

DE LA RECHERCHE À L'INDUSTRIE



LES PROCÉDÉS DE TRAITEMENT PAR FLUIDES SUPERCRITIQUES AU SERVICE DE L'ENVIRONNEMENT

CEA/DEN

Laboratoire Des Procédés Supercritiques et de Décontamination

JEUDI 24 MARS 2016

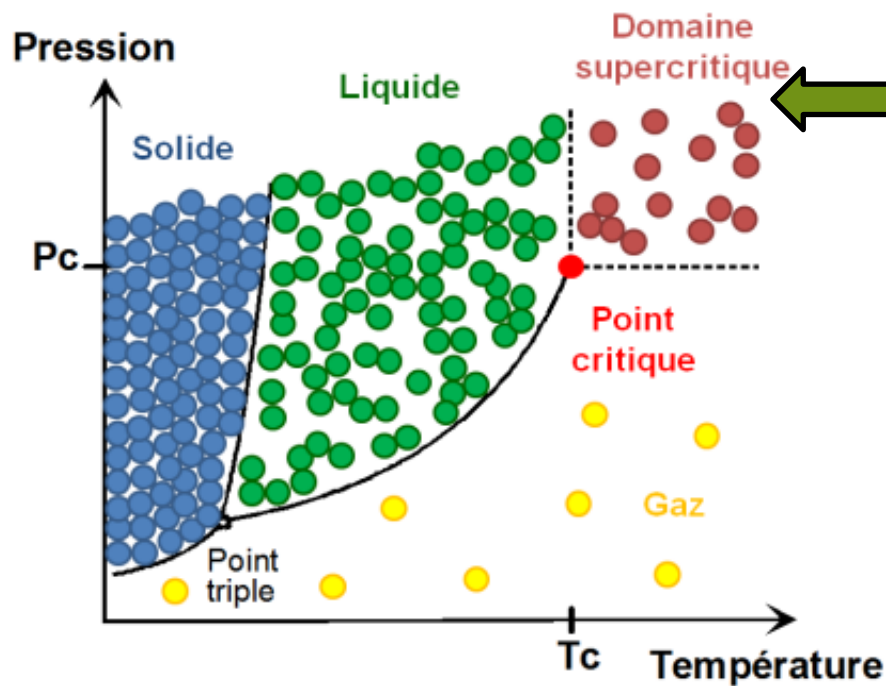
9^{èmes} Rencontre CEA ↔ Industrie, en Région PACA, pour l'innovation et le transfert de technologie

www.cea.fr

BIOTECHNOLOGIES : ENERGIE - ENVIRONNEMENT

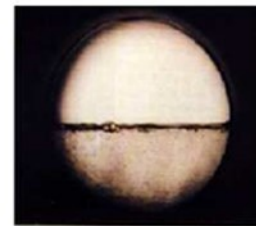
DESCRIPTION DES FLUIDES SUPERCRITIQUES (FSC)

Diagramme de phases P,T d'un corps pur

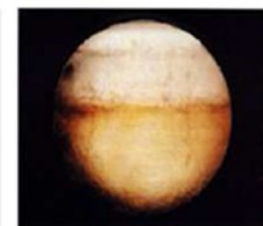


Le domaine supercritique : propriétés à la fois des gaz et des liquides

Densité élevée
Faible viscosité
Coefficient de diffusion élevés
Faible tension de surface



Standard



Sous-critique

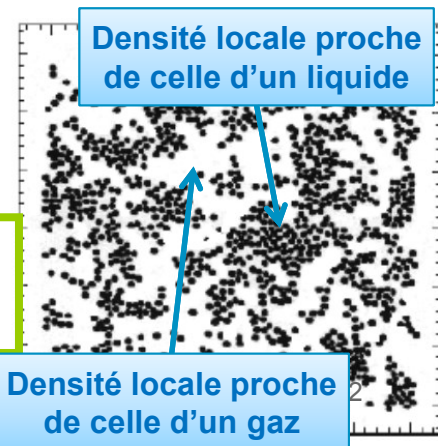


Supercritique

Le point triple : coexistence de 3 phases

Le point critique : arrêt de la courbe d'équilibre liquide-gaz

grande amplitude de variation de densité vers le point critique
→ Pouvoir solvant modulable



