

# **CHRONIQUES de L'ENVIRONNEMENT**

La nature est-elle bonne ?



**Chronique 12 : Le steak-frites est-il dangereux pour la santé ?**

**ROGER PAPP**

Professeur honoraire de l'Ecole Centrale de Paris

Conseil National des Experts en Environnement de l'Industrie Chimique

CNEEIC

2013

# L'ensemble des Chroniques

- Chronique 1 Le bon vieux temps ?
- Chronique 2 La Nature est- elle bonne ?
- Chronique 3 Les produits naturels sont-ils meilleurs pour la santé ?
- Chronique 4 La peur de l'Apocalypse
- Chronique 5 Histoires de Dioxines
- Chronique 6 Un trou sur l'Antarctique
- Chronique 7 Histoire de chenilles et autres histoires
- Chronique 8 La dictature des modèles
- Chronique 9 L'Homme va-t-il disparaître ?
- Chronique 10 Greenwashing
- Chronique 11 Le droit gazeux et le principe de précaution
- Chronique 12 Le steak-frites est-il dangereux pour la santé ?**
- Chronique 13 Au feu !!
- Chronique 14 Experts et contre-experts

**Liste des sigles utilisés**

**Table des unités utilisées**

Les opinions exprimées dans ces chroniques n'engagent que leur auteur

© CNEIIC, 2013 tous droits réservés



## Préface

**Roger Papp a achevé la rédaction de ces chroniques quelques mois avant son décès en janvier 2012. Co-fondateur du CNEEIC, ingénieur industriel de grande réputation doté également de compétences scientifiques, pédagogiques et humaines reconnues, l'enseignement qu'il a dispensé tant à l'Ecole Centrale de Paris qu'aux sessions de formation du CNEEIC a toujours été basé sur une approche scientifique et technique rigoureuse et exhaustive.**

**Dans cet ouvrage, il se livre à un exercice délicat et salutaire de passage au crible de la plupart des thématiques environnementales trop souvent sujettes à controverse : les produits bio, la foi absolue dans les modélisations, l'influence des perturbateurs endocriniens sur la fertilité humaine, le rôle et les limites de l'expertise pour n'en citer que quelques uns.**

**Avec une grande honnêteté intellectuelle, les articles scientifiques publiés sur chaque thème sont passés en revue, commentés, dans le souci de dépasser les présentations trop souvent schématiques des médias ou la recherche du sensationnel.**

**Il s'apprêtait à publier en 2012 ces chroniques dans un ouvrage qui aurait représenté sa pensée, son opinion, sa contribution d'une qualité scientifique inestimable au débat sur l'environnement. Nous remercions son neveu Stéphane Papp de nous avoir autorisés à publier ces chroniques car c'est un honneur pour le CNEICC de rendre ainsi hommage à la contribution majeure qu'il a apportée à nos travaux.**

**Mars 2013,**

**Pierre Jomier, Président du Conseil Scientifique,**

**Michel Monzain, Délégué Général**

**Jacques de Gerlache, Président du CNEEIC**

*« Il se fait en ce moment une religion de la nature (dans un sens qui est celui de Jean-Jacques Rousseau) et elle est aussi redoutable. »*

**Pierre - Gilles De Gennes, Prix Nobel de physique**

## Chronique 12 : Le steak-frites est-il dangereux pour la santé ?

*(Pour sourire un peu d'un sujet très sérieux !)*

En avril 2002, la Swedish National Food Administration donnait l'alarme : « *De l'acrylamide peut se former dans les aliments riches en amidon, pommes de terre frites, chips, pain, toasts, lors de procédés de cuisson tels que la friture, la cuisson à la poêle, le rôtissage, tous procédés utilisant des températures élevées.* »

Deux articles de la revue *Nature* (Mottram et al., 2002 et Stadler et al., 2002) expliquent la formation de ce produit toxique à partir des sucres et des acides aminés de la pomme de terre, par une réaction connue sous le nom de réaction de Maillard.

