



Dense Fluid Degreasing



79^{ème} Congrès de l'ACIT – 12/04/2018

La technologie du CO₂ supercritique au service de la filière textile



Applications textiles de la technologie du CO₂SC :
désensimage, entretien des EPI, teinture.



Le contexte

- Evolution des réglementations (Reach,...)
- Préoccupation environnementale
- RSE
- Hygiène et sécurité au travail
 - Maîtrise des émissions de COV
 - Absence de rejets



- ⇒ Condamnation à terme des solvants organiques
- ⇒ Recherche d'alternatives

Les avantages du CO₂

Il n'est pas :



toxique



cancérogène



inflammable



comburant



nocif



corrosif



dangereux pour
le milieu aquatique

Il est :



gaz sous pression

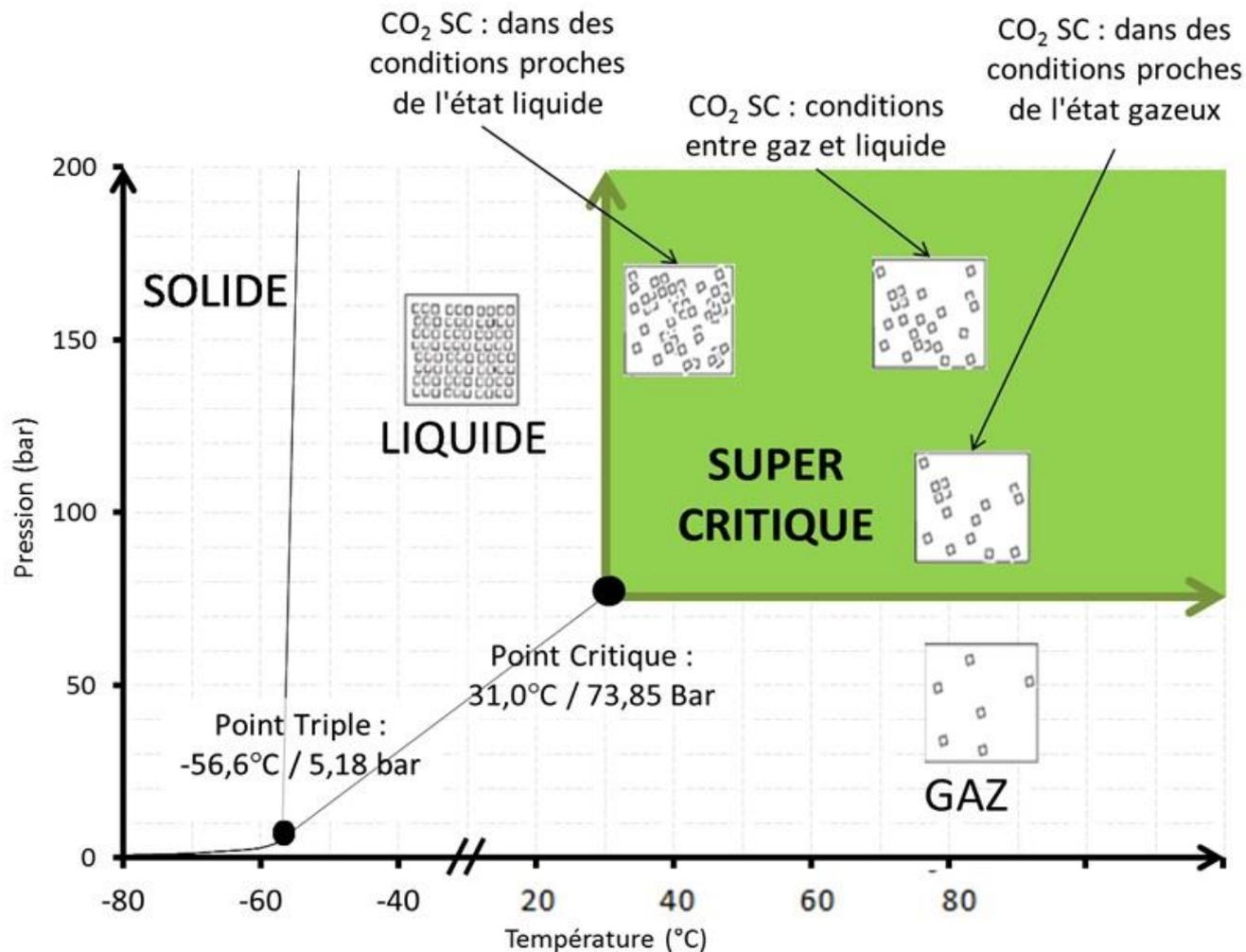
Conforme aux :

