

DE LA RECHERCHE À L'INDUSTRIE

cea

Tritiation du lait en conditions d'exposition chronique

Pierre Le Goff^{1,2},
Philippe Guétat¹, Michel Fromm²



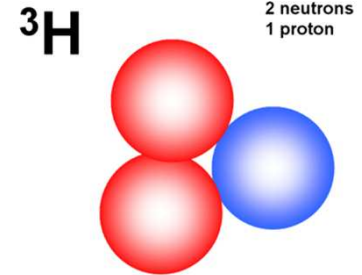
1 : CEA, DAM, Valduc, F-21120 Is-sur-Tille, France |

2 : UMR CNRS 6249 Chrono-Environnement,
PRES Bourgogne Franche-Comté, F-25000 Besançon, France |

www.cea.fr

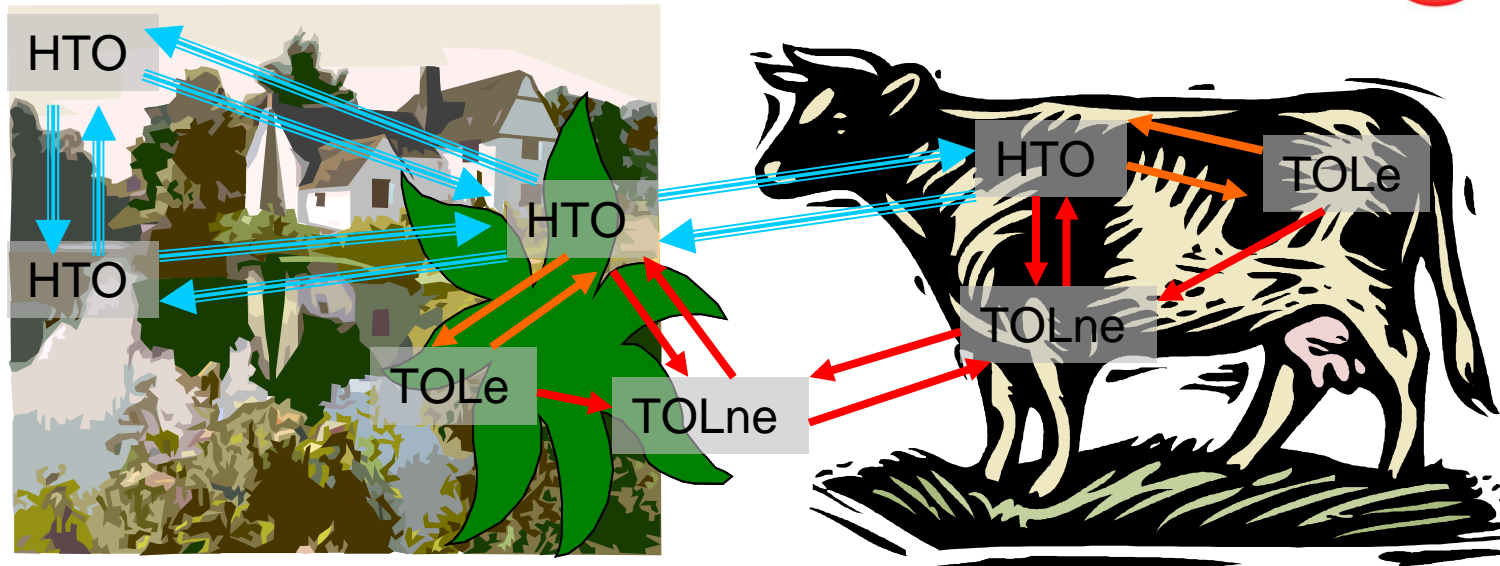


- Le tritium est l'isotope radioactif de l'hydrogène ($T_{1/2} = 12,3$ ans)



- On distingue 3 formes de tritium dans le vivant :

