

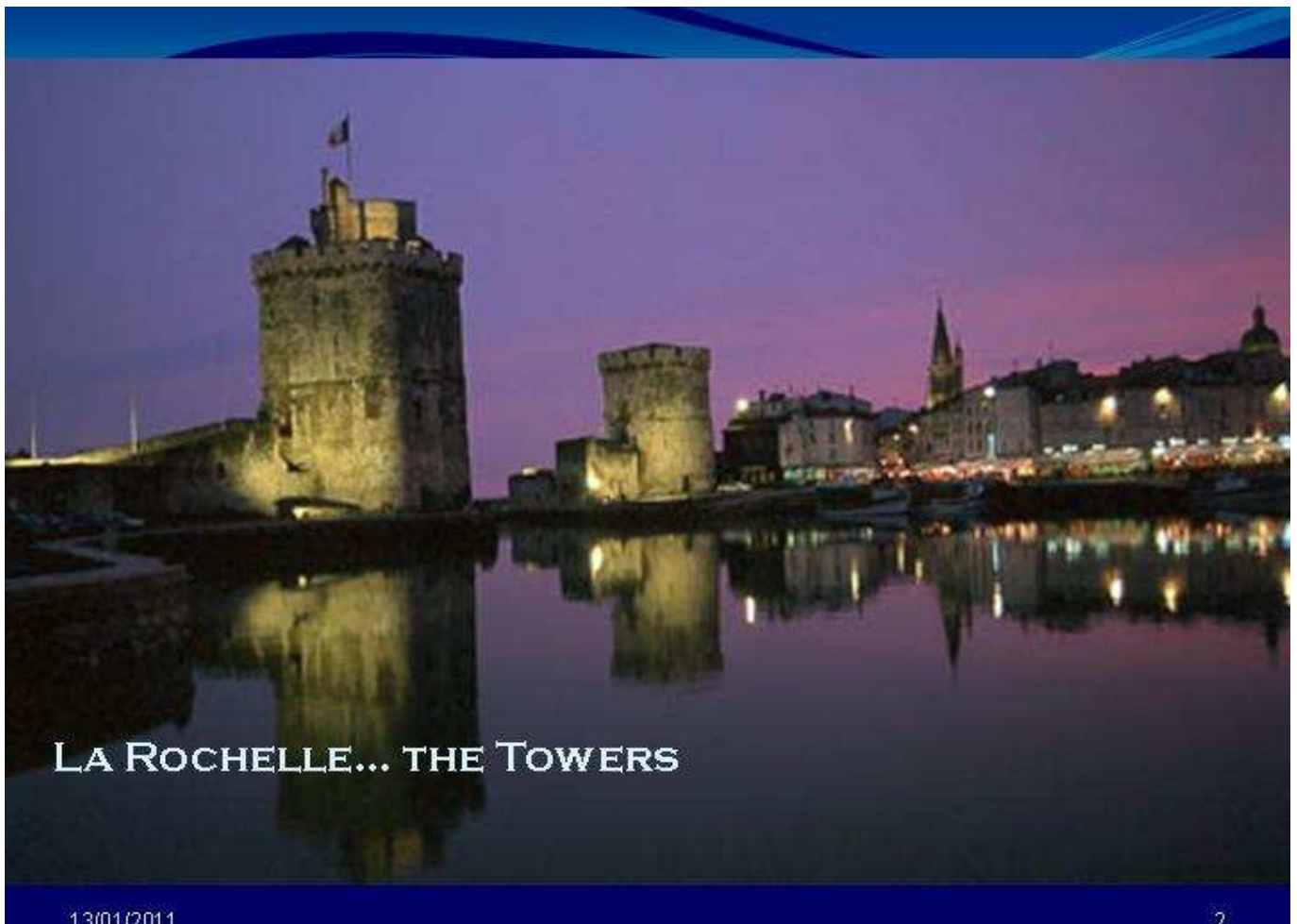
La Technologie de **détente instantanée contrôlée DIC:** Innovation dans les Procédés AGRO-INDUSTRIELS

Pr. Karim ALLAF,
LEPTIAB

*Société de recherche et d'innovation technologique
agrée par le Ministère de la Recherche; Spin-off de
l'Université de La Rochelle*

*Université de La Rochelle
Laboratoire des Etudes des Phénomènes de
Transfert et de l'Instantanéité: Agro-
Industrielles et Bâtiment
Technologies Agro-Industrielles*

