

# Les fiouls lourds et bitumes

Journée technique du Cedre, 29 novembre 2007

## Persistance des hydrocarbures lourds sur substrats

- 1) Etude expérimentale de la persistance et impact d'un fioul lourd
- 2) Optimisation nettoyage par Nettoyeur Haute Pression: influence du vieillissement d'un fioul lourd sur l'efficacité du nettoyage.



# Persistance et impact d'un fioul lourd.

## Objectifs

- Évaluer *in situ* la persistance et l'évolution chimique d'un fioul lourd selon la nature du substrat et des paramètres environnementaux.
- Évaluer l'impact du produit sur la recolonisation d'un substrat rocheux.

## Principe

- Exposition de substrats artificiellement pollués en laboratoire.
- Prélèvements réguliers pour analyse gravimétrique et chimique du polluant persistant, mesure de la densité en organismes vivants.

# Conditions expérimentales

- Unités expérimentales: plaques de granite 15 x 15 cm.
  - ↳ plaques vierges
  - ↳ plaques colonisées



*Application en excès du fioul lourd.*

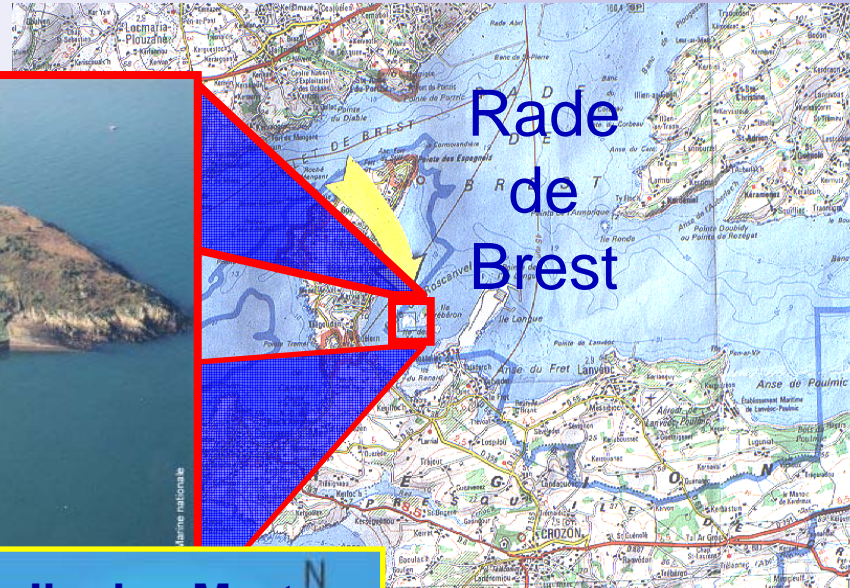


*Repos de 24 heures en position horizontale  
+ 96 heures en position verticale.*

- ↳  $366 \pm 43$  g/m<sup>2</sup> pour les plaques colonisées
- ↳  $182 \pm 14$  g/m<sup>2</sup> pour les plaques vierges

- Fioul lourd: IFO 600
- Durée de l'expérimentation: 2,5 ans.
- 7 prélèvements en triplicat.

# Site d'expérimentation



**Face Nord**  
Agitation + ; Soleil -

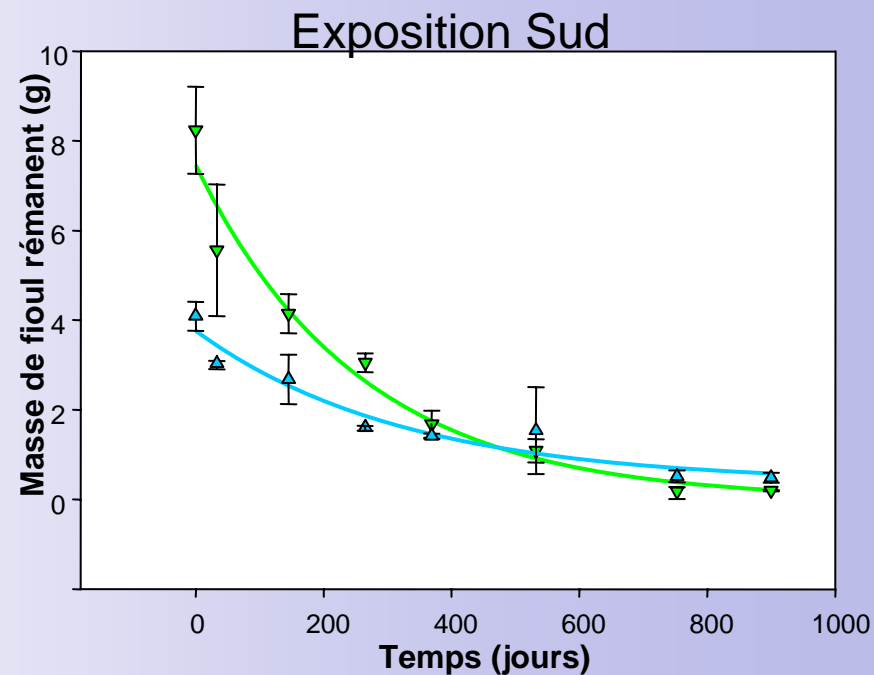
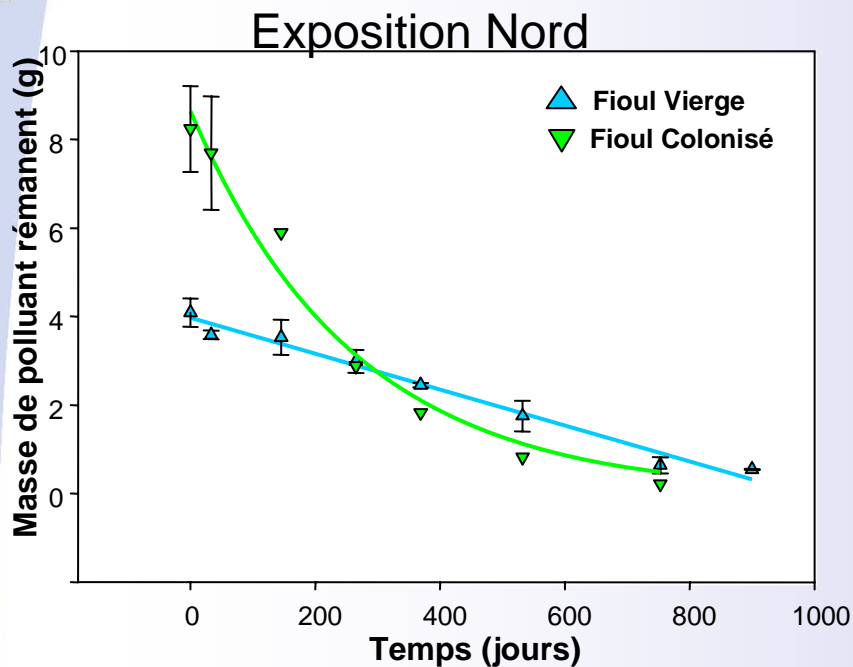
**Face Sud**  
Agitation - ; Soleil +



# Installation sur le site



# Analyses gravimétriques



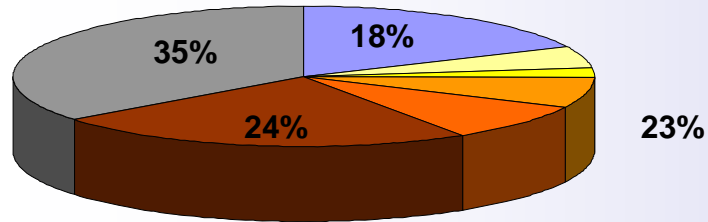
## Temps (jours) de $\frac{1}{2}$ rémanence du fioul lourd

Nature du substrat	Exposition	
	Nord	Sud
Vierge	460	221
Colonisé	205	151

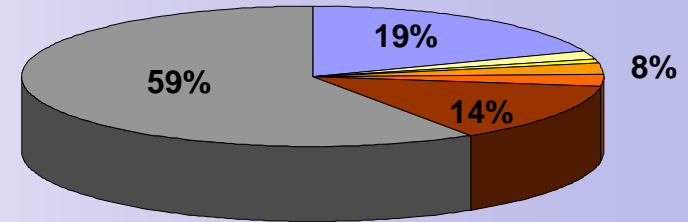
- ↳ substrat vierge : remobilisation supérieure pour l'exposition sud
- ↳ «excédent» de fioul lié à la colonisation remobilisé après 400 jours.

# Répartition des familles constitutives du fioul

après 900 jours d'exposition

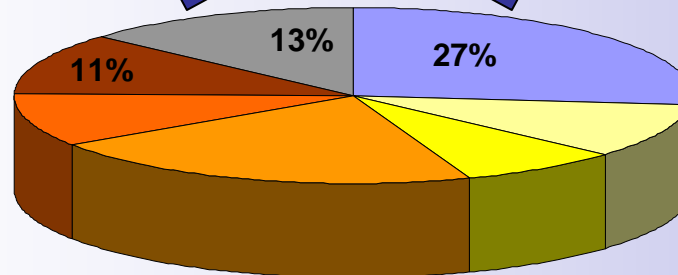


Nord vierge



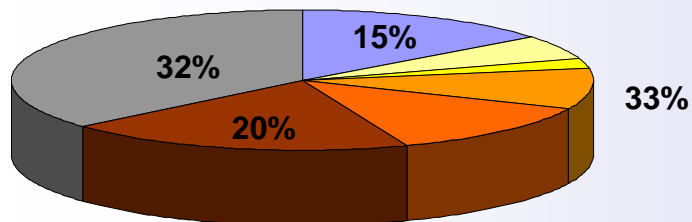
Sud vierge

*Fioul Original*



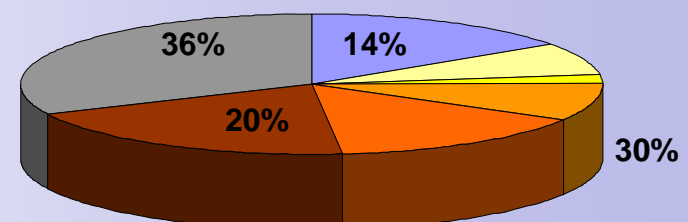
49%

Nord colonisé



33%

Sud colonisé



30%

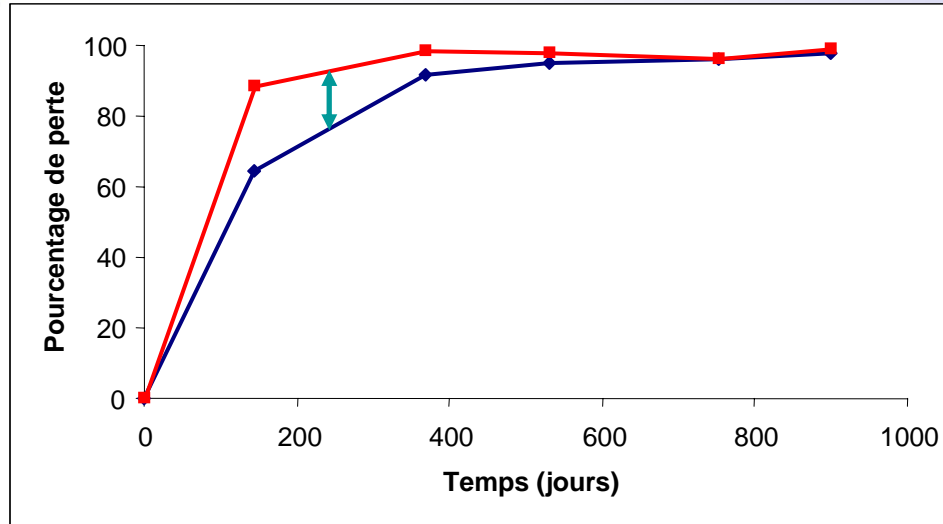
Aromatiques



# Evolution chimique

## Perte en *n*-alcanes

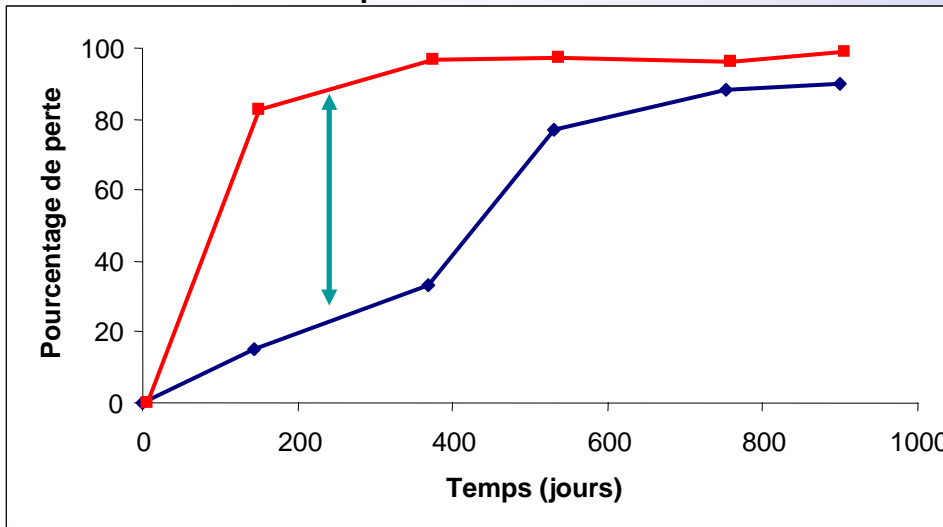
### Exposition Nord



Dégradation des *n*-alcanes plus rapide pour les substrats colonisés ...

