

## Énergie atomique : éléments de réflexion

Francis Leboutte,  
ingénieur civil, membre de *Fin du nucléaire asbl*

« 84 % des femmes enceintes ont une pathologie.  
C'est pourquoi  
la naissance d'un enfant en parfaite santé est un événement rare. »

Raisa Misura, pédiatre, directrice de l'hôpital central de Stoline\*

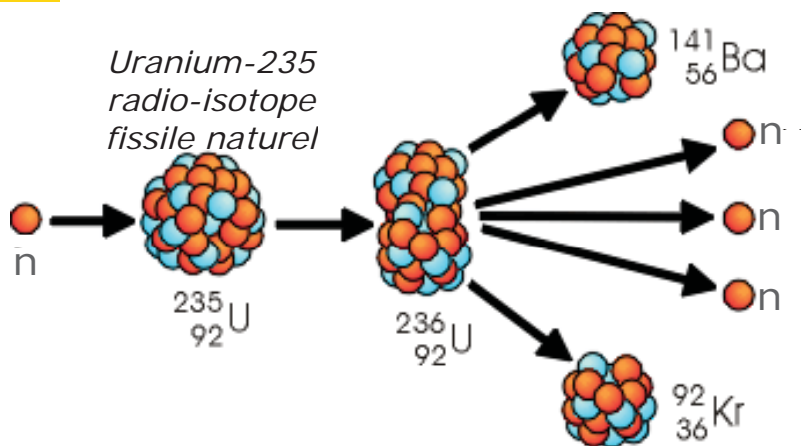
\* Stoline : ville du Belarus, à 240 km au nord-ouest de Tchernobyl.



Document disponible sur [www.findunucleaire.be](http://www.findunucleaire.be)  
Libre d'utilisation sous licence Creative Commons BY-ND (paternité, pas de modification)



## La fission nucléaire



+  $\gamma$   
+  $E$

$$E = mc^2$$
$$\Delta m : 1/1000$$

- La production de 3 neutrons (n) permet une réaction en chaîne (contrôlée ou non)
- Autres possibilités de fission de l'U-235 : I-131, Cs-137, Sr-90,...
- Filiation radioactive : ...
  - Pb, etc. (+ « rayonnements » ionisants  $\alpha$ ,  $\beta$  et  $\gamma$ )
- U-238 + neutron → Pu-239 (radio-isotope fissile artificiel)



## Réacteurs atomiques en Belgique

	Puissance MWe	Date de construction	Date de connexion	Date actuelle d'arrêt
<b>D1</b>	433	69	15-02-75	15-02-25
<b>T1</b>	962	70	1-10-75	1-10-25
<b>D2</b>	433	71	11-12-75	1-12-25
<b>D3</b>	1006	75	1-10-82	1-10-22
<b>T2</b>	1008	76	1-02-83	1-02-23
<b>D4</b>	1038	78	1-07-85	1-07-25
<b>T3</b>	1046	78	1-09-85	1-09-25

7 réacteurs pour presque 6 Gwe  
*Arrêt de tous les réacteurs en 3 ans*

Les décisions de prolongation de la durée d'exploitation, de 30 ans à 40 et 50 ans

1 <sup>er</sup> Ministre	Année	Réacteurs	Ans suppl.	Durée
G. Verhofstadt	2003	Tous	+ 10	<b>40</b>
E. Di Rupo	2012	T1	+ 10	<b>50</b>
C. Michel	2015	D1, D2	+ 10	<b>50</b>

Plus un réacteur est vieux, plus il est dangereux  
 En prime : **D3** et **T2** : > 13.000 et > 3.000 « microfissures »

Puissances nettes : CREG, 2014



## Consommation d'énergie en Belgique (en 2015)

	Énergie		dont électricité	
	Primaire	Finale	Toute	dont nuc. Be
<i>Mtep</i>	53,3	41,7	7,0	2,0
<i>TWh</i>	619,9	485,0	81,4	23,2

- Part de l'électricité (dans énergie finale) : 17 %
- Part de l'électricité atomique BE (dans électricité) : **28 %**  
 - Les « bonnes années » : **50 %**
- Part de l'électricité atomique BE (ds énergie finale) : 5 %  
 Les « bonnes années » : 9 %

### REMARQUES

- 2015 : T2, D3 et D1 à l'arrêt presque toute l'année (- 42 %)
- 2014 : T2, D3 et D4 à l'arrêt simultanément pendant 5 mois (- 51 %)
- Électricité nucléaire au Japon avant Fukushima : **29 %**

### UNE CONCLUSION

L'arrêt immédiat des réacteurs atomiques n'est pas une gageure, même sans mettre en cause notre modèle de société de croissance.



