

Paramètres d'exposition des cibles humaines

Parmi les besoins liés à l'évaluation des expositions, les données doivent permettre d'atteindre les comportements extrêmes. L'accès à un comportement extrême va dépendre du mode de recueil des données et de la possibilité de disposer de la distribution des comportements ou tout du moins du 95^{ème} percentile des personnes concernées par cette activité. [1]

En évaluation des risques sanitaires, outre la nécessité de pouvoir disposer des comportements extrêmes, on doit pouvoir avoir des valeurs adaptées aux différents scénarios d'exposition envisagés. Ainsi, il doit être possible de disposer de données de paramètres humains d'exposition pour différents sous-groupe de population (âge, sexe, région, ...).

L'objectif de cette annexe est de fournir un certain nombre d'exemples d'enquêtes parmi les plus pertinentes de façon à permettre un choix selon les objectifs de l'évaluation des risques. Seules sont présentées les données nécessaires à l'évaluation des risques sanitaires du site.

1) Les durées de résidence

Il n'existe pas d'enquête dédiée à renseigner spécifiquement ce paramètre. L'obtention de cette information résulte donc de l'analyse des données d'enquêtes réalisées avec un autre objectif ou de fichiers de données. En effet, des fichiers de données sur la population française ou des enquêtes très diverses concernant les ménages, les revenus, le travail... permettent de rassembler une grande variété d'informations.

La durée d'exposition est égale au nombre d'années vécues en tant que résidant sur le site pollué. Mais les données du recensement donnent un taux de mobilité reflétant très imparfaitement la durée de résidence. L'analyse longitudinale des données de quittance des abonnés à EDF (étude Nedellec, 1998) permet une estimation fiable de la durée de résidence des ménages, sous certaines hypothèses discutées dans l'article. Un des avantages à utiliser les données de quittance des abonnés à EDF est qu'elles sont quasi-exhaustives de la population française (95% des consommateurs d'électricité) [1]. Une autre source de données provient du ministère de l'Équipement, des Transports et du Logement qui dispose d'une source statistique, issue de données fiscales et foncières : le fichier FILOCOM. Bien qu'elles ne soient pas toujours rigoureusement conformes aux sources statistiques traditionnellement utilisées pour les études locales, les sources fiscales permettent de reconstituer, de manière cohérente avec ces sources, comme par exemple le recensement de la population ou l'enquête sur le parc locatif social, les caractéristiques principales du parc de logements et de ses occupants. Le fichier FILOCOM est actualisé tous les deux ans par la direction générale des impôts [1].

Le tableau suivant expose les résultats des différentes enquêtes.

Tableau 1 : Durées de résidence disponibles en France [1]

Durées de résidence disponibles en France

Nedellec 1998	Distribution	Durée de résidence en année
	5 %	0,31
	10 %	0,44
	25 %	0,95
	50 %	2,76
	75 %	9,64
	90 %	33,06
	95 %	71,60
Fichier FILOCOM	Parc locatif privé : 13 % occupent leur logement depuis plus de 10 ans HLM : 23 % occupent leur logement depuis plus de 10 ans Propriétaire : 44 % occupent leur logement depuis plus de 10 ans	
Étude sur les dioxines et les furanes dans le lait maternel en France	Médiane des durées de résidence dans la même commune = 2,04 ans Médiane des durées de résidence dans le même département = 11,55 ans	

Par leur nature les données disponibles en France ont une utilité limitée en évaluation des expositions, notamment en ne permettant pas de disposer de données par classe d'âge, alors que ce facteur est identifié comme ayant une forte influence sur les comportements.

Actuellement, une étude de Nedellec, 1998, permet de retenir, pour la France une durée moyenne de résidence de 2 à 3 ans. Il est possible à partir du fichier FILICOM de disposer d'une durée de résidence suivant les caractéristiques du logement. Il serait intéressant de disposer de données de résidence suivant l'âge mais actuellement ces informations sont manquantes en France. Il est possible d'en disposer à partir des données américaines (Exposure Factor Handbook) mais la différence de comportement entre ces deux pays ne permet pas d'envisager l'utilisation de données américaines à la situation française [1].

Choix des valeurs :

Dans le scénario majorant pour la population cible « riverains », le 90^{ème} percentile de l'étude Nedellec sera retenu comme durée de résidence c'est-à-dire que l'exposition se fera durant 30 ans [1].

