

Pr. Farid CHEMAT

[www.GREEN.univ-avignon.fr](http://www.GREEN.univ-avignon.fr)

Groupe de Recherche en Eco-Extraction de produits Naturels

# Eco-Extraction des produits naturels :

## procédés durables et solvants verts

Pessac, novembre 2010

# Groupe de Recherche en Eco-Extraction de produits Naturels

Université d'Avignon et des Pays de Vaucluse  
<http://www.green.univ-avignon.fr>

## Le laboratoire

### RESPONSABLE DU LABORATOIRE :

Pr Farid CHEMAT

[farid.chemat@univ-avignon.fr](mailto:farid.chemat@univ-avignon.fr)

04 90 14 44 65 / 04 90 14 44 40

### MEMBRES DU LABORATOIRE :

Dr Maryline ABERT VIAN, MCF

Dr Valérie TOMAO, MCF

Dr Anne-Sylvie FABIANO TIXIER, MCF

Dr Sandrine ISSARTIER, ATER

Karine RUIZ, Assistant Ingénieur

Emmanuel PETITCOLAS, Technicien

10 doctorants (dont 5 en co-tutelle avec Pakistan, Tchèque, Algérie,  
Tunisie, Maroc).

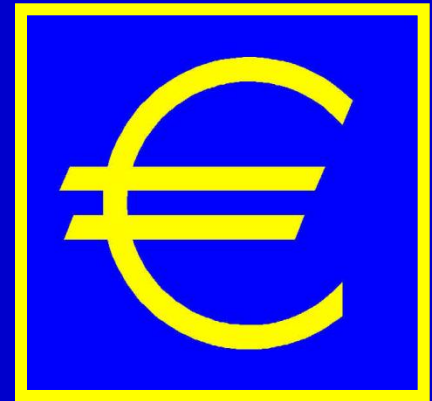


# ECO - EXTRACTION

Ecologique



Economique



e-Compétitif



# Extraction et développement durable

## Grands enjeux

Réduction (jusqu'à 75%) de la consommation énergétique



Prise en compte des contraintes légales en termes d'émissions ainsi que du contrôle et de la sécurité des produits finis



Réduction des coûts tout en améliorant la qualité et les fonctionnalités des produits afin de maintenir une compétitivité dans une compétition mondiale



