

Cout sanitaire de l'énergie

Roland Masse (roland.masse2@wanadoo.fr)

& HFI RNJ IJX YJHMSTQTLN JX WZJ 1JGQFSH 5FWNX

La production et la consommation d'énergie sont indispensables au développement du milieu qui dominent les interactions entre énergie et santé.

L'impact sanitaire de la production et de la consommation d'énergie participe pour une part importante à la charge globale payée par les acteurs du marché de l'énergie mais payée par la société dans son ensemble.

L'évaluation monétaire de l'impact sanitaire des énergies déployées est située au troisième rang, après celle imputée au changement climatique et celle constituée par l'épuisement des ressources.

Identification des risques

L'identification des dommages sanitaires imputables à l'énergie doit prendre en compte l'ensemble de chacun de ses constituants. Ceci inclut, dans les situations accidentelles et en fonctionnement normal, la transformation, de la production, du transport et des déchets.

Impacts des accidents

Impacts précoces

Les conséquences des accidents, bien connues pour les plus graves, l'institut Paul Scherrer et couvrent Elles sont résumées dans le tableau 1.

Filière énergétique	Pays de l'OCDE			Hors OCDE		
	Accidents P à \$ M (' D M	Nombre de morts	Nombre de morts/ GWe.an (*)	Accidents	Nombre de morts	Nombre de morts/ GWe.an (*)
Charbon	87	2 259	0,157			0,597
Chine 1994-1999				818		6,169
Chine 1999-2008				1 214	15 750	
Hors Chine				162	5 788	
Pétrole	187				19 516	0,897
Gaz naturel	109	1258	0,085	78	1 556	0,111
GPL	58	1856	1,957	70	2 789	14,896
Hydro	1	14		21		10,285
Nucléaire	0 (**)	0	0	1		0,048
Biofioul	1	0	0	0	0	
Biogaz	0	0	0	2	18	
Géothermie	0	0	0	1	21	
Total	442	8 882		2 925		

Tableau 1. Nombre d'accidents sévères comportant des décès précoces directement attribuables aux filières de l'énergie à HMF WGTS U YWTQJ LF_ SFYZWJQ LF_ IJ U YWTQJ nucléaire. 1 J X H H N I K S Y W X X S H J Z Y Z N R U Q N Q Z I S X H W N Y W J X à K Z R N I F S X X à à I H X Z F Z R T N S X [F H Z X Z Q c N S Y J W J N H S X I T S R H Y X U T V S T I Z N T Y H F T Z Q J W J O J Y Q Z X I J à Y T S S J X I c M ^ I W T H F W G Z W J X J Y H

(*) Dans ce tableau, les unités en GWe.an (soit 8,76 TWh) font toutes référence à l'énergie produite et non à l'énergie consommée.

(**) Les deux accidents nucléaires graves de Three Mile Island et de Fukushima n'ont pas occasionné de décès précoces imputables à la filière



1F HFYFXWTUMJ IJ QF RNSJ IJ HMF WGTS
de Courrières (Pas-de-Calais), illustrée
par **Le Petit Journal**. Cette catastrophe,
due à une explosion de poussières de
carbone hautement inflammables, qui
est s'est produite le 10 mars 1906, a fait
officiellement 1099 morts.

Les évacuations de plus de 200 per
f \ R R f M \ R • M | f " J • N N % M ä ä M è 3 R • f M
pour le pétrole, 28 pour le GPL (gaz

M y • | \ J M J 3 { " Ñ 5 \$ M P ä M y \ " | M J M (è ½ M
naturel, 3 pour les barrages, 3 pour le
nucléaire. L'ensemble des évacués a
è Ð • M y J " f M M P N ä Ý Ý N Ý Ý Ý M | f 3 R • f # M
Parmi les évacuations les plus