## Capacité installée (GW) et taux d'utilisation (2015)

Nucléaire	5,9
Éolien onshore	1,5
Éolien offshore	0,7
Hydraulique*	0,1
Solaire photovoltaïque	3,1
Biomasse et déchets	1,2
Charbon, pétrole	0,8
Gaz naturel	6,5
<b>Total</b>	<b>19,8</b>

- \* Coe non inclus (1,3 GW)
- Interconnexion pays voisins :
  - [5 à 8] GW
  - [7 à 10] GW en 2019-2020
- Réserve stratégique

→ Total effectif à plus de 25 GW  
→ Pic de la demande : 13 GW

### Taux d'utilisation

- Nucléaire : 48 % (normalement : 90-95 % – filière prioritaire, non modulable)
- Gaz : 38 % (sous-utilisé)
- Éolien (22 – 42 %)
- PV (11 %)

SPF Économie, ELIA, CREG



## Importation, production par filière énergétique et consommation par secteur en TWh (2015)

<b>Importation nette</b>	21,0
<b>Production</b>	67,1
Nucléaire	24,8
Éolien terrestre	2,8
Éolien marin	2,7
Hydraulique*	0,3
Photovoltaïque	3,1
Biomasse et déchets	6,8
Charbon	2,1
Gaz naturel	22,3
Autres	2,2

Total :  
88,1

Industrie	37,9
Résidentiel	18,8
Tertiaire	23,3
Transport	1,6
<b>Total</b>	<b>81,7</b>

- Différence de 6,4 TWh :
- pertes dans le réseau et
  - conso du secteur énergie

- Fossiles : 26,6 (40 % de la production)
- Nucléaire : 24,8 (37 % ...)
- Renouvelables : 15,7 (23 % ...)

Renouvelables modernes : 13 % ... (2 % de l'énergie finale)

SPF Économie



## Notre consommation d'énergie

- Énergie primaire par an en Be : 53,3 Mtep
- Soit par habitant et par jour : 15 lep  
(lep : litre d'équivalent-pétrole)
- C'est plus en tenant compte de l'importation nette des biens

### Que fait-on avec 1 litre de pétrole ?

- Densité énergétique du pétrole : 10 kWh/l (8.600 kcal/l)
- L'énergie mécanique restituée  
par 1 litre de pétrole dans une machine (pelleteuse,...),  
c'est celle restituée  
par un homme pendant un travail intense de  $\pm$  20 jours  
(400 kcal brûlées par heure de travail, 8 h/j).

...



## Une industrie illégitime

Aucune assurance ne voulant couvrir le risque atomique :

### Convention de Paris (1960)

- Signée par les représentants de 16 pays européens
- Limite la responsabilité civile de l'exploitant pour  
« éviter d'entraver le développement de la production  
et de l'utilisation de l'énergie nucléaire »

**Sans cette Convention, pas d'électricité atomique en Europe !**

### Engie (2015)

- Responsabilité civile (Be) : 1,2 md€
- Chiffre d'affaire : 69,9 md€
- Résultat net récurrent : 2,6 md€

### Coût accident nucléaire grave

- Deux études allemandes : > 5.000 md€
- Belgique : plus (densité de population)

*À quand des lois et un tribunal pour... ?*

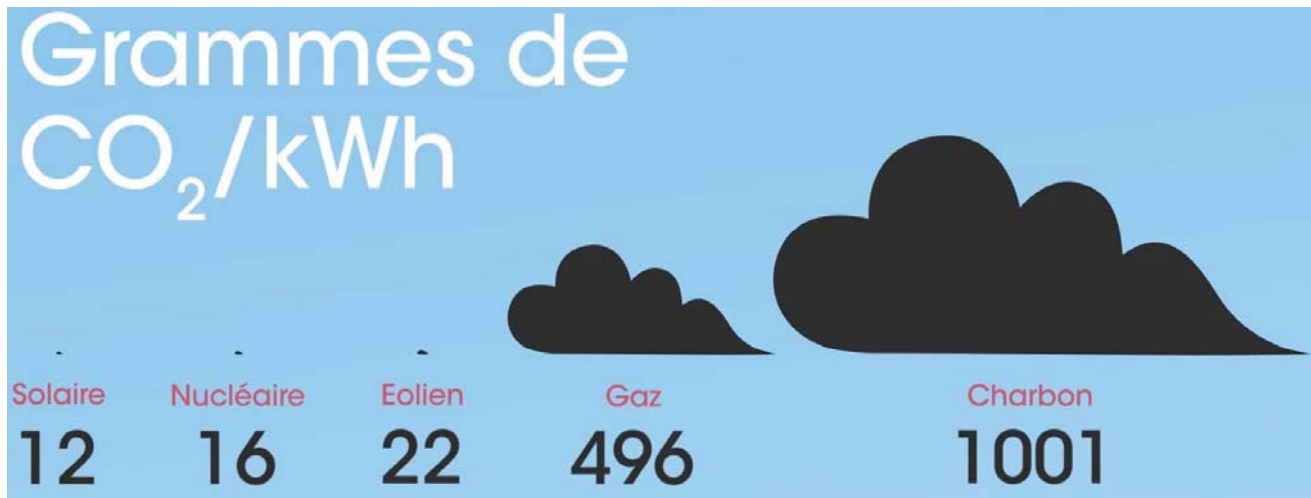
.



