



ECOLE POLYTECHNIQUE UNIVERSITAIRE DE LILLE
USTL 59655 VILLENEUVE D'ASCQ CEDEX

**MASTÈRE SPÉCIALISÉ EN GÉNIE DE L'EAU
DE POLYTECH'LILLE
(Accrédité par la Conférence des Grandes Écoles)**

**SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE
ANNÉE 2005-2006**

**L'EQUIVALENT HABITANT
DEFINITIONS, MESURES ET PRATIQUES EN FRANCE ET A L'ETRANGER**

TABLE DES MATIERES

1	Les paramètres recherchés	3
1.1	Les Matières en Suspension [MeS]	3
1.2	La Demande Biochimique en Oxygène [DBO ₅]	3
1.3	La Demande Chimique en Oxygène [DCO]	3
1.4	L'Azote [NGL]	4
1.5	Le Phosphore [PT]	4
2	La réglementation.....	4
3	Les références internationales	6
4	L'équivalent - habitant utilisé pour dimensionner les stations d'épuration urbaines.....	7
5	La pollution issue des agglomérations d'assainissement	7
6	La pollution issue des habitations	10
7	La pollution physiologique d'un être humain	15
8	Conclusions	16
	Références Bibliographiques.....	17



RESUME

La valeur de l'équivalent habitant est déterminante pour le calcul du taux de collecte des agglomérations d'assainissement. Suite à la mise en œuvre de la Directive ERU, dans les années 1990, seule la pollution moyenne d'un habitant est fixée réglementairement à 60 gDBO₅/hab/j pour l'ensemble des pays de l'Union Européenne.

A la lecture d'études scientifiques et de documentations techniques de part le monde, il s'avère que la pollution organique moyenne émise par un habitant est en fait fonction du lieu de mesure et de la taille de l'agglomération :

- 30 à 40 gDBO₅/hab/j mesuré au droit des habitations,
- 50 gDBO₅/hab/j mesuré pour des petites agglomérations et
- 90 gDBO₅/hab/j mesuré pour des grandes agglomérations.

L'azote provient essentiellement des eaux vannes (10 à 13 gNGL/hab/j) alors que les eaux usées représentent 2 gNGL/hab/j. La quantité d'azote est fonction de notre alimentation.

L'équivalent habitant en phosphore, a fortement baissé au cours des 30 dernières années suite à l'utilisation des lessives sans phosphates et s'est stabilisé entre 2 et 2,5 gPT/hab/j.



ABSTRACT

The pollutant load hardly affects the collecting rate computation of the sewage network. During the 90s, the domestic wastewater directive set up the BOD pollutant load to 60 gBOD/capita/day for all european union countries.

Numerous scientific studies and technical documentations dealing with the average organic pollution determined the Biochemical Oxygen Demand load as a fonction of the municipality size :

- from 30 to 40 gBOD/capita/day for the household pollution.
- 50 gBOD/capita/day for the small municipalities
- 90 gDBO₅/capita/day for the large municipalities.

The total nitrogen is concentrated in blackwater (10 - 13 gTN/cap/d) and a small part in greywater (2 gTN/cap/d). Nitrogen load depends to nutrition style (vegetarian style, ...).

Phosphorus load largely decreased during the last three decades due to low phosphorus detergents utilisation. Now, the average pollution load is between 2 and 2,5 gPT/cap/d.

« *LE TAUX DE COLLECTE OFFICIEL EST ... FAUX ! Depuis des années, circule un chiffre évaluant le taux de collecte des eaux usées en France. Jamais mis en doute, il n'avait pas été vérifié. Aujourd'hui, plusieurs ingénieurs s'accordent à penser qu'il est nettement sous-évalué.* »⁽²⁴⁾

Aujourd'hui encore le taux de collecte est une information qu'il est difficile à appréhender. En France, ce taux est calculé à partir de données théoriques. Il est équivalent au rapport de la pollution entrante dans les stations d'épuration, sur la pollution théorique produite par les agglomérations d'assainissement. La pollution entrante est réellement mesurée dans les stations. En revanche, la pollution brute est estimée à partir de l'**équivalent habitant**.

Il s'agit là, d'une notion utilisée en assainissement, notamment pour évaluer la capacité des stations d'épuration et permettre d'associer une population équivalente aux masses de polluants journaliers arrivant sur une station d'épuration⁽¹⁹⁾. Même s'il est fixé arbitrairement, à 60g de pollution organique par jour et par habitant, l'équivalent habitant varie d'une agglomération à l'autre et donc reste difficile à démontrer.

Doit-on rester sur ce constat et s'en tenir à cette valeur de 60g ? Sûrement pas !

1 Les paramètres recherchés

L'équivalent habitant, mesuré en gramme par habitant et par jour (g/hab/j), se décline selon une variété de problématiques et donc de paramètres tel que :

- les matières en suspension,
- la demande chimique en oxygène,
- la demande biochimique en oxygène,
- l'azote, ou
- le phosphore.

1.1 Les Matières en Suspension [MeS]

Les MeS représentent la pollution organique et minérale non dissoute et en suspension dans l'eau, c'est-à-dire les matières décantables et colloïdales. Elles sont responsables d'ensablement ou d'une baisse de la pénétration de la lumière dans l'eau.

1.2 La Demande Biochimique en Oxygène [DBO₅]

La DBO₅ représente la quantité d'oxygène nécessaire aux micro-organismes pour oxyder (dégrader) l'ensemble de la matière organique d'un échantillon d'eau maintenu à 20°C, à l'obscurité, pendant 5 jours. Elle s'exprime en mg O₂/l (milligrammes d'oxygène par litre). Pour mesurer la DBO₅, une première mesure de la concentration en oxygène d'un échantillon d'eau est effectuée. 5 jours plus tard, une seconde mesure en oxygène est répétée sur le même échantillon. La différence entre les deux concentrations en oxygène est la DBO₅. La demande biochimique en oxygène qualifiant ainsi la charge polluante d'origine carbonée et biodégradable de l'eau, est un test très utile pour mesurer la performance des stations d'épuration.

Remarque :

Dans les pays de l'Europe du nord, il est courant d'utiliser la DBO₇ (7 signifiant 7 jours). En Russie, la DBO₂₀ était utilisée⁽⁴⁸⁾.

1.3 La Demande Chimique en Oxygène [DCO]

La dégradation des matières organiques déversées dans les cours d'eau entraîne une consommation de l'oxygène dissout dans l'eau, qui se fait au détriment des organismes vivants (asphyxie du milieu).

L'importance de cette pollution dans un effluent peut être évaluée par la demande chimique en oxygène (DCO) qui représente le poids d'oxygène nécessaire à la dégradation par voie chimique de la totalité de la matière organique.

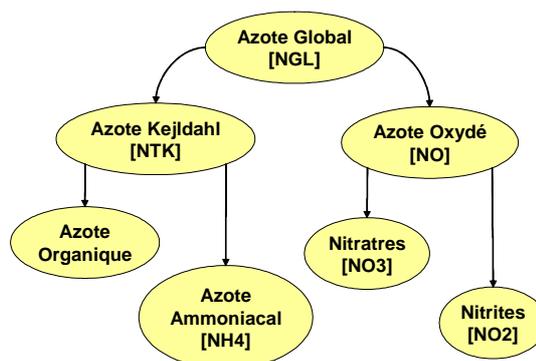
1.4 L'Azote [NGL]

L'azote des eaux usées est essentiellement constitué d'azote organique ammonifiable ou réfractaire (sous forme soluble et particulaire) et d'azote ammoniacal. L'azote Kejl Dahl [NTK] du nom du chimiste qui a mis au point le dosage, représente la somme de l'azote organique et de l'azote ammoniacal.

Étant donnée leur forme instable, les nitrites sont toujours en très faibles quantités dans l'eau. Ils sont gênants pour la production d'eau potable.

Les nitrates sont par contre très stables. Ils constituent un agent fertilisant susceptible de favoriser le développement excessif d'algues dans le milieu récepteur (eutrophisation).

L'azote rejeté par une habitation se trouve rapidement dans le réseau sous ses deux formes réduites (organique et ammoniacale), avec, à l'origine, une légère prédominance de la première. Le transit dans le réseau modifie leurs proportions en faveur de la forme ammoniacale.



1.5 Le Phosphore [PT]

Il existe deux formes de phosphore :

1. Le phosphore organique, résidu de matière vivante,
2. Le phosphore minéral, essentiellement constitué de phosphates (PO₄).

La somme des deux concentrations s'appelle le phosphore total [PT]. Le phosphore, tout comme l'azote, est responsable de l'eutrophisation des lacs et des cours d'eau.