Sensiblement au nord

### Exposition Sud



Significative au sud

—◆— Vierge —■— Colonisé

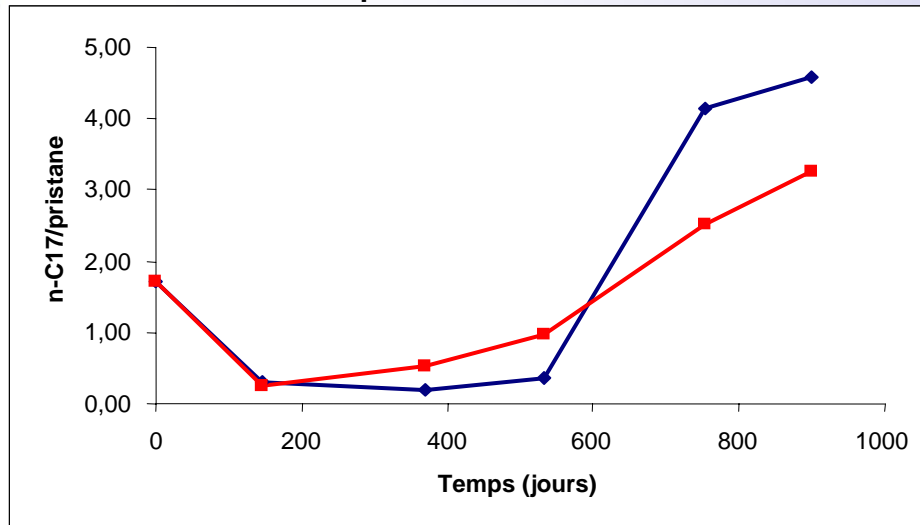




# Evolution chimique

## Rapport $n\text{-C}_{17}$ / pristane

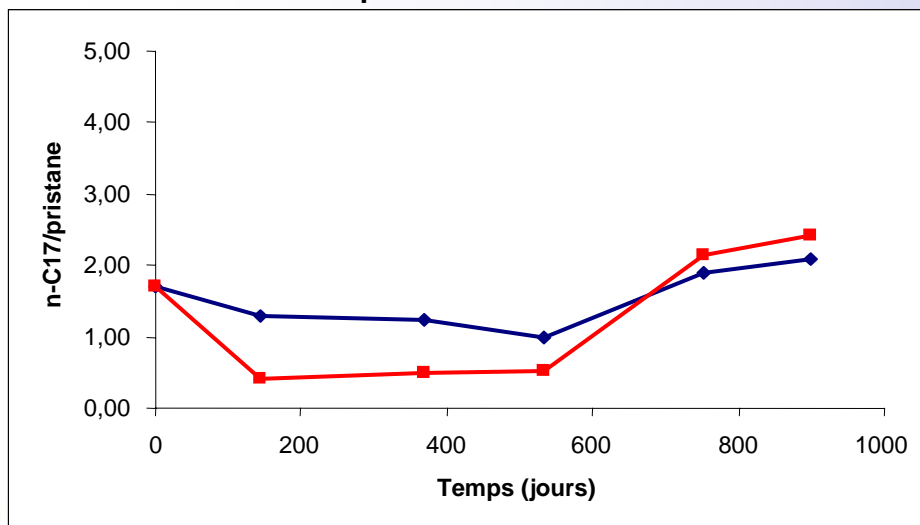
### Exposition Nord



Augmentation de l'indice lié à :

- ↳ dégradation du pristane et / ou
- ↳ apparition d'HC biogéniques.

### Exposition Sud



Colonisation des substrats:

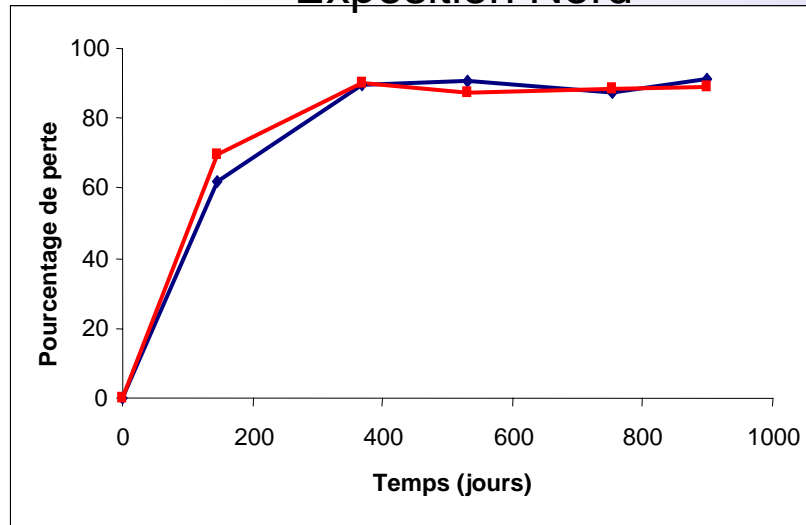
- ↳ effet booster sur la biodégradation des HC.

—◆— Vierge —■— Colonisé

# Evolution chimique

## Perte en famille d'HAPs

### Exposition Nord



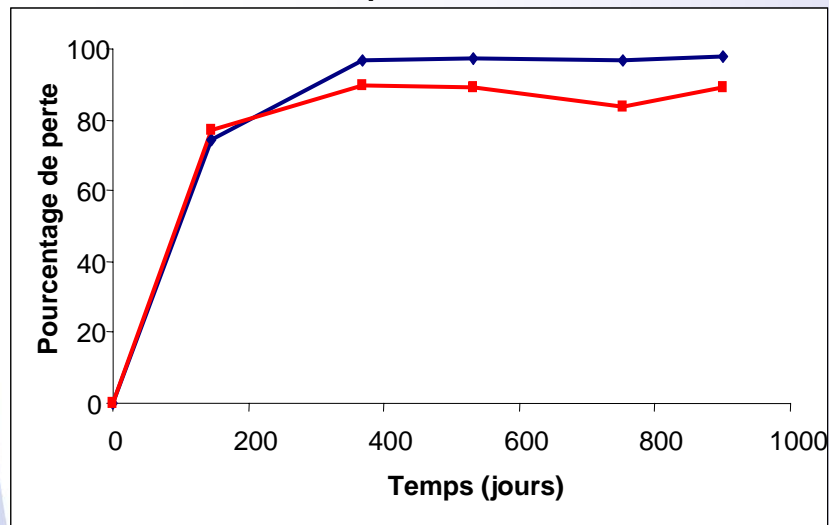
- 0 - 145 jours: perte importante en aromatique.

→ évaporation / dissolution des HAPs légers.

- 145 - 900 jours: perte plus importante au sud.

→ photo-oxydation.

### Exposition Sud



Dégradation moins importante au sud pour substrats colonisés

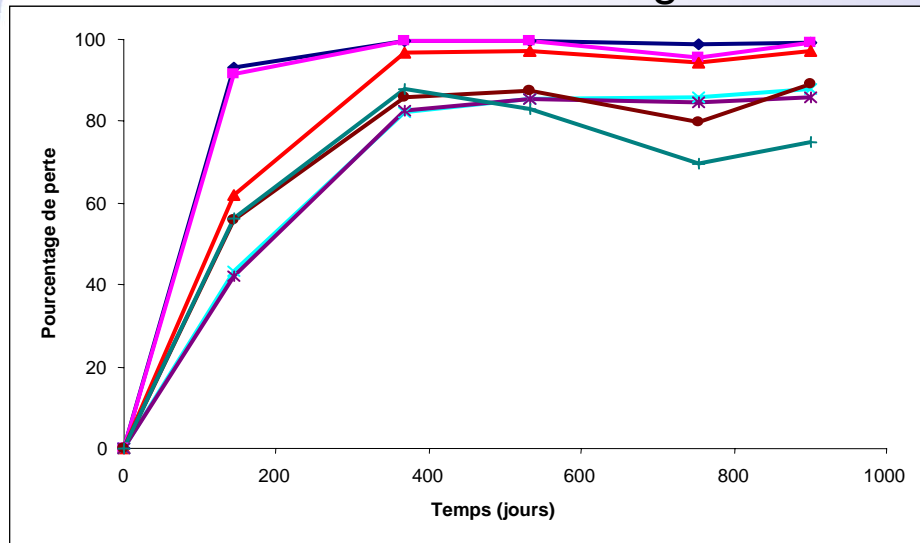
—◆— Vierge —■— Colonisé



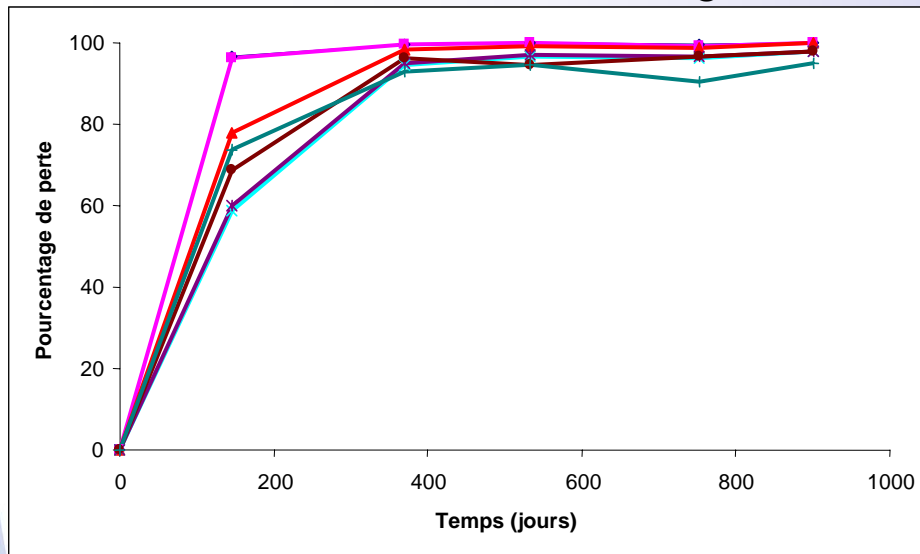
# Evolution chimique

## Perte en HAP

### Nord / substrat vierge

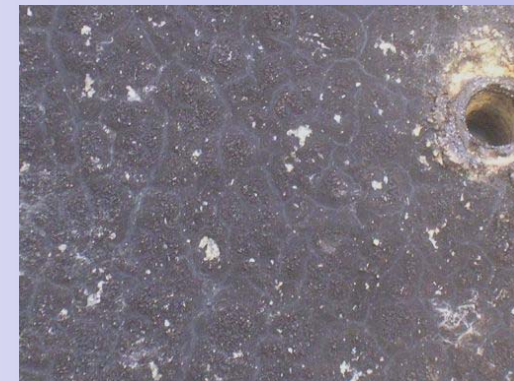


### Sud / substrat vierge

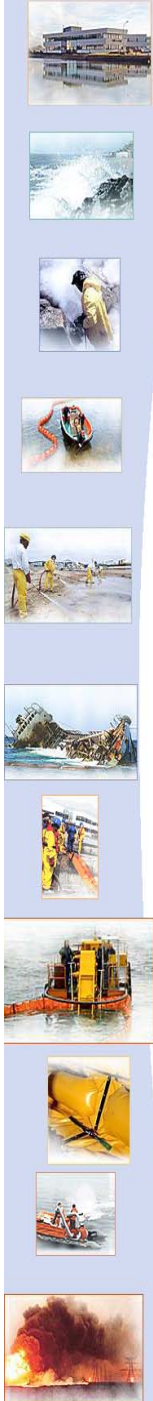


Dégradation des HAPs lourds plus important au sud

↳ témoin de la photo-oxydation.



