

**Comportement du carbone 14 dans le milieu marin
à proximité de l'usine de COGEMA La Hague
(Goury) - France**

E. Douville, B. Fievet, P. Germain et M. Fournier

Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire

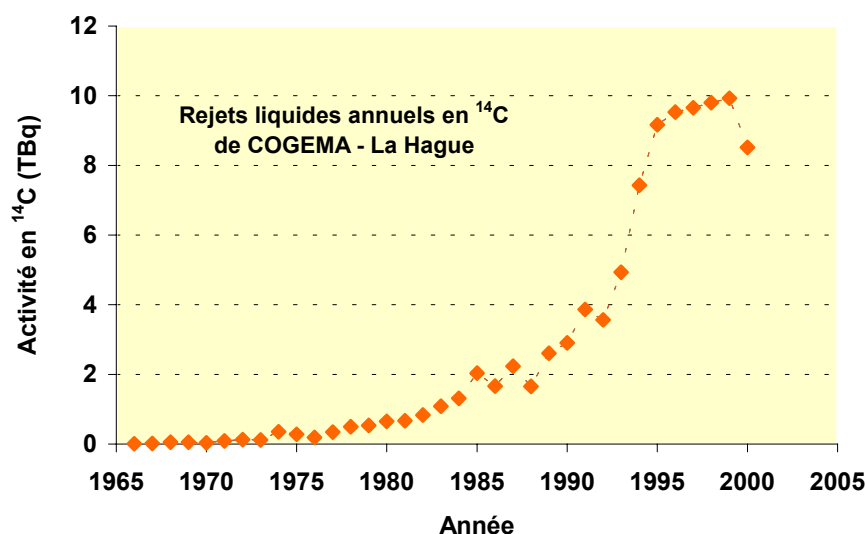
IRSN - DPRE

* Les travaux du Groupe Radioécologie Nord Cotentin GRNC ont mis en évidence un manque d'informations concernant le ^{14}C dans le milieu marin du Nord Cotentin. Des recommandations issues du GRNC ont ainsi exprimé le besoin de se documenter sur :

⇒ les niveaux en ^{14}C pouvant être rencontrés dans l'eau de mer,

⇒ les modalités de transfert du ^{14}C vers des espèces biologiques (cinétiques de transfert, facteurs de concentration FC).

* Une augmentation des rejets liquides en ^{14}C ces dernières années :



CARBONE ^{14}C :

Les objectifs de l'étude

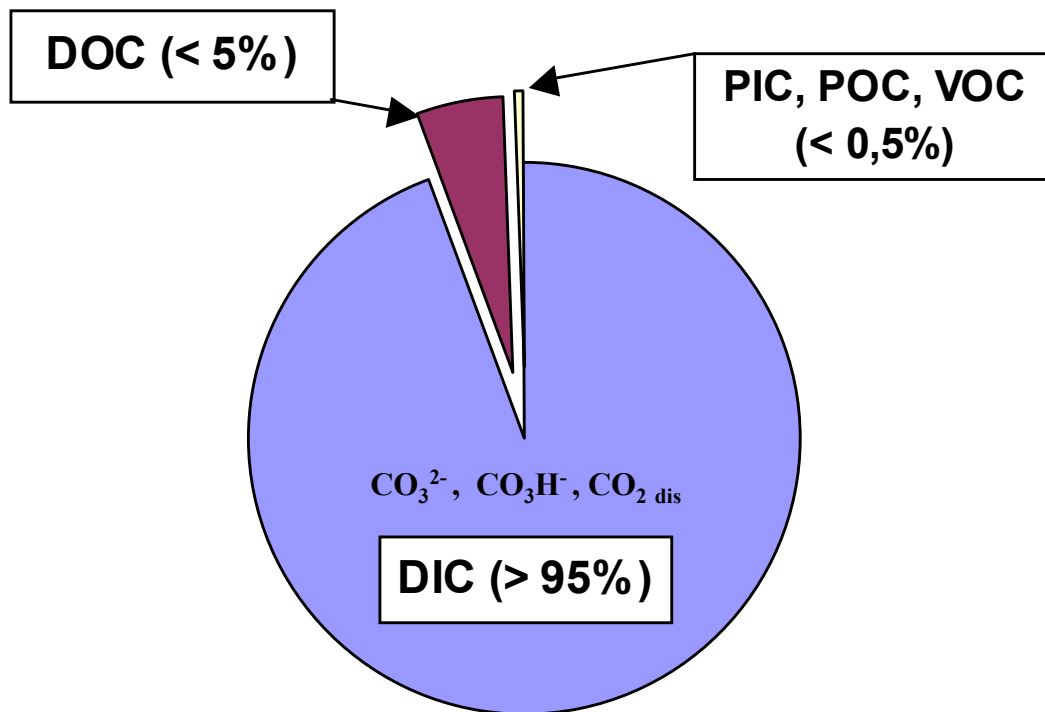
* Suivre l'évolution temporelle de la concentration en ^{14}C dans la phase « carbone inorganique dissous DIC » de l'eau de mer à proximité de l'usine de COGEMA – La Hague et définir les principales contributions (*prélèvements périodiques à Goury*)

* Établir la répartition du ^{14}C dans les différentes phases biogéochimiques de l'eau de mer dans le Nord Cotentin : phases inorganique (PIC, DIC) et organique (POC, DOC) (*prélèvements à Goury et Concarneau*)

* Déterminer un facteur de concentration pour le ^{14}C entre l'eau de mer (DIC) et certaines espèces biologiques (ex: *Fucus serratus*) (*prélèvements le long du littoral nord-ouest français*)