EXEMPLES D'UTILISATION DES FSC

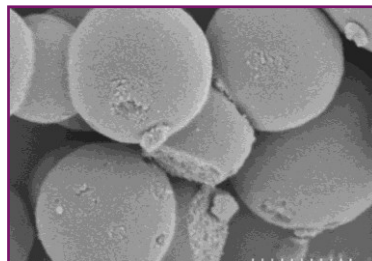
VALORISATION

- Extraction/recyclage de métaux par CO₂-SC
- Gazéification de la biomasse en Eau SC (OHT)



MATERIAUX

- Séchage CO₂-SC d'aérogels pour l'isolation thermique de l'habitat
- Matériaux par voie CO₂-SC pour les piles à combustible
- nanomatériaux inorganiques par voie CO₂-SC (traitement d'effluents aqueux, dépôts...)



DEPOLLUTION

- Destruction de déchets organiques par oxydation hydrothermale supercritique
- Décontamination des solides par extraction en CO₂-SC
- Nettoyage de pièces métalliques



Valorisation de ces procédés pour l'industrie

Mise en forme de principes actifs pour la pharmacie, extraction par CO₂-SC pour traiter le gout du bouchon dans le liège (Diam Bouchage), nettoyage par CO₂-SC (DFD SA), élaboration de catalyseurs, développement de membranes inorganiques/hybrides pour le traitement des gaz et des liquides...

