

EAU ET SANTE
DANGERS RISQUES ET RECOMMANDATIONS

Pr. Ph. HARTEMANN
UNIVERSITE DE LORRAINE
FACULTE DE MEDECINE
INSERM INGRES EA 7298

ACADEMIE LORRAINE DES SCIENCES
NANCY 17/11/2013

CONTEXTE EN EVOLUTION

- PLACE DE PLUS IMPORTANTE DE L'EAU AU SEIN DE LA VIE (BOISSON, LOISIRS, DECORATION...)
- CHANGEMENT CLIMATIQUES : PLUIES PLUS RARES ET VIOLENTES
- AUGMENTATION DE LA POPULATION URBAINE
- SYMBOLIQUE DE PURETE ATTACHEE A L'EAU



EVOLUTIONS TECHNIQUES ET
REGLEMENTAIRES A PREVOIR

POUR LE PUBLIC

- EN PAYS DEVELOPPE : EAU = VECTEUR DE NOMBREUX MICROORGANISMES ET POLLUANTS MALGRE TOUS LES EFFORTS D'ASSAINISSEMENT ET DE TRAITEMENT
- EN PAYS EN DEVELOPPEMENT : DEBUT DE SENSIBILISATION ET DE MISE EN PLACE DE SOLUTIONS TECHNIQUES

CONSÉQUENCES POUR LA SANTE

Distinguer

- Pays développés à haut niveau de contrôle sanitaire
- Pays en développement où l'accès à l'eau est aussi important que sa qualité

EAU EN PAYS DÉVELOPPÉS

- Dangers chimiques de plus en plus nombreux (pollution de la ressource), mais risque assez bien maîtrisé
- Dangers microbiologiques de mieux en mieux connus :
 - Risque lié aux bactéries des grandes épidémies bien maîtrisé
 - Risque lié aux virus et protozoaires échappant à la désinfection ?

DANGERS CHIMIQUES ET EAU

- MINÉRAUX : Sodium, Phosphates, Fluor, Nitrates, Nitrites....
- MÉTAUX : Aluminium, Plomb, Cadmium, Mercure....
- PHYTOSANITAIRES : Herbicides, Acaricides,....
- SOLVANTS et HYDROCARBURES : Trichloréthylène, Essence, Fuel,...
- DETERGENTS et DESINFECTANTS : EDTA, Phénols, Chloramines,....
- PLASTIFIANTS : Chlorure de Vinyle, Bisphénol,...
- AUTRES ORGANIQUES : PCB, HAP, Dioxines,....
- SOUS-PRODUITS DE DESINFECTION : Haloformes, Ozonides,....
- POLLUANTS EMERGENTS : Perturbateurs endocriniens, Résidus de médicaments,....
- Etc....

EAU ET MICROORGANISMES

QUELS DANGERS

	Forme clinique	Agent
Bactéries	Fièvre typhoïdes /paratyphoïde	Salmonella typhi/paratyphi
	Choléra	Vibrio cholerae
	Gastro-entérites	Escherichia coli pathogènes Shigella sp. Salmonella sp. Campylobacter jejuni Yersinia enterocolitica
	Pathologies opportunistes :	Aeromonas hydrophilia Pseudomonas aeruginosa
Virus	Hépatite	V. Hépatite A – E ...
	Gastro-entérites	Rotavirus Echovirus Coxsackievirus Agent de Norwalk
Parasites	Gastro-entérites	Cryptosporidium parvum Giardia lamblia
	Pathologies opportunistes	Idem + Microsporidium sp.

