



**HAL**  
open science

# Biotransformation fongique des xénobiotiques : du sol au gène

Christian Mougin, Claude Jolival, Veronique Chaplain

► **To cite this version:**

Christian Mougin, Claude Jolival, Veronique Chaplain. Biotransformation fongique des xénobiotiques : du sol au gène. Rencontres des microbiologistes de l'INRA, May 2001, Dourdan, France. hal-01600764

**HAL Id: hal-01600764**

**<https://hal.science/hal-01600764>**

Submitted on 7 Jun 2020

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - ShareAlike 4.0 International License

# **Biotransformation fongique des xénobiotiques :** **du sol au gène**

**C. Mougin, C. Jolivalt et V. Chaplain**

**Equipe Xénobiotiques et Environnement  
Unité de Phytopharmacie et Médiateurs Chimiques  
Versailles**

- **les xénobiotiques**

- 70000 composés organiques de synthèse
- un nombre considérable de substances naturelles

- **les réactions de biotransformation**

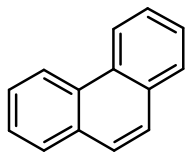
- régissent la concentration, la durée de la présence et la forme des xénobiotiques à l'intérieur et à l'extérieur de l'organisme
- en gouvernent l'expression de l'effet biologique
- peuvent conduire à des phénomènes de biodégradation accélérée ou de résistance
- conditionnent le devenir des xénobiotiques dans l'environnement
- et la qualité chimique des aliments

# Les champignons filamenteux retenus

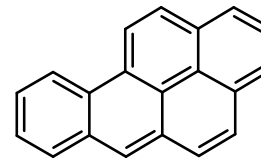
Classes	Souches	Systèmes enzymatiques		
		LiP, MnP Lac, Cdh	P450	Réduc- tases
Basidiomycètes	• Pourritures blanches			
	<i>Bjerkandera</i> sp.	+	?	?
	<i>Trametes</i> sp.	+	?	?
	<i>Phanerochaete</i> sp.	+	+	+
	<i>Pycnoporus</i> sp.	+	?	?
	• Pourritures brunes			
<i>Lentinus</i> sp.	-	?	?	
	<i>Postia</i> sp.	-	?	?
Deutéromycètes	<i>Aspergillus</i> sp.	-	+	?
Zygomycètes	<i>Cunninghamella</i> sp.	-	+	?

# Les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques

- ☞ Impact sur la santé humaine (mutagènes, cancérogènes)
- ☞ Origine :
  - géochimique, anthropogénique
  - combustion incomplète de substrats carbonés
- ☞ Propriétés :
  - 2 à 6 cycles benzéniques (15)
  - neutres
  - apolaires, hydrophobes
  - solubilité dans l'eau faible à nulle
  - volatilité forte à nulle

