



# Fruits & Légumes

les apports de la recherche

Mardi 8 JUN 2010  
de 9h à 17h30



INNOVATION : ENTRE PRATICITÉ ET ÉQUILIBRE ALIMENTAIRE

## L'EMBALLAGE : SOURCE D'INNOVATION POUR LA FILIÈRE FRUITS & LÉGUMES

Dr. Murielle HAYERT,  
AGROPARISTECH, Massy



Fruits & Légumes  
les apports de la recherche



### Plan de la présentation

- 1) Les emballages alimentaires : généralités et innovation
- 2) Innovation pour la mise sur le marché de « F&L pratiques »
  1. Emballage sous MAP
  2. Propriétés des matériaux plastiques
- 3) Innovation pour la mise sur le marché de « F&L haute qualité »
  1. Emballages actifs
  2. Emballages intelligents
- 4) Innovation pour la mise sur le marché de « F&L éco-citoyens »
  1. Emballages actifs
  2. Emballages intelligents
- 5) Conclusion



Fruits & Légumes  
les apports de la recherche



## Emballages alimentaires: Généralités et Innovations



Fruits & Légumes  
les apports de la recherche





## Qu'est-ce qu'un emballage ?

Tout objet constitué de matériaux de toute nature destiné à :

- 1) **Contenir et à protéger** des marchandises allant des matières premières aux produits finis
- 2) Permettre leur **manutention** et leur **acheminement** du producteur au consommateur ou à leur utilisateur
- 3) Assurer leur **préservation**



## Innovation et Emballage

- Un élément déterminant dans l'évolution des façons de faire, mais aussi un vecteur incontournable du développement
- Le temps où les emballages ne jouaient qu'un rôle de barrière inerte et imperméable est révolu
- Les consommateurs sont de plus en plus exigeants: **plus naturels, biodégradables et gardant la fraîcheur, la salubrité et la qualité de l'aliment sur une longue période**



**Il faut être créatif et offrir un emballage qui reflète le profil du produit emballé**



## Les 3 défis majeurs

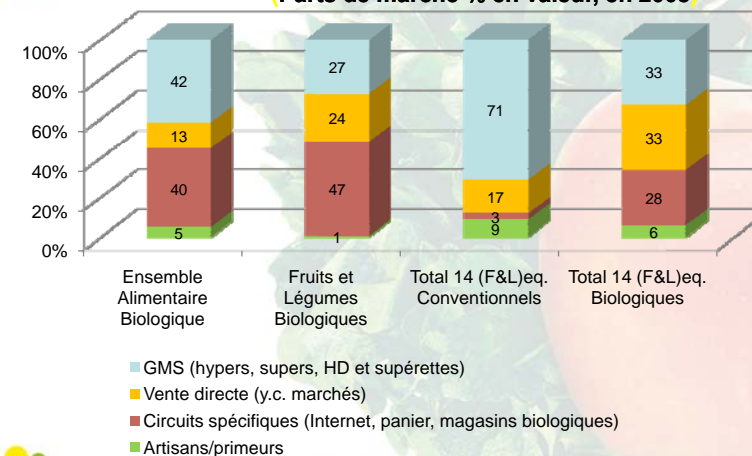
Développer leur compétitivité sur les marchés locaux et les marchés d'exportation:

1. La **préservation** de la salubrité et des qualités organoleptiques et nutritionnelles des F&L
2. La **prolongation** de la durée de vie des F&L
3. La **protection** de l'environnement