CRYPTOSPORIDIUM

EPIDEMIE DE MILWAUKEE (USA) AVRIL 1993

- ① Environ 400 000 malades sur une population desservie de 800 000 personnes
(Usine de 380 000 m³/j) - Eau lac Michigan)
- ② 4400 hospitalisations et 40 décès
- ③ Traitement : coagulation - décantation - filtration - désinfection
Pollution de l'eau brute par une forte contamination fécale.
changement de coagulant => fuite de turbidité

Turbidité NTU	eau brute	3 - 4	15 - 44
	eau refoulée	0,2	1,75

HISTORIQUE

- Depuis l'antiquité
- Moyen – Age : quarantaine
- SNOW à Londres – Soho en 1854 (livre 1849)
- PASTEUR – KOCH : fin du 19^{ème} siècle
- Filtration de l'eau à Altona (Hambourg)
- Indicateurs de contamination fécale (100 ans)
- Paramètres chimiques

DÉFINITIONS

- Danger
- Risque
- Evaluation du risque
- Principe de prévention
- Principe de précaution

ÉVALUATION DU RISQUE

- Etude du danger
 - Connaissance des fonctions
 - Dose effet
 - Dose réponse
 - Etude des expositions
 - Analyse du risque
- Scénarios pour préparer la gestion

VALEURS GUIDES POUR LES SUBSTANCES CHIMIQUES

EFFETS TOXIQUES DETERMINISTES A SEUIL

- Effet en soi non pathologique dont l'importance croit avec la dose et entraîne à un moment un état pathologique dont la gravité sera fonction de la dose reçue

EFFETS TOXIQUES PROBABILISTES SANS SEUIL

effets génotoxiques, mutagène et/ou cancérogènes

- Probabilité de survenue quelque soit l'intensité de l'exposition
- Gravité indépendante de la dose

EFFETS TOXIQUES À SEUIL

Elaboration de la valeur toxicologique de référence

Relation dose-effet

Relation dose-réponse

VTR-DJT, dérivées de la dose maximale ingérée sans effet nocif observé (DMSENO ou NOAEL) avec facteurs d'incertitude

La VTR ne représente pas un seuil de toxicité mais un niveau d'exposition jugé admissible sans effet indésirable.

EFFETS TOXIQUES À SEUIL

FIXATION DE LA VALEUR GUIDE DE L'OMS

Pour les substances avec effets toxiques à seuil, la valeur guide pour l'eau est alors calculée en tenant compte du poids corporel et de la consommation en eau de la population cible

$$VG = \frac{DJT \times p.c. \times P}{C}$$

où

- « p.c. » est le poids corporel (60 kg pour un adulte, 10 kg pour un enfant, 5 kg pour un nourrisson),
- « C » est la consommation journalière d'eau de boisson. (2 litres pour un adulte, 1 litre pour un enfant, 0,75 litre pour un nourrisson),
- « P » est la proportion de la DJT attribuée à l'eau de boisson,

Cette approche donne l'assurance que le total de toutes les sources ne dépasse pas la DJT.

DONC OBJECTIF = RISQUE ZERO

EFFETS TOXIQUES SANS SEUIL

ELABORATION DE LA VALEUR TOXICOLOGIQUE DE REFERENCE

- Détermination d'un équivalent de dose pour l'homme
- Modélisation des données expérimentales
- Extrapolation aux faibles doses des effets observés à doses élevées chez l'animal

La VTR représente un excès de risque
Ex. Excès de Risque Unitaire (OMS) en $(\text{mg.kgpc/j})^{-1}$

EFFETS TOXIQUES SANS SEUIL FIXATION DE LA VALEUR GUIDE DE L'OMS

Modélisation mathématique extrapolant les résultats épidémiologiques ou expérimentaux vers les faibles doses

Risque additionnel de cancer de 10^{-4} , 10^{-5} , 10^{-6} pour la vie entière (70 ans – 2 litres par jour) (ne tient pas compte des autres apports)

EXEMPLE DES PRODUITS PHYTOSANITAIRES

- U.S.A : M.C.L. pour 18 composés ou groupes d'isomères de 0.05 à 400 µg/l
- CANADA : MAC pour 37 composés ou groupes d'isomères de 0.7 à 900 µg/l

+ TOTAL PESTICIDES = 100 µg/l

- AUSTRALIE : 101 composés de 0.4 à 3000 µg/l
- FRANCE : Décret 2001-1220

Abrogation du décret 89.3 et des circulaires du 12 avril et du 9 juillet 1990

- 0.1 µg/l par substance individualisée
- sauf 0.03 µg/l pour aldrine et dieldrine, heptochlore et heptochlorépoxyde
- 0.5 µg/l pour total pesticides

COMMENT FAIRE FACE POUR LA MICROBIOLOGIE ?

