

# ÉVOLUTION ET ÉVALUATION DES ÉCO-MATÉRIAUX

quels critères, quelles méthodes  
par rapport aux enjeux  
environnementaux et de santé



M. Yvon Gervaise  
Directeur **SGS Multilab Rouen**  
Expert Français auprès de l'OCDE

WHEN YOU NEED TO BE SURE



- A. Éco-matériaux, définition. Analyse du cycle de vie et enjeux, caractérisation à SGS Multilab Rouen
- B. Applications et exemples illustrés dans les secteurs du bâtiment, de l'automobile de la plasturgie...
- C. Échéance 2010 de la nouvelle réglementation
- D. Nouveaux protocoles développés à SGS Multilab Rouen

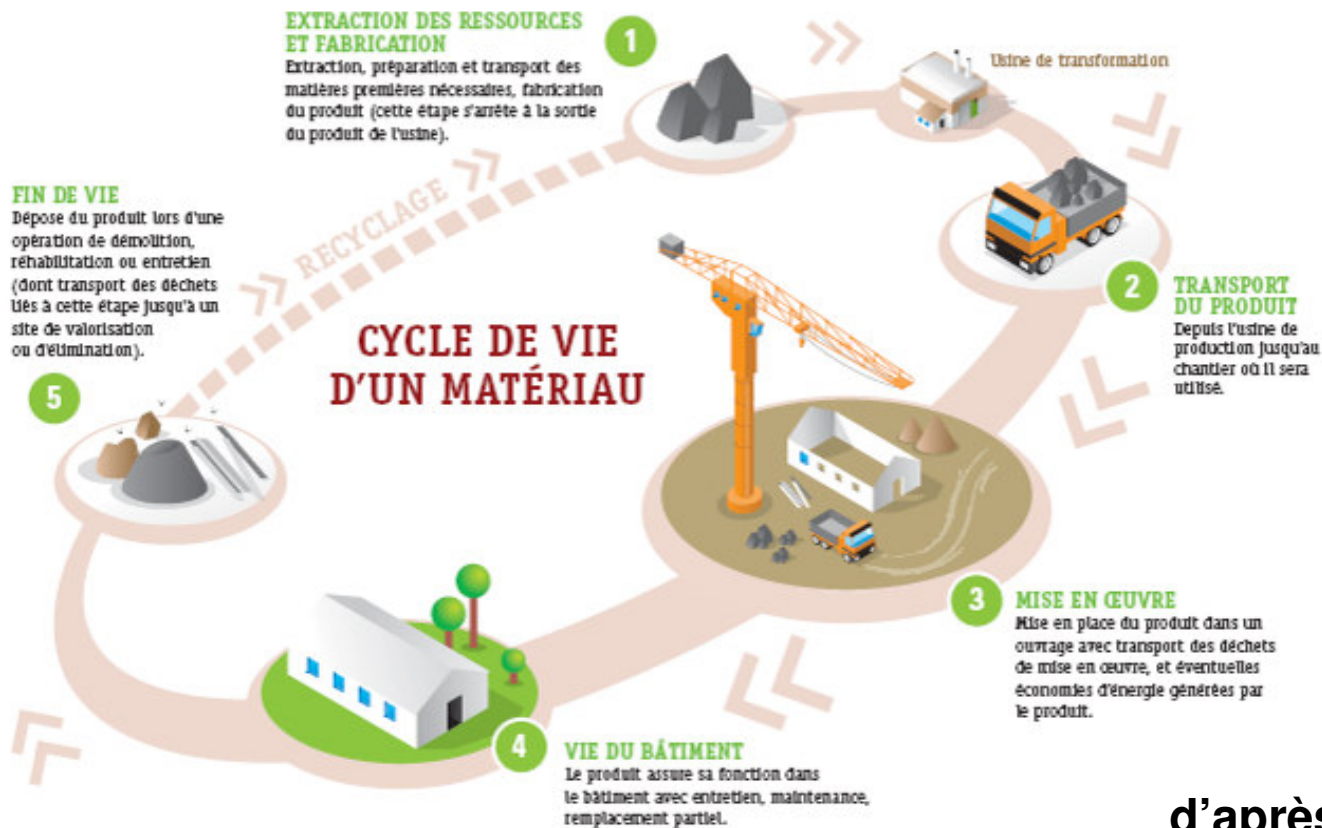
■ L'analyse du cycle de vie :

- Tout matériau ou produit peut être caractérisé par une analyse de cycle de vie qui comptabilise:
  - l'impact sur l'environnement
  - l'impact sanitaire
- A chaque phase de cycle de vie, on réalise un bilan entrant – sortant :
  - consommation des ressources naturelles et énergétiques
  - consommation d'H<sub>2</sub>O
  - émission dans l'air, l'eau et le sol
  - déchets valorisés et éliminés



## L'ANALYSE DE CYCLE DE VIE (ACV)

Tout matériau ou produit peut être caractérisé par une analyse de cycle de vie (ACV), qui comptabilise ses impacts environnementaux et sanitaires.