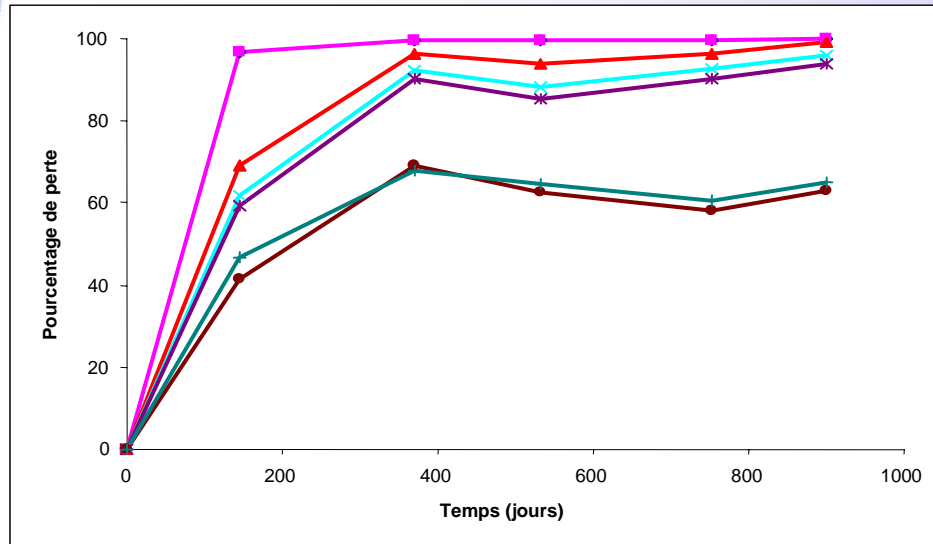
—◆— BT —■— N —▲— F —✦— P —✱— D —●— FI —+— C



# Evolution chimique

## Perte en HAP

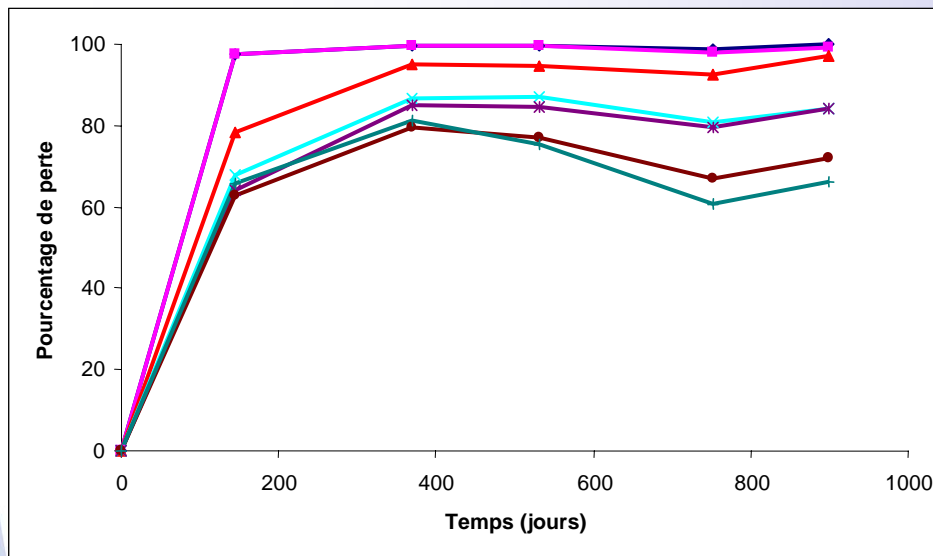
### Nord / substrat colonisé



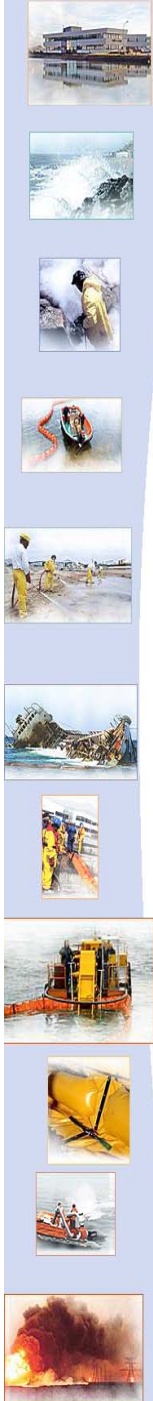
Dégradation des HAPs lourds moins importante pour substrats colonisés.

↳ accumulations de fioul moins sensibles aux rayonnements solaires.

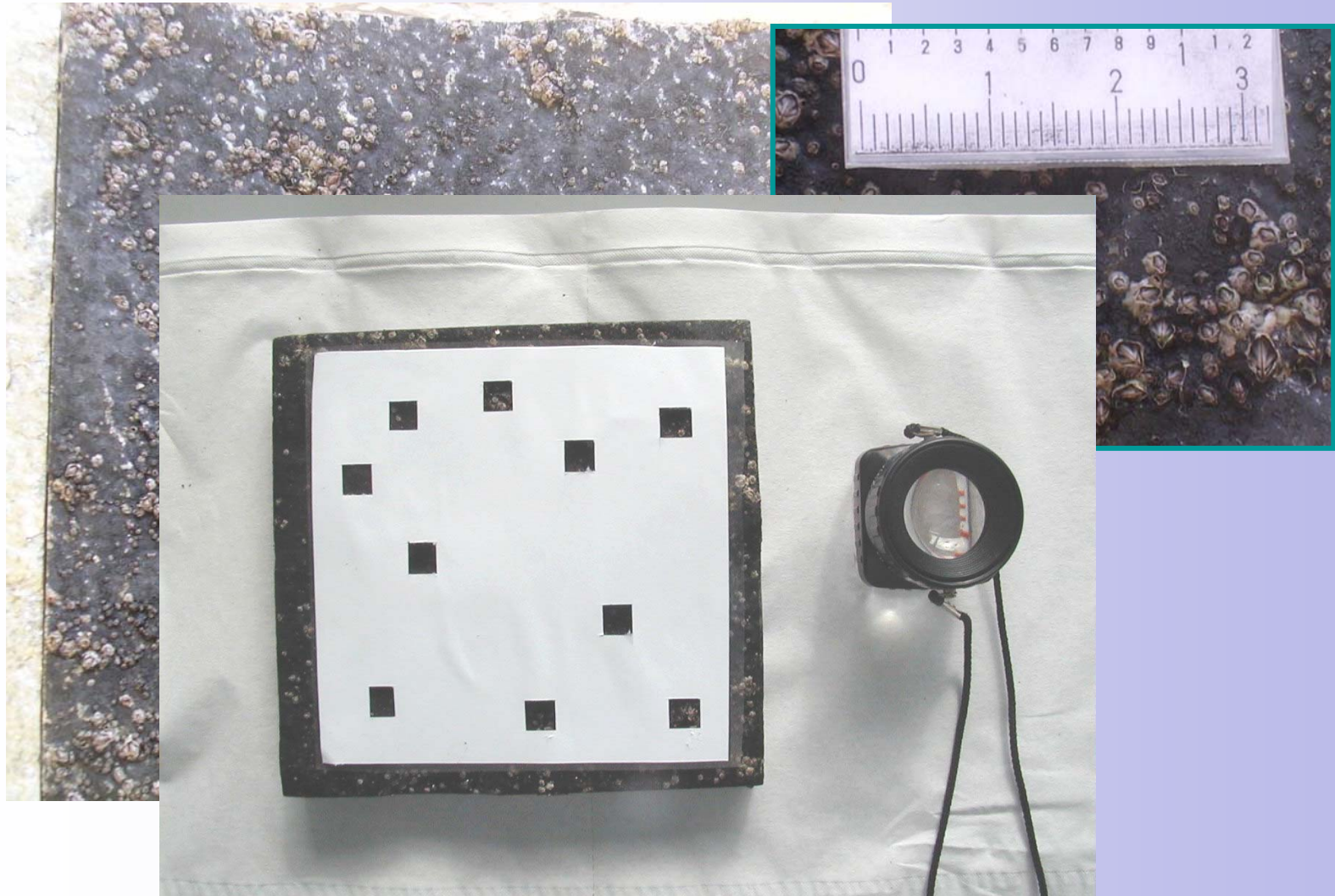
### Sud / substrat colonisé



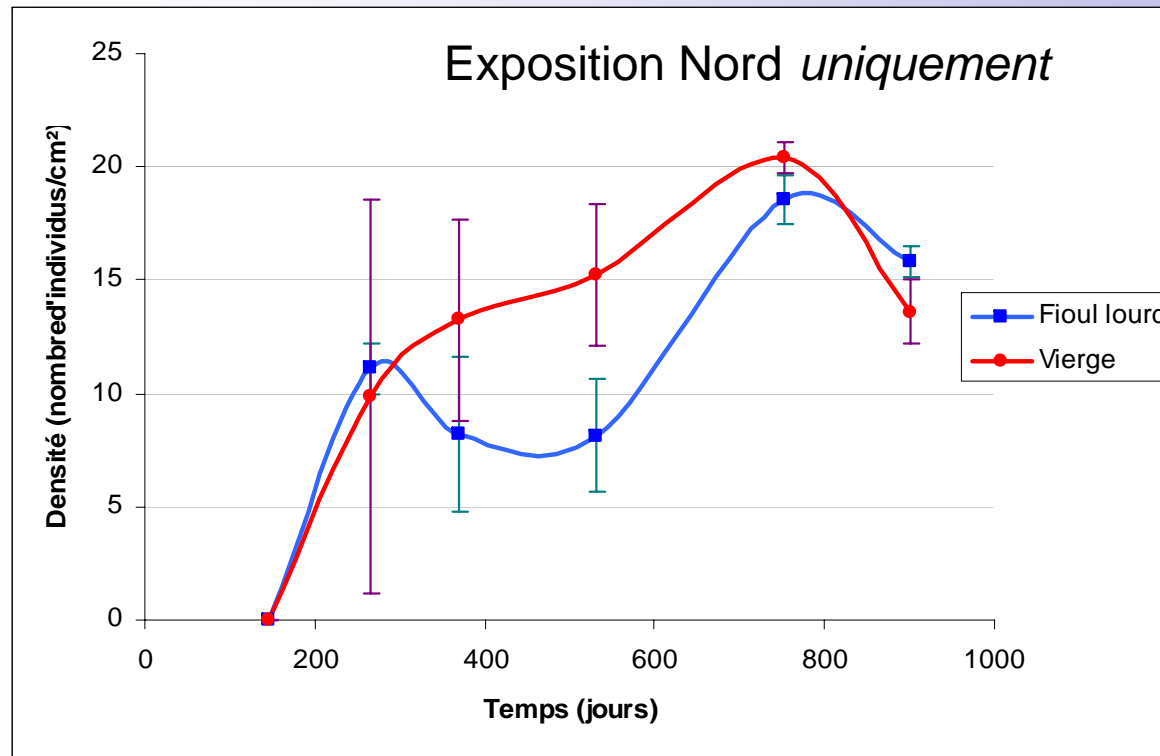
BT N F P D FI C



# Impact sur la recolonisation



## Impact sur la recolonisation



**Face Nord** (agitation + soleil -) : milieu propice à la colonisation

↳ pas d'effet significatif de la présence d'hydrocarbures

**Face Sud** (agitation -, soleil +) : milieu hostile à la colonisation

**Rayonnement solaire** ↳ réchauffement du substrat

## CONCLUSION

Pour un environnement abrité en milieu tempéré, un IFO 600 ...

