

Santé environnement

Variables humaines d'exposition (VHE) disponibles en France pour les évaluations quantitatives des risques sanitaires (EQRS)

Sommaire

Abréviations	2
Préambule	3
1. Variables humaines d'exposition : proposition de définition	4
2. Quelles sont les sources de données des VHE spécifiques de la population française ?	6
2.1 Étude de bases de données (BDD) françaises et européennes	6
2.1.1 Méthode de recensement	6
2.1.2 Données disponibles dans les bases de données	6
2.2 Recherche bibliographique classique	8
2.2.1 Méthode de recensement	8
2.2.2 Données disponibles via la recherche bibliographique	8
2.3 Études de dossier d'EQRS récentes	8
2.3.1 Méthode de recensement	8
2.3.2 Données citées dans les rapports d'évaluation des risques sanitaires	8
2.4 Enquêtes auprès d'organismes	9
2.4.1 Méthode de recensement	9
2.4.2 Données recueillies via l'enquête auprès d'organismes	10
3. Quelles sont les données disponibles VHE par VHE	11
3.1 Masse corporelle	11
3.2 Surface corporelle	13
3.3 Débit respiratoire	15
3.4 Budget-Espace-Temps	16
3.5 Consommation alimentaire	18
3.6 Données d'ingestion autre qu'alimentaire	21
3.6.1 Ingestion de terre et poussières	21
3.6.2 Ingestion accidentelle d'eau	21
3.7 Caractéristiques de résidence	22
4. Conclusions	23
Bibliographie	24
Annexes	30

Variables humaines d'exposition (VHE) disponibles en France pour les évaluations quantitatives des risques sanitaires (EQRS)

Auteurs du rapport

Gaëlle Tardy, Cécile Kairo, Clémentine Dereumeaux

Relecteurs

Mathilde Pascal, Agnès Lefranc

Remerciements

Les auteurs tiennent à remercier l'ensemble des personnes sollicitées dans le cadre de cette étude qui ont permis d'enrichir ce rapport.

Remarque

Les recherches bibliographiques de ce rapport ont été réalisées en 2011.

Abréviations

Afssa	Agence française de sécurité sanitaire des aliments
Anses	Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail
BET	Budget espace-temps
Calbas	Étude sur comportement alimentaire dans le sud de la basse terre en Guadeloupe
CIPR	Commission internationale de la protection radiologique
DJE	Dose journalière d'exposition
EFH	Exposure Factors Handbook
Elfe	Enquête longitudinale française depuis l'enfance
ENNS	Enquête nationale nutrition et santé
EQRS	Évaluation quantitative de risques sanitaires
Escal	Enquête sur la santé et les comportements alimentaires en Martinique
GT	Groupe de travail
Inca	Enquête individuelle nationale de consommation alimentaire
Ineris	Institut national de l'environnement industriel et des risques
Insee	Institut national de la statistique et des études économiques
InVS	Institut de veille sanitaire
JRC	Join Reseach Council de l'OMS
Nutrimay	Alimentation, état nutritionnel et état de santé dans l'île de Mayotte
OMS	Organisation mondiale de la santé
OQAI	Observatoire de la qualité de l'air intérieur
RBCA	Risk Based Corrective Action
Reconsal	Comportements alimentaires et activité physique des Réunionnais
US EPA	United States Environmental Protection Agency
VHE	Variable humaine d'exposition

Préambule

La méthode d'évaluation quantitative des risques sanitaires (EQRS) est utilisée pour déterminer les risques sanitaires encourus par une population exposée à une situation environnementale préoccupante, afin d'apporter des éléments de décision pour la mise en œuvre de mesures de santé publique.

Pour un contexte spécifique, elle repose sur l'utilisation de données environnementales mesurées ou modélisées et d'informations en lien avec la population d'étude, permettant de caractériser au mieux les doses d'exposition à un ou plusieurs polluants. Ces données d'exposition sont ensuite confrontées à des repères toxicologiques permettant ainsi d'écarter ou non le risque de survenue d'effets sanitaires attendus ou de définir la probabilité de survenue ou non d'un effet. Les informations utilisées dans les différents scénarios d'exposition afin de prendre en compte les caractéristiques de la population étudiée sont communément appelées Variables humaines d'exposition (VHE).

L'évaluation de l'exposition nécessite un recueil important et indispensable de données afin d'alimenter des scénarios d'exposition réalistes et plausibles. Dans le but de réunir les VHE utilisables en EQRS, des bases de données, telles que la base américaine Exposure Factors Handbook [1] ou la base française Ciblex [2], ont été développées. Toutefois, les sources de ces données sont parfois peu détaillées et la transposabilité des VHE internationales à la population française est rarement discutée.

Depuis une quinzaine d'années, la caractérisation de l'incertitude et de la variabilité est devenue un axe primordial pour l'amélioration de la démarche d'évaluation quantitative de risques sanitaires. Dans le but de limiter, mais aussi de mieux appréhender ces incertitudes, il est souhaitable de privilégier l'utilisation de données spécifiques à la population-cible, ainsi que l'utilisation de distributions de probabilité afin de prendre en compte les variabilités interindividuelles existantes.

Dans ce contexte, il est donc nécessaire de disposer de données caractérisant au mieux la population française, que ce soit des données ponctuelles ou des distributions de probabilité. Une actualisation de la base de données française Ciblex (2003) est ainsi envisagée, afin de disposer de données les plus récentes possibles et les plus proches possibles des situations d'études actuelles. Par ailleurs, il est également recommandé de développer des distributions de probabilité, encore peu nombreuses pour la population française, et d'en promouvoir l'utilisation en approche probabiliste.

L'objectif du présent document est de mettre à disposition des évaluateurs de risques sanitaires, les références les plus récentes et pertinentes en termes de VHE disponibles pour la population française et utilisables dans les EQRS en approche déterministe et probabiliste. Pour chaque VHE, les différentes études françaises disponibles sont présentées, les points méritant d'être soulignés sont précisés sous chaque tableau sous forme de remarques.

Les choix de VHE par les évaluateurs de risques pourront être effectués sur la base de ce recensement, en fonction des spécificités du contexte d'étude. Il est nécessaire de préciser que les valeurs proposées dans ce document sont le résultat d'un recensement réalisé en 2011, de nouvelles études ont ainsi pu enrichir les données disponibles pour la France au jour de la publication du rapport.