1) Germes indicateurs de contamination fécale

- PASTEUR – KOCH, probabilité d'existence de microorganismes dangereux, donc risque inacceptable d'infection
- Grand succès en PVD dans la disparition des épidémies

2) Autres indicateurs

- Indicateurs d'efficacité de traitement, pour les microorganismes les plus résistants au traitement
- Indicateurs de qualité en distribution

3) Notion de risque annuel acceptable

Ex. : USA, NL $< 1.10^{-4}$, soit $\approx < 1$ virus/100m³

Obligation de travailler sur la contamination initiale et l'efficacité des étapes du traitement.

COMMENT FAIRE FACE POUR LA CHIMIE ?

(PRINCIPE DE PREVENTION)

1) PARAMETRES DETERMINISTES AVEC SEUIL

→ LIMITES DE DOSE BASSES → RISQUE ZERO

2) PARAMETRES PROBABILISTES SANS SEUIL

→ RISQUE ADDITIONNEL DE 10^{-6} VIE ENTIERE

3) QUESTION DES EFFETS COCKTAILS ET DES
PERTURBATEURS ENDOCRINIENS

→ PRINCIPE DE PRECAUTION ?

MICROPOLLUANTS À EFFETS MODULATEURS (PERTURBATEURS) ENDOCRINIENS



UNE LISTE IMPRESSIONNANTE !

Alkylphénols (penta à nonyl)

Bisphénol A

2,4 dichlorophénol

Diethylhexyladipate

2,3,7,8 TCDD

2,3,7,8 Tetrachlorodibenzofuranne

Polychlorobiphényls

Octachlorostyrène

Hexachlorobenzène

Pentachlorophénol

Pesticides

2,4,5 T, 2,4 D, Alachlor, Aldicarb, Amitrole, Atrazine, Benomyl, β HCH, Carbaryl, Chlordane, Cypermethrine, DDT et métabolites, Dicofol, Dieldrine, Endosulfan, Ethylparathion, Lindane, Heptachlore,

Heptachlore epoxyde, Kelthane, Kepone, Malathion, Mancozebe, Maneb, Methomyl, Mirex, Parathion, Permethrine, Pyrethroides de synthèse, Toxaphène, Zineb, Ziram.

Esters de phtalates

DEHP, BBP, DBP, DPP, DHP, DPrP, DCHP, DEP

Autres

Styrène (dimères et trimères)
Benzo(a) pyrène

Métaux lourds

Cadmium, Plomb, Mercure

DEVENIR DES PRODUITS PHYTO PHARMACEUTIQUES

- Excrétion par les patients ou les animaux \pm métabolisés
- Elimination directe dans le seaux usées (si pas collecte sélective)
- Dans les stations d'épuration
- Transformations possibles
- Absorption sur les boues

Figure 1 : Représentation des rendements d'élimination en STEP par classe thérapeutiques