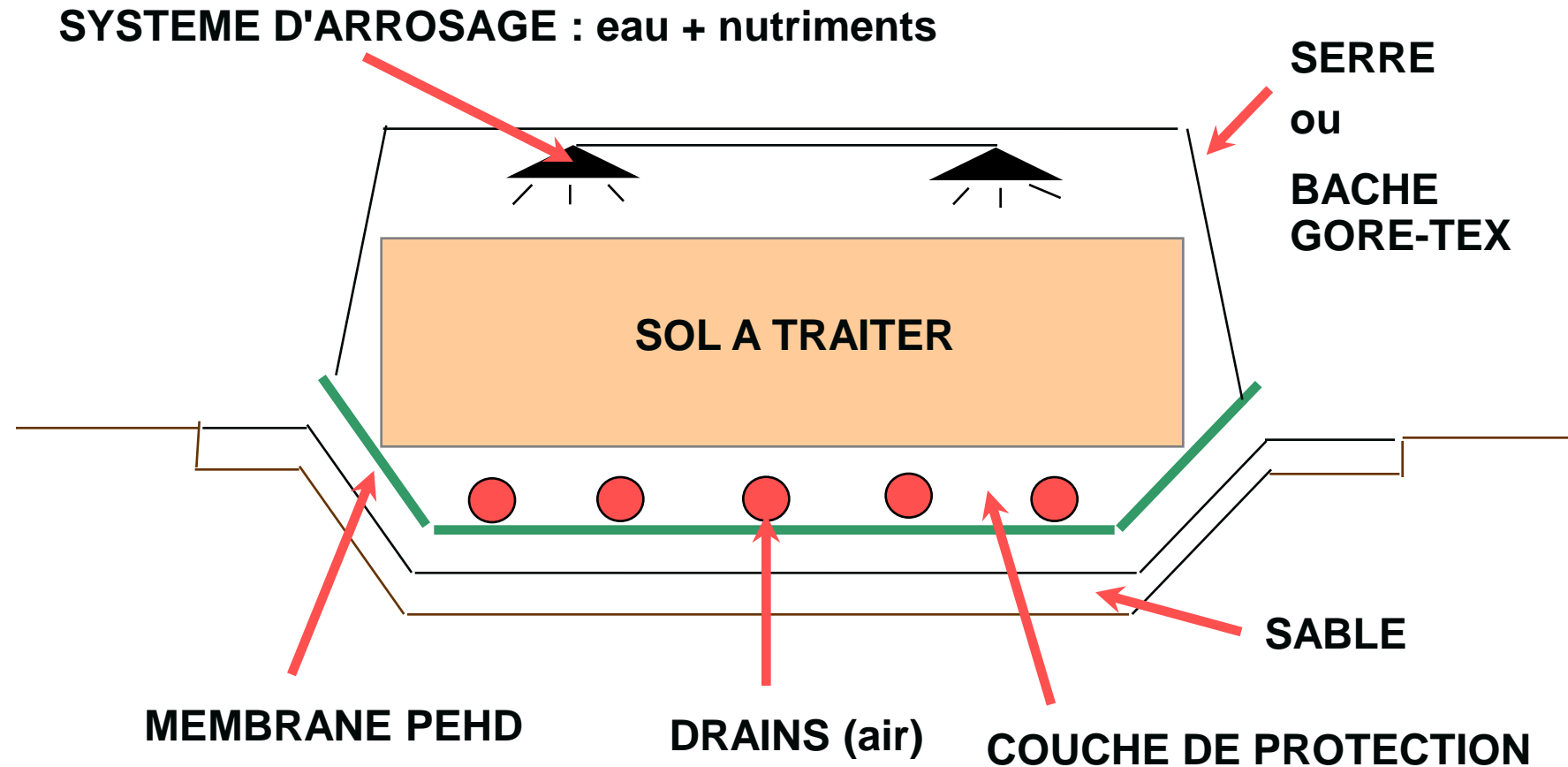


phénanthrène



benzo[a]pyrène

# La solution retenue : le biotertre inoculé par des organismes exogènes (bioaugmentation)



# Le biotertre

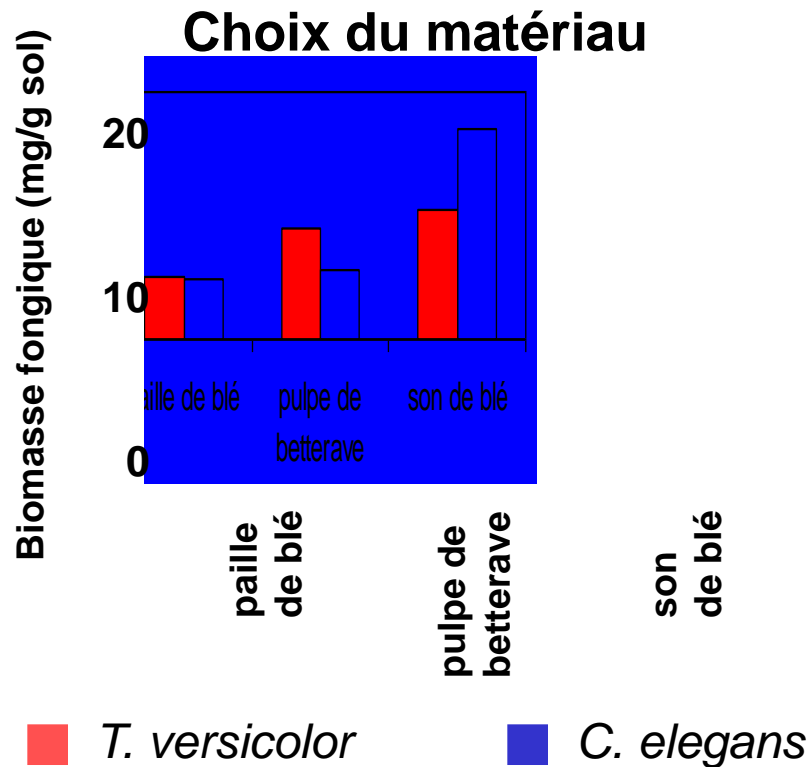
En cours de réalisation



En opération



# Développement d'un inoculum solide



### Supports colonisés par *T. versicolor*

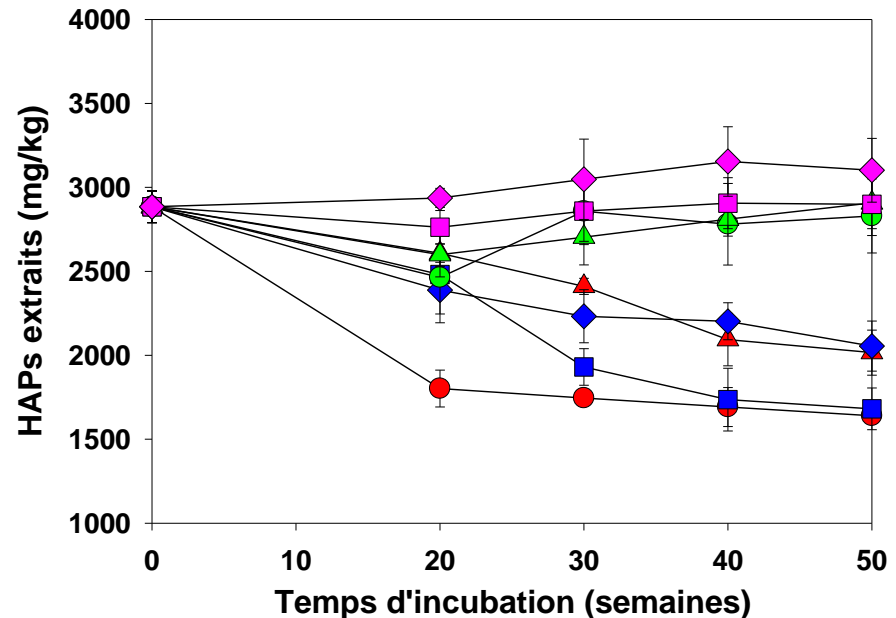




# Transformation des HAPs : essai pilote

Bacs de 10 kg de sol industriel non stérile

	support	T. vers	C/N/P	T.A.