L'acrylamide, et son métabolite la glycidamide, ont été trouvés cancérogènes pour les animaux de laboratoire soumis à de fortes doses, mais les études épidémiologiques réalisées sur les personnels potentiellement exposés n'ont pas montré d'effets cancérogènes. « *Ces études n'ont pas révélé d'augmentation significative de mortalité pour une cause particulière, y compris des cancers spécifiques à ces sites, parmi les personnels exposés à l'acrylamide dans ces ateliers* » (EFSA, 2002). Il est classé en classe 2 en Europe. « *Plusieurs études sur la relation entre exposition à l'acrylamide par l'alimentation et cancer ont été publiées. Aucune n'a permis de mettre en évidence un lien entre exposition alimentaire à l'acrylamide et augmentation du taux de cancer du rein, du sein, de l'intestin et de la vessie.* » (AFSSA, 2008)

Cependant, l'Environmental Protection Agency des Etats-Unis fixe une dose journalière admissible (DJA) très faible. La Dose de Référence (RfD), dénomination pour l'EPA de la dose journalière admissible, est de 0,0002 milligramme par kilo de poids corporel et par jour (Base de données IRIS, 2008).

Et comme l'US-EPA classe la substance « *probablement cancérogène pour l'homme* », un excès de risque unitaire ERU de 4,5 par milligramme d'exposition par kilo de poids corporel et par jour est indiqué.

Le sujet a été pris très au sérieux en Europe, puisqu'un groupe d'experts, HEATOX, a été constitué en 2003 avec 24 participants de 14 pays !

Mais l'acrylamide n'est pas la seule substance toxique présente dans les pommes de terre frites... L'huile de friture surchauffée entraîne la formation d'acroléine, dont la dose de référence est de 0,0005 milligramme par kilo et par jour. Pour mémoire, il faut aussi signaler que la pomme de terre contient d'autres substances naturelles toxiques : la chaconine et la solanine sont des glycoalcaloïdes, des toxines développées par la plante pour se défendre contre les insectes. Ces toxines sont présentes dans les pommes de terre à la concentration

d'environ 75 milligrammes par kilo. Elles sont tératogènes et bioaccumulables. On en trouve dans les tissus de gros mangeurs de pommes de terre (Ames, 1990).

Le steak, quant à lui, même celui produit par l'agriculture biologique, peut contenir de nombreuses substances toxiques : des phytoestrogènes et des mycotoxines ; dont la nature et la quantité dépendent directement de la nourriture du bovin ; les céréales, en particulier le maïs, peuvent contenir des fumosinines, des zéaraléones, des aflatoxines, des ochratoxines, des trichotécènes, tous toxiques et soumis au Règlement européen n° 1831- 2003 du 19 décembre 2003. (Les aflatoxines sont cancérigènes et génotoxiques. Le JECF, Joint Expert Committee for Food, a estimé en 1999 que 1 mg d'aflatoxines par kilo de poids corporel et par jour augmente le risque de cancer du foie de 13 cas sur 100.000). Le fourrage n'est pas en reste ; le foin stocké trop humide développe les mêmes mycotoxines à l'exception de la fumosinine. Par chance, et contrairement au lait, la viande n'est pas le vecteur principal de la transmission de ces toxiques à l'homme... Mais les produits carnés contribuent pour 8% à l'apport de dioxines de 1,8 picogramme ITEQ par kilo et par jour de l'alimentation des Français. (AFSSA, 2005)

Mais c'est la cuisson du steak qui va apporter la plus grande contamination. La cuisson au barbecue, au bois ou au charbon de bois, représente une véritable usine à polluer. Les fumées contiennent des hydrocarbures polycycliques aromatiques (HAP), des dioxines et les nombreux polluants créés par la combustion des graisses : acroléine, acide acrylique, acrylamide... en particulier. La cuisson à la poêle, moins polluante, apporte néanmoins son lot de produits de dégradation des graisses. Ainsi les viandes grillées peuvent contenir entre 130 et 160 microgrammes de HAP, hydrocarbures aromatiques polycycliques par kilo, selon l'OMS (OMS- FAO, 2006). La cuisson des viandes entraîne aussi la formation d'amines aromatiques hétérocycliques, (AAH), par réaction de la créatine et de la créatinine avec les acides aminés libres, et ces substances, classées 2A ou 2B par le CIRC, c'est-à-dire cancérigènes probables ou possibles pour l'homme, sont soupçonnées de promouvoir certains cancers, en cas de consommation importante, plus de 500 g par semaine, de viande grillée ou rôtie. Certains experts, en particulier Denis Corpet, du laboratoire « Alimentation et cancer » de l'INRA Toulouse, mettent également en cause le fer héminique de la viande rouge, bien que rien ne soit prouvé chez l'homme.