2 La réglementation

Dans le cadre de la directive des eaux résiduaires urbaines en 1991, l'Union Européenne a établi « un équivalent habitant (Eh) » comme « la charge organique biodégradable ayant une demande biochimique d'oxygène en cinq jours (DBO₅) de 60 grammes d'oxygène par jour... en semaine de pointe » afin d'établir un vocabulaire commun pour tous les pays de l'Union. En 2000, la Directive Cadre sur l'Eau a confirmé cette valeur, sans jamais identifier d'équivalent habitant par rapport à l'azote ou au phosphore.

	MeS	DCO	DBO ₅	MOad ₂	NTK	PT
	g/hab/j					
Directive des Eaux Résiduaires Urbaines ⁽²⁸⁾	-	-	60	-	-	-
Redevance de pollution ⁽⁶⁾	90	-	-	57	15	4
Etat des lieux de la DCE ⁽³⁾⁽²²⁾	70	135	60	-	12	2,5

Tableau 1 : Définition réglementaire de l'équivalent habitant en France

A l'échelle du territoire national, l'article 1^{er} de l'arrêté du 9 décembre 2004⁽⁶⁾ (faisant suite à la loi sur l'eau de 1992) a fixé pour une durée maximale de deux ans à compter du 1^{er} janvier 2005 la quantité de pollution journalière à prendre en compte pour chaque habitant, servant de référence pour la redevance de pollution domestique émise par les agences de bassin.

sur les factures d'eau. Ainsi, la redevance de pollution en matières oxydables est basée sur l'équivalent habitant en $MOad_2$ (Matières Oxydables après décantation de 2 heures) :

$$MOad_2 = \frac{2 DBO_{5ad_2} + DCOad_2}{3}$$

avec : $DCOad_2$: Demande Chimique en Oxygène après décantation de 2 heures.

DBO_{5ad_2} : Demande Biochimique en Oxygène après décantation de 2 heures.

Globalement une pollution moyenne de 60 g DBO_5 /hab/j est équivalente 57 g $MOad_2$ /hab/j.

Suite à la mise en place de la directive des Eaux Résiduaires Urbaines⁽²⁸⁾, les réglementations de nos pays voisins se sont adaptées. Ainsi l'European Water Pollution Control Association (EWPCA) a réalisé deux études comparatives, en 1995⁽²⁹⁾ et en 1997⁽⁵³⁾, des politiques des états membres pour le compte de la Commission Européenne DG XI (Direction Environnement).

	Q	MeS	DCO	DBO ₅	NGL	PT
	l/hab/j	g/hab/j				
Autriche ⁽²⁹⁾	-	-	120	60	12	2
Allemagne ⁽²⁹⁾	-	-	120	60	11	2,5
Belgique :						
- Flandres ⁽⁵⁸⁾	150	90	135	54	10 ^b	2
- Wallonie ⁽⁵⁸⁾	180	90	135	[54 ⁽⁴⁾ – 60 ⁽⁵⁾]	10 ^b	2,2
- Bruxelles capitale ⁽⁵⁸⁾	150	90	135	54	10 ^b	2
Croatie ⁽²⁹⁾	-	-	-	54	-	-
Danemark ⁽⁵³⁾	-	-	-	60 ^a	12	2,5
Finlande ⁽⁵³⁾	-	-	-	60	[12 - 15]	[2,5 – 3]
Espagne ⁽²⁹⁾	-	-	-	60	-	-
Estonie ⁽²⁹⁾	-	-	-	54	-	-
Grèce ⁽²⁹⁾	-	-	-	[50 – 60]	[10 - 14]	[2 – 2,5]
Hollande ⁽⁵⁸⁾	150	90	135	54	10	1
Hongrie ⁽⁵³⁾	-	-	-	54	-	-
Irlande ⁽²⁹⁾	-	-	-	60	-	-
Italie ⁽²⁹⁾	-	-	-	[54 – 60]	12	[2 - 3]
Luxembourg ⁽²⁹⁾	-	-	120	60	11	2,5
Norvège ⁽²⁹⁾	-	-	80	40	12	1,7
Portugal ⁽²⁹⁾	-	-	-	[54 – 60]	-	-
République Slovaque ⁽⁵³⁾	-	-	120	60	11	2,5
Royaume-Uni ⁽⁵³⁾	-	-	120	60	-	-
Suède ⁽⁵³⁾	199	-	120	60 ^a	12	2,5
Suisse ⁽⁵³⁾	-	-	120	60	8,5	1,7

^a Il s'agit de la DBO_7 , ^b Il s'agit de l'Azote Kjeldahl [NTK]

Tableau 2 : Définition réglementaire de l'équivalent - habitant en Europe

L'office hollandais des statistiques reconnaît qu'"il n'y a pas de définition harmonisée de l'équivalent habitant. Dans la plupart des pays, l'équivalent habitant en DBO_5 est égal à 60 g/hab/j. Mais, pour beaucoup de pays la valeur est aussi égal à 54 g/hab/j sans parler des définitions de l'équivalent habitant en DCO, en azote ou en phosphore"⁽⁵⁹⁾.

Dans ce domaine les membres de l'union européenne n'ont pas vraiment le choix. Soit, leur réglementation est dictée par la directive des eaux résiduaires urbaines (c'est-à-dire 60 gDBO₅/hab/j), soit la pollution domestique est estimée à partir du classique "54 gDBO₅/hab/j".

Ces deux valeurs sont-elles le résultat de discussion entre technocrates bruxellois ? Tout pense à croire le contraire ! « La valeur de 54 gDBO₅/hab/j fut fixée par Imhoff comme quantité de pollution spécifique causée par un habitant » rapporte M.L. SVEC en décembre 1973 au comité des problèmes de l'eau des Nations-Unies⁽⁶⁰⁾. En effet, pour l'Allemagne et une majorité de l'europe, Imhoff décompose la pollution organique de la façon suivante :

	DBO ₅ [g/hab/j]
Matières en suspension :	
• Séparables par décantation	19
• Non séparables par décantation	12
Matières dissoutes	23 } 35
TOTAL	54

Tableau 3 : Décomposition de la pollution en DBO₅ d'un habitant⁽⁴⁰⁾

Cette valeur progresse suivant la taille de la ville. Ceci s'explique par le poids relatif plus élevé de ses activités tertiaires. La pollution émise par un habitant en 24 heures (toute la journée y compris les heures de travail) est (Imhoff cité par Valiron⁽⁶⁵⁾) alors de :

- 54 gDBO₅/hab/j pour une ville de 10 000 habitants,
- 60 gDBO₅/hab/j pour une ville de 10 000 à 50 000 habitants,
- 84 gDBO₅/hab/j pour une ville supérieure à 50 000 habitants,

3 Les références internationales

	Qq	MeS	DBO ₅	NGL	PT
	l/hab/j	g/hab/j			
Brésil ⁽³⁹⁾	-	[55-70]	[55-70]	[8-13,5]	[1,6-2,7]
Etats-Unis d'Amérique ⁽³⁹⁾		[80-95]	[60-95]	[13,5-19]	[4-5,5]
- Colorado ⁽⁸⁾	-	-	91	-	-
- Hawaï ⁽⁸⁾	-	-	77	-	-
- Virginie ⁽⁸⁾	-	-	60	-	-
Egypte ⁽³⁹⁾	-	[40-70]	[25-40]	[8-13,5]	[1,1-1,6]
Inde ⁽³⁹⁾	-	-	[25-40]	-	-
Indonésie ⁽³⁶⁾	-	-	[35-46]	-	-
Kenya ⁽⁶²⁾	-	-	23	-	-
Ouganda ⁽³⁹⁾	-	[40-55]	[55-70]	[8-13,5]	[1,1-1,6]
Philippines ⁽⁵⁵⁾	120	-	37	-	-
Taiwan ⁽²⁵⁾	-	-	40	-	-
Turquie ⁽³⁹⁾	-	[40-70]	[25-40]	[8-13,5]	[1,1-1,6]
Zambie ⁽⁶²⁾	-	-	36	-	-

Tableau 4 : Exemples de références nationales

L'équivalent - habitant permet en premier lieu de comparer les charges polluantes créées par l'industrie à celles qui sont dues à la population, et aussi d'exprimer la pollution

industrielle par des unités dont le sens soit accessible au grand public. Cette considération est importante si l'on veut appliquer diverses mesures d'épuration et informer le public des problèmes relatifs à la pureté de l'eau. Ainsi, chaque pays a sa propre définition. Les valeurs citées ci-après ne sont pas tirées des sources réglementaires (tel un arrêté ou une loi) mais semblent être prises comme références pour caractériser le niveau de pollution moyen d'un habitant.