3 Q y \ | • è R • f M Ñ (" | R • M y \ " | M J M B ' a N % M
B B Ý N Ý Ý Ý M - è " f M R M P æ ä æ M ú M i 3 J 3 R " (N & M R M y 3 • M f M Q f 3 | f M • f M y \ f 3 • 3 \ R M R
4 è R è è 5 M • M B Ý N Ý Ý Ý M R M P æ ä æ M ú M i 3 J 3 R " (N & M R M y 3 • M f M Q f 3 | f M • f M y \ f 3 • 3 \ R M R
y \ " | M J F / ' | \ J • | 3 3 • N % M P ä M y \ " | M J M (è ½ M
- è " f M R M P æ ä æ M ú M i | è - 3 M R M P æ ä æ M ú M i 3 J 3 R " (N & M R M y 3 • M f M Q f 3 | f M • f M y \ f 3 • 3 \ R M R
y \ " | M J M R " J è 3 | M P ä á N Ý Ý Ý M - è ù C ä M N e s W i n d f a r m f o r u m 2 0 1 7 ,
P æ ä æ M è " 3 M « » M 4 ¥ / | M i 3 J M M f J e r t e n s M 2 0 5 7 a c c i d e n t s e t
P ä ä N Ý Ý Ý M R M P æ ä æ M R M « C ä Ý R R M f M è R f M J M Q \ R y \ f M • 3 M R Q M 3 / R S M 3 " | (b) f M ú M P
4 ¥ / | R \ ' J 5 M • M P ä Ý N Ý Ý Ý M è " M] e l o n R M s R a M e u r s , l a s t a t i s t i q u e
B Ý P P M 4 A " G " f / 3 Q è 5 N & M y \ " | M J M J o u r n a l d e N o u v e M q u e m o i n s d e
P Ý Ý N Ý Ý Ý M - è " f M R M P æ ä ä M ú M P Ý N Ý M f M è 3 R • f M |

Les è 3 R • f M 3 R • | - 3 R R R • N % M y R U F H Y X Y F W I N K X
J M / è | \ R \$ M ú M J F 3 • | è • 3 \ R M Q 3 R B M | M f M • è | 3 ' f \$ M 3 Q y \ | M æ ä N t N & M y \ " | M J M y • | \ J \$ M ú M | ä ä N f M è " M 3 3 { " f M f
y \ " | M æ ä N t N & M y \ " | M J M y • | \ J \$ M ú M | ä ä N f M è " M 3 3 { " f M f
• | è R f y \ | • M • M è " M f \ G è (\$ M P ä N t M è " M 3 3 { " f M f
' \ | è (M • M ä N t M è " M | è Ð 3 R è (N & M d a n s l ' i n t u i t i v e m e n t p a r l e s a c c i -
(è ½ M R è " | J \$ M ú M ä ä N t M è " M • | è R f e n t s , M o n t M e n v i s a g e a b l e s m a i s n e
f \ G è (\$ M ä N t M è " M ' \ | è (M • M ä N t M è " M 3 3 { " f M f
y \ " • 3 \ R N & M y \ " | M J M R " J è 3 | \$ M \$ R R f M J M è f M " M R " J
| Q R • M ú M J è M y \ \ " • 3 \ R # M M J M d e r i s q u e a l a p r i s e e n c o m p t e d e
quelques données concernant les cancers radioinduits (a) constituent la
è 3 R • f M " M y \ \ • - \ J • è : { " M P a r M e s s e n t i e l l e d u d é t r i m e n t i m p u -
' \ R • 3 \ R M f M • / R 3 { " f M | • R " f M & M è " 3 M è 3 R • f # M M e r f M J • N & R M " J M M M J F M R f • 3 • " •
elles concernent une centaine de è R | f M M J è M • / ' \ : M a d u r c h e t t e p r é p a r é e M e s t c o m p r i s e

f \$ M \ R " 3 f è R • M ú M " R M • è " 3 M R \ R Q M " R M 3 f M M y J " f M R M ä N Ý Ý N Ý Ý M
lisé de l'ordre de 10⁴ par GW et par été observé dans les territoires conta- R è R • M R M Q è D \ | 3 • M R M Ñ R M
è R R N & M 3 J M ' è " M ' M è D \ " • | M J i n f é m p a r l ' i d e r a d i o a c t i f a p r è s i m p u t a b l e s à l ' a c c i d e n t d e T c h e r n o b y l .
imputables à l'installation des pan- Tchernobyl, l'épidémiologie ne per - M J è M Q Q M / ' y \ / f \$ M J F
R è " 3 M R M • \ 3 • " | \$ M \ R • M 3 J M R F n e t p a s M a r q u e r l ' i m p a c t d e d i s c e r n e r M ¥ / | M i 3 J M M f J è R M è \ " • 3
F - è J " è • 3 \ R M (J \ è J # M M J M R F 3 d r o i t e m e n t d ' i m p a c t d e c e t a c c i d e n t f M è • • | 3 " è J \$ M • M ä Ý Ý
de base de données complète pour sur les autres cancers. Leur nombre f | è 3 R • M è • • R " f M è y | f M A " G
l'accidentologie dans la filière est évalué par modélisation à partir

>>>

1cJSHJNSYJ IJ HTSKNSJRJSY IZ W FHYJZW Sr FHHNIJSY... en Ukraine et de son premier sarcophage, mise en service en 2019. Haute de 108 m, large de 162 m pour une portée de 257 m, elle est conçue pour une durée de service de 100 ans.