↳ est sujet aux processus de dégradation classique (biodégradation, photo- oxydation),

↳ persiste au-delà de 30 mois sous la forme d'un film fin bitumineux (teneurs en asphaltènes varient de 30 à 60%),

↳ ne semble pas avoir d'impact notable sur la cinétique de recolonisation (au cours de cette étude).





Différence de toxicité selon le type de résidus et/ou de fluxant.



## CONCLUSION

Pour un environnement abrité en milieu tempéré, un IFO 600 ...

- ↳ est sujet aux processus de dégradation classique (biodégradation, photo- oxydation),
- ↳ persiste au-delà de 30 mois sous la forme d'un film fin bitumineux (teneurs en asphaltènes varient de 30 à 60%),
- ↳ ne semble pas avoir d'impact notable sur la cinétique de recolonisation (au cours de cette étude).

## SUITE ...

Manque de données sur la persistance de différents types de fiouls lourds:

- ↳ comparaison de différents grades d'IFO (180, 380, ...),
- ↳ comparaison selon le mode de fabrication des fiouls lourds (RA, RSV, Cracking, ...)



# Les fiouls lourds et bitumes

Journée technique du Cedre, 29 novembre 2007

## Persistance des hydrocarbures lourds sur substrats

- 1) Etude expérimentale de la persistance et impact d'un fioul lourd
- 2) Optimisation nettoyage par Nettoyeur Haute Pression: influence du vieillissement d'un fioul lourd sur l'efficacité du nettoyage.





## Optimisation d'utilisation des Nettoyeurs Haute Pression: influence du vieillissement d'un fioul lourd sur l'efficacité du nettoyage.

### Objectifs

- Définir les méthodes de nettoyage de substrats rocheux les plus adaptées après une pollution par hydrocarbures
- Evaluer l'influence de la nature du polluant, de son degré de vieillissement (délai d'intervention) sur les réglages optimaux d'un NHP
- Comparer l'efficacité des produits de nettoyage.

### Principe

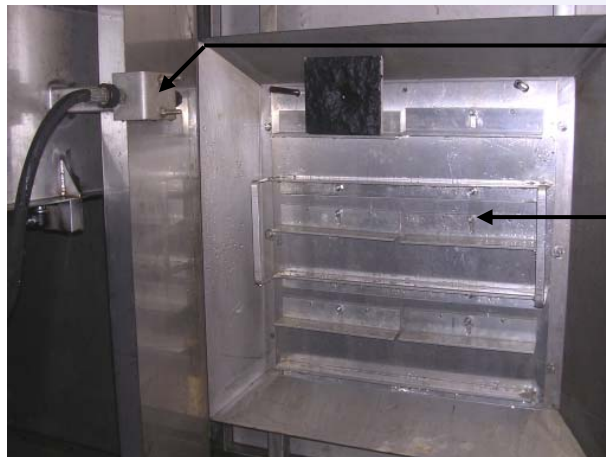
- Vieillesse des hydrocarbures réalisés en conditions naturelles (rade de Brest)
- Nettoyage par NHP simulé par le banc de lavage

# Dispositif expérimental

## Le banc de lavage



- caisson inox vitré sur 2 de ses 4 cotés ;
- nettoyeur haute pression qui alimente en eau la buse et exerce la pression nécessaire au lavage ;
- une réserve d'eau de mer.



- chariot sur lequel repose la buse du nettoyeur haute pression ;
- un plateau destiné à recevoir les supports sur lesquels sont réalisées les expérimentations ;

# Dispositif expérimental

## Le banc de lavage

*démonstration .....*



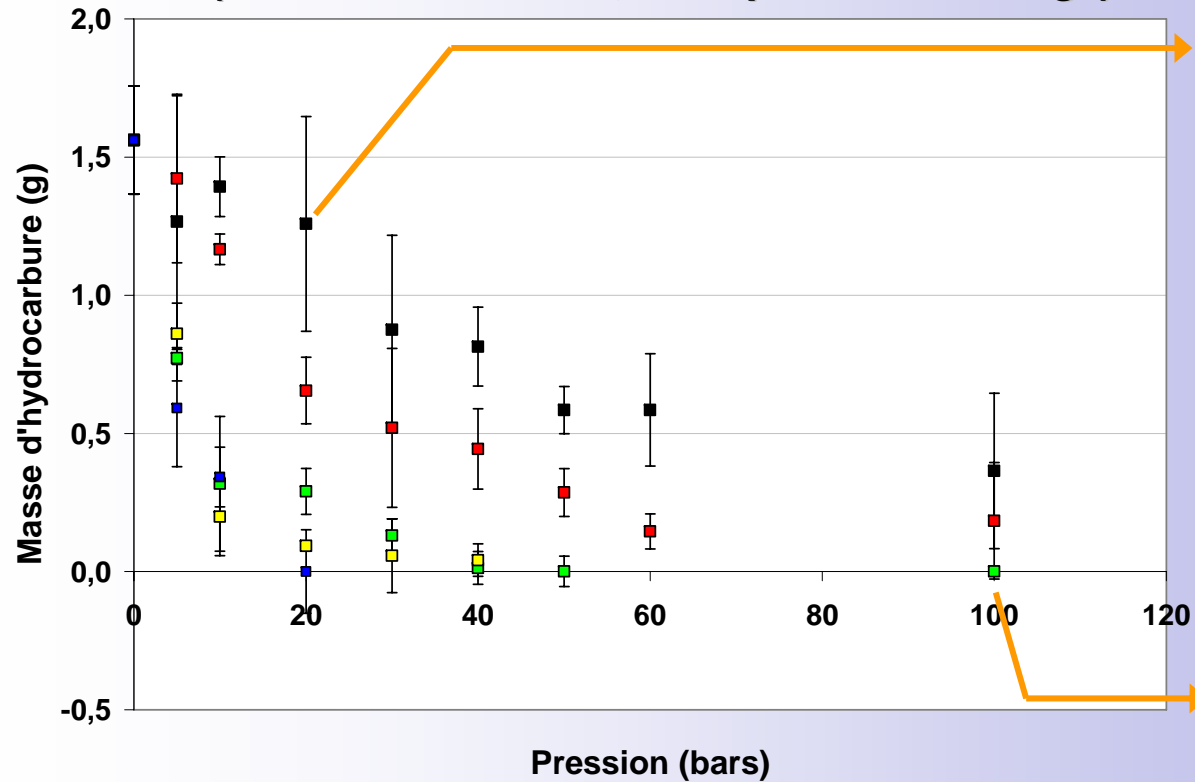
# Conditions expérimentales

- Unités expérimentales: plaques de granite.
- Hydrocarbures : RMG 380
- Paramètres étudiés :
  - ↳ influence de la pression (5, 10, 20, 30, 40, 50, 60 et 100 bars)
  - ↳ influence de la température (15, 30, 45, 65 et 77°C)
  - ↳ influence de l'utilisation d'un produit de lavage
  - ↳ influence du vieillissement (2, 7, 15, 30, 60 jours)

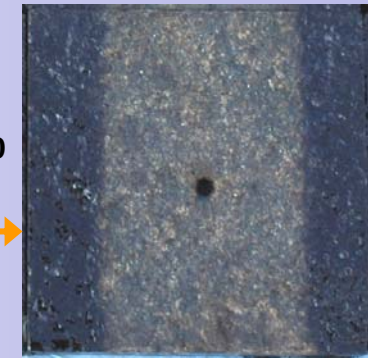


# Résultats

(sans vieillissement, sans produit de lavage)



15°C, 20 bars



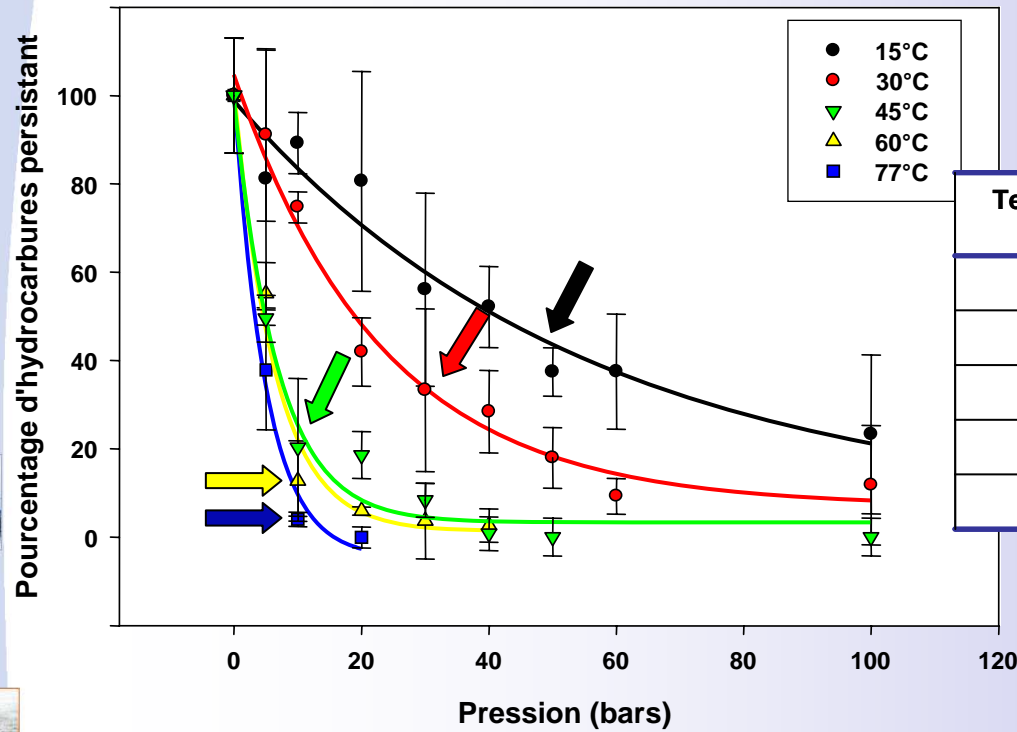
60°C, 100 bars

- Efficacité du nettoyage # température, pression
- Ecart types plus importants pour température basse (15, 30°C) et pressions faibles (5 bars)

→ s'explique visuellement

# Résultats

(sans vieillissement, sans produit de lavage)