4 L'équivalent - habitant utilisé pour dimensionner les stations d'épuration urbaines

Les valeurs prises pour la construction d'une station d'épuration urbaine sont très variables. De toutes les valeurs prises d'exemples concrets et des valeurs fournies, à titre de conseils, d'organismes publics, il semble que 54-60 gDBO₅/hab/j soit une moyenne acceptable. 45 gDBO₅/hab/j est plus approprié pour les pays en voie de développement alors que 80 gDBO₅/hab/j est adapté pour les pays développés comme les Etats-Unis d'Amérique.

	DCO	DBO ₅	NGL	PT
	g/hab/j			
Brésil ⁽¹²⁾	-	54	-	-
Butan ⁽¹⁸⁾	-	45	-	-
Jordanie ⁽⁴³⁾	-	77	13	4,5
Suisse ⁽⁷⁾	120	60	11	1,8

Tableau 5 : Equivalents – habitants cités dans des études préalables à la construction de station d'épuration.

Selon les suisses Heinss et Strauss, le dimensionnement d'un traitement primaire sous des climats tropicaux se fait avec une estimation de 45 gDBO₅/hab/j et 10 gNGL/hab/j (Heinss et Strauss, 1999)⁽³⁷⁾.

« *Quand on ne dispose que de données relatives à la population* », la commission OSPAR (convention pour la Protection du Milieu Marin de l'Atlantique Nord-Est) propose d'estimer « *les rejets bruts (non traités)* » des habitants non raccordés sur la base de « *180 l/hab/j, 9 gNGL/hab/j, 2,7 g PT/hab/j et 63 gDBO₅/hab/j. Si l'on dispose de données plus précises grâce à une connaissance de la situation locale, celles-ci peuvent être préférables à l'exemple donné ci-dessus* »⁽⁵³⁾.

Aux Etats-Unis d'Amérique, le département des ressources naturelles de l'état du Wisconsin suggère, dans le cas où aucune donnée terrain n'est disponible, de concevoir les stations d'épuration sur la base de 80 gDBO₅/hab/j et 90 gMeS/hab/j. Si les habitations sont équipées de broyeurs d'éviers ("garbage grinder") à la sortie des eaux usées, alors il est conseillé de prendre 100 gDBO₅/hab/j et 220 gMeS/hab/j, au cours de la conception des stations d'épuration⁽⁶⁶⁾.

5 La pollution issue des agglomérations d'assainissement

La pollution mesurée sur l'ensemble d'une agglomération d'assainissement inclut obligatoirement les activités économiques connexes tels que les entreprises de services (boulangers, bouchers, etc) ou les bâtiments collectifs (école, bâtiments publics, etc.).

Ref	Auteurs (Année)	Pays	Caractéristiques de la campagne
(68)	Zanoni & Rutkowski (1972)	USA	<ul style="list-style-type: none"> • Agglomération de 1207 habitants, soit 270 foyers. • 333 travailleurs sur les 1207 habitants. • La campagne de mesure a duré 25 jours sur 6 mois.
(20)	CTGREF (1973)	France	20 stations [200-3800 Eh] sur des communes rurales.
(10)	Besse et al. (1989)	France	169 mesures réalisées sur des agglomérations (300 à 9000 Eh) équipées de réseaux séparatifs sans rejets industriels.
(17)	OMEE (1993)	Canada	Etude de 1991 des eaux résiduaires urbaines de l'Ontario
(33)	Gromaire Mertz (1997)	France	12400 personnes du quartier du marais à Paris suivies de mai 1996 à novembre 1997.
(50) (51)	National Scientific Foundation (1999)	Antarctique	Mesures ont été effectuées pendant 6 jours en février 1999 sur la base de McMurdoc (1046 personnes).
(26)	EPAS (2000)	Flandres	<ul style="list-style-type: none"> • 10 agglomérations de 112 à 266 hab., soit 1958 hab. • La campagne a duré 252 jours, de nov. 99 à août 2000 • 981 échantillonnages ont été effectués
(58)	Scaldir (2003)	Wallonie	Etude récente pour l'année 2003
(15)	Cemagref (2001)	France	Bourg rural
(17)	Chambers & al. (2001)	Canada	Combinaison de statistiques disponibles sur le Canada
(44)	Karagözoglu et al. (2003)	Turquie	L'agglomération d'assainissement de Sivas [242 100 Eh].
(61)	Tsuzuki (2004)	Japon	1 agglomération d'assainissement [607 000 Eh] rejetant dans la baie de Tokyo
(69)	Zessner & Lindtner (2005)	Autriche	29 stations d'épuration allant de 5000 Eh à 350 000 Eh

Tableau 6 : Les études qualifiant la pollution moyenne d'une agglomération d'assainissement.

Ainsi, la consommation d'eau par habitant est toujours supérieure à 100 l/hab/j. Plus la taille de l'agglomération augmente, plus les volumes d'eau utilisés sont importants. En effet les eaux issues des activités connexes affectent la consommation moyenne par habitant. Par exemple, sur le quartier du marais, les eaux de voirie représentent 23 l/hab/j⁽³³⁾.

Pays ^{ref} , Année	Q	MeS	DCO	DBO ₅	NTK	NGL	PT
	l/hab/j	g/hab/j					
USA ⁽⁶⁸⁾ , 1972	220	36	91	45	0,66	-	1,12
France ⁽²⁰⁾ , 1973	65±15	17±4	54±8	29±5	-	6,3±2	-
France ⁽¹⁰⁾ , 1989	200	-	-	64	15	-	5
Canada ⁽¹⁷⁾ , 1991	-	-	-	-	-	-	3,38
France ⁽³³⁾ , 1997	[338-549]	[42-57]	[116-185]	[55-94]	-	-	-
Antarctique ⁽⁵⁰⁾⁽⁵¹⁾ , 1999	263	47	-	100	-	-	-
Flandres ⁽²⁶⁾ , 2000	112	55	84	36	9,4	9,5	1,3
Wallonie ⁽⁵⁸⁾ , 2000	103	54	125	60	-	7,1	1,1
France ⁽¹⁵⁾ , 2001	-	-	-	-	8	-	-
Canada ⁽¹⁷⁾ , 2001	-	-	-	-	-	10	-
Turquie ⁽⁴⁴⁾ , 2003	170	34,9	85,3	47,3	-	7,9	1,32
Japon ⁽⁶¹⁾ , 2004	-	-	23	45	-	8,5	1,0
Autriche ⁽⁶⁹⁾ , 2005	-	-	-	-	-	[11-13]	[1,6-2,0]

Tableau 7 : Pollution mesurée à l'échelle de l'agglomération d'assainissement.

Selon le Cemagref « l'habitant d'un bourg rural raccordé au réseau rejette en moyenne 8 à 9 gNTK/hab/jour (mesurés à l'entrée des stations d'épuration). Plus précisément l'apport d'un habitant est de 8 gNTK/hab/jour en temps sec, 9 gNTK/hab/jour en intégrant les apports de temps de pluie »⁽¹⁵⁾.

Pour ce qui est du phosphore le Cemagref « en prenant pour hypothèse de calcul qu'un équivalent habitant rejette 60 g de DBO₅, la quantité moyenne de phosphore rejetée par un équivalent habitant (résultat enquête) est de :

- 3,1 gPT/hab/j dans le cas d'une station alimentée par un réseau séparatif ;
- 2,6 gPT/hab/j dans le cas d'une station alimentée par un réseau unitaire. »

Le Cemagref souligne « que ces valeurs sont significativement inférieures au ratio de 4 gP/hab/j fréquemment utilisé actuellement »⁽¹⁶⁾.

En ce qui concerne la pollution organique, les dernières études effectuées en région flamande indiquent une diminution de la pollution moyenne de 44 gDBO₅/hab/j en 2003 à 38 gDBO₅/hab/j en 2004⁽²⁾.

La pollution varie-t-elle selon le niveau de vie ?

Au Brésil⁽¹⁴⁾, Campos et Von Sperling ont, de septembre 1986 à juillet 1987, montré une forte corrélation entre les niveaux de vie des habitants et leurs niveaux de pollution organique.