## Achats de F&L par circuit de distribution

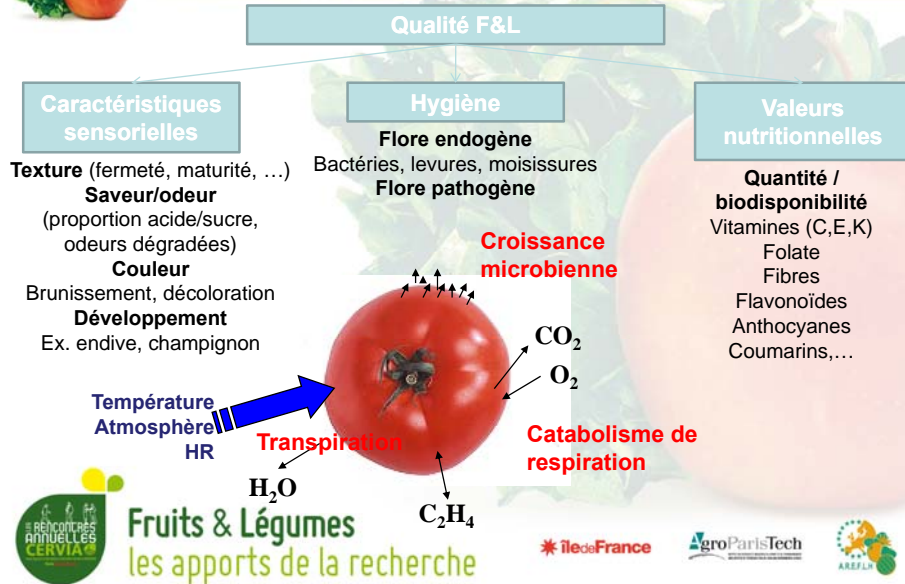
(Parts de marché % en valeur, en 2008)



Source : TNS Worldpanel, AND-International/AgenceBio



## Emballages des F&L : contraintes spécifiques



## Innovation pour la mise sur le marché de « F&L pratiques »



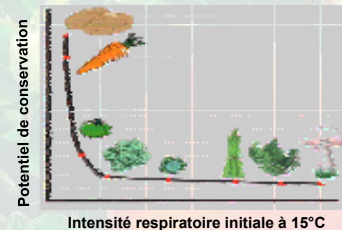
Fruits à la plage... (Apofruit)

**Fruits & Légumes les apports de la recherche**

iledeFrance | agroParisTech | AREFL



## Emballage sous atmosphère modifiée M.A.P



- L'air est évacué de l'emballage, puis remplacé par un mélange en proportions différentes de gaz inertes.
- Les gaz utilisés: l'azote (N<sub>2</sub>), le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) et l'oxygène (O<sub>2</sub>). Chacun ayant un rôle particulier à jouer.

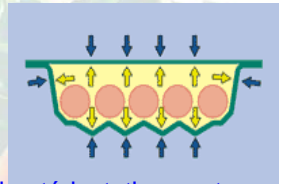
**Fruits & Légumes les apports de la recherche**

iledeFrance | agroParisTech | AREFL



## «M.A.P» : Azote, CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>

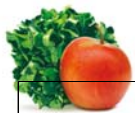
- L'azote joue le rôle d'antioxydant pour les pigments, les vitamines, les arômes et/ou les acides gras
- Empêche également le brunissement des légumes
- Sert de gaz de maintien



- Il possède des propriétés bactériostatiques et fongistatiques: ralentit et réduit la prolifération des bactéries et moisissures
- Il est efficace à des concentrations supérieures à 20% dans l'atmosphère
- Empêche également la prolifération des organismes strictement anaérobies
- Permet aux végétaux frais de continuer à respirer et d'éviter la fermentation

**Fruits & Légumes les apports de la recherche**

iledeFrance | agroParisTech | AREFL



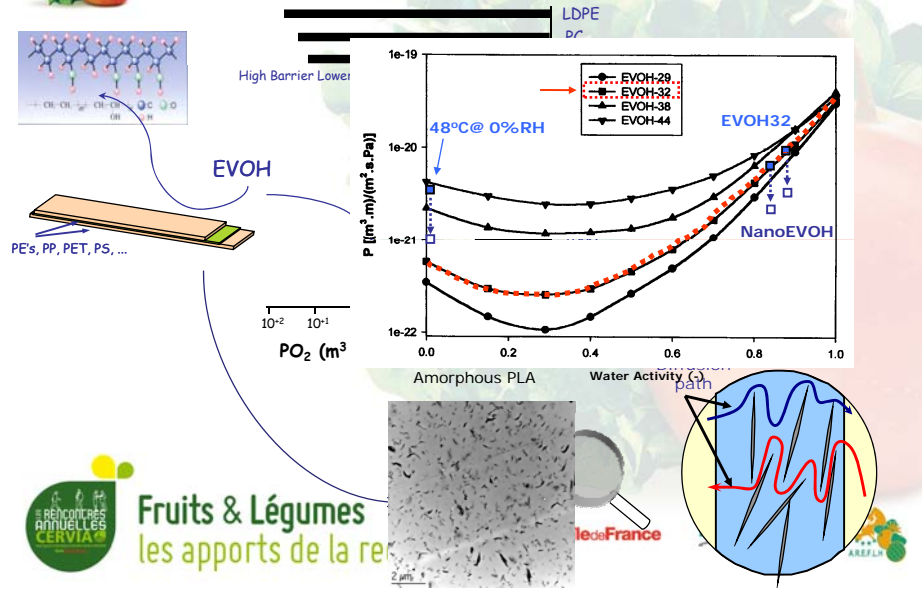
SELECTIVITE:  $S = KCO_2 / KO_2 > 1$  à 23°C