>>>

\$F è "•| f M è "f f M MQ \ | • de l'évaluation du cadre de vie asso- être envisagées. Pour les profession- 3 f M è "3 M 3 R "f • | 3 f M R J f M 3 y \ f f M ú M y J "f Moncton tréa ént h d o m a l \$ M dégradé comme les liquidateurs de Tchernobyl, (Bayan Obo en Mongolie intérieure "R M 3 f M M Q \ | • è J 3 • M è " M 3 J "f M J • M | f M | è | f \$ M < "J \$ \$ M è M M J "y è | • M 3 y \ f f è "3 M Đ • f M è | 3 \ < - è f "J è 3 R è f M M è | 3 \ M J F 3 • | è • 3 \ R M B - è M 3 J M è J • f M Q Q R • M J - f induits est comptabilisé, en propor- 3 • " Q 3 R "3 \$ M B è | ½ @ 3 J | M France, 211 On é R s Mont morts de tion comparable à celui des cancers. y \ " | M J M J 3 (R 3 • \$ M J f M cancer de poumon sur 5000 mineurs f M Đ • f M R F è y y è | è 3 f f Énergie nucléaire Pour le charbon...), ou dans 3 y \ f f \$ M \ R • M R - 3 | \ R M à Y M 3 0 d'un seuil de dose supérieur à la le cas de déplacement de populations ú M J F 3 y \ f 3 • 3 \ R # M " \ " | M J f M è " y J "y è | • M f M 3 y \ f 3 • 3 \ R pour la rivi è R Eau de grands bar leurs du nucléaire, les études épidé- mentales accidentelles. rages (Barrage des Trois Gorges enmiologiques font apparaitre un

En dehors des effets directs de / 3 R N % M B \$ à M Q 3 J J 3 \ R M N 3 M y | f M R f M f M y è | M | è y y y \ y "J è • 3 \ R M (R | è J # M - M J F / F "R M | J è • 3 \ R M \ f < Đ • M ú M linéaire sans seuil, 300 cancers en 3 f M f \ R • M R - 3 f è (è J f M y è à à N Y Y Y M è • • R "f # Énergies carbonées

• M B à Y N Y Y Y M è R f M J J M a n s l e s " s i t u a t i o n s a c c i d e n t e l l e s , l e Cette composante a un cout sani- taire, mais il est difficile à évaluer. y è | M - \ 3 M 3 • | R M \ " M 3 R R M R M | è " M M f M è 3 - R • f \$ M M J M y " • M R è R Q \ 3 R f M r a y o n n e m e n t s i o n i s a n t s des profes- è " \ " y M J " 3 M f M Đ • f s o n f i è s P e l d e P u b l i c M directement provoqués par l'accident a F - è J " è • 3 \ R M M J F 3 y \ J B 3 R R è • 3 \ R M M y \ " f f 3 | f J " 3 < Q Q # M \$ è R f M J M è f d e m e s u r e s e t d e m o d é l l a t i o n s . m o c i n o s e - s i l i c o s e e t c a n c e r d u A " G " f / 3 Q è \$ M { " 3 M R F è M ' è 3 • M è M " J R M • - 3 • 3 Q J M " | \$ M ú M p o u m o n . L e r o n d e a c t u e l l e n d e d é c è s y è | M 3 y \ f 3 • 3 \ R M è " 3 M | è Q 3 R R " Q f M • f M è R 3 " Q M 3 y \ f a n t m e s " M è p r e s e n t m o c i n o s e d u ionisants, le déplacement des popula- l'essentiel des doses accumulées mineur de charbon est en moyenne y \ \ - 3 R • M M J F 3 y \ f 3 • 3 \ R M M Y \$ à R I M Q M B Y Y N Y Y Y M / è 3 • f " | M ú M • 3 • | M 3 R 3 - 3 " Q M R " M \$ M J J R • 4 8 R - 3 M R M à Y M R M è " \ | 3 • f M D è y \ R è 3 f f M ú M " | M J R R è 3 • J 3 M \$ M J F f f R • 3 M B M Y M è J M " 3 y \ f Q < « R 3 # M a è M environ 2000 décès prématurés 3 \ R M f • M — M è " M | J è | (è l e s M a s M e 3 D e l i m B o c i n e - s i l i c o s e attribuables. Cet impact mériterait radionucléides dans l'environnement, en Chine implique actuellement plus d'être évalué dans les situations de et l'évaluation de dose se fait au M à Y Y N Y Y Y M Q 3 R " | f \$ M è - M

travers de modélisations de leurs transferts dans l'air, l'eau et la chaîne alimentaire.