Ce rapport a été réalisé en parallèle du document « Synthèse des travaux du Département santé environnement de l'Institut de veille sanitaire sur les Variables humaines d'exposition » disponible depuis juillet 2012 sur le site internet de l'InVS.

1 Variables humaines d'exposition : proposition de définition

La méthode d'évaluation quantitative des risques sanitaires (EQRS) est utilisée pour déterminer les risques encourus par une population exposée à une situation environnementale préoccupante. Elle vise à apporter des éléments de décision pour aider à la mise en œuvre de mesures de santé publique.

Pour une population spécifique, l'EQRS repose sur l'utilisation de données environnementales mesurées ou modélisées, combinées à des informations spécifiques de la population étudiée. La finalité de l'application de cette méthode est de pouvoir, en fonction des propriétés toxicologiques des substances présentes (effet toxicologique au-delà d'un seuil ou effet toxicologique sans seuil) :

- soit écarter ou non le risque de survenue d'effets sanitaires attendus ;
- soit définir la probabilité de survenue d'un effet.

Les informations relatives à la population étudiée sont communément appelées variables humaines d'exposition. Elles permettent d'apporter, comme les données environnementales, la spécificité liée à la situation étudiée au résultat du calcul de risque décrit.

Les différentes recherches bibliographiques menées indiquent que le terme VHE est spécifique à la pratique des EQRS en France. Aucune définition officielle française n'a cependant été retrouvée pour ce terme.

L'étude des documents disponibles en France et à l'étranger met en avant quatre notions importantes qui devraient se retrouver dans une définition du terme VHE [1,3-7] :

- la notion de caractéristiques physiques et physiologiques ;
- la notion de comportement humain ;
- la notion de contact à des agents extérieurs environnementaux ;
- la notion de caractérisation des risques.

Puis, afin de proposer une définition du terme VHE la plus complète possible, les principales VHE utilisées en EQRS ont été répertoriées à partir des équations de risques issues des guides méthodologiques spécifiques à l'ERS (annexe 1). Seule l'équation générale est mentionnée ci-dessous [8] :

$$DJE_{ij} = (C_i * Q_{ij} * F) / P * (T/T_m) \text{ équation 1}$$

DJE_{ij} : Dose journalière d'exposition, liée à une exposition au milieu i par la voie d'exposition j (mg/kg/j)

C_i : Concentration relative au milieu i (eaux souterraines, eaux superficielles, sol, aliments, etc.) (mg/kg, mg/m³ ou mg/L)

Q_{ij} : Quantité, volume ou surface exposés au milieu i administré par la voie j par jour (kg/j pour les milieux solides, m³/j ou L/j pour les milieux gazeux ou liquides)

F : Fréquence ou taux d'exposition : fraction du nombre annuel d'heures ou de jours d'exposition sur le nombre total annuel d'heures ou de jours (sans unité)

P : Masse corporelle de la population cible étudiée (Kg)

T : Durée d'exposition (années)

T_m : Période de temps sur laquelle l'exposition est moyennée (années)

Remarque

- Pour les agents à effet à seuil, les quantités administrées seront moyennées sur la durée de l'exposition ($T = T_m$).
- Pour les agents à effet sans seuil, T_m sera assimilé à la durée de la vie entière (conventionnellement $T_m = 70$ ans).

À partir de ces notions, une définition des VHE est proposée dans le cadre de ce travail :

En EQRS, les VHE sont l'ensemble des paramètres utilisés dans la phase calculatoire de l'estimation de l'exposition qui ont pour objectif de décrire les caractéristiques anthropométriques, physiologiques et comportementales d'une population étudiée. Leur utilisation vise à prendre en considération les spécificités des populations étudiées.

Les VHE peuvent se présenter sous formes de données ponctuelles ou distributions de probabilité.

La quantification de l'exposition dépend également du niveau de contamination des milieux et des variables de transfert entre les compartiments environnementaux (ex : sol-végétaux). Ces paramètres ont été exclus de la définition, bien que certains en soient à la limite comme le taux de renouvellement d'air au sein du domicile.

Dans le cadre de ce travail, 4 catégories de VHE sont examinées :

- 1/ La masse corporelle, donnée anthropométrique, utilisée dans toutes les équations pour exprimer une dose d'exposition reçue par l'individu. L'exposition est exprimée en dose journalière par kilogramme de poids corporel.
- 2/ L'espérance de vie ou la durée d'exposition notamment durée de résidence (toute dose étant définie ici pour une exposition chronique) : il s'agit du nombre de jours sur lequel est rapportée l'exposition.
- 3/ Les VHE intervenant dans l'équation pour intégrer la quantité du milieu contaminé entrant en contact avec un individu par voie orale, respiratoire ou cutanée : il s'agit de données d'ingestion alimentaire ou non (ex : quantité de terres et poussières ingérées) et de données anthropo-physiologiques (surface corporelle, débit respiratoire).
- 4/ La fréquence d'exposition traduite par le terme Budget espace-temps (BET).

I Tableau 1 I

Liste des quatre catégories de VHE identifiées et lien avec l'équation générale de l'EQRS

Paramètres de l'équation	Type de VHE	Détail des VHE
Masse corporelle	Données anthropométriques	Masse corporelle
Durée d'exposition	Caractéristiques de résidence	« Durée de résidence » ou « espérance de vie » (dans le cas des substances pouvant avoir des effets jusqu'à plusieurs années après l'exposition)
Quantité de milieux en contact avec l'individu	Consommation alimentaire	Quantité d'aliments ingérés (légumes/fruits, viandes/poissons/œufs/lait, boissons)
	Ingestion autre qu'alimentaire	Quantité de terres/poussières ingérées
	Données anthropo-physiologiques	Quantité d'eau ingérée accidentellement lors d'une baignade
		Surface corporelle en contact avec le milieu
Fréquence d'exposition	Budget espace-temps	Quantité d'air respiré : débit respiratoire
		Temps passé en milieu intérieur
		Temps passé en milieu extérieur
		Temps passé dans un microenvironnement
		Durée d'une douche/bain/baignade, etc.