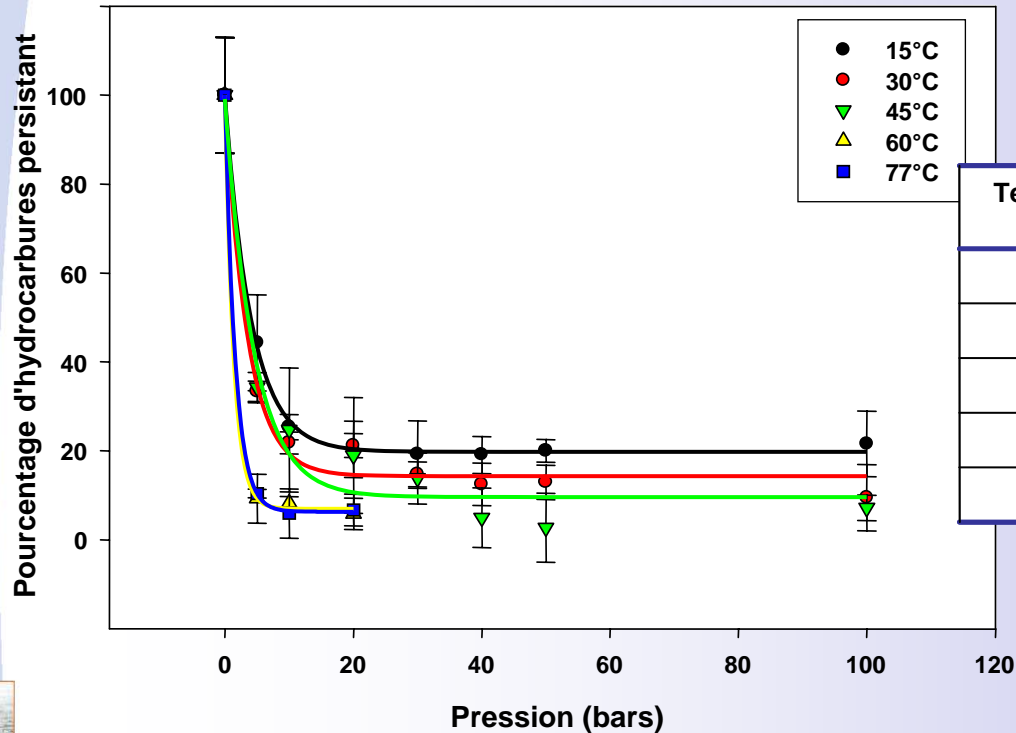
Température (°C)	Pression optimale (bars)	Pourcentage de fioul persistant (%) (n=3)
15	50	37 ± 5
30	30	33 ± 18
45	10	20 ± 16
60	10	13 ± 9
77	10	4 ± 2

⇒ Valeurs de pression au-delà de laquelle le nettoyage n'est pas significativement plus important



# Résultats

(sans vieillissement, avec produit de lavage)

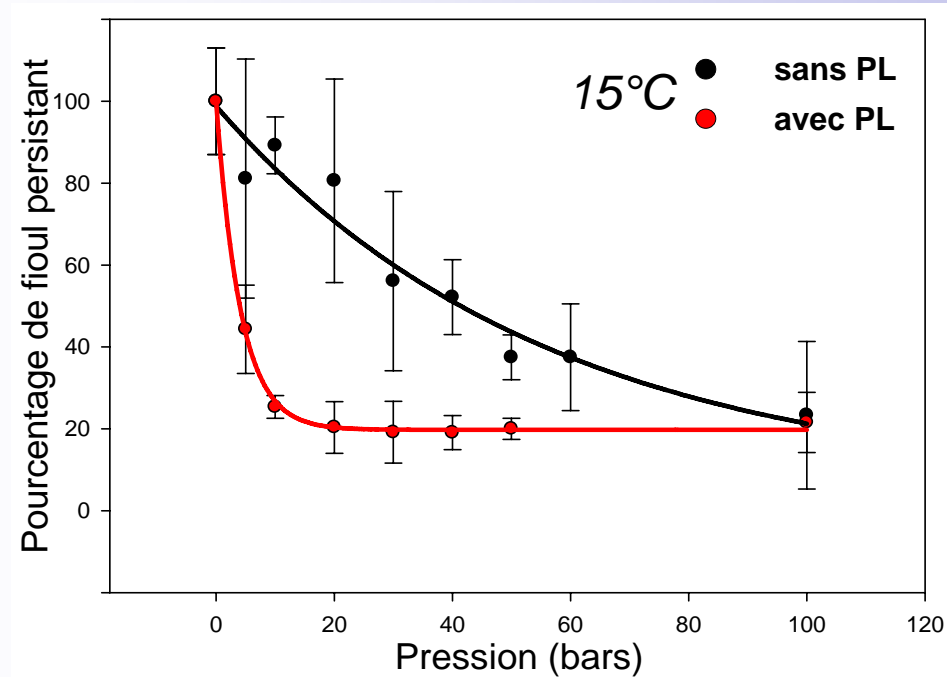


Température (°C)	Pression optimale (bars)	Pourcentage de fioul persistant (%) (n=3)
15	10	25 ± 3
30	10	22 ± 2
45	10	25 ± 14
60	5	9 ± 5
77	5	10 ± 1

↳ Efficacité du produit de lavage significative pour les températures et pressions les plus faibles

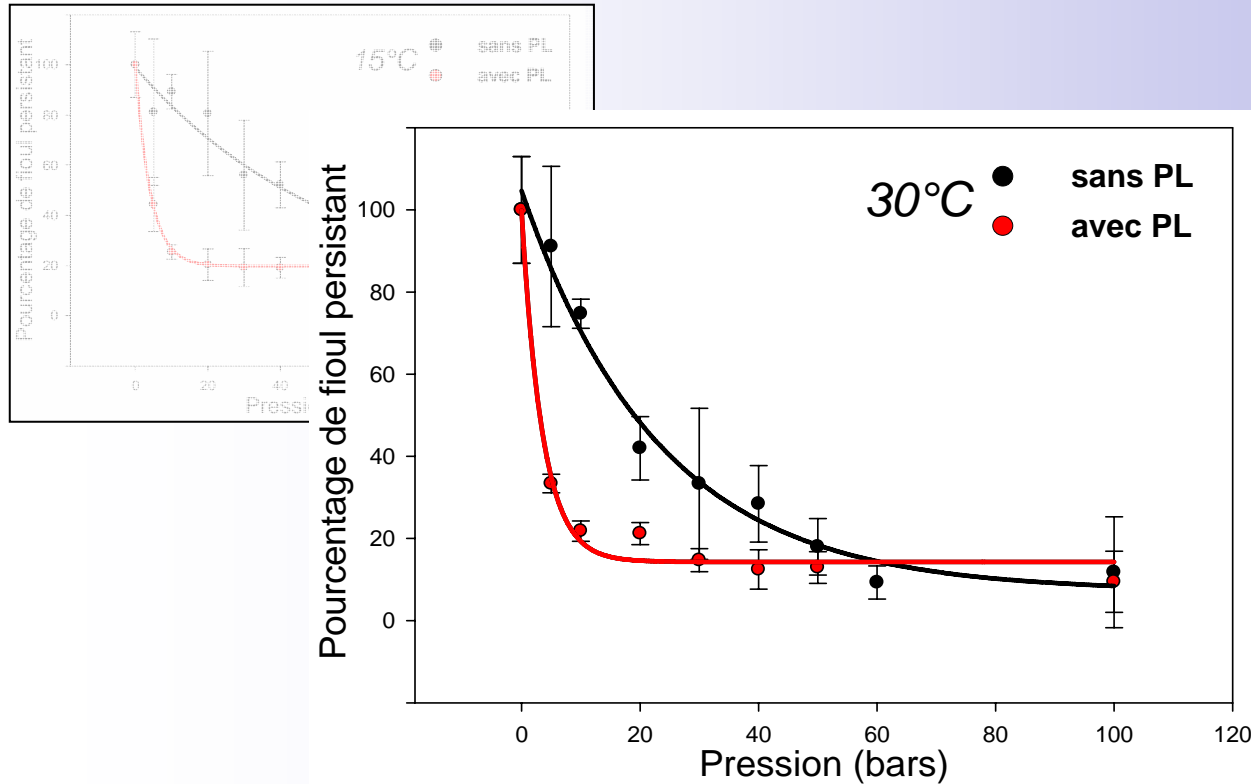
## Résultats

(sans vieillissement, avec produit de lavage)



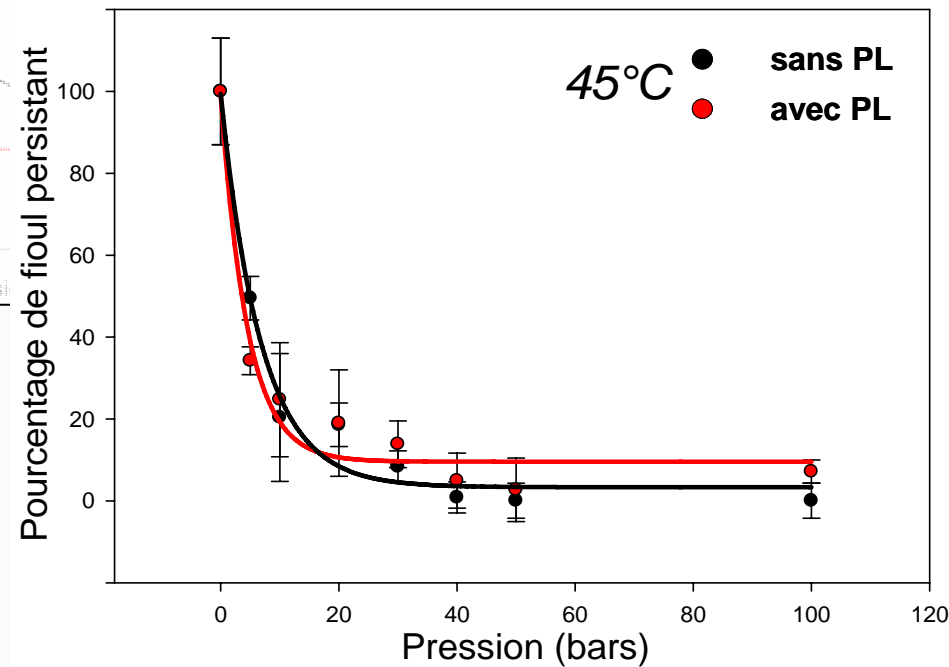
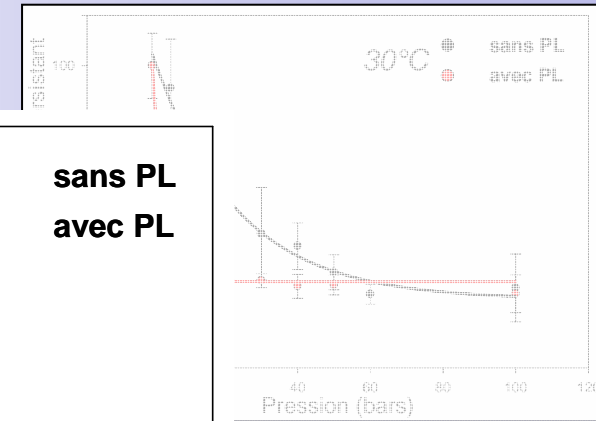
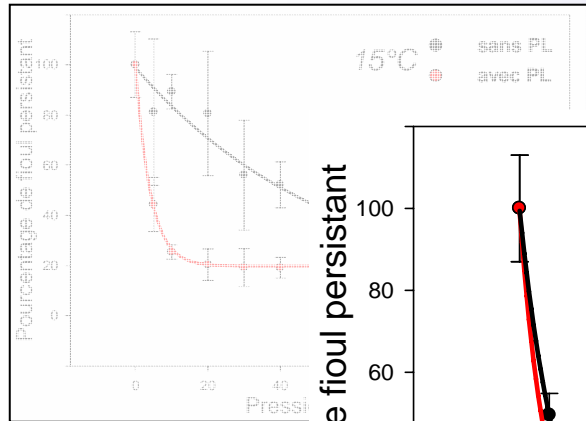
# Résultats

(sans vieillissement, avec produit de lavage)