EXEMPLES

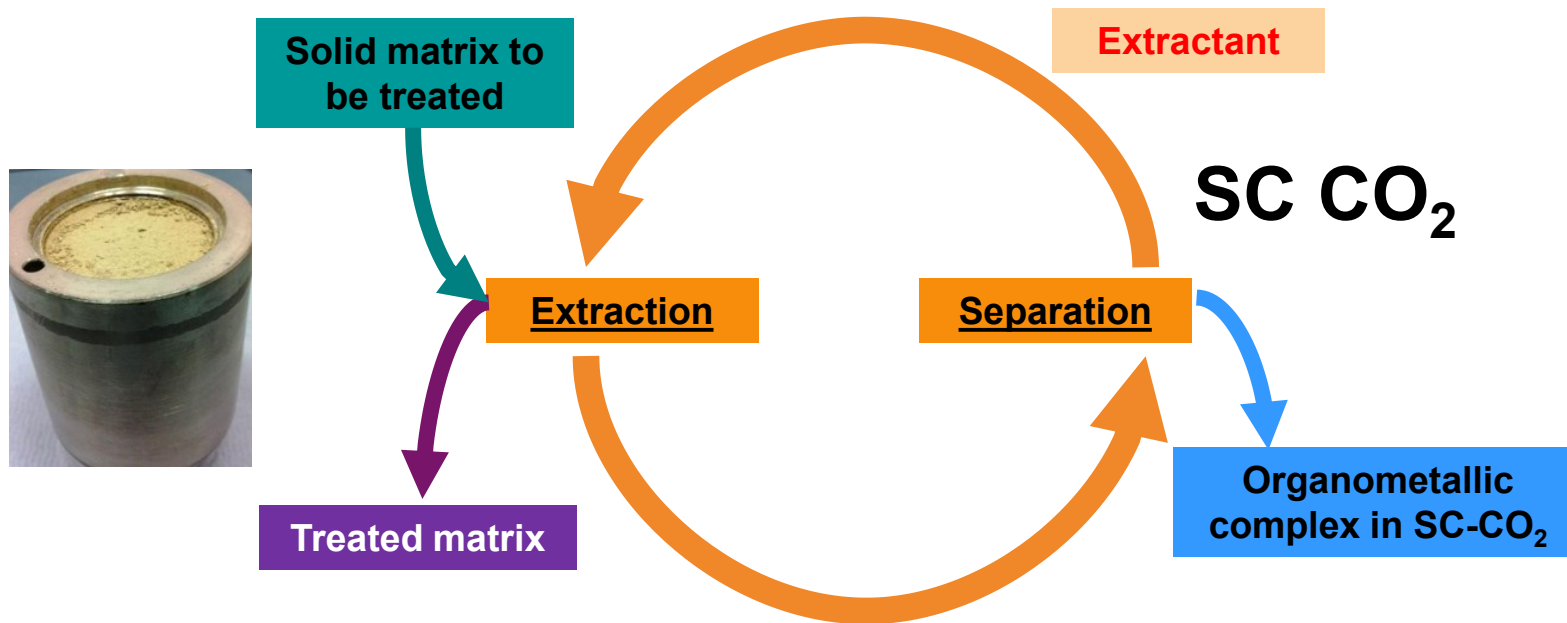
1- EXTRACTION DE METAUX

2- PURIFICATION DE POLYOLEFINES

3- TRAITEMENT PIÈCE MÉCANIQUES