d'après CSTB

### CYCLE DE VIE DES MATÉRIAUX

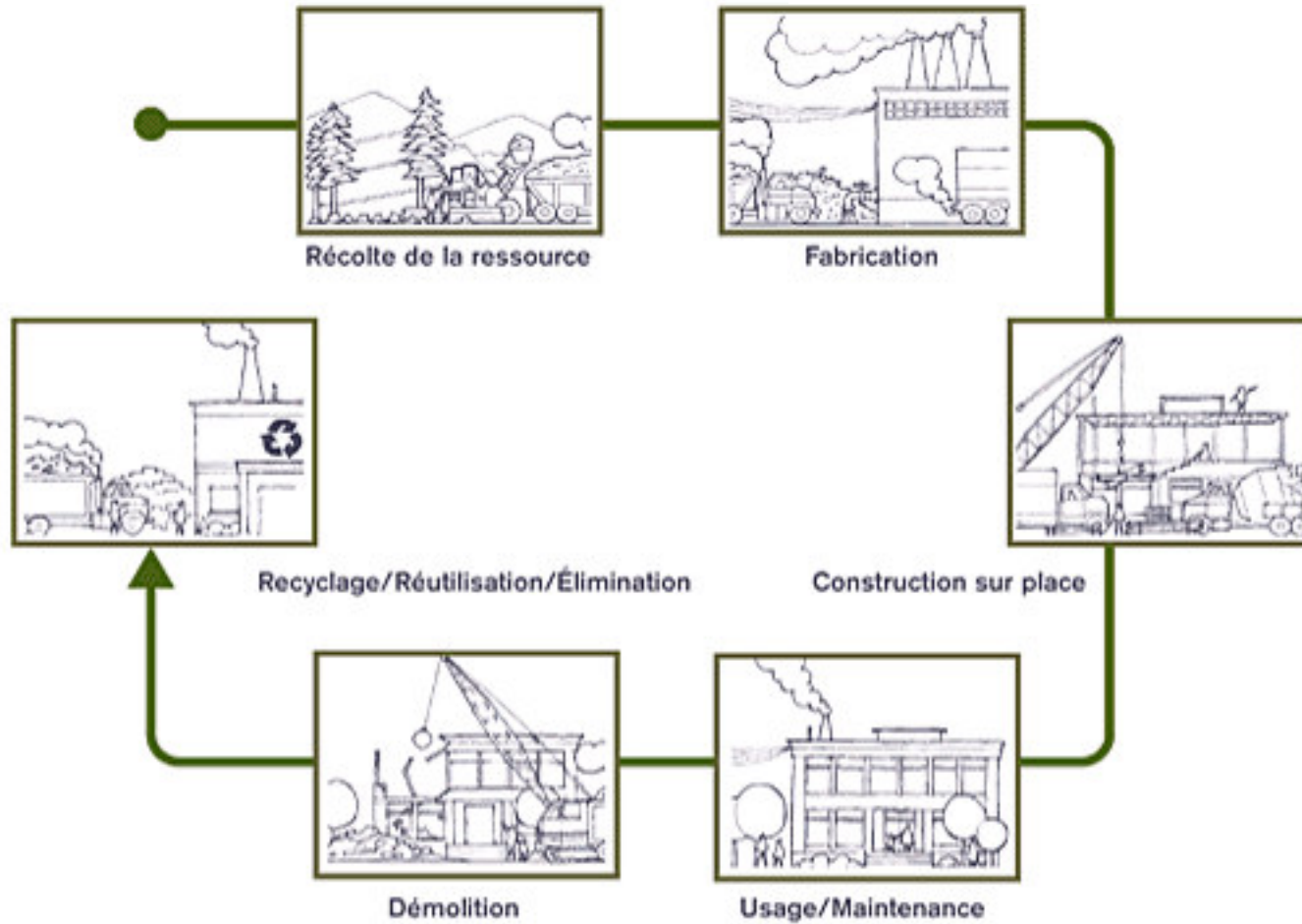


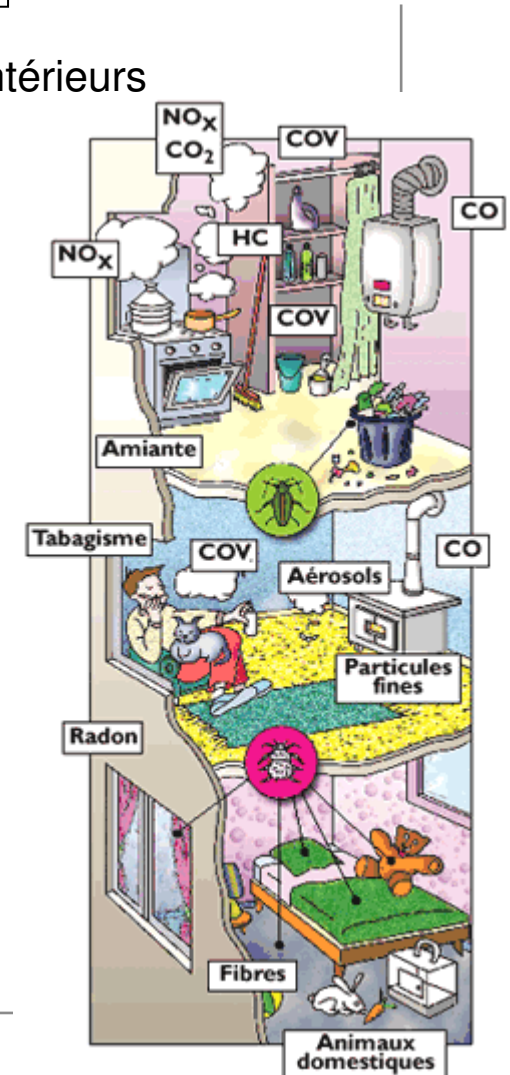
Figure : Ressources naturelles Canada.

### A. L'impact environnemental

1. Pollution de l'air, de l'eau (dont eutrophisation) et des sols
2. Changement climatique
3. Production de déchets (valorisés; éliminés: dangereux, DIB, inertes et radioactifs)
4. Consommation de ressources énergétiques
5. Épuisement des ressources, consommation d'eau
6. Destruction de la couche d'ozone stratosphérique, formation d'ozone photochimique
7. Modification de la biodiversité