# Eco-Extraction des produits naturels

Durée de l'extraction de qq heures à qq jours

Coût énergétique

Extraction par batch

Problème de dégradation

Utilisation de solvants « bio » - chimie verte

Réduction des rejets : solide et liquide

Besoin de nouveaux produits

Robertet

Mane

Charabot

L'Oréal

Naturex

L'occitane

Melvita

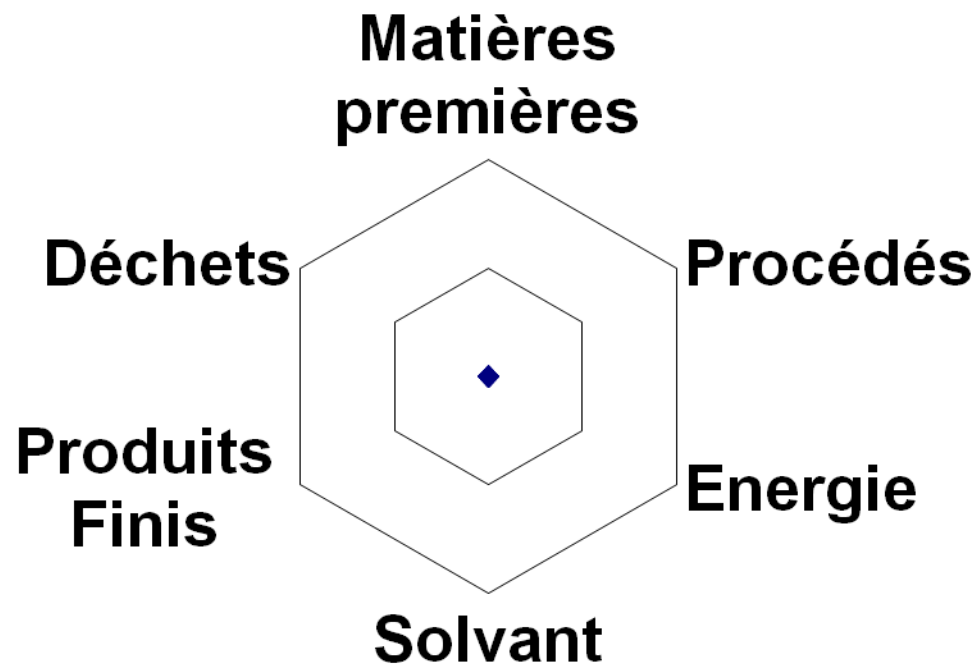
IEs Labo

Agronovae

Campbel

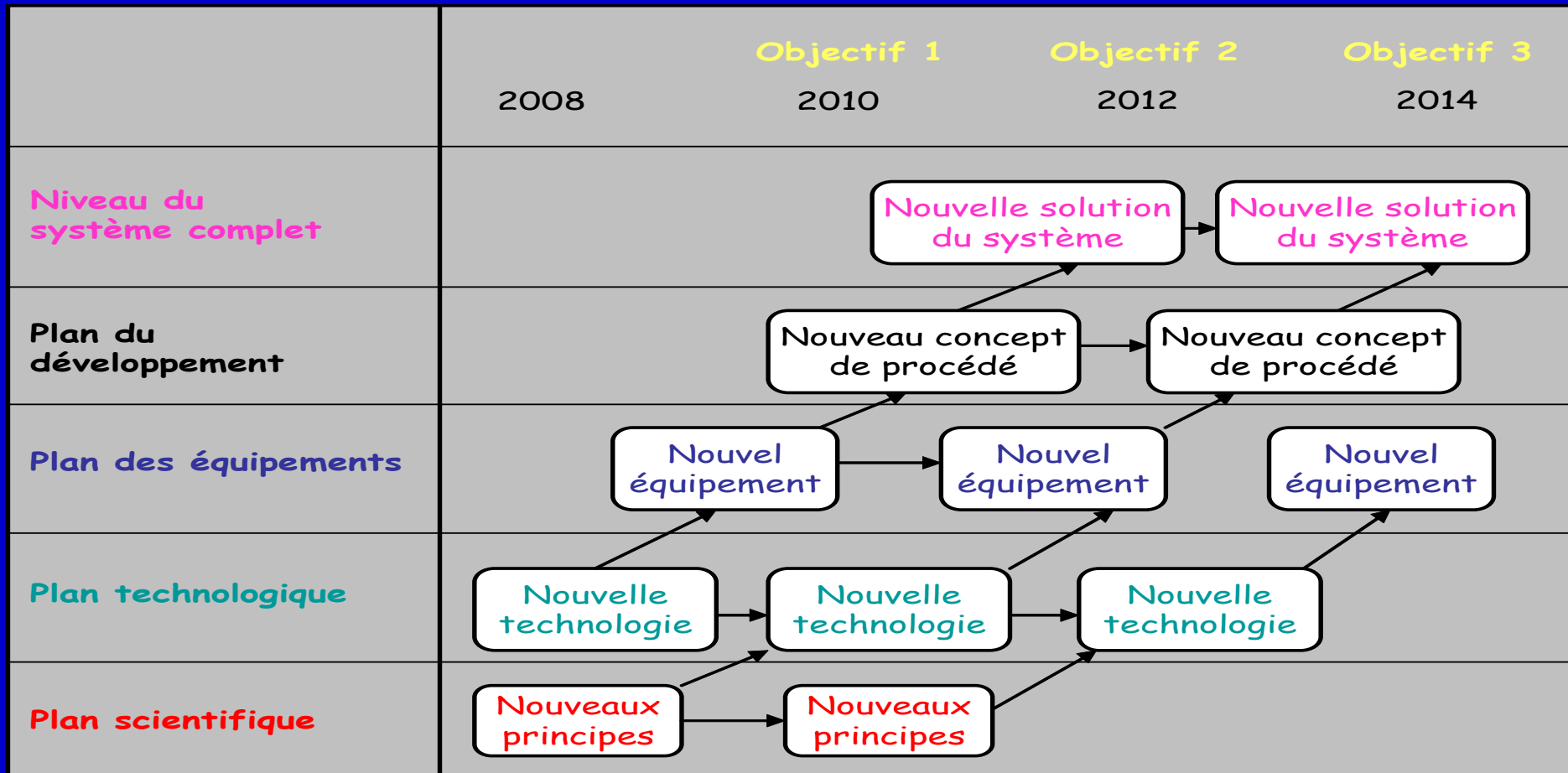
Demande des industriels : extraction à froid, rapide, sans solvant, sans eau pour éliminer les rejets, procédé continu et compétitif en prix et en qualité.

- Réflexion sur les critères de l'éco-extraction à partir des 12 principes de la Chimie Verte
- Six critères retenus caractérisant les procédés éco-extraction



# 3 voies pour faire du « Green Extraction »

- Amélioration des procédés existants
- Détournement d'appareils non-dédiés
- Vers l'innovation



# Eco-Extraction : nouveaux solvants

- **Sans solvant**
- **Eau (normal, subcritique et supercritique, émulsions)**
- **CO<sub>2</sub>, HFC...**
- **Huiles végétales**
- **Co-produits comme les terpène (limonene..)**
- **Co-produits (dérivés du glycérol...)**
- **Liquides ioniques**



# Eco-Extraction : nouveaux procédés

- **Turbo-extraction**
- **Extraction assistée par Ultrasons (UAE)**
- **Extraction avec solvant sous pression (ASE)**
- **Extraction générée par les micro-ondes (MAE)**
- **Extraction par fluides supercritiques SFE**
- **Champs électriques pulsés (PEF)**
- **détente instantanée contrôlée (DIC)**
- **Extraction assistée par Extrusion, induction...**