⇒ ●	+	+	+	+
◇	+	+	+	-
■	+	+	-	+
◆	+	+	-	-
●	+	-	+	-
◇	-	-	+	-
■	-	-	-	+
◇	-	-	-	-



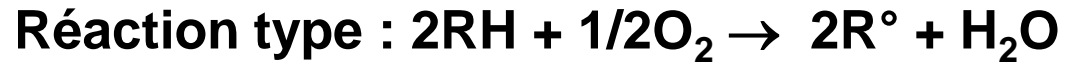
# Les laccases

**Distribution :** champignons, bactéries, plantes, insectes

**Fonction :** dégradation de la lignine, morphogenèse, pathogenèse  
transformation des xénobiotiques

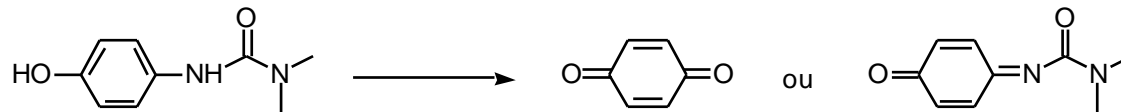
**Structure :** glycoprotéine dimérique ou tétramérique à 4 atomes de Cu,  
extracellulaire, 520 à 550 aa, 60 à 80 kDa  
peptide N-terminal de sécrétion