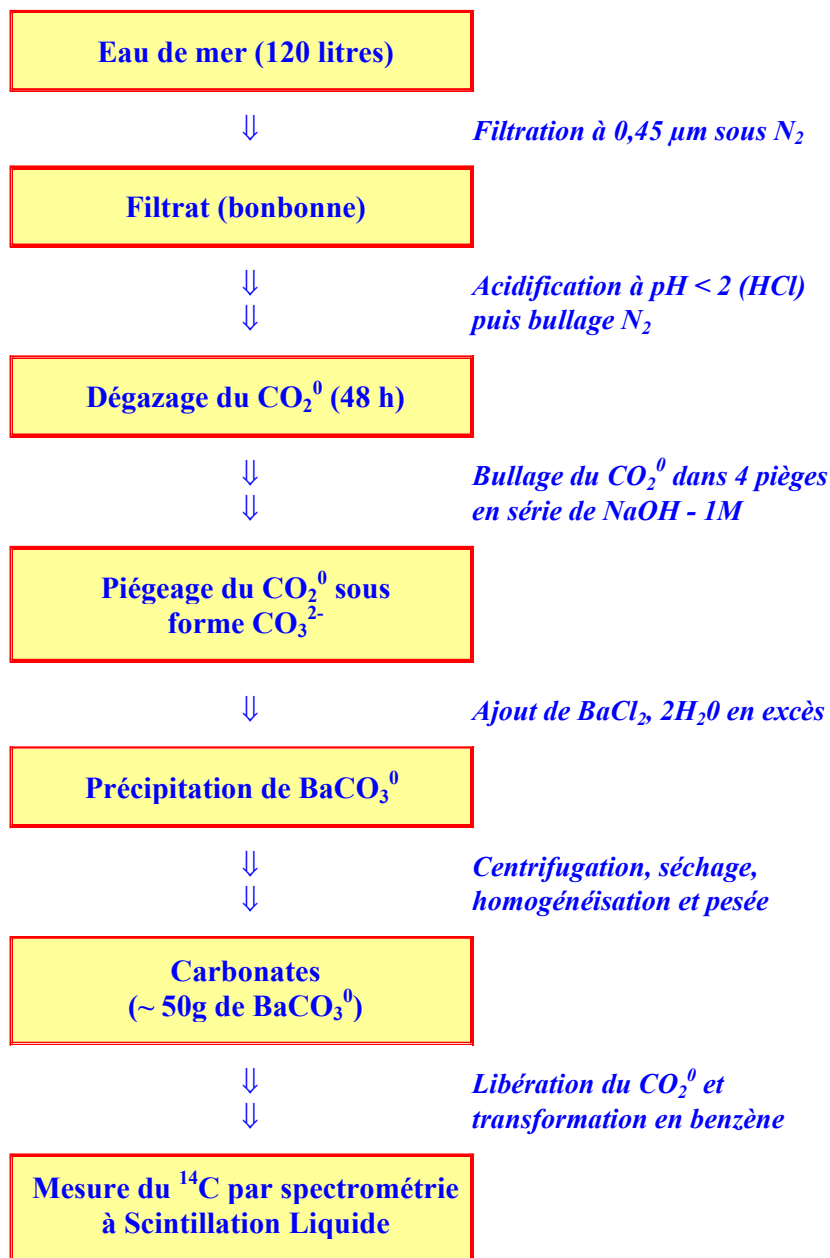
CARBONE ^{14}C :

RAPPEL : répartition du carbone stable
dans l'eau de mer



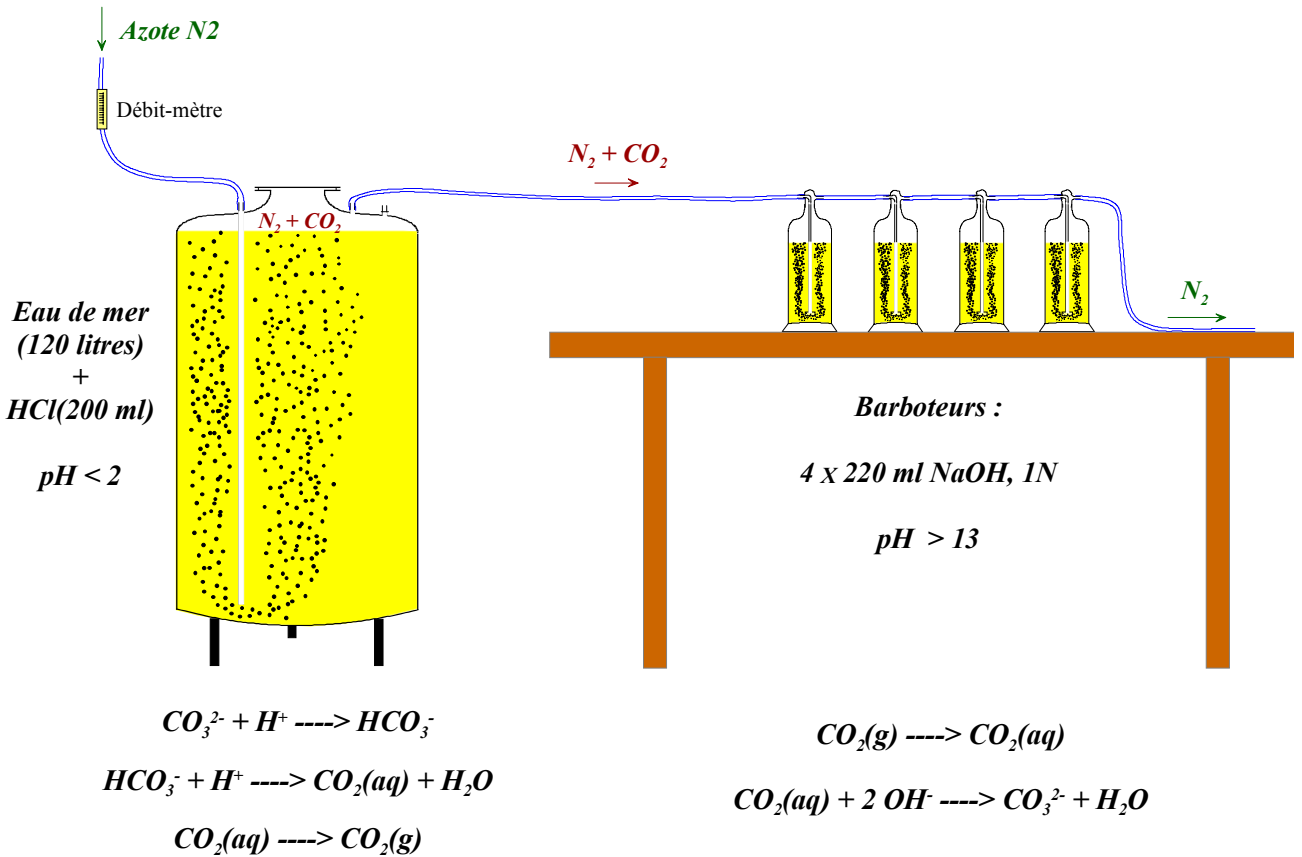
CARBONE ^{14}C :