A partir, d'études socio-économiques, la ville de Belo-Horizonte⁽¹⁴⁾ a été divisée en 9 groupes. Chaque groupe est caractérisé par le nombre d'habitants, le revenu moyen, la consommation moyenne d'eau potable, la quantité moyenne d'eau rejetée dans le réseau d'assainissement, la quantité de DBO₅ rejetée par jour et par habitant (variant de 27,4 gDBO₅/hab/j à 56,4 gDBO₅/hab/j) et la concentration moyenne en DBO₅. Les résultats démontrent que la concentration en DBO₅ (y) est fortement liée au revenu moyen (x) :

$$y = 247 + \exp(5,91 - 0,26 * x)$$

Alarcón et Román⁽¹⁾ le confirment. Avec une pollution moyenne de 40 gDBO₅/hab/j, le Chili observe une pollution organique élevée, allant jusqu'à 50 gDBO₅/hab/j, dans les zones résidentielles.

Aux Philippines, la pollution par habitant varie de 26 gDBO₅/hab/j dans les quartiers pauvres à 53 gDBO₅/hab/j dans les quartiers riches⁽⁵⁵⁾.

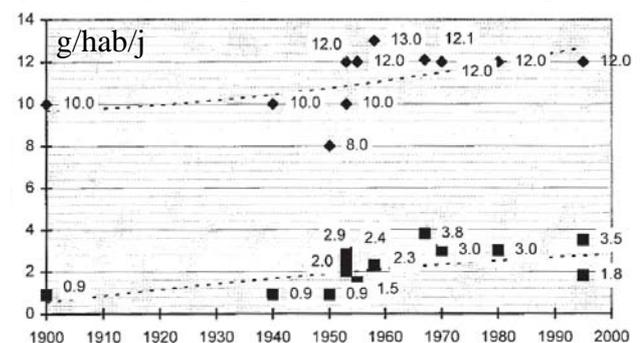
Année	DBO ₇	NGL	PT
	g/hab/j		
1850	55	10	0,9
1900	55	10	0,9
1950	61	10	2
1995	71	13	2

tableau 8 : Evolution de l'équivalent-habitant à Helsinki

depuis la fin de la seconde guerre mondiale. Une démographie en pleine croissance et une consommation en eau par habitant plus importante sont les deux raisons de l'augmentation de la pollution organique des habitants d'Helsinki. Enfin, les deux auteurs ajoutent que l'amélioration de l'alimentation est aussi une des raisons de l'augmentation globale de la pollution⁽⁴⁶⁾.

Une étude technico - sociologique faite sur l'agglomération d'Helsinki a permis de mettre en exergue une augmentation significative de la pollution de 1850 à 1995⁽⁴⁶⁾.

Selon Laakkonen et Lehtonen⁽⁴⁶⁾, le triplement de la pollution en phosphore est lié à l'introduction des polyphosphates synthétiques dans les détergents,



Graphique 8 : Enregistrements de la pollution moyenne en NGL et PT des habitants d'Helsinki.

Ref	Auteurs (Année)	Pays	Population	Présence	Campagne
(45)	Laak (1974)	USA	16 habitants [5 maisons]	-	6 mois
(13)a	Ligman & al. (1974)	USA	-	-	-
(13)b	Siegrist & al. (1974)(13)	USA(13)	[11 résidences] ⁽⁶³⁾	-	1 mois ⁽⁶³⁾
(13)c	Witt & al. (1974)	USA	-	-	-
(9)	Bennett & Lindstedt (1975)	USA	18 habitants [5 maisons]	-	2 semaines
(41)d	CERSOAF (1975)	France	15 personnes [5 familles]	33% à midi, 100% le soir	Plusieurs mois
(41)e	CERSOAF (1975)	France	3 personnes [1 famille]	1 mère au foyer + 1 enfant à midi	Plusieurs mois
(41)f	CERSOAF (1975)	France	5 personnes [1 famille]	1 mère au foyer + 2 enfants à midi	Plusieurs mois
(56)	Alexander & Stevens (1976)	Irlande	-	-	-
(38)	Andersson (1978)	Suède	-	-	-
(13)	Inman (1979)	USA	-	-	-
(11)	Blanic & Benneton (1985)	France	21 habitants [5 pavillons]	332/441 repas de la semaine	20 journées sur 6 mois
(13)	Ukita & al. (1986)	Japon	-	-	-
(13)	Butler & al. (1987)	GB	78 habitants [28 maisons]	-	7 journées en décembre 87
(32)	Gleisberg (1992)	Allemagne	-	-	-
(13)	Butler & al. (1993)	Malte	263 habitants [51 appartements]	-	7 journées en janvier 1993
(27)	Sundberg (1995)	Suède	-	-	-
(34)	Swedish EPA (1995)	Suède	-	-	-
(17)	Chambers & al. (1996)	Canada	-	-	-
(56)	Hellstrom (1996)	Suède	-	-	-
(42)	Jönsson & al. (1997)	Suède	160 habitants [44 appartements]	13,9 heures/jour	28 journées
(30)	Fittschen & Niemczynowicz (1997)	Suède	100 habitants [37 maisons]	-	8 journées sur 5 mois
(52)	New York City DEP (1997)	USA	193 habitants [13 buildings]	-	21 mois
(23)	Eilersen & Henze (2002)	DK	-	-	-

Tableau 9 : Caractéristiques des études qualifiant la pollution moyenne d'une habitation.

La plupart des études font donc la différence entre les eaux usées (Eaux issues des salles de bains, de la cuisine et des lessives) et les eaux vannes (W.C.). Les eaux vannes sont elles décomposées en 3 postes : l'urine, les matières fécales et le papier+l'eau. L'unité utilisée est le gramme par habitant et par jour (g/hab/j) sauf pour l'évaluation de la consommation moyenne qui s'exprime en litre par habitant et par jour (l/hab/j). Le total est le volume total (ou la pollution totale) des eaux usées et des eaux vannes. La 1^{ère} colonne du tableau indique la référence de l'étude numérotée (cf. Tableau 9).

La bibliographie suédoise provient essentiellement de tests effectués sur des WC permettant de séparer l'urine, des matières fécales. Les effluents ainsi séparés sont valorisés. Ces toilettes sont équipées d'un système faible consommation (moins d'un litre d'eau par personne et par jour).

Pays ^(ref) , Année	Urine	Mat. Fécales	Papier + Eau	Eaux vannes	Eaux lessive	Eaux Bains	Eaux Cuisine	Eaux Usées	Total
USA ⁽¹³⁾ , 1974	-	-	-	75	28	40	14	72	147
USA ^{(13)a} , 1974	-	-	-	76	38	47	13	98	174
USA ^{(13)b} , 1974	-	-	-	36	28	40	14	82	118
USA ⁽⁹⁾ , 1975	-	-	-	57	45	42	21	108	165
France ^{(41)d} , 1975	-	-	-	-	12	10	21	43	-
France ^{(41)e} , 1975	-	-	-	-	25	30	32	87	-
France ^{(41)f} , 1975	-	-	-	-	15	14	13	42	-
France ⁽¹¹⁾ , 1985	-	-	-	15	20	20	9	49	64
G.B. ⁽¹³⁾ , 1987	-	-	-	31	17	41	13	71	102
Malte ⁽¹³⁾ , 1993	-	-	-	29	16	34	15	65	94
Suède ⁽³⁴⁾ , 1995	1,12	0,15	-	1,27	-	-	-	199	200
Suède ⁽⁴²⁾ , 1997	1,00	-	0,34	-	-	-	-	-	-
Suède ⁽³⁰⁾ , 1997	-	-	-	-	-	-	-	110	-

Tableau 10 : Volumes d'eau (en litres/habitant/jour) rejetée par une résidence.

En moyenne un habitant consomme entre 100 et 150 litres par jour. Les consommations par usages sont très variables. Les eaux vannes représentent de 25 à 50% des volumes d'eau consommés, l'autre partie étant les eaux usées. 40 l/hab/j (de 34 à 47 l/hab/j) est la quantité moyenne journalière d'eau consommée par un habitant dans une salle de bains. Ces volumes d'eau sont à comparer aux 120 l consommés (en 24 heures) par un habitant sur le bassin Artois Picardie⁽²¹⁾.

Pays ^(ref) , Année	Urine	Mat. Fécales	Papier + Eau	Eaux Vannes	Eaux lessive	Eaux bains	Eaux Cuisine	Eaux usées	Total
USA ^{(13)a} , 1974		30,8	-	-	7,2	5,4	2,7	15,3	-
USA ^{(13)b} , 1974	-	-	-	12,5	11,0	2,3	4,4	17,7	30,2
USA ^{(13)c} , 1974	-	-	-	-	11,0	2,3	4,1	17,4	-
USA ⁽⁹⁾ , 1975	0,0	22,0	14,5	36,5	3,4	0,9	6,5	10,8	47,3
France ^{(41)d} , 1975	-	-	-	-	3	3	15,2	21,5	-
France ^{(41)e} , 1975	-	-	-	-	4	3	17	24	-
France ^{(41)f} , 1975	-	-	-	-	4	3,5	6	13,5	-
France ⁽¹¹⁾ , 1985	-	-	-	10,8	1,2	2,3	1,4	4,9	19,7
Japon ⁽¹³⁾ , 1986	-	-	-	-	-	-	11,2	-	-

Tableau 11 : Quantité de MeS (en grammes/habitant/jour) à la sortie d'une maison.