Ces différentes VHE peuvent être déclinées en fonction du sexe, de l'âge, de la saison, de la localisation géographique ou encore de la catégorie socioprofessionnelle selon le scénario d'exposition considéré. De ce fait, la précision des données dépend du scénario envisagé et des objectifs fixés par l'évaluateur de risques.

Dans l'idéal, du fait de la spécificité attendue, des VHE *ad hoc* devraient être recueillies auprès de la population étudiée dès lors qu'une démarche EQRS est engagée. En réalité, les faibles effectifs de population, l'absence de méthodes (ex : mesure du débit respiratoire), le temps et le coût associé, rendent impossible un recueil de données propres à la population étudiée. Ainsi, les évaluateurs de risques ont recouru à des résultats d'enquêtes plus larges, menées au niveau régional ou national auprès de la population française, puis extrapolent les données disponibles à la population d'étude.

2 Quelles sont les sources de données des VHE spécifiques de la population française ?

Le recensement des VHE disponibles et utilisables pour la population française en EQRS a été réalisé en 2011, il s'est articulé autour de quatre axes :

- l'étude des bases de données françaises et européennes ;
- une recherche bibliographique ;
- l'étude des VHE utilisées dans les dossiers récents d'évaluation des risques sanitaires conduits en France ;
- une enquête auprès des organismes français réalisant des dossiers d'évaluation de risques sanitaires au quotidien et auprès des organismes producteurs de données pouvant servir à la construction de VHE.

2.1 Étude de bases de données (BDD) françaises et européennes

2.1.1 Méthode de recensement

Les principales bases de données en EQRS ont été étudiées, afin d'identifier les données déjà recensées pour la population française et actuellement mises à disposition des évaluateurs de risques.

Les bases de données examinées sont la base de données française Ciblex (2003) et les bases de données européennes Exposure Factors Sourcebook for European Population [9] et ExpoFacts [4].

Aux États-Unis, l'Environmental Protection Agency (US EPA) est à l'origine d'une base de données regroupant les paramètres spécifiques de la population américaine : l'Exposure Factors Handbook (EFH). Cette base n'a pas été retenue dans notre recensement puisque les données ont été construites pour les USA et sont donc représentatives de la population nord-américaine. Cette base de données est néanmoins souvent citée et utilisée par les évaluateurs de risques lorsque les données françaises ne sont pas disponibles.

2.1.2 Données disponibles dans les bases de données

La recherche de données disponibles pour la population française s'est tournée vers trois bases de données : une base de données françaises et deux bases de données européennes.

- **Ciblex, 2003** [2,10,11]

Cette base de données française est issue d'un projet commun de l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (Ademe) et de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN), visant à mettre à disposition des variables utilisables dans le cadre des ICPE. Elle cherche à définir et mettre en œuvre une méthodologie afin de renseigner les paramètres descriptifs des populations françaises pour des échelles spatiales et temporelles données, afin d'offrir aux organismes en charge des évaluations de risques un support unique et documenté en matière de définition de groupes de référence. Les données sont majoritairement issues d'enquêtes de l'Institut national de la statistique et des études économiques (Insee) et de l'Enquête individuelle nationale de consommation alimentaire de 1999 (Inca 1). Disponible à partir de 2003 sous forme d'un CD-ROM, elle n'est cependant plus commercialisée aujourd'hui mais citée dans de très nombreuses études actuelles. La liste des études sources utilisées et leurs principales limites dans Ciblex est disponible en annexe 2.

- **Exposure Factors Sourcebook for European Population, 2001** [9]

Cette base de données a été créée en 2001 par les experts d'une organisation scientifique indépendante européenne, l'European Centre for Ecotoxicology and Toxicology of Chemicals (Ecetoc). Elle est la première base de données conçue avec l'objectif de fournir des données disponibles relatives aux facteurs d'exposition utilisés en analyse de risques concernant les populations européennes. Elle est consultable à titre d'information et peut être commandée gratuitement *via* le site internet d'Ecetoc.

- **ExpoFacts (European Exposure Factors Data), 2004** [4]

Cette base de données européenne centralisée a été créée en 2004 par l'European Chemical Industry Council's Long Range Research Initiative program (CEFIC-LRI), avec pour objectif de disposer d'une base de données comparable à la base de données américaine EFH, mais avec des données européennes. Les données sont issues en majorité d'Eurostat, mais aussi de diverses autres sources nationales ou internationales : bases de données, rapports ou encore articles scientifiques. Elle est accessible et entièrement disponible gratuitement sur internet.

Au final, après étude des données disponibles dans ces trois bases de données, Ciblex s'avère être celle contenant le plus de données spécifiques à la population française (tableau 2) : masse corporelle, BET et consommation alimentaire. La base de données d'Ecetoc présente peu de données pour la France et plus globalement pour l'ensemble des pays européens, les données disponibles étant essentiellement focalisées sur le Royaume-Uni. Les données disponibles dans ExpoFacts sont quant à elles très hétérogènes en fonction des pays et des VHE. Pour la population française, ce sont essentiellement des données de consommation alimentaire qui sont présentées.

Le tableau 2 synthétise les différentes VHE proposées pour la France dans les trois bases de données examinées (Ecetoc, Ciblex et ExpoFacts). Si des données peuvent être présentées comme applicables au contexte français, l'étude source à l'origine de la VHE n'est pas toujours française (tableau 2). L'utilisation de données issues d'études internationales plutôt que françaises entraîne dès lors une perte de spécificité du résultat rendu en EQRS pour la population française.