**Régulation :** inhibiteurs : petits anions, métaux, acides gras, chélatants  
inducteurs : milieu de culture, lignine et composés apparentés,  
xénobiotiques

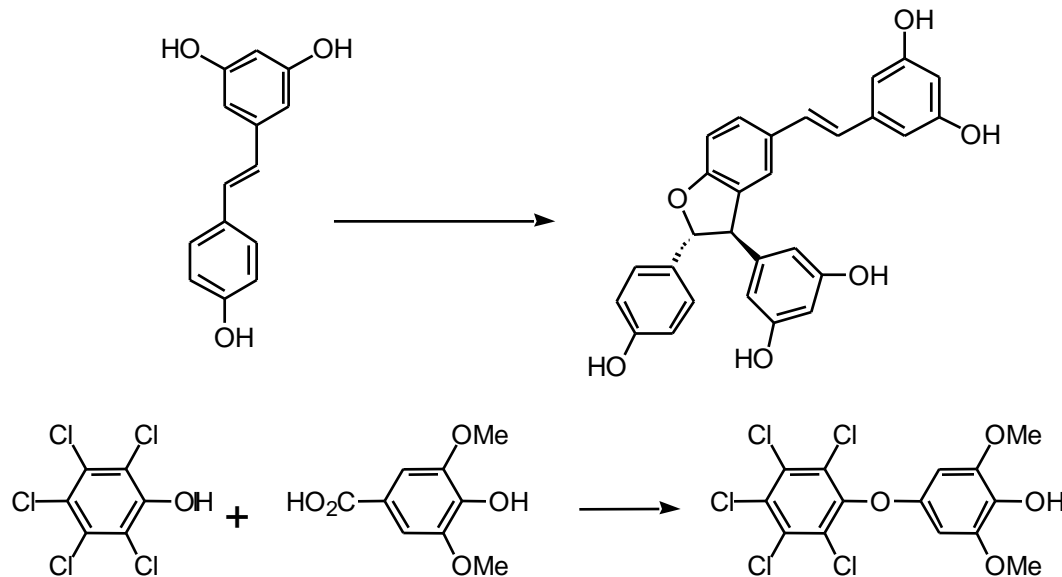


- RH = composé phénolique

oxydation, coupure de liaisons C-C, C-N,...