Film	CO <sub>2</sub> 10 <sup>3</sup> mL μm m <sup>-2</sup> 24h <sup>-1</sup> atm <sup>-1</sup>	KCO <sub>2</sub>	S KCO <sub>2</sub> /KO <sub>2</sub>	Q10 diffusion O <sub>2</sub>
Saran	1.2	13	10.2	2.82
Polyamide	22	104	4.7	1.97
OPP	29	103	3.6	
Polyéthylène haute densité	41	200	4.8	1.63
Polyéthylène basse densité	3 240	2 180	6.8	1.96
PVC	6 210	37 800	6.1	1.91
Polybutadiène-styrène	19 872	176 040	8.9	1.59
Caoutchouc	25 650	181 440	7.1	1.61
Silicone	297 000	1 925 000	6.5	1.14
Micro perforé	variable	variable	1	1.08

Fruits & Légumes les apports de la recherche  
 Q<sub>10</sub> of films ≠ Q<sub>10</sub> of vegetables (2-3), except for saran  
 iledeFrance, AREFL, AgroparisTech

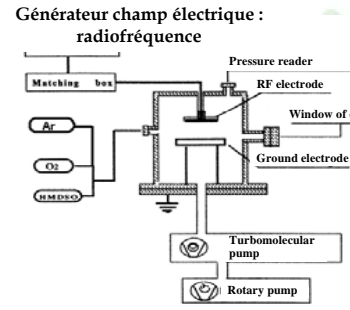


Barrières multicouches / nanocomposites



Traitement plasma

PECVD



Plasma Enhanced Chemical Vapour Deposition  
 O<sub>2</sub>+Organosilicons polymer → PLASMA  
 Species present in the plasma phase  
 Si, C, H, CH, SiO, OH, CO, SiC, H<sub>2</sub>, SiO<sub>2</sub>C<sub>x</sub>, C<sub>x</sub>H<sub>y</sub>, H<sub>2</sub>O, CO<sub>2</sub>, CO  
 Déposition d'un "enrobage" SiOx  
 Amélioration des propriétés barrières

Gas mixture: hexamethyldisiloxane (HMDSO)  
 Fruits & Légumes les apports de la recherche  
 iledeFrance, AgroparisTech, distam

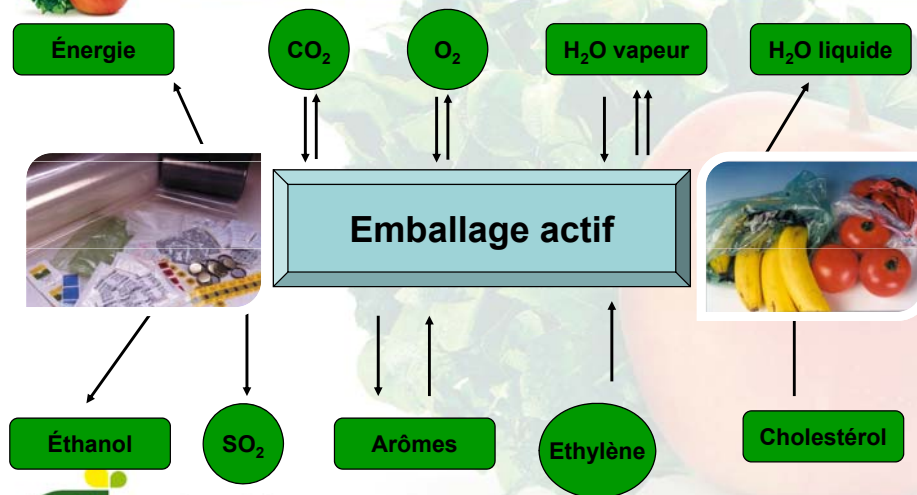


Innovation pour la mise sur le marché de « F&L haute qualité »