I Tableau 2 I

Données proposées pour la population française dans les bases de données étudiées

VHE	Données proposées pour la population française	BDD sources	Origine des données sources
Masse corporelle	Masse corporelle adulte moyenne (Kg) (plus de 20 ans sexes confondus)	Ecetoc	internationales
	Masse corporelle minimum, moyenne et maximum, enfants et adultes (Kg)	Ciblex	françaises
Surface cutanée	Surface cutanée minimum, moyenne et maximum, enfants et adultes (cm ²)	Ciblex	internationales
Débit respiratoire	Débit respiratoire au sommeil, en veille et lors d'activités intenses enfants et adultes (m ³ /heure)	Ciblex	internationales
Budget espace-temps	Temps hebdomadaire passé au travail (min/jour et h/semaine) Temps passé pour différentes activités (min/jour) Temps passé au domicile/hors domicile/au travail (min/jour ou h/jour)	Ecetoc	européennes (enquêtes basées sur différents pays d'Europe dont la France)
	Temps passé pour différentes activités en fonction du lieu de vie (transport, habitation, hors lieu d'habitation) (min/jour)	Ciblex	françaises (enquête Emploi du temps Insee)
	Temps passé à l'école (h/année) Temps passé pour différentes activités (min/jour)	ExpoFacts	françaises
Consommation alimentaire	Consommation alimentaire moyenne par groupe d'aliments (Kg/personne/an et g/Kg p.c./jour)	Ecetoc	européennes (14 pays d'Europe dont la France)
	Consommation alimentaire moyenne journalière par groupe d'aliments (g/jour)	Ciblex	françaises
	Consommation alimentaire moyenne journalière par groupe d'aliments (g/jour)	ExpoFacts	françaises
	Consommation eau du robinet (L/semaine)		

2.2 Recherche bibliographique classique

2.2.1 Méthode de recensement

La recherche bibliographique a été effectuée en complément de l'étude des bases de données, afin de recenser l'ensemble des données disponibles à ce jour pour chaque VHE et pouvant servir de sources de données pour les évaluateurs de risques. Elle a été effectuée VHE par VHE sur les différents modules de recherches scientifiques : Google scholar, Scirus, Scopus (y compris Science direct et Pubmed).

2.2.2 Données disponibles *via* la recherche bibliographique

Il n'existe pas de réelle dynamique en France sur le sujet des VHE. De ce fait, les données disponibles sur les VHE françaises restent globalement peu renseignées et identifiables par les moyens classiques de recherche bibliographique : recherche de mots-clés dans Google scholar, Scirus, Scopus, Science direct et Pubmed. Cette recherche a par ailleurs été compliquée par l'existence et l'emploi de nombreux termes pour désigner une même VHE : par exemple masse corporelle/poids/corpulence, débit respiratoire/volume ventilatoire ou encore Budget espace-temps/Temps-activités. Il en résulte une difficulté d'identifier les mots-clés les plus pertinents pour la recherche bibliographique.

2.3 Études de dossier d'EQRS récentes

2.3.1 Méthode de recensement

Vingt dossiers d'évaluations quantitatives des risques sanitaires (ERS), issues de la production scientifique des principales agences de sécurité sanitaire et des bureaux d'étude, ont été étudiés afin de recenser les VHE actuellement utilisées dans les études en France (annexe 3).

Plusieurs critères ont été définis pour faciliter la sélection de ces EQRS, par ordre d'importance : l'accessibilité du rapport sur le site internet de l'organisme, la date de parution du rapport au-delà de l'année 2000 et la variété des voies d'exposition étudiées. Nous avons aussi cherché à représenter le plus de scénarios d'exposition possible et à cibler l'ensemble des VHE identifiées à partir des équations de risques.

2.3.2 Données citées dans les rapports d'évaluation des risques sanitaires

Vingt dossiers d'évaluation quantitative des risques sanitaires (ERS) de cinq organismes différents ont été sélectionnés afin que toutes les voies d'exposition soient représentées, même si la voie orale reste celle la plus fréquemment étudiée :

- 17 ERS renseignent la voie orale ;
- 10 ERS renseignent la voie respiratoire ;
- 7 ERS renseignent la voie cutanée.

NB : certaines ERS peuvent renseigner plusieurs voies d'exposition à la fois.

À partir de ces ERS, les VHE renseignées, la source des données et le type de données utilisées ont été recensés (tableau 3). L'ensemble des VHE listées dans le tableau 1 ont ainsi pu être renseignées à l'exception des caractéristiques de résidence (durée de résidence), pour lesquelles aucune donnée n'a été recensée parmi ces ERS.

I Tableau 3 I

Sources des données et types de données recensées par VHE à partir de l'étude des ERS

VHE renseignées	Sources des données	Type de données utilisées
Masse corporelle	<ul style="list-style-type: none"> - Ciblex, 2003 [2] - U.S. EPA, 1997 [6] - Tanguy <i>et al.</i>, 2007 [5] - Boggio <i>et al.</i>, 1999 [12] - Bodier, 1995 [13] - OMS, 2004 [14] 	<ul style="list-style-type: none"> - Moyenne - Percentile 95 - Percentile 50 - Minimum - Maximum - Distribution - Valeur par défaut (OMS)
Surface cutanée	<ul style="list-style-type: none"> - U.S. EPA, 1997 [6] - Ciblex, 2003 [2] 	<ul style="list-style-type: none"> - Moyenne
Débit respiratoire	<ul style="list-style-type: none"> - U.S. EPA, 1997 [6] - Ciblex, 2003 [2] - U.S. EPA, 2008 [7] - ICRP, 1994 [15] - OMS, 2000 [16] 	<ul style="list-style-type: none"> - Moyenne
Budget espace-temps	<ul style="list-style-type: none"> - U.S. EPA, 1997 [6] - Gauvin, 2001 [17] - Roy <i>et al.</i>, 1993 [18] 	<ul style="list-style-type: none"> - Moyenne - Percentile 95
Consommation alimentaire	<ul style="list-style-type: none"> - Volatier, 2000 [19] - Beaudeau <i>et al.</i>, 2003 [20] - OMS, 2004 [14] - Inca 2 - Afssa, 2009 [21] - Fantino et Gourmet, 2005 [22] - Boggio <i>et al.</i>, 1999 [12] - Enquêtes ESCAL [23] et CALBAS, 2003-2005 - Charles <i>et al.</i>, 2004 [24] 	<ul style="list-style-type: none"> - Moyenne - Percentile 95 - Percentile 50 - Valeur par défaut (OMS) - Percentile 90 - Percentile 99
Ingestion autre qu'alimentaire	<ul style="list-style-type: none"> - U.S. EPA, 1997 [6] - U.S. EPA, 2008 [7] - Bonnard <i>et al.</i>, 2001 [25] - Stanek et Calabrese, 1995 [26] - NHMRC, 2004 [27] - OMS, 2000 [16] - OMS, 2004 [14] - Dufour, 2006 [28] 	<ul style="list-style-type: none"> - Moyenne - Percentile 90 - Percentile 95

2.4 Enquêtes auprès d'organismes

2.4.1 Méthode de recensement

Une enquête a également été conduite en 2011, auprès d'organismes français familiers de l'EQRS et auprès d'organismes produisant des données statistiques pour la population française. Un questionnaire a été établi et envoyé par courriel, afin de recenser les VHE couramment utilisées dans la pratique actuelle et les études récemment publiées dans le domaine. En l'absence de réponse de l'organisme, l'enquête a été poursuivie par téléphone. La liste des organismes sollicités et le questionnaire qui leur a été transmis sont disponibles en annexe 4.