4- DESTRUCTION D'ORGANIKUES

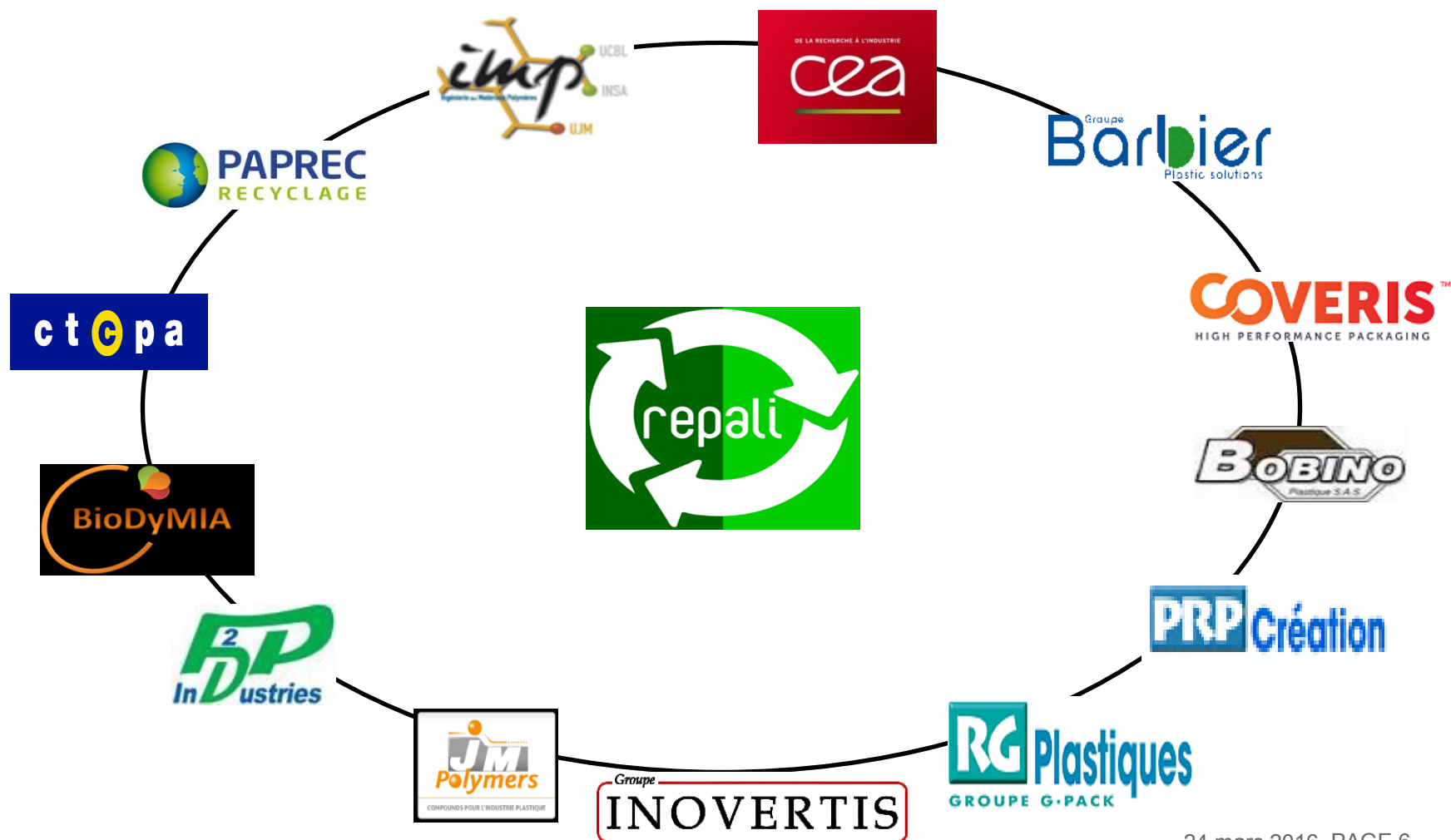
1- EXTRACTION DE MÉTAUX D'UNE MATRICE SOLIDE PAR CO₂ SUPERCRITIQUE.