## Les déclarations du lobby nucléaire

### 1. Le « Forum Nucléaire belge »

« Pour combattre le changement climatique,  
le nucléaire fait partie de la solution »



- Mission : *Informier le public sur la technologie nucléaire.*
- Membres : ENGIE-ELECTRABEL, EDF LUMINUS, AREVA (ORANO), WESTINGHOUSE, etc.
- Coût d'une des campagnes publicitaires de 2009 : > 2 millions €.
- Une ASBL... qui n'a rien d'un forum.

Source : Forum du nucléaire belge (film et site web)



## Les déclarations du lobby nucléaire

### 2. L'AIEA

(AIEA : Agence internationale de l'énergie atomique)

« Les émissions de GES du nucléaire,  
tout le cycle de vie considéré,  
sont parmi les plus faibles et  
représentent moins de 15 g de CO<sub>2</sub>e par kWh »

#### AIEA

- Créée en 1957.
- Dépend directement du Conseil de sécurité de l'ONU.
- « Accélérer et accroître la contribution de l'énergie atomique à la paix, la santé et la prospérité dans le monde entier ».
- A la main sur l'OMS.

**Un organe de lobbying au sein même de l'ONU,  
financé par de l'argent public !**



# La fabrication de l'ignorance

**OMS** : Organisation mondiale de la santé (ONU)

« Amener tous les peuples au niveau de santé le plus élevé possible »

## Publication de l'OMS en 1958 : « *Questions de santé mentale que pose l'utilisation de l'énergie atomique à des fins pacifiques* »

« Cependant, du point de vue de la santé mentale, la solution la plus satisfaisante pour l'avenir des utilisations pacifiques de l'énergie atomique serait de voir monter une nouvelle génération qui aurait appris à s'accommoder de l'ignorance et de l'incertitude... »

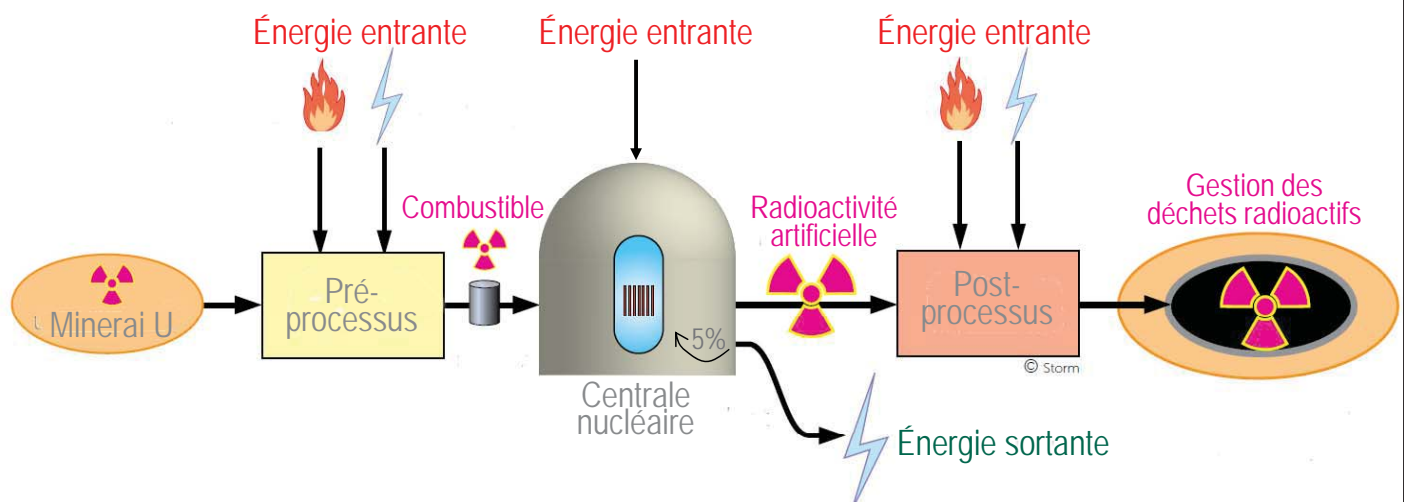
## Concrétisé par l'accord OMS-AIEA de 1959 :

« Chaque fois qu'une des parties se propose d'entreprendre un programme ou une activité dans un domaine qui présente ou peut présenter un intérêt majeur pour l'autre partie, la première consulte la seconde en vue de régler la question d'un commun accord »

...