2.4.2 Données recueillies via l'enquête auprès d'organismes

Lors de cette enquête, les VHE couramment utilisées par l'organisme et leurs sources de données utilisées ont été recensées (tableau 4).

La base de données Ciblex est la source la plus fréquemment citée par les différents organismes pour les données anthropométriques et physiologiques, mais aussi pour le BET et la consommation alimentaire, bien que cette base de données ne soit actuellement plus commercialisée. Dans l'ensemble, les organismes sollicités font d'ailleurs davantage référence aux bases de données que ce qui a été observé dans l'étude des ERS. Ils ont notamment davantage recours aux bases de données européennes (Ecetoc et ExpoFacts). Concernant l'ingestion autre qu'alimentaire, seules des sources étrangères (américaines) sont utilisées à ce jour.

I Tableau 4 I

Sources et types de données recensés à partir de l'enquête auprès d'organismes

VHE	Sources des données
Masse corporelle	<ul style="list-style-type: none"> - Ciblex, 2003 [2] - Tanguy <i>et al.</i>, 2007 [5] - Even <i>et al.</i>, 2002 [29] - Ecetoc, 2001 [9] - U.S. EPA, 1997 [6]
Surface cutanée	<ul style="list-style-type: none"> - Ciblex, 2003 [2]
Débit respiratoire	<ul style="list-style-type: none"> - Ciblex, 2003 [2] - U.S. EPA, 1997 [6] - U.S. EPA, 2008 [7] - Ecetoc, 2001 [9]
Budget espace-temps	<ul style="list-style-type: none"> - Ciblex, 2003 [2] - Ecetoc, 2001 [9] - Zeghnoun et Dor, 2010 [30] - Schackowski, 2003 [31] - Insee, 1999 [32]
Consommation alimentaire	<ul style="list-style-type: none"> - Ciblex, 2003 [2] - Volatier, 2000 [19] - Ecetoc, 2001 [9] - ExpoFacts, 2004 [4] - Even <i>et al.</i>, 2002 [29] - Bertrand, 1993 [33]
Ingestion autre qu'alimentaire	<ul style="list-style-type: none"> - U.S. EPA, 1997 [6] - U.S. EPA, 2008 [7] - US EPA, 2002 [34] - Sheppard 1995 [35] - Stanek et Calabrese, 2000 [36] - Stanek et al., 1997 et 2001 [37]
Caractéristiques de résidence	<ul style="list-style-type: none"> - Réglementation française - Modèles (Consexpo [38], Volasoil, RBCA [39]...) - Campagne logement OQAI - Enquêtes <i>ad hoc</i> internes - REACH guidance document

3 Quelles sont les données disponibles VHE par VHE

Le référencement des études les plus récentes et les plus pertinentes pour chacune des VHE a été mené à partir du recensement bibliographique des VHE disponibles en France. L'ensemble des éléments recueillis est présenté pour chaque VHE dans les paragraphes suivants.

Afin de faciliter la lecture des résultats, des critères communs ont été appliqués pour présenter les différentes études disponibles par VHE, concernant aussi bien les données ponctuelles (statistiques descriptives) que les distributions de probabilité disponibles. La présentation des études suit une hiérarchisation établie selon les critères suivants :

- la représentativité géographique des données : données nationales > régionales > locales ;
- les classes d'âge étudiées : ensemble des classes d'âge > âges ciblés ;
- la date de l'étude-source : la plus récente étant favorisée.

3.1 Masse corporelle

De nombreuses études concernant la masse corporelle de la population française sont disponibles à ce jour. Le choix d'une étude parmi les sept présentées ci-dessous (tableau 5) dépend de la situation et du contexte rencontré et donc du type et de la représentativité des données recherchées :

- deux études sont représentatives de l'ensemble des classes d'âge de la population (Tanguy *et al.*, 2007 [5] ; Ciblex, 2003 [2]) ;
- quatre études caractérisent les enfants : Remontet *et al.*, 1999 [40] ; Fantino et Gourmet, 2008 [22], Rolland-Cachera *et al.*, 2002 [41], Deheeger et Rolland-Cachera, 2004 [42] ;
- une étude est spécifique des personnes âgées de plus de 65 ans : Delarue *et al.*, 1994 [43].

Parmi ces études, 4 sont représentatives de la France métropolitaine : Ciblex, [5], [22] et [41].

Les trois autres études ont une portée régionale ou locale : [40], [42] et [43].

Enfin, deux études proposent des distributions de probabilité : [5], [40].