# Extraction par Micro-ondes : Élimination du solvant et réduction de 100 fois le coût énergétique



**MILESTONE TECHNOLOGIES**



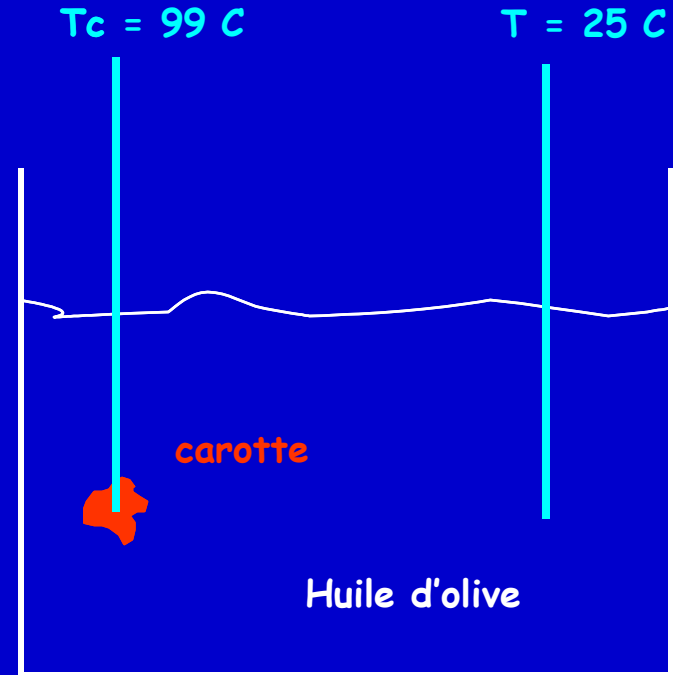
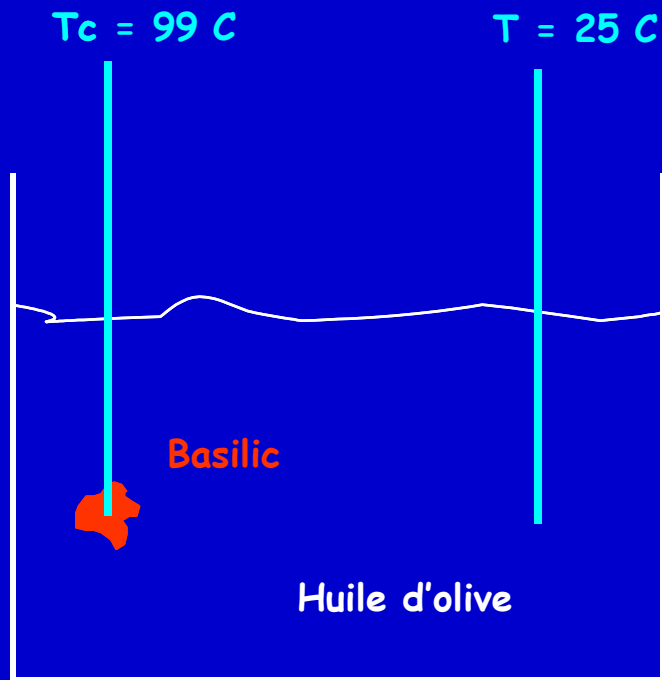
**NEOS**  
Fast, Solvent-Free  
Microwave Extraction (SFME)  
of Essential Oil



*The MICROWAVE CLEVERER™*

# Micro-ondes : Chauffage Sélectif

Solvent	Constante diélectrique F/m	Dissipation factor $\tan \delta$ ( $\times 10^4$ )
Olive oil	2	1
Water	80	1600