Pour l'ensemble du cycle en France en 2003, le bilan calculé sur une " | M M B Y Y N Y Y Y M è R f M B à \$ B N \ \ Q Q f # \ - 0 ¥ Æ / M 8 B 9 M évolue constamment à la baisse sous la pression des mesures de radioprotection. En appliquant ce modèle à l'ensemble de la production nucléaire mondiale et en répartissant l'ensemble des doses sur la population mondiale, on aboutit à une estimation de 2,5 microsievverts par è R M • M y è | M y | f \ R R # M M " R M de dose, 1000 fois inférieur à celui correspondant à la radioactivité R è " | J J \$ M J F 3 Q y è • M f è R 3 • è 3 ne peut qu'être inapparent.

Les groupes professionnellement 3 y \ f f M \ R f • 3 • " R • M y R è f ensemble où un impact sanitaire de J F 3 y \ f 3 • 3 \ R M è " 3 M | è ' \ R R ionisants est détectable. C'est le cas / ½ M J f M Q 3 R " | f M F " | è R 3 " Q è " M | è 3 \ R # M ' R M M M B Y N Y Y Y M sont morts de cancers du poumon depuis 1946 dont plus de 7000 en "R M 3 f M M Q \ | • è J 3 • M è " M 3 J "f M J • M | f M | è | f \$ M < "J \$ \$ M è M M J "y è | • M 3 y \ f f è " 3 M Đ • f M è | 3 \ < - è f "J è 3 R è f M M è | 3 \ M J F 3 • | è • 3 \ R M B - è M 3 J M è J • f M Q Q R • M J - f induits est comptabilisé, en propor- 3 • " Q 3 R "3 \$ M B è | ½ @ 3 J | M France, 211 On é R s Mont morts de tion comparable à celui des cancers. y \ " | M J M J 3 (R 3 • \$ M J f M cancer de poumon sur 5000 mineurs f M Đ • f M R F è y y è | è 3 f f Énergie nucléaire Pour le charbon...), ou dans 3 y \ f f \$ M \ R • M R - 3 | \ R M à Y M 3 0 d'un seuil de dose supérieur à la le cas de déplacement de populations ú M J F 3 y \ f 3 • 3 \ R # M " \ " | M J f M è " y J "y è | • M f M 3 y \ f 3 • 3 \ R pour la rivi è R Eau de grands bar leurs du nucléaire, les études épidé- mentales accidentelles. rages (Barrage des Trois Gorges enmiologiques font apparaitre un

En dehors des effets directs de / 3 R N % M B \$ à M Q 3 J J 3 \ R M N 3 M y | f M R f M f M y è | M | è y y y \ y "J è • 3 \ R M (R | è J # M - M J F / F "R M | J è • 3 \ R M \ f < Đ • M ú M linéaire sans seuil, 300 cancers en 3 f M f \ R • M R - 3 f è (è J f M y è à à N Y Y Y M è • • R "f # Énergies carbonées

Extraction du charbon R M M a n s l e s " s i t u a t i o n s a c c i d e n t e l l e s , l e Cette composante a un cout sani- taire, mais il est difficile à évaluer. y è | M - \ 3 M 3 • | R M \ " M 3 R R M R M | è " M M f M è 3 - R • f \$ M M J M y " • M R è R Q \ 3 R f M r a y o n n e m e n t s i o n i s a n t s des profes- è " \ " y M J " 3 M f M Đ • f s o n f i è s P e l d e P u b l i c M directement provoqués par l'accident a F - è J " è • 3 \ R M M J F 3 y \ J B 3 R R è • 3 \ R M M y \ " f f 3 | f J " 3 < Q Q # M \$ è R f M J M è f d e m e s u r e s e t d e m o d é l l a t i o n s . m o c i n o s e - s i l i c o s e e t c a n c e r d u A " G " f / 3 Q è \$ M { " 3 M R F è M ' è 3 • M è M " J R M • - 3 • 3 Q J M " | \$ M ú M p o u m o n . L e r o n d e a c t u e l l e n d e d é c è s y è | M 3 y \ f 3 • 3 \ R M è " 3 M | è Q 3 R R " Q f M • f M è R 3 " Q M 3 y \ f a n t m e s " M è p r e s e n t m o c i n o s e d u ionisants, le déplacement des popula- l'essentiel des doses accumulées mineur de charbon est en moyenne y \ \ - 3 R • M M J F 3 y \ f 3 • 3 \ R M M Y \$ à R I M Q M B Y Y N Y Y Y M / è 3 • f " | M ú M • 3 • | M 3 R 3 - 3 " Q M R " M \$ M J J R • 4 8 R - 3 M R M à Y M R M è " \ | 3 • f M D è y \ R è 3 f f M ú M " | M J R R è 3 • J 3 M \$ M J F f f R • 3 M B M Y M è J M " 3 y \ f Q < « R 3 # M a è M environ 2000 décès prématurés 3 \ R M f • M — M è " M | J è | (è l e s M a s M e 3 D e l i m B o c i n e - s i l i c o s e attribuables. Cet impact mériterait radionucléides dans l'environnement, en Chine implique actuellement plus d'être évalué dans les situations de et l'évaluation de dose se fait au M à Y Y N Y Y Y M Q 3 R " | f \$ M è - M



