technologies ? Jusqu'où ?

*Marc Fernandez*

45

# Préparateur : problématique

---

## Le snacking

→ Action de consommer toute nourriture en dehors des repas réguliers ou à la place d'un de ces repas

→ Concept incluant :

- Le grignotage
- Le nomadisme

→ Implique un conditionnement approprié à chaque occasion de consommation, cible, ...



46

# Préparateur : problématique

## PRODUITS PRATIQUES - SAVOUREUX – SAINS - EQUILIBRES

Les industriels de l'emballage ont du répondre à ces exigences :

- Facilité de transport (légèreté des matériaux)
- Facilité de rangement
- Réchauffage dans l'emballage
- Consommation hors foyer (solution – repas)
- Fonctionnalités (ouverture, fermeture, sécurité, ...)
- Portion individuelle
- Ordures compactées

Optimisation des qualités organoleptiques et nutritionnelles du produit

47

# Préparateur : applications (1)

Gain de place

## Rangements

Réchauffage / cuisson

Fonctionnalité

Portion individuelle



Brique Tetra Recart®



Doypack®

Empilable, position « debout », pliable, ....

48

## Préparateur : applications (2)

---

Rangements

La cuisson vapeur

**Réchauffage / cuisson**

Fonctionnalité

Portion individuelle



Films microperforés, valves unidirectionnelles, générateurs de vapeur

Système à film micro perforé

49

## Préparateur : applications (2)

---

Rangements

La cuisson vapeur

**Réchauffage / cuisson**

Fonctionnalité

Portion individuelle



Sachets « Atco cuisiner » : cuisson micro-ondes

Films microperforés, valves unidirectionnelles, générateurs de vapeur

50

# Préparateur : applications (2)

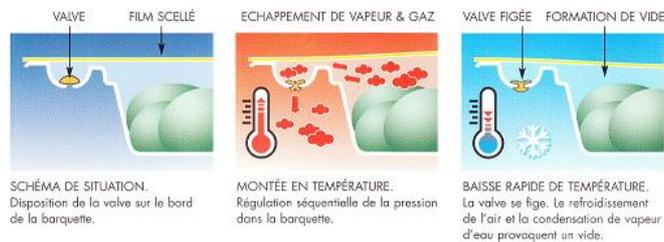
## La cuisson vapeur

Procédé « dream-steam »:



élimination des gaz produits par l'aliment frais + cuisson micro-ondes (mélange de produits riches et pauvres en H<sub>2</sub>O)

Concept cook'in Pack



Rangements

**Réchauffage / cuisson**

Fonctionnalité

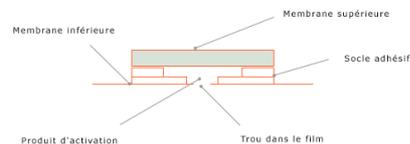
Portion individuelle

Films microperforés, valves unidirectionnelles, générateurs de vapeur

# Préparateur : applications (2)

## La cuisson vapeur

**VALV/O/PACK™** membrane induite d'un polymère thermofusible



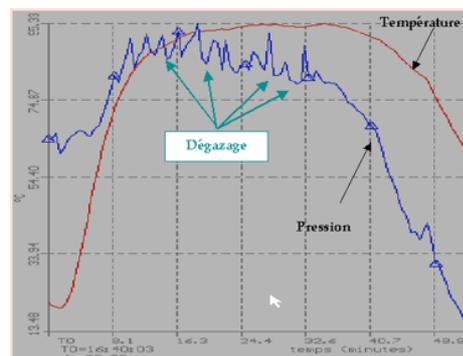
Rangements

**Réchauffage / cuisson**

Fonctionnalité

Portion individuelle

Films microperforés, valves unidirectionnelles, générateurs de vapeur



# Préparateur : applications (2)

## La stérilisation douce

Rangements

**Réchauffage / cuisson**

Fonctionnalité

Portion individuelle



Des emballages permettant de réduire les temps de stérilisation, ce qui préserve les qualités organoleptiques du produit

# Préparateur : applications (2)

## Les plats croustillants

Rangements

**Réchauffage / cuisson**

Fonctionnalité

Portion individuelle

**Les suscepteurs**



Kraft Foods' DiGiorno Microwave Rising Crust Pizza uses a microwave tray and crisping ring. The ring breaks the pizza's exposed crust during microwave cooking, and helps to prevent a soggy or tough crust.