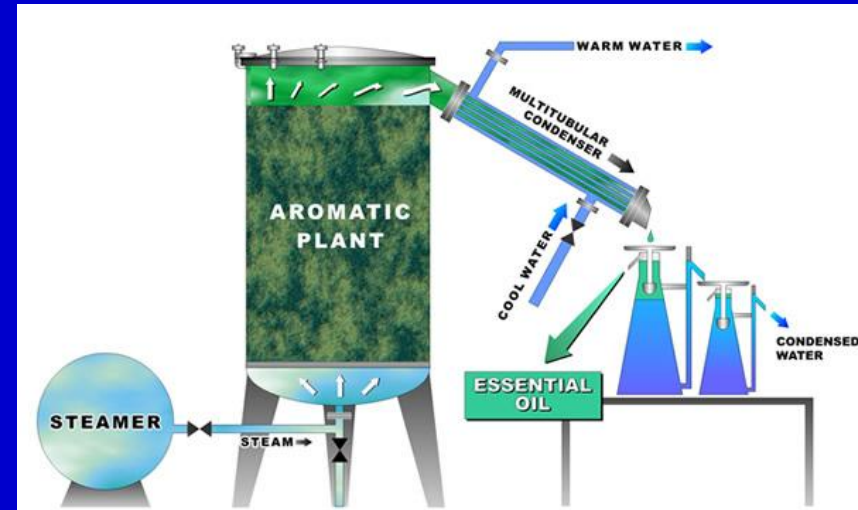


# Extraction par hexane du beta-carotène



Mélange beta-carotène/huile d'olive

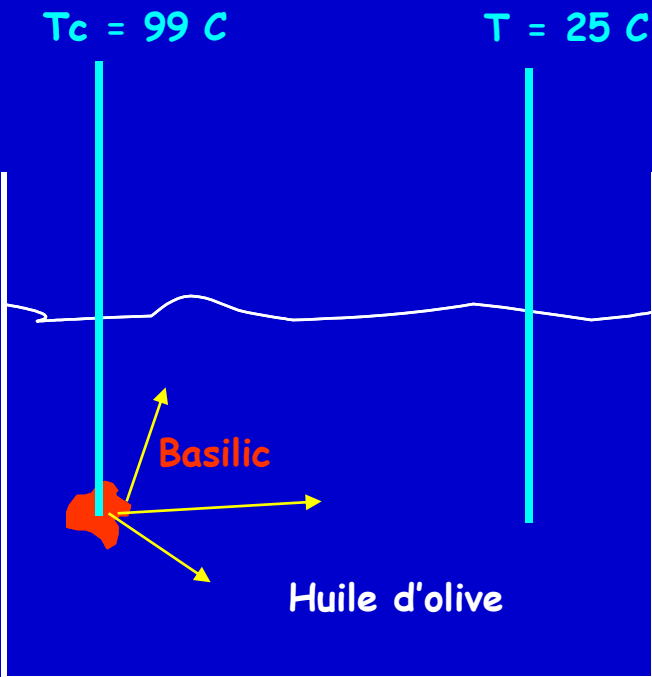
# Steam Distillation



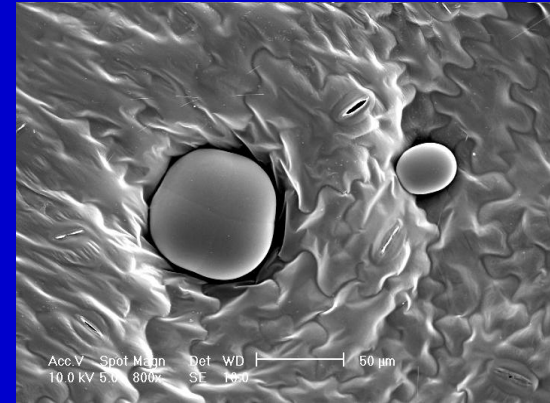
Mélange HE/huile d'olive



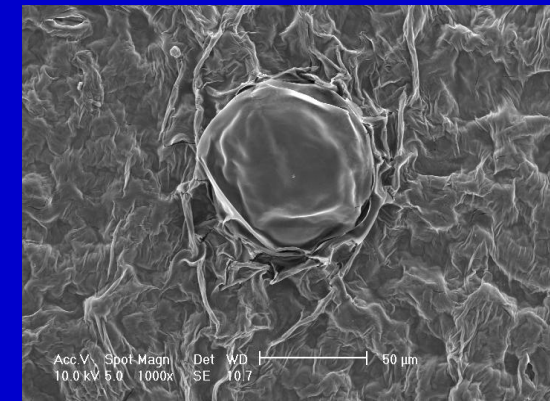
# Aromatisation de l'huile d'olive avec des plantes aromatiques