I Tableau 5 I

Études disponibles pour la population française concernant la masse corporelle

Études disponibles	Étude source ou Type étude/enquête	Effectif (individus)	Représentativité	Type de données	Limites
Tanguy <i>et al.</i> (2007) ¹ [5]	Enquête décennale santé 2002-2003 de l'INSEE	34 740	- Données à l'échelle nationale - Individus de 0-85 ans et +	- Distributions de probabilités théoriques : distribution log-normale - Statistiques descriptives : moyennes, écarts-type, p25, p50, p75, p95, min et max	- Données déclarées et non mesurées
Ciblex (2003) [2]	Guéguen <i>et al.</i> , 1993[44]	17 500	- Données à l'échelle nationale - Individus de 0-60 ans	- Statistiques descriptives : moyenne, minimum et maximum	- Données extraites d'une étude de suivi médicale dans l'agglomération de Nancy - Données extrapolées pour les plus de 20 ans
Fantino et Gourmet (2008) [22]	Enquête Bébés/Sofres/SFAE, 2005	706	- Données à l'échelle nationale - Enfants de 1-36 mois	- Statistiques descriptives : moyenne et écart-type	- Enfants nourris au sein exclus de l'étude - Effectifs faibles
Deheeger et Rolland-Cachera (2004) [42]	Étude longitudinale sur la croissance d'enfants nés en 1984-85	278 (à 10 mois) 75 (à 18 ans)	- Paris et proche banlieue - Enfants de 0-18 ans	- Statistiques descriptives : moyenne et écart-type, p10, p25, p50, p75, p90	- Données relevées à partir de dossiers médicaux à la naissance, 10 mois, 2 ans et 4 ans - Effectifs faibles
Remontet <i>et al.</i> (1999) [40]	Étude descriptive de la croissance d'enfants de 0 à 6 ans (1982-1989)	7 000	- Régionale (Rhône-Alpes) - Enfants de 0-6 ans	- Distributions de probabilités empiriques - Statistiques descriptives : p2,5 ; p10 ; p25 ; p50 ; p75 ; p90 et p97,5	- Données relevées à partir du carnet de santé : variabilité liée aux erreurs de mesures
Delarue <i>et al.</i> (1994) [43]	Étude descriptive, février-décembre 1990	626	- Locale : 2 communes (Loches, Centre et Haguenau, Est) - Individus de 65 ans et +	- Statistiques descriptives : moyenne et écart-type, p10, p25, p50, p75, p90	- Effectif faible - Problème de représentativité des données

¹ Les principaux résultats de cet article, publié dans la revue *Environnement, Risques et Santé*, ont été repris dans un document de « Synthèse des travaux du Département santé environnement de l'Institut de veille sanitaire sur les Variables humaines d'exposition », disponible sur le site internet de l'InVS (Dereumeaux *et al.* 2012).

3.2 Surface corporelle

En France, aucune étude renseignant des données de surface cutanée pour la population française n'est disponible à ce jour.

Dans la pratique, les évaluateurs de risques utilisent des données provenant des bases de données Ciblex, Exposure Factors Sourcebook for European Population et Exposure Factor Handbook de l'US EPA. Il s'agit soit des données développées par les Américains pour leur population, soit des données issues d'un consensus international dans le cadre de scénarios de risques dans le domaine du nucléaire.

Ces données de surface cutanée ne sont pas mesurées directement, mais calculées à partir de formules basées sur la taille et la masse corporelle du sujet ou à partir uniquement de la masse corporelle pour les enfants (tableau 6).

I Tableau 6 I

Principales formules pour le calcul de la surface cutanée (m²)

Études	Formule	Conditions d'utilisation
Dubois et Dubois (1916) [45]	$SC = 0,007184 * Taille^{0,725} * Poids^{0,425}$	- Taille : 73 à 184 cm - Poids : 6 à 93 Kg
Boyd (1935) [45,46,46]	$SC = 0,0003207 * Taille^{0,3} * Poids^{0,7285 - 0,0188 \text{ Log}(Poids)}$	- Taille : 99 à 250 cm - Poids (en grammes) : 15 à 200 Kg
Costeff (1966) [47] : formule pour les enfants	$SC = (7 + 4 * Poids)/(90 + Poids)$	- Taille < 90 cm
Gehan et George (1970) [48]	$SC = 0,0235 * Taille^{0,42246} * Poids^{0,51456}$	- Taille : 50 à 220 cm - Poids : 4 à 132 Kg
Haycock (1978) [49]	$SC = 0,024265 * Taille^{0,3964} * Poids^{0,5378}$	- Taille : 30 à 200 cm - Poids : 1 à 120 Kg
Mosteller (1987) [50]	$SC = \sqrt{(Taille * Poids) / 3600}$	/
Murray et Burmaster (1992) [51]	$SC = 0,0239 * Taille^{0,417} * Poids^{0,517}$	/
Burmaster (1998) [52]	$SC = e^{-2,2781} * Poids^{0,6821}$	/

La formule de Dubois et Dubois de 1916, a été reprise dans le domaine de la chimiothérapie pour le développement d'abaques de surface cutanée (annexe 5). En effet, l'utilisation de la surface corporelle permettrait une adaptation plus précise de la posologie des traitements anticancéreux qu'avec la masse corporelle. Il existerait notamment une bonne corrélation entre la surface corporelle et les paramètres pharmacocinétiques pour certains médicaments cytotoxiques [53].

Enfin, en médecine, dans le domaine des grands brûlés, la surface corporelle est utilisée afin de déterminer leur pronostic vital et leur prise en charge. Le raisonnement se fait en pourcentage de surface corporelle atteinte par application de la règle des 9^{es} d'A.B. Wallace [54]. Celle-ci attribue les proportions de surface corporelle suivantes par rapport au corps entier : 9 % à la tête avec le cou, 9 % à chaque membre supérieur entier, 18 % (9*2) à chaque membre inférieur, 18 % (9*2) à chaque face du tronc et 1 % aux organes génitaux externes.

Il existe des règles plus détaillées qui tiennent compte de l'âge et des variations morpho-physiologiques qui en découlent, telles que la table de Lund et Browder (tableau 7). Les données ont été établies à partir de données datant de 1944.

I Tableau 7 I

Table de Lund et Browder [54]

Partie du corps	0-1 an	1-4 ans	5-9 ans	10-15 ans	Adulte
Tête	19 %	17 %	13 %	10 %	7 %
Cou	2 %				
Tronc antérieur	13 %				
Tronc postérieur	13 %				
1 Fesse	2,5 %				
Organes génitaux externes	1 %				
1 Avant-bras	4 %				
1 Bras	3 %				
1 Main	2,5 %				
1 Cuisse	5,5 %	6,5 %	8,5 %	8,5 %	9,5 %
1 Jambe	5 %	5 %	5,5 %	6 %	7 %
1 Pied	3,5 %				

Très récemment, des proportions utilisables pour des enfants de 2 à 18 ans ont été proposées [55] à partir de données plus récentes que celles de Lund et Browder. Ces données sont issues de mesures réalisées sur des enfants américains en 1970 pour le domaine de l'ergonomie automobile (tableau 8 et tableau 9).