Le calcul sera effectué pour la tranche d'âge la plus exposée pour le risque par ingestion : de la naissance à 30 ans.

Tableau 2 : Durée de résidence choisie selon le scénario

Scénario		Durée de résidence	
MAJORANT	"riverains"	30 ans	(de 0 à 30 ans)

2) Le budget espace – temps

Les sources de données françaises à savoir l'enquête emploi du temps de l'INSEE complétée par l'enquête du CERTU pour les transports, l'enquête durée du travail de l'INSEE et l'enquête Roy pour les enfants permettent de disposer des emplois du temps globaux (temps passé dans les transports, à l'intérieur des habitations, sur le lieu d'habitation en extérieur, à l'intérieur d'autres bâtiments ou en extérieur) pour ces différents sous-groupes [1].

Toutefois, ces informations commencent à dater et de nouvelles informations sont aujourd'hui disponibles grâce aux données recueillies par l'Observatoire de la qualité de l'air intérieur (OQAI). Une partie de ces résultats est disponible dans l'étude INVs « Estimation de l'exposition des populations aux polluants présents à l'intérieur des habitations » [2]. Cette étude permet de disposer de la distribution des temps de présence dans l'habitation par type de pièce et des tranches d'âge des personnes considérées. Dans le tableau ci-après sont présentés la médiane et le 95^{ème} percentile des temps passés à l'intérieur pour divers groupes issus du carnet semainier :

Tableau 3 : Médiane et 95^{ème} percentile des temps passés à l'intérieur du logement selon la région, la catégorie de personne et le jour de la semaine

	Temps passé à l'intérieur du domicile (en h/jr)					
	Région 1		Région 2		Région 3	
	50ème percentile	95ème percentile	50ème percentile	95ème percentile	50ème percentile	95ème percentile
Actifs / jours ouvrés	12,75	20,92	13,88	19,75	14	21,28
Actifs / Week-end	17	23,2	16,25	22,56	15	22,22
Inactifs / jours ouvrés	18,75	24	18,5	22,5	15,88	21,76
Inactifs / Week-end	17,88	23,79	18,75	23	16,62	21,02
< 15 ans / Jours ouvrés	19	20,75	12,88	19,56	15,38	20,89
< 15 ans / Week-end	19,12	24	14,12	20,25	16,38	21,6

Proposition pour le choix des valeurs

L'étude INVs « Estimation de l'exposition des populations aux polluants présents à l'intérieur des habitations » [2] permet de disposer de la distribution des temps de présence dans l'habitation par type de pièce et des tranches d'âge des personnes considérées. Toutefois, cette étude ne permet pas d'estimer le temps passé dans les jardins des domiciles.

Ces données seront calquées sur les recommandations fournies pour les enfants par le guide « Dépistage du saturnisme infantile autour des sources industrielles de plomb » et indiquées dans le tableau suivant [3].

Tableau 4 : Temps passé dans les différents lieux de vie sur une semaine

	Enfant de 2 ans	Enfant de 6 ans
Domicile intérieur	22*7=154 h (dont 70h de sommeil)	4*16 + 3 * 22 = 130 (dont 70 h de sommeil)
Domicile extérieur	2*7 = 14 h	3*2=6
Ecole intérieur	négligeable	4*6=24
Ecole extérieur	négligeable	4*2=8

Au vu des résultats fournis par l'étude INVs pour les 95^{ème} percentiles de temps passés à l'intérieur des logements dépassent tous les 20h / jour quelque soit la catégorie de population considérée, on peut prendre comme hypothèse majorante mais réaliste une durée au domicile (intérieur et extérieur) de 24 h / jour pour les populations cibles riveraines et ce, pour toutes les classes d'âge considérées.

Pour le scénario réaliste, pour la population cible riveraine, on considère que:

- les adultes (considérés comme actifs pour le calcul du temps passé à l'intérieur du domicile) et les enfants de plus de 10 ans travaillent 5 jours sur 7
- les enfants de 3 à 10 ans travaillent seulement 4 jours sur 7.
- Pendant les jours de repos, les personnes de plus de 3 ans sont supposées passer en plus 2h/jours dans leur jardin.
- Les enfants de moins de 3 ans sont supposés présents dans la zone d'influence du site 24h/24.