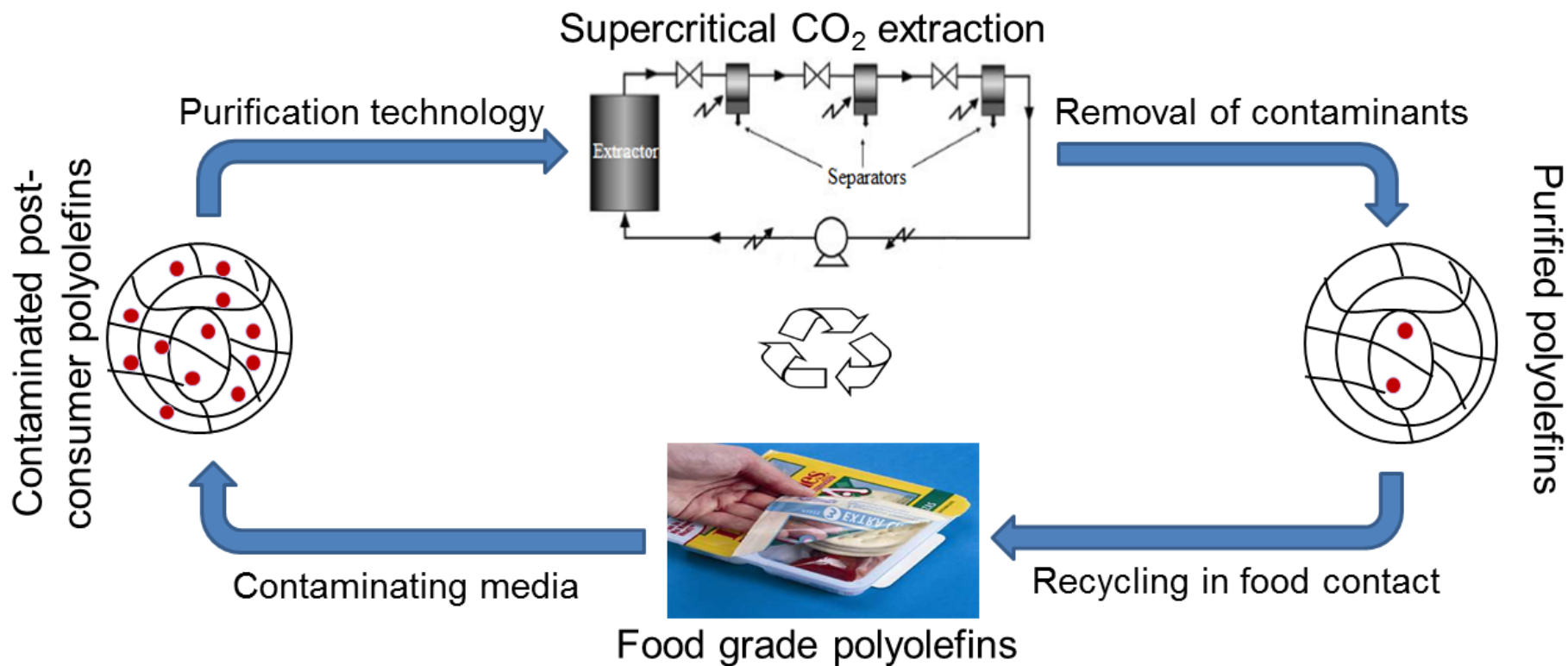
Décontamination de textile/sable (¹³⁷Cs)
Extraction de métaux d'une phase solide (Mo, Pt)