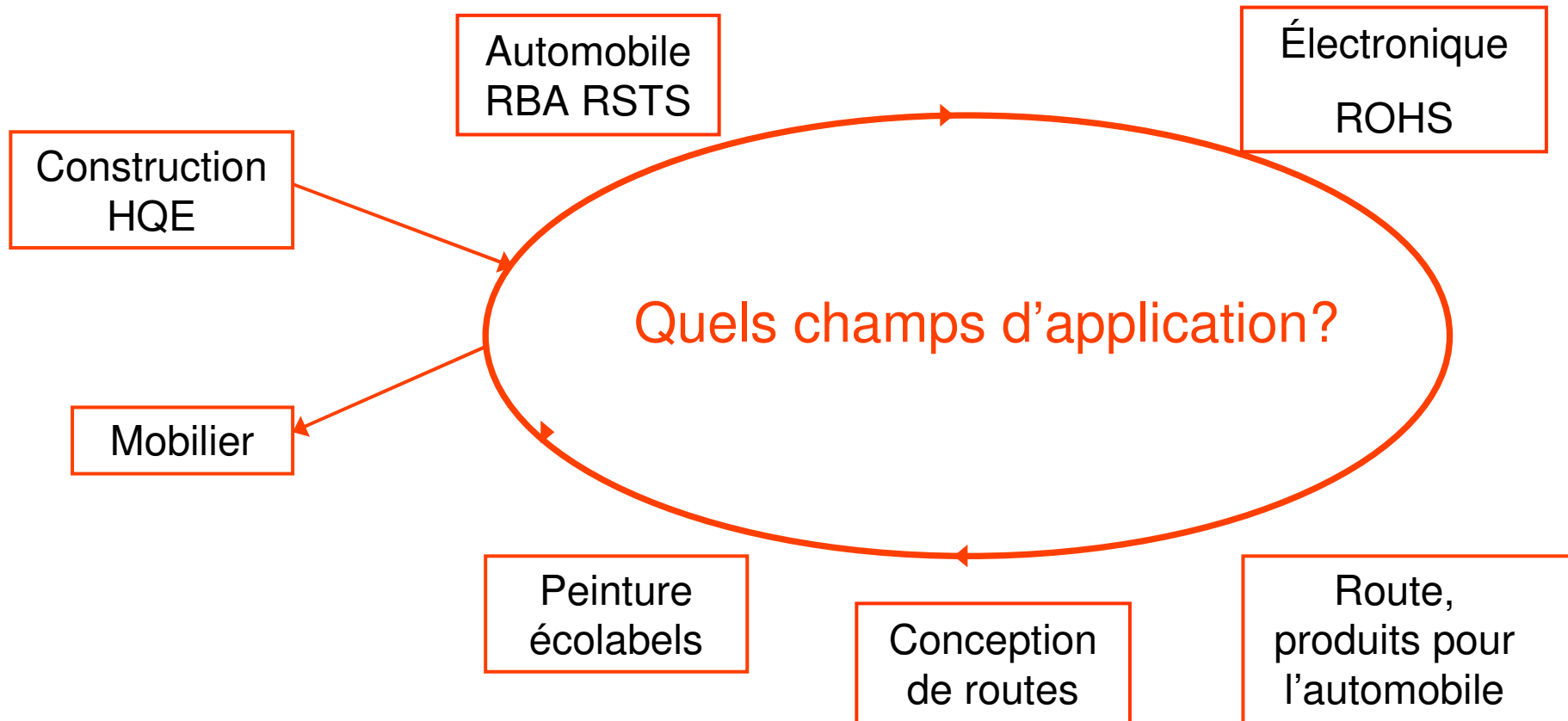
### B. L'impact sanitaire

1. Qualité de l'air des espaces intérieurs
  2. Émissions de COV et de formaldéhydes
  3. Qualité de l'eau
  4. Croissance fongique et bactérienne
- Émissions radioactives naturelles
- Émission de fibres et particules

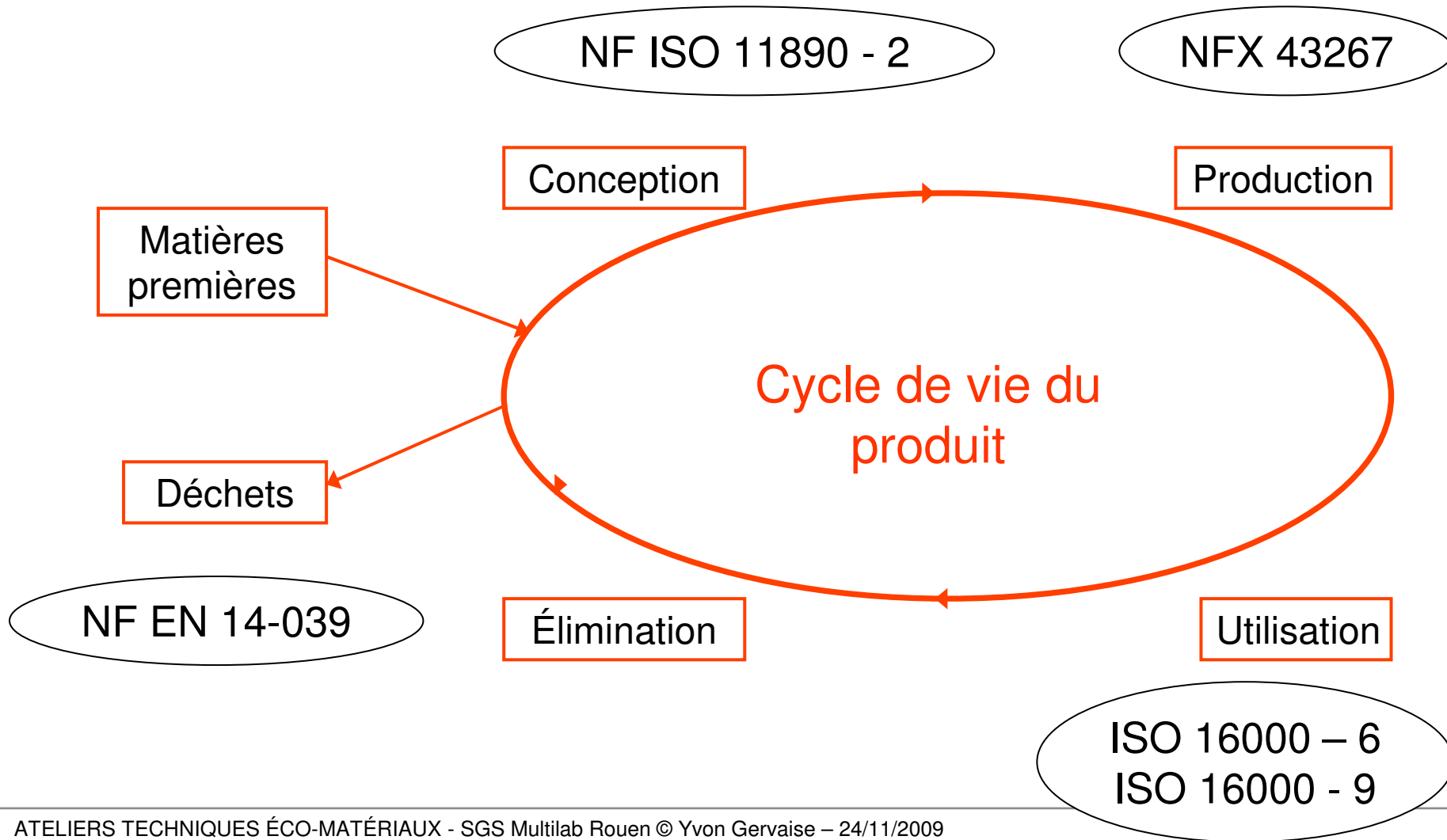


⇒ Retours d'expériences de SGS Multilab, des protocoles analytiques méthode de contrôles

⇒ réglementation



# Analyse et caractérisation des C.O.V. aux différents stades du cycle de vie des produits et des matériaux



Définition = curseur

- Il faut une démarche prudente pour attribuer le caractère écologique à un matériau, aucune démarche ne fait l'unanimité.

Toutefois on privilégie :

- la protection de l'environnement

- la protection de la santé

- un impératif d'économie d'énergie :

  - ➔ moins énergivore en terme d'extraction, de fabrication et de transport et aussi performant d'un point de vue thermique

  - ➔ vocation à être dégradable, recyclable, réutilisable

## Enjeux des éco-matériaux et produits écologiques à l'intention des secteurs automobiles, aérospatiales, bâtiments

- Développer des technologies et des procédés durables pour transformer des ressources renouvelables comme la cellulose, les acides gras, la lignine, les agro-ressources.
  - Améliorer les propriétés de la biomasse pour des applications dans les secteurs automobiles et bâtiment
  - Biopolyols, fibres naturelles
  - Réduire l'empreinte écologique
  
- Éco-matériaux, définition et certification :
  - Pour les produits en bois FSG et formaldéhyde dans les panneaux de bois
  - Pour les revêtements : norme 2008/112/CE et 2004/42/CE
  - Pour les peintures : label NF

## EXEMPLE : ÉCO-MATÉRIAUX ET CONSTRUCTION HQE, les 4 critères et les 14 cibles

- Critère de mise en oeuvre :
  - Aptitude à l'emploi
  - Adaptation technique
- Critère santé – confort :
  - N'émet pas de COV ou d'autres matières allergisantes
  - N'émet pas de CMR ou de gaz à effet de serre
  - Évite le développement de moisissures
  - Inertie thermique
- Critère environnemental :
  - Performance de l'isolant
  - Faiblesse de l'énergie grise
  - Bilan carbone
  - Matières premières renouvelables
  - Recyclable, réutilisable
- Critère de développement équitable :
  - Paysage, intégration