PET / adhesive / paperboard / adhesive / metallized PET / release coating.

# Préparateur : applications (2)

## Les plats croustillants

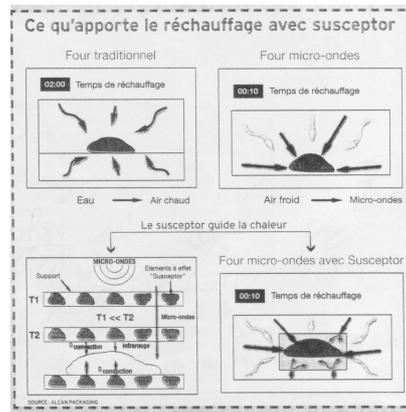
Rangements

**Réchauffage / cuisson**

Fonctionnalité

Portion individuelle

**Les suscepteurs**



# Préparateur : applications (2)

## Les autochauffants - autorefroissants

Rangements

**Réchauffage / cuisson**

Fonctionnalité

Portion individuelle



# Préparateur : applications (3)

## Les systèmes d'ouverture

Rangements

Réchauffage / cuisson

### Fonctionnalité

Portion individuelle

Ouverture / fermeture



Pelabilité, prédécoupe, amorce en encoche de déchirure, bande d'arrachage, pas de vis

57

# Préparateur : applications (3)

## Les systèmes d'ouverture

Rangements

Réchauffage / cuisson

### Fonctionnalité

Portion individuelle

Ouverture / fermeture



Barquette : PP/EVOH/PP transparente avec film anti-UV

Pelabilité, prédécoupe, amorce en encoche de déchirure, bande d'arrachage, pas de vis

58

## Préparateur : applications (3)

### Les systèmes d'ouverture

Rangements

Réchauffage / cuisson

#### Fonctionnalité

Portion individuelle



Ouverture Easy Peel



Pelabilité, prédécoupe, amorce en encoche de déchirure, bande d'arrachage, pas de vis

59

## Préparateur : applications (4)

### Kellogg's tests portable cereal

Rangements

Réchauffage / cuisson

Fonctionnalité

**Portion individuelle**



Stick-pack

60

# Etude consommateur

---

## Perception par le consommateur des emballages actifs en Europe

Accroissement de la durée de vie —————> (-)

Préservation de la qualité —————> (+)

Réduction d'emploi d'additifs —————> (+)

## Apparences des systèmes actifs et intelligents

Préférence des utilisateurs pour :

- systèmes « discrets » (sachets de petit format)
- étiquettes / systèmes éloignés de l'aliment
- système absorbant réparti dans la globalité du matériau d'emballage
- système indicateur non imitatif (bonbons, sucreries...)

61

# La question de l'environnement

---

## Emballage et écologie

Législation de + en + stricte sur l'environnement → impose aux industries un développement en fonction des contraintes écologiques

### Adaptation des fabricants d'emballage / développement durable

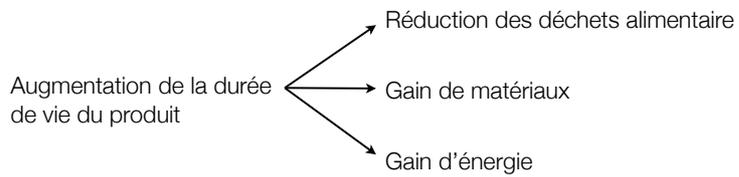
- Minimiser le nombre d'emballages secondaires (réduction du volume des déchets)
- Alléger les emballages (réduction à la source) ou utiliser des mono matériaux (problème des matériaux complexes)
- Utilisation de matériaux totalement ou en partie recyclables

62

# La question de l'environnement

---

## Emballages actifs et environnement



Substitution à des matériaux barrière complexes multicouche → Réduction des déchets d'emballage

Recyclabilité ?