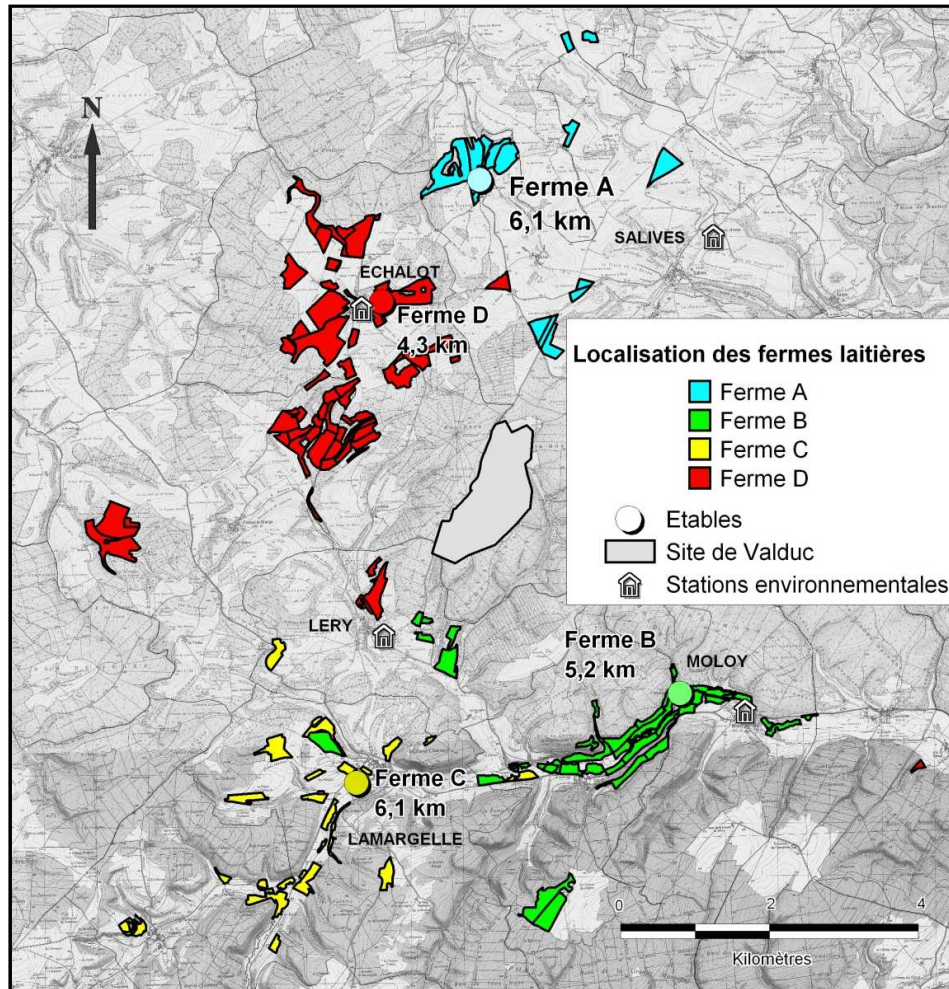
- HTO = eau libre circulante ou liée aux biomolécules
- Tritium Organiquement Lié Echangeable (TOLe)
- Tritium Organiquement Lié Non-Echangeable (TOLne)



- Comment sont caractérisés tous ces flux de tritium dans l'environnement ?

- *Les composants d'une matrice sont-ils tritiés de façon homogène ?*
- *Quelles sont les contributions des différentes voies de transfert ?*
- *Y a-t-il des phénomènes de bioaccumulation ou de bioconcentration ?*

Suivi en conditions environnementale d'une chaîne alimentaire exposée chroniquement au tritium : Air/Eau → Végétaux → Vache (lait)