## 1) Éco-construction

- C1 – relation avec l'environnement
- C2 – choix intégré des produits
- C3 – chantier à faible impact

## 2) Cibles d'écogestion

- C4 – gestion de l'énergie
- C5 – gestion de l'eau
- C6 – gestion des déchets d'activité
- C7 – maintenance de la pérenité  
des performances environnementales

## 3) Cibles de confort

- C8 – confort hygrothermique
- C9 – confort acoustique
- C10 – confort visuel
- C11 – confort olfactif

## 4) Cibles de santé

- C12 – qualité sanitaire des espaces
- C13 – qualité sanitaire de l'air

### **Maîtrise de sources de pollution**

- > **éviter les produits polluants utilisés dans la conception : formaldéhyde, solvants, pesticides**
- > **analyser les risques d'émission radon**
- > **vérifier l'absence d'amiante, de CFC dans un certain isolant plastique alvéolaire, et équipements produisant du froid**

- C14 – qualité sanitaire de l'eau

- > **qualité et durabilité des matériaux employés dans le réseau intérieur**
- > **choix des matériaux, conformité à l'ACS**

# SGS ÉCO-MATÉRIAUX ET SÉDIMATÉRIAUX : une problématique locale de l'estuaire



- Les sédimatériaux : filière et problématique
  - Ils nécessitent de draguer les ports et fleuves
  - Contexte réglementaire : mise en place d'un seuil de contamination

## Seuils et critères de $N_1$ et $N_2$

- Filière immersion en mer pour les sédiments les moins contaminés
- Analyse chimique
- Étude de l'éco-toxicologie des sédiments
- filière terrestre pour les autres

## Filières de valorisation

- Valorisation en techniques routières
- Valorisation en terre-plein portuaire
- Valorisation en carrière
- mise en décharge

## Matériaux conventionnels :

– Laine de verre	242 Kwh/M <sub>3</sub>
– Polystyrene extrudé	795 Kwh/M <sub>3</sub>
– HCFC	974 Kwh/M <sub>3</sub>
– Polyuréthane	974 Kwh/M <sub>3</sub>
– Verre cellulaire	1200 Kwh/M <sub>3</sub>

## Éco-matériaux :

– Laine de chanvre, de lin	48 Kwh/M <sub>3</sub>
– Ouate de cellulose soufflée	50 Kwh/M <sub>3</sub>

Il y a deux impératifs : protection de l'environnement et protection de la santé.

Ex: amiante utilisée régulièrement dans le bâtiment et à l'origine de cancers

L'énergie **grise**, comptabilisée dans l'ACV (« consommation des ressources énergétiques »), est la somme totale des énergies nécessaires pour élaborer un produit (y compris celles des matériels et engins utilisés), depuis l'extraction des matériaux bruts, leur traitement, transformation, mise en œuvre, ainsi que les transports successifs. L'énergie grise dépend fortement du type de matières premières et du degré de transformation de celles-ci pour arriver au matériau fini.

- Produit sans impact sur la santé
- Sans impact sur l'environnement
- Maîtrise de la demande énergétique
- Maîtrise des rejets de gaz à effet de serre
- Gestion des déchets



● Ex :

- Chaussures de sport high-tech à base d'huile de ricin : technologie PEBAX
  - » **Taux de carbone renouvelable 95 %**
  - » **Réduction des émissions de CO2**
- Peinture avec moins d'impact sur l'environnement, écolabel
  - » **Certificat de biodégradabilité NF Environnement**
- Plastique bio
  - » **Issu de matière première renouvelable et intégralement biodégradable (amidon de maïs notamment)**
  - » **Film agricole**
  - » **Sac de compost**



## ■ Méthodes d'analyse

- Teneur en COV -> ISO 11890-2 de 2002
- Teneur en COV en présence de diluants réactifs : AST MD 2369
- Valeur limite d'émission
- Teneurs maximales en COV pour les peintures et les vernis



# QUELLES MÉTHODES DE CARACTÉRISATION ? QUELS NOUVEAUX ENJEUX ?

The logo for afset, featuring the text 'afset' in a blue, lowercase, sans-serif font. To the left of the text are three blue curved lines resembling a stylized ')))' or a signal icon. To the right of the text are two blue curved lines resembling a stylized '))'.

---

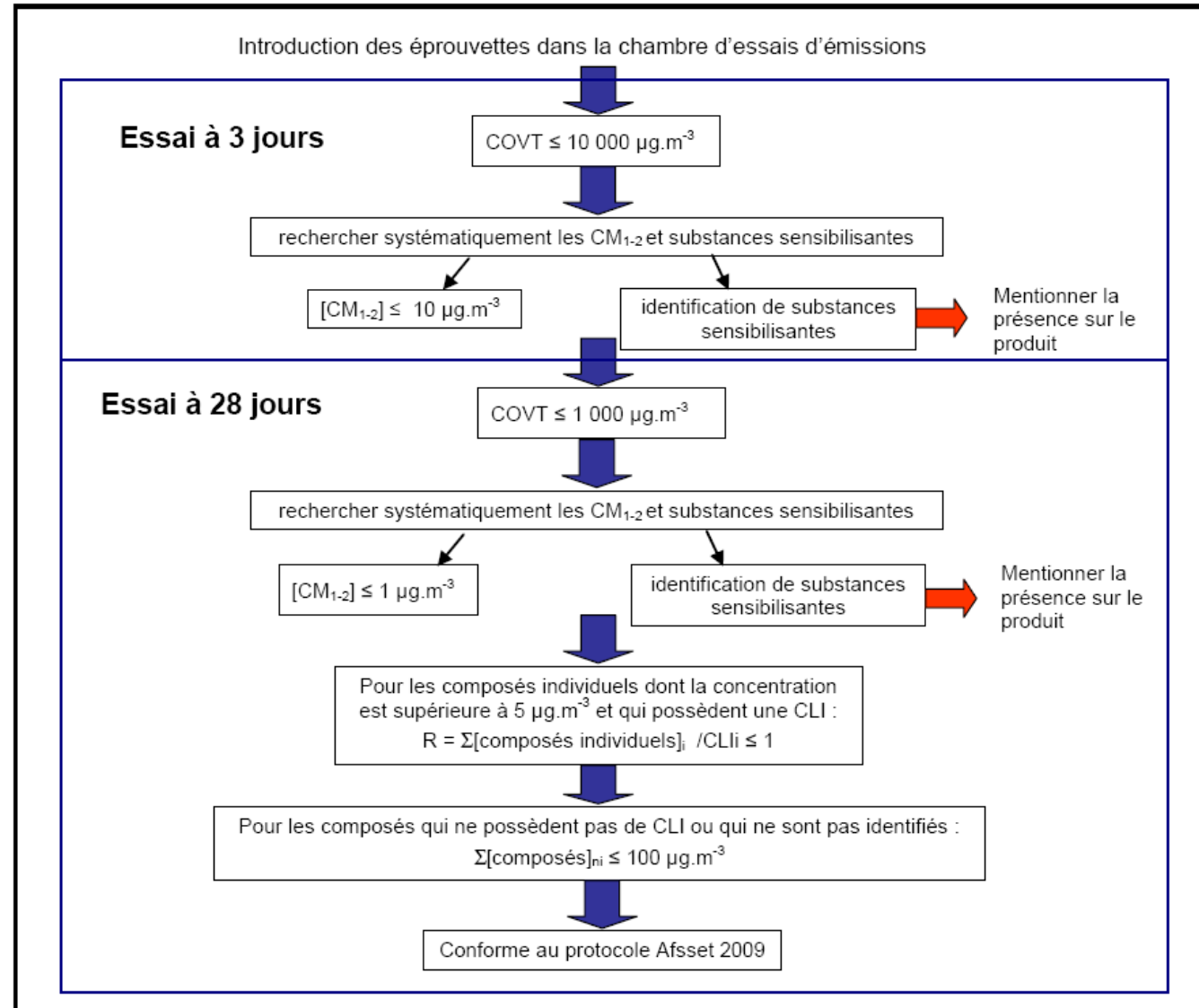
**Procédure de qualification des émissions de composés  
organiques volatils par les matériaux de construction et  
produits de décoration**