- Règlementations REACH
- Prescriptions : DREAL, CARSAT médecine du travail, inspection du travail, CHSTC, ...

Inerte chimiquement et stable

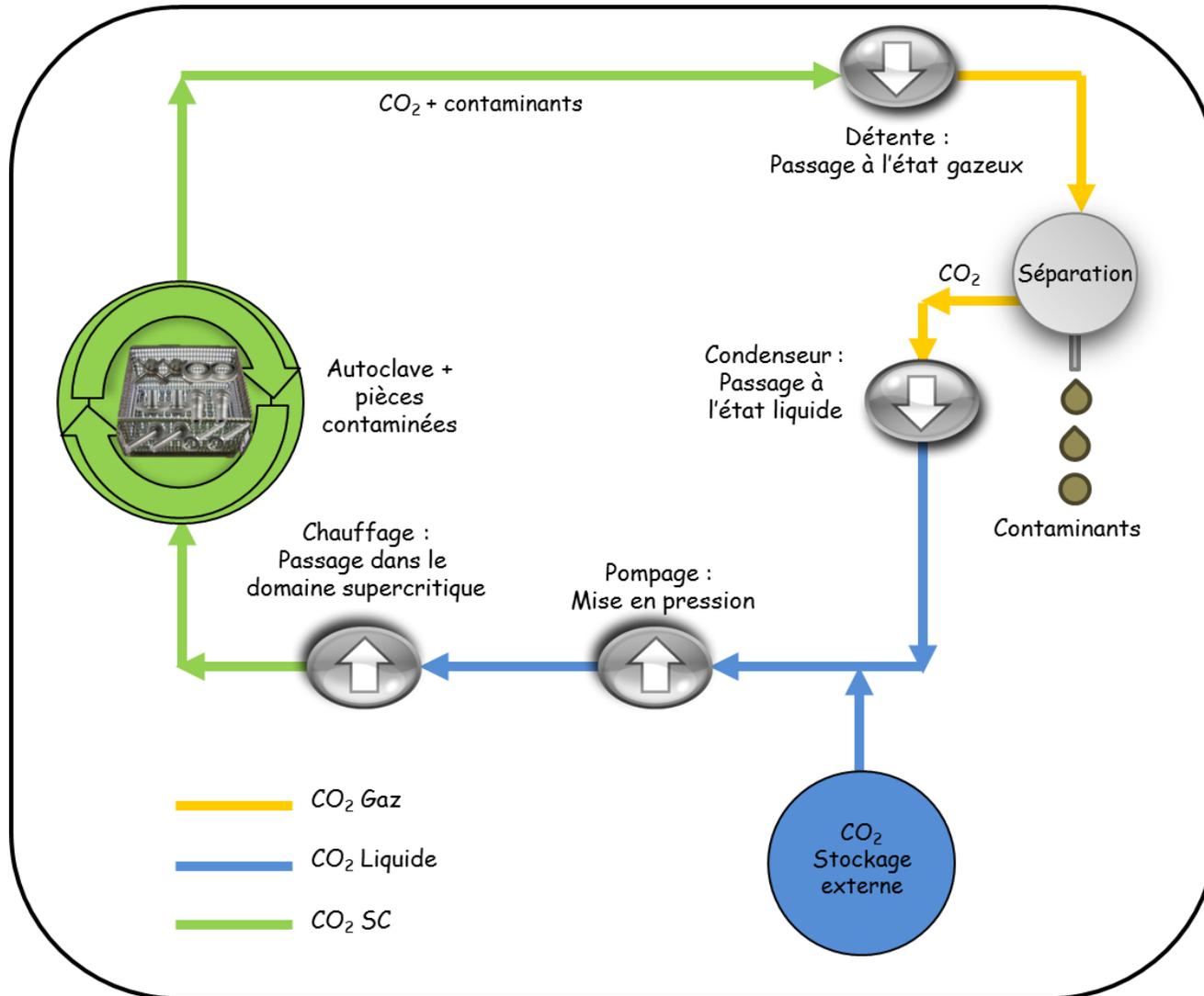
- Compatible tous métaux + la plupart des polymères.
- Pas de régénération de bains