Fruits & Légumes les apports de la recherche  
 iledeFrance, AgroparisTech, AREFL



## Emballage actif: principaux composants



Fruits & Légumes  
les apports de la recherche

iledeFrance

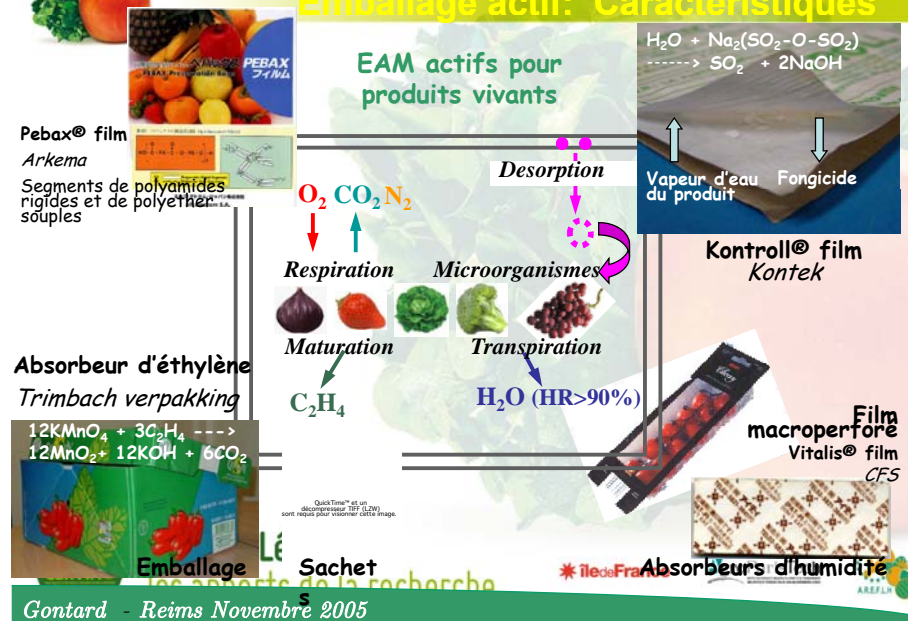
agroParisTech



Source: Gontard, 2000



## Emballage actif: Caractéristiques



Gontard - Reims Novembre 2005



## Emballage actif : Catégories

Destinés à ralentir la détérioration de la qualité des produits, ils se divisent en deux catégories :

- 1) **Les absorbeurs** qui retirent les éléments indésirables (absorbant d'oxygène, d'éthylène, de produits de dégradation, régulateur d'humidité)
- 2) **Les relargueurs** qui ajoutent, introduisent des éléments bénéfiques à l'ensemble clos (émetteur d'éthanol, de gaz carbonique, d'agent de conservation, d'arôme...)



Fruits & Légumes  
les apports de la recherche

iledeFrance

agroParisTech



## Emballage actif : additifs

Les emballages actifs intègrent certains additifs (**Poudres de fer ou de composés de fer**) qui sont soit :

1. Dispersés dans le paquet
2. Placés à l'intérieur de l'emballage sous la forme d'un sachet ou d'une pastille
3. Incorporés au matériau même



Fruits & Légumes  
les apports de la recherche

iledeFrance

agroParisTech





## Absorbeurs d'oxygène: Fournisseurs

Absorbeurs d'oxygène		
Fournisseur	Marque	Principe
Bioka Oy.	Bioka	Oxydation de glucose par glucose oxydase
CPChem	OSP	Ethylène methacrylate plus cyclohexène methacrylate
Mitsubishi Gas Chemical Co	Ageless	Oxydation du fer
Carnaud-Metal Box	Oxbar	Oxydation catalysée par cobalt d'un polymère nylon
Darex	DarExtend, DarEVal	Oxydation d'acide ascorbique
Ciba (BP Amoco)	ShelfPlus O2 (Amosorb)	Activation par l'humidité
CSIRO and Southcorp	Zero2	Activation par la lumière
Cryovac Sealed Air	OS1000	
Standa Industrie	ATCO	Oxydation du fer
Toyo Seikan Group	Oxyguard	
Multisorb	Freshpax	Oxydation du fer
The Pillsbury Co	Oxysorb	Oxydation d'acide ascorbique