- ✓ Chimie de l'extraction : solubilité, chelatant...
- ✓ Optimisation procédé (P,T, débit..)
- ✓ Dimensionnement

REPALI II : REcyclage de Polyoléfines en contact ALimentaire et non ALimentaire



2- RECYCLAGE DE POLYOLEFINES EN MILIEU CO₂-SC



PROCEDE BATCH DYNAMIQUE

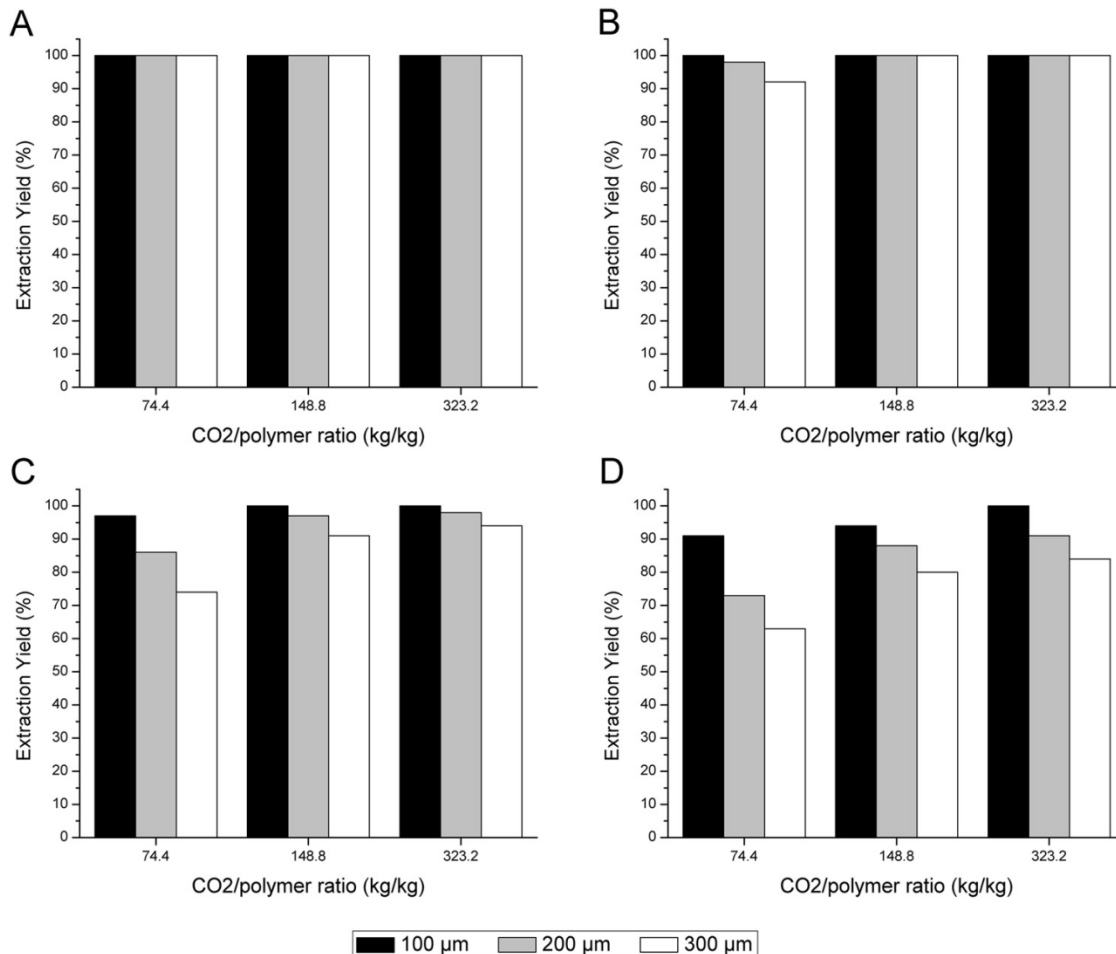
- Cycles successifs
- Flux permanent CO₂ au cours d'un cycle