	NO _x Grammes par GJ	COVNM Grammes par GJ	PM10 Grammes par GJ	PM2,5 Grammes par GJ
Charbons-Lignite	95-200	1,2-20	47	28
Bois	200	4,8	77,5	61
Fiouls lourds	170-190		20,4	8,4
Fioul domestique	100	2	4,1	1,7
Autres produits pétroliers	170		20,4	8,4
Gaz naturel et autres	42-75	1,5-2,5	0,9	0,9

Tableau 2. Émissions de polluants atmosphériques par source d'énergie carbonée.

La combustion de charbon est responsable de la majorité des émissions de particules secondaires et de nitrates, ainsi que de la majorité des accidents mortels.

Impact sanitaire du CO₂

La production de CO₂ constitue le facteur de risque commun à l'ensemble des énergies carbonées et contribue au changement climatique. Le réchauffement climatique a dès maintenant un impact sur l'évolution de la répartition d'espèces végétales nuisibles, certaines à l'origine d'allergies sévères (ambrosie), et de la prolifération de vecteurs de maladies tropicales comme la dengue, le paludisme, etc.

Émissions toxiques

La combustion des matières carbonées libère dans l'atmosphère des particules totales en suspension (TSP), de PM10 et PM2,5 (particules de diamètre inférieur à 10 ou 2,5 µm) et de carbone suie (BC).

Les émissions gazeuses comprennent les oxydes d'azote (NO_x) et les composés organiques volatils (COVNM), responsables de la formation d'ozone (O₃) par réaction photochimique.

Les émissions de particules sont en outre à l'origine d'un important contingent de particules atmosphériques par

la combustion de sulfates et de nitrates après réaction avec des ions NH₃ d'origine essentiellement rurale. Ces particules secondaires peuvent être considérées comme des indicateurs de pollution de l'air ambiant. Les particules secondaires peuvent également servir de support à des éléments primaires. Les principaux constituants de la phase gazeuse et particulaire ont un potentiel de danger, notamment le monoxyde de carbone, le mercure et le plomb, et sont considérés comme cancérigènes par certains métaux lourds et composés organiques.

Les émissions de particules sont en outre à l'origine d'un important contingent de particules atmosphériques par

la combustion de sulfates et de nitrates après réaction avec des ions NH₃ d'origine essentiellement rurale. Ces particules secondaires peuvent être considérées comme des indicateurs de pollution de l'air ambiant.

Impact sanitaire de la pollution atmosphérique

La pollution atmosphérique a un impact direct sur la santé humaine. Les particules fines (PM10 et PM2,5) sont responsables de la majorité des décès liés à la pollution de l'air.

Les particules fines sont responsables de la majorité des décès liés à la pollution de l'air. Les particules fines sont responsables de la majorité des décès liés à la pollution de l'air.

Les particules fines sont responsables de la majorité des décès liés à la pollution de l'air. Les particules fines sont responsables de la majorité des décès liés à la pollution de l'air.

	En prenant en compte la pollution atmosphérique	Fumées noires	8 ₂	3 ₂	4 ₃
Mortalité totale	- de la veille	â	â	â	â
	- des cinq jours précédents	â	â	â	nd
Mortalité cardio-vasculaire	- de la veille	â	â	â	â
	- des cinq jours précédents	â	â	â	nd
Mortalité respiratoire	- de la veille	â	â	â	â
	- des cinq jours précédents	â	â	â	nd

Tableau 3. Mortalité attribuable à la pollution atmosphérique.