Mode opératoire permettant le dosage du ^{14}C dans la phase « carbone inorganique dissous DIC » de l'eau de mer



CARBONE ¹⁴C :

Principe de l'extraction du carbone de la phase « DIC » de l'eau de mer



CARBONE ¹⁴C :

δ¹³C et activités spécifiques en ¹⁴C dans la phase « DIC » de l'eau de mer à GOURY

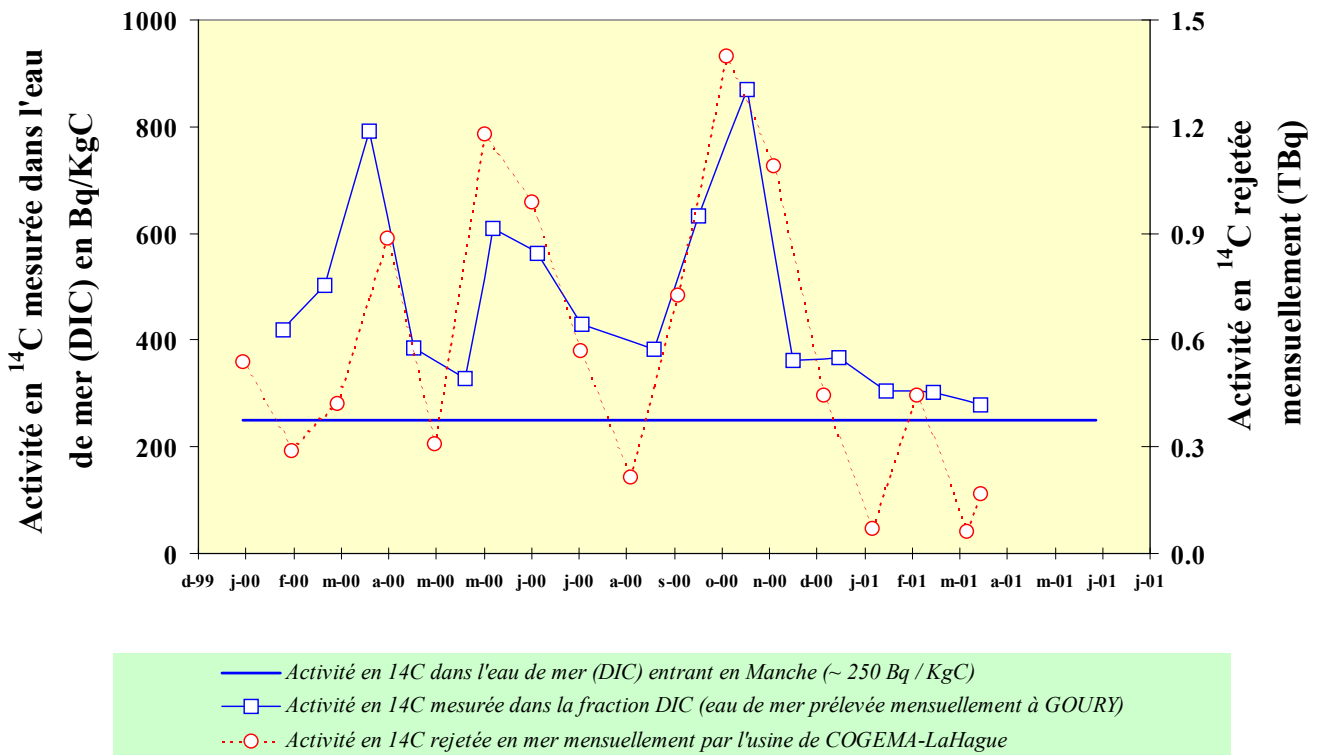
janvier 2000 à juin 2001

Date Prélèvement	Phases	Techniques Analytiques	δ ¹³ C _{PDB} ‰	Activité ¹⁴ C Bq / Kg C	% activité en ¹⁴ C moderne (1950)
25/01/00	DIC	SMA	- 0,7	419,6 ± 1,7	186,8 ± 0,7
25/01/00	DIC	SL (benzène)	+ 0,2	419,7 ± 2,3	186,8 ± 1,0
21/02/00	DIC	SMA	+ 0,3	498,8 ± 3,0	222,0 ± 1,3
21/02/00	DIC	SL (benzène)	+ 0,6	503,2 ± 2,0	224,0 ± 0,9
20/03/00	DIC	SL (benzène)	+ 0,0	790,8 ± 5,3	352,0 ± 2,4
17/04/00	DIC	SL (benzène)	- 0,1	385,6 ± 3,0	171,7 ± 1,4
19/05/00	DIC	SL (benzène)	+ 0,7	328,8 ± 1,8	145,5 ± 0,8
06/06/00	DIC	SL (benzène)	+ 0,4	610,0 ± 3,1	269,9 ± 1,4
04/07/00	DIC	SL (benzène)	+ 0,7	563,0 ± 4,3	250,6 ± 1,9
01/08/00	DIC	SL (benzène)	+ 0,4	428,5 ± 2,3	189,6 ± 1,0
15/09/00	DIC	SL (benzène)	+ 0,4	382,7 ± 1,7	169,3 ± 0,8
13/10/00	DIC	SL (benzène)	+ 0,4	632,1 ± 2,9	279,7 ± 1,3
13/11/00	DIC	SL (benzène)	+ 0,1	869,6 ± 7,5	384,8 ± 3,3
12/12/00	DIC	SL (benzène)	0,0	362,4 ± 2,0	160,4 ± 0,9