La pression en matières en suspension des habitants est très variable. Les eaux usées représentent un apport de 5 à 24 gMeS/hab/j. Les eaux vannes représentent la partie la plus polluante (de 10,8 à 36,5 gMeS/hab/j) avec un apport majeur issu des matières fécales. Avec des valeurs variants de 19,7 gMeS/hab/j à 47 gMeS/hab/j, la pollution en matières en suspension produite par un habitant reste largement inférieure au 90 gMeS/hab/j fixé par l'arrêté du 9 décembre 2004⁽⁶⁾.

Pays ^(ref) , Année	Urine	Mat. Fécales	Papier + Eau	Eaux vannes	Eaux Lessive	Eaux bains	Eaux cuisine	Eaux usées	Total
USA ⁽⁴⁵⁾ , 1974	18,4	33,0	16,6	68,0	20,3	12,3	18,8	51,4	119,4
USA ⁽⁹⁾ , 1975	13,0	34,0	18,0	65,0	24,0	7,2	25,3	56,5	121,5
France ^{(41)d} , 1975	-	-	-	-	12	10	42	64	-
France ^{(41)e} , 1975	-	-	-	-	21	7	57	85	-
France ^{(41)f} , 1975	-	-	-	-	19	9	18	46	-
Suède ⁽³⁸⁾ , 1978	-	-	-	75	6	4	45	55	130
France ⁽¹¹⁾ , 1985	-	-	-	22	22	8	12	42	64
Suède ⁽³⁰⁾ , 1997	-	-	-	-	-	-	-	39,7	-
Danemark ⁽²³⁾ , 2002	15	60	-	-	10	-	45	55	-

Tableau 12 : Quantité de DCO (en grammes/habitant/jour) à la sortie d'une maison.

La pression en Demande Chimique en Oxygène d'un habitant est répartie de façon homogène entre les eaux vannes et les eaux usées. Les eaux vannes semblent, néanmoins, les plus polluantes en DCO, évoluant entre 22 et 75 gDCO/hab/j, alors que les eaux usées varient de 39,7 à 85 gDCO/hab/j. A part les mesures effectuées par Blanc et Benetton en 1975⁽¹¹⁾, le total des eaux résiduaires urbaines oscillent entre 119,4 et 130 gDCO/hab/j. Ces valeurs sont à comparer avec les 135 gDCO/hab/j fixé par l'arrêté du 9 décembre 2004⁽⁶⁾.

Pays ^(ref) , Année	Urine	Mat. fécales	Papier + Eau	Eaux vannes	Eaux lessive	Eaux Bains	Eaux cuisine	Eaux Usées	Total
USA ⁽⁴⁵⁾ , 1974	9,0	11,1	3,4	23,5	7,9	8,0	9,2	25,1	48,6
USA ^{(13)a} , 1974	23,6		-	-	9,5	9,1	5,9	24,5	-
USA ^{(13)b} , 1974	-	-	-	10,7	14,8	3,1	8,3	26,2	36,9
USA ^{(13)c} , 1974	-	-	-	-	14,8	3,1	8,3	26,2	-
USA ⁽⁹⁾ , 1975	4,7	2,2	0	6,9	8,7	3,2	20,0	31,9	38,8
France ^{(41)d} , 1975	-	-	-	-	4	6	21	31	-
France ^{(41)e} , 1975	-	-	-	-	7	3	26	36	-
France ^{(41)f} , 1975	-	-	-	-	6	4	9	19	-
Suède ⁽³⁸⁾ , 1978	-	-	-	25 ^(*)	-	-	-	-	-
France ⁽¹¹⁾ , 1985	-	-	-	8	8	5	9	22	30
Japon ⁽¹³⁾ , 1986	-	-	-	-	-	-	15,4	-	-
G.B. ⁽¹³⁾ , 1987	-	-	-	20	11	9	10	30	50
Malte ⁽¹³⁾ , 1993	-	-	-	20	11	9	10	30	50
Suède ⁽³⁰⁾ , 1997	-	-	-	-	-	-	-	18,1 ^(*)	-
Danemark ⁽²³⁾ , 2002	5 ^(*)	20 ^(*)	-	-	5 ^(*)	-	30 ^(*)	35 ^(*)	-

^(*) Demande biochimique en oxygène sur une période de 7 jours.

Tableau 13 : Quantité de DBO₅ (en grammes/habitant/jour) à la sortie d'une maison.

Beaucoup de mesures ont été effectuées pour calibrer l'équivalent - habitant en DBO₅. Notons que toutes les études déterminent la pollution organique en deçà des 54 et 60 gDBO₅/hab/j fixés par les réglementations nationales et européennes.

Ce sont les usages ménagers (lessives, bains, cuisines) qui sont les plus polluants. Les eaux vannes varient entre 6,9 gDBO₅/hab/j, mesuré en 1975 aux Etats-Unis d'Amérique par Bennett & Lindstedt⁽⁹⁾, et à 25,5 gDBO₅/hab/j mesuré par Laak en 1974⁽⁴⁵⁾. Ces repères, plutôt anciens, peuvent avoir évolué, au cours des ages, de 15% à la hausse⁽⁴⁶⁾.

Pays ^(ref) , Année	Urine	Mat. fécales	Papier + Eau	Eaux Vannes	Eaux lessive	Eaux Bains	Eaux Cuisine	Eaux Usées	Total
USA ⁽⁴⁵⁾ , 1974	13,2	1,3	-	-	-	-	-	-	-
USA ^{(13)a} , 1974	16,8		-	-	-	-	-	-	-
USA ^{(13)b} , 1974	-	-	-	4,1	0,7	0,3	0,4	1,4	5,5
USA ^{(13)c} , 1974	-	-	-	-	0,7	0,3	0,4	1,4	-
USA ⁽¹³⁾ , 1979	-	-	-	21,0	-	-	-	-	-
France ⁽¹¹⁾ , 1985	-	-	-	6,6	0,7	0,7	0,2	1,6	8,2
Japon ⁽¹³⁾ , 1986	-	-	-	-	-	-	0,7	-	-

Tableau 14 : Quantité d'Azote Kjeldhal (en grammes/habitant/jour) à la sortie d'une maison.

Pays ^(ref) , Année	Urine	Matières Fécales	Papier + Eau	Eaux Vannes	Eaux de Lessive	Eaux de Bains	Eaux de cuisine	Eaux usées	Total
USA ⁽⁹⁾ , 1975	3,2 ^(*)	1,7 ^(*)	0 ^(*)	5,2 ^(*)	0,2 ^(*)	0,0 ^(*)	1,1 ^(*)	1,2 ^(*)	6,4 ^(*)
France ^{(41)d} , 1975	-	-	-	-	0,3	0,2	0,7	1,2	-
France ^{(41)e} , 1975	-	-	-	-	0,5	0,2	0,6	1,3	-
France ^{(41)f} , 1975	-	-	-	-	0,4	0,3	0,3	1,0	-
Suède ⁽²⁷⁾ , 1995	11	1,5	0	12,5	-	-	-	1,0	13,5
Suède ⁽⁵⁶⁾ , 1996	11	1,5	-	12,5	-	-	-	1,0	13,5
Suède ⁽⁴²⁾ , 1997	4,9	-	-	-	-	-	-	-	-
Suède ⁽³⁰⁾ , 1997	-	-	-	-	-	-	-	2,0	-
Danemark ⁽²³⁾ , 2002	11	1	-	12	1		1	2	14

^(*) Données écartées, car elles semblent incohérentes

Tableau 15 : Quantité d'Azote Global (en grammes/habitant/jour) à la sortie d'une maison.

L'essentiel de la production d'azote des eaux résiduaires urbaines est d'origine urinaire. A part 3 études qui citent la participation de l'urine à la pollution azotée aux alentours de 4 à 5 grammes, il est classique de mesurer des eaux vannes entre 10 et 15 gNGL/hab/j. Rappelons que la norme fixée par l'arrêté du 9 décembre 2004 est de 15 gNTK/hab/j. Les « eaux usées » ne représentent à elles seules que 1 à 2 gNGL/hab/j.