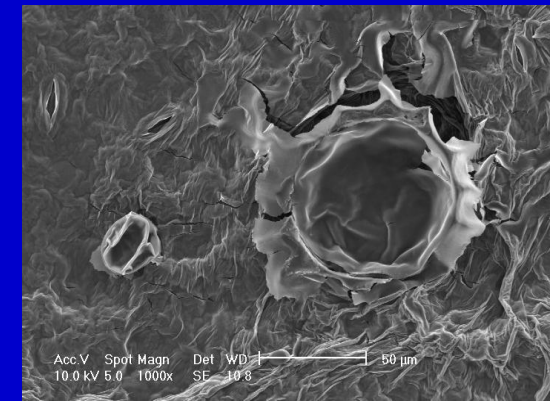
Initial basil



Conventional  
Extraction



MW-extraction



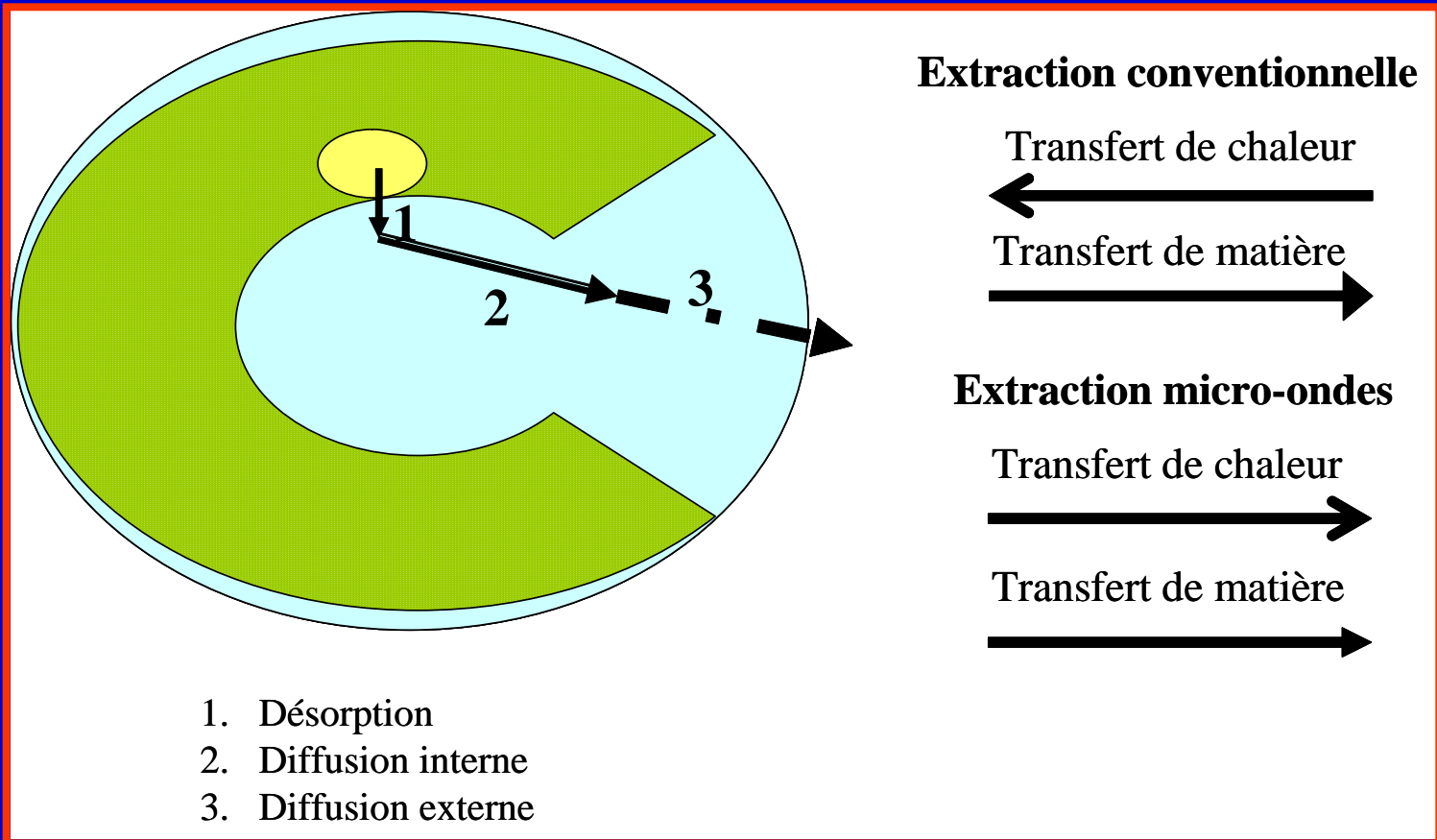
Énergie électrique

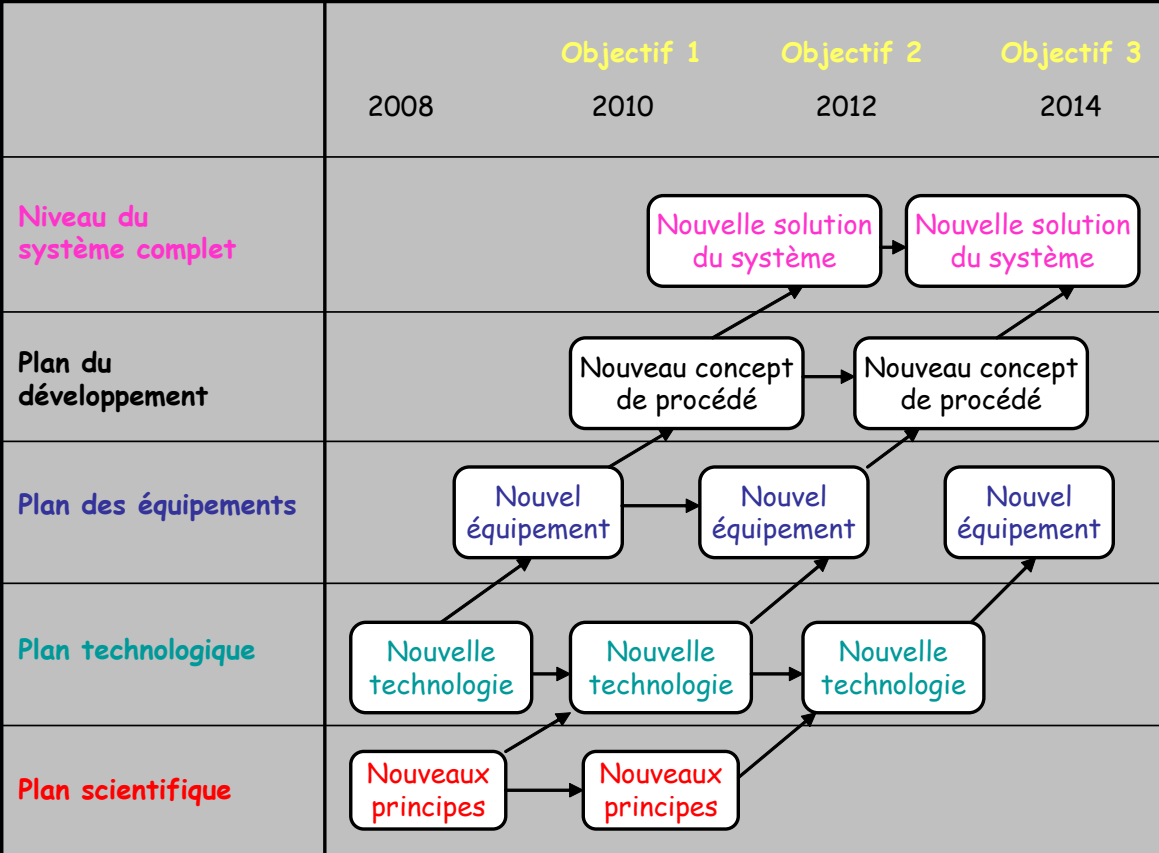
Énergie cinétique

Chaleur

Rotation dipolaire

Friction interne  
Chocs moléculaires





**Hydro-distillation** : 1 kg de matériel végétal + 10 litres d'eau

**Distillation micro-ondes** : 1 kg de matériel végétal

Le chauffage micro-ondes permet la rupture des glandes contenant l'huile essentielle, et son entraînement avec de la vapeur d'eau *in-situ* de la matière végétale