■ 4 cheptels laitiers

— Conditions d'exploitation proches

— Alimentation contrôlée

— Exposition variable : distance et azimut par rapport au centre du CEA Valduc

■ Mesure du tritium dans les différents compartiments environnementaux

— Air, Eau, Aliments, Lait

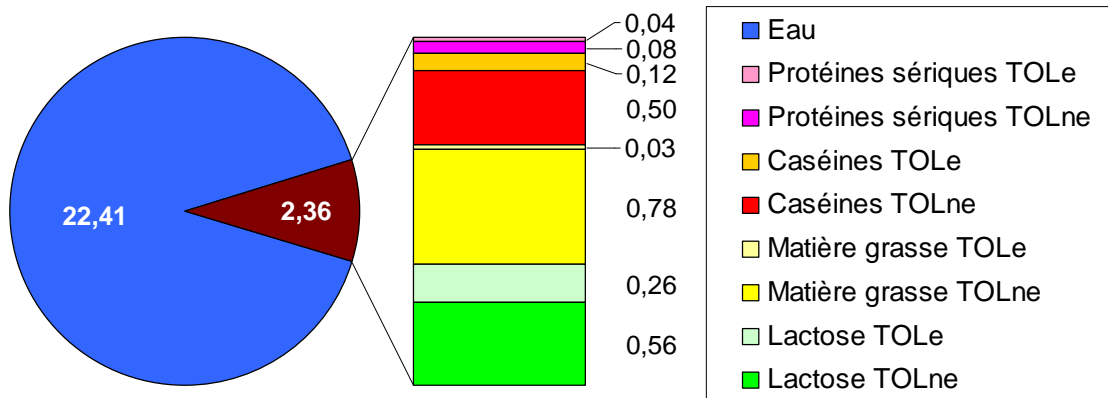
■ Analyse des résultats : identifier et quantifier les influences

— Variations spatiales et temporelles

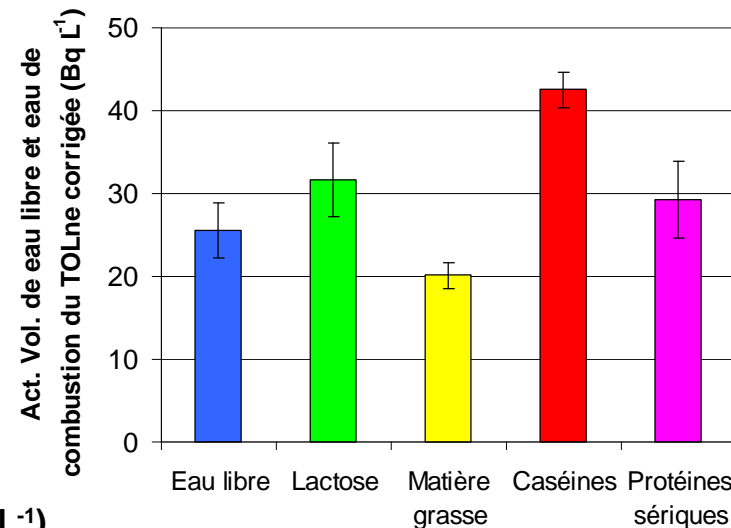
— Traitement statistiques

- Différences significatives de tritiation entre les constituants étudiés (en Bq L⁻¹)
- Différences plus importantes entre les rapports T/H en non-échangeable

Contribution des fractions à l'activité d'un litre de lait frais (en Bq L⁻¹)