J.H. Han – University of Manitoba; Food Juin 2003



## Absorbeurs d'éthylène

La **détérioration** rapide des fruits et légumes frais vendus dans des enveloppes fermées est due à l'**accumulation d'éthylène** dans l'emballage



Additifs utilisés : permanganate de potassium, zéolites, carbone actif

Absorbeurs d'éthylène		
Fournisseur	Marque	Principe
Rengo	Green Pack	Oxydation KMnO4
Dennis Green	Mrs. Green's Extra Life	Oxydation KMnO4
Ethylene Control	Fridge Friend	Oxydation KMnO4
Evert-Fresh	Evert-Fresh	Minéraux dans le film
Peakfresh Products	Peakfresh	Minéraux dans le film
EIA Warenhandels	Profresh	Minéraux dans le film

ERYO / Vegetabags®



## Agents bactericides

Les micro-organismes sont les principaux responsables de l'altération des aliments



Agents antibactériens	
Acides organiques	Acides propionique, benzoïque, sorbique, acétique
Bactériocines	Nisine
Enzymes	Periodase, lysozyme
Protéines	Lactoferrine, conalbumine
Thiosulfates	Alicine
Isothiocyanates	Allyl isothiocyanate
Anitbiotiques	Imazail
Agents chélatants	Benomyl
Fongicides	EDTA
Métaux	Argent
Parabens	Acide propyl para benzoïque

J.H. Han – University of Manitoba

Une action anti-microbienne peut aussi être obtenue par MAP

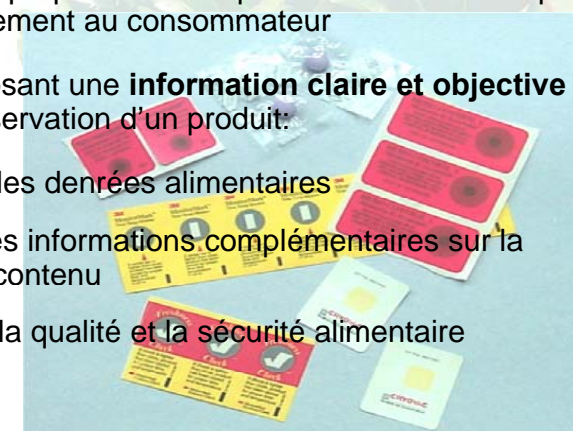


## Emballages intelligents: concept

➤ L'emballage doit proposer des dispositifs d'information qui «**parlent**» directement au consommateur

➤ Étiquettes proposant une **information claire et objective** sur l'état de conservation d'un produit:

- ✓ Surveiller les denrées alimentaires
- ✓ Donner des informations complémentaires sur la qualité du contenu
- ✓ Améliorer la qualité et la sécurité alimentaire





## Une étiquette montre l'évolution de maturité du fruit

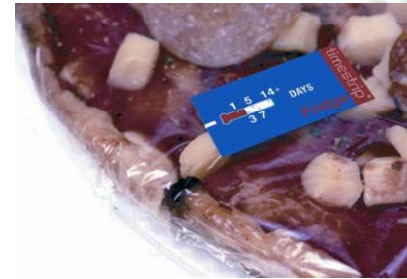


Repérez la couleur

Un capteur d'arôme intégré dans une étiquette: change de couleur au fur et à mesure que le fruit mûrit



## Une étiquette indique la date d'expiration



Un liquide coloré qui bouge de quelques millimètres chaque jour dans le mince tube capillaire



## Une étiquette visualise la fraîcheur des produits



Indicateur temps-température (ITT) : une réaction chimique se produit au même rythme que se dégrade le produit et indique au consommateur l'état de fraîcheur du produit



## Les encres thermochromiques



- Intégrateurs temps température: irréversibles, offrant une méthode sûre et infalsifiable pour contrôler la chaîne du froid
- À l'intérieur de l'anneau, une encre thermochromique invisible: dans le cas de dépassement de température l'encre noircit



## L'étiquette à micro-organismes



5412345676908



AVANT REACTION

TRACEO : Transparent

Lecture du Code-Barres : Possible

Produit : Frais

APRES REACTION

TRACEO : Opaque

Lecture du Code-Barres : Impossible

Produit : Ne plus consommer

© 2009/2010

Microbiologie, 10140, Institut national de la recherche agronomique par 2010/02/02