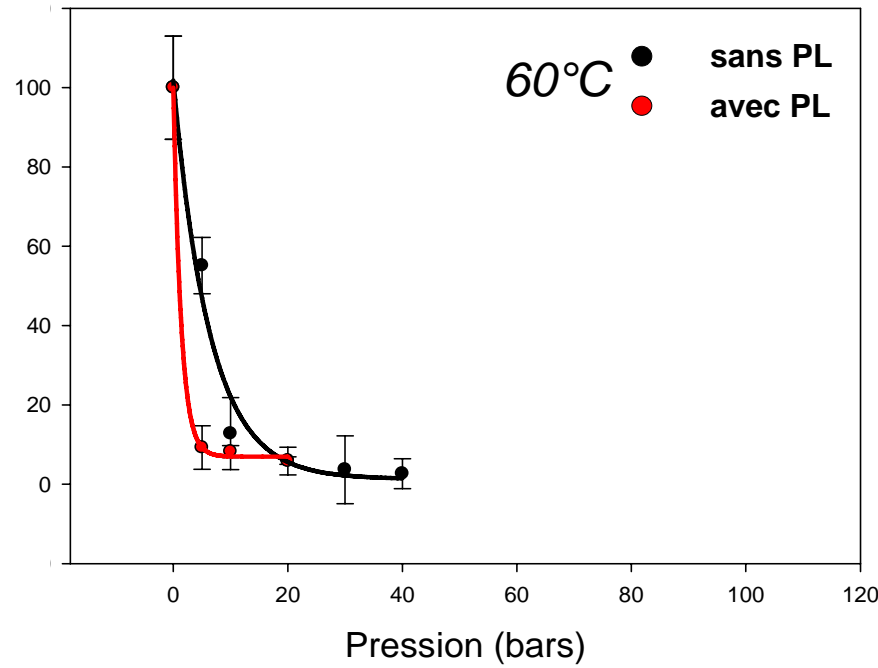
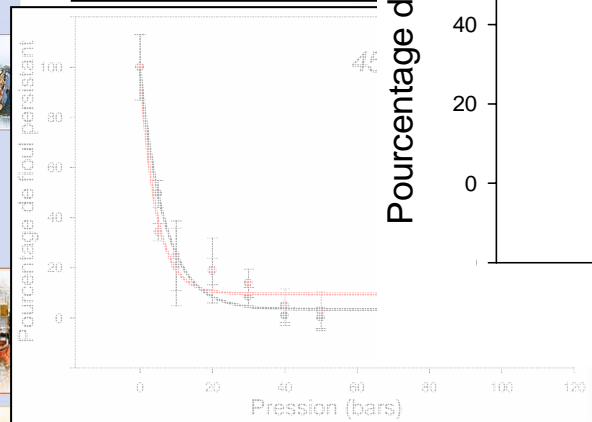
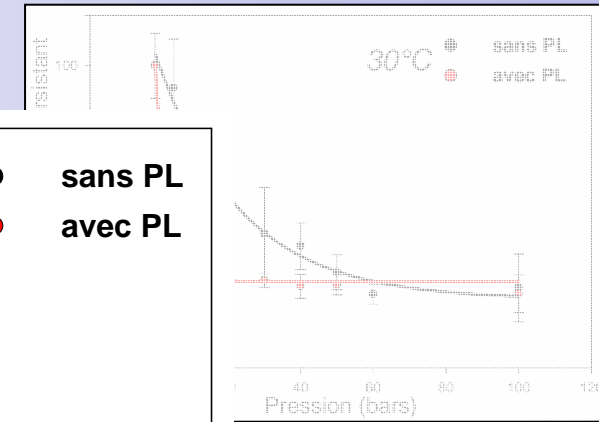
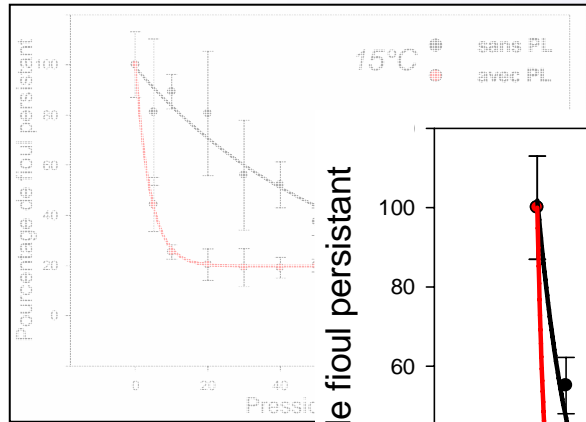
# Résultats

(sans vieillissement, avec produit de lavage)



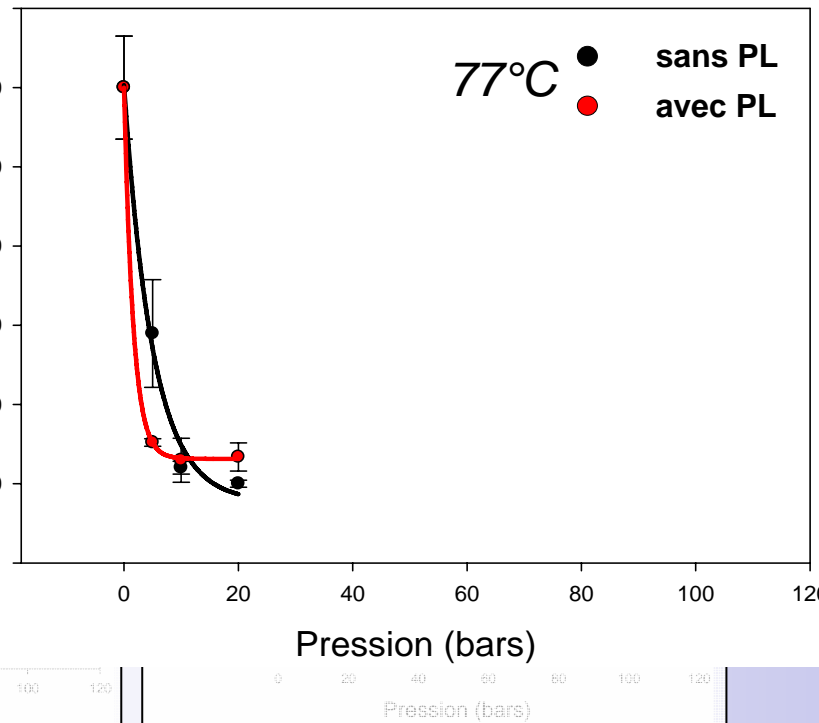
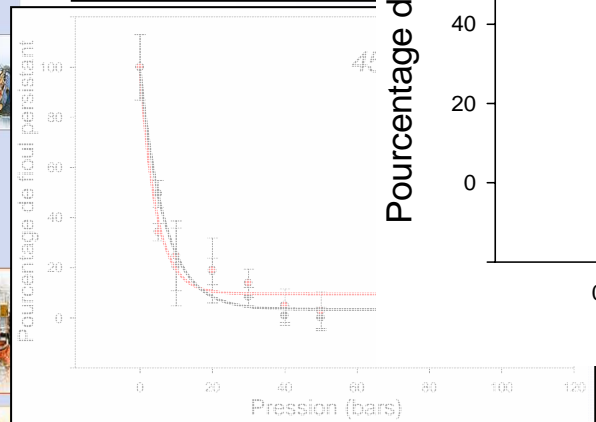
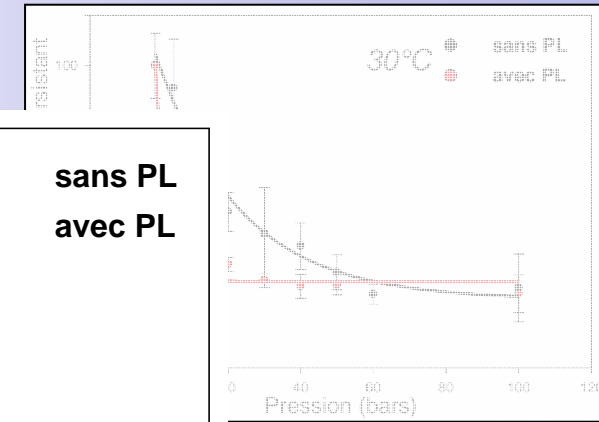
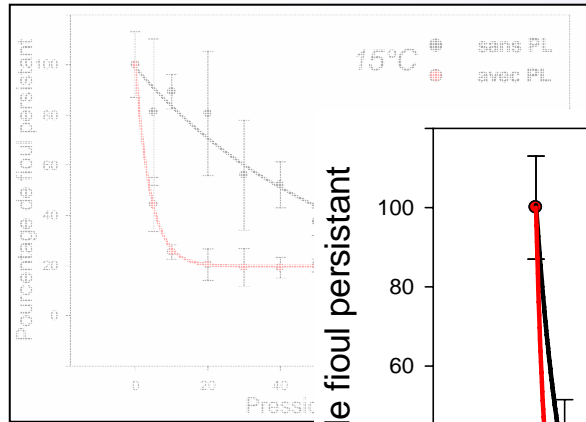
# Résultats

(sans vieillissement, avec produit de lavage)



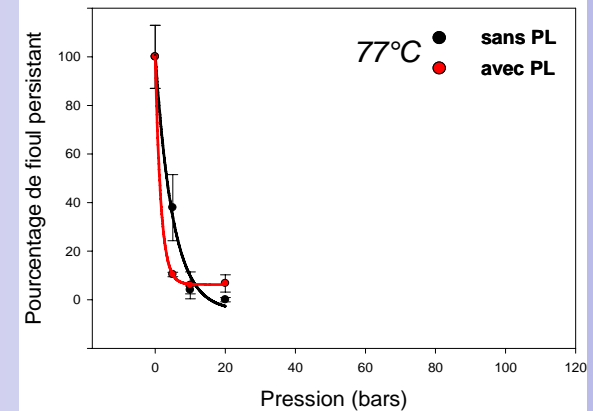
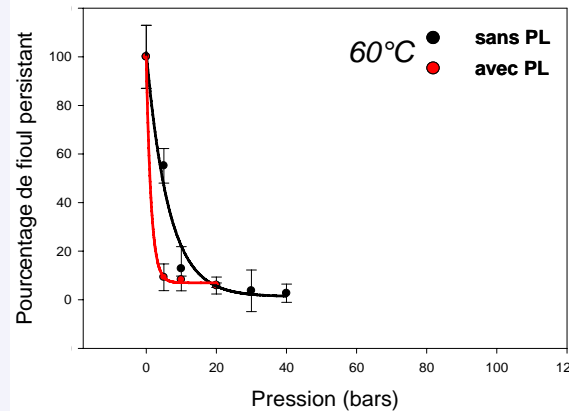
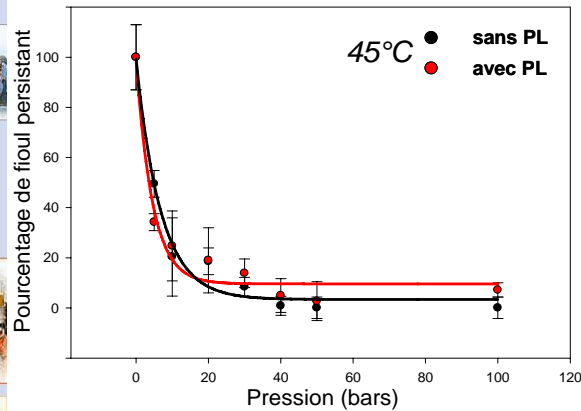
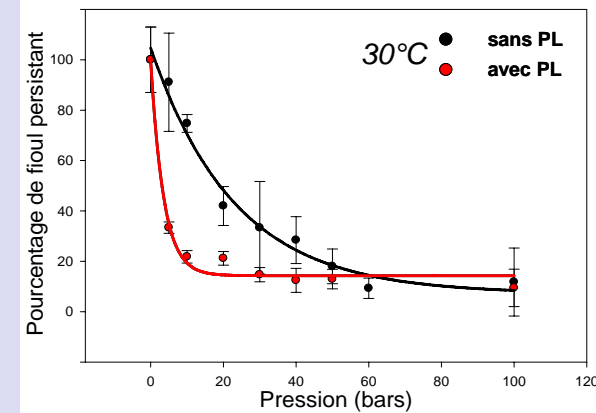
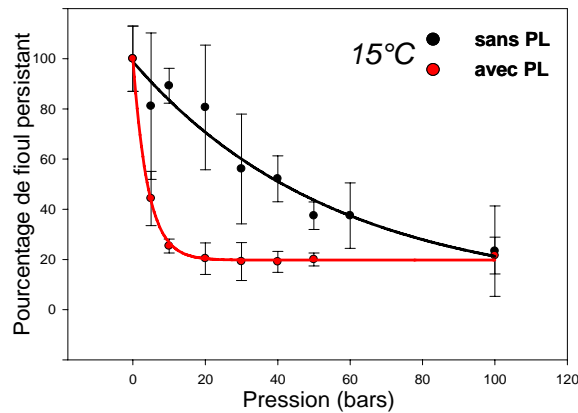
# Résultats