Pays ^(ref) , Année	Urine	Mat. Fécales	Papier + Eau	Eaux vannes	Eaux Lessive	Eaux Bains	Eaux cuisine	Eaux usées	Total
USA ^{(13)a} , 1974	1,4		-	-	2,3	-	0,5	-	-
USA ^{(13)b} , 1974	-	-	-	0,6	2,2	0,0	0,4	2,6	3,2
USA ^{(13)c} , 1974	-	-	-	-	1,6	0,0	0,4	2,0	-
France ^{(41)d} , 1975	-	-	-	-	2,5	0,15	0,15	2,8	-
France ^{(41)e} , 1975	-	-	-	-	4	0,1	0,7	4,8	-
Irlande ⁽⁵⁶⁾ , 1976	-	-	-	1,8	[1,5-3,0]	-	-	-	-
USA ⁽¹³⁾ , 1979	1,5		-	-	-	-	-	-	-
France ⁽¹¹⁾ , 1985	-	-	-	0,4	1,0	0,4	0,2	1,6	2,0
Japon ⁽¹³⁾ , 1986	-	-	-	-	-	-	0,2	-	-
Allemagne ⁽³²⁾ , 1992	-	-	-	1,6	-	-	-	0,7	2,3
Suède ⁽²⁷⁾ , 1995	1,0	0,5	0	1,5	-	-	-	0,6	2,1
Canada ⁽¹⁷⁾ , 1996	-	-	-	1,8	-	-	-	-	-
Suède ⁽⁵⁶⁾ , 1996	1,0	0,5	-	1,5	-	-	-	0,6	2,1
Suède ⁽⁴²⁾ , 1997	0,42	-	-	-	-	-	-	-	-
Suède ⁽³⁰⁾ , 1997	-	-	-	-	-	-	-	0,4	-
Danemark ⁽²³⁾ , 2002	1,5	0,5	-	2	0,3		0,2	0,5	2,5

Tableau 16 : Quantité de phosphore total (en grammes/habitant/jour) à la sortie d'une maison.

Jönsson & al.⁽⁴²⁾ soulignent que l'alimentation a un effet sur les pertes azotées de l'être humain. En effet, un régime "végétarien" réduit la pollution physiologique azotée émise par une personne, du fait que les légumes ont généralement un ratio Azote/Potassium plus faible.

La pollution en phosphore des eaux vannes se situe toujours entre 1,5 et 2,0 gPT/hab/j. Depuis les années 70, la pollution des eaux usées est passée de 4 gPT/hab/j (2 à 4,8 gPT/hab/j mesurées en 1974 et 1975) à 0,6 gPT/hab/j (de 0,4 à 0,7 gPT/hab/j mesurées depuis 1992). L'US EPA⁽⁶⁴⁾ souligne que les travaux effectués en 1991 par Sedlak ont permis de ré-estimer la quantité de phosphore dans les effluents domestiques de 4,1 gPT/hab/j en 1975 à 2,7 gPT/hab/j en 1991⁽⁶⁴⁾.

Pays ^(ref) , Année	Q	MeS	DCO	DBO ₅	NTK	NGL	PT
	l/hab/j	g/hab/j					
USA ⁽⁴⁵⁾ , 1974	147	-	119,4	48,6	-	-	-
USA ^{(13)a} , 1974	118	30,2	-	36,9	5,5	-	-
USA ⁽⁹⁾ , 1975	165	47,3	121,5	38,5	-	6,4	-
France ⁽¹¹⁾ , 1985	64	19,7	64	30	8,2	-	2,0
GB ⁽¹³⁾ , 1987	102	-	-	50	-	-	-
Allemagne ⁽³²⁾ , 1992	-	-	-	-	-	-	2,3
Malte ⁽¹³⁾ , 1993	94	-	-	50	-	-	-
Suède ⁽²⁷⁾ , 1995	110	-	39,7	18,1	-	13,5	2,1
Suède ⁽⁵⁶⁾ , 1996	-	-	-	-	-	13,5	2,1
USA ⁽⁵²⁾ , 1997	-	29,7	75,9	26,4	8,9	-	1,3
Danemark ⁽²³⁾ , 2002	-	-	-	-	-	14	2,5

Tableau 17 : Pollution au droit des habitations

« Comme pour le confirmer, tous les auteurs s'accordent à dire qu'il existe autant de définitions possibles de l'équivalent-habitant que de situations différentes pour lesquelles il est à la fois délicat et dommage de 'moyenner' »⁽⁴¹⁾.

7 La pollution physiologique d'un être humain

Beaucoup d'études définissent, au droit d'une habitation ou sur l'ensemble d'une agglomération d'assainissement, la pollution moyenne d'un habitant. Mais il n'existe que très peu d'études qui formalisent la pollution émise en moyenne par 1 personne en 24 heures.

Afin de valoriser les excréments humains dans l'épandage, Fittshen et Hahn⁽³¹⁾, en 1998,

	Q	DCO	DBO ₅	NGL	PT
	l/hab/j	g/hab/j			
Urine	1,60	12,97	6,06	10,8	0,93

Tableau 19 : Composition de l'urine⁽³¹⁾

ont comparé ces excréments à ceux des animaux pour des habitants équipés de toilettes à double filière (filière "urine" + filière "matières fécales"). Cette expérimentation a permis de mesurer la quantité et la composition moyenne de l'urine fournie par un être humain en 24 heures. L'échantillonnage a été effectué en janvier 1997, sur un groupe de 9 hommes et 10 femmes âgés de 23 à 53 ans.

La valeur de 10,8 gNGL/hab/j obtenue est comparable aux travaux de Calloway et Margen en 1971 cités par Mores⁽⁴⁹⁾. L'urine représente 84% des pertes azotées globales.

		Quantité
		mgNGL/jour
Urine	Urée, ammoniac & créatinine	10 000
Fèces	Résidus alimentaires, N endogène	1 500
Peau & sueur		200
Cheveux & ongles		30
Salive		30
Respiration	Ammoniac	50
Divers	Mucus nasal, sperme	< 30

Tableau 20 : Distribution des pertes azotées corporelles chez l'homme⁽⁴⁹⁾.

Stockholm, Octobre 2001 : « Gerbers » est une résidence composée de 32 appartements dans la banlieue de Sharpnäck proche de Stockholm, soit à peu près 80 personnes. Le système d'assainissement est équipé de séparateur "urine / matières fécales / eaux usées". Au cours d'une campagne de mesure de 3 semaines en octobre 2001, les flux moyens observés par habitant ont été les suivants :

		DCO	DBO ₇	NGL	PT
		g/hab/j			
Eaux Vannes	Urine	10,2	5	10,5	0,7
	Matières fécales	4,5	3	2	0,7
Eaux usées		48	21	1,4	0,6
Eaux domestiques		62,7	29	13,9	2

Tableau 21 : Composition des eaux domestiques à Stockholm en 2001⁽⁵⁴⁾

Les résidents étant présents dans leurs appartements en moyenne 15,3 heures par jour, les flux de matières fécales et d'urine ont été linéairement extrapolés pour estimer la pollution moyenne ramenée à 24 heures. Notez que le calcul de la demande biologique en oxygène se fait sur une base de 7 jours et non de 5 jours⁽⁵⁴⁾.

8 Conclusions

Ainsi, la pression en azote global proche de 14 gNGL/hab/j semble être une bonne référence. L'azote provient essentiellement des eaux vannes (10 à 13 gNGL/hab/j) et peu des eaux usées (2 gNGL/hab/j). De plus, les pertes azotées sont fonctions de l'alimentation.

La pollution en phosphore a fortement baissé au cours des 30 dernières années suite à l'utilisation des lessives sans phosphates et s'est établie entre 2 et 2,5 gPT/hab/j.

L'équivalent - habitant en DBO₅, varie en fonction de la taille de l'agglomération d'assainissement. Les valeurs proposées par Le Moniteur⁽⁵⁷⁾ et Imhoff⁽⁶⁵⁾ sont globalement admises :

- 30 à 40 gDBO₅/hab/j mesuré au droit des habitations,
- 50 gDBO₅/hab/j pour des petites agglomérations et
- 90 gDBO₅/hab/j pour des grandes agglomérations.

Les mesures effectuées sur la pollution moyenne d'un habitant en DCO sont très variables, mais un maximum de 120 gDCO/hab/j devrait être une bonne base.

Les matières en suspension d'origine domestiques varient entre 17 et 57 gMeS/hab/j. Ces valeurs sont largement inférieures à la norme fixée (90 gMeS/hab/j) par l'arrêté du 9 décembre 2004⁽⁶⁾.