10/01/01	DIC	SL (benzène)	+ 0,1	366,0 ± 2,1	161,9 ± 0,9
09/02/01	DIC	SL (benzène)	- 0,2	305,1 ± 1,8	135,0 ± 0,8
10/03/01	DIC	SL (benzène)	- 0,2	303,3 ± 1,8	134,2 ± 0,8
09/04/01	DIC	SL (benzène)	- 0,2	278,5 ± 3,0	123,3 ± 1,3
09/05/01	DIC	SL (benzène)	+ 0,3	472,2 ± 2,2	208,9 ± 1,0
21/06/01	DIC	SL (benzène)	+ 0,4	473,4 ± 2,2	209,5 ± 1,0

CARBONE ¹⁴C :

Activités spécifiques en ¹⁴C mesurées dans la phase « DIC »
de l'eau de mer à GOURY

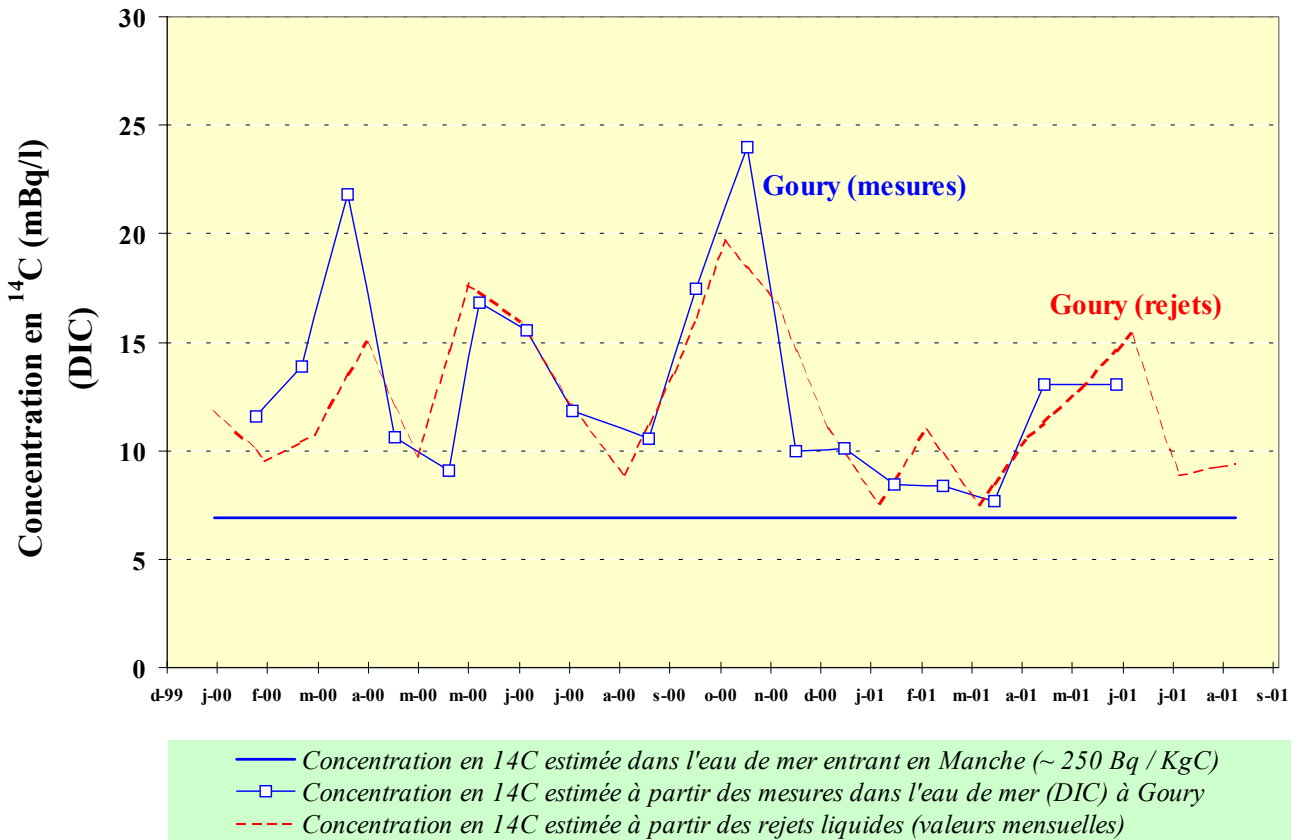
janvier 2000 à juin 2001



CARBONE ¹⁴C :

Évolution temporelle de la teneur en ¹⁴C dans l'eau de mer (DIC) à GOURY

janvier 2000 à juin 2001



CARBONE ^{14}C :

Méthodes d'extraction du carbone des phases particulières inorganique « PIC » et organique « POC » de l'eau de mer

PRINCIPE

Carbone Inorganique Particulaire (PIC)

(Begg, 1992; Wolstenholme et al., 1998)

* La matière en suspension récupérée après filtration à $0,45\ \mu\text{m}$ (2 à 3 filtres correspondant à ~200 litres d'eau de mer) est attaquée sur une durée de 2 heures par HCl-2N sous atmosphère inerte. Le CO_2 dégazé est alors piégé puis précipité sous forme BaCO_3 . L'activité spécifique en ^{14}C est déterminée par Spectrométrie de Masse à Accélérateur (SMA).