>>>

L'indicateur le plus utilisé pour les études de type 2 à long terme, est le PM2,5 mis en corrélation avec les décès de faible et non cardiopulmonaires, cardiovasculaires et cardiopathies ischémiques. La validité de ces corrélations est des politiques de réduction des

J è M y \ J J " • 3 \ R M è • Q \ f y / | 3 { d F # M è B " R f 3 \$ R M è M È • f M f ' f • é v a n t u e l l e m e n t d u s à l ' i m p a c t d e s g è n e s é m i s d a n s l ' e n v i r o n n e m e n t H o m s - d e l a c o m b u s t i o n d e s s o u r c e s J c a n o n é s | e s t é v a l u é e i n d i r e c t e m e n t A | è R M 4 P Y M p o u r l e s P M 2 (5) . C a p a r t i r d e m o d é l i s a t i o n s . f y 3 Ñ { " Q R • M è f f \ 3 f M y e • \ J \ (3 f M M ' e s s e n t i e l l e d e l ' i m p a c t s a n i t a i r e e s t é f f \ 3 M è " 3 M y e | • 3 " J f M 3 y | 3 ' i P Y M y \ " | M J f M È • f M è 3 (" J ' i B \$ â M y \ " | M J f M È • f M / 3 Q 3 . \ | R M æ N t M f M R \ " - è " 3 M è D M • M J è R M | M • f M è 3 (" f M M J M J F \ | | M M ä M ú M P á N t o m p o u r o n p a r 1 0 µ g d e P M 2 , 5 o u y " - R • M • | M 3 f • 3 R (" f M M - è J " è • 3 \ R f M è R R " J J f M è • M B R Q | 3 M U D " F f M F ú M B B N D t M f y M " f M f | Q M | " f M f M Q • \ Q y \ f M \ | (è R 3 { " f M • \ 3 3 { " f \$ { " M J è M R M Q \ 3 Ñ M { " M y " M g l o b a l .

éventuellement dus à l'impact des gènes émis dans l'environnement des sources d'énergie carbonée indirectement à partir de modélisations. Hypothèses valides pour l'évaluation des conséquences sanitaires des différentes sources d'énergie carbonée

Pour la mortalité toutes causes, indicateur essentiel de l'impact sanitaire, le risque attribuable moyen pour un incrément de 10 µ (0 est

monaires, cardiaques et vasculaires, et cancer du poumon. Pour le cancer, une valeur centrale se situe à envi-

RL'essentiel de l'impact sanitaire est

Mortalité. Ces valeurs sont à l'origine des

Certains composants de la pollu-

en compte pour leur impact sanitaire

de décès dans le monde par l'OMS

et l'ozone, signent indiscutablement

Les aérosols primaires sont peu

de réactions chimiques interviennent dans l'at-

L'inhalation de particules atmosphériques de l'aérosol urbain est

atmosphère et aboutissent à la forma-

dépendent du territoire de dépôt

La fraction PM10 est associée avec une

est de nature physique ou associé à

estimer que les particules naturelles

provenant des embruns et de l'érosion ne sont pas impliquées, alors

La relation entre mortalité et

que les particules riches en carbone

sulfates et de nitrates.

où Δy est la baisse du nombre de

logarithme de la mortalité et la

logarithme de la mortalité et la

logarithme de la mortalité et la



- 1• P. Burgher et S. Hirschberg, "Comparative risk assessment of severe accidents in the energy sector", *Energy Policy*, (2014) S45-S56.
- 2• *Électricité nucléaire : Quels sont les coûts externes ?*, 7FUUTWY 3* & 4(*)
- 3• *Revue de l'énergie*, 525 (2001) 151.
- 4• Citepa, *Gaz à effet de serre et polluants atmosphériques. Bilan des émissions en France de 1990 à 2022* 7FUUTWY 8JHYJS I
- 5• C.A. Pope, "Health effects of particulate matter air pollution", EPA wood smoke webinar (July 28, 2011).
- 6• M. Pascal et al. nâ . RUFHYX IJ QcJJUTX nâ nâ chronique aux particules fines sur la mortalité en France continentale et analyse des gains de santé de plusieurs scénarios de réduction de la pollution FYRTXUM WNVZJâ} 8FSY UZGQNVZJ
- 7• ExternE-Pol Final technical Report, Rabl A Spandaro J coordinators, 2nd version Aug 2005
- 8• *New Elements for the Assessment of External Costs from Energy Technologies*. R. Friedrich (coordinator), Final Report to the European Commission (Septembre 2004).
- 9• I & 7FGQ JY / 8UFSIFWT nâ 1JX H Qc QJH *Revue de l'énergie*, 525 (2001) 151.
- 10• N. Starfelt et C.E. Wikdahl, Energy forum, "Economic analysis of various options in electricity generation - Taking into account health and environmental effects", Proceedings of Ecological Aspects of Electric Power Generation, Warsaw (Nov 14, 2001)
- 11• A. Markandya et P. Wilkinson, "Electricity Generation and Health", *The Lancet*, (2007) 979.