I Tableau 8 I

Moyenne des tailles et masses et proportion (%) de la surface corporelle pour les garçons [55]

Âge (années)	2	4	6	8	10	12	14	16	18
Effectif	115	118	117	104	124	154	155	100	88
Taille (cm)	94,5	101,3	115,1	127,8	137,9	148,4	161,3	174,5	177,1
Masse (kg)	14,6	16,2	20,8	26,9	33,5	40,0	51,8	66,1	73,2
Tête (%)	8,4	8,1	7,0	6,0	5,4	4,9	4,3	4,0	3,9
Cou (%)	3,9	3,8	3,2	2,7	2,6	2,3	2,2	2,0	2,0
Poitrine (%)	12,3	12,3	12,2	12,2	12,2	12,4	12,3	12,3	12,8
Épaules (%)	1,9	2,1	1,9	1,9	1,8	1,8	1,8	1,8	1,9
Abdomen (%)	2,7	2,9	2,7	2,8	2,7	2,8	2,8	2,8	2,9
Dos (%)	12,9	13,2	13,1	13,1	13,1	13,4	13,4	13,3	13,9
Parties génitales et fesses (%)	7,1	6,9	6,9	6,8	7,1	7,0	7,2	7,2	6,8
Cuisses (%)	14,9	15,0	16,2	16,6	17,6	17,4	18,2	18,1	18,3
Jambes (%)	10,3	10,3	10,9	11,7	11,8	11,9	11,9	11,9	11,2
Pieds (%)	6,5	6,5	6,7	7,2	6,8	7,0	6,6	6,7	6,1
Bras (%)	8,7	8,5	8,6	8,6	8,8	8,7	8,9	9,6	9,6
Avant-bras (%)	5,8	5,6	5,7	5,7	5,5	5,5	5,7	5,8	5,9
Mains (%)	4,5	4,8	4,9	4,7	4,6	4,7	4,7	4,7	4,7

I Tableau 9 I

Moyenne des tailles et masses et proportion (%) de la surface corporelle pour les filles [55]

Âge (années)	2	4	6	8	10	12	14	16	18
Effectif	97	110	126	93	134	133	116	98	98
Taille (cm)	92,1	101,6	114,2	125,9	137,5	149,3	158,4	162,1	163,0
Masse (kg)	13,6	16,2	20,2	26,2	32,6	40,8	49,5	55,1	55,9
Tête (%)	8,4	7,8	6,9	6,1	5,3	4,8	4,5	4,3	4,3
Cou (%)	3,8	3,6	3,2	2,8	2,5	2,3	2,1	2,1	2,0
Poitrine (%)	12,4	12,6	12,4	12,2	12,1	12,0	12,3	13,3	14,3
Épaules (%)	2,0	2,0	1,9	1,9	1,8	1,8	1,7	1,8	1,8
Abdomen (%)	3,0	2,9	2,8	2,8	2,7	2,7	2,8	2,9	3,0
Dos (%)	13,2	13,4	13,2	13,1	13,0	12,9	13,2	13,9	14,1
Parties génitales et fesses (%)	6,8	6,6	6,6	6,6	7,0	7,3	8,0	7,9	8,1
Cuisses (%)	14,2	15,6	16,5	18,4	18,4	18,5	18,9	17,8	17,4
Jambes (%)	11,2	10,4	11,4	11,3	12,2	12,5	12,1	11,9	11,5
Pieds (%)	6,0	6,3	6,6	6,5	6,7	6,5	6,1	6,1	5,6
Bras (%)	8,6	8,4	8,3	8,1	8,4	8,8	8,8	8,6	8,5
Avant-bras (%)	5,6	5,5	5,3	5,5	5,3	5,5	5,3	5,3	5,1
Mains (%)	4,8	4,9	4,9	4,7	4,5	4,5	4,2	4,2	4,4

Les données utilisées actuellement en France proviennent de bases de données européennes ou nord-américaines, la question de la représentativité des données peut se poser par rapport à la population française. Tout comme peut se poser dans une évaluation des risques, le problème de cohérence entre le choix des valeurs pour les différents paramètres : masse de la population française *versus* surface corporelle de la population nord-américaine alors que les deux paramètres sont très liés (cf équations de la surface corporelle en fonction de la masse et de la taille).

Enfin, le fait qu'il s'agisse de données estimées à partir d'un calcul est une source supplémentaire d'incertitude, d'autant plus que ces formules ont été établies à partir de peu de données. Sacco *et al.* [53] soulignent ainsi que la formule de Dubois et Dubois (1916) fut déterminée à partir de moulages en plâtre réalisés sur seulement 9 sujets.

3.3 Débit respiratoire

Le débit respiratoire correspond au volume d'air respiré quotidiennement pour un individu donné (en m³/jour). Ce paramètre n'est utilisé que dans le domaine de l'EQRS afin d'estimer la quantité de polluants pénétrant dans l'organisme d'un individu *via* la voie respiratoire. Tout comme la surface cutanée, il n'existe pas d'étude spécifique à la population française disponible concernant le débit respiratoire.

Les données utilisées sont également issues des bases de données Ciblex, Exposure Factors Sourcebook for European Population et Exposure Factor Handbook, mais aussi des guides de la Commission internationale de protection radiologique (CIPR). L'ensemble des données présentées ont généralement été développées à partir d'études sur la population américaine, les États-Unis ayant mis en place des protocoles très détaillés pour estimer ce paramètre [1].

D'autres valeurs sont disponibles, notamment celles de la CIPR. En 1987, des données sur le débit respiratoire ont été actualisées et complétées à partir de données internationales sur la ventilation et à l'aide de l'enquête Emploi du temps 1986-87 de l'Institut national de la statistique et des études économiques (Insee) [32]. Elles sont présentées dans l'article de Roy *et al.* [18] dont quelques extraits sont donnés ci-dessous à titre d'illustration (tableau 10 et tableau 11).