Carbone Organique Particulaire (POC)

(Begg, 1992; Wolstenholme et al., 1998)

* Le résidu de la première attaque est lavé avec de l'eau MQ avant de subir une oxydation par voie humide pendant 2 heures à $80\ ^\circ\text{C}$ sous atmosphère inerte (acide chromique et bichromate de potassium en excès). Le CO_2 dégazé est alors piégé puis précipité sous forme BaCO_3 . L'activité spécifique en ^{14}C est déterminée par Spectrométrie de Masse à Accélérateur (SMA).

CARBONE ^{14}C :

Extraction du carbone de la phase inorganique
particulaire « PIC » de l'eau de mer

Attaque acide HCl-2N



Piégeage de CO_2
et précipitation de BaCO_3



CARBONE ^{14}C :

Extraction du carbone de la phase organique
particulaire « POC » de l'eau de mer

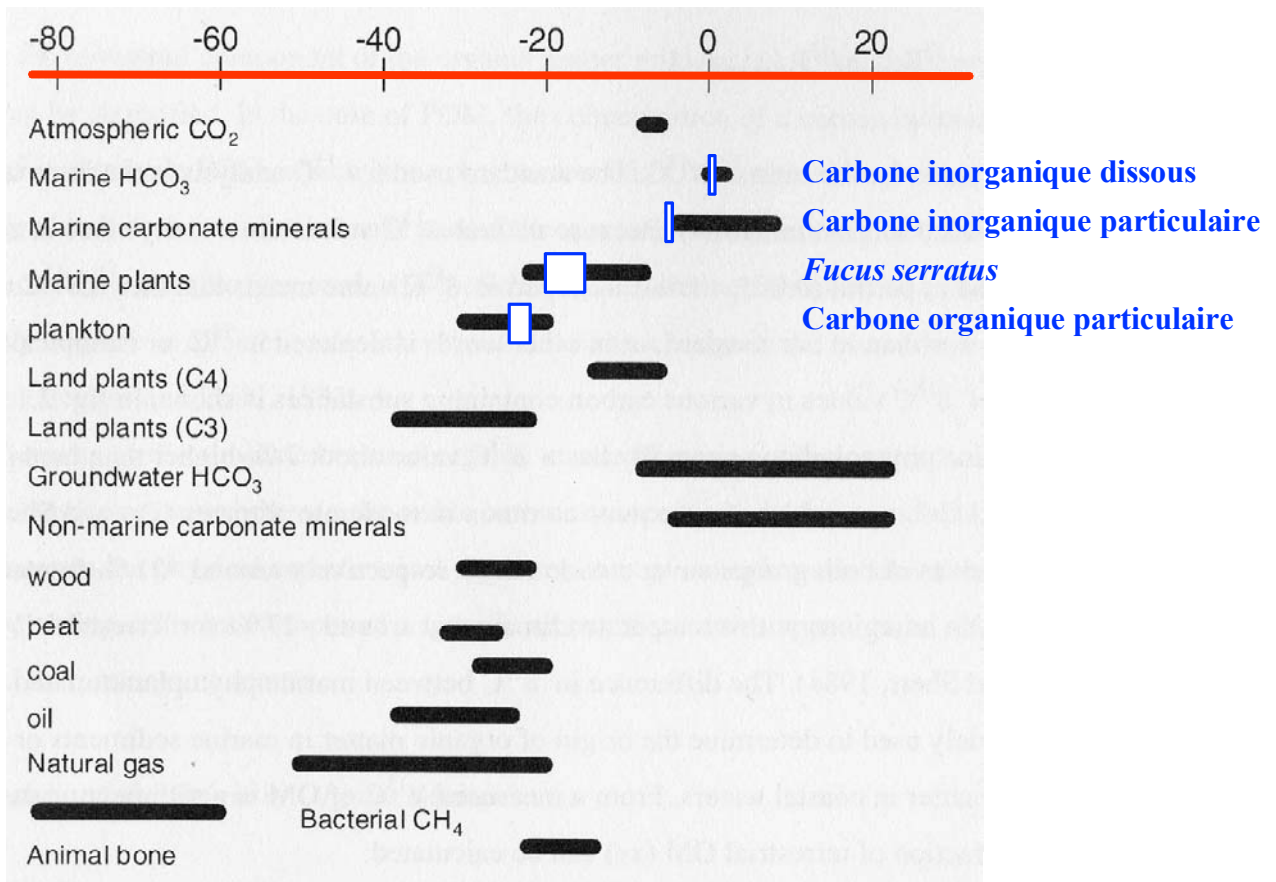
Attaque acide chromique +
bichromate de potassium à 80°C

Piégeage de CO_2
et précipitation de BaCO_3



CARBONE ¹⁴C :

Valeurs en $\delta^{13}\text{C}$ mesurées dans différents composés naturels (Megens, 2000)