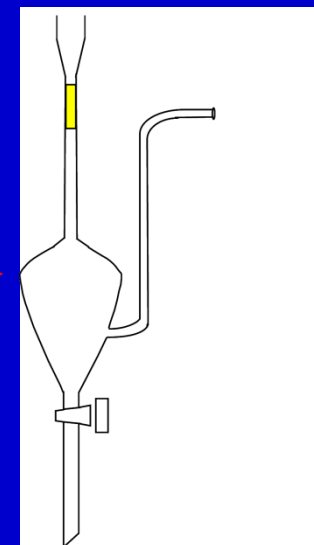
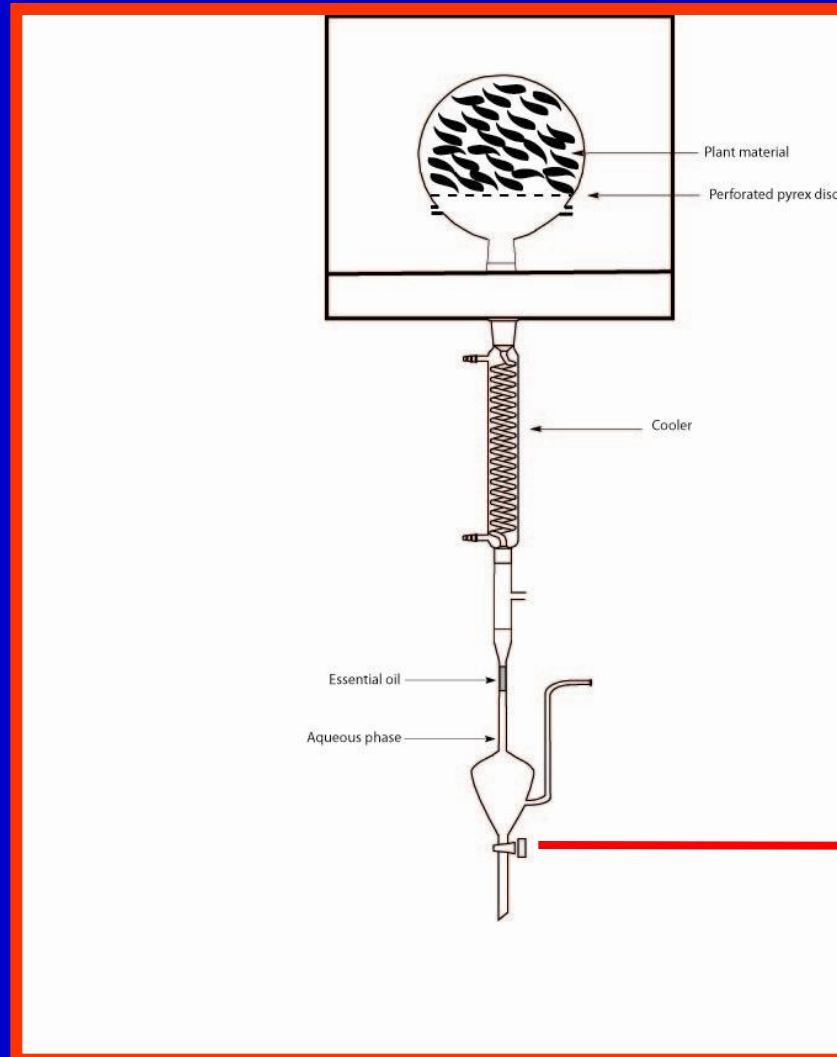


Le système de cohobation permet le maintien du taux d'humidité propre au matériel végétal

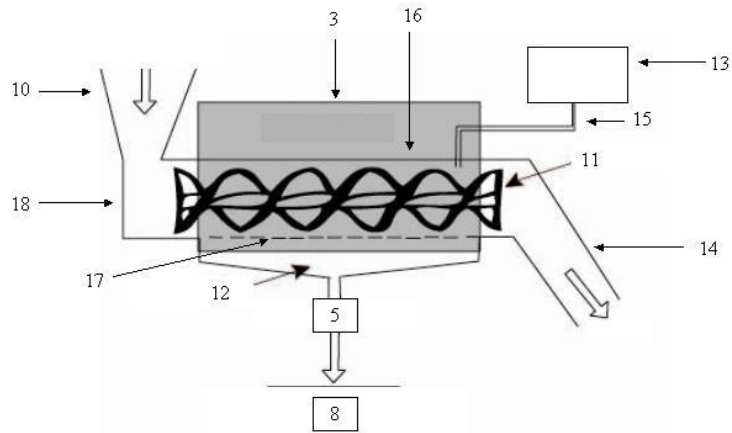


# Microwave Hydrodiffusion and Gravity

Extraction des arômes, huiles essentielles, antioxydants, colorants...