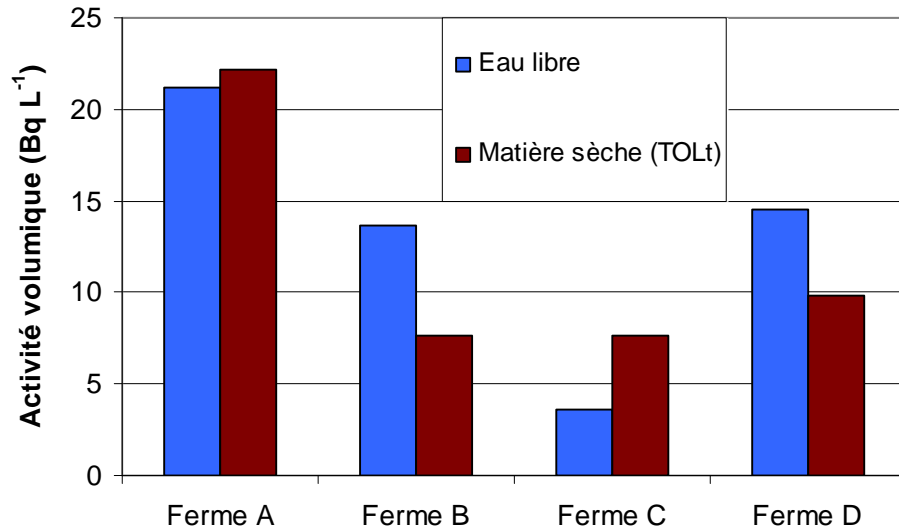
* : Nutriments organiques = la matière grasse, le lactose et les protéines (caséines + prot. sériques)



- Dans le lait étudié, l'essentiel du tritium est dans l'eau libre et dans le TOLe : ~ 92 %
- La contribution des nutriments organiques* au TOLne est dans le même ordre de grandeur (entre 2,3% et 3,1%)

Les rapport isotopique T/H des constituants du lait diffèrent mais ces différences sont pondérées par la composition du lait.

Comparaison de plusieurs exploitations



■ La répartition du tritium n'est pas homogène entre les différentes exploitations

■ Ni dans les Rapports HTO/TOLt

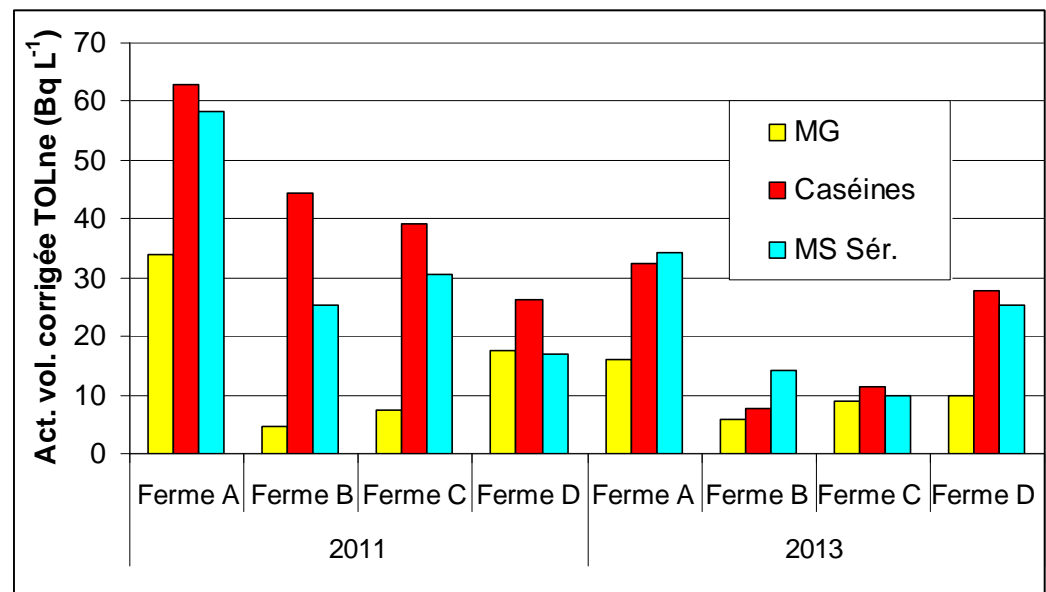
■ Ni dans les rapports isotopiques Tne/Hne des principales fractions hydrogénées

■ Hypothèses sur les origines de ces différences :