Le CO₂ supercritique



Il lave comme un liquide et pénètre comme un gaz.

Schéma de principe



Co-développement CETIM à partir
d'un brevet du CEA – 4 brevets DFD



La première machine MC 83.1

Capacité : 2 premiers de 38 litres



Machine avec une chambre de lavage de 4 litres.

Idéale pour des micro-pièces.

Marchés exigeants

- Horlogerie
- Médical
- Electronique



Lauréat



TROPHÉES 2017
INNOVATION
INDUSTRIE LYON



Machine avec une chambre de lavage de 30 litres.
Idéale pour le textile implantable.

Marchés exigeants

- Médical
- Electronique



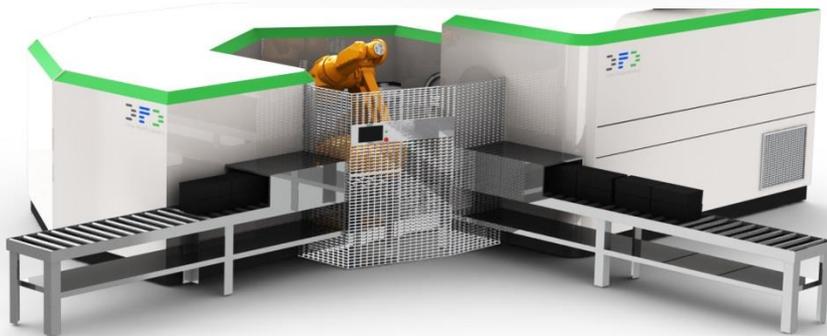
Un procédé modulaire



*Ajustable aux besoins de l'industriel
cadences, types de pièces, lubrifiants...*



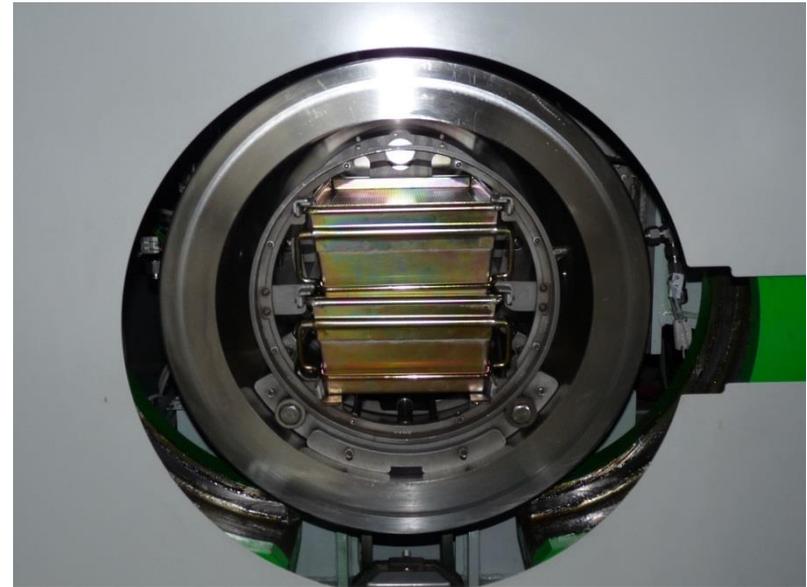
Pour les petites séries
Configuration manuelle