- Un indicateur microbiologique de rupture de la chaîne du froid
- Une étiquette adhésive qui indique par une réaction colorée, une accumulation critique de ruptures de la chaîne du froid



Fruits & Légumes  
les apports de la recherche



## Traceurs : Technologie d'identification par fréquence radio (RFID)



Principe : technologie basée sur l'émission de champs électromagnétiques réceptionnés par une antenne couplée à une puce électronique (transpondeur ou tag). Le champ sert de vecteur à l'information entre la puce et son lecteur, ainsi qu'à l'énergie d'activation de ces puces.



Fruits & Légumes  
les apports de la recherche



## Innovation pour la mise sur le marché de « F&L éco-citoyens »



Fruits & Légumes  
les apports de la recherche



## Les principaux plastiques biodégradables

- 1) Les biopolymères issus de **plantes** (amidon, cellulose, lignine, etc.)
- 2) Les biopolymères produits par **polymérisation chimique** qui associent l'utilisation de matières premières renouvelables à des processus industriels de polymérisation (PLA)
- 3) Les biopolymères produits par des **micro-organismes** (PHA, PHV, PHBV)
- 4) Les **oxo-dégradables** : des emballages d'origine fossile (PE, PET...) auxquels on ajoute un additif (**TDPA**) qui favorise sa biodégradabilité



Fruits & Légumes  
les apports de la recherche





## Avantages

- ✓ Naturel, biodégradable et compostable
- ✓ Propriétés physiques semblables au PP
- ✓ Produit à partir du substrat renouvelable
- ✓ Réduit les émissions de G.E.S



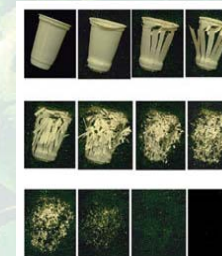
Les bioplastiques devraient offrir dans les prochaines années des perspectives commerciales intéressantes



Fruits & Légumes  
les apports de la recherche



## Une préoccupation environnementale



- ✓ Répondent à une préoccupation environnementale qui fait l'unanimité
- ✓ L'emballage qui redevient engrais !



Fruits & Légumes  
les apports de la recherche



## Emballage à base de PLA

- Les biopolymères émergents sur le marché sont aujourd'hui ceux à base de **PLA**
- Environ **75 %** des résines de plastique tirées de l'amidon servent à l'emballage
- Le principal avantage : leur coût inférieur à ceux des autres plastiques biodégradables de synthèse
- En Europe, le prix des bioplastiques tirés de l'amidon varie de **2,04 à 6,52 €/kg**



Fruits & Légumes  
les apports de la recherche



## Les applications en emballage

Polymères	Applications	Producteurs
<b>Amidon</b>	Films alimentaires et produit d'hygiène, sacs de pomme de terre, couverts jetables, plateaux de légumes, filets	Novamont Rodenburg Biopolymers
<b>Cellulose</b>	Emballages films alimentaires, emballages films divers	Innovia films, Eastman Chemicals, Mazzucchelli
<b>PLA</b>	Raviers et pots, bouteilles d'eau et de lait, gobelets jetables, fenêtres transparentes d'emballage de pain, emballage film divers	Natureworks, LLC, Mitsui chemicals, Shimadzu, Galactic
<b>PHA</b>	Emballages films, raviers et couverts jetables	Metabolix, Procter & Gamble



Fruits & Légumes  
les apports de la recherche





## Ou même ...



La présentation en sachet ouvert permet de débarrasser le chou-fleur de la majorité de ses feuilles.

↳ Le gain en logistique est de 30 % ! L'effeuillage et l'ensachage sont réalisés directement à la récolte.

Un bilan carbone a été calculé sur le chou-fleur en sachet : malgré l'utilisation d'un emballage, le gain est de 50 %.



## Conclusions



## Emballage et capacité d'innover

L'industrie de l'emballage affirme sa capacité à innover et à s'adapter aux besoins des consommateurs d'aujourd'hui et des industriels pour être toujours:

- 1) Plus éco-citoyen
- 2) Plus sûr
- 3) Plus différent
- 4) Plus pratique
- 5) Plus rentable