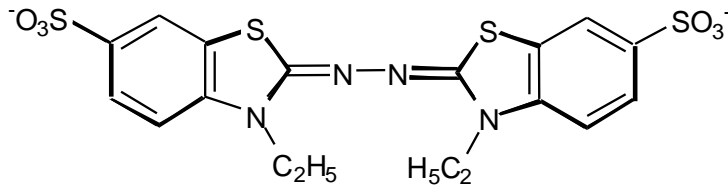


couplage oxydatif

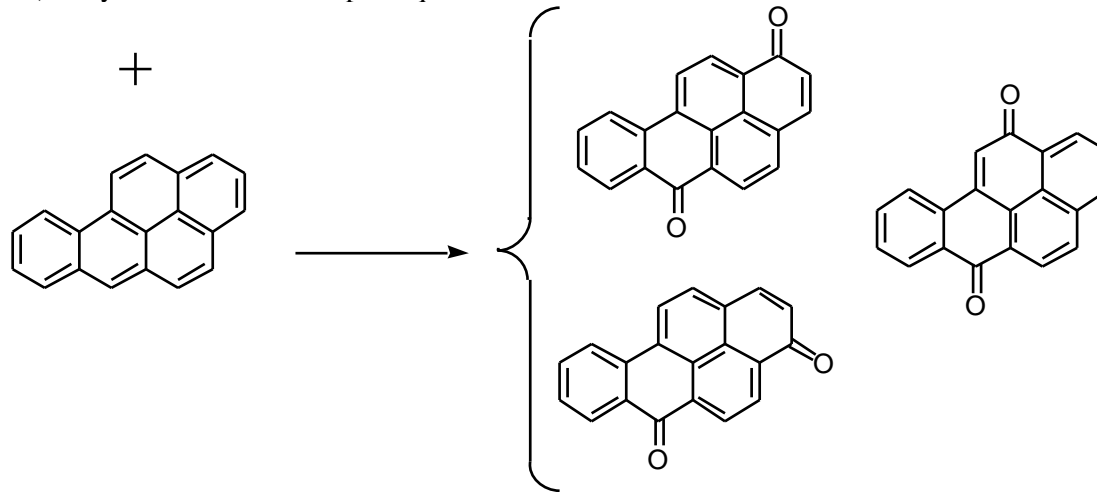


- RH = composé non phénolique

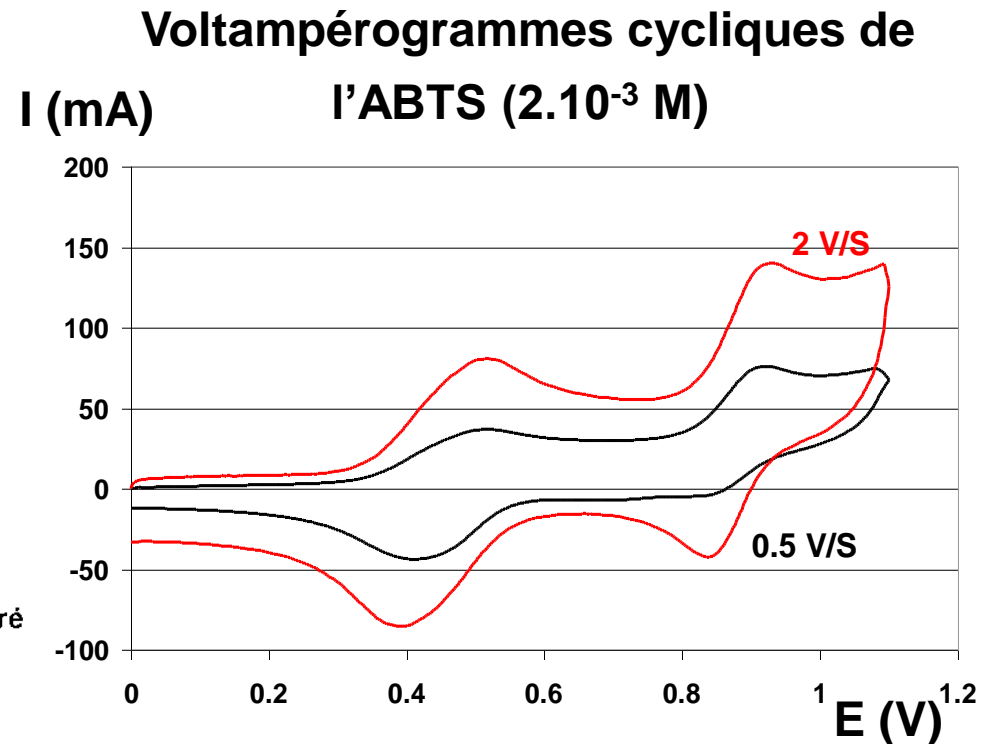
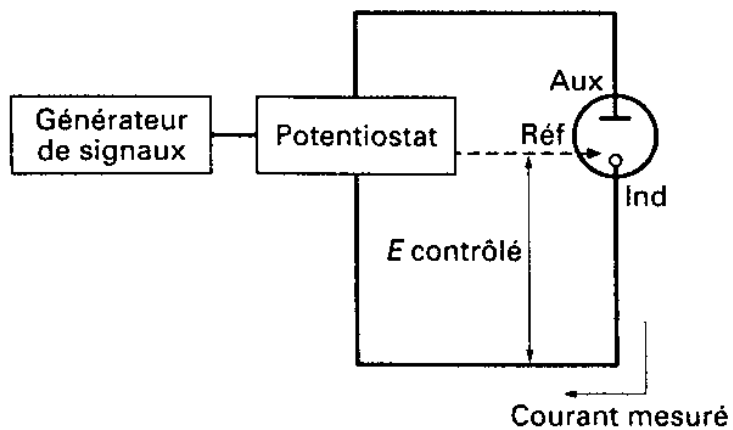
→ il faut souvent un médiateur redox :  $\text{Lac} + \text{Méd} \rightarrow \text{Méd}^*$   
 $\text{Méd}^* + \text{RH} \rightarrow \text{RH}_{\text{ox}}$