Pour les hautes cadences
ex. Configuration convoyeur et robot

Désensimage de tresses

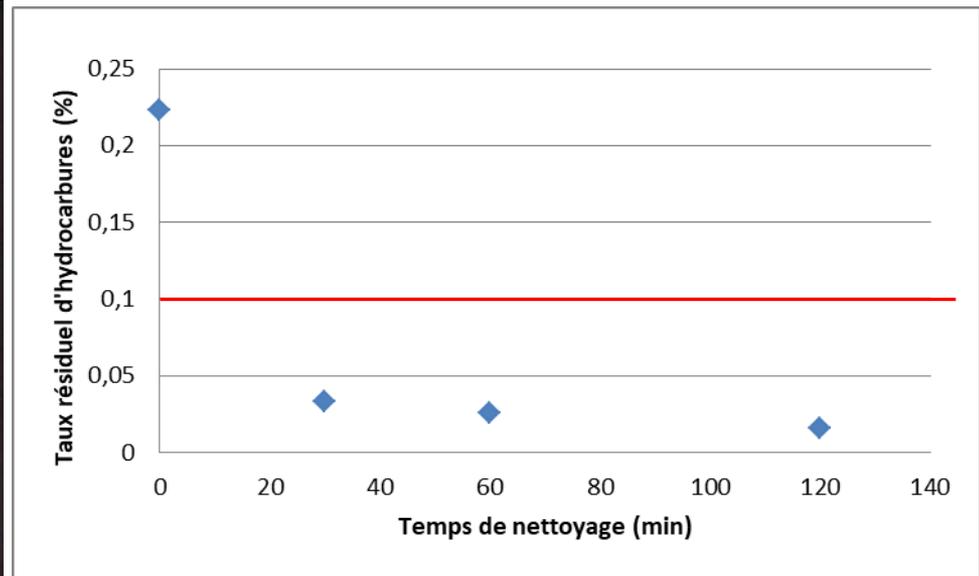
- Problématique : élimination des huiles d'ensimage utilisées lors du tricotage des tresses d'implants médicaux (fil de suture) pour éviter des problèmes de cytotoxicité
- Matériaux: mélange de polyester et de polyéthylène



- Taux d'ensimage résiduel de 0.016% après 2 heures (cible $\leq 0.1\%$)
- Respect des propriétés mécaniques des polymères (tests de traction)

Désensimage de tresses

- Problématique : élimination des huiles d'ensimage utilisées lors du tricotage des tresses d'implants médicaux (fil de suture) pour éviter des problèmes de cytotoxicité
- Matériaux: mélange de polyester et de polyéthylène



- Taux d'ensimage résiduel de 0.016% après 2 heures (cible $\leq 0.1\%$)
- Respect des propriétés mécaniques des polymères (tests de traction)

Désensimage de tissus

➤ Problématiques :

- Elimination des huiles d'ensimage utilisées lors du tricotage d'implants médicaux
- Remplacement d'un procédé Soxhlet à l'éther

➤ Matériaux: polyester, propylène et acide polylactique



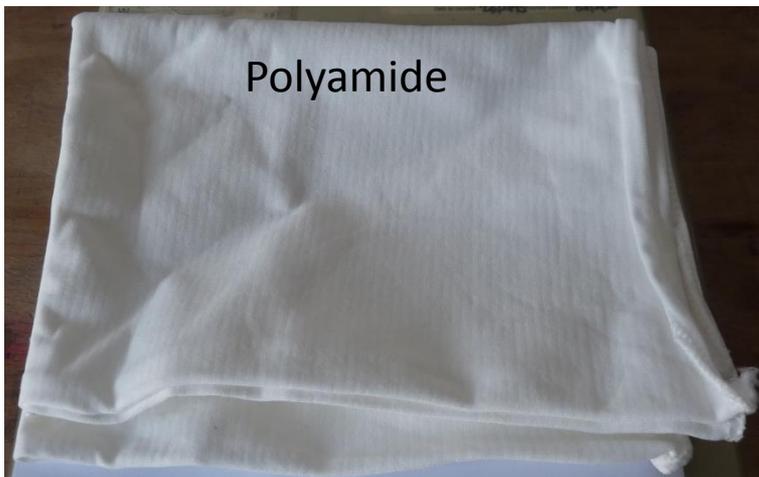
- Taux d'ensimage résiduel pour les 3 polymères $\leq 0.1\%$ (norme NF S 94-167-5, 1998)
- Temps de nettoyage divisé par 8
- Respect des propriétés mécaniques des polymères