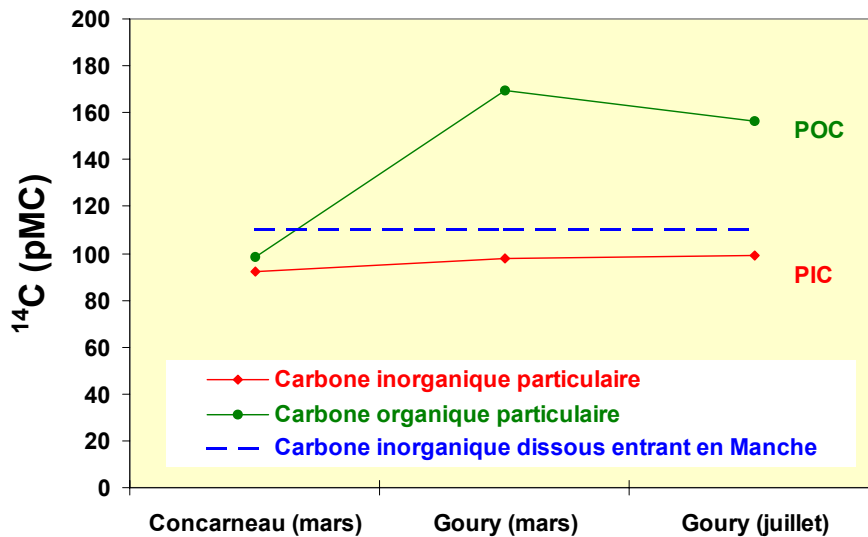
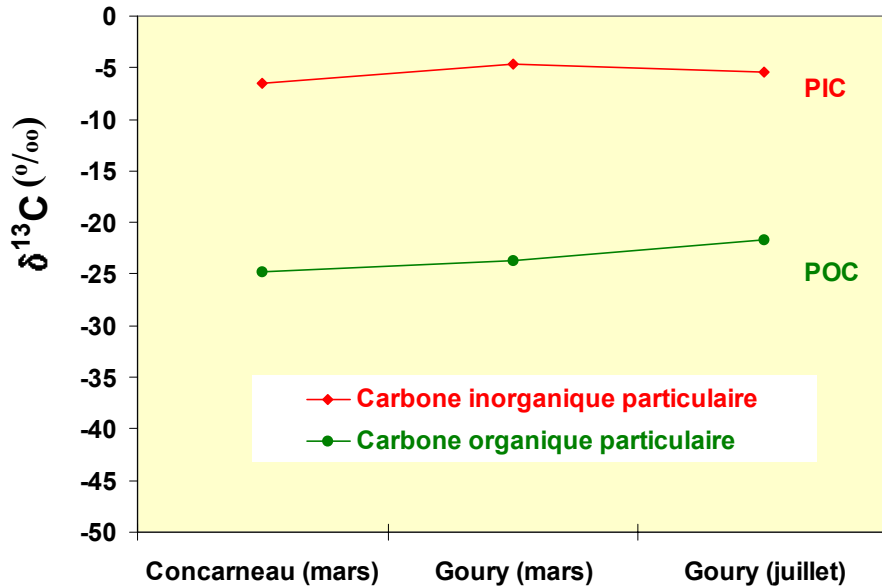
CARBONE ¹⁴C :

**δ¹³C et activités spécifiques en ¹⁴C dans les phases
« PIC et POC » de l'eau de mer à GOURY**

Date Prélèvement	Phases	Techniques Analytiques	δ ¹³ C _{PDB} ‰	Activité ¹⁴ C Bq.kg ⁻¹ C	% activité en ¹⁴ C moderne (1950)
Goury					
10/03/01	PIC	SMA	- 4,6	220,6 ± 0,9	97,6 ± 0,4
10/03/01	POC	SMA	- 23,7	382,7 ± 1,6	169,3 ± 0,7
23/07/01	PIC	SMA	- 5,4	224,5 ± 1,0	99,3 ± 0,4
23/07/01	POC	SMA	- 21,7	353,4 ± 1,3	156,4 ± 0,6
Concarneau					
07/03/01	PIC	SMA	- 6,5	208,7 ± 0,9	92,3 ± 0,4
07/03/01	POC	SMA	- 24,8	222,0 ± 0,9	98,2 ± 0,4

CARBONE ^{14}C :

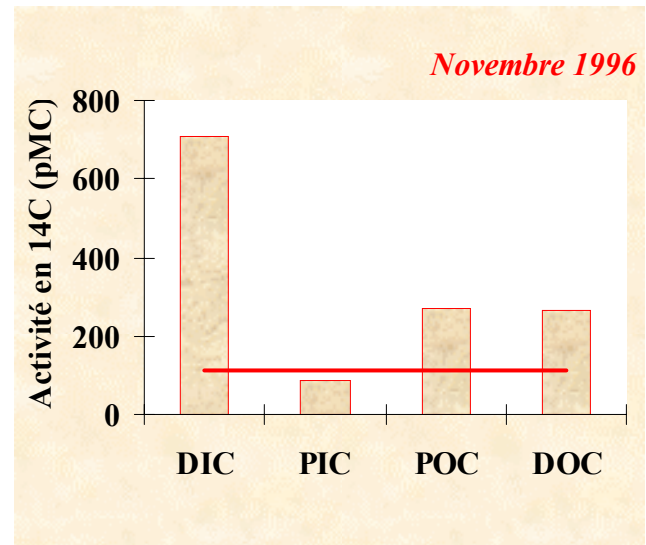
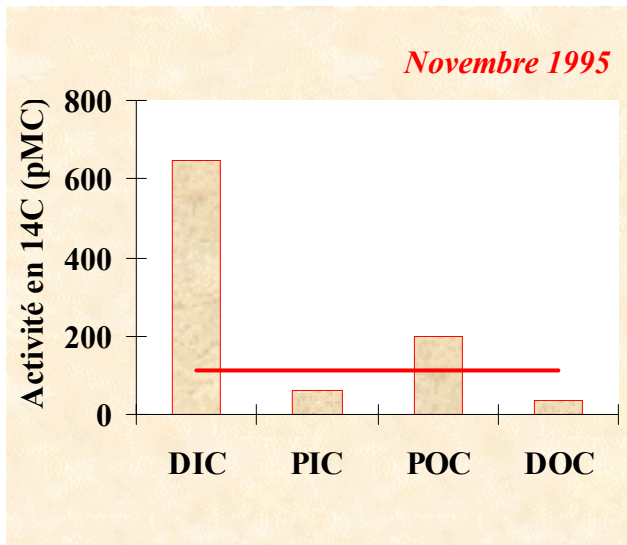
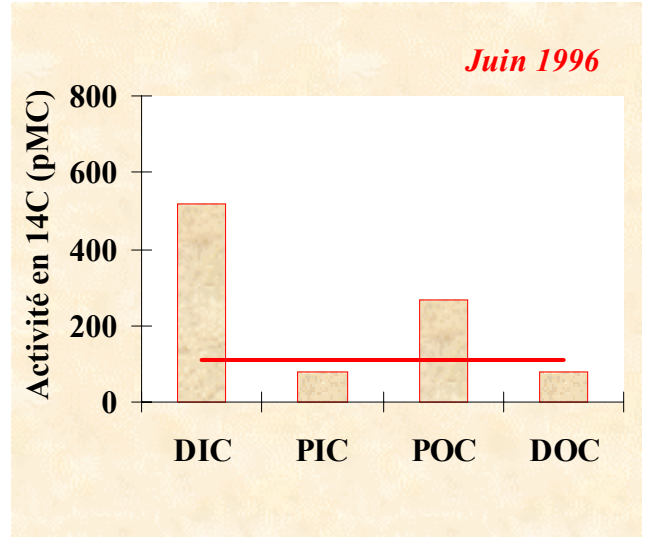
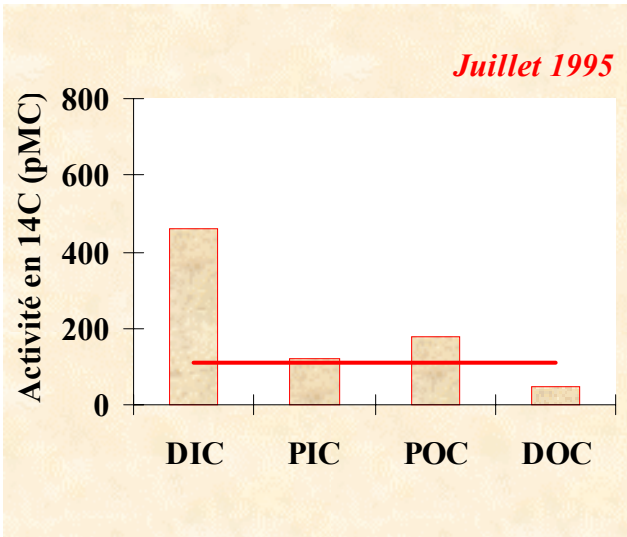
$\delta^{13}\text{C}$ (‰) et activités spécifiques en ^{14}C dans les phases « PIC et POC » de l'eau de mer à GOURY