(sans vieillissement, avec produit de lavage)



# Résultats

(sans vieillissement, avec produit de lavage)

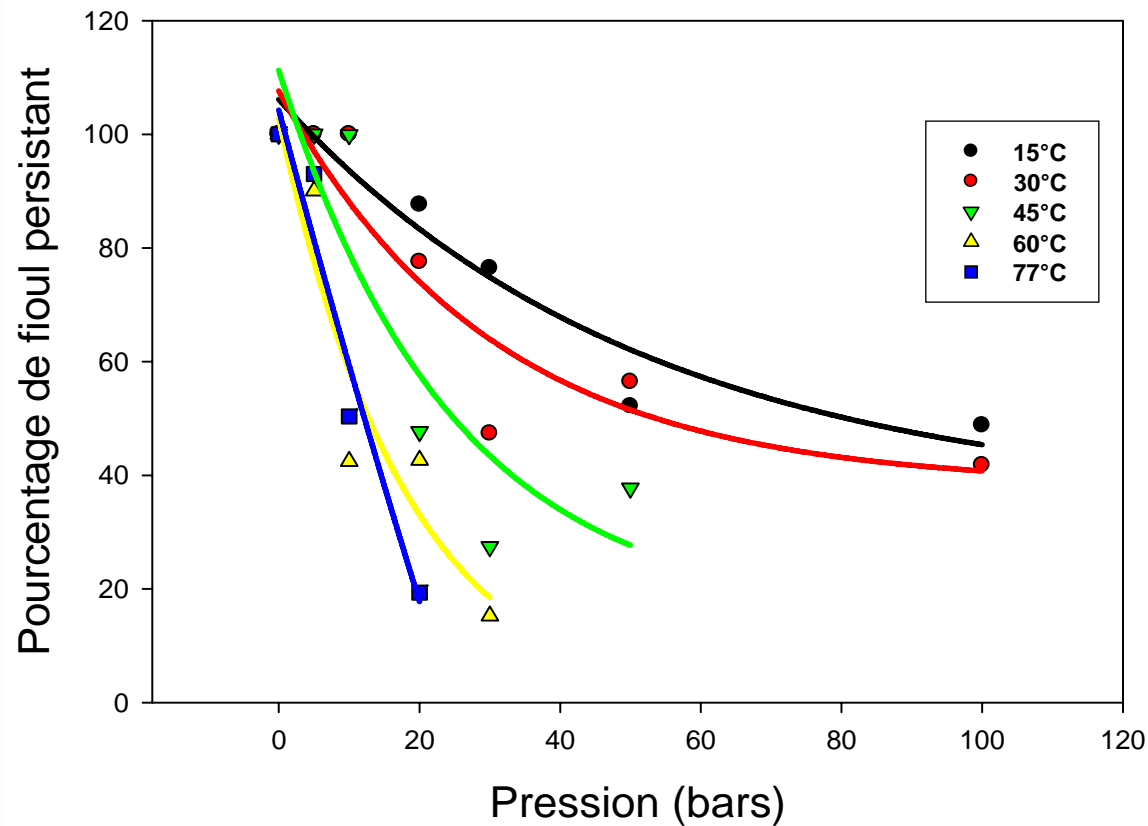


↳ Pour un fioul légèrement vieilli, l'utilisation de produit de lavage apparaît efficace pour les températures de 15 et 30°C.

## Résultats préliminaires (analyses en cours) (avec vieillissement, sans produit de lavage)

↳ Prélèvements réalisés après différents temps de vieillissement naturel : 0 – 60 jours.

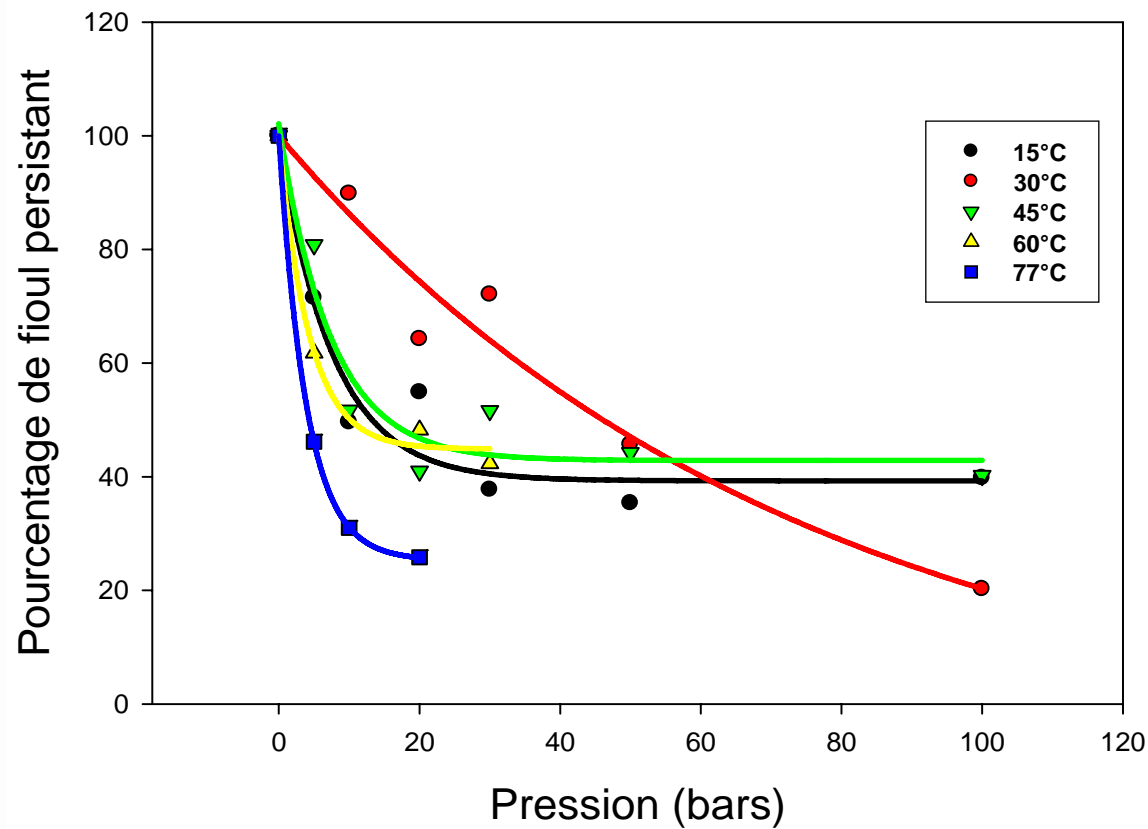
Vieillessement 0 jours





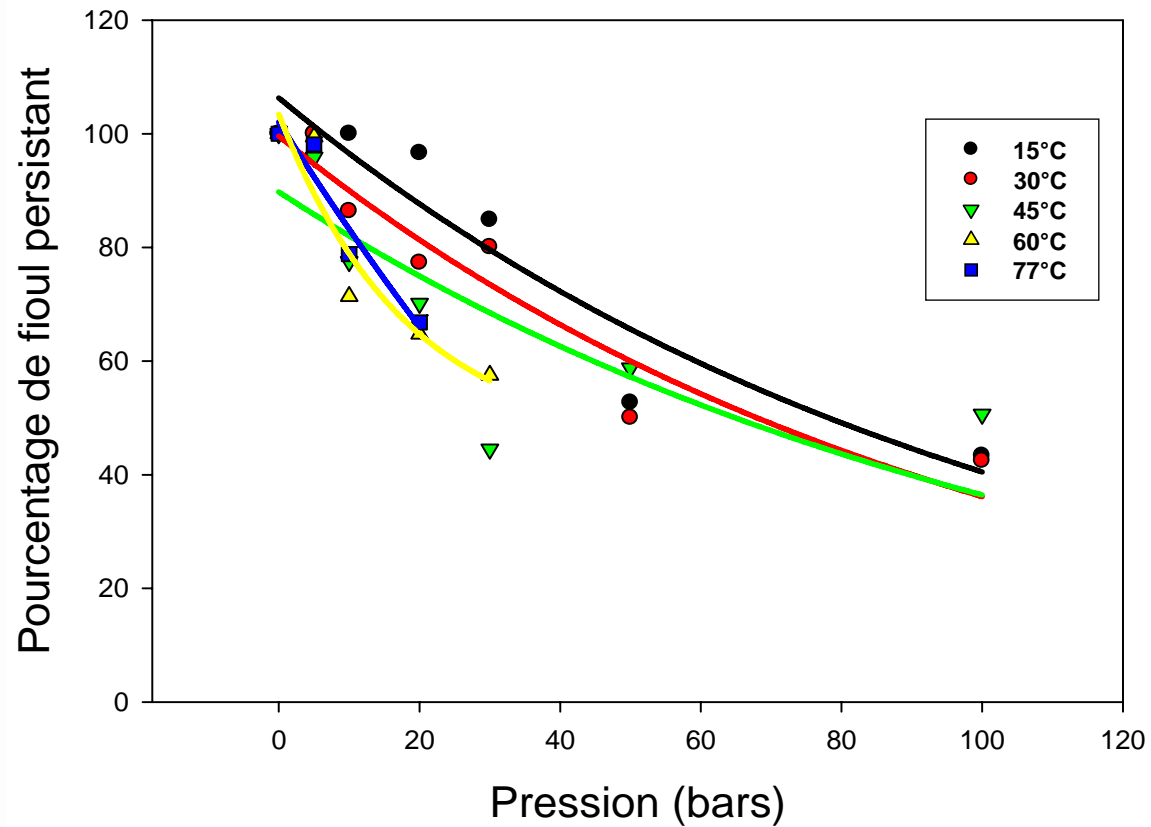
# Résultats préliminaires (analyses en cours) (avec vieillissement, sans produit de lavage)