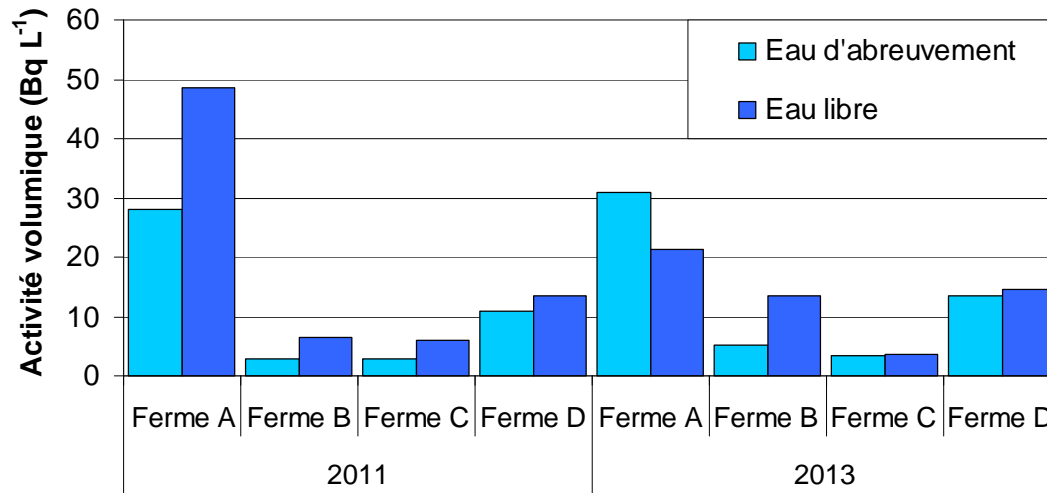
■ Eau d'abreuvement

■ Alimentation

■ Métabolisme



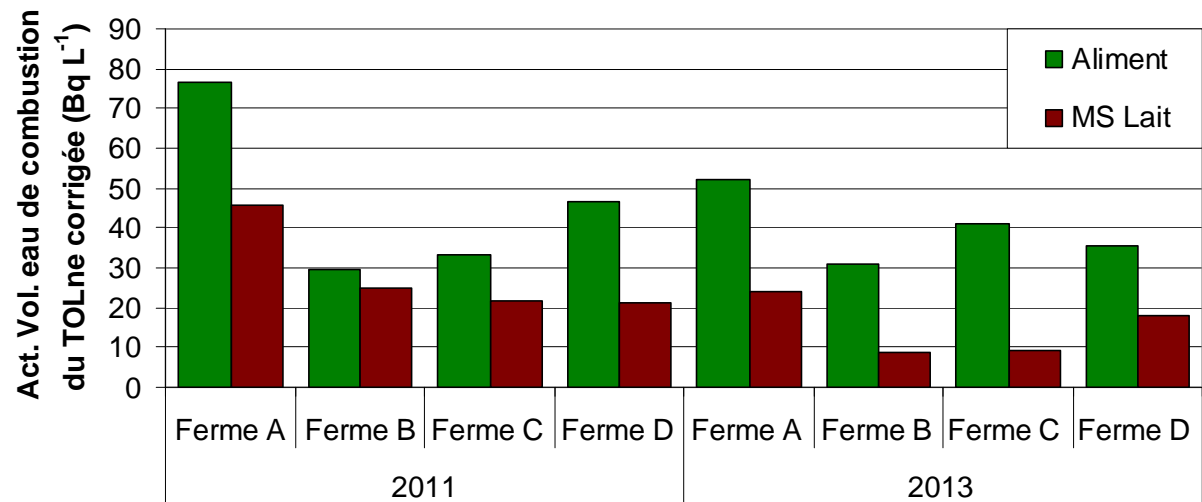
Comparaison des résultats obtenus dans les fermes suivies



■ Bonne corrélation entre l'eau d'abreuvement et l'eau libre (test de Spearman : p-value < 0,05)