F. Chemat et coll., European Patent 07100935.1, 2008



**MHG : version industrielle 2010**



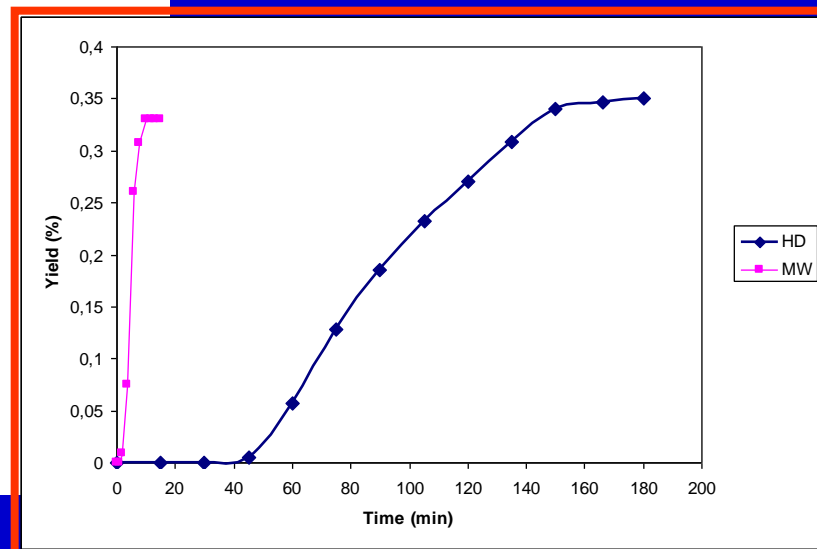
## NEOS-GR

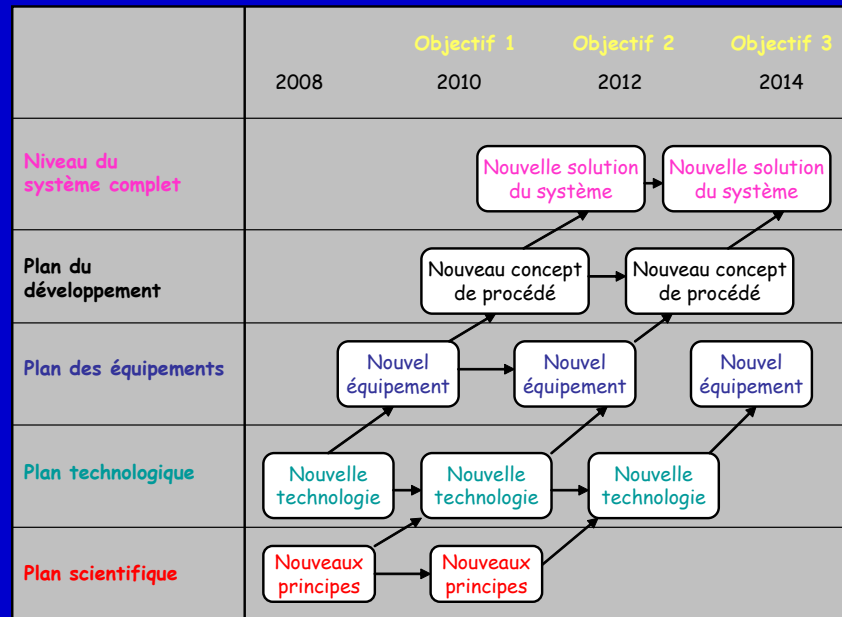
Rapid, Solvent-Free Extraction  
by Microwave Hydrodiffusion  
and Gravity (MHG)

# Application : extraction of essential oil from *Rosmarinus officinalis* L.



Compounds	HD (%)	MHG (%)
Monoterpene hydrocarbons	68.56	68.60
Oxygenated Monoterpenes	24.87	28.10
Sesquiterpene hydrocarbons	1.91	1.41
Oxygenated sesquiterpenes	0.26	0.25
Other oxygenated compounds	1.03	1.19
Extraction Time (min.)	180	15
Yield (%)	0.35±0.07	0.33±0.09
Total oxygenated compounds	26.16	29.54
Total non- oxygenated compounds	70.47	70.01





**Hydro-distillation** : 1 kg de matériel végétal + 10 litres d'eau  
100 Kcal pour chauffer et 1000 Kcal pour vaporiser

**Distillation micro-ondes** : 1 kg de matériel végétal  
10 Kcal pour chauffer et 100 Kcal pour vaporiser

**Micro-ondes et Gravité** : 1 kg de matériel végétal  
10 Kcal pour chauffer et Gravité de la terre pour séparer

95 à 99% de réduction d'énergie et de CO<sub>2</sub>  
Elimination totale de solvant et de rejet d'eaux



**Cosmétiques  
Pharmaceutiques  
Agro-alimentaires  
Nouvelles énergies**

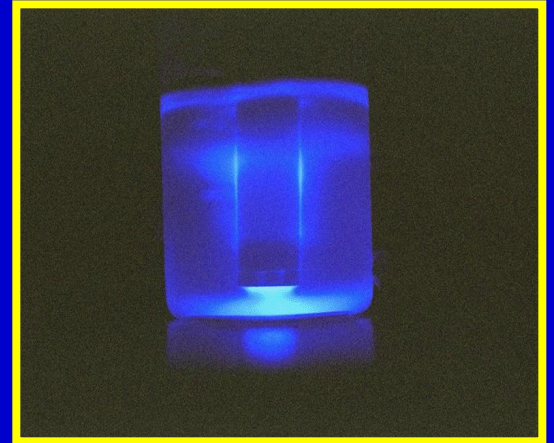


Polyphenols - flavonoides - lycopene - anthocyanes - sucres -  
couleur - arômes

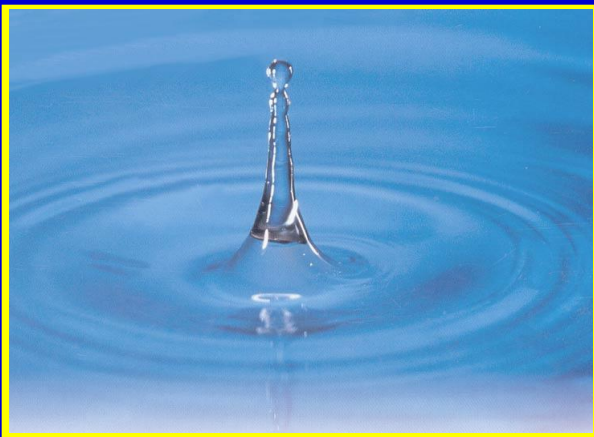
Eau "BIO" de constitution (originelle)..