---

Saisine n°2004/11

Le nouveau rapport de 2009

- Mesure du facteur d'émission spécifique ( $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{h}^{-1}$ ) d'un produit dans des conditions normalisées à 3 et 28 jours (normes NF EN ISO 16000-3, 6, 9, 10 et 11)
- Calcul des concentrations d'exposition dans une pièce de référence (définie en terme de dimensions et de conditions de ventilation) à l'intérieur de laquelle le produit testé aurait été mis en œuvre, selon un scénario conventionnel



# ÉMISSIVITÉ DES PRODUITS DES MATÉRIAUX, ASPECT NORMATIF

Afsset • RAPPORT « Composés organiques volatils »

Saisine n° 2004/11

Substance chimique	N°CAS	Observations	Valeur d'origine (µg.m <sup>-3</sup> )	CMR	FS	CLI française (µg.m <sup>-3</sup> )
Formaldéhyde (méthanal)	50-00-0	VGAI Afsset COTV mesure conforme à la norme NF 16000-3	10	C3	1	10

## 6. Glycols, éthers de glycol, esters de glycol

Propylène glycol	57-55-8	OEL USA (TWA WEEL AIHA)	10 000		100	100
Ethylène glycol	107-21-1	VTR OEHHA	400		1	400
Ethylène glycol monobutyl éther (2-butoxyéthanol)	111-76-2	VTR ATSDR	982		1	1000
Diéthylène glycol	111-46-6	MAK Allemagne	44 000		100	450
Diéthylène glycol monobutyl éther	112-34-5	OEL Europe	67 500		100	650
2-Phenoxyéthanol	122-99-6	MAK Allemagne	110 000		100	1 100



### But des analyses.

L'objectif de cet essai est de caractériser les émissions de composés organiques volatils (COV) et d'aldéhydes (dont formaldéhyde) par un vernis appliqué sur un support.

### RÉFÉRENCES

**NF EN ISO 16000-9 : Air intérieur – Partie 9 : Dosage de l'émission de composés organiques volatils de produits de construction et d'objets d'équipement – Méthode de la chambre d'essai d'émission (AFNOR, 2006).**

**NF EN ISO 16000-11 : Air intérieur – Partie 11 : Dosage de l'émission de composés organiques volatils de produits de construction et d'objets d'équipement – Echantillonnage, conservation des échantillons et préparation d'échantillons pour essais (AFNOR, 2006).**

**NF ISO 16000-3 : Air intérieur – Partie 3 : Dosage du formaldéhyde et d'autres composés carbonylés – Méthode par échantillonnage actif (AFNOR, 2002).**

**NF ISO 16000-6 : Air intérieur – Partie 6 : Dosage des composés organiques volatils dans l'air intérieur des locaux et enceintes d'essai par échantillonnage actif sur le sorbant Tenax TA, désorption thermique et chromatographie en phase gazeuse utilisant MS/FID (AFNOR, 2005).**

## Conditionnement en chambre d'essai d'émission :

L'éprouvette d'essai a été conditionnée sous une chambre d'essai d'émission en verre d'un volume de 51 litres. Les paramètres d'essai retenus, proches du scénario d'émission « murs » de la norme NF EN ISO 16000-9, sont présentés dans le tableau ci-dessous.

<b>Paramètres d'essai</b>	<b>Conditions analytiques</b>
Chambre d'essai d'émission	CLIMPAQ (verre)
Volume de la chambre	0,051 m <sup>3</sup>
Température	23 ± 2 °C
Humidité relative	50 ± 5 %
Surface de l'éprouvette	0,131 m <sup>2</sup>
Débit d'air	0,063 m <sup>3</sup> .h <sup>-1</sup>
aux de renouvellement de l'air n (volume d'air propre admis par heure dans la chambre / volume libre de la chambre d'essai)	1,33 h <sup>-1</sup>
Taux de charge	2,57 m <sup>2</sup> .m <sup>-3</sup>
Taux de ventilation spécifique (qc)	0,503 m <sup>3</sup> .m <sup>-2</sup> .h <sup>-1</sup>
Durée de l'essai	28 jours

## Méthodes de mesure des COV et aldéhydes :

Les prélèvements et analyses des COV sont réalisés selon la norme NF ISO 16000-6.

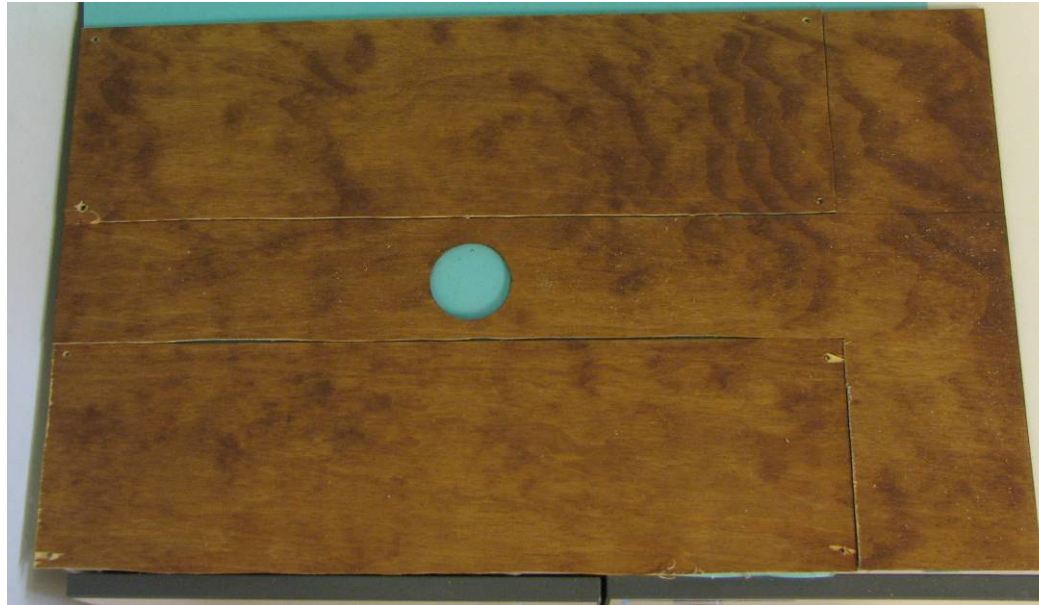
Les équipements utilisés pour l'analyse des COV dans notre laboratoire sont un thermo-désorbeur MARKES Unity et un chromatographe en phase gazeuse AGILENT 7990A couplé à un spectromètre de masse (MS) AGILENT 5975 pour l'identification et pour la quantification. Les conditions analytiques sont présentées dans le tableau ci-dessous.