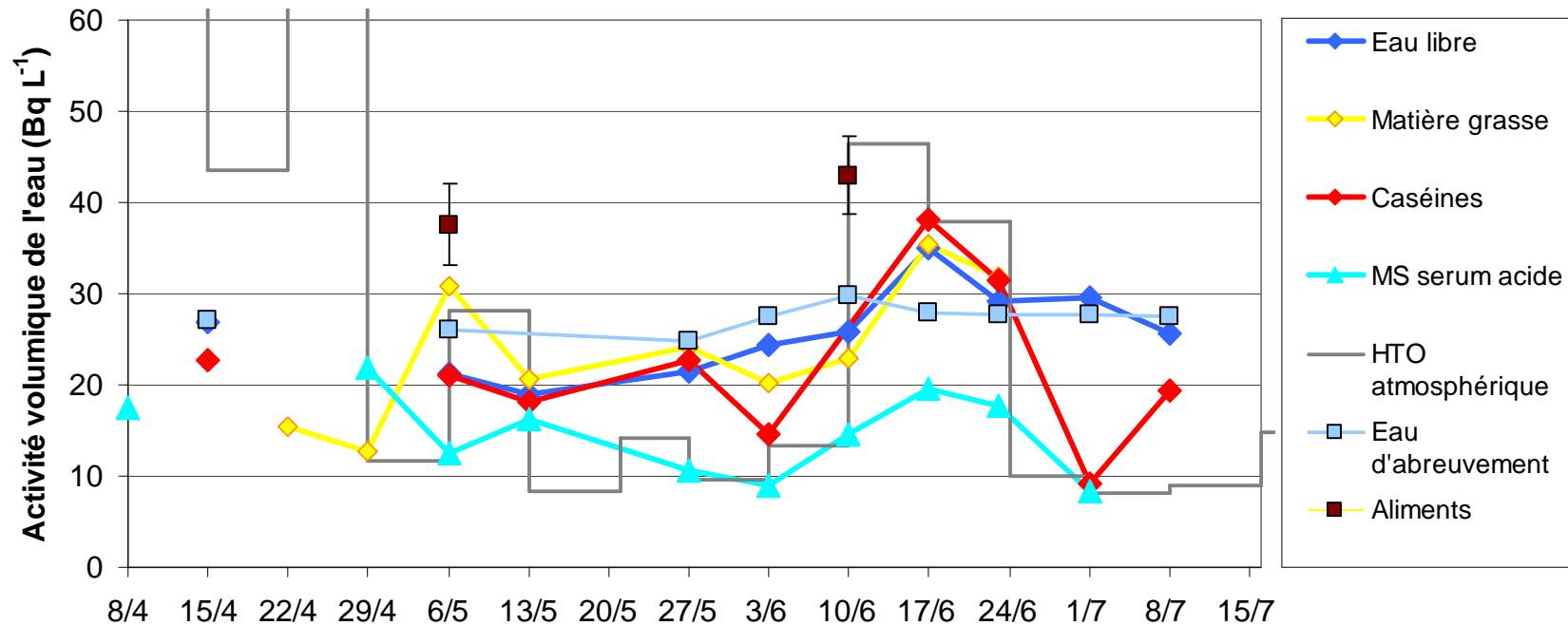
■ La concentration en tritium non-échangeable dans la MS des aliments est supérieure à celle de la MS du lait

■ Pas de corrélation directe entre la MS des aliments et la MS du lait



Suivi d'une exploitation (Ferme A) sur 3 mois

- Les activités du bol alimentaire (TOLne) et de l'eau d'abreuvement sont stables.



- Les activités des fractions du lait séparées fluctuent : des corrélations sont apparentes (Test de Spearman : $p < 0,05$) avec HTO atmosphérique :

- Sans décalage temporel : eau libre et caséines

- Avec décalage temporel : MS sérum acide (7 j.) et Matière grasse (15 j.)

