

AFSCET

Res-Systemica

Revue Française de Systémique

Fondée par Evelyne Andreewsky

Volume 26, printemps 2024

Les systémiques de l'eau

Res-Systemica, volume 26, article 01

L'impossible dépollution bio-physico-chimique de l'eau
Une méta-méta analyse utilisant un outil d'intelligence artificielle

Pierre Bricage

44 pages

contribution reçue le 11 mai 2024



Creative Commons

L'IMPOSSIBLE DÉPOLLUTION BIO-PHYSICO-CHIMIQUE DE L'EAU. UNE MÉTA-MÉTA-ANALYSE utilisant un outil d'intelligence artificielle.

Pierre BRICAGE

<http://afscet.asso.fr/pagesperso/Bricage.html>

<http://iascys.org/pb/bplASCYSpaGEFR.pdf>

<http://armsada.eu>

résumé et mots clés

Solvant support des métabolismes des formes de vie terrestres, les seules que nous connaissons aujourd'hui, l'**EAU**, ***polluée en métaux lourds et en éléments radioactifs***, est devenue géno-toxique, l'eau, ***polluée en perturbateurs endocriniens, polluée en substances médicamenteuses*** à actions pharmacodynamiques, est devenue physio-toxique, l'eau, ***polluée en micro-plastiques, polluée en produits chimiques alkylés perfluorés et polyfluorés*** est devenue éco-toxique.

L'eau douce est, aujourd'hui, dans l'état actuel de la technologie, irrémédiablement et définitivement ***polluée par les activités anthropiques***. Pour combien de temps, et pour qui, sera-t-elle encore potable sans dégât physiologique à plus ou moins court terme ?

THE IMPOSSIBLE BIO-PHYSICO-CHEMICAL DECONTAMINATION OF WATER. A DATA META-META-ANALYSIS USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE.

Pierre BRICAGE

<http://iascys.org/pb/bplASCYSpaGEN.pdf>

<http://armsada.eu>

<http://afscet.asso.fr/pagesperso/Bricage.html>

abstract and keywords

WATER, the solvent that does support the metabolisms of every terrestrial life forms, the only living ones we know today, water is ***polluted with heavy metals and radioactive elements*** and has become geno-toxic, water is ***polluted with endocrine disruptors and drugs***, and has become physio-toxic, water is ***polluted with micro-plastics and PerFluorinated and polyfluorinated Alkyl Substances (PFAS)***, and has become eco-toxic.

Today, in the current state of technology, fresh water is irremediably and permanently polluted by human activities. For how long, and for whom, will tap water still be drinkable without physiological damage in the short term?

LA IMPOSIBLE LIMPIEZA BIO-FÍSICA-QUÍMICA DEL AGUA. Un meta-meta-análisis de datos usando inteligencia artificial.

Pierre BRICAGE

<http://iascys.org/pb/BricagePierreIASCYSbio.pdf>

<http://armsada.eu>

<http://afscet.asso.fr/pagesperso/Bricage.html>

resumen y palabras claves

Disolvente que apoya los metabolismos de las formas de vida terrestres, las únicas que conocemos hoy, el **AGUA**, ***contaminada con metales pesados y elementos radiactivos***, se ha convertido en genotóxico, el agua, ***contaminada con disruptores endocrinos, contaminada con sustancias medicamentosas de acción farmacodinámica***, se ha convertido en fisio-tóxico, el agua, ***contaminada con micro-plásticos, contaminada con productos químicos alquilados perfluorados y polifluorados***, se ha convertido en ecotóxica.

El agua dulce está, hoy, en el estado actual de la tecnología, ***irremediablemente y permanentemente contaminada por las actividades antropogénicas***.

¿Por cuánto tiempo, y para quién, seguirá siendo potable sin daño fisiológico a más o menos corto plazo?

DIE UNMÖGLICHE BIO-PHYSIKALISCH-CHEMISCHE DEKONTAMINATION VON WASSER. Eine Meta-Meta-Analyse mit künstlicher Intelligenz.

Pierre BRICAGE

<http://iascys.org/pb/BricagePierreIASCYSbio.pdf>

<http://afscet.asso.fr/pagesperso/Bricage.html>

<http://armsada.eu>

Zusammenfassung und Schlüsselwörter

WASSER, das Lösungsmittel, das den Metabolismus aller irdischen Lebensformen unterstützt, die einzigen, die wir heute kennen, Wasser ist **mit Schwermetallen und radioaktiven Elementen verschmutzt** und genotoxisch geworden, Wasser ist **mit endokrinen Disruptoren und Drogen mit pharmakodynamischen Wirkstoffen verunreinigt**, und physiotoxisch geworden, Wasser ist **mit Mikroplastik und Perfluorierten und polyfluorierten AlkylSubstanzen (PFAS) verschmutzt** und ökotoxisch geworden.

Heute, nach dem heutigen Stand der Technik, ist Süßwasser unwiderruflich und dauerhaft durch menschliche anthropogene Aktivitäten verschmutzt. Wie lange und für wen wird Leitungswasser kurzfristig noch ohne physiologische Schäden trinkbar sein?

水的不可能生物物理化学去污。 利用人工智能进行数据元分析。

Pierre BRICAGE

<http://iascys.org/pb/BricagePierreIASCYSbio.pdf>

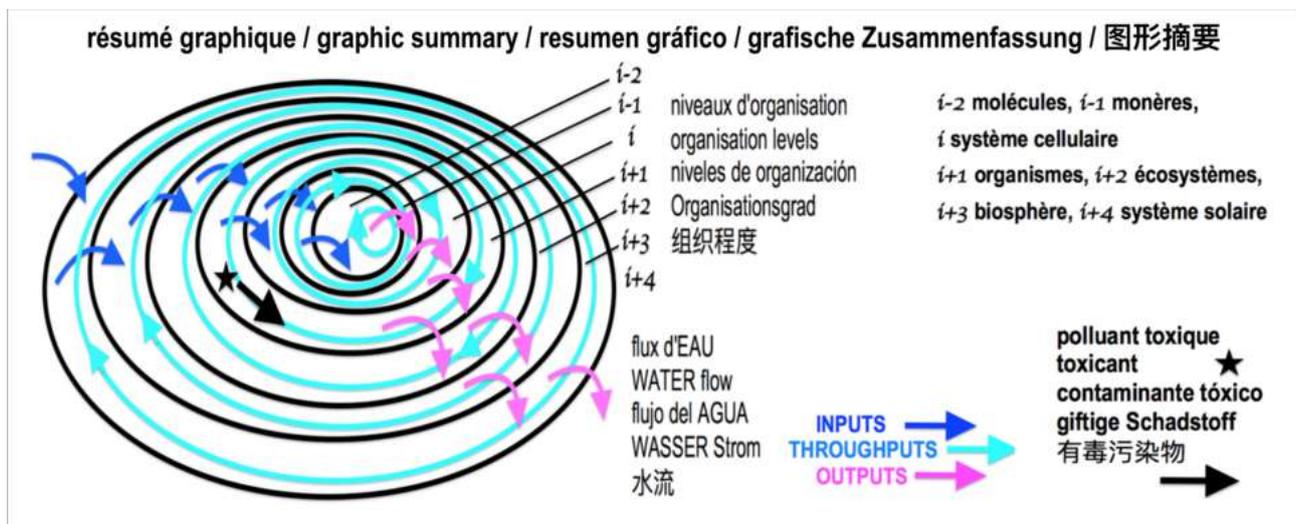
<http://afscet.asso.fr/pagesperso/Bricage.html>

<http://armsada.eu>

摘要和关键字 (人工智能软件翻译)

水，溶剂支持陆地生命形式的新陈代谢，我们今天所知道的唯一的一种是，被重金属和放射性元素污染的水，已经变成了遗传毒性，水，被内分泌干扰物污染，水，被微塑料污染，被全氟烷基和多氟化学物质污染，已经变成了生态毒性。

今天，淡水处于目前的技术状态，不可补救和永久地受到人类活动的污染。对于多长时间，对谁来说，短期内还能不会有生理损害饮用吗？



Pour citer ce travail : Bricage P. (2024) L'impossible dépollution bio-physico-chimique de l'eau. Une méta-méta-analyse utilisant un outil d'intelligence artificielle. Les systémiques de l'eau. Journées AFSCET, Andé, 44 p., CC-License, http://afscet.asso.fr/Ande24/pbAnde2024eauPollution_O.pdf

Introduction

L'**anthropocène**¹ est caractérisable par l'émergence dans la biosphère terrestre d'un nouvel acteur très grand modificateur de **l'espace-temps-action de survie** (ou **éco-exo-tope**²), l'espèce humaine. Son activité bio-physico-chimique de prélèvement entraîne à la fois une diminution, qualitative et quantitative, des ressources disponibles et une augmentation, qualitative et quantitative, de déchets, toxiques pour la durabilité des écosystèmes, sauvages³ et anthropiques. Et dont les effets sont néfastes, directement ou indirectement⁴, à la survie de l'homme lui-même⁵ (Hallam et al. 1983a, 1983b, Bricage 2009a, 2009b, 2009c, 2009d).

Les **toxiques**, qui s'accumulent dans l'air, les sols et les organismes vivants, tôt ou tard, s'accumulent dans l'eau, qu'elle soit physiquement libre, liquide, solide ou gazeuse, ou fixée, constitutive des systèmes vivants. **Pris dans le cycle de l'eau** ces toxiques affectent tous les organismes vivants de la biosphère terrestre **prisonniers du cycle de l'eau**. Tant qu'ils sont actifs (déchets radioactifs) ou qu'ils ne sont pas dégradés (PFAS) ou séquestrés (métaux lourds), **ils "circulent" dans les réseaux alimentaires du vivant**. Ainsi, en 2004, un anti-inflammatoire le diclofénac, administré à des vaches au Pakistan, a entraîné le déclin des populations de trois espèces de vautours, **"recycleurs"** qui se nourrissaient de leurs carcasses.

SEULEMENT 2,5% de l'eau terrestre est de l'eau douce, ET plus des 2/3 en sont indisponibles car sous forme de glace et presque 1/3 est de l'eau constitutive des sols ; il reste **moins de 1% d'eau douce et liquide disponible, dont 0,26%** est de l'eau constitutive des organismes vivants, **qui y concentrent les principes actifs solubles**. Près de 60% du corps d'un homme adulte est constitué d'eau (soit 42 litres pour une personne de 70 kilogramme⁶). Un humain ne peut survivre plus de 3 jours sans eau potable.⁷

Quelles sont les conséquences⁸ de ces accumulations ? Peut-on les éviter ? Peut-on y remédier ?

Qu'en est-il des eaux de boisson ? Des concentrations infimes de polluants, plus ou moins toxiques, peuvent-elles avoir des effets sur la santé humaine ? A ne considérer que l'eau du robinet le risque est-il négligeable ? Que représentent les quantités cumulées sur une durée de vie ?

Était-il bien raisonnable de faire des essais nucléaires dans notre atmosphère et de rejeter nos produits toxiques, nos déchets radioactifs ou nos déchets plastiques dans l'eau des océans ?

1. MATÉRIELS ET MÉTHODES

Plusieurs banques de données, différentes et complémentaires, et plusieurs outils logiciels d'analyse bibliographique, différents et complémentaires, ont été mis en œuvre (figure 1).

1A. Une base de données consensuelle et une recherche par mots clés.

Tout abonné numérique à la revue Pour La Science⁹ peut télécharger sur son micro-ordinateur personnel la base de données des **fichiers pdf** des n° disponibles en ligne de la revue. L'intérêt des articles de cette base de données est que chacun est **à la fois une méta-analyse et un consensus scientifique** au moment de sa publication (figure 1a). En outre, l'ensemble, **pluridisciplinaire**, n'est pas limitatif d'un type de sujet étudié. Ce qui permet **une approche holistique, systémique**.

1 Le terme **anthropocène** est utilisé par tous ceux qui veulent décrire les impacts des activités humaines dans la biosphère.

2 **écoexotope** du grec **tope** : espace-temps-action, **exo** : externe, **éco** : d'habitation (Bricage 2002a, 2005d)

3 On trouve du **mercure** dans les neiges printanières, puis dans les glaces, des écosystèmes polaires (Ebinghaus et al. 2004).

4 La pollution chronique au **plomb**, même à très faibles doses, altère la capacité d'apprentissage des abeilles (Julienne 2024), dont dépend leur activité de butinage (Bellin 2021) et donc la pollinisation des plantes légumières et fruitières.

5 Certains **pesticides** ou **perturbateurs endocriniens** augmentent le risque d'apparition de l'autisme en altérant l'expression de certains gènes du développement. **« Les effets négatifs des perturbateurs endocriniens sur les capacités cognitives et les comportements ne font plus de doute. »** (Demeneix 2013, 2018) <https://phyma.mnhn.fr/fr/annuaire/barbara-demeneix-6814>

6 Chez la femme la proportion de réserve graisseuse est plus importante, ce taux est de 55%. Chez le bébé il est de 78%.

7 Chaque jour le corps humain élimine en moyenne 2,4 litres d'eau, à travers la respiration, la sudation, et l'excrétion rénale et intestinale, volume qu'il faut remplacer en mangeant (eau constitutive des aliments) et en buvant (eau douce potable).

8 Aux États-Unis, les autorités sanitaires recensaient 1 enfant autiste sur 5000, en 1975, et 1 sur 50 en 2020, soit **100 fois plus**.

9 La revue **Pour La Science** est à la fois une sélection et une traduction en français d'articles originaux de la revue Scientific American, et avec en plus un complément d'articles de chercheurs français et européens.

Tous les aspects, biologiques, physiques, chimiques, mathématiques, écologiques, sociologiques, médicaux, linguistiques, éthiques, économiques et politiques peuvent être abordés.

Cette base de données permet la mise en œuvre d'une **recherche scientifique, systémique, trans-disciplinaire**. En effet, les domaines de **“méta-connaissance”** affichant le plus grand nombre d'énoncés, consensuels ou/et perçus comme relevant du bon sens, y sont les sciences de la nature et de la vie, pour la mise en évidence des pollutions et de leurs effets, et la technologie bio-physico-chimique, pour la mise en œuvre de remédiations actuelles et la recherche de remédiations futures.

L'**enquête-(re)découverte** peut s'effectuer par recherche, dans les titres et les textes des articles, des **mots clés du résumé** en utilisant un **outil logiciel intégré au système** (comme **spotlight** pour MacOS) ou/et un logiciel indépendant (comme **EasyFind** de Devontechnologies, pour MacOS). Les exigences propres à la méthode scientifique d'enquête-(re)découverte (Bricage 2008a) offrent un point d'appui pour trouver ce sur quoi il est possible de s'accorder, compte tenu **des faits “avérés”** d'observations, d'expérimentations et de modélisations. On réalise ainsi une méta-analyse des méta-analyses (figure 1c).

1B. Un multi-dialogue avec le logiciel ChatGPT (figure 1d).

Les neurones artificiels ou/et les logiciels d'apprentissage “intelligent” sont construits sur le modèle de la méta-analyse (figure 1b), même si ce sont des « boîtes noires » dont on ignore tout des pondérations et des fonctions de combinaison utilisées, leur efficacité n'est plus à mettre en doute (Cohen 2024).

Les logiciels de Modèles Massifs de Langue¹⁰ (Wolf & Fourrier 2024), comme **ChatGPT** (Sagot & Bawden 2024), élaborés par les entreprises, sont **des outils bureautiques de recherche d'informations contextuelles** (Romac et al. 2024), qui sont capables de répondre à un “prompt”¹¹, encore faut-il que ce texte soit précis quant à aux mots clés et au contexte pour valider une méta-analyse (Mineault 2024).

L'avantage de ce type d'outil est qu'il fournit une réponse élaborée à l'échelle de temps de la seconde. Mais l'inconvénient est que le libellé d'une question doit être très précis et pertinent, ce qui impose **de construire et reconstruire le questionnement étape par étape**. Un grand nombre de questions (**Q**) peut être nécessaire pour que la réponse logicielle (**R**) sorte du domaine des **“précautions sémantiques”**. L'échelle temporelle d'une question précise et d'une réponse fouillée et appropriée est celle de l'heure.

1C. Consolidation bibliographique (figure 1e).

Afin de consolider les résultats précédents¹², et compte tenu du fait que les agents¹³ de recherche, à défaut de disposer aujourd'hui du « sens commun » (Lecunn & Pajot 2024), ne partagent pas le même « bon sens » (Whiting 2024) que l'homme, l'étape précédente est complétée par une recherche logicielle supplémentaire en utilisant **OpenMind**, l'intelligence artificielle de **Google**, sur l'ensemble des informations disponibles en ligne, avec un navigateur (comme **Firefox**, logiciel libre de **Mozilla**), pour re-trouver les sources d'information évoquées précédemment, ce **à la fois à partir de textes (mots clés, titres) et d'images** issus des sources trouvées précédemment, et éventuellement en trouver de nouvelles. Ce qui permet de fouiller d'autres ensembles de données en utilisant une expertise humaine (Pajot 2024) et d'améliorer ainsi la fiabilité des prompts et des réponses produites (Sagot & Bawden 2024), donc la méta-(méta-analyse) (figure 1).

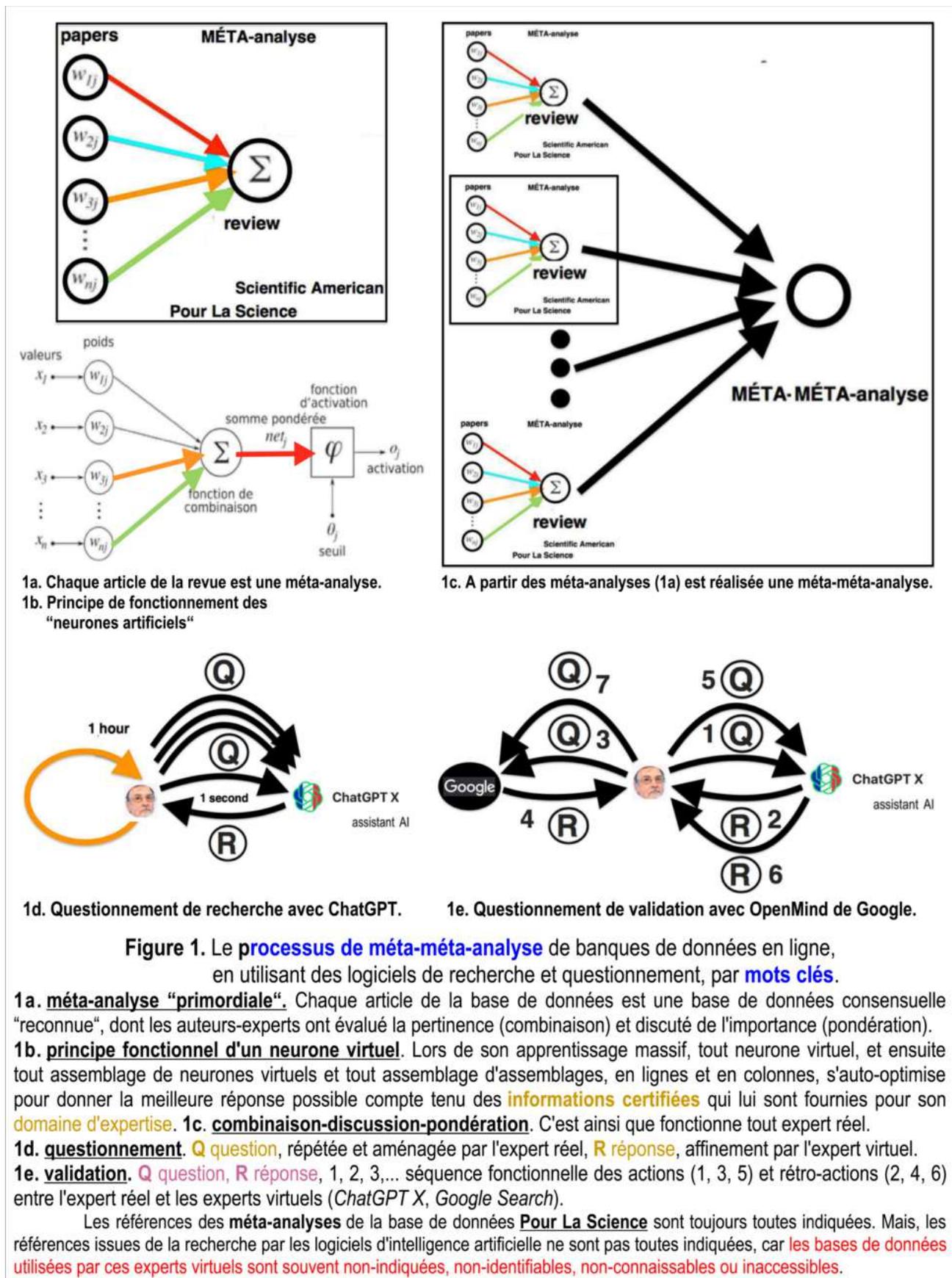
Tous les domaines de la connaissance ne peuvent être fouillés par une intelligence humaine. Seules les bases de données par lesquelles, et pour lesquelles, elle a été entraînée peuvent être fouillées par une intelligence artificielle. Les résultats obtenus ne sont donc que la partie émergée d'un très vaste iceberg relatif à **la production, l'accumulation et la remédiation** de la pollution anthropique de l'eau terrestre.

10 Modèle Massif de Langue, ou de Langage, ou LLM, ou **agents conversationnels** ou **chatbots** (Soulier & Bourgeois 2024)

11 Un **prompt** est un texte fourni en entrée à un modèle de langage permettant d'attribuer un contexte pour la génération de texte.

12 Parfois les modèles de langage passent à côté d'informations qui sont du domaine du bon sens ou de l'évidence car ils sont entraînés à générer *“statistiquement”* du texte sans jamais avoir accès à la signification physique réelle de leur seul monde virtuel et ils font parfois des erreurs d'appréciation relative de l'importance des faits ou des oublis, si leur base de connaissance est limitée ou hors du domaine de questionnement (Romac et al. 2024).

13 Un **agent** est toute entité, réelle (homme) ou virtuelle (“machine” logicielle), qui peut percevoir son environnement (réel ou/et virtuel) par des capteurs (d'informations) et peut agir, en retour, sur cet environnement par des effecteurs.



2. RÉSULTATS

L'ensemble des résultats obtenus n'est pas présenté de façon exhaustive, seuls quelques études de cas, les exemples plus "parlants", sont détaillé(e)s (tableau 1). Mais, **tou(te)s proviennent d'un consensus scientifique**, de publications d'experts internationalement reconnus des domaines considérés.

Dans ce qui suit, tous les exemples présentés de "dialogues" avec ChatGPT¹⁴ (Questions-Réponses) seront indiqués **en caractères marrons en italique**.

Tableau 1. LA DIVERSITÉ ET L'ÉNORMITÉ DES CONCENTRATIONS DES POLLUANTS DANS L'EAU.

Quelques exemples de pollutions issues du système de nutrition actuel de l'espèce humaine.

La pollution de l'eau par les engrais azotés.

La pollution de l'eau par les excréments azotés.

La pollution de l'eau par les herbicides et fongicides.

L'utilisation du glyphosate.

L'utilisation du dicamba.

L'utilisation des fongicides de type SDHI.

La pollution de l'eau par les insecticides.

La contamination au chlordécone pour des générations.

Les insecticides toxiques pour l'homme.

La pollution de l'eau par les pesticides.

Quelques exemples de pollutions issues du système de santé actuel de l'espèce humaine.

La pollution de l'eau par la sur-utilisation et la mal-utilisation des antibiotiques.

La pollution de l'eau par la sur-utilisation des oestrogènes.

La pollution de l'eau par les médicaments et autres substances thérapeutiques.

Quelques pollutions issues du système économique industriel léguées aux générations futures.

La pollution de l'eau par les perturbateurs endocriniens.

La pollution de l'eau par les substances alkylées fluorées.

La pollution de l'eau par les plastiques.

La pollution de l'eau par les métaux lourds.

La pollution de l'eau par les déchets radioactifs industriels.

Les méta-analyses de la base de données Pour La Science sont indiquées. Les travaux de références issus de la recherche par les logiciels d'intelligence artificielle ne le sont pas tous, les bases de données utilisées n'étant pas connues ou accessibles.

L'objectif n'est pas de présenter les plus récentes communications scientifiques sur des sujets de "pointe", mais de répertorier les consensus scientifiques indiscutables, et accessibles en ligne.

2A. LA DIVERSITÉ ET L'ÉNORMITÉ DES CONCENTRATIONS DES POLLUANTS DE L'EAU.

Tout système vivant, pour permettre la survie de son endophysiotope¹⁵, qu'il doit **reconstruire et déconstruire en permanence** (Bricage 1976), puise de la matière et de l'énergie (Bricage 1985, 1986) dans son écoexotope de survie et y rejette des déchets. Si ces déchets ne sont pas utiles à d'autres systèmes vivants, s'ils ne sont **pas recyclés, ils s'accablent**. S'ils sont toxiques ils menacent la survie du système vivant qui les a produit et celles des autres systèmes vivants qui partagent **le même écoexotope de survie**.

14 <https://chatgptx.fr/chatgpt-online/>

15 **endophysiotope**, du grec **tope** : espace-temps-action, **endo** : interne, **physio** : de fonctionnement (Bricage 2003, 2005d)

Tout système vivant comprend un endophysiotope et un écoexotope en interactions continues. L'écoexotope, **espace-temps-action** de survie, fournit une **capacité d'accueil limitée** qui permet la survie de l'endophysiotope si et seulement celui-ci exprime, **en adéquation**, une **capacité d'être accueilli limitant** l'exploitation de l'écoexotope (Bricage 1982, 1984a, 1984b).

Le bilan des interactions adaptatives entre les différents partenaires d'un même endophysiotope ou d'un même écoexotope est visualisé par **une loi puissance, représentative d'un mécanisme d'ago-antagonisme** (Bricage 2014e, 2014f) (figure 4d).

2A-1. Quelques exemples de pollutions issues du système de nutrition de l'espèce humaine.