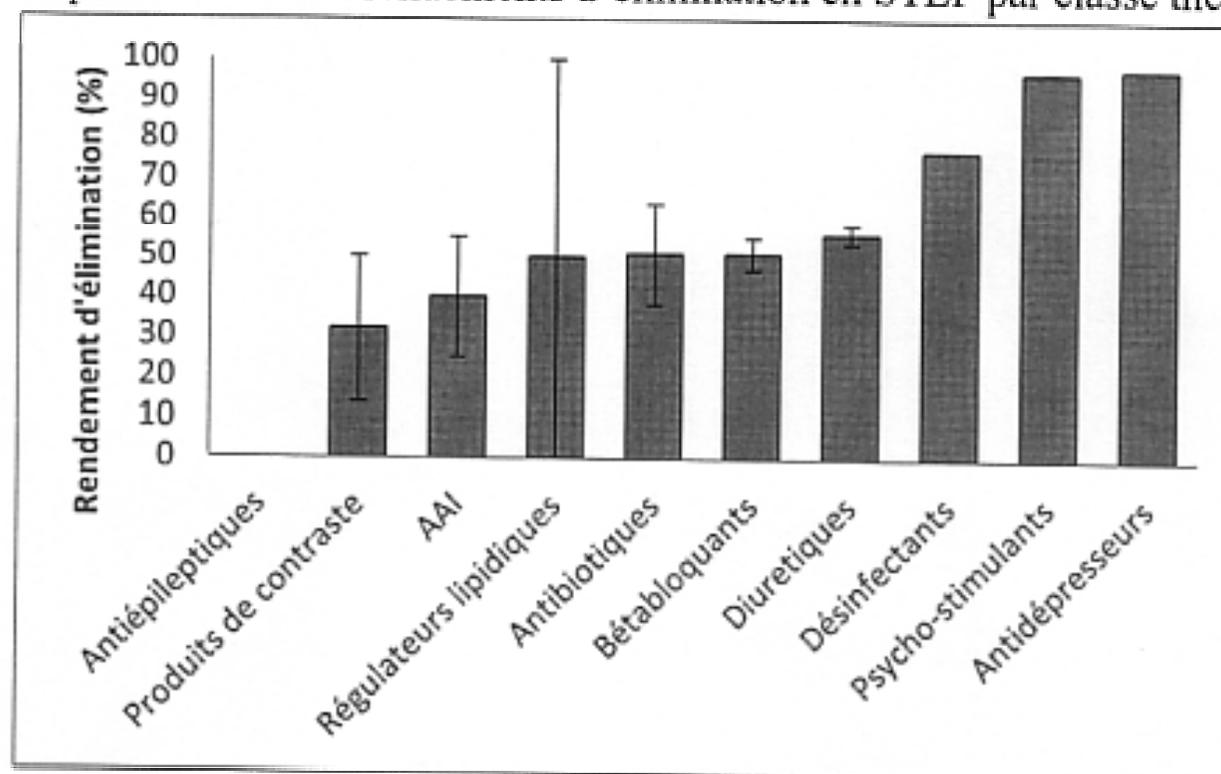


Tableau II : Persistance dans l'environnement de certains résidus médicamenteux (exprimée en demi-vie)

(selon Zuccato, 2000 [12])

< 1 jour	1-19 jours	20-100 jours	101-364 jours	>365 jours
Aspirine	Northisterone	Gencitarabine	Flumequin	Clofibrate
Diclofenac	5-fluoro-uracil	Mytoxantrone	Acide	Codeine
Ibuprofene	Bacitracine	Monensin	oxolinique	Cyclophosphamide
Paracetamol		Streptomycine	Oxytetracycile	Erythromycine
Penicilline		Sulfadiazine	Sarafloxacine	Ifosfamide
		Trimethoprime		Metronidazole
				Sulfamidine
				Tetracycline
				Tolbutamide

CONCENTRATIONS TRES DIFFERENTES SELON LES PAYS ET LES USAGES

- Kim et al. 2007 en Corée du sud
 - Iopromide (agent de contraste) 2630ng/L dans les effluents et 134ng/L dans les eaux de surfaces
 - Toutes classes confondues 5000ng/L dans les effluents, 800ng/L dans les eaux de surfaces et <100ng/L au robinet
- ANSES 2008 (ressource en eau et robinet) Fréquence de détection (DLD) et maxi (ng/L)

- Caféine	49%	856ng/L	28%	115ng/L	
- Oxazepam		27%	161ng/L	7%	91ng/L
- Paracetamol	23%	443ng/L	4%	71ng/L	
- Carbamazepine	29%	48ng/L	9%	33ng/L	
- Ac salicylique	2%	57ng/L	1%	102ng/L	

RISQUE POUR L'ENVIRONNEMENT

- PRESSION DE SELECTION (AB et désinfectants)
 - ⇒ AUGMENTATION DU NIVEAU DE RESISTANCE
 - ⇒ SELECTION DE FLORES
- TOXICITE ⇒ DIMINUTION DE LA BIODIVERSITE

RISQUE POUR LA SANTE DE L'HOMME

- CONCENTRATIONS MESUREES DANS L'EAU DU ROBINET NULLES OU PONCTUELLEMENT MINIMES (Etude ANSES 2008)

Il faut des m³ d'eau pour 1 dose thérapeutique

- EVENTUELS EFFETS COCKTAILS ?
- PERTURBATION ENDOCRINIENNE ?