Prof. Karim ALLAF,
Univ. La Rochelle /100



Histoire du Groupe Eco-Procédés et Technologies

Agro-Industrielles

- 1988: **Division des Technologies Agro-Industrielles TAI** à l'**UTC** (UNIVERSITÉ de Technologie de Compiègne)
- 1993: Première application industrielle de la DIC : "**Universal Foods (Californie)**" à Marché (France): légumes pour soupes instantanées
- 1993: Création de l'**ULR** (Université de La Rochelle)
- 1994: Transfert du **LMTAI** de **UTC** à **ULR**
- 1997: Seconde application industrielle : "**Groupe Bollory**" traitement d'expansion du tabac.
- 1998: Création du **CENTRE TECHNOLOGIQUE EUROPEEN de la DIC** à COFRAN... 7 M€ Budget d'Equipement
- 2008: Fusion entre LMTAI & LEPTAB → nouveau laboratoire "**Etude des Phénomènes de Transfert et de l'Instantanéité: Agro-industrie et Bâtiment**"
- LMTAI: 20 chercheurs; 26 doctorats depuis 1988
- 2000: Création de **LEJNI e SEJNI de la Memoria**, Traitement du bois archéologique et gorgé d'eau.
- 2001: Création de **ABCAR-DIC Process**, Société d'ingénierie et de recherche agréée par le Ministère pour la conception et la fabrication des équipements de DIC.
- 2001: Création de **Technalia**, Fabrication de fruits et légumes séchés / expansés par DIC (bankruptcy on 2003).
- 2006: Création de **FIClab**, Recherche et Valorisation de la biodiversité à UBAYA – Surabaya; Indonésie.
- 2007: Création de **FLORINNOV**, cristallisation Instantanée des fleurs.
- 2008: Création de **ABCAR-ASIA** (Malaisie), Société de construction des équipements DIC en Asie.
- 2009: Création de **ABCAR-MEXICO**, Société de fabrication des produits DIC en Amérique du Nord
- 2010: Création de **ABCAR-DIC USA**, Société de traitement et de valorisation DIC aux Etats-Unis et Canada.

13/01/2011

3



Technologie de

Détente

Instantanée

Contrôlée

DIC



13/01/2011

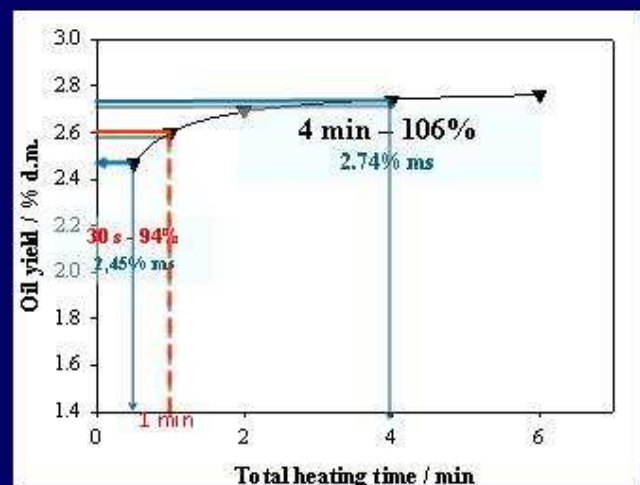
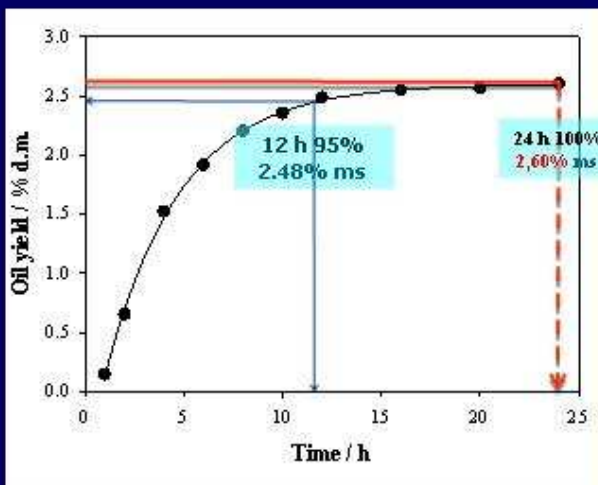
4



Rendement en huile essentielle et cinétique

Entraînement à la vapeur (Lab)