## Chaîne des processus nucléaires, du minerai au déchet, durant 100 à 150 ans



1. Les pré-processus : extraction minerai U, broyage et concentration (yellow cake). Purification, enrichissement (U235 : 0,7→4%) et fabrication du combustible.
2. Centrale : construction, maintenance, réparation et opération.
3. Nombreux post-processus (pas tous maîtrisés...) : démantèlement et nettoyage du site de la centrale et autres sites, refroidissement, traitement et conditionnement des déchets, construction des sites de stockage divers, stockage, réhabilitation des sites miniers...

...



## Production de CO<sub>2</sub> au cours du CV (cycle de vie) du nucléaire

- Tous les processus produisent du CO<sub>2</sub>, seul le processus « opération » en produit relativement peu.
- Fortes incertitudes :
  - Les processus *déchets longue durée de vie* ne sont pas définis.
  - Extraction : teneur du minerai à 30-50 ans.
  - Pas de données publiées sur les autres GES que le CO<sub>2</sub>.

### Remarques

- Les filières des renouvelables :
  - Nécessitent bien moins de processus.
  - Tous les processus sont maîtrisés.
  - Ne nécessitent pas de combustible.
- Consommation de matériaux en g/kWh :
  - Nucléaire\* : 200
  - Éolien\*\* : 6

→ *Un facteur de plus de 20 donnant une idée du rapport des GES.*

\* Minerai à 0,1% d'uranium. Très peu recyclable (contamination radioactive).

\*\* Terrestre. Éolien marin : 10 g/kWh.

...



## Radioactivité artificielle et dette énergétique (GES) produites lors du CV

- Tous les processus libèrent de la radioactivité artificielle dans l'environnement (sauf ceux de construction des sites).
  - Un réacteur *d'1 GWe* génère *chaque année* autant de radioactivité que 1.000 bombes d'Hiroshima (6.000 b./an en Be).\*
- Dit autrement : la filière nucléaire génère 1 milliard de fois la radioactivité du combustible utilisé.\*
- Émission retardée de GES liée aux déchets radioactifs et à une *dette énergétique* (GES) difficile à quantifier, peut-être de l'ordre de l'énergie nette produite par la filière (pas de solution avérée pour les déchets de longue durée).



## Bilan du CO2 de la filière nucléaire

	Processus principaux	g CO2/kWh	Totaux
1	Extraction, broyage*	8,4	
2	Autres pré-processus	6,2	14,6
3	Construction	23,2 ± 12	
4	Opération, etc.	24,4	47,6
5	Post-processus sauf 6 et 7	12,1	
6	Démantèlement	34,8 ± 17	
7	Réhabilitation des mines*	7,6	54,5
	<b>Total</b>	<b>117 ± 29</b>	

### Hypothèses

- 25 ans à pleine puissance (plus que la moyenne actuelle)
- Teneur minéral U : 0,05 % (teneur actuelle moyenne)
- Pas d'autres GES que le CO2

Bien plus que les 50 g CO2e/kWh recommandés par le *Committee on Climate Change* (UK) pour toute filière énergétique, afin de contenir le réchauffement climatique dans une limite acceptable.

Jan Willem Storm van Leeuwen, *Climate change and nuclear power*, 2017  
*Committee on Climate Change* : <https://www.theccc.org.uk>



## Facteurs aggravants

### Autres GES que le CO2 (non pris en compte)

- Seule donnée publiée : les usines d'enrichissement d'uranium US émettent **5 g CO2e/kWh** de fréon-114 (EIA-DOE, 2005).
- Cependant, les pré-processus font largement appel
  - au fluor (100.000 t/an),
  - au chlore (50.000 t/an) et à
  - des composés de ces 2 éléments.

*Ces composés sont des GES très puissants (CO2 x 1000).*

### Qualité du minerai d'uranium

Point d'équivalence au charbon (CO2) : teneur de 0,02 %

À quand ce point d'équivalence ?

- Maintien de capacité actuelle du nucléaire (376 GWe) : 2070
- Doublement de la capacité actuelle : 2050.