Les principaux COV identifiés sont quantifiés en utilisant le facteur de réponse du toluène (concentration exprimée en toluène équivalent).

La concentration en COV totaux (TVOC) est calculée, pour les composés éluant entre le n-hexane et le nhexadecane (inclus), comme la somme des COV identifiés et non identifiés quantifiés avec le facteur de réponse du toluène.

Paramètres	Conditions analytiques
Thermo désorbeur	MARKES UNITY
Température de désorption	250 °C
Débit d'hélium	25 ml / min
Durée de désorption	15 min.
Température du piège secondaire	300 °C
Chromatographe gaz / Spectromètre de masse	AGILENT 7990A / AGILENT 5975
Cycle de température	40 °C pendant 5 min Montée à 310°C à 10°C/min. 310 °C pendant 14 min.
Colonne capillaire	RTX1 (longueur : 60 m, diamètre interne : 0.25 mm, épaisseur de la phase : 1 µm)
Paramètres du spectromètre de masse	Quadripole Ionisation à 70 eV 30-500 daltons

# ÉVALUATION SANITAIRE ET ENVIRONNEMENTALE DES ÉMISSIONS DE COMPOSÉS VOLATILS D'UN PRODUIT DE CONSOMMATION



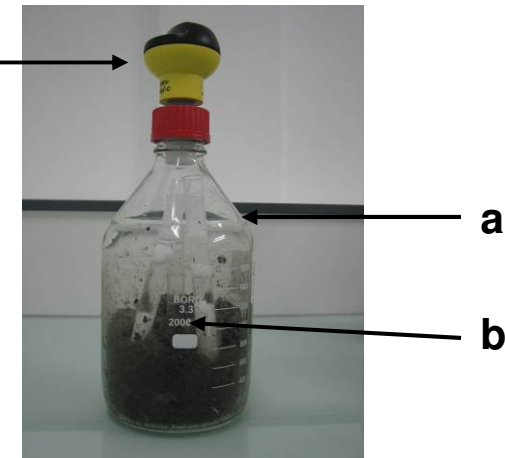
<b>Référence échantillon</b>	
Date de réception au laboratoire	19/10/2009
Déballage et préparation éprouvette d'essai	27/10/2009
Début de l'essai	27/10/2009
Fin de l'essai	30/10/2009

## ÉVALUATION DES ÉCO-MATÉRIAUX, évaluation écotoxicologique, étude de la biodégradabilité d'un matériau et d'un produit

### ■ **Matériel**

- Oxytop® OC110
- Balances
- Salle thermostatée
- Système d'eau déminéralisée
- Analyseur de Carbone
- Calcimètre de Bernard
- Broyeur
- Flacons de 2 litres en verre (a)
- Tube à essais de 35 ml (b)
- Substrat inerte (gravier 0/20 rincé à l'eau déminéralisée)
- Matériel pour dénombrement bactérien (1)

Tête de mesure



# ÉCO-MATÉRIAUX, ÉCHÉANCE A 2010 : caractérisation et exigences suivant la réglementation du 28 mai 2009

## ■ Réglementation

- Arrêté du 28 mai 2009 sur les conditions de mise sur le marché d'un produit de construction décoration CMR 1 et 2
- Arrêté du 30 avril 2009 sur les conditions de mise sur le marché d'un produit de construction décoration CMR 1 et 2

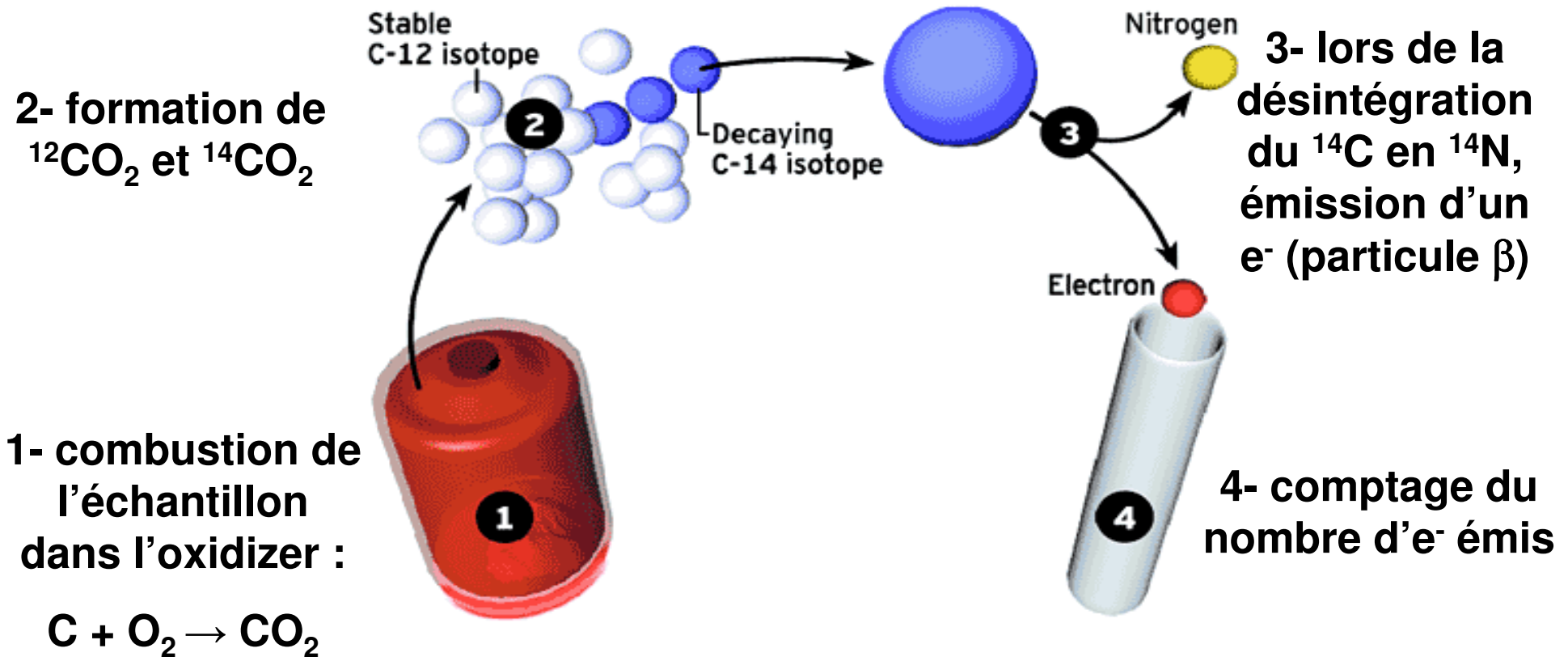
Émissivité inférieure à  $1\mu\text{g}/\text{m}^3$  :