DIC: P = 0,6 MPa; 8 cycles



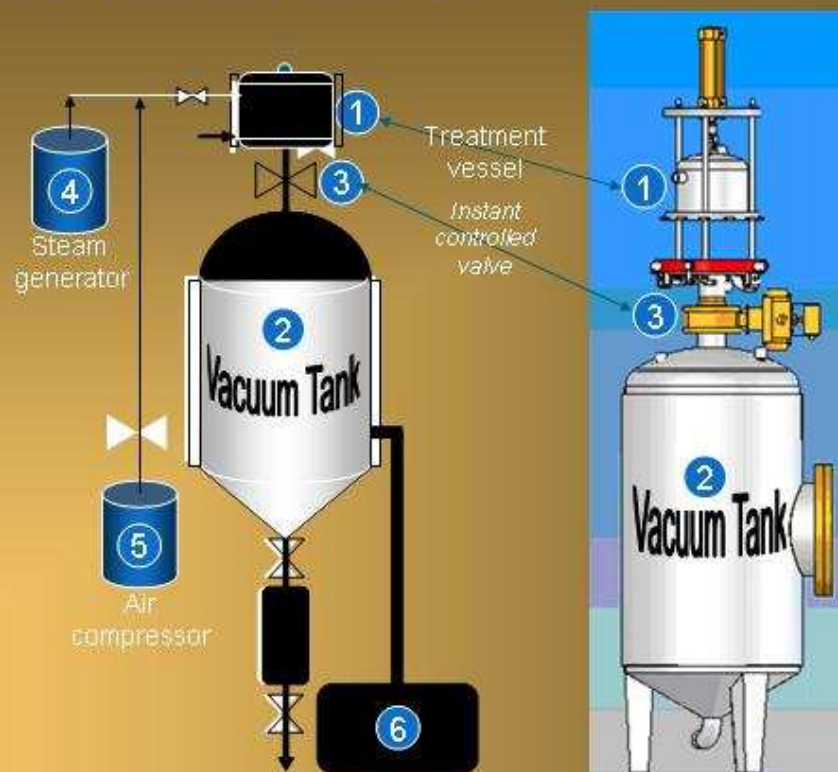
Comment définir la technologie de Détente Instantanée Contrôlée DIC?

Principe:

- Traitement Haute température Haute Pression - courte durée
- Chute abrupte de Pression vers le vide.
- **Autovaporization instantanée**
- ▶ *texturation des polymères, ...*
impliquant une expansion contrôlée;
- ▶ **Refroidissement instantané.**



DIC: Equipment de laboratoire



How does DIC operate?

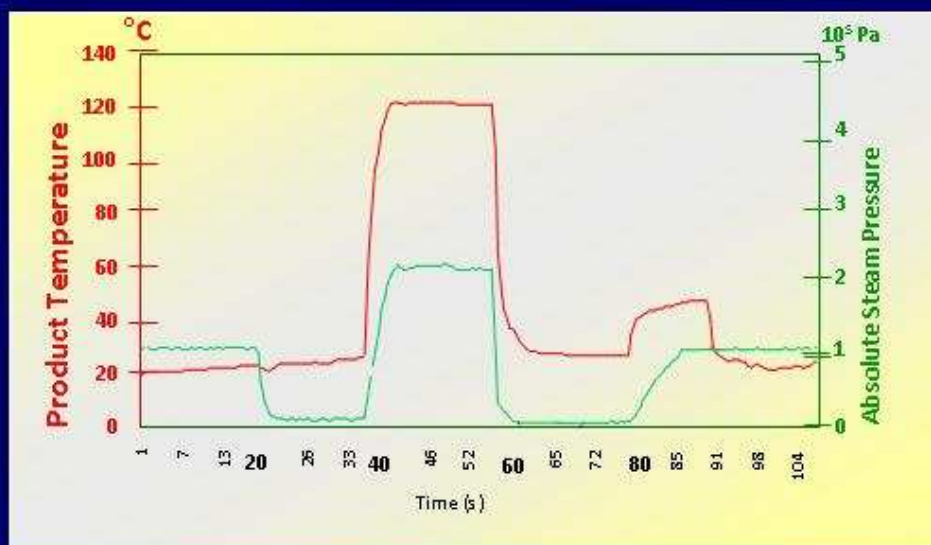


Prof. Karim A...



Les 4 étapes du traitement par DIC :

- 1- Mise sous vide initial
- 2- Montée à la pression de traitement et maintien pendant le temps de traitement
- 3- **Détente** abrupte vers **le vide**;
- 4- Remise à la pression atmosphérique





DIC TECHNOLOGY: New Innovative AGRO-INDUSTRIAL Processes

1. Drying:

1. Fruits and vegetables by using **swell-drying** process;
2. Fruits and vegetables, pharmaceutical and herbs by using **DSPD** process Dehydration by successive pressure-drops;
3. Powders by using Three stage spray-drying (**3S-SD**);
4. Powders by using **Vacuum Controlled Spray-Drying**.

2. Sterilization:

1. Case of powders and dried plants;
2. Fresh cut fruits and vegetables; nopal...

3. Extraction:

1. **Autovaporization of essential oils.**
2. **Improvement of availability of bioactive molecules**
 1. Direct Cosmetic applications using natural vegetables and plants;
 2. Production of high bioactive availability powders (cranberry, blueberry, medicinal herbs, ...);
 3. Isolation of bioactive natural healthy molecules (cosmetic, pharmaceutical and food applications);
 4. Extraction by pressing (bi screw extruder) vegetal and fish oil.
3. **Elimination des solvants et molécules volatiles.**