Vieillessement 2 jours



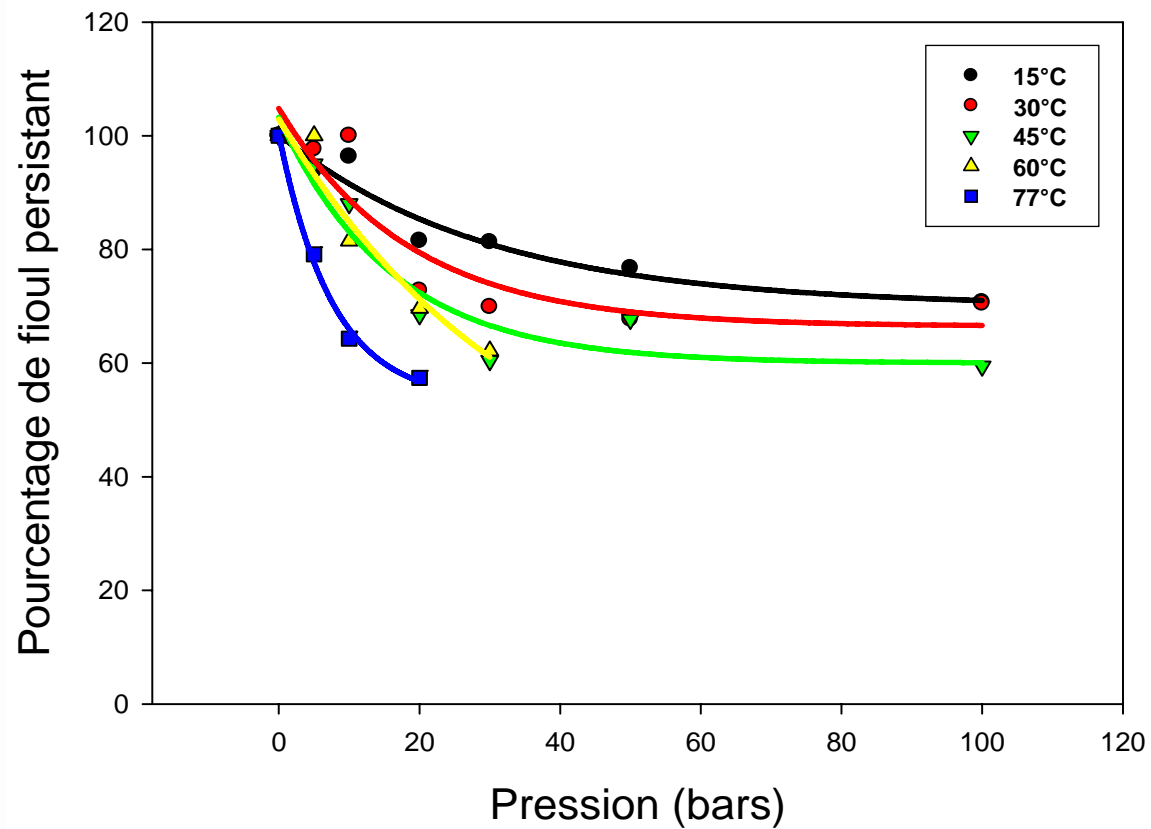
# Résultats préliminaires (analyses en cours) (avec vieillissement, sans produit de lavage)

Vieillissement 7 jours



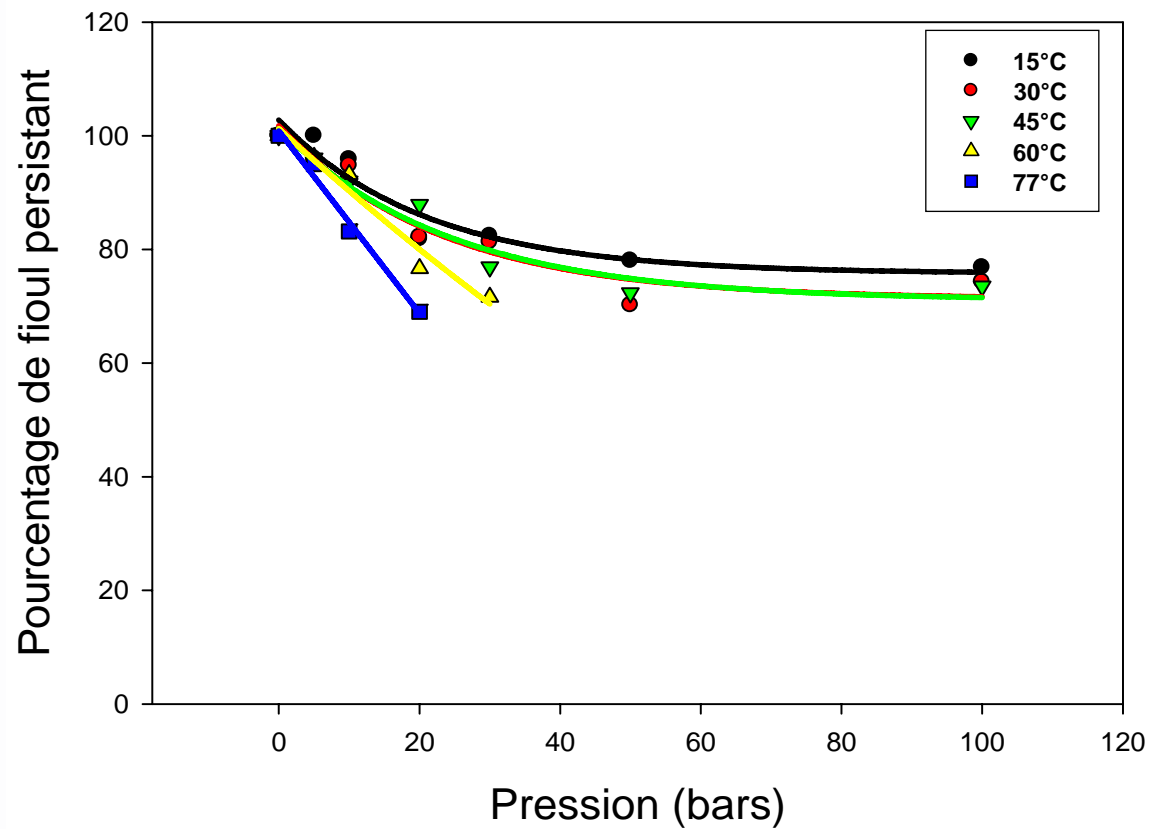
## Résultats préliminaires (analyses en cours) (avec vieillissement, sans produit de lavage)

Vieillissement 15 jours



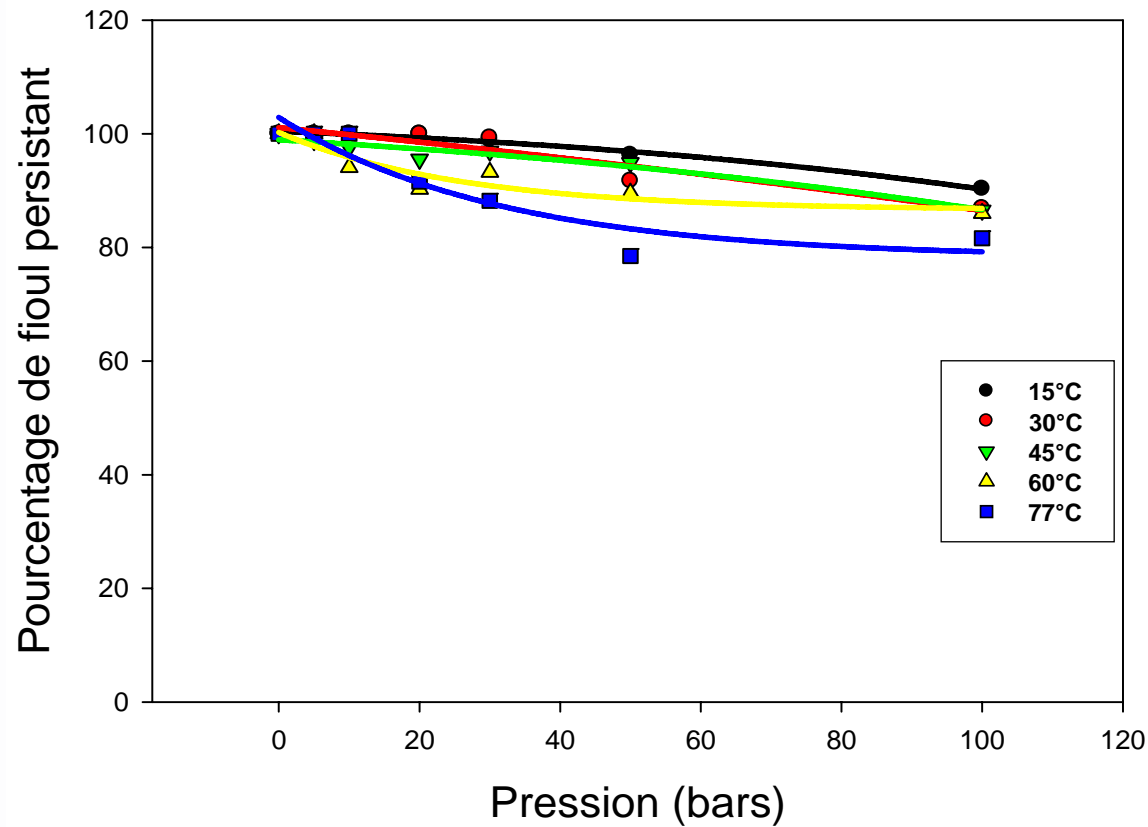
## Résultats préliminaires *(analyses en cours)* *(avec vieillissement, sans produit de lavage)*

Vieillessement 30 jours



# Résultats préliminaires (analyses en cours) (avec vieillissement, sans produit de lavage)

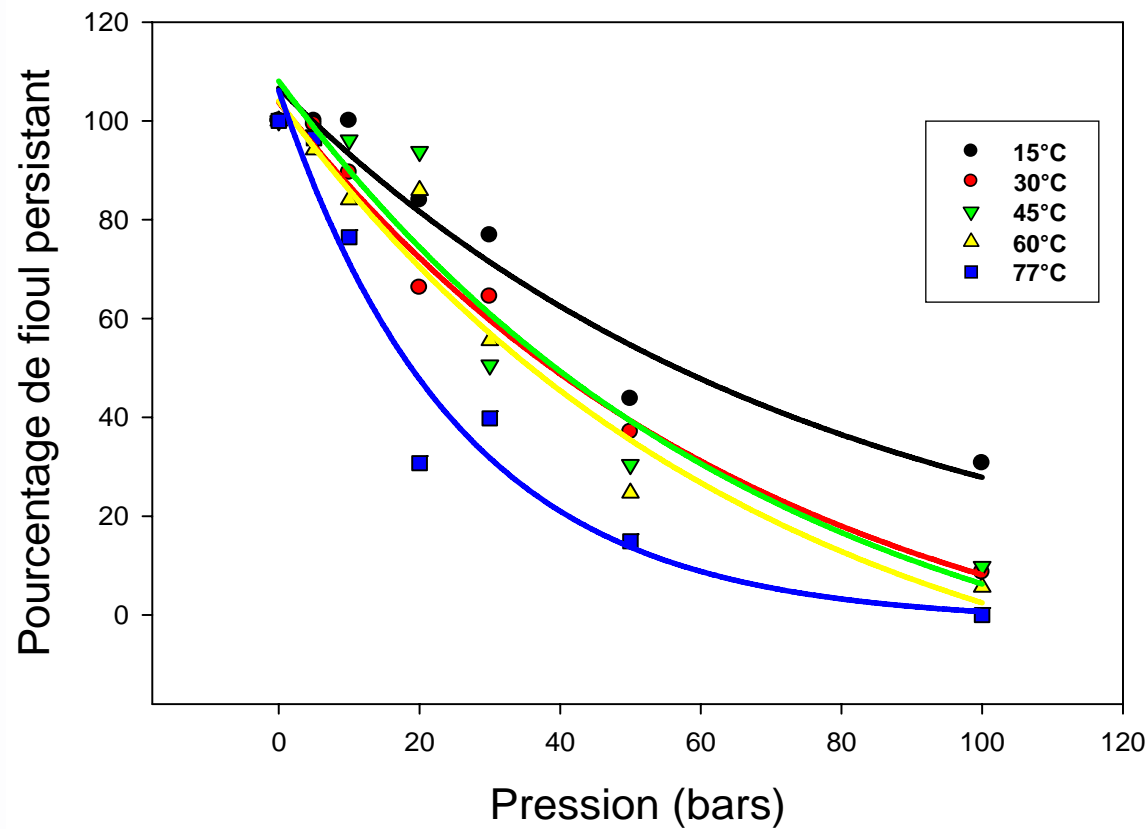
Vieillessement 60 jours





## Résultats préliminaires *(analyses en cours)* *(avec vieillissement, avec produit de lavage)*

Vieillessement 60 jours + produit de lavage



## Autres paramètres à étudier ...

- types d'hydrocarbures (bruts et / ou fiouls lourds)
- efficacité des produits de lavage
- influence du temps d'imprégnation du produit de lavage



# Les fiouls lourds et bitumes

Journée technique du Cedre, 29 novembre 2007

## Persistance des hydrocarbures lourds sur substrats

- 1) Etude expérimentale de la persistance et impact d'un fioul lourd
- 2) Optimisation nettoyage par Nettoyeur Haute Pression: influence du vieillissement d'un fioul lourd sur l'efficacité du nettoyage.