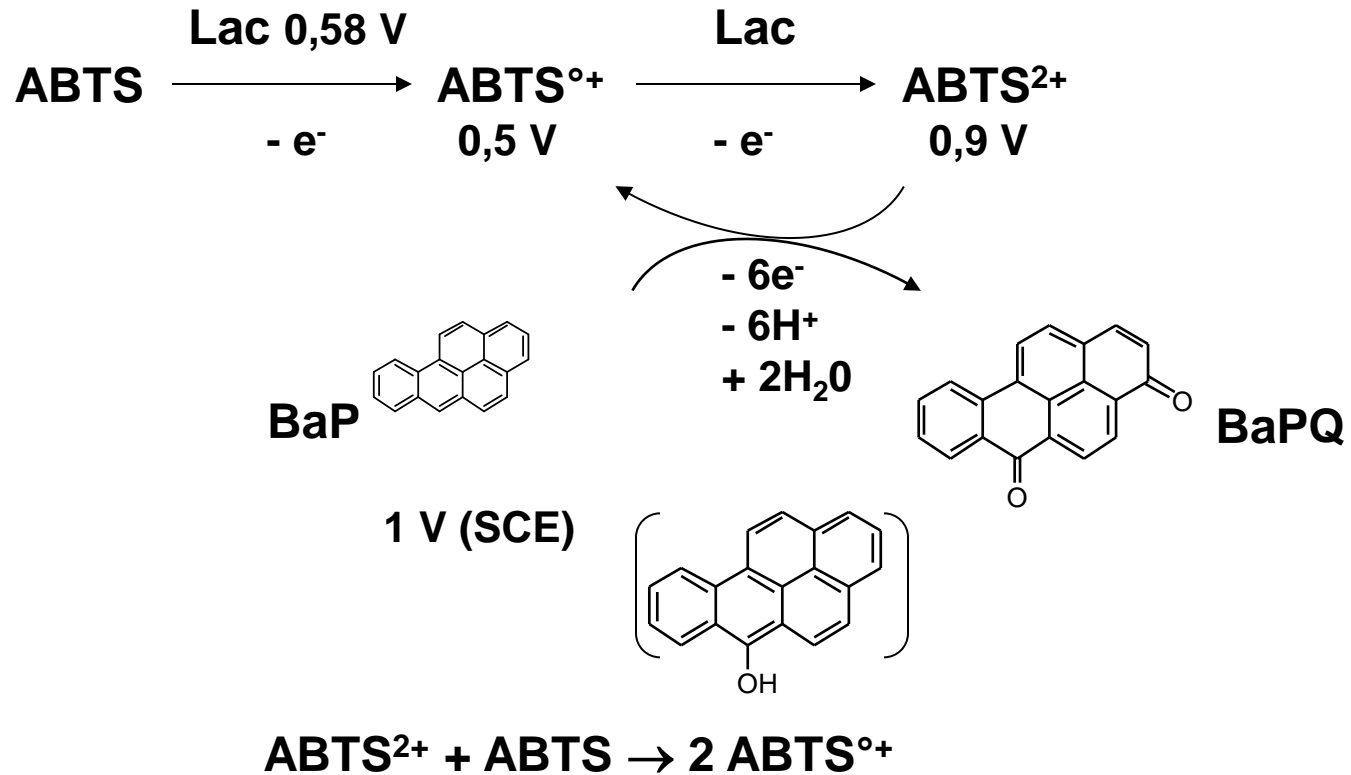
ABTS : Acide 2,2'-azinobis-(3-éthylbenthiazoline-6-sulphonique)