Remarque : Les temps passés à l'intérieur du domicile sont estimés à partir de l'enquête INVs et à partir des valeurs médianes maximales fournies pour la population en France, par exemple, le temps passé à l'intérieur du domicile par les riverains adultes est : $5*14+2*17+2*2=108\text{h/sem}$.

Le budget espace-temps ainsi estimé pour les riverains est présenté dans le tableau ci-dessous :

Tableau 5 : Temps passé dans la zone d'influence du site

Temps passé au domicile (intérieur et extérieur) en h / semaine							
Scénario	Population cible	Enfants				Adultes	
		0 - 3 ans	3 - 10 ans	10 - 14 ans	15 - 17 ans	plus de 18 ans	
MAJORANT	"riverains"	168					
REALISTE	"riverains"	168	139,36	137,24	108	108	

3) Poids corporel

Parmi l'ensemble des données disponibles concernant le poids corporel, l'enquête décennale santé de l'Institut national de la statistique économique (INSEE) peut être retenue car représentative de la population française avec un échantillon supérieur à 37000 données permettant d'ajuster des distributions de probabilités par sexe et classes d'âge [4].

Toutefois, dans l'enquête INSEE, les données sur le poids corporel sont déclarées et non mesurées, ce qui représente plutôt une sous-estimation de la réalité. Ce biais du « poids déclaré » n'a pas la même ampleur chez les hommes et les femmes.

Dans le cas du scénario majorant, l'enquête décennale santé de l'INSEE permet d'atteindre le 25^{ème} percentile du poids corporel en fonction de l'âge et du sexe de l'individu. Dans chaque tranche d'âge sera sélectionné le 25^{ème} percentile moyen étant donné le biais lié au poids déclaré.

Les valeurs ainsi obtenues pour le scénario majorant sont présentées dans le tableau suivant.

Tableau 6 : Poids corporel à utiliser pour le scénario majorant

Poids corporel (en kg)									
Scénario	Enfants						Hommes	Femmes	
	0 - 6 mois	6 mois - 1 an	1 - 1,5 ans	1,5 - 3 ans	3 - 10 ans	11 - 14 ans	15 - 17 ans	plus de 17 ans	plus de 17 ans
MAJORANT	6	6	10	12	22	40	52	68	55

4) Consommation alimentaire (hors autoconsommation)

Après examen des points forts et des faiblesses des différentes sources d'informations, il semble préférable d'utiliser, quelque soit le cas de figure envisagé (population nationale globale, groupes spécifiques : région, âge, sexe, CSP, comportement extrême) l'enquête INCA pour l'évaluation des expositions. En effet, à l'heure actuelle, l'enquête INCA est celle qui répond le mieux aux objectifs de l'évaluation de l'exposition [1].

Toutefois, l'enquête INCA ne fournit pas, par exemple, d'informations concernant l'autoconsommation. A l'heure actuelle, ce paramètre peut être renseigné par l'enquête INSEE 1991 (voir partie autoconsommation). De plus, l'enquête INCA ne fournit aucun renseignement pour les enfants de moins de 3 ans, données qui devront donc être collectées avec d'autres enquêtes.

a) Enquêtes utilisées

Les consommations alimentaires sont issues de deux études : l'étude Alliance-SOFRESCHU/ Dijon 1997 et l'enquête INCA de 2007 appelée INCA 2. L'étude Alliance-SOFRES-CHU/Dijon 1997 donne les consommations alimentaires des enfants âgés de 15 jours à 18 mois et l'enquête INCA 2 rapporte les consommations alimentaires des individus âgés de plus de 3 ans.

Les données de l'enquête Alliance-SOFRESCHU/ Dijon 1997 sont disponibles à partir des données utilisées par l'INERIS dans son étude d'impact [5].

Les résultats des enquêtes INCA 1 et INCA 2 sont disponibles sur Internet ([6], [7]).

b) Hypothèses de calcul

Les quantités d'aliments consommées par chaque classe d'âge ont été calculées à partir des types d'aliments reportés dans chacune de ces études.