Survivre c'est manger (Bricage 1988b)¹⁶. Pour manger toujours plus, **l'espèce humaine, toujours plus nombreuse, espèce envahissante**, "doit" à la fois, pour augmenter la masse des nourritures disponibles, augmenter ses sources de nourriture, en "forçant" la croissance et la multiplication (figure 2) des espèces animales et végétales "domestiques" dont elle se nourrit, tout en "empêchant" la croissance et la multiplication des espèces sauvages, non comestibles et en concurrence avec les espèces domestiques pour l'occupation des niches écologiques disponibles (Bricage 2011b, 2014d).

2A-1a. La pollution de l'eau par les engrais azotés.

Pour augmenter la masse de nourriture disponible, il faut "forcer" la croissance et la multiplication des espèces animales et végétales "domestiques" dont l'espèce humaine se nourrit en engraisant les sols.

Comme la pluie lessive les sols labourés, débarrassés de toute végétation sauvage avant les semis, les engrais minéraux solubles de type NPK¹⁷, sont, tôt ou tard, entraînés par les eaux de ruissellement dans les ruisseaux puis les rivières. L'engraisement minéral "sur-dosé" des sols **engraisse les eaux**.

2A-1b. La pollution de l'eau par les excréments azotés.

Les excréments des animaux d'élevage et les excréments humains, s'ils ne sont pas recyclés, s'accumulent dans les eaux et les sols en plus des engrais azotés apportés par les eaux de ruissellement. Riches en azote, et en phosphore, ils stimulent la croissance en masse puis en nombre, des bactéries dites fécales, à l'obscurité, et des végétaux verts photosynthétiques, à la lumière.

Dans certains écosystèmes ces proliférations peuvent aboutir à priver de lumière ou à priver d'oxygène les espèces clés-de-voûte, ce qui entraîne **la disparition de tout l'écosystème**.

2A-1c. La pollution de l'eau par les herbicides et fongicides.

Pour augmenter la masse de nourriture disponible, l'espèce humaine tente de "forcer" l'éradication des espèces végétales sauvages dont elle ne se nourrit pas (Bricage 2011b), et n'a pas a priori d'utilité, en utilisant des herbicides toxiques, "supposés" toxiques pour les seules espèces végétales sauvages inutiles.

2A-1c-1. L'utilisation du glyphosate.

Le glyphosate, ou **N-(Phosphono-méthyl)-glycine** est un **acide aminé** modifié, il peut donc remplacer la glycine dans le métabolisme protéique. Tous les végétaux, et tous les êtres vivants, y sont donc plus ou moins sensibles, même les plantes de grande culture modifiées génétiquement pour y être (plus ou moins) résistantes.¹⁸ C'est un herbicide total, "**systémique**", **non sélectif**, absorbé par la plante entière. Cet herbicide organophosphoré,¹⁹ à large spectre, le plus utilisé au monde, présent dans le RoundUp, a été commercialisé depuis 1974 par la firme industrielle MONSANTO et d'autres depuis 2000²⁰, date à laquelle il est entré dans le domaine public²¹. Un grand nombre de protéines de structure et d'enzymes sont riches en glycine, certaines comme les **protéines dites à doigt de zinc qui se lient aux ARN**, et des protéines à l'extrémité C terminale riches en cystéine, contiennent des séquences répétées poly-glyciniques. Le remplacement de la glycine par le glyphosate dans leurs structures entraîne une **perte de leur fonctionnalité**, et la **mort cellulaire**.

En France, depuis 2016, "l'UFC Que choisir ?", **association indépendante de consommateurs**, a décelé et dosé la présence significative de glyphosate dans au moins 4 marques de couches jetables pour bébés et dans de nombreuses marques de tampons périodiques ou de serviettes hygiéniques.

16 Survivre c'est manger ET ne pas être mangé (Mézières & Christin 1979a). Tôt ou tard, il est impossible de ne pas être mangé.

17 **N** pour l'azote (sous forme de nitrates NO₃⁻, d'ammonium NH₄⁺ ou d'urée) facteur limitant de la synthèse d'**acides aminés**, donc de la synthèse des **protéines** et de la **croissance en masse** cellulaire ; **P** pour le phosphore (sous forme de phosphates PO₄⁻⁻⁻) facteur limitant de la synthèse des **nucléotides**, donc des **réserves énergétiques**, de la synthèse des **acides nucléiques** et de la **croissance en nombre** des cellules ; **K** pour le potassium (K⁺) facteur limitant du fonctionnement des pompes membranaires impliquées dans les **échanges sélectifs**, en entrée et sortie, entre écoexotopie et endophysiotopie, au niveau cellulaire.

18 glyphosate ? : recherche par mot-clé sur <https://www.sciencesetavenir.fr/search/glyphosate/>

glyphosate ? : recherche par mot-clé sur <https://www.futura-sciences.com/>

19 d'où son nom : **gly** pour glycine, **phos** pour phosphoré, **ate** pour sel d'un acide

20 glyphosate ? : recherche par mot-clé sur <https://www.lemonde.fr/recherche/>

21 Le brevet de sa production (United States Patent Office n° 3,160,632) a été déposé le 8 décembre 1964.

2a. intégration : un endophysiotope inséparable d'un écoexotopie d'accueil.

Toute forme de vie est inséparable d'un **espace-temps-action** de survie, son **écoexotopie** (tope : espace-temps-action, exo : externe, éco : d'accueil, d'habitation), "Umwelt" avec lequel son **endophysiotopie** (tope : espace-temps-action, endo : interne, physio : de fonctionnement) ne fait qu'un (Bricage 2000a, 2001a, 2005d).

2b. modèle : l'écoexotopie hébergeant fournit une capacité d'accueil à l'endophysiotopie hébergé.

Quel que soit le niveau d'organisation ($i+j$) tout **système complexe**, est à la fois tissé de l'intérieur et de l'extérieur [**intégration structurale** (Bricage 2024)], et formé de **compartiments emboîtés et juxtaposés en interactions** (Bricage 2001c, 2003). Un **écoexotopie commun** de survie peut être **partagé** entre plusieurs endophysiotopes, de la même espèce ou d'espèces différentes (figure 2d). L'endophysiotopie d'une espèce est, **tôt ou tard**, un écoexotopie de survie d'autres espèces de **niveaux d'organisation** différents (Bricage 1975, 1976, 1984a, 2000b, 2000c).

2c. cycle de vie : survivre pour croître en masse et en nombre.

L'écoexotopie hébergeant, HOSTING, fournit une capacité d'accueil (**hosting capacity**), qui permet la survie de l'endophysiotopie hébergé, HOSTED, si celui-ci possède une capacité d'être accueilli (**to be hosted capacity**) en adéquation. **SURVIVRE** c'est "**manger ET ne pas être mangé**" ("to EAT and NOT to be EATEN"), **pour SE SURVIVRE** ("to itself SURVIVE its SELF"). Pour survivre, **et éventuellement croître en masse** (MASS growth), toute forme de vie, tout système vivant, mobilise de la matière et de l'énergie (matter and energy FLOWS) : **flux entrants** INPUTS, **flux sortants** OUTPUTS, **flux internes circulants** THROUGHPUTS. La survie et l'atteinte d'un seuil de croissance, d'un minimum de **croissance en masse**, pendant la **phase larvaire**, est le préalable à l'acquisition de la capacité de reproduction caractéristique de la **phase adulte**, et, éventuellement, de la multiplication végétative, **croissance en nombre**, NUMBER growth, avec ou sans reproduction sexuée (Bricage 1991a, 2002b), ce quel que soit le niveau d'organisation et l'échelle structurale (Bricage 2001c, Tekwa et al. 2023).

2d. interactions dans l'espace-temps-action du système.

Tout système vivant, **système de systèmes**, est formé de compartiments à la fois **juxtaposés et emboîtés**, tissés de l'intérieur, dans l'endophysiotopie par des interactions INTRA, et tissés de l'extérieur, par des interactions INTER entre l'endophysiotopie et l'écoexotopie. Tout **gain de fonctionnalité** de l'endophysiotopie est associé à une modification à la fois de l'endophysiotopie et de l'écoexotopie, les 2, en interactions et en rétro-actions (**circularité fonctionnelle**), ne faisant qu'un (**intégration structurale et fonctionnelle**) (Bricage 2001d, 2005a, 2005b, 2008b, 2010b).

2e. capacité d'accueil de l'écoexotopie et capacité d'être accueilli de l'endophysiotopie.

La croissance n'est possible que **dans des limites précises**, dans une "**fenêtre**" **éco-physiologique**, déterminée par les interactions entre endophysiotopie et écoexotopie [déterminismes écologique, physiologique et génétique (Bricage 2002a, 2014h)]. La croissance optimale (ici le rendement, pour des plantes de grande culture : pomme de terre, betterave, luzerne, blé) résulte **du moindre coût des interactions** éco-physiologiques entre endophysiotopie (croissance en masse) et écoexotopie (pH du sol) (Bricage 2013).

2f. FLUX et travail métabolique : TAKE-MAKE-WASTE.

A tout instant, le maintien des structures et des propriétés fonctionnelles (homéostasie, résilience), ou l'émergence de nouvelles structures fonctionnelles (développement), a **toujours un coût minimal** : pour produire, MAKE, même en l'absence de croissance, il faut puiser, TAKE, prendre de la matière et de l'énergie (INPUT) dans l'écoexotopie partagé avec d'autres formes de vie (Bricage 1988a, 2010a), et y rejeter (OUTPUT) des déchets, WASTE. Le travail métabolique (INPUT-THROUGHPUT-OUTPUT) doit être, sinon "rentable", possible énergétiquement.

2g. cycle de vie : modélisation des flux.

Le bilan des entrées et des sorties, au minimum doit **permettre le maintien** (STEADY STATE). La durée de la **phase larvaire de croissance en masse**, GROWTH PHASE, ou **temps de génération t_g** , est inversement proportionnelle à la vitesse de fixation et d'accumulation de la matière et de l'énergie. L'atteinte de la **masse adulte M_A** , permet l'acquisition de la maturité sexuelle, qui permet, quel que soit le niveau d'organisation, la croissance en nombre, NUMBER GROWTH, avec la "remise à zéro" du cycle de développement, qui repart avec la **masse minimale M_o** nécessaire à la survie du nouvel individu (Bricage 2001a, 2002b, 2014f, 2014g).

Le coût du développement est "payé" par la croissance (Bricage 1978, 1984b, 1991a, 2002c, 2004).

Figure 2. Définition fonctionnelle et interactionnelle d'un système vivant. (CC-Licence)

L'Agence Nationale de Sécurité de l'Environnement et de la Santé (ANSES) a confirmé en 2018 une **présence significative de glyphosate** mais "déclarée sans risque" pour les utilisatrices. Mais, "**appliquant le principe de précaution**", elle a demandé aux marques concernées de supprimer ou de réduire le plus possible la présence de produits chimiques indésirables.

En 2024 la situation est toujours, voire encore plus, préoccupante, avec la présence récurrente du glyphosate ou de ses dérivés (ou d'autres produits comme les phtalates) **dans des produits de grandes marques "labellisés" BIO.**

Le constat demeure, les bébés, les jeunes filles et les femmes adultes reproductrices peuvent être **en contact de manière chronique avec** ces produits indésirables, et **sans le savoir.**

2A-1c-2. "De Charybde en Scylla" : l'utilisation du dicamba à la place du glyphosate.

Le dicamba est utilisé depuis plus de 50 ans. Pour que les plantes puissent le tolérer, *Monsanto* a créé des semences génétiquement modifiées, de soja et de coton, une technologie approuvée en 2016. Différentes "versions" du dicamba permettent de traiter les semences avant et après la levée, une aubaine pour traiter les champs dans les zones où **les mauvaises herbes sont devenues résistantes au glyphosate.**

Des milliers de plaintes et réclamations ont été déposées auprès de l'Agence Américaine de l'Environnement, par des agriculteurs et des particuliers dont les cultures (non protégées génétiquement) ou les jardins ont été "involontairement" touchés par l'épandage "industriel" du produit. Mais pour les agriculteurs utilisateurs du produit le résultat est sans équivoque, la durée de travail est moins longue, le travail est moins fatigant, les champs sont débarrassés des adventices les plus coriaces et les rendements sont meilleurs.

Les sociétés *Monsanto* et *BASF*, les distributeurs du dicamba, attribuent les **effets collatéraux** à une mauvaise utilisation du produit par des utilisateurs non-formés. Mais le produit est connu pour se transformer en gaz, quand il fait chaud et humide, les conditions favorables à la culture du coton, et à être déplacé au gré du vent. **Comment ne pas le respirer ? Comment empêcher son passage dans les eaux de surface ?**

2A-1c-3. "De Charybde en Scylla" : toujours pire..., les fongicides de type SDHI.

Largement utilisés en agriculture²², les Inhibiteurs de l'enzyme Succinate-DésHydrogénase (SDHI)²³, sont des **inhibiteurs de la respiration** utilisés pour détruire les moisissures qui croissent sur les céréales ou les fruits, et qui produisent éventuellement des myco-toxines, néphrotoxiques, cancérigènes ou tératogènes.

Malheureusement les champignons sont proches des animaux, les SDHI sont donc aussi actifs sur les invertébrés comme les abeilles pollinisatrices, ou les vers de terre, et même sur les vertébrés, dont l'homme.

2A-1d. **La pollution de l'eau par les insecticides.**

Pour augmenter la masse de nourriture disponible, l'espèce humaine tente de "**forcer**" l'**éradication** des espèces animales sauvages dont elle ne se nourrit pas encore, ou dont elle n'a pas l'utilité, en utilisant des pesticides toxiques, "supposés" toxiques pour les seules espèces animales sauvages.

2A-1d-1. Les Antilles sont **contaminées au chlordécone pour des générations.**

Le chlordécone est un insecticide organochloré qui a été abondamment, et légalement, déversé dans les Antilles de 1972 à 1993, pour lutter contre le charançon du bananier.

Interdit dès 1976 aux Etats-Unis, en France son autorisation de vente ne fut **retirée qu'en 1993**, "grâce à" des délais supplémentaires d'**utilisation dérogatoire** et un **flou législatif**.²⁴

2A-1d-2. **Q- Quels sont les insecticides toxiques pour l'homme ?**

R ("sémantique")- *En tant qu'assistant AI, je peux vous fournir des informations générales sur certains insecticides qui peuvent être toxiques pour l'homme. Cependant, il est important de noter que l'utilisation d'insecticides peut varier selon les réglementations et les pays, et il est recommandé de consulter des sources spécialisées ou des experts pour obtenir des informations spécifiques à votre situation. Certains insecticides couramment utilisés, tels que les organophosphorés et les carbamates, peuvent être toxiques pour l'homme.*

22 Les SDHI sont aussi utilisés sur les pelouses des terrains de golf.

23 La Succinate-DésHydrogénase (SDH) est l'enzyme clé de la production d'ATP (la "monnaie" énergétique au niveau cellulaire).
https://www.agro.basf.fr/fr/produits/tout_savoir_sur_les_fongicides_sdhi/qu_est_ce_que_les_fongicides_sdhi/

24 Le (ou la) chlordécone https://fr.wikipedia.org/wiki/Chlordécone_aux_Antilles_françaises

Ces produits chimiques agissent en **perturbant le système nerveux** des insectes, mais ils peuvent également avoir des effets néfastes sur la santé humaine en cas d'exposition excessive ou prolongée. D'autres insecticides, tels que **les pyréthrinoïdes**, peuvent également présenter **un risque pour la santé humaine**. Bien qu'ils soient considérés comme moins toxiques que les organophosphorés, une exposition excessive à ces produits chimiques peut entraîner des effets indésirables.

Il est important de noter que **l'utilisation sécuritaire des insecticides implique de suivre les instructions d'utilisation** fournies par le fabricant, **de porter des équipements de protection appropriés lors de l'application** et de prendre des mesures pour minimiser l'exposition aux produits chimiques.

Si vous avez des préoccupations concernant l'utilisation d'insecticides ou si vous souhaitez obtenir des informations plus spécifiques sur des produits particuliers, il est recommandé de consulter des experts en santé environnementale ou des organismes de réglementation.

2A-1e. La pollution de l'eau par les pesticides.

Une enquête de l'UFC-Que choisir ? a repéré des traces d'au moins 85 pesticides différents, **en cocktail**, dans des lots de fruits, dans 89% des échantillons de raisin, 88% des échantillons de clémentines et de mandarines et 87% des cerises, dont 7% **dépassaient les seuils légaux autorisés**.

L'ONG générations-futures.org, en utilisant les chiffres de la Direction Générale de la Concurrence et de la Répression des Fraudes (DGCCRF), de 2012 à 2016, et en travaillant sur 19 espèces de fruits et 33 de légumes, a établi que 73% des fruits et 41% des légumes contenaient des résidus de pesticides ou/et d'herbicides, avec pour certains fruits et légumes, **des taux supérieurs, voire très supérieures aux limites légales autorisées**. Plus de 29% des herbes fraîches **dépassaient les valeurs des seuils autorisés**.

Q- Donnez moi des exemples chiffrés de concentrations de pesticides dans l'eau.

R- Les concentrations de pesticides dans l'eau peuvent varier considérablement en fonction de nombreux facteurs tels que la région géographique, **les pratiques agricoles**, les conditions environnementales, etc. Voici quelques exemples de concentrations de pesticides rapportées dans certaines études :

1. **Le glyphosate, un herbicide largement utilisé, a été mesuré dans des concentrations allant de 0,1 à 2,5 µg/L dans les eaux de surface.**

2. **Le diazinon, un insecticide, a été détecté dans des concentrations allant de 0,1 à 5 µg/L dans les eaux de surface.**

3. **Le chlorpyrifos, un autre insecticide, a été trouvé dans des concentrations allant de 0,1 à 10 µg/L dans les eaux de surface.**

4. **L'atrazine, un herbicide couramment utilisé, a été détecté dans des concentrations allant de 0,1 à 10,0 µg/L dans les eaux de surface.**

Il est important de noter que ces chiffres sont donnés à titre indicatif et peuvent varier en fonction des sources et des études spécifiques. **Les normes réglementaires concernant les concentrations maximales de pesticides dans l'eau peuvent différer d'un pays à l'autre**. Il est donc essentiel de se référer aux réglementations locales pour évaluer la conformité des concentrations de pesticides dans l'eau.

2A-2. Quelques exemples de pollutions issues du système de santé de l'espèce humaine.

Survivre c'est ne pas être mangé (Bricage 1975), pour éventuellement se survivre (Bricage 1984b).

Tôt ou tard il est impossible de ne pas être mangé (Bricage 1988b, 1991b, 2000a).

2A-2a. La pollution de l'eau par la sur-utilisation et la mal-utilisation des antibiotiques.

Q- Donnez moi des exemples chiffrés de concentrations d'antibiotiques dans l'eau.

R- Les concentrations d'antibiotiques dans l'eau peuvent varier considérablement en fonction de nombreux facteurs, tels que **la source de contamination, les pratiques agricoles, les systèmes de traitement de l'eau**, etc. Voici quelques exemples de concentrations d'antibiotiques rapportées dans des études scientifiques :

1. Les concentrations d'antibiotiques dans les eaux usées traitées peuvent varier **de quelques nanogrammes par litre (ng/L) à plusieurs centaines de microgrammes par litre (µg/L)²⁵**. Par exemple, la concentration de l'antibiotique **sulfaméthoxazole a été mesurée entre 10 ng/L et 1,5 µg/L dans les eaux usées traitées**.

2. **Dans les eaux de surface**, comme les rivières et les lacs, les concentrations d'antibiotiques peuvent être plus faibles, généralement de l'ordre de quelques ng/L à quelques dizaines de ng/L.

25 concentrations variant d'un facteur 100.000 [1 ng =10⁻⁹ g (1 milliardième de gramme), 1 µg =10⁻⁶ g (1 millionième de gramme)]

Par exemple, la concentration de l'antibiotique érythromycine a été mesurée entre 1 ng/L et 30 ng/L.

3. Dans les eaux souterraines, les concentrations d'antibiotiques sont généralement plus faibles que dans les eaux de surface. Elles peuvent être de l'ordre de quelques ng/L à quelques µg/L. Par exemple, la concentration de l'antibiotique tétracycline a été mesurée entre 0,1 ng/L et 2,5 µg/L dans les eaux souterraines.

Il est important de noter que ces chiffres sont donnés à titre indicatif. Ils peuvent varier en fonction de la localisation géographique et des conditions spécifiques de chaque site. Les concentrations d'antibiotiques dans l'eau sont une **préoccupation croissante** en raison de leur impact potentiel sur l'environnement et la santé publique.

Outre leur **sur-utilisation en médecine de ville**, les antibiotiques sont utilisés en **élevage intensif** pour augmenter la croissance en masse des animaux (bovins, ovins, caprins) ou "prévenir" d'éventuelles infections, dévastatrices avec des populations maintenues en très grande sur-densité (volailles). Cette pratique sélectionne des espèces de bactéries résistantes aux antibiotiques utilisés, bactéries qui, **tôt ou tard**, après avoir colonisé le système digestif des animaux, colonisent non seulement celui de l'homme mais aussi les eaux, les sols, et les espaces hospitaliers où les patients et les malades peuvent être contaminés.

2A-2b. La pollution de l'eau par la sur-utilisation médicale des oestrogènes.

La pilule contraceptive, qui bloque l'ovulation, ne fait pas qu'annihiler les variations des préférences sexuelles et de l'attractivité des femmes au cours du cycle menstruel (Perrier 2009), elle provoque aussi indirectement **la féminisation** des poissons mâles, dans les élevages de truite ou de saumon.

L'éthynyl-oestradiol des pilules contraceptives féminines est détecté(e) à des concentrations de plusieurs dizaines de nanogrammes par litre dans les eaux des rivières et des estuaires.

Q- Donnez moi des exemples chiffrés de concentrations d'oestrogènes dans l'eau.

R- Les concentrations d'oestrogènes dans l'eau peuvent varier en fonction de nombreux facteurs, tels que la source de contamination, le **traitement de l'eau** et les conditions environnementales. Voici quelques exemples de concentrations d'oestrogènes **rapportées dans des études scientifiques** :

1. **Dans les eaux usées traitées** : Les concentrations d'oestrogènes dans les eaux usées traitées peuvent varier de quelques nanogrammes par litre (ng/L) à plusieurs centaines de ng/L. Par exemple, une étude a rapporté des concentrations d'oestrogènes allant **de 10 à 100 ng/L** dans les eaux usées traitées.

2. **Dans les cours d'eau** : Les concentrations d'oestrogènes dans les cours d'eau peuvent être **plus faibles que dans les eaux usées traitées**, mais elles peuvent **toujours être détectées**. Les concentrations rapportées vont généralement de quelques ng/L à quelques dizaines de ng/L.

3. **Dans les sources d'eau potable** : Les concentrations d'oestrogènes dans les sources d'eau potable sont généralement très faibles, voire indétectables. Des études ont montré des concentrations inférieures à **1 ng/L dans certaines sources d'eau potable**.

Il est important de noter que ces chiffres sont donnés à titre indicatif et peuvent varier en fonction de nombreux facteurs. Les concentrations d'oestrogènes dans l'eau peuvent également varier géographiquement et dans le temps. Les autorités sanitaires et les organismes de réglementation surveillent régulièrement les niveaux d'oestrogènes dans l'eau pour garantir la sécurité de l'approvisionnement en eau potable.

2A-2c. La pollution de l'eau par les médicaments et autres substances thérapeutiques.

Le **diéthylstilbestrol, ou distilbène, produit pharmaceutique interdit depuis 1977**, mais qui **persiste encore dans l'environnement en 2024**, est aussi un perturbateur endocrinien associé à l'obésité et au diabète. Pire encore c'est un **agent tératogène** responsable de malformations génitales et de stérilité des enfants des femmes traitées au distilbène pour être mère (Newbold et al. 2005, 2006, 2007, 2008, 2009).

Q- Qu'est-ce que le distilbène ?

R- Le distilbène, également connu sous le nom de **diéthylstilbestrol (DES)**, est un **médicament synthétique qui a été largement utilisé dans les années 1940 à 1970**. Il a été prescrit aux femmes enceintes pour prévenir les fausses couches et les complications liées à la grossesse. Cependant, il a été découvert plus tard que le distilbène présentait des effets indésirables graves.

Le distilbène a été associé à des problèmes de santé **chez les enfants exposés in utero**, tels que **des malformations génitales, des problèmes de fertilité, des cancers du système reproducteur et d'autres complications**. Les filles exposées au distilbène peuvent développer des anomalies du col de l'utérus et du vagin, tandis que les garçons peuvent présenter des anomalies du pénis.

En raison de ces effets indésirables, l'utilisation du distilbène a été interdite dans de nombreux pays. Il est important de noter que les femmes qui ont été exposées au distilbène pendant leur grossesse, ainsi que leurs enfants, doivent être suivies régulièrement par des professionnels de la santé pour détecter et traiter tout **problème de santé potentiellement lié à cette exposition**.

Q- Donnez moi des exemples chiffrés de concentrations de distilbène dans l'eau.

R- Malheureusement, je ne dispose pas de données spécifiques sur les concentrations de distilbène dans l'eau. En tant qu'assistant AI, je n'ai pas accès à une base de données en temps réel.

Les concentrations de distilbène dans l'eau peuvent varier en fonction de nombreux facteurs tels que la source de contamination, la région géographique et les pratiques de traitement de l'eau. Je vous recommande de consulter des sources fiables telles que les agences de santé ou les organismes environnementaux pour obtenir des informations précises et à jour sur les concentrations de distilbène dans l'eau.

2A-3. Quelques exemples de pollutions issues du système économique industriel actuel.

Toujours plus de quantité de produits de traitement pour vendre toujours moins cher !

2A-3a. La pollution de l'eau par les perturbateurs endocriniens.