Et si le steak est haché, il peut contribuer aux intoxications alimentaires : les steaks hachés représentent une des causes « sensibles » des intoxications alimentaires dues à *escherichia coli* ou autres bactéries pathogènes. (Institut de Veille Sanitaire, 2005) En particulier les bactéries productrices de shiga toxines, *Escherichia coli* entéro-hémorragiques (EHEC), qui touchent en particulier les jeunes enfants. Oublions les résidus de médicaments vétérinaires ou les antibiotiques qui peuvent être trouvés dans la viande : les contrôles montrent que seuls deux à trois pour cent des échantillons prélevés sont positifs... les contrôles des importations de Chine étaient souvent positifs, mais on n'importe plus de

viandes chinoises. Bernard Jégou s'inquiète des résidus d'hormones pouvant être présents dans les viandes américaines ou canadiennes, pays qui autorisent certaines hormones stéroïdes pour accélérer la croissance des bovins. « *On peut penser que ces substances ne sont pas totalement métabolisées et que l'on peut donc en trouver dans le muscle, les graisses ou le foie des bovins* », écrit-il dans *la fertilité est-elle en danger* (2009).

Le niveau de contamination des frites par l'acrylamide a fait l'objet de nombreuses recherches depuis 2002. L'Office Fédéral de la Santé Publique Suisse indique que les frites et les chips de pommes de terre contiendraient entre 1.500 et 2.000 microgrammes d'acrylamide par kilo. L'OMS en a trouvé entre 20 et 830 microgrammes par kilo avec une moyenne de 385 µg/ kg. Sur 29 échantillons, l'AFSSA a mesuré entre 138 et 2.480 µg/kg avec une moyenne de 786 µg/kg. Le Docteur Lecerf, de l'Institut Pasteur de Lille, région très concernée car comprenant de gros mangeurs de frites, a trouvé de 200 à 12.000 µg/kg dans les frites, et 170 à 3.700 µg/kg dans les chips. Ces gros écarts proviennent probablement du mode de préparation. L'EFSA, l'autorité européenne de sécurité de l'alimentation a reçu de nombreux échantillons de vingt pays européens et a trouvé dans les frites une moyenne de 350 µg/kg et un maximum de 2.668 ! (EFSA, 2010). C'est dire que le problème n'a pas été pris à la légère ! Après des années de recherches poussées, l'Office Fédéral de Santé Publique suisse a été en mesure de faire des recommandations sérieuses à ses administrés dont l'échantillon suivant : « *La cuisson des denrées alimentaires à température trop élevée peut engendrer la formation de nombreuses substances susceptibles de nuire à la santé, par ex. l'acrylamide, tout en détruisant de précieux nutriments. Les denrées alimentaires ne doivent donc pas être cuites trop longtemps ni à trop forte température : doré vaut mieux que charbonné.* » Sage conseil, d'ailleurs charbonné n'est pas bon au goût !

Manger des steak-frites comporterait donc des risques sérieux, si on se réfère à la dose journalière acceptable d'acrylamide de l'US EPA de 0,2 microgramme par kilo et par jour. On peut calculer combien un enfant de 20 kg de poids corporel peut consommer de frites chaque jour sans danger ;

$0,2 \times 20 = 4$  microgrammes d'acrylamide par jour qui sont contenus dans  $1.000 \times 4 / 786 = 5,2$  grammes de frites par jour, en admettant la concentration moyenne en acrylamide indiquée par l'AFSSA, mais ce chiffre de 5,2 est un maximum car il y a d'autres sources : le pain en particulier.

Un enfant aime les frites et les chips : il en consomme certainement plus de 5,2 grammes en moyenne par jour. Mais les risques seraient encore plus grands si les frites, sans doute cuites à l'huile trop chaude, malgré les recommandations suisses, contenaient les 12.000 microgrammes par kg relevés par l'Institut Pasteur de Lille. Peut-on sérieusement admettre un risque pareil pour la santé de nos enfants ?