CARBONE ¹⁴C :

Exemples de données en ¹⁴C dans les différentes phases carbonées de l'eau de mer à proximité de SELLAFIELD

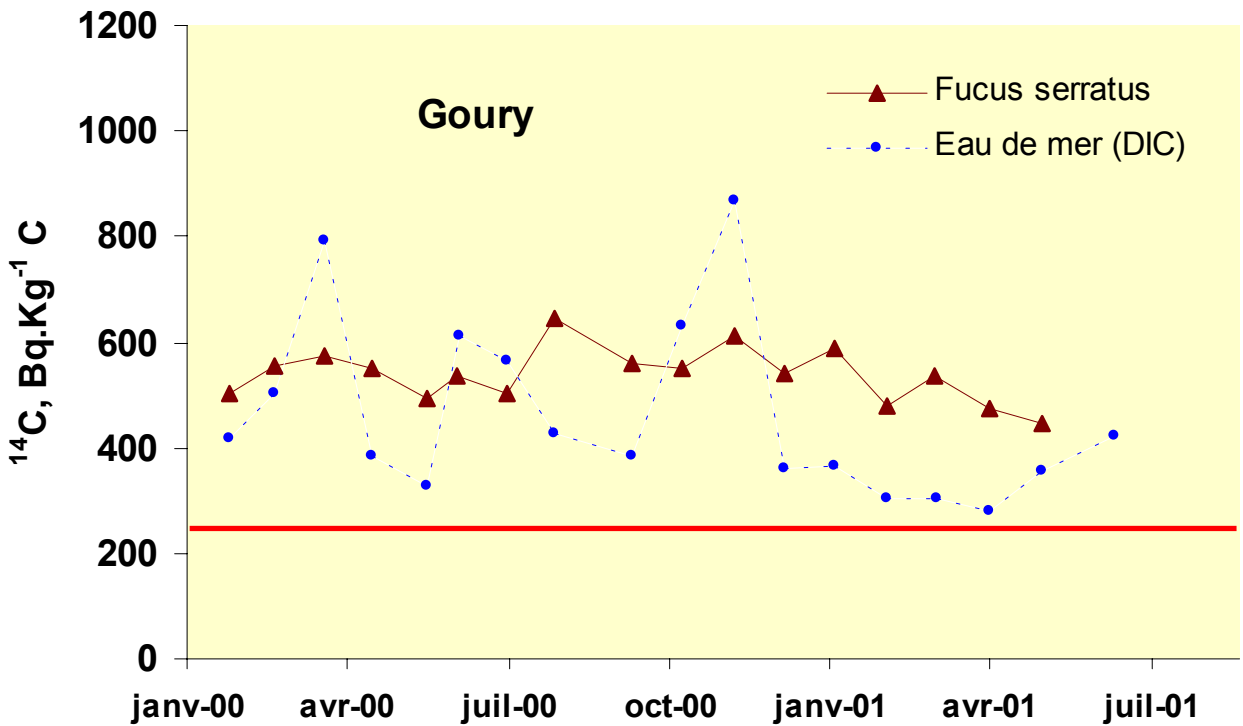
(Wolstenholme et al. 1998)



CARBONE ^{14}C :