Chez les mammifères, lors du développement intra-utérin, les hormones façonnent l'anatomie, la physiologie et le comportement sexuel futur de l'individu (Vanderbergh 2003). Les perturbateurs endocriniens sont **des substances qui, par leurs structures, imitent les hormones, en particulier les hormones sexuelles, naturellement produites par l'organisme et qui, par leur présence, en modifient, empêchent ou amplifient les effets** (Tohmé et al. 2010). Quel que soit l'organisme animal vertébré contaminé, ces produits interfèrent non seulement avec l'activité ovarienne ou testiculaire mais également **modifient l'activité cérébrale et le comportement sexuel** (Zerani & Gobetti 2002).

Les phtalates, très utilisés dans l'industrie des plastiques, particulièrement dans la fabrication des bouteilles en plastique recyclables, sont des substances omniprésentes dans les eaux de boisson. Les produits de leur décomposition dans le foie se retrouvent dans les urines. Ce qui permet de déterminer un **niveau minimal de contamination**. Des chercheurs du *National Institute of Health Environmental Influences on Child Health Outcomes* ont étudié des dizaines de milliers de naissances prématurées en évaluant les concentrations de 20 métabolites issus des phtalates dans des échantillons d'urine de la future mère, prélevés à trois moments de la grossesse, pour les mettre en relation avec la durée de la grossesse et le poids de naissance du bébé. Les femmes exposées aux phtalates étaient 50% de **plus susceptibles d'accoucher prématurément**. Et la survenue d'autant plus précoce du terme était associée à **des défaillances cognitives** d'autant plus marquée de l'enfant. De nombreuses études épidémiologiques ont mis en relation l'exposition aux phtalates avec **l'altération de la physiologie de la reproduction, le risque d'obésité, voire la survenue de processus inflammatoires et cancéreux** (Darbre 2017). La réglementation européenne a donc imposé une restriction de l'utilisation des phtalates et un étiquetage de certains produits pouvant en contenir, mais la législation hors Union Européenne n'encadre pas leur utilisation (Bombardi 2024).

Composant de l'emballage plastique des bouteilles, **le bisphénol A**, chez le rat, modifie la structure de certaines zones du cerveau et perturbe la reproduction (Patisaul 2010, Cordonnier 2014a). Or **il passe de l'emballage à l'eau lors du stockage des bouteilles d'eau minérales destinées à la boisson ou au biberon**. Et **il passe de la mère à l'enfant lors de la grossesse** (Cordonnier 2014b).

Le principe de précaution ne devrait-il pas obliger à ne plus l'utiliser ?

Le problème est que leurs substituts actuels sont tout autant problématiques (Coumaillieu 2020).

Divers substances utilisées pour la synthèse des silicones, des emballages ou des ustensiles alimentaires, sont également des perturbateurs endocriniens (Bailly 2023).

Au niveau d'**exposition chronique** actuel ces **substances omniprésentes** sont-elles réellement sans danger (Demeneix & Laudet 2015) ?

Est-il possible de les remplacer par des dérivés moins dangereux ?

Ou de les éliminer par des procédés biologiques (Comwall 2021) ?

2A-3b. La pollution de l'eau par les substances alkylées fluorées :
le cercle vicieux des polluants éternels²⁶.

Derrière l'**acronyme PFAS** se "cache" une très grande famille, de plus de 4000 composés chimiques, artificiels, créés par l'homme : les **Substances PolyFluorés Alkylées** ; certaines sous forme solide, d'autres liquides ou gazeuses. Selon leurs différences structurales elles sont plus ou moins toxiques. Les PFAS sont des "**polluants éternels**", **omniprésents, et massivement présents dans les emballages et les couverts, jetables, et jetés**, des produits de l'industrie des fastfoods. Utilisées par les constructeurs de poêle, les fabricants de tapis ou de manteaux, voire l'aéronautique, **dans l'industrie agro-alimentaire** elles permettent de protéger les contenants contre les graisses des contenus.

Leurs propriétés hydro-phobes et oléo-phobes en font des éléments incontournables des revêtements anti-adhésifs. Les PFAS contaminent les contenus et sont **ingéré(e)s avec les aliments**. Leur présence et leur accumulation dans le corps ont été, depuis longtemps, associées, par de nombreux travaux scientifiques, à de nombreux risques pour la santé : augmentation de la cholestérolémie, problèmes de fonctionnement thyroïdien et de fertilité, altération de la réponse immunitaire, lésions du foie, **cancers hormono-dépendants** des testicules, des seins et des reins. Leur action, en tant que **perturbateur endocrinien ou/et cancérigène** est observé **même à de très faibles concentrations**. Ce qui a conduit, en 2020, l'*Autorité Européenne de Sécurité des Aliments* à recommander de diviser par 2500 le seuil de concentration du risque d'exposition tolérable précédent datant de 2008²⁷. Ce qui implique que les individus de presque TOUTE LA POPULATION EUROPÉENNE ont probablement accumulé des concentrations tissulaires à des niveaux très supérieurs à ce qui est sanitaire tolérable.²⁸

Depuis 2020, au Danemark, ils sont interdits dans tous les emballages alimentaires. **La pollution par les PFAS affecte toutes les eaux et tous les organismes vivants de la biosphère terrestre.**

En conséquence, l'industrie a "périodiquement" recours à des PFAS de nouvelle génération, pas encore testés et non-incriminés et supposés moins toxiques que ceux précédemment "incriminés", en particulier par ce qu'ils seraient plus rapidement éliminés, en quelques semaines ou quelques mois, et donc moins accumulés dans l'organisme des consommateurs. Ce qui ne les rend pas inoffensifs. Une fois les emballages jetés ces substances continuent à exister et contaminant toutes les eaux de la planète, donc toutes les chaînes alimentaires de tous les écosystèmes, reviennent dans l'assiette par le biais des poissons ou dans le verre par le biais de l'eau de boisson. **Tout un chacun est donc exposé en permanence, de façon chronique, et il est impossible de revenir en arrière.** L'Agence Européenne des Produits Chimiques a recensé PLUS DE 10.000 polluants éternels. Mais, pour l'industrie, ces produits, résistants à l'eau et à la chaleur, conférant des propriétés imperméabilisantes et anti-adhésives, durables à long terme, sont des substances idéales. On les trouve même dans le papier toilette ! Malheureusement, une fois rejetées dans la nature, par les producteurs ou les consommateurs, elles s'infiltrant dans les sols, dans les eaux, et ne sont pas décomposées naturellement : **il n'y a pas d'avantages sans inconvénients, et plus les avantages sont grands plus les inconvénients sont grands** (Bricage 1999a, 2005c).

Des millions de tonnes de PFAS sont déjà présentes dans les sols, les eaux et les êtres vivants. Des dizaines de milliers de sites pollués sont cartographiés, avec nombre d'endroits, dits "**hotspots**", où la concentration dépasse les 100 ng/litre ou par kilogramme²⁹.

Aucune réglementation globale n'empêche ces pollutions locales.

L'anthropocène³⁰ sera-t-elle l'ère géologique des PFAS ?

26 "**for ever chemicals**" : les liaisons chimiques F-C, extrêmement stables, sont les plus "résistantes" connues.

27 Les sites les plus pollués dans le monde sont la conséquence de leur présence **dans les mousses anti-incendie.**

28 Aux États-Unis d'Amérique, on détecte des PFAS dans le sang de plus de 98% des individus adultes.

29 1 ng/l ou 1ng/kg équivaut à 10⁻⁹ g pour 10³ g soit **1 partie pour mille milliards, cela peut paraître très peu, mais ce n'est pas rien** ; dans les organismes vivants, des hormones sont actives à des concentrations de l'ordre de 10 ng/l

30 En août 2023, les sédiments au fond du lac Crawford, dans l'Ontario, au Canada, contenant **des traces de combustion d'énergies fossiles, d'engrais chimiques, de plastiques et de plutonium** étaient proposés comme strate géologique témoin.

2A-3c. La pollution de l'eau par les plastiques.

La dégradation des plastiques peut prendre **des siècles, voire des millénaires**. La présence dans la nature des micro-plastiques, et des nano-plastiques³¹, qui proviennent du lavage en machines³² de nos vêtements³³, est d'autant plus problématique que leur éparpillement est définitif, sans possibilité actuelle de retrait. Même lorsque nous bougeons des microfibrilles s'échappent de nos vêtements.

Les fibres des plastiques servent de "repas" à des organismes vivants qui les intègrent ainsi dans les chaînes alimentaires (figure3). En outre, elles fonctionnent comme des éponges et, par adsorption, **accumulent les toxiques solubles** déjà présents ou à venir.

En pays sahéliens il est fréquent d'observer des ovins ou des caprins "brouter" des sacs en plastique faute d'autres nourritures naturelles. Plus des trois quarts des poissons pêchés dans le nord-ouest de l'océan atlantique ont ingéré du microplastique. Dans l'océan austral, circum-antarctique, les albatros et les pétrels ont tendance à prendre comme nourriture les déchets plastiques macroscopiques flottants jetés dans l'eau à partir de navires. Au sommet des chaînes alimentaires qu'il détourne à son profit, l'homme mange, boit et respire en permanence du plastique³⁴. Le plastique qui pollue les océans y a créé un septième continent³⁵. Est-il "condamné" à y rester pour les générations futures ?

L'anthropocène est certainement l'ère géologique des plastiques.

2A-3d. La pollution de l'eau par les métaux lourds.

Les métaux lourds sont naturellement présents dans l'environnement. Certains, comme le cuivre (Cu), le zinc (Zn) ou le sélénium (Se), à des concentrations limitées, sont indispensables au fonctionnements enzymatiques. Le zinc est nécessaire au contrôle du fonctionnement reproducteur par l'hypophyse. Le fer (Fe) est indispensable aux protéines à hème, comme les hémoglobines du métabolisme respiratoire, et au fonctionnement de certaines enzymes de détoxification comme les peroxydases (Bricage 1982). Malheureusement, dans un environnement industriel, ils peuvent s'accumuler dans le sang des individus, entraînant **des intoxications sévères au plomb ou au mercure**, qui s'accumulent dans les tissus nerveux, et à l'aluminium (Al), voire au cadmium (Cd) pour les fumeurs. Lors d'une intoxication aux métaux lourds, associée à une fatigue intense, souvent avec un goût métallique dans la bouche, les os peuvent se résorber. Des éruptions cutanées, une transpiration excessive, une irritabilité excessive, de la fibrillation musculaire, de l'hypertension artérielle sont des symptômes souvent associés à des niveaux élevés d'exposition au mercure.

Toutes les formes de mercure peuvent provenir de sources naturelles : volcans, événements marins, feux de forêts. Mais **les activités humaines les ont multipliées** : incendies de forêts, production d'énergie et chauffage au charbon, incinération de déchets, extraction et fonte de minerais métalliques, lixiviation des sols artificiellement inondés des barrages hydro-électriques. **Entraîné par les eaux et ingéré par les organismes vivants**, le mercure, comme les autres métaux lourds toxiques, **s'accumule dans les réseaux alimentaires**.

Les piles miniatures, les tubes fluorescents, les thermomètres au mercure, les thermostats, les relais et les commutateurs électriques, les baromètres et même les alliages dentaires ont contenu ou contiennent encore du mercure. Des concentrations élevées de vapeur de mercure inhalée peuvent causer des lésions mortelles de la bouche et des voies respiratoires.

31 **micro 10⁻⁶** : la dimension de l'**échelle cellulaire** est de l'ordre de 10 micromètres,
nano 10⁻⁹ : la dimension de l'**échelle moléculaire** est de l'ordre de 10 nanomètres,
les filtres des machines à laver ne peuvent les retenir

32 Une étude expérimentale de lavage en machine de 6kg de linge de différents tissus a montré qu'en moyenne **des centaines de milliers de fibres** d'acrylique ou de polyester étaient rejetées **à chaque lavage**. Cela dépend évidemment du type de machine, du poids de linge, de la température de l'eau de lavage, et des lessives et additifs utilisés.

33 Plus de 60% de nos vêtements sont constitués de **fibres synthétiques**, fibres en plastique, peu chères, faciles à travailler, qui permettent de créer des vêtements souples et légers, pour le sport, ou isolants, chauds et solides, pour l'hiver.

34 Chacun absorbe, en moyenne, par la seule nourriture plus de 50.000 morceaux de micro-plastiques par an, plus de 100.000 avec l'air respiré et encore autant avec comme boisson de **l'eau en bouteilles en plastique**.

35 En 2018, une étude parue dans la revue *Science*, estimait à plusieurs **millions de milliards** le nombre d'objets **macroscopiques** en plastique présents dans les océans dont des dizaines de milliers de milliards sont déposés lors d'une seule inondation.

Dans l'écoexotopie le mercure est transformé en **méthylmercure absorbable par le tube digestif** et qui s'accumule dans les poissons puis leurs prédateurs, donc, au final, l'homme, mangeur de poissons et de poissons mangeurs de poissons. **Traversant la barrière hémato-encéphalique**, l'élément toxique pénètre dans le cerveau. Chez la femme enceinte **il traverse la barrière placentaire** et s'accumule dans tous les tissus du fœtus. L'enfant peut également être contaminé au méthylmercure par ingestion de lait maternel.

Malgré sa toxicité, le plomb, responsable du saturnisme, a été et est toujours dans usage répandu (Gourlaouen & Parisel 2008). Comme le mercure il est responsable de troubles très graves.

Malheureusement, **l'anthropocène est aussi l'ère géologique des métaux lourds** (figures 3 et 4).

2A-3e. La pollution de l'eau par les déchets radioactifs industriels.

Dans les conglomérations urbaines de Nantes, de Paris et de Valence, **la présence de tritium**, provenant probablement de l'eau de refroidissement d'installations nucléaires d'EDF, a été détectée dans l'eau du robinet et confirmée par la *Commission de recherche et d'information indépendantes sur la radioactivité*.

Ce, sans que les populations concernées, des millions de personnes, en aient été informées.

La demi-vie du tritium, la durée nécessaire à la disparition de la moitié de sa concentration radioactive, par désintégration physique naturelle, est de l'ordre d'une douzaine d'années.

L'anthropocène est l'ère géologique de la pollution par la radioactivité (figures 3 et 4).

Le **11 mars 2011** un séisme sous-marin a déclenché un tsunami qui a submergé la centrale nucléaire de **Fukushima au Japon**. Trois jours plus tard la catastrophe avait dispersé une énorme quantité d'éléments radioactifs dans l'atmosphère, d'environ 10 milliards de milliards de Becquerel, dont les trois-quarts ont rejoint ceux déjà déversés dans l'océan, le reste s'étant déposé "provisoirement" sur les sols de l'île. Le **césium 137**, élément radioactif dont la demi-vie est de l'ordre de 30 années³⁶, est toujours présent (IRSN 2020a, 2020b) et il en subsistera encore **pendant plusieurs siècles, affectant plusieurs générations humaines**.

L'eau est indispensable au refroidissement des réacteurs nucléaires électrogènes qui sont donc situés en bord de mer ou à proximité de fleuves importants (qui vont à la mer). Des dizaines sont en chantier.

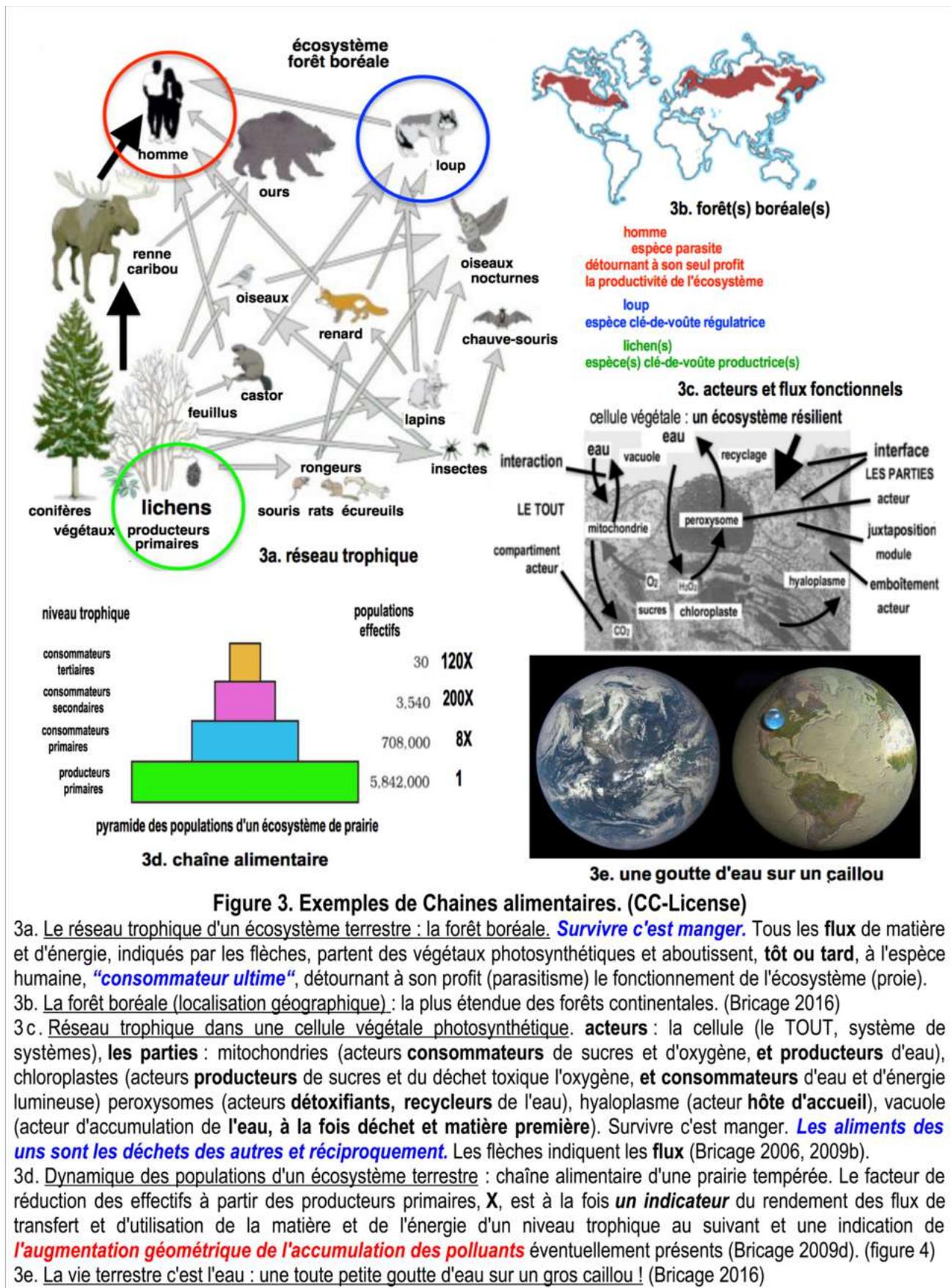
Le **26 avril 1986**, le bâtiment n°4 de la centrale nucléaire de **Tchernobyl, en Ukraine**, était soufflé par **une explosion nucléaire**. A la suite de la catastrophe, le 3 mai, la concentration en césium 137 du panache de poussières radioactives dans l'air, au-dessus de la plaine européenne, était très sous-évaluée à des milliers de Becquerels/m². Dans **tous les pays de la plaine européenne**, la neige ou la pluie ont précipité la radioactivité au sol. Les pays montagneux comme la Norvège ont arrêté les nuages qui s'y sont abondamment déversés³⁷. Depuis la fréquence d'une malformation du système nerveux, **l'encéphalopathie épileptique infantile précoce**, qui se manifeste dès la naissance, due à une **mutation de novo** du gène de la protéine de liaison à la syntaxine, a "explosé" en Norvège et au Canada. Cette protéine contrôle la structure fonctionnelle et l'activité des complexes protéiques des neurones présynaptiques impliqués dans la libération des neurotransmetteurs. La non-ouverture, ou la mal-ouverture, spatiale ou temporelle, des vésicules présynaptiques entraînent des crises d'épilepsie, et un lourd handicap cognitif, même à l'état hétérozygote, avec un seul exemplaire du gène muté (Saitsu et al. 2008). Dans une zone dite d'exclusion, de plusieurs milliers de km², à cheval sur l'Ukraine et la Biélorussie (Savatier 2009), les sols, les eaux, les plantes, les animaux, les hommes ont été contaminés. Les feuilles des plantes qui ont survécu sont devenues rouges, les grenouilles qui ont survécu sont devenues noires. Le système immunitaire des loups gris qui ont survécu est devenu similaire à celui des patients humains cancéreux soumis à une chimiothérapie, **leur génome exprimant de nombreuses mutations**. Aujourd'hui la centrale endommagée n'est **toujours pas sécurisée**, et il pourrait même s'y dérouler une activité accrue de fission nucléaire (IRSN 2020b, Le Bars 2021).

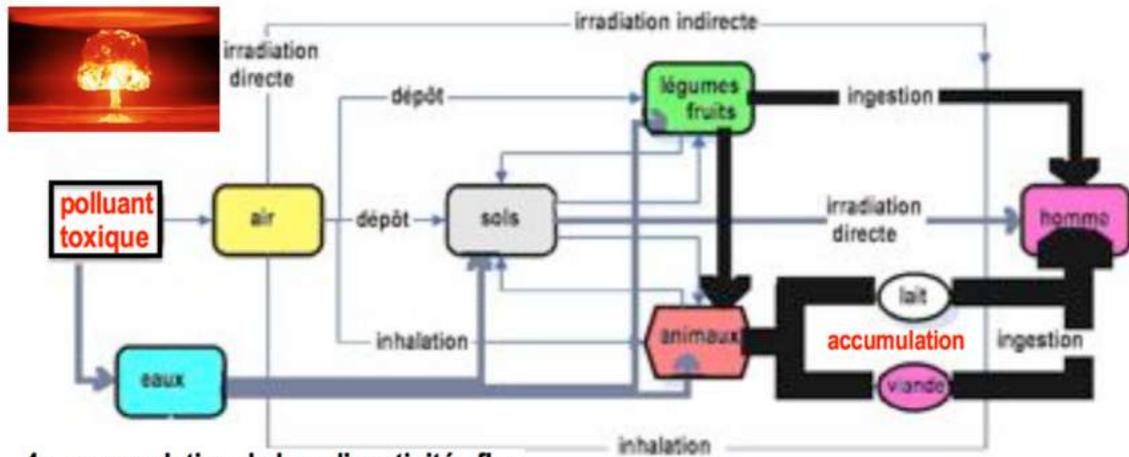
L'énergie nucléaire est de plus en plus utilisée massivement (Stephan 2010).

Que deviendront les déchets produits ? (Robeau 1996, Abderrhaim 2018, Besnus 2020)

36 **Demi-vies** des éléments radioactifs **artificiels** produits : iode 131 : 8,1 jours, phosphore 32 : 14,3 jours, soufre 35 : 87,4 jours, cobalt 60 : 5,7 ans, tritium : 12,3 ans, strontium 90 : 28,8 ans, **césium 137 : 30,2 ans**, plutonium 239 : **24.100 ans**

37 Les pays arctiques sont particulièrement affectés par toutes les pollutions anthropogéniques, et en particulier la contamination aux radionucléides qui persistent longtemps dans les régions polaires où la circulation des flux de matière et d'énergie est faible.

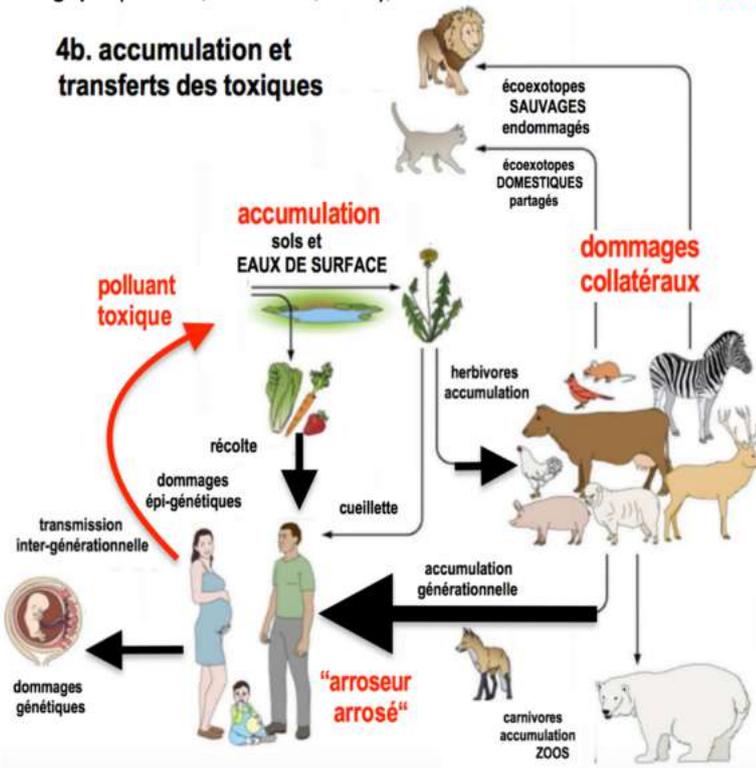




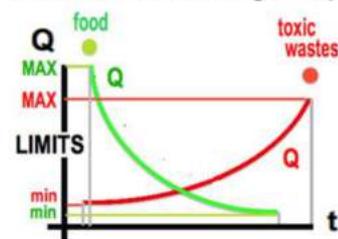
4a. accumulation de la radioactivité : flux

Quelle que soit la source du "polluant", physique (radiations), chimique (métaux lourds, toxiques, hormones) ou biologique (toxines, bactéries, virus), le chemin suivi est le même ! **L'homme est toujours l'accepteur final.**

4b. accumulation et transferts des toxiques



4c. survivre c'est manger et polluer



4d. loi systémique constructale

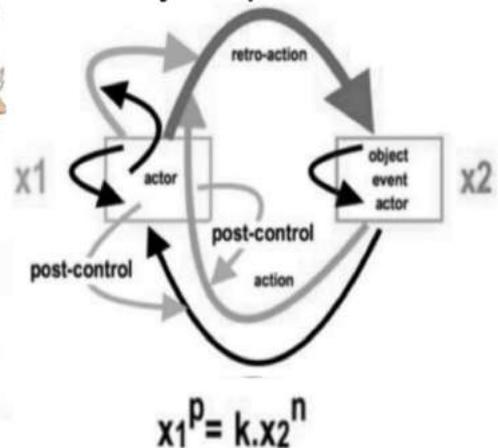


Figure 4. Dynamique des flux de matière, d'énergie et d'accumulation des polluants. (CC-Licence)

4a. FLUX d'accumulation de la radioactivité. C'est le même phénomène pour les métaux lourds. (Bricage 2011a)
 4b. LES RISQUES liés à l'accumulation et aux transferts des toxiques : l'accumulation générationnelle de polluants entraîne un marquage épigénétique du génome, transmis en plus des mutations affectant les cellules sexuelles. Les mutations des cellules somatiques aboutissent, **tôt ou tard**, à l'apparition de tumeurs cancéreuses (Bricage 2008b).
 4c. SURVIVRE c'est "manger et polluer". L'utilisation de nutriment **food** aboutit **inéluçtablement** (t durée, Q quantité) à la fois à leur disparition et à l'accumulation de déchets toxiques, par leur présence ou leurs propriétés, **toxic wastes**.
 4d. LOI systémique constructale. L'ensemble des inter-actions et rétro-actions (effets) entre les cellules d'un organisme affectées par la présence d'un polluant (cause) est imprévisible. Les paramètres n, p de la loi puissance ne peuvent être déterminés qu'expérimentalement (Bricage 2018). **L'effet cocktail est imprévisible** quand à son effet !