Désensimage de vêtements

➤ Problématiques :

- Elimination des huiles d'ensimage contenues dans des vêtements connectés
- Remplacement d'un procédé aqueux (lessive alcaline)

➤ Matériaux: polyamide, silicone et mélange de polyamide/silicone



- Pas de déformation des tissus
- Taux d'ensimage résiduel pour les 3 tissus $\leq 0.95\%$ (cible : norme ISO 10993 – 05)
- Conductivité électrique des capteurs non modifiée (fonctionnalité conservée)

Désensimage de vêtements

➤ Problématiques :

- Elimination des huiles d'ensimage contenues dans des vêtements connectés
- Remplacement d'un procédé aqueux (lessive alcaline)

➤ Matériaux: polyamide, silicone et mélange de polyamide/silicone



- Pas de déformation des tissus
- Taux d'ensimage résiduel pour les 3 tissus $\leq 0.95\%$ (cible : norme ISO 10993 – 05)
- Conductivité électrique des capteurs non modifiée (fonctionnalité conservée)

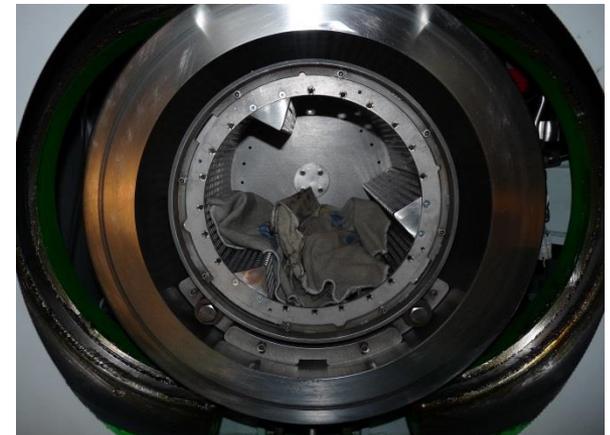
Nettoyage de serviettes (1)

➤ Problématiques :

- Elimination d'huiles et de particules dans des serviettes d'essuyage
- Remplacement d'un procédé au perchloréthylène (≈ 45 tonnes/an)

➤ Matériaux: coton

Avant nettoyage



- Textile nettoyé en vrac dans une nacelle équipée d'aubes
- Nettoyage effectué sans additifs (ajout possible si besoin)
- Agitation mécanique + ultrasons lors du lavage

➤ Résultats



Avant



Après



Avant



Après

- Dégraissage et départiculation des serviettes conformes au CDC de l'industriel
- Atténuation des taches
- Toucher souple
- Odeur neutre
- Récupération d'huiles (déchet) au niveau du séparateur
- Récupération de fibres et particules sèches dans l'autoclave



Nettoyage de gants (EPI)

- Problématiques :
 - Elimination d'huiles et de particules dans des gants de protection
 - Remplacement d'un procédé au perchloréthylène (45 tonnes/an)
- Matériaux: cuir et synthétiques



- EPI nettoyé en vrac dans une nacelle équipée d'aubes
- Nettoyage effectué sans additifs (ajout possible si besoin)
- Agitation mécanique + ultrasons lors du lavage

Nettoyage des gants (EPI)