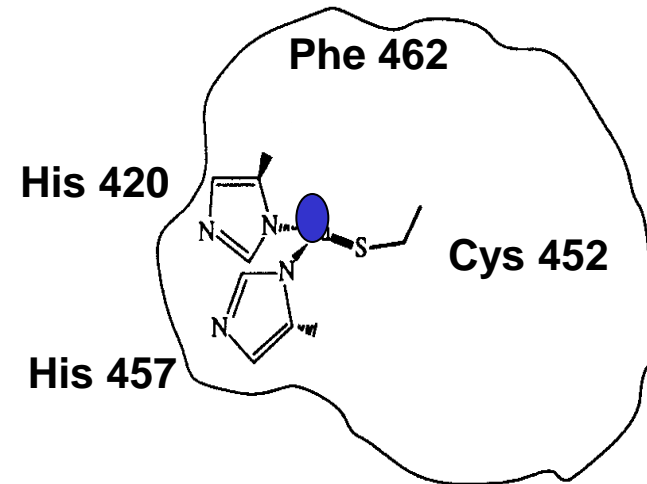
# Caractérisation électrochimique des médiateurs



# Application à la dégradation des HAPs



## Le site T<sub>1</sub> de la laccase de de *T. versicolor*



- l'étape limitante du cycle catalytique est le transfert d'électrons du substrat vers le Cu du site T<sub>1</sub>
  - le site T<sub>1</sub> présente une géométrie trigonale plane
  - la nature du ligand axial et la composition de la chaîne peptidique induisent des différences de géométrie du site T<sub>1</sub> qui se traduisent par des différences de structure électronique et de transfert d'électrons
- répercussions sur E°, K<sub>M</sub>, k<sub>cat</sub> ...

# La mutagenèse dirigée (Xu et *al.*, 1998, 1999)

	E° (V)	mutation	E°	K <sub>M</sub>	k <sub>cat</sub>	F <sup>-</sup>	pH
<p><i>Rhizoctonia solani</i></p> <p><sup>459</sup>H C H I D W H <u>L E A G L</u> <sup>470</sup></p> <p style="text-align: center;">*                    *                    *</p>	0,71	<p>L<sup>470</sup> → F</p> <p>LEA → VSG</p>	<p>0</p> <p>0</p>	<p>0</p> <p>-</p>	<p>0</p> <p>-</p>	<p>0</p> <p>≠</p>	<p>0</p> <p>-1U</p>
<p><i>Myceliophthora thermophila</i></p> <p><sup>502</sup>H C H I A W H <u>V S G G L</u> <sup>513</sup></p>	0,47	<p>L<sup>513</sup> → F</p> <p>VSG → LEA</p>	<p>0</p> <p>0</p>	<p>0</p> <p>-</p>	<p>0</p> <p>-</p>	<p>0</p> <p>≠</p>	<p>0</p> <p>+1U</p>
<p><i>Trametes villosa</i></p> <p><sup>452</sup>H C H I D F H L <u>E A G F</u> <sup>463</sup></p>	0,78	<p>E<sup>460</sup> → S</p> <p>F<sup>463</sup> → L</p> <p>A<sup>461</sup> → E</p> <p>F<sup>463</sup> → M</p>	<p>pas d'expression</p> <p>0</p> <p>0</p> <p>-0,1</p>	<p>0</p> <p>0</p> <p>+</p>	<p>0</p> <p>0</p> <p>+</p>	<p>0</p> <p>0</p> <p>/</p>	<p>0</p> <p>0</p> <p>bas</p>



# Perspectives

- **impact écotoxicologique de la valorisation agricole des boues d'épuration**
- **évolution dirigée des laccases**
- **étude des cytochromes P450 fongiques**