Pourront-ils être recyclés ou éliminés ? Par quels procédés ? (Hannum et al. 2006)

Pourra-t-on faire face à de nouveaux accidents nucléaires ? A défaut de pouvoir sécuriser les centrales et de parer aux accidents imprévisibles, ne serait-il pas judicieux d'**éliminer définitivement leurs déchets**, plutôt que les conserver dans notre biosphère terrestre (IRSN 2020b, 2024) ?

2B. LES CONSÉQUENCES DES POLLUTIONS, DE L'AIR, DES SOLS, ET AU FINAL DES EAUX.

Dans quelle mesure est-on capable d'estimer l'ampleur et les conséquences des pollutions ?

2B-1. TOUJOURS MOINS DE QUALITÉ des conditions de survie et de reproduction.

Les industries chimiques disposent de systèmes de contrôle de la qualité, dont ne disposent pas les chercheurs des organismes publics ou les organismes de contrôle de l'état, état qui définit les réglementations et la mise en œuvre des procédures de contrôle (Bricage 1988a, 1989a, 1999a, 2017a). **Qu'en est-il de la réalité** : peu connue, mal connue, cachée ? **Peut-on être juge et partie** (Bricage 1989b), peut-on accepter un système délégué d'auto-contrôle ? Peut-on accepter un contrôle *a posteriori*, quand il est trop tard ?

Ne doit-on pas être ferme sur le respect de **normes** robustes et de **contrôles** nombreux et imprévus, d'abord pour empêcher l'utilisation et, à défaut, pour contrôler les rejets, en qualité et en quantité ?

2B-1a. **Q- Quelles sont les conséquences de la pollution par des perturbateurs endocriniens ?**

R- La pollution de l'eau par des perturbateurs endocriniens peut avoir **de nombreuses conséquences sur la santé humaine et l'environnement**. Les perturbateurs endocriniens sont des **substances chimiques qui peuvent interférer** avec le fonctionnement normal du système endocrinien, responsable de la régulation des hormones dans notre corps.

Voici quelques conséquences potentielles de cette pollution :

1. **Perturbations hormonales** : Les perturbateurs endocriniens peuvent imiter ou bloquer l'action des hormones naturelles, ce qui peut entraîner des déséquilibres hormonaux. Cela peut avoir **des effets néfastes sur la reproduction, le développement, le métabolisme et le système immunitaire**.

2. **Infertilité et troubles de la reproduction** : Certains perturbateurs endocriniens peuvent affecter la fertilité en perturbant la production et la fonction des hormones sexuelles. Ils peuvent également causer **des anomalies congénitales et des troubles du développement chez les nouveau-nés**.

3. **Cancers** : Certains perturbateurs endocriniens ont été associés à **un risque accru de certains cancers, tels que le cancer du sein, de la prostate et des testicules**. Ils peuvent favoriser la croissance de cellules cancéreuses en perturbant les mécanismes de régulation hormonale.

4. **Effets sur la santé thyroïdienne** : Certains perturbateurs endocriniens peuvent interférer avec la fonction thyroïdienne, ce qui peut entraîner des **problèmes de métabolisme, de croissance et de développement**.

5. **Impact sur la faune et la flore** : La pollution de l'eau par des perturbateurs endocriniens peut également avoir des conséquences sur les écosystèmes **aquatiques**. Ils peuvent perturber la reproduction et le comportement des animaux aquatiques, entraînant **des déséquilibres dans les populations** et la biodiversité.

Il est important de prendre des mesures pour réduire la pollution de l'eau par les perturbateurs endocriniens, en **réglementant l'utilisation** de produits chimiques potentiellement dangereux et en mettant en place des systèmes de **traitement de l'eau efficaces** pour éliminer ces substances nocives.

2B-1b. **Q- Quelles sont les conséquences de la pollution de l'eau par des métaux lourds ?**

R (sémantique qualitative)- La pollution de l'eau par des métaux lourds peut avoir de graves conséquences sur l'environnement et la santé humaine. **Les métaux lourds tels que le plomb, le mercure, le cadmium et l'arsenic sont toxiques et persistants dans l'environnement**.

Sur le plan environnemental, la pollution de l'eau par des métaux lourds peut entraîner **la destruction des écosystèmes aquatiques**. Les métaux lourds s'accumulent dans les sédiments, les plantes aquatiques et les organismes vivants, perturbant ainsi les chaînes alimentaires et la biodiversité. Cela peut entraîner **la diminution des populations** de poissons et d'autres espèces aquatiques, et des perturbations dans les écosystèmes côtiers et marins.

Du point de vue de la santé humaine, l'exposition à long terme à des métaux lourds peut causer de graves problèmes de santé. Ces métaux peuvent s'accumuler dans les tissus humains, provoquant **des troubles neurologiques, des problèmes rénaux, des troubles du développement chez les enfants, des troubles du système immunitaire et même des cancers**. Les populations vivant près de sources d'eau contaminées par des métaux lourds sont particulièrement vulnérables.

Il est donc essentiel de prévenir la pollution de l'eau par des métaux lourds en **contrôlant les rejets industriels, en améliorant les pratiques agricoles et en favorisant le traitement approprié des eaux usées. La surveillance régulière de la qualité de l'eau et la mise en place de mesures de dépollution** sont également nécessaires pour minimiser les risques pour l'environnement et la santé humaine.

2B-1c. Q- Quelles sont les conséquences de la pollution de l'eau par des PFAS ?

R (sémantique qualitative)- La pollution de l'eau par des PFAS (produits chimiques PerFluorés et PolyFluorés) peut avoir de nombreuses conséquences néfastes. Les PFAS sont des **substances chimiques persistantes**, ce qui signifie qu'elles ne se dégradent pas facilement dans l'environnement.

Voici quelques-unes des conséquences possibles de la pollution de l'eau par des PFAS :

1. **Effets sur la santé humaine** : Les PFAS sont associés à divers problèmes de santé, tels que **des troubles hormonaux, des problèmes de foie, des problèmes de thyroïde, des problèmes de fertilité, des cancers et des problèmes de développement chez les enfants.**

2. **Impact sur la faune et la flore** : Les PFAS peuvent **contaminer les écosystèmes aquatiques**, affectant ainsi la vie marine et les organismes aquatiques. Cela peut entraîner **des perturbations dans les chaînes alimentaires et des dommages aux populations d'espèces.**

3. **Pollution de l'eau potable** : Les PFAS peuvent **contaminer les sources d'eau potable**, ce qui entraîne un **risque pour la santé humaine.**

Lorsque les PFAS sont **présents dans l'eau potable, ils peuvent être ingérés** par les humains et entraîner des problèmes de santé.

4. **Coûts de dépollution** : La dépollution de l'eau contaminée par des PFAS peut être **coûteuse et complexe. Il peut être nécessaire d'utiliser des technologies spéciales** pour éliminer efficacement ces substances de l'eau.

Il est important de **prendre des mesures pour prévenir** la pollution de l'eau par des PFAS et de **mettre en place des réglementations strictes pour limiter leur utilisation. De plus, il est essentiel de mettre en œuvre des méthodes de dépollution appropriées pour minimiser les risques** pour la santé humaine et l'environnement.

2B-1d. Q- Quels composés présents dans l'environnement sont-ils à l'origine de cancers ?

R (sémantique qualitative)- Il existe plusieurs composés chimiques présents dans l'environnement qui peuvent être associés au développement de cancers. Certains **exemples courants** incluent :

1. **Les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)** :

Ces composés se forment lors de la combustion incomplète de matières organiques telles que **le tabac, les émissions de véhicules et les combustibles fossiles. Certains HAP, comme le benzo-pyrène, sont considérés comme cancérigènes.**

2. **Les métaux lourds** : Certains métaux lourds, tels que **l'arsenic, le cadmium, le plomb et le mercure, peuvent être présents dans l'environnement en raison de l'activité industrielle, de la pollution de l'air et de l'eau, ainsi que de l'utilisation de certains produits chimiques. Ils peuvent être cancérigènes lorsqu'ils sont présents à des concentrations élevées et lors d'une exposition prolongée.**

3. **Les substances chimiques utilisées dans l'industrie et l'agriculture** : Certains produits chimiques utilisés dans l'industrie et l'agriculture, tels que **les pesticides, les solvants organiques, les colorants et les produits chimiques de traitement du bois, peuvent être associés à un risque accru de cancer** chez les personnes exposées de manière professionnelle ou environnementale.

4. **Les substances cancérigènes présentes dans l'alimentation** : Certaines substances présentes dans les aliments peuvent également être associées au développement de cancers. Par exemple, **l'aflatoxine, produite par certains champignons, peut contaminer les aliments** tels que les arachides et les céréales, et est considérée comme cancérigène.

Il est important de noter que la présence de ces composés chimiques n'aboutit pas nécessairement au développement d'un cancer. Le risque dépend de nombreux facteurs, tels que **la dose, la durée et la voie d'exposition, ainsi que la susceptibilité individuelle. Il est donc essentiel de prendre des mesures pour réduire l'exposition à ces substances et de suivre les recommandations de santé et de sécurité appropriées.**

2B-1e. Q- Quelles sont les conséquences de la présence d'oestrogènes dans l'eau ?

R (sémantique qualitative)- La présence d'oestrogènes dans l'eau peut avoir plusieurs conséquences. Les oestrogènes sont des hormones naturellement présentes dans le corps humain, mais ils peuvent également se retrouver dans l'environnement en raison de diverses sources, telles que **les déchets pharmaceutiques, les produits chimiques industriels et les hormones utilisées dans l'élevage du bétail.**

*Lorsque les oestrogènes se retrouvent dans l'eau potable, ils peuvent avoir des effets sur la santé humaine. Ils peuvent perturber le système endocrinien en imitant ou en bloquant l'action des hormones naturelles, ce qui peut entraîner des déséquilibres hormonaux chez les individus exposés. Cela peut avoir **des conséquences sur la reproduction, le développement sexuel, le métabolisme** et d'autres fonctions biologiques.*

De plus, la présence d'oestrogènes dans l'eau peut également avoir des effets sur les écosystèmes aquatiques. Ils peuvent perturber la reproduction et le développement des organismes aquatiques, entraînant des changements dans les populations et la biodiversité.

Il est donc important de surveiller et de traiter l'eau pour réduire la présence d'oestrogènes et d'autres substances potentiellement perturbatrices dans le but de préserver la santé humaine et l'environnement.

La pathologie de Minamata qui a fait des milliers de victimes **entre 1956 et 1968** était due à la pollution au mercure de la côte ouest du Japon par l'usine pétrochimique de la firme *Shin Nippon Chisso* qui **évacuait dans la mer ses déchets** de production contenant des métaux lourds et en particulier du mercure. Pendant 12 ans les habitants et les animaux sauvages (pêche) ou domestiques (bétail) ont consommé de l'eau et de la nourriture contaminées entraînant **des troubles neurologiques encore jamais observés et à grand échelle**. Au début des années 2000 le gouvernement japonais a "enfin" reconnu l'ampleur de la catastrophe, alors que sur les 2265 victimes officiellement recensées 1784 en étaient décédées.

Une convention sur la réduction des émissions mondiales de mercure n'a été adoptée **qu'en 2013**. Ce qui n'a pas empêché, à la suite de la catastrophe de Fukushima en 2011, les **rejets répétés et volontaires dans l'océan**, de dizaines de milliers de tonnes d'eaux radioactives. Diluer permet-il de polluer davantage ?

2B-2. TOUJOURS PLUS DE RÉSISTANCE des bactéries aux antibiotiques, des virus aux antiviraux.

La résistance des bactéries aux antibiotiques est responsable de nombreuses **infections récidivantes**. Ce qui représente une létalité bien supérieure à celle due au CoViD19 : chaque année des dizaines de millions de personnes dans le monde contractent une infection résistante aux antibiotiques et au moins 4% en meurent.

La résistance des bactéries aux antibiotiques s'étend au sein des réseaux alimentaires.

Dans le liquide gastrique de 88% des grands dauphins des lagunes de Floride on trouve des bactéries résistantes à l'érythromycine, **érythromycine** utilisée pour traiter des infections sexuellement transmissibles, comme la syphilis, mais beaucoup trop souvent utilisée pour traiter l'acné juvénile. Afin de retrouver l'efficacité des antibiotiques il faudrait les utiliser à bon escient, **en commençant par arrêter de les utiliser...**

Arrêter de les utiliser **pendant une durée suffisamment longue** pour que les bactéries résistantes, désavantagées par rapport aux bactéries sensibles en l'absence d'antibiotiques³⁸, disparaissent. Ce qui est vrai pour l'usage abusif des antibiotiques, inutiles contre les infections virales, est vrai pour l'usage abusif des anti-viraux contre des infections virales banales, qui n'en nécessitent pas, comme un rhume. La résistance des virus aux anti-viraux s'étend également, à la suite de leur sur-utilisation contre les coronavirus du MERS et du SRAS (Dolgin 2021, Westberg et al. 2024).

En France, depuis 2024, les pharmacies peuvent délivrer librement des antibiotiques, de l'**amoxicilline** pour soigner des angines, ou de la **fosfomycine** pour soigner les cystites et autres infections urinaires, sans qu'il soit besoin d'avoir une prescription par un médecin, après un test dit d'orientation du diagnostic. Est-ce bien raisonnable ? N'y a-t-il pas des "remèdes dits de grand-mère" efficaces et qui ne font pas courir un risque d'apparition de résistances systémiques aux antibiotiques ou aux antiviraux ?

N'est-ce pas tout le système de l'industrie de la santé qu'il faudrait repenser ? (Vilarasau 2024)

2B-3. Des individus TOUJOURS PLUS NOMBREUX atteints de cancers TOUJOURS PLUS JEUNES.

Plusieurs études ont identifié, **dans les eaux potables issues des stations d'épuration puis de purification**, des molécules issues de médicaments : divers anticancéreux tel le méthotrexate, divers antalgiques tel le paracétamol, du diazépam ou de l'éthynyl-oestradiol des pilules contraceptives.

38 La résistance aux antibiotiques a un **coût, génétique, structural ou/et métabolique**, ce qui est un désavantage pour les bactéries résistantes en l'absence d'antibiotique. En l'absence d'antibiotiques les bactéries sensibles croissent et prolifèrent plus rapidement que les bactéries résistantes, qui sont alors éliminées, **si on attend suffisamment longtemps...**

Que contiennent les boues des stations d'épuration qui sont épandues sur les terrains agricoles ?

2B-3a. Une conséquence AVÉRÉE de l'utilisation du glyphosate ?

Le glyphosate, **analogue de la glycine**, est présent dans notre nourriture, dans notre assiette³⁹.

Ne peut-il pas aussi remplacer, au moins partiellement, la glycine dans les protéines de nos bactéries intestinales symbiotes et dans nos propres protéines ?

Quelle est sa durée de vie ? Quelle est sa biodisponibilité ?

C'est en remplaçant la glycine que le glyphosate supprime certaines activités enzymatiques.

Certaines protéines, comme le collagène de la peau, sont très riches en glycine.

La structure fonctionnelle des chaînes en hélice de toutes les protéines et en particulier des protéines trans-membranaires dépend de liaisons hydrogènes entre acides aminés.

Un lien a été mis en évidence entre **la maladie coeliaque, dont l'incidence a été multipliée par trois** entre 1990 et 2010 et l'exposition au glyphosate dont **la quantité utilisée pour désherber les champs de blé a été multipliée par 20** en 20 ans. En juillet 2017 l'état de Californie (huitième puissance économique mondiale), conformément à la loi de 1986 sur **la salubrité de l'eau potable** et de l'élimination des toxiques, a classé le glyphosate comme **cancérigène, à la suite d'une exposition chronique**.

Les politiques n'avaient-ils PAS promis de l'interdire en France au plus tard en 2022 ?

L'exposition par ingestion alimentaire de glyphosate peut être mesurée dans les urines.⁴⁰

La *Commission Economique Européenne* a renouvelé son autorisation, au moins pour 5 ans, voire 7 ans... Pourtant, en 2024, aux états-Unis des milliers d'agriculteurs, utilisateurs du glyphosate, atteints d'une forme rare d'un cancer, le lymphome hodgkinien, ont attaqué la firme américaine devant les tribunaux et *Monsanto* a été condamné(e) à leur payer des centaines de millions de dollars. Les jurés ont déterminé que *Monsanto* avait agi avec malveillance. L'organisation *foodwatch*⁴¹ indique que, l'OMS (*Organisation Mondiale de la Santé*) a reconnu qu'il existe des preuves d'un lien entre l'exposition au glyphosate et l'apparition et le développement de certains cancers chez l'homme.

Mais pour la commission européenne, **la "sûreté" économique prime sur la sûreté sanitaire !**

En 2024, la présence de plus d'une soixantaine de **substances toxiques indésirables, avec des dépassement des seuils de toxicité** pour au moins une douzaine d'entre elles, a été confirmée dans les produits d'hygiène féminine ou pour bébés, sans pour autant que les "recommandations" de l'ANSES pour éviter cela ne soient toujours pas devenues des obligations.

2B-3b. Une conséquence avérée de L'AUGMENTATION DE LA RADIOACTIVITÉ.

Q- L'eau polluée en éléments radioactifs est-elle génotoxique ?

R- En tant qu'assistant AI, je peux vous dire que l'eau polluée par des éléments radioactifs peut potentiellement être génotoxique. Les éléments radioactifs émettent des rayonnements ionisants qui peuvent endommager l'ADN et d'autres composants cellulaires. Cela peut entraîner des mutations génétiques et d'autres effets néfastes sur la santé. Il est donc important de prendre des mesures pour prévenir la pollution de l'eau par des éléments radioactifs et de traiter l'eau contaminée de manière appropriée pour minimiser les risques pour la santé.

2B-4. L'explosion de la fréquence des PATHOLOGIES TÉRATOGENES.

Une étude de l'action du glyphosate ingéré par des rats de laboratoire a montré qu'il était transmis d'individu en individu par le comportement de léchage, étape clé du développement et de la sociabilité des rats. Une protéine clé de **la transmission synaptique**, essentielle dans la communication entre neurones, la synaptophysine, **est altérée dans les neurones de l'hippocampe** (zone impliquée dans le contrôle des émotions, l'apprentissage, la mémorisation) **et du cortex préfrontal** (zone de la prise de décision).

39 glyphosate ? : recherche par mot-clé sur <https://www.generations-futures.fr/>

40. Comme cela a été fait en Californie du Sud par *the American Medical Association*.

Des chercheurs de l'Université de Californie à San Diego ont mesuré les concentrations du glyphosate et de son métabolite l'Acide AminoMéthylPhosphonique (AMPA) dans les urines des participants de l'étude Rancho Bernardo. De 1994-1996 à 2014-2016, le niveau moyen de concentration du glyphosate est passé de 0,024 à 0,314 microgramme/litre, soit **une augmentation d'un facteur 13 en 20 ans**, et celui de l'AMPA, de 0,008 à 0,285 microgramme/litre, soit **une augmentation d'un facteur 35**.

41 <https://www.foodwatch.org/en/foodwatch-international>

Les processus affectifs et relationnels et le raisonnement sont affectés, même à des prises de doses très faibles, **moins de 5 mg/kg/jour** (5 parties par milliards), dix fois moins que celles en théorie sans effets néfastes attendus. **Doit-on céder aux revendications anti-normes et anti-contrôles des utilisateurs ?**

L'association *France Nature Environnement* a porté plainte contre *l'usine SANOFI* du bassin de Lacq à Mourenx (Pyrénées-Atlantiques) pour **des rejets toxiques très au-delà des normes autorisées**. Au printemps 2018 cette usine qui fabrique la dépakine, médicament anti-épileptique, émettait, selon *Mediapart* et *France-info*, jusqu'à 190.000 fois plus que le maximum autorisé de bromopropane, substance inhalable classée **cancérogène et tératogène**. La dépakine consommée par les patients se retrouve tôt ou tard dans les rejets individuels. Or ce produit peut entraîner des troubles neuro-développementaux chez le fœtus, puis chez l'enfant, s'il est absorbé par une femme enceinte. Des dizaines de milliers d'enfants pourraient avoir été atteints de troubles mentaux et du comportement après avoir été exposés au valproate **in utero**.

Est-il acceptable de continuer à prendre tant de médicaments, volontairement ou involontairement, **par voie orale ?** Les concentrations des médicaments pris par voie orale sont des dizaines, voire des centaines de fois supérieures à la valeur de la concentration biodynamique utile au sein de l'organisme.

Ne peut-on pas réduire les doses des médicaments (Haguenoer 2010) **en changeant leur mode d'administration**, en utilisant uniquement des comprimés solubles sub-linguaux (comme pour l'homéopathie), ou des suppositoires, ou des patchs dermiques (comme pour la contraception et le sevrage tabagique) ?

Q- Donnez moi des exemples chiffrés de concentrations de substances tératogènes.

R- En tant qu'assistant AI, je ne peux pas accéder à des données en temps réel ni fournir des exemples chiffrés spécifiques de concentrations de substances tératogènes. Les concentrations de substances tératogènes peuvent varier en fonction de la substance, de l'exposition et des normes réglementaires en vigueur dans les pays.

Cependant, il est important de noter que les substances tératogènes sont des agents qui peuvent causer des malformations congénitales chez les fœtus lorsqu'ils y sont exposés pendant la grossesse. Les concentrations à partir desquelles ces effets peuvent se produire peuvent varier considérablement en fonction de la substance et de la sensibilité individuelle. Il est recommandé de consulter des sources fiables, telles que des études scientifiques, des organismes de santé publique ou des réglementations gouvernementales, pour obtenir des informations précises et à jour sur les concentrations de substances tératogènes spécifiques.

Q- MERCI BEAUCOUP

R- De rien ! Je suis là pour vous aider. Si vous avez d'autres questions, n'hésitez pas à les poser.

En résumé, seuls quelques exemples, non exhaustifs, ont été présentés (tableau 2).

Tableau 2. LES CONSÉQUENCES DES POLLUTIONS, DE L'AIR, DES SOLS, ET AU FINAL DES EAUX.
Quelques exemples...

Des conditions de survie et de reproduction toujours de moindre qualité.

Toujours plus de composés chimiques à l'origine de toujours plus de cancers...

- conséquences de la présence d'oestrogènes dans l'eau.
- conséquences de la pollution de l'eau par des perturbateurs endocriniens.
- conséquences de la pollution de l'eau par des métaux lourds.
- conséquences de la pollution de l'eau par des polluants "éternels".

Des individus toujours plus jeunes, atteints de cancers toujours plus nombreux et plus agressifs.

- une conséquence de l'utilisation du glyphosate.
- une conséquence de toujours plus de polluants radioactifs.

Une explosion de la fréquence de toujours plus de pathologies tératogènes.

Toujours plus de résistance des bactéries aux antibiotiques et des virus aux anti-viraux.

L'internalisation locale et l'externalisation globale des toxiques, des FLUX interactifs.

L'effet cocktail et l'émergence de toujours plus de dangerosité multi-chimique.

Les méta-analyses de la base de données [Pour La Science](#) sont indiquées. Les travaux de références issus de la recherche par les logiciels d'intelligence artificielle ne le sont pas tous, les bases de données utilisées n'étant pas connues ou inaccessibles..

L'état de la pollution de la biosphère terrestre est donc certainement beaucoup plus préoccupant !
2C. LES FLUX INTERACTIFS DE POLLUANTS DANS LES SYSTÈMES VIVANTS.

Le "jeu de la patate chaude", un jeu à qui gagne perd...

Lors de la catastrophe de Minamata, seules les femmes enceintes n'ont pas contracté de symptômes neurologiques. Elles étaient "protégées" par leurs enfants à naître **qui ont servi d'exutoire**, le mercure étant accumulé dans leur(s) organisme(s), ceux qui ne sont pas mort-nés, atteints d'hydrargyrisme, sont tous nés **atteints de très graves troubles neurologiques**, visuels, auditifs, épileptiques...

2C-1. L'internalisation et l'externalisation des FLUX TOXIQUES.

Un être humain est constitué d'environ 10.000 milliards de cellules diploïdes (10^{13}), chacune contenant presque 10 milliards de bases nucléotidiques (10^{10}) dans leur génome, ce qui, compte tenu du taux spontané de mutation chez l'homme, représente potentiellement près de 10.000.000 milliards de mutations ponctuelles, réparties aléatoirement, pour un individu (10^{16}). Même si seulement une très faible fraction d'entre elles affectent les régions codantes exprimées du génome, même si une faible fraction de celles-ci sont délétères, un individu adulte peut accumuler jusqu'à 10 milliards de mutations (10^{10}) au cours de sa vie⁴².