1. Fleurs comme les roses et fleur d'oranger ...
2. fruits (melon, orange) : colorants - antioxydants
3. légumes (Oignon, salade, tomate) : caroténoïdes, antioxydants
4. Produits marins

**Génie des procédés : up-scaling (batch et continu)  
Vide pulsé et continu, combinaison de techniques**



La technique Ultrasonore  
Extraction mécanique à froid

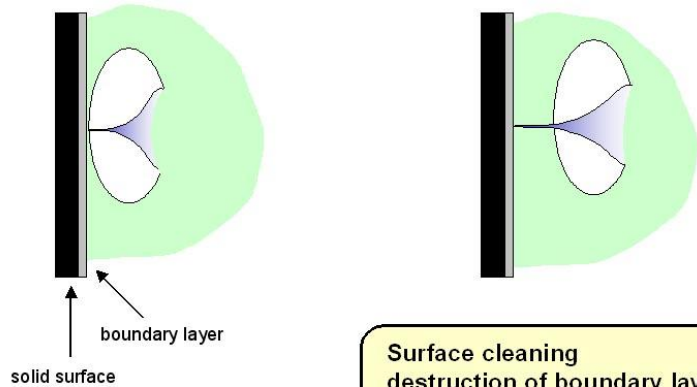


# & Milieu hétérogène S-L : cavitation

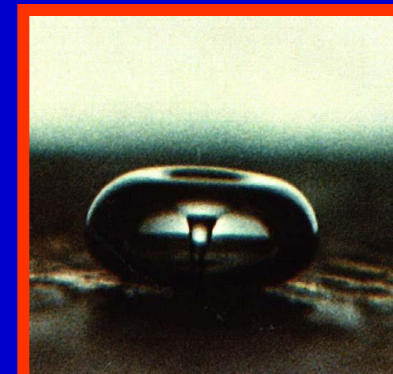
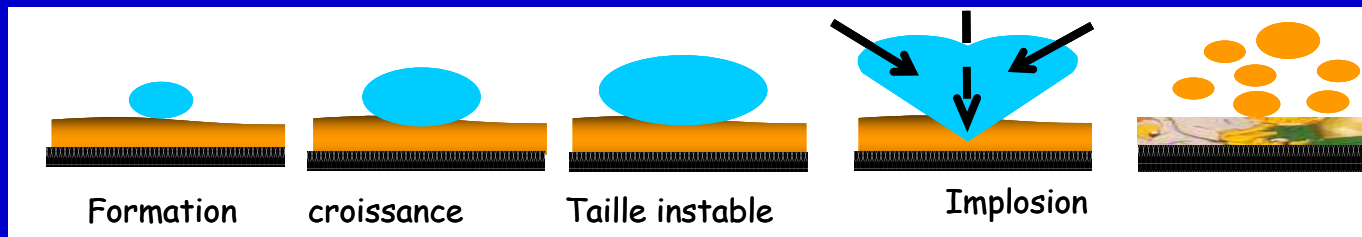
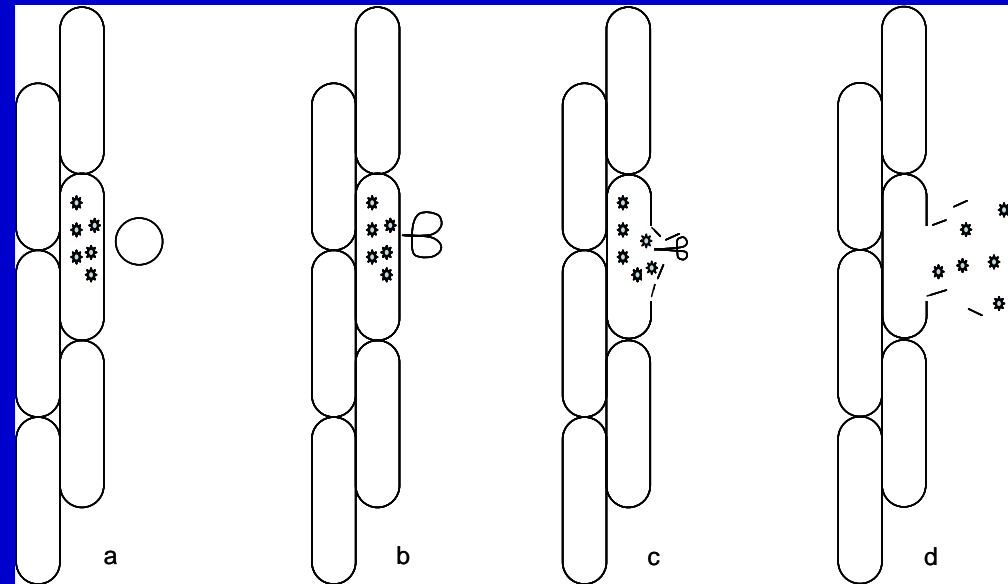
## ACOUSTIC CAVITATION

**Collapse at or near a solid surface**

Inrush of liquid from one side of the collapsing bubble produces powerful jet of liquid targeted at surface



Surface cleaning  
destruction of boundary layer  
surface activation  
improved mass and heat transfer



**& Cosmétique BIO**



**Réacteur d'extraction par ultrasons semi continu**

**Eau - Huile végétales - PEG -  
glycérine/eau - Teintures mères**



# Groupe de Recherche en Eco-Extraction de produits Naturels

Université d'Avignon et des Pays de Vaucluse  
<http://www.green.univ-avignon.fr>

## Le laboratoire

### RESPONSABLE DU LABORATOIRE :

Pr Farid CHEMAT

[farid.chemat@univ-avignon.fr](mailto:farid.chemat@univ-avignon.fr)

04 90 14 44 65 / 04 90 14 44 40

### MEMBRES DU LABORATOIRE :

Dr Maryline ABERT VIAN, MCF

Dr Valérie TOMAO, MCF

Dr Anne-Sylvie FABIANO TIXIER, MCF

Dr Sandrine ISSARTIER, ATER

Karine RUIZ, Assistant Ingénieur

Emmanuel PETITCOLAS, Technicien

10 doctorants (dont 5 en co-tutelle avec Pakistan, Tchèque, Algérie, Tunisie, Maroc).