Références Bibliographiques

- (1) **Alarcón E. & Román R.** “Analysis on per-capita loading of organic matter in wastewater treatment facilities in Rancagua, Los Angeles y Curico” Thames Water.
- (2) **Aquafin (2004)** “Aquafin Annual Report 2004”, page 32. (www.aquafin.be/UserFiles/File/pdf/Annualreport2004.pdf)
- (3) **Aquascop (2003)** “Mise en oeuvre de Guide méthodologique pour la mise en place du calcul des pressions en vue de l'écriture de l'état des lieux de la Directive Cadre sur l'Eau”.
- (4) **Arrêté (1974)** “Arrêté royal du 23 janvier 1974 portant exécution de l'article 4 de la loi du 26 mars 1971 sur la protection des eaux de surface contre la pollution” *M.B. 15 février 1974.* (wallex.wallonie.be/wallexII?PAGEDYN=PRINT&CODE=16171&IDREV=2)
- (5) **Arrêté (1998)** “Arrêté du Gouvernement Wallon portant réglementation sur la collecte des eaux urbaines résiduaires du 15/10/98” *M.B. 15 décembre 1998, page 1* (reflex.raadvst-consetat.be/reflex/pdf/Mbbs/1998/12/15/60031.pdf)
- (6) **Arrêté (2004)** “Arrêté du 9 décembre 2004 pris en exécution de l'article 10, premier alinéa du décret n°75-996 du 28 octobre 1975 portant application des dispositions de l'article 14-1 de la loi du 16 décembre 1964 modifiée relative au régime et à la répartition des eaux et à la lutte contre leur pollution” *Journal Officiel du 24 décembre 2004.*
- (7) **ASPPE (2005)** “Définition et standardisation d'indicateurs pour l'assainissement - Recommandation” Association suisse des professionnels de la protection des eaux, Version test d'avril 2005, pages 18-34 (iga.vsa.ch/uploads/media/Definition_Kennzahlen_Testversion_04.2005_01.pdf)
- (8) **Benfield L.A. (2002)** “Residential Flow Rates – Rule Development Committee Issue Research Report (Draft)” Wastewater Management Program - Washington State Department of Health, pages 15-18.
- (9) **Bennett E.R. & Linstedt K.D. (1975)** “Individual Home Wastewater Characterization and Treatment” QWRT Project, No A-021, Colorado, Environment Resources Center, Colorado State University, Fort Collins.
- (10) **Besse P., Pouessel M., Soubestre P., Le Pluart A. & Bechac J.P. (1989)** “L'assainissement collectif en Ile-et-Vilaine : détermination statistique de l'Equivalent Habitant en milieu rural” *Techniques Sciences & Méthodes, l'eau, Septembre 1989.*
- (11) **Blanic R. & Benneton J.P. (1989)** “Caractérisation d'effluents d'assainissement individuel et essai de matériel d'assainissement autonome” *Techniques Sciences & Méthodes, l'eau, Novembre 1989.*
- (12) **Braga B.P.F. (2002)** “ANA and Water Management in Brazil : Paying for Results” Agencia Nacional de Aguas, *World Bank Water Week, Washington, Mars 2002.*
- (13) **Butler D., Friedler E. & Gatt K. (1995)** “Characterising the quantity and quality of domestic wastewater inflows” *Water Science & Technology, Vol 31, No 7, pp. 13-24.*
- (14) **Campos H.M. & von Sperling M. (1996)** “Estimation of domestic wastewater characteristics in a developing country based on socio-economic variables” *Water Science & Technology, Vol 34, No 3-4, pp. 71-73.*
- (15) **Cemagref (2001)** “Traitement des l'azote dans les stations d'épuration biologiques des petites collectivités” Ministère de l'Agriculture et de la Pêche, Cemagref, *Document technique FNDAE, No 25, pp. 9-11* (www.fndae.fr/documentation/numero_25.htm)
- (16) **Cemagref (2004)** “Traitement du phosphore dans les petites stations d'épuration à boues activées : Comparaison techniques et économiques des voies de traitement biologique et physico-chimique” Ministère de l'Agriculture et de la Pêche, Cemagref, *Document technique FNDAE, No 29, pp 11-12* (www.fndae.fr/documentation/numero_29.htm)
- (17) **Chambers P.A. Guy M. Roberts E.S. & Charlton M.N., Kent R., Gagnon G., Grove & Foster N. (2001)** “Nutrients and their impact on the Canadian environment.” Agriculture

- and Agri-Food Canada, Environment Canada, Fisheries and Oceans Canada, Health Canada, and Natural Resources Canada. - 241 pp.
- (18) **Charlton J. (1997)** "Application of waste stabilisation ponds in bhutan lessons within a sustainable development context" *Water Science & Technology*, Vol 35, No 9, pp 199-208.
- (19) **Chocat B. (1997)** "Encyclopédie de l'hydrologie urbaine et de l'assainissement" Edition Tec&Doc, Lavoisier, France.
- (20) **CTGREF (1973)** "Qualité des eaux : Caractéristiques des effluents des communes rurales" Centre technique du génie rural des eaux et des forêts, Ministère de l'agriculture et du développement rural, *Note technique No 5, décembre 1973*.
- (21) **DCE (2005)** "Etat des lieux des districts hydrographiques Escaut, Somme et Côtiers Manche Mer du Nord – Meuse (Partie Samble)" *Mars 2005*, pp. 97.
- (22) **Direction de l'Eau (2002)** "Circulaire DCE no 2003-02 du 15 mai 2003 relative à la réalisation de l'analyse des « pressions et impacts » dans le cadre de l'élaboration des documents de l'état des lieux en application des articles 5 et 6 de la directive 2000/60/DCE du 23 octobre 2000 au Parlement et du Conseil établissant un cadre pour une politique communautaire de l'eau"
- (23) **Eilersen A.M. & Henze M. (2002)** "Energy related to sustainable waste handling technology" *Symposium "Frontières de la gestion de l'eau urbaine : Impasse ou espoir ?"*, juin 2001, pp 209-218.
- (24) **Entreprises & techniques (1995)** "Le taux de collecte officiel est ... faux" *Entreprises & Techniques*, No 1537, Mai 1995, pp 32.
- (25) **EPA Taiwan (2006)** "Sewage Treatment" Environmental Protection Administration Executive Yuan, Taiwan ([www.epa.gov.tw/english/webezA-5/code/main1.asp?catNo=2&subcatNo=2&cat=Sewage Treatment](http://www.epa.gov.tw/english/webezA-5/code/main1.asp?catNo=2&subcatNo=2&cat=Sewage%20Treatment))
- (26) **EPAS (2001)** "Bepaling van het huishoudelijk lozingsgedrag in Vlaanderen in het kader van de wetenschappelijke onderbouwing van de milieueffing", *Rapport juillet 2001*, pp 5.
- (27) **Eriksson E., Auffarth K., Henze M. & Ledin A. (2002)** "Characteristics of grey wastewater" *Urban Water*, Vol 4, No 1, pp. 85-04.
- (28) **ERU (1991)** "Directive du conseil du 21 mai 1991 relative au traitement des eaux urbaines résiduaires" 91/271/CEE, JO L 135 du 30 mai 1991, pp 3 (europa.eu.int/eur-lex/lex/LexUriServ/site/fr/consleg/1991/L/01991L0271-20031120-fr.pdf)
- (29) **EwpcA (1995)** "Final report to the European commission DG XI B1 on the comparability of Quantitative Data on Waste Water Collection and Treatment" *European Water Pollution Control Association (EWPCA), Rapport à la commission européenne*, pp 92.
- (30) **Fittshen I. & Niemczynowicz J. (1997)** "Experiences with dry sanitation and greywater treatment in the eco-village Toarp Sweden" *Water Science & Technology*, Vol 35, No 9, pp 161-170.
- (31) **Fittshen I. & Hahn H.H. (1998)** "Characterisation of the municipal wastewaterpart human urine and a preliminary comparaison with liquid cattle escretion" *Water Science & Technology*, Vol 38, No 6, pp 9-16.
- (32) **Gleisberg D. & Hahn H. (1995)** "Zur Entwicklung der Phosphorentfernung aus Abwässern der Bundesrepublik Deutschland (The development of phosphorus removal from wastewater in Germany) (in German)" *Korrespondenz Abwasser*, 42, 958-969.
- (33) **Gromaire-Mertz M.C. (1998)** "La pollution des eaux pluviales urbaines en réseau d'assainissement unitaires : Caractéristiques et origines" *Thèse, Ecole Nationale des Ponts et Chaussées*, pp. 231-256, Paris, France.
- (34) **Günther F. (1998)** "Simplifying waste water treatment by source separation" *Department of Systems Ecology, Stockholm Universtiy, Suède* (www.holon.se/folke/projects/vatpark/greywda2.doc)