4. Post-Harvesting and swell-Steaming of cereals (rice).

5. Treatment of beans:

1. **Soya beans, Coffee beans, cacao beans, ...**



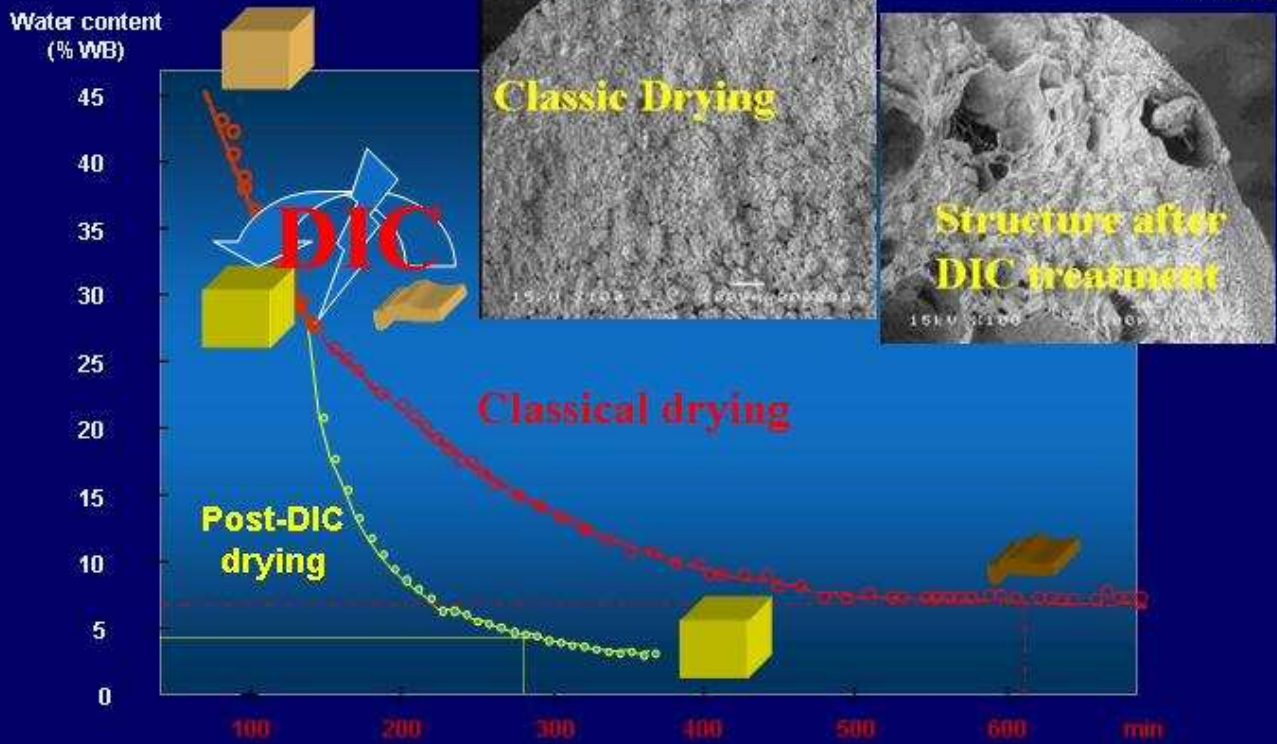
DIC TECHNOLOGY: New Innovative AGRO-INDUSTRIAL Processes

1. Drying:

1. Fruits and vegetables by using **swell-drying** process;
2. Fruits and vegetables, pharmaceutical and herbs by using **DSPD** process Dehydration by successive pressure-drops;
3. Powders by using Three stage spray-drying (**3S-SD**);
4. Powders by using **Vacuum Controlled Spray-Drying**.