L'AFSSA (2005), a calculé la dose d'exposition de la population française à l'acrylamide, compte tenu des nombreuses sources dans l'alimentation. Les adultes seraient exposés à une dose moyenne de 0,5 microgramme par kilo et par jour et les enfants à 1,25 µg/kg.j, **soit 6 fois plus** que la dose autorisée par l'Environmental Protection Agency des Etats-Unis... Ce résultat n'est guère surprenant si on relève que, outre les frites et les chips, les pommes de terre sautées contiennent entre 270 et 290 microgrammes d'acrylamide par kilo ! Mais on en trouve aussi dans le pain, 370 à 450 µg/kg. Les snacks salés à base de pomme de terre sont crédités de 428 µg/kg et les céréales du petit déjeuner entre 5 et 410 µg/kg. Mais le café détient le record : le café instantané contiendrait en moyenne 357 µg/kg et au maximum 1.047 ! Le café torréfié n'est pas en reste : 248 µg.kg en moyenne et 948 en maximum. L'EFSA, qui publie ces résultats explique que réduire ces teneurs est possible en torréfiant davantage mais qu'alors on produit plus de furanes, toxiques encore plus dangereux... Quand on sait en outre que le café contient des substances cancérigènes telles que l'acide caféique, du catéchol, de l'hydroquinone, du furfural, des alcaloïdes comme la caféine, voire des mycotoxines comme l'ochratoxine A, et que la torréfaction ajoute du benzo-a-anthracène et des furanes, on peut en déduire que le café, comme les frites, n'est pas bon pour la santé... Aux dernières nouvelles il affecterait aussi la fertilité des hommes !

### **Calculons le risque pour la santé de manger des frites**

Si l'on admet le risque cancérigène calculé par l'US EPA, la dose de 0,2 µg/kg/j entraîne un excès de risque individuel de  $4,5 \times 0,2 \times 10^{-3} = 0,9 \times 10^{-3}$  **soit un risque quasi comparable à celui du fumeur !** Qui peut croire que le fait de manger des frites soit si dangereux ? Où est l'erreur ?

Cette rapide mais sérieuse analyse des risques permet de classer le steak frites parmi les sujets de santé préoccupants, qui, suivant le principe de précaution, inscrit dans la Constitution Française, devraient entraîner des études complémentaires, à commencer par une révision de la dose journalière acceptable... qui pourrait faire disparaître le problème. Même le risque cancérigène est mis en doute : l'Office Fédéral Suisse de Santé Publique écrit : « *Il faut noter que si l'acrylamide est classé comme substance probablement cancérigène pour l'homme; des études sur les ouvriers exposés à l'acrylamide de manière chronique n'ont pas pu mettre en évidence une augmentation des cancers.* » Finalement, manger des frites n'est peut-être pas aussi dangereux !

La Suède, qui est à l'origine de la découverte, et la France, pays d'invention de la recette, auraient demandé à la Commission Européenne de faire établir une note BREF, ou Document de Référence pour les Meilleures Techniques Disponibles, pour la préparation des frites et des chips à partir de pommes de terre, mais cette nouvelle n'est pas confirmée par les sources officielles. D'ailleurs, il faudrait aussi

une BREF pour la fabrication du pain, des biscuits, des crackers, des toasts, des céréales du petit déjeuner, du café en poudre ! On peut rêver d'une époque où les directives européennes ressembleraient à des recettes de cuisine...

Mais une autre piste de réflexion doit également être explorée ; les pays gros mangeurs de frites ont constitué une commission d'Experts Toxicologues pour réviser la dose de référence, dose journalière admissible, pour l'acrylamide. La RfD, Reference Dose, de l'Environmental Protection Agency des Etats-Unis, source privilégiée par la Direction Générale de la Santé, en France pour l'établissement de l'étude d'impact (volet santé), pourrait en effet se révéler trop conservatrice. Il faut rappeler que les doses constatées sans effet sur la santé des animaux de laboratoire sont ensuite divisées par des coefficients dits « d'incertitude » qui sont de l'ordre de 5.000, mais qui peuvent aller jusqu'à 1 million ! Très récemment une association de toxicologues européens a demandé que ces coefficients soient beaucoup plus limités...