Heureusement la séparation temporelle entre les générations, résultant de la séparation spatiale et temporelle des lignées cellulaires somatiques et germinale au sein de l'individu, d'une génération à la suivante, "efface" le **fardeau génétique mutationnel**, sauf si les cellules souches à l'origine des gamètes, le spermatozoïde d'origine paternel et l'ovule d'origine maternelle, cellules à l'origine du nouvel individu (figure 4b), ont été "touchées" et sont vectrices d'une **anomalie devenue héréditaire** (Bricage 2002a).

Tout événement épi-génétique (Skinner 2019) qui augmente le taux d'apparition d'un type de mutation (suite à une irradiation), ou empêche l'action des systèmes de réparation de l'ADN (comme la présence de métaux lourds), multiplie le risque de transmission d'une "tare" héréditaire. Tout événement épi-génétique qui perturbe le décodage de l'information génétique et altère la synthèse des protéines (comme la présence d'acides aminés anormaux, tel le glyphosate) accroît les risques de non-réparation des dommages, voire entraîne des altérations de l'expression ou de la structure du génome, au moins dans les lignées somatiques.

Les FLUX TOXIQUES, solubles dans l'eau (sels d'acides aminés, sels métalliques) ou dans les lipides (hormones liposolubles), qui ne sont **pas arrêtés par la barrière intestinale** entrent dans l'organisme. Les flux toxiques entrants qui ne sont **pas arrêtés, accumulés ou détoxifiés, par la barrière hépatique**, deviennent des flux circulants qui s'accumulent aléatoirement ou affectent préférentiellement certains organes. Les flux de substances liposolubles peuvent s'accumuler préférentiellement dans les cellules adipeuses, dans lesquelles ils sont **"provisoirement mis de côté"**, mais desquelles ils peuvent être libérés à la suite de l'utilisation des réserves de graisse. **Les flux de substances solubles dans l'eau circulent sans cesse.**

On peut s'interroger, l'épidémie mondiale d'obésité (Cordonnier 2012c, Fontbonne & Clément 2023) est-elle une des conséquences de ce **mécanisme d'évitement** de toxiques liposolubles présents dans la nourriture industrielle, dé-formée, trans-formée, re-formée ? Les flux de substances hydrosolubles passent et repassent dans la circulation sanguine et **traversent et re-traversent la barrière rénale**. Comment s'étonner que, les principaux **organes de la détoxification**, les reins et le foie, ET les **organes de l'évacuation**, les reins, les poumons et la peau, soient TOUS particulièrement affectés par des processus similaires de **cancérisation** ? Malgré tous les mécanismes de défense de l'organisme contre les toxines, il est possible de retrouver ces mêmes toxiques dans les divers flux sortants, vapeur d'eau pulmonaire expirée, sueur de la peau, eau de l'urine et excréments intestinaux, parfois à **des concentrations supérieures aux seuils toxiques**, seuils connus scientifiquement et reconnus *"consensuellement"*.

42 Pour les organismes eucaryotes, comme les vertébrés, dont l'homme, **la probabilité de mutation** est de l'ordre de 10^{-10} par nucléotide, ce qui signifie, pour un génome d'une taille de 10^{10} nucléotides, l'existence "certaine" de **1 mutation/génome/cellule**. Pour les bactéries cette probabilité est 10 fois plus élevée mais le génome bactérien est 1000 fois plus petit.

Pour les virus à ADN, dont les génomes sont 100.000 à 1000.000 fois plus petits, la probabilité de mutation est 100 fois, 1000 fois, voire 10.000 fois plus élevée. Pour les virus à ARN elle peut être 1.000.000 fois plus élevée. Pour les viroïdes dont les génomes sont 100.000.000 fois plus petits elle est 100.000.000 fois plus élevée.

Compte tenu de l'efficacité des mécanismes de détoxification, quelles pouvaient être leurs concentrations dans les flux entrants ? Etaient-elles, comme celles de certains médicaments, 10X, 100X, 1000X supérieures aux seuils de toxicité ? En outre, les mécanismes enzymatiques de détoxification métabolique peuvent parfois aboutir à des substances encore plus toxiques que le toxique initial.

La seule solution viable, à court terme, est donc d'éviter l'entrée des toxiques dans l'organisme. Mais est-ce encore possible ? Existe-t-il des mécanismes efficaces d'épuration des eaux ? La seule solution viable, à long terme, n'est-elle pas la prévention ? Ou **faut-il se résoudre à accepter que, tôt ou tard, TOUS**, nous serons plus ou moins intensément, plus ou moins longtemps et chroniquement, et plus ou moins gravement, malades ? Et **d'espérer, de croire, ou de faire croire**, qu'on trouvera, tôt ou tard, un procédé, un médicament, pour guérir, plus ou moins complètement, plus ou moins durablement, plus ou moins douloureusement, et plus ou moins rapidement, un plus ou moins grand nombre de malades. Peut-on croire, ou faire croire, que l'accompagnement sociétal vers la fin de vie et l'euthanasie autorisée soient la solution ?

2C-2. L'EFFET COCKTAIL.

La médecine moderne est **une médecine chimique** qui utilise des molécules purifiées, d'origine naturelle ou synthétiques, dont **les propriétés sont validées par l'expérimentation**. Ces substances à action(s) pharmacodynamique(s) ont le plus souvent d'abord été identifiées à partir d'extraits alcooliques ou aqueux, macération, infusion, ou décoction, de plantes fraîches (Bricage 1978).

Dans la plante, le produit actif n'est souvent pas le plus concentré, il peut même être à l'état de traces, et son action physiologique s'exerce **dans un contexte physicochimique d'interactions** avec d'autres produits, qui peuvent amplifier, inhiber ou moduler son activité (Bricage 1985, 1986, 2002a).

Le TOUT est toujours A LA FOIS PLUS ET MOINS que la somme des parties (Bricage 1991b).

En situation d'urgence hospitalière on peut utiliser 2 produits purifiés **à actions antagonistes**, l'un **activateur** d'une action et l'autre **inhibiteur** de cette même action, pour orienter ou maintenir un état physiologique particulier. Cela fonctionne⁴³. Mais croire qu'on puisse, en situation de déséquilibre physiologique, transitoire ou surtout chronique, utiliser un produit purifié pour rétablir un équilibre est souvent une illusion. En effet l'action pharmacodynamique d'une substance active, dans un extrait végétal ou animal, **résulte des interactions ago-antagonistes**⁴⁴ entre les différents produits plus ou moins présents. Certains pouvant avoir un effet agoniste (ou synergique⁴⁵) et d'autre un effet antagoniste. On peut croire que l'action résulte d'un produit particulier alors qu'elle **résulte du contexte des interactions** du produit avec les autres produits, voire est **une propriété émergente du mélange de produits**. On peut croire que l'effet pharmacodynamique obtenu est linéairement proportionnel à la cause, la concentration du produit. Mais, au sein de l'organisme le produit, synthétique ou d'origine naturelle, **agit au sein d'un contexte d'interactions** avec toutes les molécules de contrôle de l'équilibre de l'organisme, et tout le contexte cellulaire (Banjanac et al. 2012), dont les **effets modifiés par la présence** du médicament rétro-agissent sur l'effet du médicament. **L'effet devient une cause qui modifie la cause initiale**. Aucune cause n'a d'effet uniquement linéaire, d'ordre premier, les **cascades de cause(s)-à-effet(s) et d'effet(s)-à-cause(s)** (**loi systémique constructale**) aboutissent à des relations dynamiques du second ordre (Bricage 2014f), qui dans le contexte fonctionnel du vivant sont souvent représentées ou modélisées par des **lois puissance** (Hatton et al. 2015, Bricage 2017b).

D'autant plus que dans certaines situations de déséquilibres chroniques pour obtenir l'effet biologique escompté il faut parfois **paradoxalement** agir à l'inverse de l'action logique (Bernard-Weil 2002).

43 C'est le principe, des 2 "pédales", une de frein et une d'accélération, utilisées pour régler la vitesse d'une voiture, qui est aussi employé en anesthésie pour contrôler l'état de conscience/inconscience par perfusions de substances à effets opposés.

44 Quand une **combinaison** de produits, d'organismes ou d'interactions réduit l'efficacité du TOUT ou des parties on parle d'**antagonisme**, (du grec, *agog*, conduire, diriger, et, *anti*, contre, en opposition), quand elle les augmente on parle de **synergisme**. (du grec, *erg*, action, travail, et, *syn*, ensemble) ou de **renforcement**. Quand elle aboutit à un équilibre nouveau (émergence) où **des interactions à la fois synergiques et antagonistes gouvernent le maintien du TOUT ou/et des parties** on parle d'**ago-antagonisme** ; on pourrait aussi bien parler d'**ago-synergisme** (Bernard-Weil & Bricage 2005).

45 <https://fr.wikipedia.org/wiki/Synergie>

C'est la base de l'effet cocktail. Des polluants, **même à l'état de traces** (Boobis et al. 2011), dont les concentrations sont individuellement inférieures aux seuils supposés de concentration toxique de chacun d'eux, ensemble peuvent avoir un effet toxique considérable, émergeant de leurs interactions. Ainsi, certains herbicides sont plus efficaces en association avec d'autres ("**en cocktail**"), d'autres le sont moins.⁴⁶

L'effet cocktail est également validé pour l'action de certains médicaments (Delfosse et al. 2015).

2C-3. La résilience du vivant ou "**le jeu de la patate chaude**".

Un **système vivant**, pour se débarrasser de substances toxiques, à défaut de pouvoir les excréter dans un espace-temps, écologiquement et physiologiquement inerte, de son **écoexotopie** de survie, peut tenter de les isoler dans l'**espace-temps-action** de son **endophysiotopie** (Mézières & Christin 1979b).

Les poules sont "plus heureuses" et pondent de "meilleurs" œufs en l'absence de toxiques dans leur alimentation et leur eau de boisson. Car l'une des solutions pour se débarrasser des toxines qui ne peuvent être évacuées par les excréments est de les évacuer dans leurs œufs, le jaune d'oeuf est un **espace "privilegié" d'évacuation** de toxines lipophiles. Dans les cellules végétales la vacuole est le **compartiment "privilegié" d'évacuation** des toxines hydrosolubles. Localement, **l'eau d'imbibition, ou l'eau de structure**, de tout organisme vivant terrestre, **est, tôt ou tard, un lieu de passage ou/et d'accumulation de polluants** toxiques. Globalement, au niveau de la biosphère terrestre, par l'intermédiaire de leurs systèmes d'excrétion et de nutrition, les systèmes vivants se repassent les uns aux autres les polluants, polluants dont les organismes les plus sensibles, ou les plus consommateurs, ou les plus accumulateurs, sont les **victimes, tôt ou tard**.

Le malheur des uns fait le bonheur des autres **qui survivent... de plus en plus difficilement, dans des conditions écologiques dégradées et dans un état physiologique altéré !**

La sélection naturelle en présence d'antibiotiques, ou de métaux lourds, favorise la survie des bactéries résistantes à ces toxiques. **Peut-on se leurrer** en espérant que l'espèce humaine soit apte à survivre, dans des conditions d'écoexotopie de plus en plus dégradées, pendant suffisamment de générations pour que des gènes de résistance soient sélectionnés, pour la survie d'une autre espèce humaine ?

3. DISCUSSION

La molécule d'eau est présente dans la biosphère terrestre sous les 3 états possibles de la matière, solide, liquide et gazeux. Elle y est à la fois - un support, **véhicule de transport** de flux de molécules hydrophiles solubles dans l'eau, - un **élément constitutif** de tous les systèmes vivants terrestres, à la fois **variable, eau d'imbibition, et constant, eau de structure**, et - le **milieu réactionnel** des activités biochimiques. Tous les polluants insolubles, solides microscopiques et nanoscopiques, et solubles, molécules dissoutes, qui en modifient les propriétés chimiques ou physiques vont affecter l'espace-temps-action réactionnel des systèmes vivants, **localement et globalement**. Tous les polluants toxiques à courtes durées de vie vont s'échanger entre les écosystèmes et s'y installer provisoirement en y modifiant les structures et les flux fonctionnels, **altérant la survie d'au moins la génération affectée**. Tous les polluants toxiques à longues durées de vie vont s'installer définitivement dans les structures, **localement et globalement, altérant la survie des générations actuelles et futures. Est-il encore temps, de dépolluer l'eau ?**

3A. QUELS TYPES DE POLLUTIONS PEUT-ON SUPPRIMER ET SURTOUT ÉVITER ?

La meilleure dépollution n'est-elle pas la pollution qui n'a pas eu lieu ?

Toutes les chaînes alimentaires de tous les écosystèmes sont contaminées par des cocktails de produits insecticides, herbicides, fongicides, de mélanges de perturbateurs endocriniens et de substances médicamenteuses à actions pharmacodynamiques, de métaux lourds et de produits radioactifs et mutagènes.

En France, des chercheurs de l'INRA et de l'INSERM⁴⁷, en collaboration, ont démontré, sur des souris de laboratoire, l'existence d'effets nocifs de pesticides couramment utilisés en agriculture (thiaclopride, captane, thyophanate, zirame, boscalide et chlorpyrifos) mais combinés, ce même quand elles sont "alimentées" **à des doses très faibles, très inférieures aux seuils de toxicité** supposés de chacun.

46 https://en.wikipedia.org/wiki/Weed_science#Herbicide_antagonism

47 INRA Institut National de la Recherche Agronomique, INSERM Institut National de la Santé et de la Recherche Médicale

Certains effets néfastes, obésité, stéatose hépatique, diabète, se limitent aux souris mâles. Les femelles subissent des perturbations délétères dans l'activité de leur microbiote intestinal, car l'activité de détoxification serait essentiellement **assurée par le foie chez les mâles et l'intestin chez les femelles**.

Tôt ou tard, **l'homme consommateur final**, qui détourne à son profit (figure 3), la matière et l'énergie de tous les écosystèmes de la biosphère terrestre (Bricage 2009a), est **contaminé, de plus en plus, et de plus en plus jeune**. Cette contamination affecte son microbiote intestinal qui est l'acteur premier, gouvernant la mise en place et le maintien de l'immunité, de l'absence d'allergies et de maladies auto-immunes.

Divers **outils logiciels de contrôle** de la qualité⁴⁸ ou/et d'aide à la décision (Bricage 1989b, 1991b, 1993, 2017a, 2024) ou/et d'analyse du risque (Chen et al. 2024) permettent, si nécessaire, de quantifier la probabilité des corrélations⁴⁹ entre présence et concentrations d'un polluant et risque(s) sanitaire(s).

3B- QUELLES SONT LES REMÉDIATIONS DISPONIBLES ET EFFECTIVES ?

Les médicaments ou les traitements médicaux peuvent contribuer à l'augmentation de l'espérance de vie, mais **cet avantage a un inconvénient**, les résidus des produits utilisés en médecine humaine ou vétérinaire, les rejets urinaires et fécaux, les médicaments non-utilisés, **tôt ou tard**, contaminent l'écoexotopie. Les produits industriels phytosanitaires peuvent contribuer à l'augmentation de la quantité de nourriture, mais **cet avantage a un inconvénient**, les résidus des produits utilisés en agriculture industrielle, **tôt ou tard**, contaminent l'écoexotopie. Comment éviter que ces avantages deviennent des inconvénients ?

Peut-on se débarrasser de ces polluants toxiques ou/et éviter leur accumulation dans les eaux ?

Les stations d'épuration sont-elles spécifiquement conçues pour les arrêter et les éliminer ?

Comment décontaminer les eaux ?

3B-1. Comment se débarrasser des métaux lourds ?

Q- Comment dépolluer l'eau de ses métaux lourds ?

R- Pour dépolluer l'eau de ses métaux lourds, il existe plusieurs méthodes de traitement. L'une des méthodes couramment utilisées est la précipitation chimique. Cette technique consiste à ajouter des produits chimiques spécifiques à l'eau contaminée, ce qui provoque la formation de précipités qui capturent les métaux lourds. Les précipités peuvent être ensuite séparés de l'eau. Une autre méthode est l'adsorption, qui utilise des matériaux spécifiques tels que le charbon actif, les résines échangeuses d'ions ou les zéolites. Ces matériaux ont la capacité d'adsorber les métaux lourds présents dans l'eau, les piégeant efficacement.

La filtration sur membrane est également une méthode couramment utilisée pour éliminer les métaux lourds de l'eau. Cette technique utilise des membranes spéciales qui retiennent les particules de métaux lourds tout en permettant à l'eau propre de passer à travers.

Il est important de noter que le choix de la méthode de dépollution dépendra du type et de la concentration des métaux lourds présents dans l'eau. Dans tous les cas, il est recommandé de faire appel à des experts en traitement de l'eau ou à des organismes spécialisés pour garantir une dépollution efficace et sécuritaire de l'eau contaminée.

Des substances chimiques dites chélateurs peuvent piéger les métaux lourds dans les eaux des stations d'épuration, et permettent dans le cas d'un organisme contaminé l'évacuation du complexe de piégeage inactif par voie urinaire ou fécale. Certaines plantes peuvent dépolluer les sols (phyto-remédiation) en absorbant certains métaux lourds, mais **en s'auto-polluant** (Morel 2012). Ainsi, les cellules des saules contiennent des enzymes qui permettent l'absorption de l'arsenic.⁵⁰ D'autres plantes peuvent dépolluer et stabiliser métaboliquement des sols pollués par des métaux lourds comme le nickel (Ni) et des substances organiques comme les hydrocarbures (Mangin 2018).

3B-2. Comment se débarrasser des déchets radioactifs ?

3B-2a. Q- Comment dépolluer l'eau de sa radioactivité ?

R- Il existe plusieurs méthodes pour dépolluer l'eau de sa radioactivité. L'une des méthodes couramment utilisées est le traitement par adsorption. Cela implique l'utilisation de matériaux spécifiques, tels que le charbon actif ou la zéolite, qui ont la capacité d'adsorber les éléments radioactifs présents dans l'eau.

48 Environnement logiciel CTRLQUAL (Bricage 1988b, 1989a, 1991b, 2017a, Bricage et al. 1989)

49 Logiciel Tri-Deux d'analyse factorielle des correspondances (Bricage 1984b, 1989b)

50 Des enzymes des saules peuvent aussi bio-dégrader certains pesticides ou hydrocarbures.

Une autre méthode est le **traitement par précipitation**. Cette technique consiste à ajouter des produits chimiques spécifiques à l'eau contaminée, ce qui provoque la formation de précipités qui capturent les éléments radioactifs. Les précipités peuvent être ensuite séparés de l'eau.

Le traitement par échange d'ions est également utilisé pour éliminer les éléments radioactifs de l'eau. Cette méthode implique l'utilisation de résines échangeuses d'ions qui peuvent piéger les ions radioactifs et les remplacer par des ions non radioactifs.

Il est important de noter que le choix de la méthode de dépollution dépendra du type et de la concentration des éléments radioactifs présents dans l'eau. Dans tous les cas, il est recommandé de faire appel à des experts en traitement de l'eau ou à des organismes spécialisés pour garantir une dépollution efficace et sécuritaire de l'eau contaminée par des éléments radioactifs.

3B-2b. Q- Donnez moi des exemples chiffrés.

R- Les exemples chiffrés spécifiques dépendent de nombreux facteurs, tels que le type d'éléments radioactifs présents dans l'eau, leur concentration, ainsi que les méthodes de dépollution utilisées. Cependant, voici quelques exemples généraux pour vous donner une idée :

- Le charbon actif peut être efficace pour éliminer jusqu'à 90% des radionucléides présents dans l'eau.
- La zéolite peut adsorber environ 80 à 95% des éléments radioactifs, en fonction de leur nature et de leur concentration.
- Le traitement par précipitation peut permettre de réduire la concentration des éléments radioactifs de 50 à 99%, selon les conditions spécifiques de l'eau contaminée.
- Le traitement par échange d'ions peut éliminer jusqu'à 99% des radionucléides présents dans l'eau, en fonction des paramètres de traitement.

Ces chiffres sont donnés à titre indicatif et peuvent varier en fonction des circonstances spécifiques. Il est important de consulter des experts en traitement de l'eau pour obtenir des estimations précises et adaptées à votre situation particulière.

3B-2c. Q- Que fait-on des déchets radioactifs de dépollution ?

R- Les déchets radioactifs issus de la dépollution de l'eau doivent être gérés de manière appropriée pour assurer la sécurité et minimiser les risques pour l'environnement et la santé publique. La gestion des déchets radioactifs est un processus complexe et réglementé.

En général, les déchets radioactifs de dépollution sont traités et **stockés** dans des installations spécialisées. Selon leur niveau de radioactivité, ils peuvent être classés en différentes catégories, telles que les déchets de faible activité, les déchets de moyenne activité et les déchets de haute activité.

Les déchets de faible activité peuvent être traités et conditionnés de manière à réduire leur volume et leur radioactivité. Ils peuvent ensuite être **stockés** dans des installations appropriées, telles que des centres de stockage souterrains ou des installations de stockage en surface.

Les déchets de moyenne et haute activité nécessitent une gestion plus complexe. Ils sont généralement **vitriifiés, c'est-à-dire incorporés dans un matériau solide et stable, comme le verre, pour empêcher leur dispersion. Ces déchets sont ensuite stockés dans des installations spéciales, telles que des dépôts géologiques profonds, qui offrent une isolation à long terme**

Il est important de souligner que la gestion des déchets radioactifs est soumise à des réglementations strictes et à des contrôles de sécurité rigoureux pour prévenir les risques pour la santé et l'environnement. Les autorités compétentes veillent à ce que les déchets radioactifs soient gérés de manière responsable et conformément aux normes internationales.

3B-3. Comment se débarrasser des PFAS ?

Polluants dits éternels, le sont-ils moins que la radioactivité ?

Dégradation aux ultrasons, dégradation électro-chimique, incinération, les procédés d'élimination des PFAS ne manquent pas, mais tous ont l'inconvénient d'être **très coûteux en énergie pour une efficacité parfois bien faible**. Le seul "point faible" des PFAS est la fonction acide -COOH, thermo-labile, de l'extrémité de leur chaîne carbonée. En chauffant l'eau entre 80°C et 120°C, en présence d'une solution d'acide concentrée (PFCA) et de diméthylsulfoxyde (DMSO), **produits "toxiques"**, le groupe carbonyle de l'extrémité se détache (décarboxylation) pour donner du gaz carbonique (CO₂), un proton (H⁺) et un anion perfluoré. En ajoutant de la soude (NaOH), en moins de 24 heures, les liaisons F-C de l'anion se brisent en morceaux.

Les progrès de la séparation et de l'extraction, avec la mise au point de nouveaux filtres, lavables et ré-utilisables, avec régénération des adsorbants, permettent aujourd'hui une dépollution coûteuse. Est-elle applicable à grande échelle ? Et, **les déchets de l'élimination de ces polluants sont-ils inoffensifs ?**

En 2023, l'usine de 3M, près d'Anvers, en Belgique, était au cœur d'un scandale de pollution par les PFAS. Pendant 50 ans, les sols du village de Zwijndrecht ont été contaminés. Le problème n'est devenu une préoccupation gouvernementale que lorsqu'il a fallu réaliser des travaux de terrassement pour creuser un tunnel en plein milieu de la zone hyper-polluée. Les taux de PFAS retrouvés dans le sang des habitants sont colossaux. La consommation des fruits et légumes et des œufs produits localement aurait dû être interdite depuis très longtemps. **Encore aurait-il fallu reconnaître la pollution pour l'arrêter !** L'entreprise s'est engagée à verser plus d'un demi-milliard d'euros pour "dépolluer" le site, mais pas pour la santé des habitants.

Q- Comment dépolluer l'eau de ses PFAS ?

R- Pour dépolluer l'eau de ses PFAS, il existe plusieurs méthodes de traitement. L'une des méthodes couramment utilisées est l'**adsorption sur charbon actif granulaire (CAG)**. Le CAG a une forte affinité pour les PFAS et peut les adsorber efficacement de l'eau. Une autre méthode est l'**osmose inverse, qui utilise une membrane semi-perméable** pour éliminer les PFAS de l'eau. Cette technique fonctionne **en forçant l'eau à travers la membrane, qui retient les PFAS et permet à l'eau propre de passer**. Le **traitement par rayonnement ultraviolet (UV)** est également utilisé pour décomposer les PFAS dans l'eau. L'exposition aux UV provoque une dégradation des liaisons chimiques des PFAS, **les rendant moins toxiques**.

Il est important de noter que le traitement des PFAS peut être complexe en raison de leur persistance et de leur résistance à la dégradation. Par conséquent, il est recommandé de faire appel à des experts en traitement de l'eau ou à des organismes spécialisés pour garantir une dépollution efficace des PFAS. De plus, la prévention de la contamination des sources d'eau est essentielle pour réduire la présence de PFAS dans l'environnement.

Aujourd'hui, les entreprises qui pompent l'eau **dans les nappes phréatiques** doivent la dépolluer.

Est-ce une solution pérenne à long terme, sans danger de **"pollution par la dépollution"** ? Non !

Envoyée dans de grandes cuves, l'eau passe dans des filtres à charbon actif capables de retenir les PFAS et d'autres polluants organiques. Le charbon et les polluants adsorbés sont **envoyés en incinération**.

Les polluants captés ou les déchets de leur destruction, tôt ou tard, vont être pris, ou repris, par les eaux de pluie, d'infiltration et de ruissellement. Peut-on décontaminer tous les sols et toutes les eaux ? Non !

L'entreprise *Colas Environnement* a noué un partenariat avec le *Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM)* pour tenter de mettre au point des procédés d'extraction des PFAS des sols, en utilisant des gels, efficaces à 95%, ou en chauffant la terre à plus de 1000°C. En Europe, le coût de **la décontamination des seuls PFAS** dépasse aujourd'hui **plusieurs centaines de milliards d'euros** (Giraudeau 2022).

3C. ATTENDRE !, EST-CE UNE SOLUTION ?