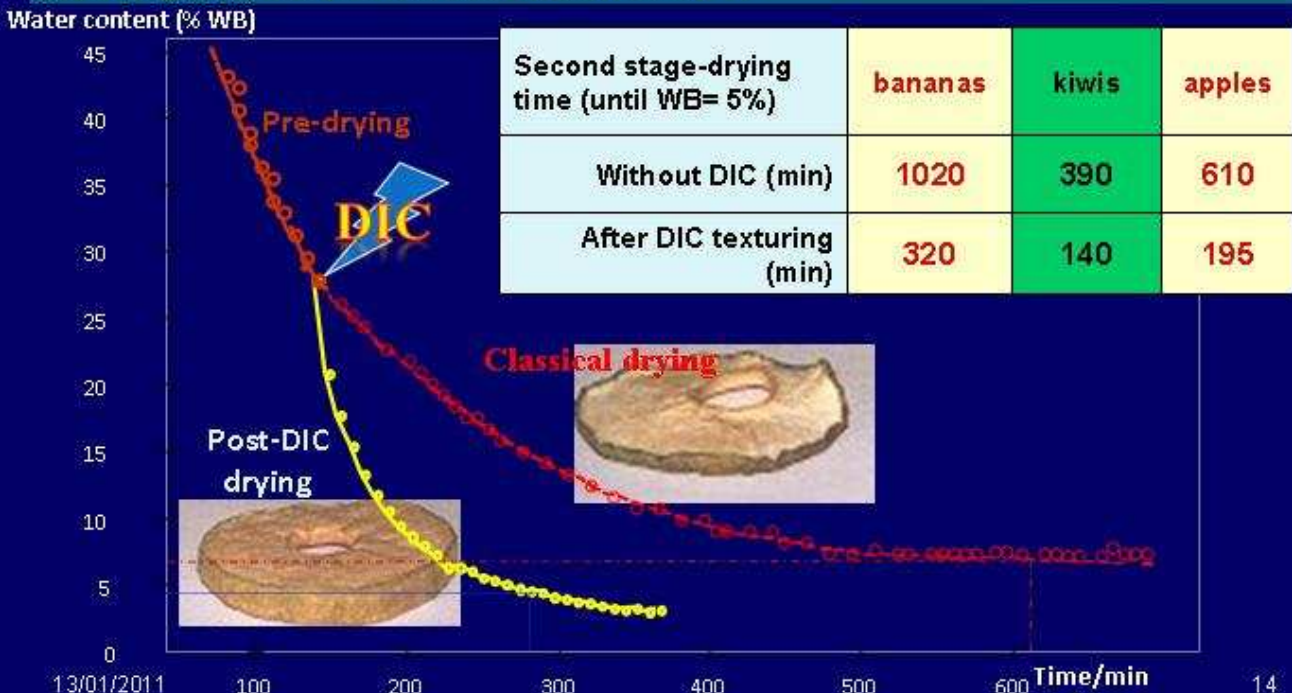
SWELL-DRYING by DIC: How to do it?



R & D Data

(ii) Swell Drying

Reduction of global drying time: Reducing by 3 times the time of final stage of drying process compared to hot air drying (banana, apple, kiwi...) **reducing energy consumption, and highly improving "nutritional, sensorial and hygienic quality"...**





SECHAGE / TEXTURATION
DIC
SWELL-DRYING



SECHAGE / TEXTURATION
DIC
SWELL-DRYING



Swell – dried Peppers by DIC texturing



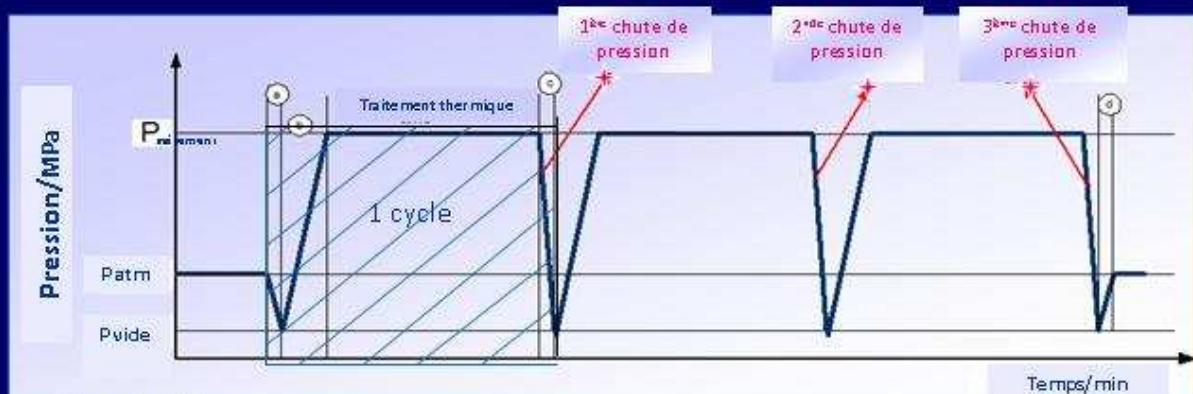
DIC TECHNOLOGY: New Innovative AGRO-INDUSTRIAL Processes

2. Extraction:

1. **Autovaporization of essential oils.**
2. **Improvement of availability of bioactive molecules**
 1. Direct Cosmetic applications using natural vegetables and plants;
 2. Production of high bioactive availability powders (cranberry, blueberry, medicinal herbs, ...);
 3. Isolation of bioactive natural healthy molecules (cosmetic, pharmaceutical and food applications);
 4. Extraction by pressing (bi screw extruder) vegetal and fish oil.
3. **Elimination des solvants et molécules volatiles.**



Extraction par cycles successifs de DIC



1 cycle DIC :

- Vide initial
- Injection de vapeur à température contrôlée, maintenue un certain temps de traitement.
- Détente abrupte vers le vide ($t < 200$ ms)
- Retour pour un nouveau cycle ou vers la pression atmosphérique.