Cette histoire de frites révélée par la revue *Nature* jette un doute sérieux sur la validité des bases utilisées dans les analyses de risques pour la santé, à l'origine de nombreuses interdictions ! Faute d'une révision sans doute très justifiée de la dose acceptable, comment pourrait-on admettre que cette dose soit dépassée de 600% pour nos enfants, par le simple fait de manger des frites !

oooooooooooooooooooo

## **Références de la Chronique 12 : Le steak-frites est-il dangereux pour la santé ?**

AFSSA (2005) Point d'information sur l'acrylamide n° 3, 13 mai 2005

AFSSA (2005) Dioxines, furanes et PCB de type dioxine. Evaluation de l'exposition de la population française. Nov 2005

Ames B.N. (1990) Nature's chemicals and synthetic chemicals. A comparative toxicology. Proceedings Nat. Acad.Sciences USA, Vol 87- 7782-7786

EFSA (2002) Opinion of the Scientific Committee on Food on new findings regarding the presence of acrylamide in food. SCF/CS/CNTM/CONT/4 final

EFSA (2010) European Food Safety Authority. Results on acrylamide levels in food for monitoring year 2008 EFSA Journal 2010, 8, (5), 1599

Environmental Protection Agency (2008) Banque de données IRIS

Institut de Veille Sanitaire (2002) Zoonoses alimentaires pour l'année 2000 N°7

Jégou B. Jouannet P, A. Spira (2009) La fertilité est-elle en danger ? La Découverte  
Lecerf J.M. Conférences de l'Institut Pasteur de Lille Avril 2008-

Mottram et al. (2002) Acrylamide is formed in the Maillard reaction. Nature 419 (3) 448-449

Office Fédéral de la Santé Publique (2002) A propos de l'acrylamide OFSP CH 3003 Berne

OMS-FAO (2006) Contamination des denrées alimentaires par les HAP La Haye 24-28 avril 2006

Stadler et al. (2002) Nature 419 (3) 449-450

## Liste des sigles utilisés dans ce document

**ADEME** Agence de l'Environnement et de la maîtrise de l'énergie

**AESN** Agence de l'eau Seine Normandie

**AFSSA** Agence française de sécurité sanitaire des aliments

**AFSSAPS**, Agence Française de Sécurité Sanitaire des Produits de Santé

**AFSSET** Agence française de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail,

**AIRPARIF** Organisme de surveillance de la qualité de l'air en Ile de France

**ANSES** Agence Nationale de sécurité sanitaire, alimentation, environnement, travail (ex AFSSA, AFSSET)

**ARET** Association pour la recherche en toxicologie

**ATSDR** Agency for Toxic Substances and Diseases Registry (Edite la base de données toxicologiques du Ministère Fédéral de la Santé des Etats Unis)