A partir de l'étude Alliance-SOFRES-CHU/Dijon 1997 [5],

- La catégorie « légumes-racines » a été définie à partir des consommations de pommes de terre, carottes, betteraves, salsifis, céleris, navets, oignons, échalotes et de champignons.
 - La catégorie « légumes-feuilles » a été définie à partir des consommations de choux-fleurs, brocolis, choux rouges et choux-feuilles, choux de Bruxelles, laitues, épinards et bettes, endives, haricots verts, poireaux, fenouils, persil, artichauts.
 - La catégorie « légumes-fruits » a été définie à partir des consommations de citrouilles, aubergines, poivrons, tomates, concombres, courgettes, petits pois, lentilles, haricots blancs et de petits pois secs.
 - La catégorie « fruits » a été définie à partir des consommations d'amandes, noix, poires, pommes, pêches, cerises, pruneaux, abricots, raisins, fraises, framboises et de figues.
 - La quantité de viande de volaille définie dans l'étude a été reportée telle quelle.
 - La rubrique œufs avec ou sans coquille a permis de renseigner le paramètre quantité d'œufs ingérée.
- Pour l'ensemble de ces consommations, les quantités d'aliments infantiles (spécialement destinés aux nourrissons et aux enfants en bas âge) n'ont pas été intégrées.

A partir de l'étude INCA 2 [6],

- Les quantités de légumes-feuilles, de légumes-fruits et de légumes-racines consommées ont été calculées à partir de la quantité totale de légumes fournie (hors rubrique « soupes et potages » (voir remarque)) et des pourcentages de chacun de ces trois types de légumes dans la consommation globale de légumes. Ces pourcentages ont eux été calculés à partir des données fournies par l'INERIS [5] et de l'étude INCA 1999 [7] (voir Tableau 7) :

- pour les enfants de moins de 15 ans en moyenne : 24 % des légumes ingérés sont des légumes feuilles, 18 % sont des légumes fruits et 58 % sont des légumes racines,
- pour les plus de 15 ans : 28 % des légumes ingérés sont des légumes feuilles, 22 % sont des légumes fruits, 50 % sont des légumes racines.

Remarque : L'étude [5] ne prend en compte que les légumes frais dans le calcul des pourcentages. Les quantités de légumes ingérées sont donc sous-estimées.

Tableau 7 : Pourcentage de chaque type de légumes ingéré

Âge	Source	Enfants				Adultes
		3 - 5 ans	6 - 8 ans	9 - 11 ans	12 - 14 ans	plus de 15 ans
Quantité de légumes ingérée (en g/j)	Enquête INCA 1 (somme de la quantité de légumes et de la quantité de pommes de terre ingérée par jour)	102,2	128,7	149,6	157,4	185,7
Quantité de légumes feuilles ingérée (en g/j)	Etude de cas de l'INERIS sur l'impact sanitaire d'une installation de combustion	25	31	35	36	52
Quantité de légumes fruits ingérée (en g/j)		19	24	27	28	40
Quantité de légumes racines ingérée (en g/j)		59	74	87	94	93
% de légumes feuilles ingéré		24,5	24,1	23,4	22,9	28,0
% de légumes fruits ingéré		18,6	18,6	18,0	17,8	21,5
% de légumes racines ingéré		57,7	57,5	58,2	59,7	50,1

- Les rubriques « fruits » et « compotes et fruits cuits » ont été additionnées pour définir la quantité de fruits consommés.
- La rubrique « œufs et dérivés » a servi à renseigner le paramètre quantité d'œufs ingérée.
- La rubrique « produits de la mer » a servi à renseigner le paramètre quantité de poissons ingérée.

Enfin, faute de données spécifiques à la classe d'âge des 1,5-3 ans, leurs consommations alimentaires ont été définies en faisant la moyenne des consommations alimentaires des 1-1,5 ans et des 3-10 ans. Pour le paramètre « poissons », la consommation des 6 mois – 1 an a été assimilée à 25% de celle des 3-10 ans, la consommation des 1 – 1,5 ans à 50 % de celle des 3 – 10 ans et pour finir, la consommation des 1,5 – 3 ans a été prise égale aux $\frac{3}{4}$ de celle des 3 – 10 ans, en l'absence de données pour ces paramètres avant l'âge de 3 ans.