\R R•|è•3\R M RM' iß\$âM&M èRfM J M èfM
 F"RM |3f{" M | Jè•3'M ""\$M\ f | - M y\ |M
 "R M ³y\ f3•3\R M QJâM èM
 est ßM` M J R 4"" 0 P Y #M

* S X J R G Q J I J X R C a n a l e s e x p r o d u c t i o n 3 a F S S J X U J W I Z J 3 a F S S J X U J W		
* S * Z W T U J	2 070 000	420 000
- T W X I c * Z W T	170 000	70 000

a F • " M - 3 • | R - M " • 3 J 3 f M " R M 3
 f 3 \ R M f 3 Q y J 3 Ñ M | J 3 è R • M M C
 proportionnelle la concentration en
 PM2,5 à la perte d'années de vie, dans
 J è M (è Q Q M f M ³ y \ f 3 • 3 \ R f M " f " J J f # M

* S * Z W T U J		
* S * Z W T U J	2 070 000	420 000
- T W X I c * Z W T	170 000	70 000

Cette propriété, malgré les détermi-
 nants non linéaires qui la condi-
 • 3 \ R R R • \$ M y | Q • M M Ñ R 3 | M y \ R M • | Q f M F Ð • f M f è R e t r e s o n c a m o n d e s e m
 l'Europe une valeur générique de
 Y \$ ß Ñ D \ " | M M - 3 M y | " M y è | M ³ R \ M \ | • Q R • M J f M 3 Q y m e n t p e n d a n t è l ' i n t e r m i t t e n c e d e s
 • 3 \ R M M P N è R M ú M " R M ³ f M M L a m o n d e
 Une synthèse a été proposée pour
 J F R f Q J M M J F - " | y M f \ " Q 3 f M e s f M M y | - \ 3 | N % M R M A l e s d o m m a g e s à t e m p s e c o n s i d é r a b l e s
 retombées de production des énergies
 carbonées (tableau 4). Pour un total
 de 2,2 millions d'années perdues,
 avec une perte par cas évaluée à cinq
 è R f \$ M f M / 3 Ð | f M \ | | f y \ R R • M ú M
 R - 3 \ | R M á à Y Ñ Y Y M f M y | Q è " | f M
 pour l'année 1998.

2 T W Y F Q N Y N R U Z Y F G Q J F Z] S J W L N J X H F W G T S J X I c
 * J Y J W S * @ B

- 3 • | R - M ú M J E 3 R • | 3 " | M - 5 " R R R • 8 | # | W M M \$ M f • M • | f M J \
 ú M { " J { " f M ³ y • 3 \ R f M y | M # Q è R 3 | M f 3 (R 3 Ñ è • 3 - M
 é R e t r e s o n c a m o n d e s e m
 / \ 3 ³ M f M Q 3 ³ M R | (• 3 { è n f a m a B e D e u r P r o d u c t i o n , n o t a m -
 • 3 \ R M M P N è R M ú M " R M ³ f M M L a m o n d e
 de la production électrique en 2015
 " " J M { " M f \ 3 • M J M Q \ M F ³
 M e s f M M y | - \ 3 | N % M R M A l e s d o m m a g e s à t e m p s e c o n s i d é r a b l e s
 7300 années de vie perdues et
 situations accidentelles et du fonc-
 á à Y Ñ f M y | Q è " | f \$ M • f o n R e m e d i t J o n e a l , R d u M r i b u t s a n i -
 4 á à M ¥ Æ / 5 M á P N à Y Y M è f a i r e p a y é p a r l e s p r o f e s s i o n n e l s , e t
 dues et 8400 décès prématurés. M J " 3 M \ R • M f \ " Ð | M J M y
 charbon et le pétrole, responsables
 en Europe de centaines de milliers
 de décès par an, distancent de loin
 J f M è " • | f M Ñ J 3 | f N & M J M R
 f è R 3 • è 3 | f M è | è • | 3 f è R • M e r g e M r e o u v e l a b l e s s o n t l e s b o n s
 Ñ J 3 | f M M y | \ " • 3 \ R M F J R f (M M R f M M è M 3 f 3 y J 3 R N
 très claire, tant celui des énergies
 biomasse ont un niveau de nuisance
 3 R • | Q 3 è 3 | # N
 3 R • | Q 3 è 3 | # N
 Cet article est une version réduite de l'article
 \ 3 (3 R è J M G M) " • M f è R 3 • è 3 | M M
 \ J e R M e f f M 4 " | 3 \ R M | - 3 f M " M P æ
 paru sur le site de l'association Sauvons le
 é l i a t M w w . s a u v o n s l e m a t . o r g .