**CEA** Commissariat à l'énergie atomique

**CEMAGREF** Institut de recherche en sciences et technologies pour l'environnement

**CERN** Organisation Européenne pour la Recherche Nucléaire

**CIRC** Centre International de Recherches sur le cancer (OMS/ONU)

**CITEPA** Centre Interprofessionnel d'Etudes de la Pollution Atmosphérique

**CNAM** Conservatoire National des Arts et Métiers

**CNRS** Centre National de la Recherche Scientifique

**CRIIRAD** Commission de recherche et d'information indépendantes sur la radioactivité

**CSTEE** Comité Scientifique sur la Toxicité, l'Ecotoxicité, et l'environnement de L'Union Européenne

**DL 50** Dose létale pour 50% des sujets exposés

**EAWAG** Institut suisse des sciences et des technologies de l'eau

**ECB** European Chemical Bureau de l'Union Européenne (Ispra, Italie)

**ECHA** European Chemicals Agency . Agence Européenne des Produits Chimiques. (Helsinki Finlande)

**EDEN** Endocrine Disruption research (Europe)

**EFSA** Autorité européenne de sécurité des aliments. (European Food Safety Authority)

**ENPC** Ecole Nationale Supérieure des Ponts et Chaussées

**FAO** (Nations Unies) Food and Agriculture Organisation

**FDA** Food and Drug Administration (Etats Unis) Agence de l'alimentation et des produits de santé

**GIEC** Groupe Intergouvernemental d'Experts sur l'Evolution du Climat

**HAP** Hydrocarbures aromatiques polycycliques

**IAEA** International Atomic Energy Agency (Agence Internationale pour l'Energie Atomique)

**IARC** International Agency for Research on cancer (CIRC)

**IFPRI** International Food Policy Research Institute

**IFREMER** Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer

**INED** Institut National d'Etudes Démographiques

**INERIS** Institut National de l'environnement Industriel et des Risques

**INRA** Institut National de Recherches Agronomiques

**INRS** Institut National de la Recherche Scientifique

**INSEE** Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques

**INSERM** Institut National de la Santé et de la Recherche Médicale

**InVS** Institut de Veille Sanitaire

**IPCC** Intergovernmental Panel on Climate Change

**IPCS** International Programme of Chemical Safety (UNEP/WHO)

**IPIECA** The International Petroleum Industry Environmental Conservation Association

**IRD** Institut de Recherche pour le développement

**IRIS** Integrated Risk information System (base de données toxicologiques de l'US EPA)

**IRSN** Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire

**IUPAC** International Union of Pure and Applied Chemistry

**JECFA** "Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives" désigne le comité international mixte FAO/OMS d'experts sur les additifs alimentaires.

**JRC** Joint Research Centre de l'Union Européenne (ECB, Ispra, Italie)

**LOAEL** lowest observed adverse effect level. Niveau le plus faible d'observation d'un effet adverse.

**NIH** National Institutes of Health des Etats-Unis.

**NOAEL** No Observed Adverse Effect Level. Niveau sans effet observé

**NOEC** Non Observed Effect Concentration. Concentration sans effet observé

**NRC** National Research Council (USA) Organisme de Recherches pour la National Academy of Sciences, la National Academy of Engineering et l'Institute of Medicine. Il existe aussi un NRC Canada

**NTP** National Toxicology Programme (Ministère de la Santé des Etats-Unis)

**OCDE** Organisation de coopération et de développement économique.

**ODP** Ozone depletion potential. Potentiel de destruction d'ozone.

**OFEG** Office Fédéral suisse des eaux et de la géologie.

**OMS** Organisation Mondiale de la Santé (ONU)

**ONEMA** Office National de l'Eau et des milieux aquatique

**PBL** Netherlands Environmental Assessment Agency

**PCB** Polychlorobiphényles

**PNEC** Predicted No Effect Concentration. Concentration au dessous de laquelle aucun effet adverse n'est anticipé.

**PNUE ou UNEP** Programme des Nations Unies pour l'Environnement (United Nations Environmental Programme)

**PRG** Pouvoir de réchauffement global

**RAIS** Risk Assessment Information System, du Oak Ridge National Laboratory (USA)

**RASFF** The EU Rapid Alert System for Food and Feed

**RAPEX** EU rapid alert system for all dangerous consumer products, except food

**RDA** Recommended Dietary Allowance, (USA) publiées par le US National Research Council, (NRC) Food and Nutrition Board

**RIVM** National Institute for Public Health and the Environment (Pays-Bas)

**TNO** Organization for Applied Scientific Research (Pays-Bas)

**UFIP** Union Française des Industries Pétrolières

**UNEP** United Nations Environment Programme. Programme des Nations Unies pour l'Environnement

**US-EPA** Environmental Protection Agency des Etats-Unis

**WCRF** World Cancer Research Fund. Fond Mondial de recherches contre le cancer.

**WHO** World Health Organisation : Organisation Mondiale de la Santé (OMS)

**WMO** World Meteorological Organisation (Organisation météorologique mondiale ONU)

oooooooooooooooooooooooooooo

## Unités de masse utilisées

Unités de masse (moins de 1 gramme)			
1 milligramme	mg	$10^{-3}$ mme gra	0,001 gramme
1 microgramme	$\mu$ g	$10^{-6}$ mme gra	0,000001 gramme
1 nanogramme	ng	$10^{-9}$ mme gra	0,000000001 gramme
1 picogramme	pg	$10^{-12}$ mme gra	0,000000000001 gramme
1 femtogramme	fg	$10^{-15}$ mme gra	0,000000000000001gramme

Unités de masse (plus de 1 kilogramme)			
1 tonne	t	$10^3$ kilogrammes	1000 kg
1 kilotonne	Kt	$10^6$ kilogrammes	1000000 kg
1 mégatonne	Mt	$10^9$ kilogrammes	1000000000 kg
1 gigatonne	Gt	$10^{12}$ kilogrammes	1000000000000 kg
1 tératonne	Tt	$10^{15}$ kilogrammes	1000000000000000 kg