ИНВАЛИДЫ С КИБЕРНЕТИЧЕСКИМИ НОГАМИ
СОБРАЮТСЯ ПОКОРИТЬ АЛЬПЫ

СПУТНИКИ БУДУТ ЗАБРАСЫВАТЬ В КОСМОС
НА БОЛЬШОЙ РЕЗИНКЕ

НОВЫЕ ВНУТРЕННИЕ ОРГАНЫ: КАК ВЫРАСТИТЬ
СЕБЕ ПЕЧЕНЬ

НАУКА



/АЛЕКСАНДР СЕРГЕЕВ/

Голубой Гормон

Гомосексуализм—это гормональное отравление эстрогеном, которое можно вылечить, утверждают зарубежные и российские ученые

О причинах роста гомосексуализма в мире спорят многие ученые. Некоторые видят в этом вполне закономерный процесс, наблюдающийся на протяжении веков. Однако целый ряд специалистов утверждает, что гомосексуальностью можно заболеть, как обычным гриппом или раком. Во всем виноват так называемый гормональный сбой и плохая экологическая среда.

Не так давно несколько институтов Великобритании и США независимо друг от друга опубликовали данные об исследованиях сексуальности, проведенных на территориях этих стран. Оказалось, что гомосексуальное поведение можно искусственно вызвать практически в любом животном или человеке. Прием совершенно безвредно для него самого. Сделать это можно при помощи самой обычной воды из-под крана, зараженной женскими гормонами. Регулярное употребление такой воды, как считают ученые, и вызывает в организме человека гормональный сбой, от которого до гомосексуализма рукой подать. Ученые изучили это открытие и

Сергей Мещеряков

первыми, как это принято, под удар попали наши меньшие братья.

РЫБЫ-ГЕИ

В процессе наблюдения за обитателями водоемов Великобритании было проведено около 1,5 тысячи рыб в 50 различных реках Англии. Обнаружилось, что треть рыб-самцов проявляли ярко выраженные женские повадки. По сути, каждая третья рыба мужского пола, обитающая рядом с крупными городами Евро-

его жертвами становятся мужчины. «Гормональный смог» угнетает мужские гормоны, снижается способность к воспроизводству потомства. Женщины тоже подвержены скрытым ударам вторичных гормонов. Они влияют и на развитие плода во время беременности. На ранних стадиях растворенные в воде препараты нарушают гормональный баланс будущего ребенка. В результате мальчики становятся более женственны. В наиболее тяжелых случаях меняется

Во всех гомосексуальных нарушениях как у человека, так и у животных виноваты женские гормоны—эстрогены. Сначала десятки миллионов молодых женщин пьют противозачаточные таблетки, а затем гормоны попадают в реки

пы, превратилась в гомосексуалиста. Такой вывод содержится в докладе Британского агентства по охране окружающей среды. Там же названа и основная причина такого аномального поведения: это загрязнение сточных вод химическими веществами, пестицидами и отходами гормональных препаратов, которые влияют на обитателей водоемов.

Профессор Университета Экстера в Великобритании Чарльз Тейлор, не один год занимавшийся исследованиями водоемов Великобритании, считает, что во всех этих гомосексуальных нарушениях как у человека, так и у животных виноваты сами женщины. Английские реки, основной источник питьевой воды в Великобритании, загрязнены очень сильной формой женского гормона эстрогена. Именно он и привел к гормональным нарушениям при развитии обитателей водоемов. Попадал он туда через канализационные стоки. Эстроген находится в ряде гормональных препаратов, в большом количестве и повсеместно употребляемых молодыми женщинами. Практически 80 процентов девушек, а это десятки миллионов человек в Европе и США, регулярно принимают противозачаточные таблетки. Затем гормоны через мочу попадают в канализацию, а оттуда в реки.