Eau libre du lait :

$$A_{Eau_libre} = 0,97 \times A_{Eau_abreuv.} + 0,03 \times A_{Eau_atmo.} \quad (R^2= 0,97)$$

Les constituants organiques du lait ont chacun leur propre « mix » :

$$\frac{Tne_{Caséines}}{Hne_{Caséines}} = 0,50 \times \frac{Tne_{Aliments}}{Hne_{Aliments}} + 0,27 \times \frac{T_{Eau_libre_lait}}{H_{Eau_libre_lait}} \quad (R^2= 0,85)$$

$$\frac{Tne_{MS_Ser.Ac.}}{Hne_{MS_Ser.Ac.}} = 0,37 \times \frac{Tne_{Aliments}}{Hne_{Aliments}} + 0,23 \times \frac{T_{Eau_libre_lait}}{H_{Eau_libre_lait}} \quad (R^2= 0,86)$$

$$\frac{Tne_{MG}}{Hne_{MG}} = 0,20 \times \frac{Tne_{Aliments}}{Hne_{Aliments}} + 0,44 \times \frac{T_{Eau_libre_lait}}{H_{Eau_libre_lait}} \quad (R^2= 0,91)$$

Ces relations renseignent sur l'origine métabolique de l'hydrogène du lait.

Les différents composants du lait sont-ils tritiés de façon homogène ?

■ Non...

■ *L'eau libre et la matière organique diffèrent par leur rapport isotopique*

■ *Ces différences existent également entre les constituants de la matière organique*

■ ... mais elle reste dans le même ordre de grandeur en situation d'exposition chronique

Quelles voies de transfert du tritium ?

■ L'importance de la voie atmosphérique est soulignée : végétaux, influence de la vapeur d'eau par échange avec l'alimentation et l'eau d'abreuvement et inhalation

■ L'eau libre et des molécules organiques ingérées contribuent significativement à la matière organique synthétisée

Des phénomènes de bioaccumulation ou de bioconcentration ?

■ Dans l'environnement, la dilution du tritium dans les flux d'hydrogène prédomine (notamment sous forme d'eau).

■ S'il y a discrimination isotopique, elle n'est pas perceptible dans les conditions de l'étude sur site.

Merci de votre attention

Pour plus de renseignements sur ces travaux :

Pierre Le Goff - Thèse de doctorat de l'Université de Franche-Comté
Ecole Doctorale Environnement-Santé « Le tritium de l'Ecosystème à l'Homme -
Etude des mécanismes et des constantes qui régissent les équilibres et différentes
voies de transfert . »

Guetat, Ph. et al., Apports de la surveillance du centre CEA-Valduc sur la
connaissance des transferts de l'eau tritiée atmosphérique dans les différents
compartiments de l'environnement. Radioprotection, **2013**, Vol. 48, n° 3, pages 367 à
389

Le Goff, P., et al., Measurement of tritium in the free water of milk - Spotting and
quantifying some biases and proposing ways of improvement. Journal of
Environmental Radioactivity, **2014**. 127: p. 1-10.

Le Goff, P., et al., Isotopic fractionation of tritium in the environment. Environment
international, **2014**. 65: p. 116-126

Le Goff P et al. Tritium levels of milk in the vicinity of chronic tritium releases,
à paraître, **2015**

pierre.legoff@cea.fr

Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives
Centre de Valduc | 21120 Is-sur-Tille
T. +33 (0)3 80 23 41 01 | F. +33 (0)3 80 23 52 09

Direction des applications militaires
Département de support technique et administratif
Service de protection contre les rayonnements

Etablissement public à caractère industriel et commercial | RCS Paris B 775 685 019

DE LA RECHERCHE À L'INDUSTRIE

cea

www.cea.fr

Tritiation du lait en conditions d'exposition chronique

Pierre Le Goff ^{1,2},
Philippe Guétat¹, Michel Fromm²



1 : CEA/VA/SPR/LMSE – Valduc 21120 IS-SUR-TILLE |

2 : UMR CNRS 6249 Chrono-Environnement / LCPR-AC |


UNIVERSITÉ DE FRANCHE-COMTÉ


CHRONO
ENVIRONNEMENT