COUPLAGE EXTRUSION/CO₂-SC

- Temps de séjour
- Pression, température

CO₂-SC : Pc = 73 bar – Tc = 31 °C
 + pouvoir solvant modulable
 + Ininflammable
 + Non toxique
 + Inerte
 + incolore et inodore
 + Peu coûteux

2- RECYCLAGE DE POLYOLEFINES EN MILIEU CO₂-SC



Effet

- ✓ épaisseur des films
- ✓ Nature du polluant
- ✓ P, T

**Essais en batch purification
PP et PE
=> 100% de décontamination**

EXTRACTION POLLUANTS EN MODE BATCH (FILMS PE)

3 - TRAITEMENT DE PIÈCES MÉCANIQUES PAR CO₂ SC

Solution de nettoyage modulaire & évolutive



Petites séries

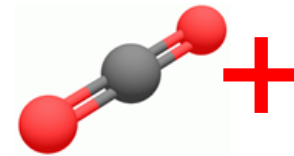


Grosses cadences

Du solvant CO₂ SC → À la machine DFD

Une offre globale

Machine et services + consommable gaz
CO₂L + matériel stockage



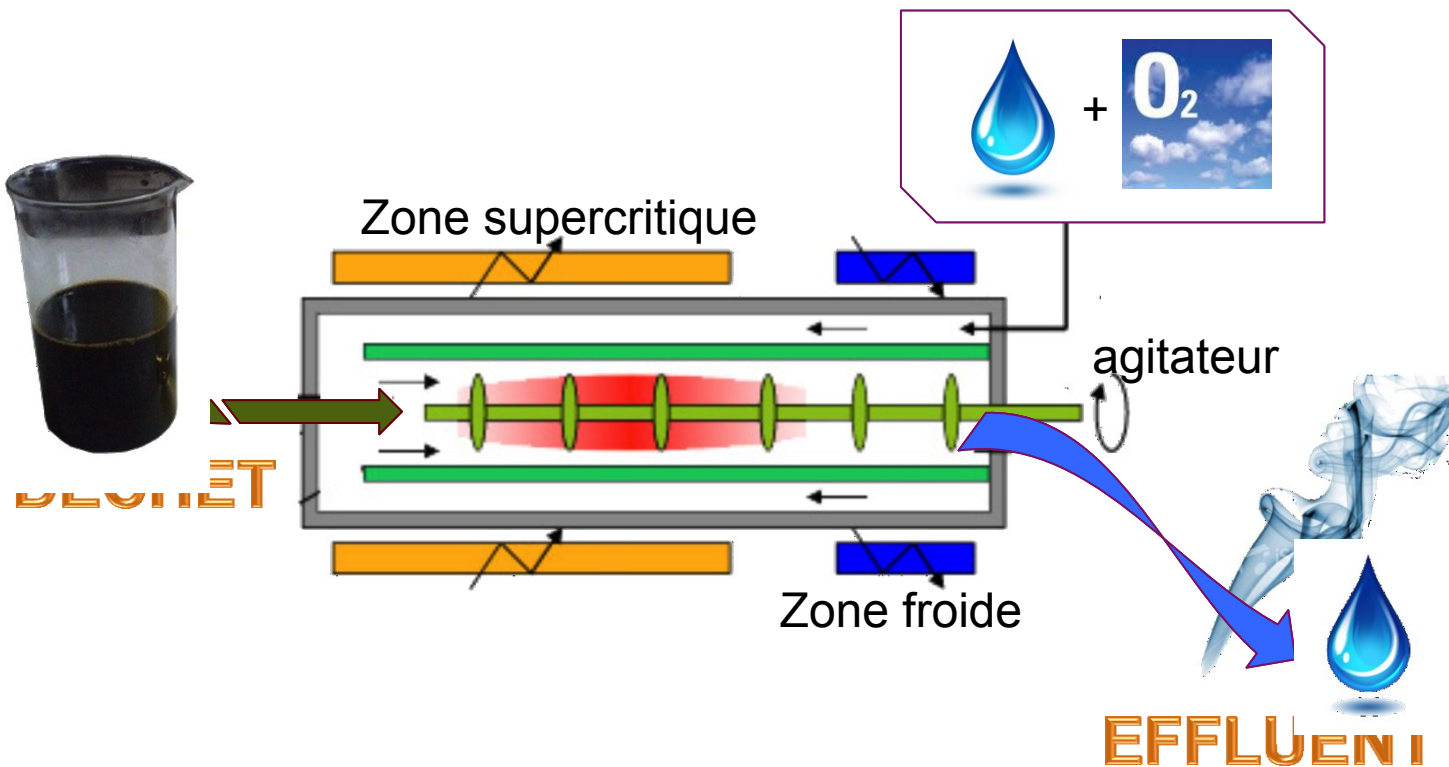
Les preuves sur
pièces

Création de la Start up :
DFD SA en 2012



***L'alternative éco-
innovante***

4- DESTRUCTION DECHETS ORGANIQUES LIQUIDES EN MILIEU EAU-SC



Réaction rapides < 1 minute

Rendements de destruction > 99%

Pas de rejets gazeux dangereux (pas de traitement des fumées)

Grande variabilité des déchets traités : possibilité présence d'hétéro-atomes

Procédé « nucléarisé »

CONCLUSIONS PERSPECTIVES

TRAITEMENT PAR CO₂ SC : DE L'EXTRACTION AU NETTOYAGE

Extraction de métaux / Extraction de substances naturelles / Nettoyage & Traitement / matériaux

Une possibilité de définir les paramètres optimaux et de réaliser des changements d'échelles : $\times 20\ 000$

Des outils de laboratoire :

- Autoclaves 0,1, 0,3, 1 L, 2 L & 10 L

Des outils industriels:

- Autoclaves ; 80 L tournant / 25 & 3x200 L



Matcos 2 et 10 L

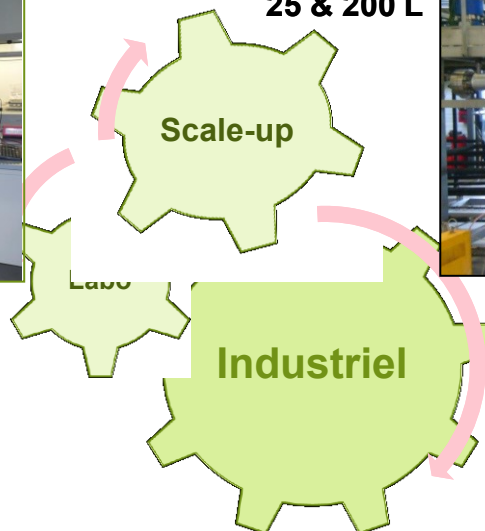


Cellule
transparente
10 mL



Autoclave 1 L

EXTRALIANS :
25 & 200 L



Machine
industrielle 80 L

EXEMPLES D'APPLICATIONS INDUSTRIELLES



**Imprégnation du bois
(Danemark)**
60,000 tonnes/an



**Décontamination du riz
(Corée du Sud)**



**Extraction du trichloroanisole
(« goût de bouchon ») (Diam Bouchage)**
3,000-4,000 tonnes/an



Banc d'essais d'extraction U échelle pilote

**Récupération d'U dans des cendres
d'incinération (AREVA Richland - USA)**
300 bar – 60°C – Taux récupération : 95%
TBP – HNO₃ – SC-CO₂
30 tonnes/an