Au vu des constats précédents et de ces facteurs aggravants, il est exclu que le nucléaire puisse jamais jouer un rôle dans la réduction des émissions des GES.





## Valeurs moyennes en g CO<sub>2</sub>e/kWh pour quelques filières énergétiques

Éolien	:	15
Hydro	:	20
Géothermie	:	40
PV	:	50 (ou moins, technique en évolution rapide)
Nucléaire	:	117 (et plus selon les incertitudes et hypothèses)
Gaz naturel	:	670 (500)
Mazout	:	900
Charbon	:	1000

### REMARQUES

- Domaine complexe :
  - Bilans matières.
  - Origine et mode de production de ces matières.
- Dispersion normale pour les renouvelables (soleil, vent).
- Plus simple pour les filières fossiles : énergie grise marginale.



## Nucléaire et climat

Considérant des hypothèses basses, la filière du nucléaire produit largement plus de GES que

1. les filières des énergies renouvelables
2. le maximum souhaitable pour toute filière énergétique au vu de la question climatique.

La dette énergétique liée aux déchets radioactifs à longue durée de vie pourrait

1. dépasser l'énergie nette jamais produite par la filière elle-même.
2. De ce fait, *mettrait le nucléaire au niveau du charbon en termes de GES.*

**Le nucléaire n'est donc pas une « solution » au réchauffement climatique.**



## La vie avec la radioactivité artificielle ?

### Apparition de la vie sur la Terre

- Il y a plus de 2 milliards d'années.
- Reproduction, procréation (rôle du hasard, diversité, adaptation).

### Condition nécessaire

- Niveau de radioactivité (naturelle) suffisamment bas.
- Déclin spontané de la radioactivité au cours du temps ( $\frac{1}{2}$  vie).

### Technique atomique contre Nature

- Bombes atomiques (Hiroshima, Nagasaki, essais : > 2000).
- Filière atomique : radioactivité artificielle, 1 milliard de fois celle du combustible (équivalent de millions de bombes atomiques – Hiroshima), dans les rejets et les déchets :
  - Dans les assemblages d'uranium et les réacteurs.
  - Tout au long du processus industriel, dès l'extraction.

Augmentation continue de la radioactivité,  
à contre-courant de son déclin naturel  
qui a permis l'éclosion de la vie.

Albert Jacquard. Nucléaire, pour lutter contre les idées reçues. Les éditions utopia



## Fin du nucléaire asbl

- Initiative d'une douzaine de personnes membres de 5 associations (mpOC-Liège, Grappe, ACC, AT, Attac-Liège).
- Création de l'asbl en janvier 2017.

### Extraits des statuts

- ...mettre fin, dans les délais les plus brefs, au recours à l'énergie atomique...
- **L'arrêt immédiat des cinq réacteurs belges dont la probabilité d'accident grave est des plus élevées : les réacteurs Tihange 2 et Doel 3 et les trois réacteurs les plus vétustes, Tihange 1, Doel 1 et Doel 2.**
- Le retrait immédiat des armes atomiques étasuniennes du sol belge...
- ...une réflexion sur l'utilisation de l'énergie en Belgique et dans l'UE où la consommation moyenne nette d'énergie dépasse les 15 litres d'équivalent-pétrole (150 kWh) par jour et par habitant, ce qui est bien évidemment insoutenable.



## Une des actions de *Fin du nucléaire asbl* (FDN)

Vous êtes un citoyen conscient du risque inacceptable que nous fait courir la filière de l'énergie atomique ?

FDN vous invite à interpellier votre collège communal sur ce thème.

Information, documents et aide :  
[www.findunucleaire.be/icc.htm](http://www.findunucleaire.be/icc.htm)



Carte interactive des communes sur [www.findunucleaire.be/icc.htm](http://www.findunucleaire.be/icc.htm)

...



## Plus d'information sur le site de l'asbl : [www.findunucleaire.be](http://www.findunucleaire.be)

Pour – **donner du poids** à nos (vos) revendications et  
– **soutenir l'asbl** :

1. Devenez membre  
(cotisation annuelle : 5 € ou plus).
2. Affichez votre refus du nucléaire.  
Ces affichettes jaunes sont disponibles en différents points, voir le site web, page *Documents*.

**STOP  
Tihange & Doel**



**FIN du NUCLÉAIRE asbl**

[www.findunucleaire.be](http://www.findunucleaire.be)  
[www.eindekernenergie.be](http://www.eindekernenergie.be) – [www.endederatomkraft.be](http://www.endederatomkraft.be)  
04.277.06.61 *Affichez-moi!*