ЭСТРОГЕНОВЫЙ СМОГ

—Этот эффект получил название «гормональный смог»,—рассказывает российский исследователь Академии проблем сохранения жизни, доктор наук Михаил Кравчук.—Концентрация женских гормонов в водоемах оказалась настолько значительной, что оборачивается негативными последствиями не только для рыб. В значительной мере химическое загрязнение бьет и по человеку. Первыми

ориентация сексуальных предпочтений, что ведет впоследствии к возникновению гомосексуальных связей.

—Серьезное влияние на здоровье оказывают и пестициды, которые широко применяются в сельском хозяйстве,—рассказывает доктор биологиче-

Парад геев в Нью-Йорке

Больше всего пестицидов—до 17 килограмм на гектар пахотной земли—используется в Голландии. И именно Голландия является локомотивом гомосексуального либерализма в мире



ских наук, член-корреспондент РАН Алексей Яблоков.—Их воздействие на организм несколько схоже с гормональным. Это тоже вещества органической химии, и, попадая в кровь, они могут провоцировать некоторые изменения, способные отражаться и на половых функциях.

ТАБЛЕТКА ОРИЕНТАЦИИ

Сейчас, жалуются многие ученые, любые попытки разобраться в природе появления гомосексуальности натываются на жесточайшее сопротивление множества правозащитных гей-движений, которые требуют признать гомосексуализм естественным состоянием человека, не требующим ни лечения, ни общественного обсуждения. Однако отечественная наука счи-

тает все утверждения о врожденном характере гомосексуализма и его постоянстве не выдерживающими критики. Гомосексуализм, как говорят ученые, схож с гастрономическими пристрастиями. Сначала гурман любит соленые огурцы, а через год-другой из-за ряда причин млеет уже от банки с клюквенным вареньем. Вкусовые предпочтения можно поменять. Также и с половым влечением. История знает тысячи примеров, когда закоренелые гомосексуалисты после бурной молодости вдруг меняли свой стиль жизни, вступали в брак и рождали здоровых детей.

—Гомосексуалистов раньше лечили, и при этом достаточно успешно,—рассказала научный сотрудник Федерального центра сексологии НИИ психиатрии РАМН Наталья Пеняева.—Например, под Нижним Новгородом функционировал центр, в котором гомосексуалы жили по полгода, и за это время у них заново выработывалось влечение к противоположному полу. В процессе лечения применялись методики гипнотического внушения, а также использовались пресловутые гормональные препараты. И результаты лечения в большинстве случаев бы-

ли положительны. Конечно, некоторые специалисты давно заявляли, что одной из причин гомосексуализма могут быть гормональные сбои, в том числе вызванные экологическими факторами и «гормональным смогом». Но пока эти данные не подтверждены. Как, впрочем, и другие тоже. А точных причин не установлено вообще. Мы можем только догадываться и строить гипотезы.

Но дальше всех пошли скандинавы. Группа ученых под руководством профессора Стокгольмского университета Карла Уорринга объявила, что ими получен препарат, который может меньше чем за полгода перековать гомосексуалиста или лесбиянку в обычного гетеросексуала. Правда, шведские ученые предупреждают, что

CONCLUSION

- **RISQUE TOXIQUE**

Expliquer la différence et risque zéro ou risque acceptable (ex 10^{-6}), très bonne protection

- **RISQUE INFECTIEUX**

Notion de populations à risques et quel niveau de risque acceptable ?

Gastroentérite acceptable – mortalité inacceptable?

QUELLES EAUX CONSEILLER?



LES DIFFÉRENTES EAUX CONDITIONNÉES EN FRANCE

3 catégories d'eaux destinées à la consommation humaine :

- eaux de distribution
- eaux de source préemballées
- eaux minérales naturelles préemballées

autres eaux, hors législation appelées « eaux de boisson » :

- eaux aromatisées & supplémentées
- eaux purifiées reconstituées