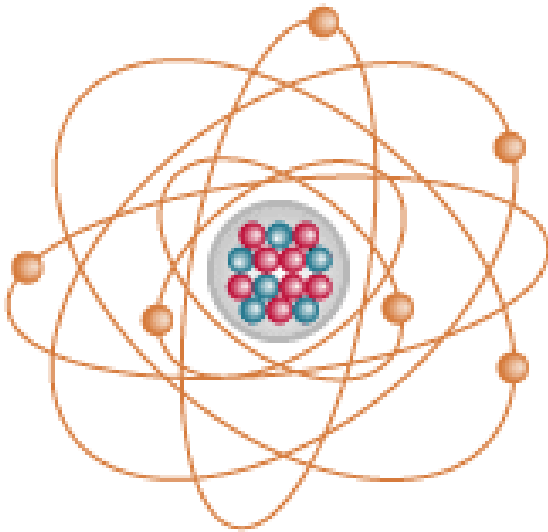
- benzène
- phtalate DOP, DBP
- trichloréthylène

Protocole de mesure et d'analyse :

- ISO 16000-6 COV/Tenax  
GC/MS/MS FID
- ISO 16000-9 méthode chambre d'émission

## Une nouvelle méthode de dosage du carbone bio-sourcé pour authentifier les éco-produits et éco-matériaux





**Carbon-14**  
unstable (radioactive)

### ■ Les isotopes du carbone:

Stables:  $^{12}\text{C}$  (98,9%)

$^{13}\text{C}$  (~1,1%)

Radioactifs:  $^{14}\text{C}$  ( $^{14}\text{C}/^{12}\text{C} \sim 10^{-12}$ )

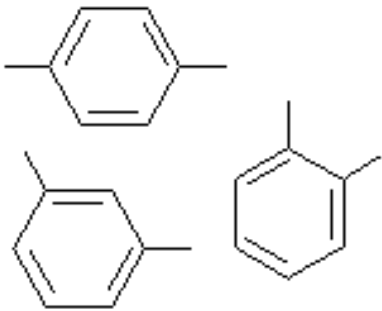
$^9\text{C}$ ,  $^{10}\text{C}$ ,  $^{11}\text{C}$ ,  $^{15}\text{C}$ ,  $^{16}\text{C}$

### ■ Période radioactive du $^{14}\text{C}$ : 5730 ans

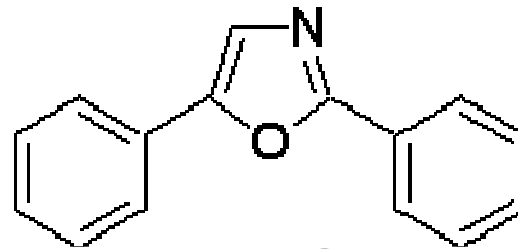
### ■ Emetteur Bêta

## LA NORME ASTM-D6866 : MÉTHODE C – SCINTILLATION LIQUIDE

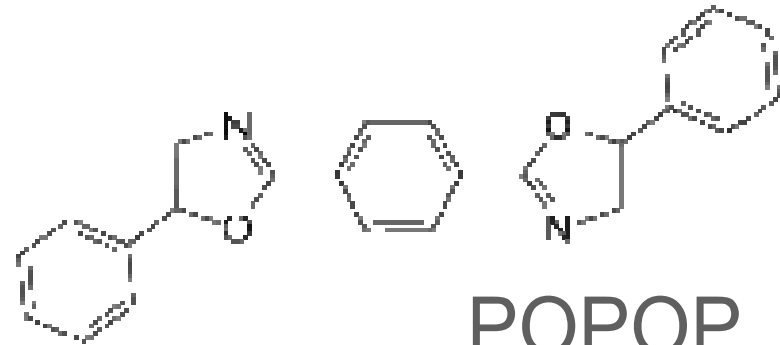
- Liquide scintillant : solvant + PPO (laire) + POPOP (IIaire)