Conclusion

La hiérarchie générale des couts
 f è R 3 • è 3 | f M è | è • | 3 f è R • M e r g e M r e o u v e l a b l e s s o n t l e s b o n s
 Ñ J 3 | f M M y | \ " • 3 \ R M F J R f (M M R f M M è M 3 f 3 y J 3 R N
 très claire, tant celui des énergies
 biomasse ont un niveau de nuisance
 3 R • | Q 3 è 3 | # N
 3 R • | Q 3 è 3 | # N
 Cet article est une version réduite de l'article
 \ 3 (3 R è J M G M) " • M f è R 3 • è 3 | M M
 \ J e R M e f f M 4 " | 3 \ R M | - 3 f M " M P æ
 paru sur le site de l'association Sauvons le
 é l i a t M w w . s a u v o n s l e m a t . o r g .

* K K J Y X X F S N Y F N W J X
 des autres sources d'énergie
 En dehors des situations acciden-
 • J J f \$ M J F f f R • 3 J M f M Ð • f M a r b o n e s e s t p r o p o r t i o n n é p a r
 è f f \ 3 f M è " ³ M è " • | f M • y f M F R è y \ | M M ú M " ³ M f M è " • | f M Ñ J 3 | f # M M
 résulte de l'usage des énergies car-
 bonées au cours de la vie.
 La particularité essentielle propre
 è " ³ M ' 3 J 3 | f M \ J 3 R R M • M y / F • ³ y \ f 3 • 3 \ R M \ | | f y \ R
 - \ J • è : { " M • 3 R • M è " M ' è | è " M f è R 3 • è 3 | M
 { " M y | f R • R • M J f M Q • è " ³ M J \ " | f M
 nécessaires à leur mise en œuvre.

Charbon	Fioul	, F _	Nucléaire	Biomasse	ò T Q N J S 5 ;
122	150		9	77	6 12

Normalisation et comparaison des risques en matière de production d'électricité

Les résultats des synthèses euro-
 péennes et américaines ont permis de
 / 3 | è | / 3 f | M J f M Ñ J 3 | f M R M \ ' R • 3 \ R M
 des dommages attribués par TWh. Le
 | f " J • è • M y \ " | M J F - " | y \$ M ³ y | 3 Q M R M
 y | • f M F è R R f M M - 3 M 8 æ 9 \$ M f o n d e R e t r e s o n c a m o n d e s e m
 dans le tableau 5.

Tableau 5. Pertes d'années de vie par TWh après 2000, selon les différentes sources d'énergie en Europe.

Charbon	1 N L S P é t r o l e	, F _	Nucléaire	Biomasse	Hydro	ò T Q N
25	18	4	1	12	< 1	> 1

Tableau 6. Nombre de décès prématurés* attribués en Suède par TWh selon différentes sources d'énergie. * ExternE considère cinq années perdues en moyenne par décès prématuré).

a M Q Q M • | è - è 3 J \$ M Ð • " M R M > " M
 8 P Y 9 M • M è " M " \ ' è " Q < « R 3 M 8 P P 9 \$
 J f M f M y | Q è " • | f M y | \ y | f M e ³ M
 Q 3 f f 3 \ R f M M f M y è ' f N % M • è J è " ³ M J \ " | f M

Charbon	1 N L S N Y P é t r o l e	Biomasse	, F _	Nucléaire
20,5	18,4	4,6	2,8	0,05

Le magazine *Forbes* a par ailleurs
 publié en 2012 une évaluation qui, en
 décès prématurés, attribue par TWh
 F J • | 3 • M y | \ " 3 • M è " ³ M . • è • f < è R R R e t r e s o n c a m o n d e s e m
 15 au charbon, 36 au pétrole, 4 au gaz,
 24 à la biomasse, 0,4 au solaire, 0,15 à
 l'éolien, 1,4 à l'hydraulique et 0,09
 au nucléaire. Ces données sont com-
 parables à celles issues de l'étude

9 F G Q J F Z 3 T R G W J I J I H X U W R F Y Z W X U F W R F Q F I N J X F
 selon différentes sources d'énergie.

4 5 M a F 3 R 3 è " | M M | 3 f { " M " • 3 J 3 f M y \ | M | 3 | M J f M Ð • f M •
 des radiations ionisantes est le sievert (Sv). C'est une unité de dose, pondérée pour permettre
 J F è 3 • 3 - 3 • M f M \ f f # M M J M | 3 - M " M (| è " M 4 { " 3 M - è " • M P M D \ " J 0
 J F " R M y | \ y | M è " M | è \ R R Q R • M • M - è | 3 è R • M M P M ú M ß Y \$ M J F è " • |
 organes concernés.