Prof. Karim ALLAF,
Univ. La Rochelle /100
18

13/01/2011

DIC : Paramètres opératoires

•Température initiale	T_i	50°C	à	160°C
•Pression initiale	P_i	0.05 MPa	à	0.6 MPa
•Niveau du vide	P_v	1 kPa	à	10 kPa
•Pression final	P_f	$f(R, P_v, V)$	à	~13 kPa
•Température d'équilibre	T_e	15°C	à	45°C
•Humidité initiale	W	10%	à	90% WB
•Temps de traitement thermique	t	30 s	à	20 min
•Speed of pressure drop	$\Delta P / \Delta t$	0.04 MPa/s	à	2.5 MPa/s
•Nombre de cycles	N	1	à	12

13/01/2011

20

Cananga oil

Huile essentielle d'Ylang ylang



Matière première

- *Cananga odorata forma macrophylla*
- Origine indonésienne
- **Fleurs séchées à 10,2% ms**

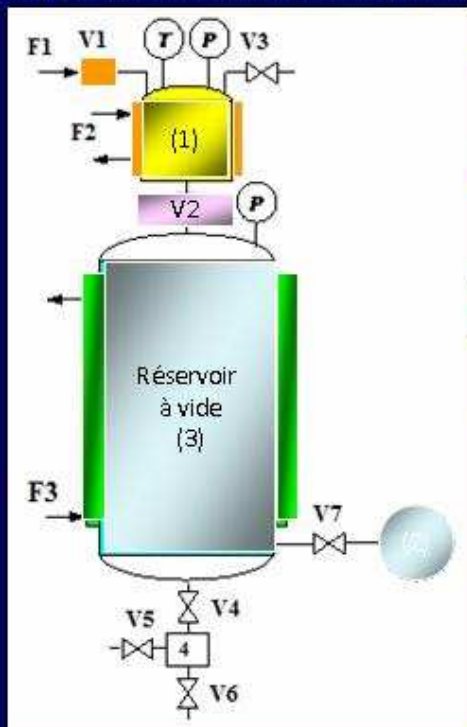


13/01/2011

Prof. Karim ALLAF,
Univ. La Rochelle /200

La technologie DIC

Équipement du laboratoire



- **Cellule de traitement (1)**
 - Haute température / Haute pression
- **Système de chauffage (F1, F2)**
 - vapeur saturée ou micro-ondes
- **Vanne de détente (V2)**

Système" de vide

- pompe (2) / cuve (3)

Système de condensation (F3)



13/01/2011

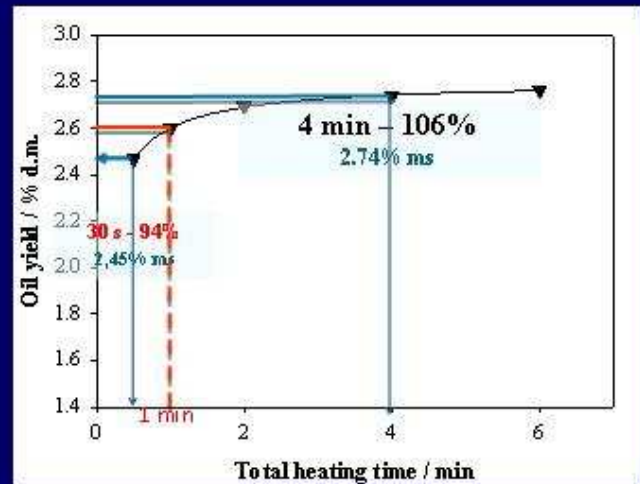
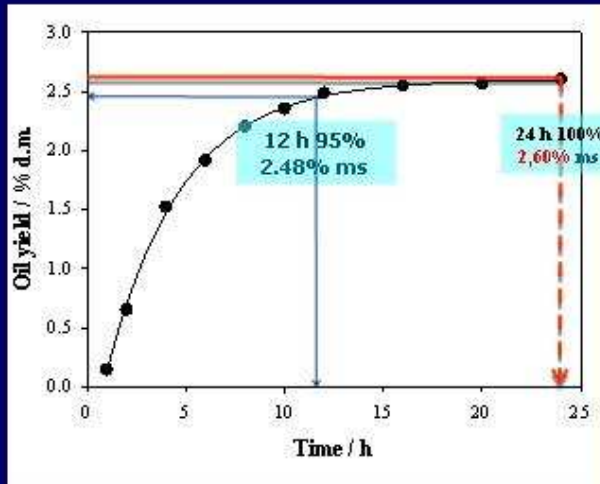
Prof. Karim ALLAF,
Univ. La Rochelle /200



Rendement en huile essentielle et cinétique

Entraînement à la vapeur (Lab)