3C-1. Laisser du temps au temps ?

Le chlordécone peut être **dégradé naturellement par des micro-organismes du sol** (Della-Negra & Saaidi, 2020). Mais qu'en est-il de sa durée de survie, de sa demi-vie, et de l'innocuité de ses produits de dégradation ? Un trognon de pomme jeté dans la nature met environ 15 jours à sa dégrader naturellement. Mais c'est suffisant pour attirer des charognards comme des rats. Le temps de détérioration des serviettes et sacs en papier, et des journaux, est d'environ 1 mois. Pour ce qui est des fibres synthétiques, les objets en nylon, comme les collants, résistent à la dégradation des dizaines d'années. Les couches jetables peuvent résister des centaines d'années⁵¹.

A défaut de connaissances sur les risques sanitaires et sur les risques d'accumulation des polluants, **à défaut de vouloir prévenir, d'empêcher l'utilisation** des différents polluants, n'est-il pas primordial de **contrôler les rejets éventuels pour les limiter ?**

Les outils de contrôle de la qualité existent (Bricage 2017b), mais la volonté politique est absente.

51 L'élaboration des couches jetables (pas seulement pour bébés) nécessite l'emploi de substances hautement toxiques, comme le toluène, l'éthyl-benzène, le xylène ou **la dioxine, un agent cancérigène**.

Aujourd'hui, les hôpitaux et les industries ne mesurent pas leurs rejets d'hormones, d'antibiotiques ou d'anticancéreux, **faute de réglementation les y contraignant**. La loi ne les oblige qu'à des analyses et des mesures standards de pollution de l'eau, sans lien direct avec la production ou l'utilisation de médicaments.

S'il est possible d'agir individuellement, localement, pour limiter l'accumulation des polluants identifiés et approvisionner les éventuels installations de leur recyclage, c'est le cas des plastiques et des métaux lourds ou rares par exemple, **la non-pollution ou la dé-pollution est aussi une responsabilité collective**.

3C-2. LES PROMESSES des politiques n'engagent-elles pas que ceux qui les écoutent ?

Peut-on attendre que les autorités de santé et de contrôle de l'environnement ne définissent plus des **critères trop permissifs d'identification et de mesure des concentrations** des médicaments, comme les hormones sexuelles ou les antibiotiques, ou les perturbateurs endocriniens, dans l'eau et les aliments (Demeneix 2013, Cordonnier 2017a), substances dont les effets ne sont pas linéairement proportionnels à la dose et qui peuvent être actives, comme toute hormone, **à très faibles doses**, et ce **dès le stade foetal** (Fini et al. 2012) ? En outre, l'effet "cocktail" (Cordonnier 2011), PROUVÉ pendant la grossesse (Guillon 2017), difficile à évaluer, n'est **jamais pris en compte**. Les synergies entre les polluants, bisphénol A, perturbateurs endocriniens, phtalates, dioxine, insecticides organochlorés, métaux lourds, accentuent la sélection de bactéries résistantes à ces polluants et l'apparition chez l'homme, non seulement de perturbations hormonales, mais aussi de **troubles allergiques ou auto-immuns** et de **troubles de la reproduction**.

Peut-on faire croire qu'on peut tous guérir de tout ? (Cordonnier 2012a, 2017c)

En 2024, la Présidente du parlement européen, Ursula Von der Leyen, femme et médecin, a annoncé l'abandon de la loi imposant la réduction de l'usage des pesticides dans l'espace-temps-action de Schengen.

3C-3. ATTENDRE N'EST-CE PAS LA PIRE DES SOLUTIONS ?

En France, **en moins d'une génération**, entre 1997 et 2009, la population d'obèses a doublé.

En 2024 près d'un milliard d'enfants, de femmes et d'hommes sont en état d'obésité.

L'accroissement de la taille du génome et l'accroissement du temps de génération⁵², rend les organismes vivants terrestres plus susceptibles d'**accumuler des mutations** d'une génération à la suivante. Le taux de mutation par génération d'un mammifère, comme l'homme ou ses animaux domestiques, est du même ordre de grandeur que le taux de réplication d'un virus, qui est l'équivalent du temps de fabrication d'un nouveau virus. Quel que soit le niveau d'organisation, la réparation du génome à un **coût métabolique**. Soumis à une forte sélection épi-génétique qui altère les mécanismes de réparation du génome, **le coût de la réparation des mutations devient de plus en plus lourd**. Dans l'organisation cellulaire, les mitochondries, dont le niveau d'organisation est celui des monères (Bricage 2005b, 2005d), bactéries et archées, sont les premières affectées par la pollution. Le taux de mutation du génome mitochondrial augmente avec l'augmentation de l'activité métabolique mitochondriale qui, à la fois, accroît l'accumulation de radicaux libres délétères dans chaque mitochondrie et diminue l'efficacité des processus de réparation du génome mitochondrial, alors que dans le même temps le nombre de mitochondries nécessaires augmente.

Lors de la reproduction, les mitochondries de l'oeuf ultérieurement formé sont apportées par le seul ovule. Ce processus représente **un goulot d'étranglement génétique** qui peut être responsable d'une accumulation rapide de mitochondries porteuses de mutations. C'est d'autant plus préoccupant que l'ovocyte, ou l'ovule, est une cellule géante qui procède d'un **processus d'accumulation** de masse, de mise en réserve de matière et d'énergie, nécessaires pour la division ultérieure de l'oeuf, la segmentation. Or ce transfert de matière peut être utilisé comme **moyen de défense** pour éliminer des déchets dans l'ovule. La pollution épi-génétique de l'écoexotopie puis de l'endophysiotopie de l'adulte reproducteur **aboutit inéluctablement, et à court terme, à l'accumulation à la fois de déchets toxiques et de mitochondries déficientes dans les ovules**, dans les ovules essentiellement chargés de réserves protéiques, des mammifères...

52 Le temps de génération est la durée de la phase de **croissance en masse**, ou phase "larvaire" de survie, nécessaire pour atteindre une masse minimale, suffisante pour acquérir la **capacité de reproduction**, de la phase adulte (figure 2). Pour tout système vivant, quel que soit le niveau d'organisation, le temps de génération **tg** et la croissance en masse, mesurée par le volume de l'état adulte **VA**, sont reliés par une **loi puissance** d'exposant 2/3 : $\text{Log}(tg) = 2/3 \text{Log}(VA)$ (Bricage 2009e, 2014f).

et donc de la femme, et dans l'ovule gigantesque, essentiellement chargé de réserves lipidiques, des oiseaux dont nous consommons les œufs, **lieux "poubelles" d'évacuation privilégiée des toxines**.

La dégradation de la qualité du sperme humain est une autre cause de stérilité (Cordonnier 2014a).

En l'absence de reproduction, et à chaque instant, les mitochondries interviennent dans le stockage du calcium et la production d'énergie utile pour toutes les activités cellulaires de survie. L'altération des mitochondries entraîne la libération de signaux, marqueurs de la défektivité fonctionnelle mitochondriale, qui entraînent "au mieux"⁵³ la mort cellulaire ou apoptose et, au pire, la cancérisation⁵⁴.

Quelle que soit la situation, l'espèce humaine, consommatrice finale de toutes les chaînes alimentaires qu'elle détourne à son profit, **auto-intoxique chroniquement** son endophysiotope en intoxiquant continuellement son écoexotope, avec des toxines de plus en plus variées et de plus en plus abondantes.

3D. QU'EN EST-IL DE LA POTABILITÉ DE L'EAU AUJOURD'HUI ?

Pour connaître l'impact des polluants, leurs effets toxiques, néfastes ou létaux, ou/et leurs effets mutagènes somatiques (cancers) ou/et germinaux (tares transmissibles de génération en génération), avérés (Cordonnier 2017b) sur les systèmes vivants, il faut réaliser des tests avec, des modèles animaux de laboratoire, **in vivo**, des plantes au champ, **in situ**, et des cultures de cellules, **in vitro** (Hong et al. 2024).

Encore faut-il avoir les soutiens législatifs et financiers pour réaliser cette éco-pharmacovigilance.

3D-1. PRÉSENCES AVÉRÉES de glyphosate et d'autres herbicides ou pesticides.

Q- Quelle est la concentration maximale admise de pesticides dans l'eau potable ?

R- *En tant qu'assistant AI, je peux vous fournir des informations générales sur les concentrations maximales admises de pesticides dans l'eau potable. Cependant, veuillez noter que les réglementations spécifiques peuvent varier d'un pays à l'autre et même à l'intérieur d'un pays. Il est donc important de consulter les réglementations locales pour obtenir des informations précises.*

Dans de nombreux pays, y compris les États-Unis et l'Union européenne, les concentrations maximales admises de pesticides dans l'eau potable sont réglementées. Ces limites sont généralement établies en fonction de la sécurité sanitaire et de la protection de la santé publique.

Les concentrations maximales admises de pesticides dans l'eau potable sont souvent exprimées en termes de limite maximale admissible (LMA) ou de concentration maximale admissible (CMA). Ces valeurs peuvent varier en fonction du pesticide spécifique et de la réglementation en vigueur.

Il est recommandé de consulter les agences de réglementation de l'eau potable de votre pays ou de votre région pour obtenir des informations précises sur les concentrations maximales admises de pesticides dans l'eau potable.

Pour les aliments bruts, comme les légumineuses (petit-pois, pois, lentilles, haricots secs), la Limite Maximale en Résidus (LMR) est "très élevée" : **10.000 microgramme/kilogramme**. Et il n'existe PAS de LMR pour les aliments transformés. A l'heure du véganisme alimentaire **ne faut-il pas s'en inquiéter ?**

3D-2. PRÉSENCE AVÉRÉE de médicaments et substances à actions pharmacodynamiques.

Les officines sont tenues par la réglementation de collecter gratuitement les médicaments non utilisés. La réglementation prévoit qu'ils soient ensuite incinérés dans des unités spécialisées conformes aux normes environnementales, la redistribution humanitaire étant interdite depuis 2008. Pourquoi ?

Mais aucune récupération, aucun "recyclage", des médicaments, encore actifs ou de leurs dérivés actifs, présents dans les urines n'est envisagée. Au contraire, TOUJOURS PLUS de cachets, à tort ou à raison, sont créés et distribués, **à tort et à travers** (Vignes 2012).

Q- Quelle est la concentration maximale admise de perturbateurs endocriniens dans l'eau ?

R- *En tant qu'assistant AI, je peux vous fournir des informations générales sur les perturbateurs endocriniens dans l'eau potable. Cependant, les réglementations et les normes concernant les concentrations maximales admises peuvent varier d'un pays à l'autre.*

53 La mort des cellules, et le recyclage des composants cellulaires, est la méthode de "nettoyage" la plus efficace, tant qu'il existe **des cellules souches permettant le remplacement des cellules endommagées par des nouvelles en bon état**.

54 Une cellule cancéreuse est une cellule gravement endommagée, condamnée, qui aurait dû mourir, mais qui a survécu ; une cellule qui est **devenu cancéreuse pour survivre** (Bricage 2008b).

Il est donc important de consulter les autorités sanitaires ou environnementales de votre pays pour obtenir des informations spécifiques à votre région.

Dans de nombreux pays, y compris l'Union européenne, les États-Unis et le Canada, des limites ont été établies pour certains perturbateurs endocriniens dans l'eau potable. Par exemple, l'Union européenne a fixé une limite de 0,1 microgramme par litre ($\mu\text{g/L}$) pour le bisphénol A (BPA) dans l'eau potable.

Il convient de noter que les connaissances scientifiques sur les perturbateurs endocriniens sont en constante évolution, et les réglementations peuvent être mises à jour pour refléter les nouvelles découvertes et évaluations des risques. Il est donc important de rester informé des dernières réglementations et recommandations dans votre région.

À la suite d'**expositions aux hormones sexuelles féminines** ou à des perturbateurs endocriniens, ne peut-on redouter, dans l'espèce humaine, - comme chez la truite, une féminisation physiologique ou comportementale (Retzbach 2015) des individus de sexe mâle ?, - voire une augmentation de la fréquence, de la diversité, voire de l'agressivité, de certains cancers (Capp 2015) ?

Au Danemark, une étude portant sur près de 2 millions de femmes, âgées de 15 ans à 49 ans (de la puberté à la pré-ménopause), n'ayant encore jamais eu de cancer, ni reçu de traitement contre l'infertilité, a mis en évidence une augmentation très significative de la fréquence des cancers du sein suite à des traitements hormonaux (par pilule, patch ou anneau vaginal) et **proportionnelle à la durée d'exposition**, ce sans parler ni des éventuelles pathologies veineuses et artérielles : embolies pulmonaires, accidents vasculaires cérébraux, ni des risques d'obésité.

Est-il raisonnable de céder aux **pressions des utilisateurs industriels** de ces produits ?

3D-3. **PRÉSENCES AVÉRÉES de polluants industriels.**

L'existence de normes de concentrations maximales de polluants dans l'eau entérale l'existence d'une autorisation de polluer en respectant une limite. Mais cette limite n'est-elle pas "fixée plus pour des raisons économiques, et parfois technologiques, que pour des raisons sanitaires ?

Q- Quelle est la concentration maximale admise de métaux lourds dans l'eau potable ?

R- La concentration maximale admise de métaux lourds dans l'eau potable varie en fonction des réglementations et des normes spécifiques de chaque pays. Cependant, je peux vous donner quelques exemples de limites recommandées par des organismes internationaux.

Selon les directives de l'Organisation mondiale de la santé (OMS), la concentration maximale admise de certains métaux lourds dans l'eau potable est la suivante :

- **Plomb : 10 microgrammes par litre ($\mu\text{g/L}$)**
- **Cadmium : 3 $\mu\text{g/L}$**
- **Mercure : 6 $\mu\text{g/L}$**
- **Arsenic : 10 $\mu\text{g/L}$**

*Ces valeurs sont des recommandations générales et peuvent varier en fonction des réglementations nationales et des circonstances spécifiques. Il est important de noter que des concentrations élevées de métaux lourds dans l'eau potable peuvent présenter des risques pour la santé, notamment **des effets toxiques à long terme**. Il est donc essentiel de surveiller régulièrement la qualité de l'eau potable et de prendre des mesures appropriées pour réduire la présence de métaux lourds si nécessaire.*

Q- Quelle est la norme la plus stricte en matière de radioactivité dans l'eau ?

R- La norme la plus stricte en matière de radioactivité dans l'eau varie d'un pays à l'autre et peut également dépendre du type d'éléments radioactifs concernés. Cependant, une norme internationalement reconnue est celle établie par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) ET l'Agence Internationale de l'Énergie Atomique (AIEA).

*Selon les directives de l'OMS, la limite recommandée pour la concentration de radionucléides dans l'eau potable est de 1 becquerel par litre (Bq/L). Cependant, il est important de noter que **certaines substances radioactives, comme le tritium, ont des limites plus élevées** fixées par les autorités réglementaires.*

*Il est essentiel de se référer aux réglementations spécifiques de chaque pays pour connaître les normes en vigueur, car **elles peuvent varier en fonction des politiques nationales et des considérations locales**. Il est également recommandé de consulter les experts en santé publique et les organismes de réglementation pour obtenir des informations précises sur les normes de radioactivité dans l'eau.*

Les procédés actuels de dépollution radioactive sont insuffisants (Abderrhaim 2018, Besnus 2020).

3E. « L'arbre qui cache la forêt. »

On peut s'inquiéter de la présence de bactéries fécales dans les eaux d'évacuation des fosses septiques. On sait y remédier. On peut s'inquiéter de la présence de nitrates ou de phosphates dans les eaux grasses ou les eaux de rinçage. On sait y remédier par des contrôles réguliers des particuliers.

Mais, c'est plutôt de la présence de perturbateurs endocriniens, d'antibiotiques et de médicaments, dans les installations industrielles, dont il faudrait s'inquiéter (Cordonnier 2012b, 2013). Ce qu'on ne fait pas.

Q- Quelle est la concentration maximale admise de nitrates dans l'eau potable ?

R- La concentration maximale admise de nitrates dans l'eau potable varie selon les normes régionales et nationales. **Dans l'Union européenne, par exemple, la directive sur l'eau potable fixe une limite maximale de 50 milligrammes de nitrates par litre (mg/L) d'eau potable. Cependant, il convient de noter que certains pays peuvent avoir des normes plus strictes.**

Il est important de surveiller les niveaux de nitrates dans l'eau potable, car une concentration élevée peut être nocive, en particulier pour les nourrissons et les femmes enceintes. Les nitrates en excès peuvent se transformer en nitrites dans le corps, ce qui peut entraîner des problèmes de santé, tels que la méthémoglobinémie, également connue sous le nom de "syndrome du bébé bleu". Il est recommandé de se référer aux normes et réglementations locales pour connaître la concentration maximale admise de nitrates dans l'eau potable.

Au Kenya, les excréments des hippopotames sont si denses qu'ils asphyxient les poissons dans l'eau.

Mais, même si les pics de pollution de l'air par les particules fines (Mangin 2019), provenant des engrais et des moteurs automobiles, sont une cause importante d'augmentation des dépressions ou suicides, **les engrais ne sont pas la cause principale de pollution de l'air et de l'eau** (Griffin et al. 2003)

C'est d'abord de **la présence d'insecticides** (Mashaal 2015), **de pesticides** (Bohler 2009, Mashaal 2013), **d'herbicides** (Salthun-Lassalle 2011), **de métaux lourds** (Millot et al. 2011) **et d'éléments radioactifs** (Robeau 1996) dans les eaux dont il faut s'inquiéter (Gizerenger & Gaissmai 2018). Aujourd'hui **cette pollution, invisible, est définitive et ne fait qu'augmenter** et elle surpasse de bien loin en quantité et en toxicité la pollution, plus ou moins visible, des nitrates et des phosphates dissous, des eaux d'épandage ou d'épuration, voire celle bien visible des plastiques (Fini 2021, Gontard 2021).

Et, **quels que soient les déchets, tôt ou tard, la mer est leur poubelle**. Si malheureusement ils ne s'y déposent pas au fond, entraînés par les processus de sédimentation, ils sont **remis en circulation** dans les eaux marines et les eaux de précipitation puis de surface, et **consommés et re-consommés** par les êtres vivants. Les polluants qui ne sont pas liposolubles ne s'accumulent pas dans les graisses et **circulent, re-circulent et s'accumulent** dans les consommateurs du sommet des chaînes alimentaires et, tôt ou tard, quel que soit le réseau de chaînes alimentaires, le consommateur final c'est l'homme (figures 3a, 4a et 4b).

C'est **l'arroseur arrosé !**

Gardons en mémoire que la réalité dépasse toujours la fiction (Mézières & Christin 1979c).

Les procédés actuels de dépollution ou de réduction de la pollution de l'eau, pour l'azote (Towsend & Howard 2010), pour les plastiques (Tournier 2020), pour les métaux lourds (Morel 2012, Tiano 2019, 2020) sont souvent des "pis-allers" **insuffisants**. Les (rares) procédés de recyclage sont actuellement inexistantes ou en devenir (Maxim 2014, Navard 2014). L'avenir est très incertain (Mariotti 1998, Robeau 1996). Et la pollution radioactive ne fait qu'augmenter (Hollister & Nadis 1998, Dessus 2006, Le Bars 2021, IRSN 2024). Les vrais pollueurs seront-ils un jour les payeurs (Ekeland 2011) ? La seule certitude c'est qu'aujourd'hui la pollution industrielle **ne fait, et ne fera, qu'augmenter** (Bailly 2014, Bushnell 2014, Adamson 2018, Peacock & Alford 2018, Coignard 2020), que les contraintes à sa limitation sont inexistantes, trop tardives (Andremont 2011, Chansigaud 2012) ou insuffisantes (Andremont 2011, Bronner 2018, Aubertin 2024) et **qu'on ne peut y échapper** (Cordonnier 2013, Coll 2014, Jacquemont 2014, Traiffort 2023) !

Pourra-t-on encore s'aider du vivant pour restaurer les écosystèmes (Dutoit 2013) quand tous les systèmes vivants sont déjà très concentrés en cocktails variés de polluants très divers (Mariotti 1998) ? Peut-on compter sur d'éventuels mécanismes naturels de dépollution par accumulation géologique (Streit 2018) ?

Depuis le début de l'époque de l'industrialisation moderne, l'accumulation des polluants toxiques (Savatier 2015, Sonke 2023), délétères pour la survie des populations humaines (Hallam et al. 1983a), ne fait qu'augmenter (Hallam et al. 1983b) dans l'air, les sols et les eaux de la biosphère terrestre. Les modélisations de cette augmentation, d'autant plus préoccupante qu'elle est **exponentielle** et néfaste à la pérennité des ressources naturelles utilisables (De Luna & Hallam 1987, Shukla et al. 2003), ont montré, **à la fois, une réduction de la durée de la survie des cellules** des individus contaminés par des polluants **et une réduction de l'efficacité du système immunitaire** des individus contaminés par des polluants et infectés par des virus (Dubey et al. 2011). Qu'en sera-t-il des maladies auto-immunes ?

Qu'en sera-t-il demain des réponses immunitaires individuelles avec **l'augmentation à la fois de la diversité et de la concentration des polluants toxiques à durée de vie plus longue que celle de l'espèce humaine et de l'émergence récurrente de zoonoses virales plus diverses** (Lazarow 2011, Condon et al. 2014, Détryat 2014) ? L'abus irraisonné des antibiotiques a sélectionné des souches d'espèces bactériennes résistantes à tous les antibiotiques connus (Cordonnier 2019) contre lesquelles, tôt ou tard, nous ne pourrions plus lutter (Madec 2011, Sauer 2018).

En outre, ces résultats, relatifs à **la production et l'accumulation de polluants dans l'eau par les activités anthropiques** et à la **remédiation bio-physico-chimique** de cette pollution, ne sont que la partie émergée d'un très vaste iceberg de la pollution anthropique de l'eau terrestre, qui doit être complété et constamment réactualisé. Pour cela, il existe un tout nouveau **méta-outil** d'interaction en simultané avec plusieurs de modèles de langage (LLM), **un multi-bot chat, Poe⁵⁵**, qui permet de dialoguer en **un seul prompt** avec **plusieurs logiciels d'intelligence artificielle⁵⁶**. On peut interroger sur un sujet précis l'un des logiciels en particulier, comparer sa réponse à celles d'autres logiciels, et télécharger les résultats des recherches.⁵⁷

Le **facteur limitant du maintien** et le **facteur conditionnant de l'évolution** de la vie terrestre c'est la **disponibilité en eau** (Bricage 2010c, Leguyader 2020). Devra-t-on être contraint de survivre avec son propre **dispositif artificiel individuel de recyclage de l'eau** (Lehourcq & Steyer 2020) ? Si elle existe encore, à quoi ressemblera alors l'espèce humaine de demain (Wood & Williams 2023, Pajot 2024) ?

Conclusion ?

« Notre monde entre dans une ère de chaos. »

Antonio Guterres, Secrétaire Général des Nations Unies (février 2024)

Les politiques peuvent-ils céder aux revendications des producteurs, qui veulent **produire moins cher, avec moins de normes, moins de contrôle** ? Peuvent-ils céder aux revendications des consommateurs, qui veulent **acheter, tout et n'importe quoi, moins cher** ? On ne peut pas faire le bonheur des gens contre leur gré⁵⁸, mais on peut faire leur malheur avec leur assentiment.⁵⁹

55 <https://poe.com>

56 **multi-bot chat** is a new way to seamlessly **interact with multiple bots in a single thread**, multi-bot chat adds a new dimension to how you can use AI, bringing powerful bots like **ChatGPT, GPT4, Claude 3 Opus, DALLE 3, Gemini 1.5 Pro**, and “millions” of **unique user-created bots** into a single thread. Its functionality includes two key components: in-chat recommendations that suggest bots for you **to compare responses** and the ability to call any bot into your conversations by @-mentioning them and giving them contextual understanding. You can query **Claude 3 Opus**, compare the response to **GPT-4**, and summon the Web Search bot **to provide up-to-date information about the subject**.

Accessing leading LLMs typically requires multiple costly subscriptions. **Poe** provides access to all of the most powerful frontier models under a single subscription, and now enables you to easily combine their unique strengths and capabilities in one chat.

57 **Poe** n'a pas été utilisé ici. **Poe is working on web and Android, but currently not with iOS.**

58 « J'ai été fumeur et je sais le plaisir que l'on peut retirer d'une cigarette. Je ne le suis plus depuis longtemps car, **au-delà du plaisir, j'ai mesuré le risque.** » (Robert 2024)

59 Les inégalités sont **un choix politique**. Dans les pays riches, le patrimoine détenu par les acteurs publics ne fait que diminuer.

L'Europe d'aujourd'hui est-elle une réussite sociétale et environnementale ? (Bronner 2018)

La quantité des biens de consommation produits, et en particulier des aliments, ne fait qu'augmenter alors que leur qualité ne fait que baisser et que la quantité des matières premières naturelles ne fait que diminuer. Qu'en sera-t-il demain ? **Jusqu'où pourra-t-on aller trop loin ?**⁶⁰

Devra-t-on un jour **se battre et se faire la guerre pour accéder à de l'eau qui ne sera même pas potable ?** Peut-on encore envisager la paix et la prospérité (Collectif 2008, Koncagül et al. 2024) quand une ressource vitale vient à être inutilisable ou à manquer ? A l'échelle de la biosphère terrestre, la guerre entre factions humaines opposées, quelle qu'en soit la raison, est **déjà permanente**, et plus ou moins violente, selon les stratégies et les armements de bombardement mis en oeuvre. La conséquence en est **une augmentation continue de la présence de métaux lourds et d'éléments radioactifs** dans les sols, l'air et au final les eaux, de surface voire les nappes souterraines profondes..., eaux phréatiques et fossiles ?