➤ Résultats



Avant



Après

- Dégraissage et départiculation des serviettes conformes ou non au CDC de l'industriel suivant niveau de saleté initiale
- Pas de rétrécissement et souplesse conservée
- Toucher souple et agréable
- Odeur neutre (quelque fois de « vieille chaussette »)
- Récupération d'huiles (déchet) au niveau du séparateur
- Récupération de fibres et particules sèches dans l'autoclave



Nettoyage des gants (EPI)

➤ Résultats



Avant



Après

- Dégraissage et départiculage des serviettes conformes ou non au CDC de l'industriel suivant niveau de saleté initiale
- Pas de rétrécissement et souplesse conservée
- Toucher souple et agréable
- Odeur neutre (quelque fois de « vieille chaussette »)
- Récupération d'huiles (déchet) au niveau du séparateur
- Récupération de fibres et particules sèches dans l'autoclave



- Teinture de tissus 100% polyester à l'échelle industrielle (Dyecoo, usines Nike à Taiwan et Adidas en Thaïlande)



- 3 modules de teinture comprenant chacun deux autoclaves avec une capacité de charge de 20 à 200 kg, Capacité journalière maximum de 3 tonnes (conditions opératoires : 250 bar, 120 °C)
 - **Colorants dispersés** et augmentation du coefficient de diffusion des colorants comparés à la teinture en milieux aqueux
 - **Uniformité de la teinture** via l'utilisation d'un ensouple en 2 parties
- Avantages du procédé / méthodes traditionnelles :
 - Réduction du temps de process de 40%
 - Réduction d'énergie de 40 à 60% (traitement à sec, pas de séchage)
 - Suppression de toute consommation d'eau (100 à 180L/kg) → plus de traitement d'effluents aqueux pollués en fin de procédé
 - Réduction du cycle de production par diminution du temps de process
 - Diminution des quantités de produits chimiques à utiliser

- Teinture de tissus à l'échelle laboratoire : polyamide, soie, coton à l'aide de colorants dispersés

- Dépôt d'un projet à l'appel FUI 25 :
 - Développement de procédés durables à base de CO₂ supercritique pour la préparation et la teinture de textiles (projet **SCOTIE**, DFD Coordinateur)
 - Préparation/nettoyage de tissus naturels et synthétiques pour fonctionnalisation (« **procédé 2 en 1** »)
 - Développement de colorants réactifs compatibles avec le CO₂ (colorants dispersés rendus réactifs) dédiés à la technologie du CO₂SC
 - Augmenter l'efficacité de teinture et définir les conditions nécessaires à celle-ci, notamment en termes de rendu coloristique (rendement de fixation des colorants) et de durabilité à l'usage
 - 7 partenaires (4 industriels + 3 académiques)
 - Projet labellisé par Techtera et Trimatec

Conclusions et perspectives

- **Efficacité du nettoyage** testée et validée par les futurs utilisateurs
le CO₂SC est combiné aux oscillations, agitations, ultra-sons et tensio-actifs si besoin.
- Économie d'**eau** par nettoyage 100% à sec
- Economie d'**électricité de l'ordre de 40 à 60 %**
lavage à basse température, sans rinçage, sans séchage, sans refroidissement
- Recyclage du CO₂ pour diminuer la consommation
- Économie d'**additifs** et de régulation de bains.
- Economie d'autorisation/déclaration/contrôle **ICPE**, classement **ATEX**
- **Productivité** accrue par fonctionnement non-stop, dont absence distillation
- = des coûts comparables d'exploitation
- **Atout différenciateur** : technologie éco-innovante (clients, concurrents) et éco responsable (opérateurs, maintenance ; RSE, ISO 14001)
- A votre écoute et disposition pour des **textiles innovants**





Dominique Rossignol, CEO

+334 798 447 56 Mob +33 680 757 241

dominique.rossignol@dfd-co2.com

<http://www.dfd-co2.com/>



Médical (textile)

Mécanique



Savoie Technolac – Le Bourget-du-Lac

France

+ 33 (0)4 79 84 47 56

Green & Clean



Dense Fluid Degreasing

Merci à nos partenaires