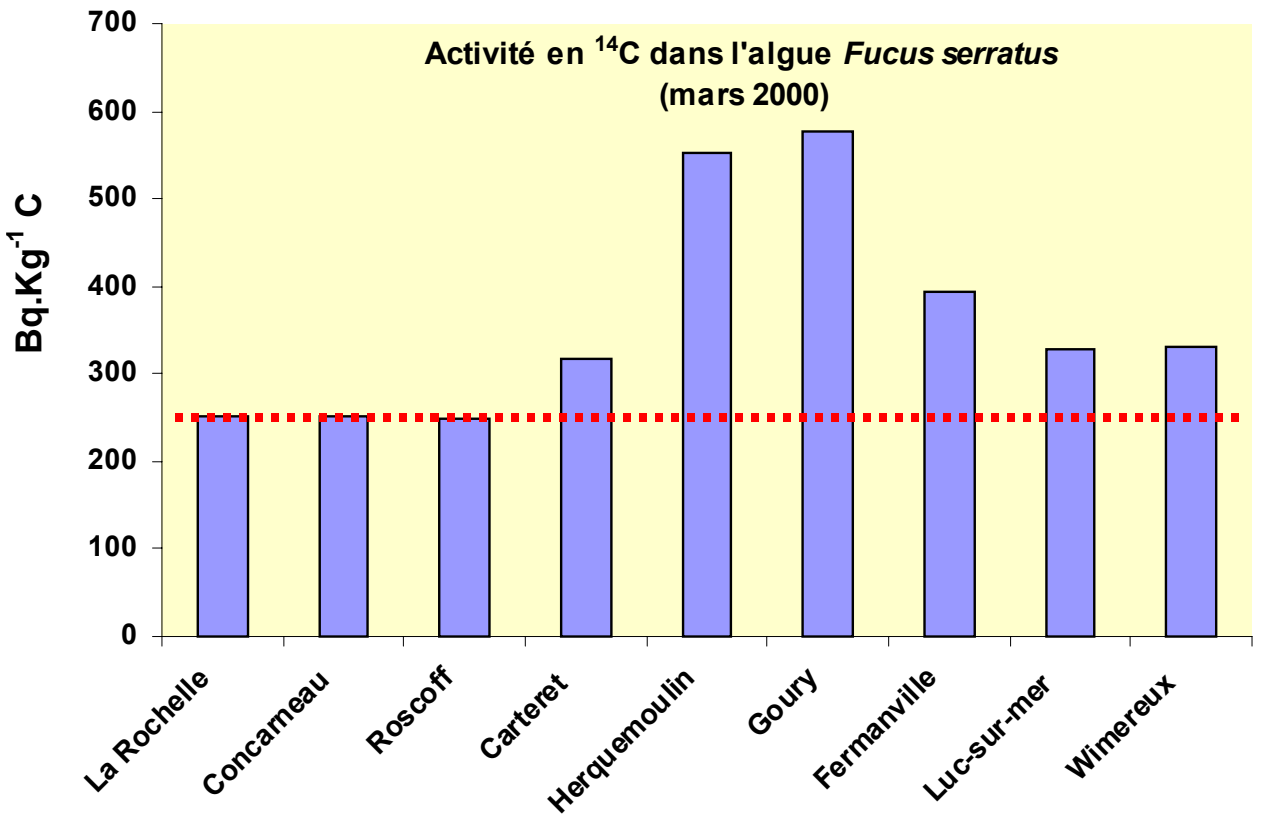
Comparaison des activités spécifiques en ^{14}C dans l'eau de mer (DIC) avec celles obtenues dans des *Fucus serratus* de GOURY

janvier 2000 à juin 2001



CARBONE ^{14}C :

Activité spécifique en ^{14}C mesurée dans l'algue brune
Fucus serratus le long du littoral nord-ouest français
mars 2000



CARBONE ¹⁴C :

**Facteurs de concentration FC calculés pour le ¹⁴C entre
l'eau de mer (DIC) et les *Fucus serratus* le long
du littoral nord-ouest français**

mars 2000

Lieu de Prélèvement (Mars 2000)	Mesure dans l'algue		Estimation dans l'eau de mer	FC
	Bq.kg ⁻¹ C	Bq.kg ⁻¹ frais	Bq.m ⁻³	Bq.kg ⁻¹ frais / Bq.L ⁻¹
<i>La Rochelle</i>	251 ± 6	20,0 ± 0,5	6,9	2900
<i>Concarneau</i>	251 ± 6	20,0 ± 0,5	6,9	2900
<i>Roscoff</i>	248 ± 6	19,8 ± 0,5	6,9	2870
<i>Carteret</i>	316 ± 8	25,3 ± 0,6	10,2	2480
<i>Goury *</i>	576 ± 2	46,0 ± 0,2	11,6	3970
<i>Fermanville</i>	395 ± 10	31,5 ± 0,8	12,5	2520
<i>Luc-sur-mer</i>	327 ± 8	26,2 ± 0,7	10,9	2400
<i>Wimereux</i>	331 ± 8	26,5 ± 0,7	10,0	2650

* L'activité spécifique en ^{14}C dans la phase DIC de l'eau de mer à Goury dépend principalement des rejets liquides en ^{14}C de COGEMA La Hague. La majorité du ^{14}C issu de COGEMA La Hague est présente dans le milieu marin du Nord Cotentin sous forme carbonatée (DIC).

* L'étude de la répartition du ^{14}C dans les différentes phases biogéochimiques particulières à Goury a mis en évidence un marquage net en ^{14}C de la phase organique (POC).

* Les activités spécifiques en ^{14}C mesurées dans l'algue brune *Fucus serratus* le long du littoral nord-ouest français mettent en évidence un marquage en ^{14}C de ces espèces biologiques dans le Nord Cotentin.

* Enfin, un facteur de concentration FC de l'ordre de 3000 $\text{Bq}\cdot\text{kg}^{-1}_{\text{frais}} / \text{Bq}\cdot\text{L}^{-1}$ pour le ^{14}C entre l'eau de mer (DIC) et l'algue brune *Fucus serratus* ressort de cette étude.