Les données estimées d'après les hypothèses ci-dessus sont présentées dans le tableau suivant :

Tableau 8 : Paramètres de consommation alimentaire relatifs aux cibles humaines

Âge	Enfants							Hommes	Femmes
	0 - 6 mois	6 mois - 1 an	1 - 1,5 ans	1,5 - 3 ans	3 - 10 ans	11 - 14 ans	15 - 17 ans	plus de 18 ans	plus de 18 ans
Quantité de légumes feuilles ingérée (en g/j)	0,0	13,0	26,0	21,8	17,6	19,7	23,4	37,7	39,5
Quantité de légumes fruits ingérée (en g/j)	0,0	20,0	32,0	22,6	13,2	14,8	18,4	29,7	31,0
Quantité de légumes racines ingérée (en g/j)	0,0	63,0	87,0	64,8	42,6	47,6	41,8	67,4	70,5
Quantité de fruits ingérée (en g/j)	0,0	48,0	82,0	85,5	88,9	81,5	80,3	148,8	163,2
Quantité de volaille ingérée (en g/j)	0,0	5,0	9,0	13,5	18,1	23,2	27,2	39,8	25,9
Quantité d'œuf ingérée (en g/j)	0,0	4,0	11,0	10,7	10,4	10,2	10,7	15,6	14,6
Quantité de poissons ingérée (en g/j)	0,0	4,9	10,3	14,3	19,5	20,6	19,1	30,2	30,9

Remarque : les données utilisées pour les consommations alimentaires ne correspondent pas à des valeurs majorant le risque mais à des chiffres moyens.

5) Autoconsommation [8]

L'autoconsommation est un facteur important à prendre en considération dans les études d'impact. En effet, ce mode de consommation peut être source d'une surexposition non négligeable car les aliments produits autour des installations peuvent être plus contaminés que la moyenne.

a) Possession de jardins potagers, de clapiers et de poulailler

Dans une analyse descriptive détaillée de la dernière enquête « Consommation alimentaire », Dubeaux (1994) montre qu'en moyenne le taux de possession de jardin potager est de 35 % en 1991 avec une différenciation importante selon la catégorie socio-professionnelle de la personne de référence du ménage : 85 % pour les agriculteurs, 48 % pour les retraités, 36 % pour les ouvriers.

En 1991, 9 % des ménages déclarent détenir un poulailler et 6 % un clapier. Toutefois, ces « élevages » sont presque toujours associés à la possession d'un potager.

Les résultats provisoires tirés de l'enquête « Budgets de famille » 2000-2001 montrent que 25 % des ménages déclarent disposer d'un jardin potager et 15 % d'un verger.

b) L'autoconsommation des particuliers

Pour les particuliers, l'autoconsommation concerne principalement les fruits et les légumes du jardin et du potager. Les lapins, les volailles et les œufs peuvent aussi être autoconsommés mais plus rarement (Gojard 1995).

Le tableau suivant résume les données sur les fruits et les légumes fournies par Dubeaux dans une analyse descriptive détaillée de la dernière enquête « Consommation alimentaire » (1994).

Tableau 9 : Part moyenne de l'autoconsommation par type de légumes et de fruits

Part moyenne de l'autoconsommation dans l'ensemble de l'alimentation à domicile (en %) par type de légumes		Part moyenne de l'autoconsommation dans l'ensemble de l'alimentation à domicile (en %) par type de fruits	
	Population générale Enquête "consommation alimentaire" 1991		Population générale Enquête "consommation alimentaire" 1991
Légumes frais	26	Fruits frais	12
<i>Pommes de terres</i>	24	<i>Pommes</i>	9
<i>Tomates</i>	22	<i>Poires</i>	11
<i>Salades</i>	27	<i>Prunes</i>	46
<i>Carottes</i>	25	<i>Fruits rouges</i>	33 à 38
<i>Haricots verts</i>	62	Confitures	21
<i>Petits pois</i>	57		
<i>Poireaux</i>	45		
Légumes surgelés	18		
Légumes en conserve	10		

La production qui est issue des poulaillers et des clapiers détenus par les ménages, représente 50 % des quantités consommées de lapins, 17 % des œufs et 16 % des volailles.

Une exploitation simplifiée des données de l'enquête « Permanente sur les conditions de vie des ménages » indique qu'en 1998, 35,9 % des individus déclarent avoir consommé des fruits et légumes produits par leur ménage au cours des 12 derniers mois. Ce pourcentage est de 10,5 % pour les viandes, volailles et œufs et de 8,5 % pour les produits d'épicerie. Les taux de possession obtenus à partir de l'enquête sur la consommation alimentaire de 1991 semblent être confirmés par ces chiffres plus récents.