xylene

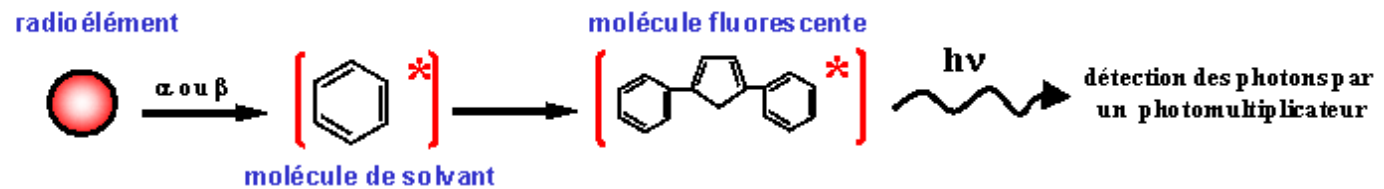


PPO



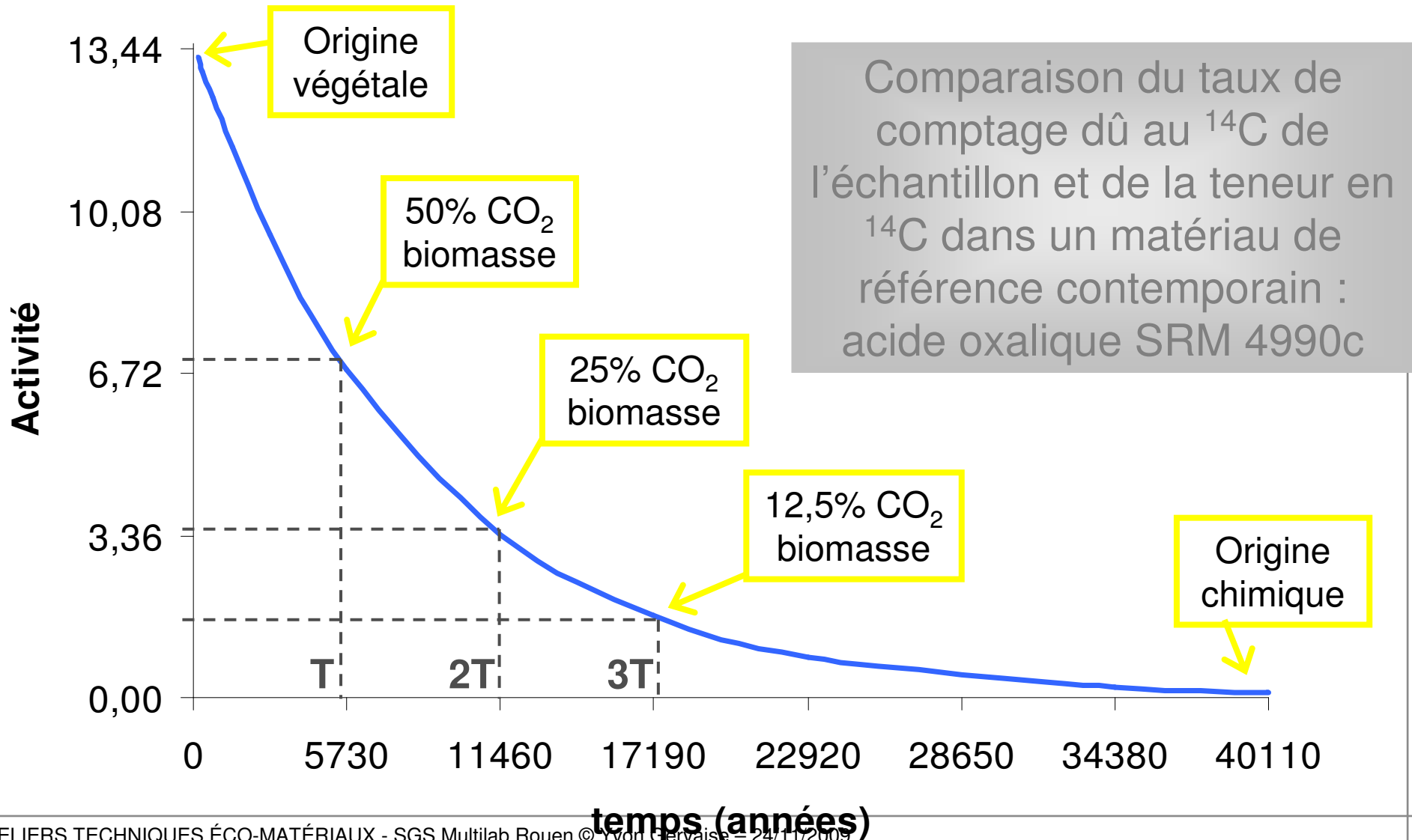
POPOP

- Compteur à scintillation liquide : principe



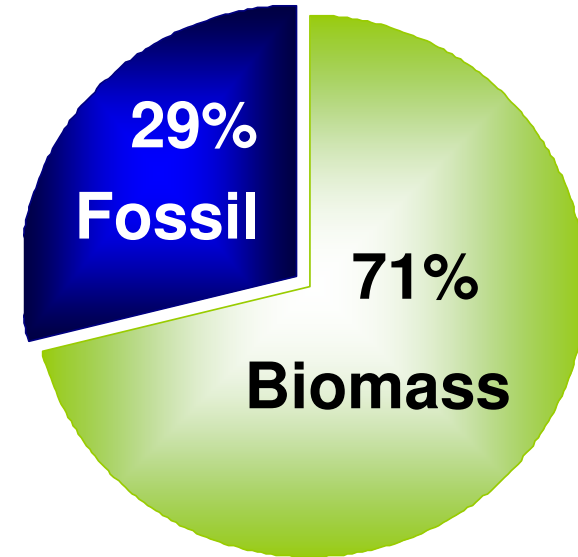
- Après traitement du signal, obtention d'un spectre

## LA NORME ASTM-D6866 : MÉTHODE C – SCINTILLATION LIQUIDE



## Exemple de mesure du carbone bio-sourcé versus carbone fossile dans les produits et matériaux

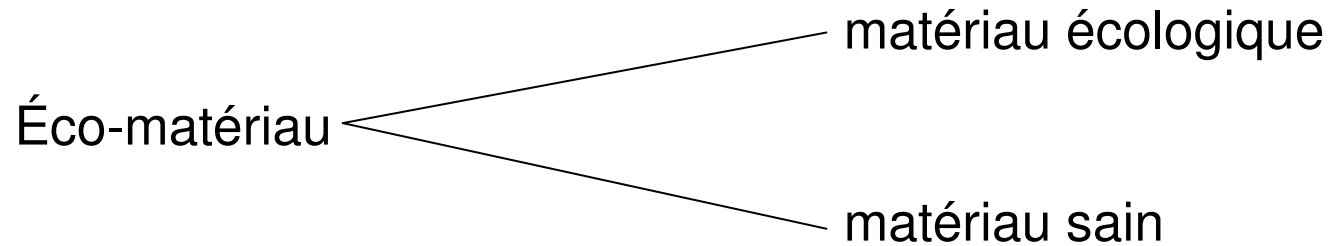
- 71% du CO<sub>2</sub> produit pendant la combustion est d'origine biologique, 29% est d'origine fossile
- 71% du carbone total de l'échantillon est d'origine biologique et 29% d'origine fossile
- L'incinération de l'échantillon (~ déchet) produit :
  - 29% de CO<sub>2</sub> à effet de serre
  - 71% de CO<sub>2</sub> neutre



⇒ Indique la proportion de **carbone** d'origine biologique et d'origine pétrochimique



**D'origine biologique ≠ biodégradable**



- Performance et qualité architecturale, sécurité
- Critères environnementaux tout au long de l'ACV (de la production à l'élimination)

➤ Diminution de l'empreinte écologique :

- Définition :
  - » Aspect toxicologique et écotoxicologique
  - » Aspect énergétique
  - » Aspect développement durable

## Les critères principaux des éco-matériaux : automobile, bâtiment, emballages, plasturgie

- Provenance d'une ressource durable et renouvelable
- Présentation des qualités techniques et des performances
- Être sain, ne pas générer d'impact négatif sur la santé, du stade de la production au stade de l'élimination
- Favoriser le confort de l'habitat
- Être aussi sûr qu'un matériau classique
- Avoir un impact environnemental et énergétique faible et neutre
- Avoir un usage à long terme

État de l'art et avenir pour les éco-matériaux : une approche optimiste

- 1) Des critères qui se précisent
- 2) On assiste à un développement certain, déjà une réalité dans bien des secteurs
- 3) Prise en compte réelle des aspects environnementaux et santé et des aspirations du consommateur, ainsi que des aspects sociétaux
- 4) Une réalité économique : émergence déjà de nombreux marchés de niche (internalisation des coûts de retraitement, éco-conception, développement durable)
- 5) Une approche qui impacte tous les secteurs, un marché qui va s'affirmer dès lors que les règles du jeu vont devenir transparentes.
- 6) Le développement de nouvelles technologies, éco-conception etc...
- 7) Un référentiel d'évaluation qui se précise et des technologies de laboratoire de contrôle qui apportent une réelle contribution



**WHEN YOU NEED TO BE SURE**

**SGS**

**Yvon GERVAISE**

[yvon.gervaise@sgs.com](mailto:yvon.gervaise@sgs.com)

[www.fr.sgs.com/multilab](http://www.fr.sgs.com/multilab)

**Directeur, SGS Multilab Rouen**

**Expert Français auprès de l'OCDE**

**65 rue Ettore Bugatti - BP 90014 - 76801 Saint Etienne du Rouvray**

**t 02 35 07 91 80 f 02 35 07 91 25 m 06 60 67 91 50**