DIC: P = 0,6 MPa; 8 cycles



13/01/2011

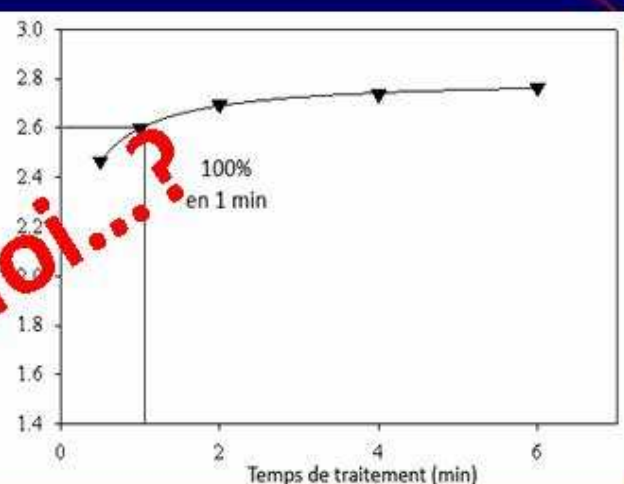
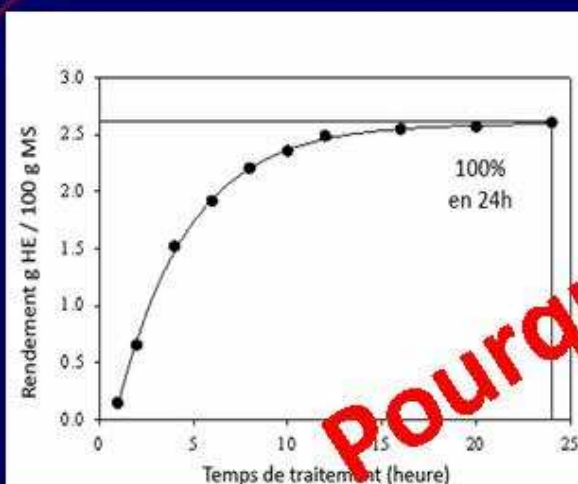
23



Rendement et cinétique en huiles essentielles d'ylang ylang

Hydrodistillation

DIC



Extraction d'huiles essentielles d'ylang-ylang

13/01/2011

Transferring of DIC Technology towards ASIA

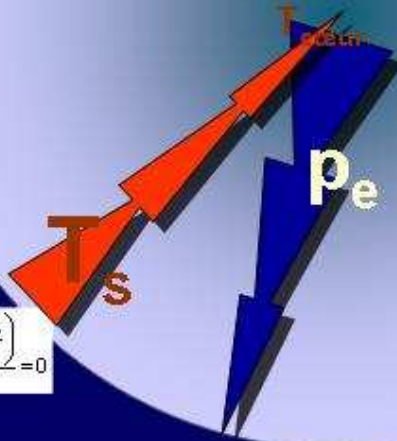
24

Transfert par diffusion de Fick

$$\frac{p_e}{\rho_s} (\vec{v}_e - \vec{v}_s) = -D_{eff} \text{grad} \left(\frac{p_e}{\rho_s} \right)$$

$$p_e \vec{v}_e = -D_{eff} \overline{\text{grad} p_e}$$

$$\text{div} \vec{\phi} + (\rho_s c_n + \rho_e c_n + \rho_e c_n) \frac{\partial T}{\partial t} + \frac{\partial \left(p_s \frac{M_s I_s}{RT} + p_e \frac{M_e I_e}{RT} \right)}{\partial t} = 0$$

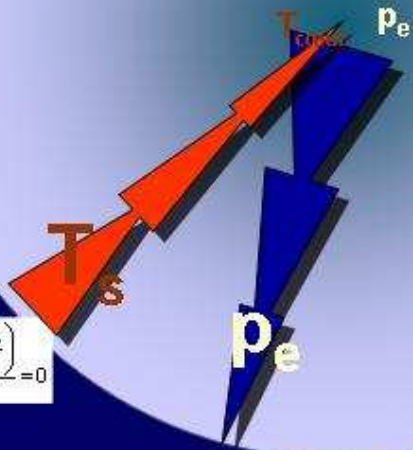


Transfert par diffusion de Fick

$$\frac{p_e}{\rho_s} (\vec{v}_e - \vec{v}_s) = -D_{eff} \text{grad} \left(\frac{p_e}{\rho_s} \right)$$

$$p_e \vec{v}_e = -D_{eff} \overline{\text{grad} p_e}$$

$$\text{div} \vec{\phi} + (\rho_s c_n + \rho_e c_n + \rho_e c_n) \frac{\partial T}{\partial t} + \frac{\partial \left(p_s \frac{M_s I_s}{RT} + p_e \frac{M_e I_e}{RT} \right)}{\partial t} = 0$$