Ceci étant, la comparaison des résultats provenant de ces différentes sources nécessite une certaine prudence car la formulation des questions n'y est jamais identique.

Proposition pour le choix des valeurs

Les légumes quantitativement les plus consommés seront pris comme référence pour définir le pourcentage de chaque catégorie de légumes : la pomme de terre pour les légumes racines, les tomates pour les légumes fruits et la salade pour les légumes feuilles.

Concernant la part de fruits autoproduits dans la consommation globale, le pourcentage de fruits frais sera considéré.

Pour la part de produits animaux, les pourcentages fournis par l'enquête INSEE 1991 seront utilisés.

Le tableau suivant présente la part de l'autoconsommation pour la population générale.

Tableau 10 : Part de l'autoconsommation

Pourcentage d'autoconsommation (en %)	
	Population générale
Légumes racines	24
Légumes fruits	22
Légumes feuilles	27
Fruits frais	12
Œufs	17
Volailles	16
Lait	7
Viandes (bœuf, porc, mouton)	4

Concernant l'autoconsommation de poissons, elle est de 4,1 % dans la Région Sud-Ouest la seule pour laquelle la donnée a pu être trouvée (Enquête INSEE, 1991) [9]. De plus, selon l'enquête « Modes de Vie » 1988-1989 (Grimler et Roy (1990)), 14 % des ménages (au moins un membre) déclarent être allés à la pêche au cours des 12 mois précédents l'enquête [12].

6) Bibliographie

[1] URBAN Soizic, 2003, Etude comparative des données d'exposition et de mode de vie disponibles en France et dans d'autres pays développés en vue de l'évaluation de l'exposition humaine, Mémoire d'ingénieur du génie sanitaire ⁽¹⁾, 101 p.

[2] InVS (DOR Frédéric, ZEGHNOUN Abdelkrim, BROSELIN Pauline), novembre 2004, Estimation de l'exposition des populations aux polluants présents à l'intérieur des habitations, 79 p. Disponible sur Internet : http://www.invs.sante.fr/publications/2004/polluants_161204/index.html

[3] DRASS Bretagne, CIRE Ouest, InVS, mars 2002, Dépistage du saturnisme infantile autour des sources industrielles de plomb – Tome 1, 72 p. Disponible sur Internet : http://www.invs.sante.fr/publications/rap_saturnisme_1101/index.html

[4] TANGUY J., ZEGHNOUN A., DOR F., 2007, Description du poids corporel en fonction du sexe et de l'âge dans la population française. Environnement, Risques & Santé – vol. 6, n°3, mai – juin 2007, pp.179-187. Disponible sur Internet : http://www.jle.com/fr/revues/sante_pub/ers/e-docs/00/04/2F/4E/resume.md

[5] INERIS ⁽²⁾ (R. BONNARD), juin 2003, Evaluation de l'impact sur la santé des rejets atmosphériques des tranches charbon d'une grande installation de combustion, 45 p.

[6] AFSSA, décembre 2007, Résultats de l'enquête INCA 2 : évolution des consommations alimentaires depuis INCA 1, 35p. Disponible sur Internet : <http://www.afssa.fr/Documents/PASER-Co-INCA2conso.pdf> (consulté le 7 avril 2008)

[7] AFSSA, décembre 2007, Enquête INCA, 21 p. Disponible sur Internet : <http://www.sante.gouv.fr/htm/pointsur/nutrition/224graphiques.pdf> (consulté le 7 avril 2008)

[8] AFSSA et InVS, 2003, Incinérateurs et santé – Exposition aux dioxines de la population vivant à proximité des UIOM, 200 p. Disponible sur Internet : http://www.invs.sante.fr/publications/2003/incinerateurs_3/index.html

(1) Les mémoires d'ingénieur du Génie Sanitaire sont disponibles sur Internet à l'adresse suivante : <http://www.ehesp.fr/portail/>

(2) Tous les rapports de l'INERIS sont disponibles sur Internet à l'adresse suivante : <http://www.ineris.fr/index.php?module=doc&openRep=3>