- (35) **Hanæus J., Hellström D. & Johansson E. (1997)** "A study of urine separation system in an ecological village in northen sweden" *Water Science & Technology*, Vol 35, No 9, pp 153-160.
- (36) **Harnanto A. & Hidayat F. (2003)** "Dillution as one mesasure to increase river water quality" *Jasa Tirta I Public Corporation*, pp 6, Indonésie.
- (37) **Heins U. & Strauss M. (1999)** "Co-treatment of Feacal Sludge and Wastewater in Tropical Cliamtes" *SOS Management of Sludges from On-Site Sanitation*, EAWAG/SANDEC, Suisse, pp. 6-10.
- (38) **Henze M. (1997)** "Waste design for household with respect to water, organics and nutriments" *Water Science & Technology*, Vol 35, No 9, pp. 113-120.
- (39) **Henze M., Harremoës P., la Cour Jansen J. & Arvin E. (2001)** "Wastewater Treatment – Biological and Chemical Processes" 3^{ème} édition, Springer Verlag, Berlin 1997. ISBN 3-540-58816-7, pp. 21-41.
- (40) **Imhoff K. (1975)** "Manuel de l'assainissement urbain - traduit de l'allemand par Koch P." Editions Dunod, pp. 101-105.
- (41) **InterAgences (1993)** "Recherche et Quantification des paramètres caractéristiques de l'équivalent habitant." *Etude interagences No 23*, Agences de l'Eau, ISSN 1161 0425.
- (42) **Jönsson H., Stenström T.A., Svensson J. & Slundin A. (1997)** "Source separated urine-nutrient and heavy metal content, water saving and faecal contamination" *Water Science & Technology*, Vol 35, No 9, pp 145-152.
- (43) **Jordan Water Authority (2005)** "Assessment of the upgrading of the Mafrag wastewater treatment plant" USAID, IRG, ECODIT, Streans & Wheler, LLC, pp 2-8.
- (44) **Karagözoglu B., Altin A. & Degirmenci (2003)** "Flow-rate and pollution characteristics of domestiuc wastewater" *Int. J. Environment and Pollution*, Vol 19, No 3, pp 259-270.
- (45) **Laak R. (1974)** "Relative pollution strengths of undiluted waste materials discharges in households ans the dilution waters used for each" dans **Winneberger J.H.T. (1974)** "*Manual of grey water treatment practice*", pp. 68-78, Edition Ann Arbor Science.
- (46) **Laakkonen S. & Lehtonen P. (1999)** "A quantitative analysis of discharges into the Helsinki urban sea area in 1980-1995" *European Water Management*, Vol 2, No 4, pp. 30-39.
- (47) **Lamy Y. (2005)** "La phytorestauration de l'eau ou l'utilisation des végétaux dans l'épuration des eaux usées et pluviales" Travail d'étude, U.C.O. Bretagne Nord.
- (48) **Mastantuono M.G. (1975)** "Introduction à l'épuration biologique : Rappels et définitions : Calcul, conception et entretien des stations d'épuration" juin 1975, pp. 15-36.
- (49) **Morens C. (2002)** "Assimilation et distribution de l'azote alimentaire en situation de régime hyperprotéique chez le rat et chez l'homme" *Thèse, Institut National Agronomique*, France.
- (50) **NSF (2004a)** "Project ICECUBE : Comprehensive environmental evaluation" *National Science Foundation, United States Antartic Program*.
- (51) **NSF (2004b)** "Development and implementation of surface traverse capabilities in Antartica : Comprehensive environmental evaluation" *National Science Foundation, United States Antartic Program*.
- (52) **NYC DEP (1997)** "The impact of Food Waste Disposers in Combined Sewer Areas of New York City" Department of Environmental Protection, New York City, U.S.A. (www.nyc.gov/html/dep/pdf/grinders.pdf).
- (53) **OSPAR (1997)** "Lignes directrices OSPAR sur les procédures harmonisées de quantification et de notification des nutriments (HARP-NUT) - Ligne directrice 7 : Quantification et notification de la charge fluviale surveillée en azote et en phosphore avec méthodes de normalisation du débit" référence 2004-2-F, page 10.

- (54) **Palmquist H. & Jönsson H. (2001)** "Urine, faeces, greywater, and biodegradable solid waste as potential fertilisers" Luleå University of Technology, Suède, 8 pages ([www.urbanwater.org/file/dyn/00000m/2700m/2709i/Helena Palmquist lybeck.pdf](http://www.urbanwater.org/file/dyn/00000m/2700m/2709i/Helena%20Palmquist%20lybeck.pdf))
- (55) **Philippines Environment Monitor (2003)** "Sources of Water Pollution" page 7
- (56) **Rybicki S. (1997)** "Advanced wastewater treatment. Report No 1 : Phosphorus removal from wastewater, a literature review" Division of Water Ressources Engineering, Department of Civil and Environmentale Engineering, Royal Institute of Technology, *Joint Polish – Swedish Reports*, Plaza E., Levlin E. & Hultman B. Editors.
- (57) **Satin M. & Selmi B. (1999)** "Guide Technique de l'Assainissement" Moniteur Référence Technique, 2^{ème} édition, *Le Moniteur*.
- (58) **Scaldit (2003)** "Overzicht : Inwoners equivalent IE – Résumé : Equivalent Habitant EH", *Document de travail présentée au groupe de travail Scaldit*.
- (59) **Statistics Netherlands (2001)** "The revision of the joint questionnaire section on inland waters improving data collection on waste water related issues" *Joint ECE/Eurostat Work Session on Methodological Issues of Environment Statistics*, Ottawa, Canada, 1-4 Oct.2001.
- (60) **Svec M.L. (1973)** "Mode de calcul de l'équivalent-habitant dans les activités industrielles par rapport aux différentes techniques de production et à la quantité de pollution qui en résulte" *Conseil Economique et Social, Commission économique pour l'Europe, Comité des problèmes de l'Eau, Nations Unies, ECE/WATER/7, 18 décembre 1973*.
- (61) **Tsuzuki Y. (2005)** "Environmental accounting housekeeping (EAH) books of domestic wastewater : a case study of chiba city" *Chiba prefecture, Japan, 14 pages*. (ams.confex.com/ams/Annual2005/techprogram/paper_87453.htm)
- (62) **UNEP (2006)** "Newsletter and technical Publications : International Source Book On Environmentally Sound Technologies for Wastewater and Stronwater Management" *United Nations Environment Programme* (www.unep.or.jp/ietc/Publications/TechPublications/TechPub-15/main_index.asp)
- (63) **US EPA (1980)** "Onsite Wastewater Treatment Systems Manual chapter 4 WasteWater characteristics" Office of Water, Office of reaserch and Developpment, Municipal Environmental Research Laboratory, U.S. Environmental Protection Agency, pp 50-59 (www.epa.gov/owm/septic/pubs/septic_1980_osdm_chap4.pdf)
- (64) **US EPA (2002)** "Onsite Wastewater Treatment Systems Manual chapter 3 Establishing treatment system performance requirements" Office of Water, Office of reaserch and Developpment, U.S. Environmental Protection Agency, pp 3-8 à 3-12 (www.epa.gov/ORD/NRMRL/Pubs/625R00008/625R00008.htm)
- (65) **Valiron F. (1984)** : "Gestion des eaux : principes, moyens et structures" *Presses de l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées*, pp 71-72, Paris, France.
- (66) **Wisconsin state (2001)** "Wisconsin Administrative Code - Chapter NR 110 – Sewage systems" Department of Natural Ressource, May 2001, No 545, pp 91 (www.legis.state.wi.us/rsb/code/nr/nr110.pdf)
- (67) **Wisconsin state (2004)** "Wisconsin Administrative Code - Chapter Comm 83, Appendix" Department of Commerce, January 2004, No 577, pp 183 (www.legis.state.wi.us/rsb/code/comm/comm083_app.pdf)
- (68) **Zanoni A.E. & Rutkowski R.J. (1972)** "Per capita loadings of domestic wastewater", *Journal WPCF, Vol 44, No 9, September 1972, pp 1756-1762*.
- (69) **Zessner M. & Lindtner S. (2005)** "Estimation of municipal point source pollution in the context of river basin management" *Water Science & Technology, Vol 52, No 9, pp 175-182*.