Aujourd'hui, même avec les technologies bio-physico-chimiques les plus sophistiquées, **non seulement il est impossible de complètement dépolluer l'eau, mais en outre la vitesse d'auto-pollution par les activités humaines croît plus vite que la vitesse de dépollution.**

Les enfants de nos enfants demanderont « *Comment avez-vous pu... engendrer le chaos du monde par les guerres, les pollutions, les inégalités économiques, avec au milieu de tout cela la présence d'une force active, la peur, construite, fabriquée, et entretenue ?* »

L'apparition et le maintien de mutations peut être utile si cela apporte un avantage à l'organisme pour sa survie mais c'est très rarement le cas. La plupart du temps des taux élevés de mutations aboutissent à **l'accumulation d'un fardeau génétique délétère**, ce qui aboutit, tôt ou tard, heureusement pour l'espèce et malheureusement pour les individus, à leur élimination par la mort sans reproduction des individus porteurs.

Certains préféreront quitter les lieux, **quitter l'écoexotope terrestre, devenu une poubelle insalubre**, pour fonder une autre poubelle un peu plus loin ? ... Et ils sont déjà en chemin⁶¹.

Cela ne coûterait-il pas moins cher, et cela ne serait-il pas moins risqué pour le plus grand nombre, **avec la même technologie** spatiale, d'envoyer les déchets radioactifs et les produits toxiques non-recyclables vers l'incinérateur solaire ?^{62 63}

N'est-il pas **urgent de changer de paradigmes** économiques (Bricage 2002c, 2014a), écologiques (Bricage 1988a, 2000b, 2009a, 2009c, 2011a, 2011b), sociologiques (Bricage 2001b, 2001d, 2014a), éthiques (Bricage 1999b, 2001b, Bernard-Weil & Bricage 2005) et éducatifs (Bricage 2001e, Bricage et al. 2007) ?

La meilleure médecine personnalisée (Langer 2003, André 2014) c'est celle dont on n'a pas besoin. Faut-il attendre que les cancers humains deviennent héréditaires comme celui du diable de Tasmanie (Jones & McCallum 2011) pour **changer de mentalité sociétale ?** Non on ne peut pas tout guérir, mais on pourrait beaucoup éviter. **La meilleure guérison c'est la prévention.** La meilleure utilisation écologique, sociologique et économique des médicaments (Vilarasau 2024) c'est leur non-utilisation (Palacios & Bricage 2019).

Dès 1980, « les élites savaient que la mondialisation ne serait pas supportable et qu'il n'y aurait pas de vie future pour tout le monde. » (Bruno Latour)

60 Selon la **World Inequality Database**, la moitié la plus pauvre de la population mondiale ne possède que 2% du total des richesses alors que les 10% les plus riches concentrent 76% de ces richesses et plus de 50% des revenus. La moitié la plus pauvre produit 12% des émissions de gaz à effet de serre, moins que les 1% les plus riches qui en produisent 17%.

61 Le déménagement terrestre à *long terme*, baptisé "*conquête spatiale*", a déjà été sous-traité à des acteurs privés, comme Elon Musk ou Jeff Bezos. Le risque de voir cette course à l'espace dégénérer en conflit est bien réel (Weinersmith & Weinersmith 2023). D'autres préfèrent, plus pragmatiques à *court terme*, comme Mark Zuckerberg, se faire construire des bunkers de survie.

62 Solution préconisée par le biochimiste et auteur de science-fiction **Isaac Asimov** bien avant le début de la conquête spatiale, et reprise depuis par d'autres auteurs, et même en bandes dessinées (Perrotin & Eremine 2022).

Peut-on espérer que la réalité rejoigne la fiction ? (Habituellement..., la réalité ne dépasse-t-elle pas la fiction ?)

63 L'envoi pourrait se faire en deux temps : 1- de la terre à la station spatiale internationale, puis 2- de la station vers le soleil.

Ce n'est pas une mise en orbite autour du soleil, mais un plongeon dedans. La durée du trajet n'a pas d'importance.

Jamais il n'y a d'avantages sans inconvénients. Et, plus les avantages sont grands plus les inconvénients sont grands. Survivre c'est transformer les inconvénients en avantages et éviter que les avantages deviennent des inconvénients (Bricage & Nunez 2005, Bricage 2008b, 2010a, 2014c, 2015).

Au cours de l'évolution du vivant, seuls ont survécu les systèmes vivants qui ont mis en place et entretenu **des relations de partenariat** (Margulis 1981, Sapp 1994), **un contrat synallagmatique de survie** (Bricage 2023) avec les endophysiotes des autres formes de vie partageant le même écoexotope de survie.

Même si il était possible de dépolluer complètement l'eau potable, même si les sources d'eau minérales restaient indemnes de pollution, les eaux de surface étant contaminées, **aujourd'hui toutes les chaînes alimentaires véhiculent de l'eau d'imbibition polluée et de l'eau de structure polluée.**

Peut-on dépolluer tous les flux de matière associés aux flux d'eau au sein des systèmes vivants ?

Et est-il raisonnable de stocker les déchets ultimes de ces dépollutions dans la biosphère terrestre ?

Sécuriser l'eau c'est non seulement la dépolluer aujourd'hui dans tous les espaces géologiques et biophysico-chimiques mais c'est surtout ne plus la re-polluer ensuite.

La meilleure méthode de dépollution c'est la non-pollution ! (Hubert 2004)

C'est en Europe que se trouvent les conglomérations chimiques qui inondent de pesticides les pays du sud, comme le Brésil (Bombardi 2024). Ne devrait-on pas obliger les producteurs de substances à risques à non seulement sécuriser leur utilisation, pour protéger non seulement les utilisateurs mais aussi les consommateurs, mais surtout à **mettre au point un procédé de détoxification, comme préalable** à leur vente et utilisation ?

Des systèmes biologiques **lents**, tapis bactériens accumulateurs, plantes accumulatrices, permettent des **dépollutions partielles, mais avec un stockage biologique de polluants concentrés.** Ces polluants concentrés que deviennent-ils ensuite ? Sont-ils définitivement isolés des chaînes de nutrition ?

Des systèmes physico-chimiques, **coûteux**, permettent des **dépollutions partielles, entraînant un stockage physique de polluants concentrés.** Que deviennent-ils ensuite ?

Aujourd'hui, pour les plastiques, **le recyclage physico-chimique industriel n'est que partiel** et, pour les médicaments libérés dans la nature il n'existe pas. Pour que tous les polluants, perturbateurs endocriniens, polluants "éternels", métaux lourds, éléments radioactifs, soient définitivement isolés des chaînes de santé il faut les extraire définitivement des chaînes de nutrition.

Comment faire et surtout **qu'en faire ensuite ?** Faut-il les incinérer ?, les enterrer ?, les vitrifier ?

Ne devrait-on pas obliger les producteurs de substances à risques toxiques, comme **préalable à une autorisation de mise sur le marché** de leurs produits, à financer également leur collecte, leur recyclage en produits inoffensifs, leur isolement ou/et leur destruction, afin de limiter **cette invisible violence physico-chimique qui affecte TOUS les SYSTÈMES VIVANTS** (figures 3 & 4), à défaut de la faire cesser ?

La seule solution, d'élimination totale et de recyclage des déchets ultimes, c'est de les expédier **hors de la biosphère terrestre** vers l'incinérateur-recycleur solaire, **"espace privilégié d'évacuation"** des toxiques, au niveau stellaire. Sinon, **quelle que soit la source du "polluant", physique (radiations), chimique (métaux lourds, toxiques, hormones) ou biologique (toxines, bactéries, virus), le cheminement écosystémique de leurs flux sera toujours le même : l'homme sera toujours le consommateur et l'accepteur final, local, et la biosphère terrestre la poubelle ultime globale.**

Habités à la violence biologique (Bricage 2000b), les systèmes vivants terrestres ont survécu à d'autres extinctions (Ward 1983, Erwin 1996, Bricage 2009a, 2009d), mais pas les espèces humaines, dont une seule, auto-baptisée *sapiens*⁶⁴, est aujourd'hui encore présente.

Pour combien de temps... (Bricage, 2001d, 2011b, 2014b, 2019, 2023) ?

64 « C'est parce que notre espèce s'est répandue partout que les autres ont disparu. » (Hublin 2022)

références

Les références des **méta-analyses** de la base de données **Pour La Science** (publication papier ou/et en ligne) ont toujours toutes été indiquées. Les références bibliographiques, qui complètent ou/et confortent les précédentes, mais issues de la recherche par les logiciels d'intelligence artificielle, ne sont pas toutes indiquées, **car les bases de données utilisées sont souvent inconnues, non-indiquées ou inaccessibles.**

On est entré dans une nouvelle ère scientifique où il faut faire confiance à de nouveaux modes, et modèles, d'accès à la connaissance, et de validation de la connaissance, à de nouveaux outils, qui semblent fonctionner comme l'homme quand il fonctionne à l'intuition (Gabrié & Eickenberg 2024). La seule sécurité scientifique possible est donc **la sécurisation de banques de données scientifiquement validées** (Bricage 2020, 2021).

Quand ils sont identifiés et valides les liens (URL) sont indiqués, en notes de bas de page ou en références.

L'objectif n'est pas de présenter les plus récentes communications scientifiques sur des sujets de "pointe", mais de **répertorier les consensus scientifiques, indiscutables et accessibles en ligne.**

Banjanac M. et al. (2012) Anti-inflammatory mechanism of action of azithromycin in LPS-stimulated J774A.1 cells. *Pharmacol. Res.* 66(4): 357-362.

Bernard-Weil E. (2002) *Stratégies paradoxales en bio-médecine et sciences humaines*. L'Harmattan (collection : biologie, écologie, agronomie), Paris, 384 p.

Bernard-Weil E. & P. Bricage (2005) Atelier Systèmes Ago-Antagonistes. In *La Gouvernance dans les Systèmes, UES-EUS Congress*, Paris, France, 4 p., **CC-Licence**, <http://afscet.asso.fr/6ESSC/Workshop01.pdf>

Bombardi L.M. (2024) *Pesticides – Un colonialisme chimique*. Anacaona Editions, Paris, 98 p.

Boobis A.R. et al. (2011). Critical analysis of literature on low-dose synergy for use in screening chemical mixtures for risk assessment. *Crit. Rev. Toxicol.* 41(5): 369-383.

Bricage P. (1975) Quelques aspects d'une maladie endémique : la lèpre. *Bull. A.A.S.N.S. Dakar* 51: 5-12.

Bricage P. (1976) Un aspect de la flore et de la faune de la côte sableuse et rocheuse des mamelles. Quelques aspects des rapports entre les êtres vivants et leur milieu de vie: exemples d'actions des facteurs du milieu sur les êtres vivants. *Bull. A.A.S.N.S. Dakar* 55: 17-41.

Bricage P. (1978) Le bissap, *Hibiscus sabdariffa*, Malvacée. *Bull. A.A.S.N.S. Dakar* 64: 9-23.

Bricage P. (1982) Pigmentation and soluble peroxidase isozyme patterns of leaves of *Pedilanthus tithymaloides* L. variegatus as a result of daily temperature differences. *Plant Physiology* 69: 668-671.

Bricage P. (1984a) Étude des phénotypes pigmentaires du bissap, *Hibiscus sabdariffa* L., Malvacées. IV. Influence des phénotypes parentaux et des conditions stationnelles sur la germination et le développement des individus: compétition entre individus. *Bull. IFAN A* 46-1/2: 140-166.

Bricage P. (1984b) *Lathyrus macrorhizus*: Influence des facteurs stationnels sur la floraison in situ. *Can. J. Bot.*, 62: 241-245.

Bricage P. (1985) Chronobiology of the multiple molecular steps and pathways of in situ anthocyanin biosynthesis of *Lathyrus macrorhizus* Wimm leaves. *Bull. Groupe Etude Rythmes Biologiques* 17: 16-17.

Bricage P. (1986) The isoperoxidase pattern changes and the pigment changes of *Pedilanthus tithymaloides* L. variegatus calli as a result of sucrose concentration and phytohormone content of the culture medium and daily temperature differences". In *Molecular & Physiological Aspects of Plant Peroxidases*, Univ. Genève, Suisse, pp. 261-265. (ISBN 2-88164-001-X)

Bricage P. (1988a) La teneur en HMF des miels. Peut-elle avoir un effet sur la santé du consommateur ? Sa basse teneur peut-elle être un élément de valorisation du miel ? *Bull. Tech. Apic.* 16(69): 255-262.

Bricage P. (1988b) La Survie des Systèmes Vivants. **Atelier MCX**, fondateur de **MCX20 Prendre soin de l'homme**, Centre Hospitalier Général de Pau, 3 p.

Bricage P. (1989a) L'altitude du point de vue du miel. Vers des appellations contrôlées toutes fleurs, de plaine, de montagne et de haute-montagne ? *Acta biol. Montana* IX: 357-364.

Bricage P. (1989b) Action des micro-ondes (fréquences, intensités, durées) sur les systèmes biologiques : quels effets et quand ? In *Systèmes BioÉnergétiques "Structure, Contrôle et Évolution"*, Congrès international de la **Société de Chimie Biologique**, Bombannes, France, 55 p.

Bricage P. (1991a) *Les Caractéristiques des Organismes Vivants*. Presses Fac. Sci., Univ. Pau, 44 p.

Bricage P. (1991b) Évaluation des interactions entre les densité et diversité des chenilles de Lépidoptères et les diversité et degré de défoliation des feuillus d'un bois. Mesure de la polyphagie et prédiction des pullulations potentielles. *Acta Entomologica Vasconae* 2 : 5-21.

- Bricage P. (1993) Quelle pédagogie pour quelle formation ? *Bull. A.E. ENS* 2: 45-71.
- Bricage P. (1999a) Enquête publique relative à l'extension d'un élevage concentrationnaire de canards en gavage. -1. Le GAEC Fardiel, à Lasclaveries., 16 p., -2. Documentation scientifique. 38 p., **Préfecture de Pau**.
- Bricage P. (1999b) Peut-on soigner en prêt à porter de façon industrielle, ou doit-on soigner sur mesure de façon artisanale ? Pragmatique et systèmes de santé. **MCX Colloque International Pragmatique et complexité**. Aix-en-Provence, France. 17 AM1 B: 2 p.
- Bricage P. (2000a) La Survie des Organismes Vivants. **Atelier AFSCET Systémique & Biologie**, Fac. Médecine St Pères, Paris, 44 p. <http://www.afscet.asso.fr/SURVIVRE.pdf>
- Bricage P. (2000b) La nature de la violence dans la nature : déterminismes écophysiologique et génétique de l'adaptation aux changements dans les écosystèmes végétaux. **Colloque AFSCET**, Andé, La Violence, 7 p. <http://www.afscet.asso.fr/ViolencePB.html>
- Bricage P. (2000c) Systèmes biologiques : le "jeu" de la croissance et de la survie. Quelles règles ? Quelles décisions ? Quels bilans ? **Atelier AFSCET, ENA** Institut International d'Administration Publique, Paris, La décision systémique : du biologique au social, 6 p. <http://www.afscet.asso.fr/JdVie1.pdf>
- Bricage P. (2001a) La nature de la décision dans la nature ? Systèmes biologiques : production, consommation, croissance et survie. Quelles règles ? Quels degrés d'exigence ? Quels bilans ? **Journées AFSCET**, Andé, La décision systémique : du biologique au social, 16 p. <http://www.afscet.asso.fr/Decision.pdf>
- Bricage P. (2001b) A new evolutionary paradigm : the Associations for the Mutual Sharing of Advantages and of Disadvantages., *In The creation of a sustainable society depends on Innovative Systems Thinking*, Karl Ludwig von Bertalanffy **EMCSR International Conference** on Systems Thinking "Unity through Diversity", Vienna, Austria, 1 p.
- Bricage P. (2001c) Les caractéristiques du vivant biologique et sociétal ? Pour survivre et se survivre, la vie est un flux, ergodique, fractal et contingent, vers des macro-états organisés de micro-états, à la suite de brisures de symétrie. **Atelier AFSCET, ENA**, Paris, Systémique & Biologie, 11 p. <http://www.afscet.asso.fr/ergodiqV.pdf>
- Bricage P. (2001d) En quoi un organisme est-il une association ? En quoi une association est-elle un organisme ? Un exemple d'intégration: les associations à avantages et inconvénients partagés. **Journée MAAIF-Carrefour des Associations**, Centenaire Associations Loi 1901. Du biologique au social. Biarritz, France, 18 p., **CC-License**, <https://www.researchgate.net/publication/283849758>
- Bricage P. (2001e) Évaluation. Méthodologie scientifique, SDV1, Presses UFR Sciences, UPPA, Pau, 89 p.
- Bricage P. (2002a) Héritage génétique, héritage épigénétique et héritage environnemental : de la bactérie à l'homme, le transformisme, une systémique du vivant. **Journées AFSCET**, Andé, Evolution du vivant et du social : analogies et différences., 28 p., **CC-License**, <http://afscet.asso.fr/Ande02/heritage.pdf>
- Bricage P. (2002b) The Evolutionary "Shuttle" of the Living Systems. **UES-EUS Congress**, Hersonissos, Greece, *Res. Systemica* 2: 6 p. <http://www.afscet.asso.fr/resSystemica/Crete02/Bricage.pdf>
- Bricage P. (2002c) Only sustainable development can ensure both care of the environment and intra-generational equity. *In Global Ethics for a Humane World*, 2.5. Environmental care, intra-generational equity, inter-generational justice, good governance leading to solidarity and equity, 1 p. <http://fsw.kub.nl/globus/conference>
- Bricage P. (2003) Organisation, intégration et espace-temps des systèmes vivants. **Journées AFSCET**, Andé, Intégration dans les systèmes biologiques, sociaux, techniques et culturels, 31 p., **CC-License**, <http://afscet.asso.fr/Ande03/pbAnde03.pdf>
- Bricage P. (2004) La gouvernance du vivant : les acteurs et les systèmes. La gouvernance. **Colloque AFSCET** Andé, 26 p., **CC-License**, <http://www.afscet.asso.fr/pbAnde04GV.pdf>
- Bricage P. (2005a) The metamorphoses of the living systems. **UES-EUS Congress**, Paris, France, *Res Systemica* 5: 26, 10 p. <http://www.res-systemica.org/afscet/resSystemica/Paris05/bricage.pdf>
- Bricage P. (2005b) The Cell originated through Successive Outbreaks of Networking and Homing into Associations for the Mutual and Reciprocal Sharing of Advantages and of Disadvantages (ARMSADA) between the Partners with a Benefit only for their Wholeness. **UES-EUS Congress**, Paris, France, *Res Systemica* 5#28: 11 p. <http://www.afscet.asso.fr/resSystemica/Paris05/bricage3.pdf>
- Bricage P. (2005c) La durabilité contractuelle du vivant. «Seules perdurent les associations à avantages et inconvénients réciproques et partagés.» *In Anthro-politique et gouvernance des systèmes complexes territoriaux*., Presses de l'Université des Sciences Sociales de Toulouse, France, pp. 111-117. **Atelier MCX Toulouse**, **CC-License**, <http://www.afscet.asso.fr/PBtlseMCX33.pdf>

Bricage P. (2005d) Le langage du vivant: plurilinguisme, transfrontaliarité et associativité. ANLEA, UPPA, PAU, 9 p., **CC-License**, <http://www.armsada.eu/files/ANLEA05PauPB.pdf>

Bricage P. (2006) Les systèmes vivants. IV. Survivre et Se Survivre : "manger & être mangé". IV.1. Les associations à avantages et inconvénients réciproques et partagés. *In* Physiologie du développement végétal, L3(S5) TBCL22U, Presses Fac. Sciences, Université de Pau et des Pays de l'Adour, 97 p.

Bricage P. (2008a) La démarche scientifique expérimentale, un langage "systémique" : mise en évidence d'une phase critique d'apprentissage. Systémique et langage, **Journées AFSCET**, Andé, 30 p., **CC-License**, <https://www.afscet.asso.fr/Ande08/pbAnde08ExpSci.pdf>

Bricage P. (2008b) Cancer is a breaking of the cell's association for the reciprocal and mutual sharing of advantages and disadvantages through an aggression that results in a lack of non-autonomy (with Complementary Data, Figures & References). Systemic Complexity: new prospects to complex system theory. **UES-EUS Congress**, Lisbon, Portugal, **CC-License**, Res. Systemica 7: 26 p.

Bricage P. (2009a) La nature vivante "peu perceptible", "continuellement changeante" et "incomprise" de l'organisme que l'homme appelle Terre. Un dernier avertissement... à l'humanité. Essai de lecture systémique de la crise mondiale, **Journées AFSCET**, Andé, 8 p., **CC-License**, <https://www.afscet.asso.fr/crise/pbgaia.pdf>

Bricage P. (2009b) Les principes et concepts de base de l'écologie. A First Warning... The Forgotten Messages of Ecology and Governance. Lecture systémique de la crise mondiale financière, économique, sociale, écologique, éthique, **Colloque AFSCET Andé**, 8p., **CC-License**, <http://www.afscet.asso.fr/crise/pbdussart.pdf>

Bricage P. (2009c) "Tout était dit il y a trente ans".... Alors "comment faire pour passer du dire au faire" ? Lecture systémique de la crise mondiale financière, économique, sociale, écologique, éthique, **Colloque AFSCET Andé**, 4 p., **CC-License**, <http://www.afscet.asso.fr/crise/pbToutEtaitDit.pdf>

Bricage P. (2009d) Les conditions d'intégration de l'humanité au sein de la nature terrestre. The Forgotten Messages of Ecology and Governance. Essai de lecture systémique de la crise mondiale. **Journées AFSCET**, Andé, 20 p., **CC-License**, <http://www.afscet.asso.fr/crise/pbcrise.pdf>

Bricage P. (2009e) L'évolution créatrice : métamorphoses et phylotagmotaphologie du vivant. L'évolution du Vivant a une direction. Comment est-elle orientée ?, "150 ans après Darwin, 70 ans après Teilhard", Lire l'évolution, **Colloque national** Association Teilhard de Chardin, Faculté Jésuite, Centre de Sèvres, Paris, 109 p., **CC-License**, <http://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00423730/fr> & <http://www.armsada.eu/pb/bernardins/phylotagmotaphologie.pdf>

Bricage P. (2010a) Associations for the Reciprocal and Mutual Sharing of Advantages and DisAdvantages. The way, to be resilient and self-sustainable, the living systems run through. **ISSS Congress Governance for a Resilient Planet**, Waterloo, Canada, 12 p., **CC-License**, <http://journals.iss.org/index.php/proceedings54th/article/view/1491>

Bricage P. (2010b) Sémiologique graphique de l'espace-temps-action du vivant. **Journées AFSCET Andé**, Vers une nouvelle systémique ?, 37 p., **CC-License**, <https://www.afscet.asso.fr/Ande10/pbETA vivant10.pdf>

Bricage P. (2010c) Thinking and teaching systems: BIO-systemics in higher education, -a multi-trans-disciplinary "wholeness", - an holistic-cybernetic point of view. *In* Systems and Cybernetic Sciences. Edit: J. Gu & J. XU, **IASCYS-IFSR international conference**, Sichuan University, Chengdu, P.R. China, pp. 1-14.

Bricage P. (2011a) La semi-autonomie du vivant : « pour que l'un survive, il faut d'abord que l'autre survive, et réciproquement ». *In* Approche Systémique de la Diversité, **UES-EUS Congress Crises et réponses systémiques**, Bruxelles, Belgique., 28 p., **CC-License**, <http://www.armsada.eu/files/pbARMSADA.pdf>

Bricage P. (2011b) The Social and Environmental Responsibility of Mankind. 1. About Man Interventions in the Living Networks: Modelling with a "Qualitative Animated Semiological Holistic" Point of View, a Systemic Approach, in an Holistic Way of Education to Explain The Issues of the Fighting Steps and the Escalade of Violence between Mankind and the Wild., 25 p., *In* Approche Systémique de la Diversité, **UES-EUS Congress Bruxelles**, Belgique, **IASCYS Workshop Social Responsibility**, **CC-License**, <http://www.armsada.eu/files/pbManSERqash.pdf>

Bricage P. (2013) Mobilisation de la matière et de l'énergie, et croissance, aux différents niveaux d'organisation des systèmes vivants : LES PRINCIPES ORGANISATEURS d'ÉMERGENCE des SYSTÈMES VIVANTS. **Journées AFSCET Andé**, Thermodynamique du changement. Aspects systémiques, 63 p., **CC-License** <http://www.afscet.asso.fr/Ande13/pbAnde2013.pdf>

Bricage P. (2014a) An Approach of Organizations and Management: Systemic Ethics, Democracy and Sustainability. Associations for the Reciprocal and Mutual Sharing of Advantages and DisAdvantages. International Journal of Public and Private Management 1(1): 90-113.

Bricage P. (2014b). Living Networks of Networks: The Societal and Environmental Responsibility of Humanity in the Fight between Humans and the Wild. *In Social Responsibility Beyond Neoliberalism and Charity*. Edit: R. G. Dyck & M. Mulej, Bentham Science, New York, USA, vol. 3, pp. 257-277.

Bricage P. (2014c) Associations for the Reciprocal and Mutual Sharing of Advantages and DisAdvantages (ARMSADA) - A Fruitful Predictive Paradigm. *Systema* 2(2): 43-60.

Bricage P. (2014d) Ago-antagonisme et dilemme itéré des prisonniers : équilibre de NASH, optimum de Pareto, modèle de Lotka-Volterra, méthode du simplexe. Quelles réalités ? *Journées AFSCET Andé, L'Ago-Antagonisme Aujourd'hui.*, 33 p., **CC-License**, <http://www.afscet.asso.fr/Ande14/pbEBWafscet2014.pdf>

Bricage P. (2014e) Local versus global & individual versus whole competition between & within living systems. ARMSADA emergence and breaking. **UES-EUS Congress**, Lisboa, Valencia, Spain, 15 p., **CC-License**, <https://ojs.uclouvain.be/index.php/AES/article/view/57223/53693>

Bricage P. (2014f) Emergence, diversity and scale invariance of living systems: a local versus global and individual versus whole power law. *Revista Internacional de Sistemas* 19: 5-33.