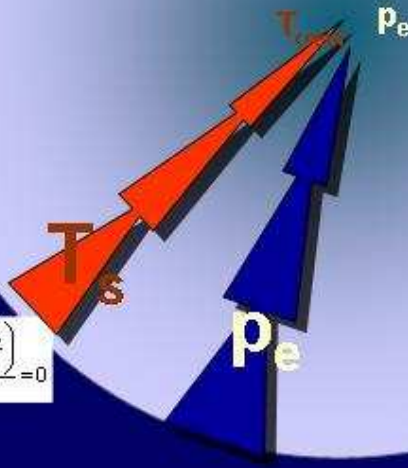


Transfert par diffusion de Fick

$$\frac{p_e}{\rho_s} (\vec{v}_e - \vec{v}_s) = -D_{eff} \text{grad} \left(\frac{p_e}{\rho_s} \right)$$

$$p_e \vec{v}_e = -D_{eff} \overline{\text{grad}} p_e$$

$$\text{div} \vec{\phi} + (\rho_s c_{n1} + \rho_s c_{n2} + \rho_s c_{n3}) \frac{\partial T}{\partial t} + \frac{\partial \left(p_{s1} \frac{M_1 I_{n1}}{RT} + p_{s2} \frac{M_2 I_{n2}}{RT} \right)}{\partial t} = 0$$



Transfert par diffusion de Fick

$$\frac{p_e}{\rho_s} (\vec{v}_e - \vec{v}_s) = -D_{eff} \text{grad} \left(\frac{p_e}{\rho_s} \right)$$

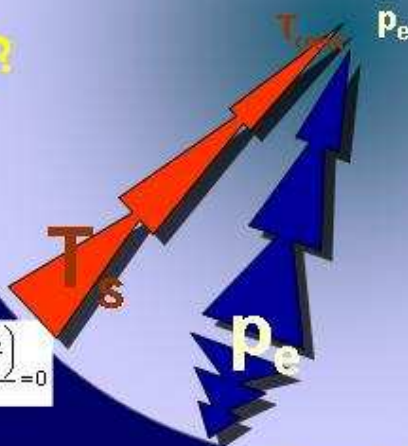
$$p_e \vec{v}_e = -D_{eff} \overline{\text{grad}} p_e$$

PARADOXE!!

Coeur de plus en plus "humide"

Comment y remédier?

$$\text{div} \vec{\phi} + (\rho_s c_{n1} + \rho_s c_{n2} + \rho_s c_{n3}) \frac{\partial T}{\partial t} + \frac{\partial \left(p_{s1} \frac{M_1 I_{n1}}{RT} + p_{s2} \frac{M_2 I_{n2}}{RT} \right)}{\partial t} = 0$$



Transfert par diffusion de Fick

$$\frac{p_e}{\rho_s} (\bar{v}_e^\rho - \bar{v}_s^\rho) = -D_{eff} grad \left(\frac{p_e}{\rho_s} \right)$$

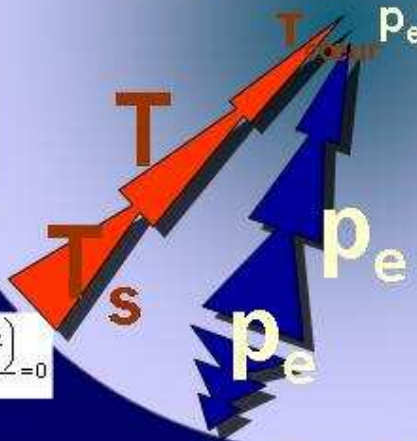
$$p_e \bar{v}_e^\rho = -D_{eff} \overline{grad p_e}$$

$$\rho_m (\bar{v}_m^\rho - \bar{v}_s^\rho) = -\frac{K}{v_m} grad P$$

$$div \bar{\phi} + (\rho_s c_n + \rho_e c_n + \rho_m c_n) \frac{\partial T}{\partial t} + \frac{\partial \left(p_{s,f} \frac{M_s I_{s,f}}{RT} + p_{e,f} \frac{M_e I_{e,f}}{RT} \right)}{\partial t} = 0$$

PARADOXE!!

Coeur de plus en plus "humide"



Cinétique et Transfert dans la DIC

Transfert par diffusion de DARCY

$$\rho_m (\bar{v}_m^\rho - \bar{v}_s^\rho) = -\frac{K}{v_m} grad P$$

Grande vitesse de transfert



Vide



DIC / Entraînement à la vapeur

Composition HE

Familles de composés	DIC 0.6 MPa	Entraînement à la Vapeur
	4 min	24 h
<i>Oxygenated monoterpenes (%)</i>	5.6	4.5
<i>Other light oxygenated compounds (%)</i>	8.1	1.3
<i>Sesquiterpenes hydrocarbons (%)</i>	24.8	39.8
<i>Oxygenated sesquiterpenes (%)</i>	42.5	36.7
<i>Other heavy oxygenated compounds (%)</i>	17.6	16.7

Oxygenated compounds are more odoriferous & stables than terpenes hydrocarbons !!