Bricage P. (2014g) Survival Management by Living Systems. A General System Theory of the Space-Time Modularity and Evolution of Living Systems: Associations for the Reciprocal and Mutual Sharing of Advantages and DisAdvantages ARMSADA., 16 p., **IASCYS workshop**, World Conference on Complex Systems, Agadir, Morocco, **CC-License**, <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01065974>

Bricage P. (2014h) Agoantagonisme, rétrocession et émergence : organisation des systèmes vivants, éducation à la systémique, santé et sociétalité. *Res-Systemica* 10#11: 19p.

Bricage P. (2015) Approche systémique transdisciplinaire de l'agoantagonisme et du dilemme des prisonniers à partir d'un corpus de bandes dessinées. (Recherches en Littérature Médiatique Multimodale) *R2LMM* 2: 31 p., **CC-License**, http://www.litmedmod.ca/sites/default/files/r2lmm/r2-lmm_vol2_bricage.pdf

Bricage P. (2016) "WIN-WIN is not the solution but the problem! What next?", **EMCSR avantgarde**, Wien Österreich, 20 p., http://www.afscet.asso.fr/pagesperso/pbEMCSR2016slides-text_4-4.pdf

Bricage P. (2017a) Systèmes vivants : représentation des connaissances, connaissance des représentations, aspects sociétaux et environnementaux. *In La représentation face à l'explosion des données.*, *Res-Systemica* 16#4, 19 p., **CC-license**, <http://res-systemica.org/afscet/resSystemica/vol16-printemps2017/res-systemica-vol-16-art-04.pdf>

Bricage P. (2017b) Modelling Space-Time-Action Modularity and Evolution of Living Systems. *In Advances in Complex Societal, Environmental and Engineered Systems*. Edit: Nemiche M. & M. Essaïdi, Springer, pp. 269-297.

Bricage P. (2018) Déterminisme et indéterminisme multi-échelle, invariants et variance, des systèmes vivants. *Journées AFSCET, Andé, La systémique face à la question du déterminisme.*, 38 p., **CC-License**, <http://afscet.asso.fr/Ande18/pbricage-Ande2018-powerLaws-texte.pdf>

Bricage P. (2019) Education for Sustainability : Lessons from Living Systems Governance. *Journal of Systems Science and Information* 7(3): 199-226.

Bricage P. (2020) SARS-CoV-2 and COVID-19: Questions about a world ethical governance for a societal and environmental responsibility in health science research. **IRDO International Colloquium** Science and Business Conference on SOCIAL RESPONSIBILITY, 7 p. <https://www.irdo.si/irdo2020/referati/b-1-bricage.pdf>

Bricage P. (2021) Sur l'émergence du SARS-CoV-2 et de la CoViD-19 : interactions entre consensus politique, honnêteté médiatique et vérité scientifique, une enquête systémique. *Res-Systemica* 22#2, 15 p. **CC-License** <http://www.res-systemica.org/afscet/resSystemica/vol22-catastrophes/res-systemica-vol-22-art-02.pdf>

Bricage P. (2023) Quel est le contrat sociétal du vivant ? *Res-Systemica* 24#1, 21 p. **CC-License** <http://res-systemica.org/afscet/resSystemica/vol24-2023-corps-social/res-systemica-vol-24-art-01.pdf>

Bricage P. (2024) Introduction à l'étude des systèmes complexes. Le système-de-systèmes "élève-maître-classe-école-parents-société". *Res-Systemica* Libri, AFSCET éditions, Paris, 90 p. **CC-License**

Bricage P. & E. Nunez (2005) Atelier Vivant, Société et Systémique. *In La Gouvernance dans les Systèmes.*, **UES-EUS Congress**, Paris, France, 3 p., **CC-License**, <http://afscet.asso.fr/6ESSC/Workshop04.pdf>

Bricage P. et al. (1989) Évaluation des cortèges des Lépidoptères défoliateurs d'un bois de feuillus (bois de Pau). *Ikartzaleak* 13: 5-26.

Bricage P. et al. (2007) *Systémique & Accompagnement*, 155 p., **Colloque AFSCET & UPPA**, Pau, France, archives ouvertes du CNRS en Sciences Humaines & Sociales, <http://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-00130212>

Chen X. et al. (2024) Use of a risk assessment tool to determine the origin of severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARS-CoV-2). *Risk Analysis* 2024: 1-11., **CC-License**, DOI: [10.1111/risa.14291](https://doi.org/10.1111/risa.14291)

- Cohen B.F. (2024) Soigner avec l'intelligence artificielle. *Le Figaro Magazine* n° 24764, Cahier n°1, pp. 62-64.
- Cornwall W. (2021) The plastic eaters. Bacterial enzymes can digest some plastic waste. (Could plastic-eating microbes take a bite out of the recycling problem?) *Science OnLine* 10.1126/science.abk1723
<https://www.science.org/content/article/could-plastic-eating-microbes-take-bite-out-recycling-problem>
- Condon M.A. et al. (2014) Lethal Interactions Between Parasites and Prey Increase Niche diversity in a tropical Community. *Science* 343(6176): 1240-1244.
- Darbre P.D. (2017) Endocrine Disruptors and Obesity. *Curr. Obes. Rep.* 6(1): 18-27.
- De Luna J.T. & T.G. Hallam (1987) Effects of toxicants on population. A qualitative approach. IV. Resource-consumer-toxicant models. *Ecol. Model.* 35: 249-273.
- Delfosse V. et al. (2015) Synergistic activation of human pregnane X receptor by binary cocktails of pharmaceutical and environmental compounds. *Nature Communications OnLine* 6(8089): 1-10.
- Détroyat O. (2014) Grippe aviaire: quasi épargnée grâce à la vaccination des canards, la filière foie gras revit. *Le Figaro Economie-Entreprises* n° 24758, Cahier n°2, p. 25.
- Dolgin E. (2021) The race for antiviral drugs to beat COVID – and the next pandemic. *Nature* 592: 340-343.
- Dubey B., Dubey U.S. & J. Hussain (2011) Modeling effects of toxicant on uninfected cells, infected cells and immune response in the presence of virus. *J. Biol. Systems* 19(3): 479-503.
- Gabriel M. & M. Eickenberg (2024) Un nouvel outil pour le calcul scientifique. *La Recherche* 577: 46-50.
- Hallam T.G. et al. (1983a) Effects of toxicants on population. A qualitative approach. I. Equilibrium environment exposure. *Ecol. Model.* 18: 291-304.
- Hallam T.G. et al. (1983b) Effects of toxicants on population. A qualitative approach. II. First order kinetics. *J. Math. Biol.* 18: 25-37.
- Hatton I.A. et al. (2015) The Predator-Prey Power Law: Biomass scaling across terrestrial and aquatic biomes. *Science OnLine* 349(6252): science.aac6284, 1053.
- Hong S.H. et al. (2024) Targeting nuclear receptor corepressors for reversible male contraception. *PNAS OnLine* 121(9): e2320129121.
- Julienne M. (2024) L'apprentissage des abeilles perturbé par les métaux lourds. *Le Journal du CNRS OnLine*, <https://lejournal.cnrs.fr/articles/lapprentissage-des-abeilles-perturbe-par-les-metaux-lourds>
- Koncagül E. et al. (2024) *L'eau pour la prospérité et la paix. Faits, chiffres et exemples d'actions.* UNESCO, Pérouse, Italie, 24 p.
- Lazarow P.B. (2011) Viruses exploiting peroxisomes. *Current Opinion in Microbiology* 14(4): 458-469.
- Lecunn Y. & Ph. Pajot (2024) "Il manque aux machines le sens commun." *La Recherche* 577: 20-23.
- Margulis L. (1981) *Symbiosis in Cell Evolution.* W.H. Freeman & Co Ltd, USA, 419 p.
- Mézières J.C. & P. Christin (1979a) Le flumgluff de l'amitié. In *Par les chemins de l'espace.* Dargaud Editeur, Paris, Québec, pp. 5-20.
- Mézières J.C. & P. Christin (1979b) Tsrillitis l'astéroïde. In *Par les chemins de l'espace.* Dargaud Editeur, Paris, Québec, pp. 21-36.
- Mézières J.C. & P. Christin (1979c) La planète triste. In *Par les chemins de l'espace.* Dargaud Editeur, Paris, Québec, pp. 53-68.
- Mineault P. (2024) L'édition scientifique : pour le meilleur et pour le pire. *La Recherche* 577: 43-45.
- Newbold R.R. et al. (2005) Developmental exposure to estrogenic compounds and obesity. *Birth Defects Res. Part A Clin. Mol. Teratol.* 73: 478-480. [doi: 10.1002/bdra.20147](https://doi.org/10.1002/bdra.20147)
- Newbold R.R. et al. (2006) Adverse effects of the model environmental estrogen diethylstilbestrol are transmitted to subsequent generations. *Endocrinology* 147(Suppl 6): 11-17. [doi: 10.1210/en.2005-1164](https://doi.org/10.1210/en.2005-1164)
- Newbold R.R. et al. (2007) Perinatal exposure to environmental estrogens and the development of obesity. *Mol. Nutr. Food Res.* 51: 912-917.
- Newbold R.R. et al. (2008) Effects of endocrine disruptors on obesity. *Int. J. Androl.* 31: 201-208.
- Newbold R.R. et al. (2009) Environmental estrogens and obesity. *Mol. Cell Endocrinol.* 304: 84-89.
- Pajot Ph. (2024) Demain ne ressemblera pas à aujourd'hui. *La Recherche* 577: 18-19.
- Palacios C. & P. Bricage (2019) Réflexologie plantaire et énergétique chinoise : quand la carte est le territoire. *Journées AFSCET, Andé, systémique du signe et du sens*, 16 p., <http://www.afscet.asso.fr/Ande19/pbAnde19txt.pdf>, CC-License, <https://shs.hal.science/halshs-02158153/document>
- Perrotin S. & A. Eremine (2022) *Lynx3.* Paquet Editeur, Belgique, p. 8.

- Robert J. (2024) *Cancer, l'ennemi intérieur*. CNRS éditions, 352 p.
- Sagot B. & R. Bawden (2024) Dans les arcanes des modèles de langage. *La Recherche* 577: 34-39.
- Saitu H. et al. (2008) De novo mutation in the gene encoding STXBP1 (MUNC18-1) cause early infantile epileptic encephalopathy. *Nature Genetics* 40: 782-788.
- Sapp J. (1994) *Evolution by Association. A History of Symbiosis.*, Oxford University Press, USA, 272 p.
- Shukla J.B. et al. (2003) Modelling effects of primary and secondary toxicants on renewable resources. *Nat. Resour. Model.* 16: 99-120.
- Soulier L. & B. Bourgeois (2024) Des vecteurs de mots aux conversations. *La Recherche* 577: 24-25.
- Tekwa E.W. et al. (2023) The sizes of life. *PLoS ONE* 18(3): <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0283020>
- Vilarasau K. (2024) Vers un système de santé plus écologique ? *Valeurs Mutualistes* 335: 8-13.
- Weinersmith K. & Z. Weinersmith (2023) *A City on Mars: Can we settle space, should we settle space, and have we really thought this through?* Particular Books, Penguin Press, 448 p.
- Westberg M. et al. (2024) An orally bioavailable SARS-CoV-2 main protease inhibitor exhibits improved affinity and reduced sensitivity to mutations. *Science Translational Medicine* 16(738): DOI: [10.1126/scitranslmed.adi0979](https://doi.org/10.1126/scitranslmed.adi0979)
- Wolf Th. & C. Fourrier (2024) 2023, l'année des grands modèles de langue ouverts. *La Recherche* 577: 40-42.

Dans la collection **Pour La Science** (publications sur papier ou/et en ligne)

<https://www.pourlascience.fr/statics/index-articles-pourlascience>

- Abderrhaim H.A. (2018) Transmuter les déchets nucléaires avec Myrrha. *Pour La Science* 493: 7.
- Adamson M. (2018) Guerre froide. La course à l'uranium marocain. *Pour La Science* 489: 64-72.
- André F. (2014) Médecine personnalisée et cancer : quel avenir ? *Pour La Science* 445: 14-17.
- Andremont A. (2011) Moins d'antibiotiques chez l'animal aussi. *Pour La Science* 402: 16-17.
- Aubertin C. (2024) Carbone, inégalités et science-fiction. *Pour La Science* 557: 20.
- Bailly S. (2014) Une carte des rivières polluées d'Europe. *Pour La Science* 442: 8.
- Bailly S. (2023) Des cycles bloqués. *Pour La Science* 552: 18.
- Bellin I. (2021) La pollution au plomb affecte aussi les abeilles. *Pour La Science* 524: 9.
- Besnus F. (2020) Déchets nucléaires : l'épreuve de la corrosion. *Pour La Science* 510: 7.
- Bohler S. (2009) Maladie de Parkinson : les pesticides incriminés. *Pour La Science OnLine*
<https://www.pourlascience.fr/sd/medecine/maladie-de-parkinson-les-pesticides-incrimines-10303.php>
- Bronner G. (2018) Climat pourquoi tant d'inertie ? *Pour La Science* 493: 24.
- Bushnell Ph. (2014) Les solvants, DANGEREUX même à faible dose. *Pour La Science* 443: 60-66.
- Capp J.P. (2015) Cancer : ces cellules qui perdent le contact. *Pour La Science* 450: 36-43.
- Chansigaud V. (2012) Comment on a déclaré la guerre au DDT. *Pour La Science* 421: 76-79.
- Coignard J. (2020) Des microplastiques partout. *Pour La Science* 515: 14.
- Coll I. (2014) Peut-on échapper à la pollution en ville ? *Pour La Science* 446: 89.
- Collectif (2008) **L'eau. Attention fragile !** Dossier *Pour La Science* 98, 122p.
- Cordonnier M.N. (2011) Cocktail de polluants hormonaux : des effets inattendus. *Pour La Science OnLine*
<https://www.pourlascience.fr/sd/environnement/cocktail-de-polluants-hormonaux-des-effets-inattendus-11128.php>
- Cordonnier M.N. (2012a) Obésité, diabète et perturbateurs endocriniens. *Pour La Science* 415: 10.
- Cordonnier M.N. (2012b) Démence : les somnifères facteurs de risque. *Pour La Science* 421: 8.
- Cordonnier M.N. (2012c) L'épidémie d'obésité entre gènes et environnement (dossier). *Pour La Science* 421: 53-67.
- Cordonnier M.N. (2013) Autisme : une même cause pour différentes formes ? *Pour La Science* 423: 6.
- Cordonnier M.N. (2014a) Perturbateurs endocriniens et qualité du sperme. *Pour La Science* 442: 6.
- Cordonnier M.N. (2014b) Bisphénol A et intolérance alimentaire. *Pour La Science* 444: 5.
- Cordonnier M.N. (2017a) Perturbateurs endocriniens : un flou entretenu. *Pour La Science OnLine*
<https://www.pourlascience.fr/sd/science-societe/perturbateurs-endocriniens-un-flou-entretenu-12533.php>
- Cordonnier M.N. (2017b) Différenciation cellulaire : la part du hasard. *Pour La Science* 472: 6-7.
- Cordonnier M.N. (2017c) Un cocktail de pesticides grandeur nature. *Pour La Science OnLine*
<https://www.pourlascience.fr/sd/ecologie/un-cocktail-de-pesticides-grandeur-nature-12646.php>

- Cordonnier M.N. (2019) Bactéries résistantes aux antibiotiques : impact en hausse en Europe. Pour La Science OnLine <https://www.pourlascience.fr/sd/epidemiologie/bacteries-resistantes-aux-antibiotiques-un-impact-en-hausse-en-europe-15383.php>
- Coumaillieu P. (2020) Bisphénol A : des substituts tout aussi problématiques. Pour La Science 515: 7.
- Della-Negra O. & P.L. Saaidi (2020) La chlordécone un polluant en transformation. Pour La Science 509: 40-47.
- Demeneix B. (2013) Perturbateurs endocriniens : l'ESFA botte en touche. Pour La Science 428: 14-15.
- Demeneix B. (2018) Autisme : le rôle de l'environnement. Cerveau & Psycho 105: 66-65.
<https://www.pourlascience.fr/theme/perturbateurs-endocriniens/autisme-le-role-de-l-environnement-15204.php>
- Demeneix B. & V. Laudet (2015) Le bisphénol A n'est pas une affaire classée. Pour La Science 449: 14-15.
- Dessus B. (2006) Déchets nucléaires : quels scénarios de production ? Pour La Science 339: 26-30.
- Dutoit T. (2013) S'aider du vivant pour restaurer les écosystèmes. Pour La Science 427: 17-18.
- Ebinghaus R., Temme Ch. & J. Einax (2004) Du mercure aux pôles. Pour La Science 322: 68-74.
- Ekeland I. (2011) Les pollueurs ne sont pas les payeurs. Pour La Science 403: 19-20.
- Erwin D. (1996) La plus importante des extinctions en masse. Pour La Science 227: 80-87.
- Fini J.B. (2021) La pollution invisible des plastiques. Pour La Science 524: 52-59.
- Fini J.B., Clerget-Froidevaux S. & B. Demeneix (2012) Les perturbateurs endocriniens, acteurs silencieux de l'obésité. Pour La Science 421: 56-63.
- Fontbonne A. & K. Clément (2023) Obésité et surpoids : près d'un français sur deux concerné. Pour La Science 546: 7.
- Giraudeau P. (2022) Vers la fin des PFAS ? Pour La Science 541: 9.
- Gizerenger G. & W. Gaissmai (2018) Santé : halte à la manipulation. Dossier Pour La Science 98: 94-99.
- Gontard N. (2021) Que faire des emballages plastiques ? Pour La Science 524: 46-51.
- Gourlaouen C. & O. Parisel (2008) La toxicité du plomb. Pour La Science 363: 82-88.
- Griffin D. et al. (2003) La mondialisation des poussières. Pour La Science 309: 78-85.
- Guillon N. (2017) Alerte à l'effet cocktail pendant la grossesse. Pour La Science OnLine <https://www.pourlascience.fr/sd/medecine/alerte-a-l-effet-cocktail-pendant-la-grossesse-12709.php>
- Haguenoer J.M. (2010) Réduire la pollution par les médicaments. Pour La Science 397: 20-21.
- Hannum W. et al. (2006) Réacteurs à neutrons rapides contre déchets nucléaires ? Pour La Science 339: 32-39.
- Hollister Ch. & S. Nadis (1998) L'enfouissement sous-marin des déchets radioactifs. Pour La Science 245: 46-50.
- Hubert Ph. (2004) Neutrino, radioactivité et datation des vins. Dossier Pour La Science 42: 118-119.
- Hublin J.J. (2022) « C'est parce que notre espèce s'est répandue partout que les autres ont disparu ». Dossier Pour La Science 116: 10-15.
- IRSN (2020a) Fukushima : que devient le césium radioactif dans les forêts ? Pour La Science 512: partenaire I-III.
- IRSN (2020b) Accident nucléaire : comment contenir le cœur d'un réacteur fondu ? Pour La Science 514: partenaire I-III.
- IRSN (2024) Stockage géologique de déchets radioactifs : comment s'assurer de la tenue à très long terme des bétons ? Pour La Science 558: 68-70.
- Jacquemont G. (2014) Des anxiolytiques corrélés à Alzheimer. Pour La Science 445: 5.
- Jones M. & J.H. McCallum (2011) Le cancer du diable de Tasmanie. Pour La Science 410: 62-67.
- Langer R. (2003) Comment administrer les médicaments ? Pour La Science 309: 52-57.
- Le Bars I. (2021) Tchernobyl : un regain d'activité surprenant. Pour La Science 525: 7.
- Leguyader H. (2020) L'eau moteur de l'évolution. Pour La Science 515: 92-94.
<https://www.pourlascience.fr/sr/chroniques-de-levolution/l-eau-moteur-de-l-evolution-19921.php>
- Lehourcq R. & J.S. Steyer (2020) Le distille de « Dune », recycleur ultime. Pour La Science 517: 72-78.
- Madec J.Y. (2011) Épidémies à Escherichia coli : un avant-goût des « superbactéries » ? Pour La Science 407: 16-17.
- Mangin L. (2018) Des vases pour fleurs calcinées (Un nouveau matériau pour dépolluer l'eau en métaux lourds). Pour La Science 484: 86-87.
- Mangin L. (2019) Les particules fines, facteur de risque pour la maladie d'Alzheimer. Pour La Science OnLine <https://www.pourlascience.fr/sd/medecine/les-particules-fines-facteur-de-risque-pour-la-maladie-d-alzheimer-18465.php>
- Mariotti A. (1998) Nitrate un polluant de longue durée. Pour La Science 249: 60-65.
- Mashaal M. (2013) La mort par les pesticides. Pour La Science OnLine <https://www.pourlascience.fr/sd/ecologie/amphibiens-la-mort-par-les-pesticides-11547.php>
- Mashaal M. (2015) Abeilles et bourdons : méfaits confirmés des insecticides. Pour La Science OnLine <https://www.pourlascience.fr/sd/environnement/abeilles-et-bourdons-mefaits-confirmes-des-insecticides-12214.php>
- Maxim L. (2014) Un exemple : des résines époxy à base de vanilline. Pour La Science 441: 17.

- Millot R. et al. (2011) Un fléau mondial : la contamination de l'eau par l'arsenic. *Pour La Science* 408: 76-82.
- Morel J. (2012) De nombreuses espèces de plantes aident à améliorer l'état des sols pollués : c'est la remédiation. *Dossier Pour La Science Les végétaux insolites* 77: 66-67.
- Navard P. (2014) Les bioplastiques remplaceront-ils les dérivés du pétrole ? *Pour La Science* 437: 15-16.
- Patisaul H. (2010) Le bisphénol A : un danger pour la santé ? *Pour La Science* 396: 42-49.
- Peacock Th. & M.H. Alford (2018) Bientôt des mines au fond des océans ? *Pour La Science* 490: 64-71.
- Perrier J.J. (2009) Sexe : la pilule est-elle amère ? *Pour La Science OnLine*
<https://www.pourlascience.fr/sd/sexualite/sexe-la-pilule-est-elle-amere-10371.php>
- Retzbach J. (2015) Couvade : la grossesse au masculin. *Cerveau & Psycho* 68: 24-28.
<https://www.pourlascience.fr/theme/grossesse-et-accouchement/couvade-la-grossesse-au-masculin-8392.php>
- Robeau D. (1996) Tchernobyl : avenir incertain. *Pour La Science* 222: 44-51.
- Romac C., Carta Th. & P.Y. Oudeyer (2024) Les IA face au réel. *Pour La Science* 557: 24-31.
- Salthun-Lassalle B. (2011) Herbicides et grossesse. *Pour La Science OnLine*
<https://www.pourlascience.fr/sd/epistemologie/herbicides-et-grossesse-10882.php>
- Sauer K. (2018) Vaincre les biofilms. *Pour La Science* 486: 54-59.
- Savatie F. (2009) Le champignon radioactif biélorusse. *Pour La Science OnLine*
<https://www.pourlascience.fr/sd/epistemologie/le-champignon-radioactif-bielorusse-10319.php>
- Savatie F. (2015) L'humanité sature ses mers de plastique. *Pour La Science OnLine*
<https://www.pourlascience.fr/sd/environnement/l-humanite-sature-ses-mers-de-plastique-12052.php>
- Skinner M. (2019) L'hérédité sans gène. *Dossier Pour La Science* 108: 44-51.
- Sonke J. (2023) Des déchets plastiques pour des millénaires. *Pour La Science* 545: 7.
- Stéphan C. (2010) Le grand chantier du nucléaire. *Dossier Pour La Science* 69: 30-36.
- Streit L. (2018) Capture de césium à Oklo. *Pour La Science* 492: 9.
- Thomé M., Cravedi J.P. & V. Laudet (2010) Des polluants hormonaux. *Pour La Science* 396: 32-40.
- Tiano M. (2019) Des micromoteurs pour dépolluer les eaux contaminées à l'uranium. *Pour La Science OnLine*
<https://www.pourlascience.fr/sd/chimie/des-micromoteurs-pour-depolluer-les-eaux-contaminees-a-l-uranium-18586.php>
- Tiano M. (2020) Des éponges au molybdène pour dépolluer l'eau. *Pour La Science OnLine*
<https://www.pourlascience.fr/sd/chimie/des-eponges-au-molybdene-pour-depolluer-l-eau-19702.php>
- Towsend A. & R. Howard (2010) Réduire la pollution par l'azote. *Pour La Science* 393: 54-60.
- Tournier V. (2020) Une nouvelle enzyme recycle les bouteilles PET. *Pour La Science* 512: 7.
- Traiffort E. (2023) Sclérose en plaques : pourquoi elle progresse plus vite chez les hommes. *Pour La Science* 547: 7.
- Vandenbergh J. (2003) Hormones et détermination du sexe. *Pour La Science* 311: 76-81.
- Vignes M. (2012) Vers la pilule non hormonale pour les hommes. *Pour La Science* 420: 7.
<https://www.pourlascience.fr/sd/medecine/vers-la-pilule-non-hormonale-pour-les-hommes-11415.php>
- Ward P. (1983) L'extinction des Ammonites. *Pour La Science* 74: 58-63.
- Whiting M. (2024) Nous ne devrions pas supposer que les autres partagent le même « bon sens » que nous. *Pour La Science* 557: 32-35.
- Wood B.A. & A. Williams (2023) *Paranthropus boisei*. Si proche et si différent. *Pour La Science* 547: 26-33.
- Zerani M. & A. Gobetti (2002) La communication hormonale du triton. *Dossier Pour La Science* 34: 42-46.

Pour citer ce travail : Bricage P. (2024) L'impossible dépollution bio-physico-chimique de l'eau. Une méta-méta-analyse utilisant un outil d'intelligence artificielle. *Les systémiques de l'eau*. Journées AFSCET, Andé, 44 p., **CC-License**, http://afscet.asso.fr/Ande24/pbAnde2024eaupollution_O.pdf
présentation associée (diaporama), 176 p., **CC-License**, http://afscet.asso.fr/Ande24/pbAnde2024slides_O.pdf