I Tableau 10 I

Débit respiratoire en m³/j – extrait de l'article de Roy – données pour les adultes [18]

Activités	Activités au domicile		Activités de travail sédentaire		Activités de travail intense	
	Homme	Femme	Homme (+ de 17 ans)	Femme (+ de 17 ans)	Travailleurs dans les mines	Autres travailleurs
Débit respiratoire quotidien en m ³ /j (samedi et dimanche compris)	Non renseigné	17,754	22,665	17,874	24,485	25,485

I Tableau 11 I

Débit respiratoire en m³/j – extrait de l'article de Roy – données pour les enfants [18]

Âge de l'enfant	Moins de 3 mois	1 an	5 ans	10 ans	15 ans
Débit quotidien en m ³ /j (samedi et dimanche compris)	2,860	5,142	8,712	15,300	17,700

Remarques

- Le débit respiratoire est un paramètre non mesurable. Il peut être estimé mais avec difficulté, car il dépend de trop nombreux facteurs : taille, poids, âge, origine ethnique ou encore activité physique et thermorégulation. Des valeurs de référence ne peuvent donc caractériser en réalité que des populations et des situations très ciblées, certains de ces facteurs pouvant être très variables au cours d'une même journée.
- Les pneumologues et toxicologues interrogés lors de ce travail font référence à une valeur moyenne de 20m³/j à utiliser pour les adultes et 10m³/j pour les enfants.
- Les mêmes réserves que celles émises pour la surface cutanée, quant à la cohérence et la représentativité des données par rapport à la population française, peuvent être faites ici.

3.4 Budget espace-temps

Le Budget espace-temps consiste en la description des activités d'une personne et du temps moyen passé pour chacune de ces activités. Les études portant sur le BET sont relativement peu nombreuses en France, l'ensemble des données identifiées est présenté dans le tableau 12.

Deux rapports, présentant des distributions de probabilités empiriques (Zeghnoun et Dor, 2010 [30] et Guillam *et al.*, 2007 [56]) sont récemment venus compléter les études citées jusqu'alors comme références : l'étude Vesta [17] et l'enquête Emploi du temps de l'Insee [57] (tableau 12). Cette dernière est d'ailleurs l'étude source reprise dans les bases de données Ciblex [2] et ExpoFacts [4]. Les données issues de ces différentes études ont été déclarées à partir de carnets semainiers, avec un pas de temps de 10 à 15 minutes, ou à partir d'entretiens téléphoniques.

Concernant le temps passé sur le lieu de travail, l'Insee a également mené des enquêtes spécifiques « Durée de travail » en 1995 et 2001 [58]. Elles renseignent les moyennes du temps hebdomadaire de travail par sexe, catégorie socioprofessionnelle et position hiérarchique.

Concernant les transports, les enquêtes ménages déplacements (EMD) [59] et l'enquête nationale transports déplacements (ENTD) [60] sont également des sources de données possibles.

I Tableau 12 I

Études disponibles pour la population française concernant le BET

Études disponibles	Étude source ou Type étude/enquête	Effectif	Représentativité	Paramètres renseignés	Type de données	Limites
Zeghnoun et Dor (2010) [30] ²	Campagne nationale logement 2002-2003, OQAI	1 375 carnets journaliers	<ul style="list-style-type: none"> - Données à l'échelle nationale - Individus de 0 à 60 ans et + 	<ul style="list-style-type: none"> - Temps passé à l'intérieur du logement et dans chaque pièce du logement 	<ul style="list-style-type: none"> - Distributions de probabilités empiriques - Statistiques descriptives : moyenne, minimum, p25 ; p50 ; p75 ; p95, maximum 	
Guillam <i>et al.</i> (2007) [56]	Étude épidémiologique descriptive transversale, 2006-2007	2 723 enfants 1 095 femmes enceintes	<ul style="list-style-type: none"> - Données à l'échelle nationale - Enfants 0-18 ans et femmes enceintes 	<ul style="list-style-type: none"> - Temps passé dans différents lieux de garde et de loisirs 	<ul style="list-style-type: none"> - Distributions de probabilités empiriques - Statistiques descriptives : moyenne, p50 ; p75 ; p90, p95, maximum 	
Dumontier et Pan Ké Shon (1999) [57]	Enquête Emploi du temps 1998-1999, Insee	16 136 individus	<ul style="list-style-type: none"> - Données à l'échelle nationale - Individus de 15 ans et + 	<ul style="list-style-type: none"> - Temps passé pour différentes activités 	<ul style="list-style-type: none"> - Statistiques descriptives : moyenne 	<ul style="list-style-type: none"> - Passage aux 35 heures non pris en compte
Gauvin (2001) [17]	Étude cas-témoins multicentrique (Clermont-Ferrand, Grenoble, Nice, Paris et Toulouse)	391 individus	<ul style="list-style-type: none"> - Cinq agglomérations - Enfants de 4-14 ans 	<ul style="list-style-type: none"> - Temps passé au domicile, à l'école et dans les transports 	<ul style="list-style-type: none"> - Statistiques descriptives : moyenne 	<ul style="list-style-type: none"> - N'est représentatif que du BET d'une population de type urbaine (pas de donnée en milieu rural en particulier)

² Les principaux résultats de cette étude ont été repris dans un document de « Synthèse des travaux du Département santé environnement de l'Institut de veille sanitaire sur les Variables humaines d'exposition », disponible sur le site internet de l'InVS [61].

Remarques

- La VHE budget espace-temps peut être particulièrement variable, en raison de l'existence de disparités régionales (importance du gradient Nord-Sud pour le temps passé en milieu extérieur par exemple) et socioprofessionnelles (activités et loisirs différents en fonction de la classe socioprofessionnelle).
- Les données de BET pour les populations âgées ne sont pas renseignées.
- Les données relatives au temps passé dans certains micro-environnements (durées de bain/douche/baignades et les temps passés dans la salle de bain après une douche ou un bain) ne sont renseignées que dans l'EFH à ce jour.

3.5 Consommation alimentaire

La consommation alimentaire comprend aussi bien les aliments dits « solides » que les boissons (intérêt porté plus particulièrement sur l'eau de boisson). De nombreuses enquêtes ont été réalisées dans le domaine santé-nutrition et des synthèses sur les principales enquêtes sont d'ores-et-déjà disponibles : [62] ; [63] ; [64]. L'ensemble des données est présenté dans le tableau 13.

D'après la synthèse proposée par l'Usen [62] et l'analyse des ERS réalisée dans le cadre de ce rapport, l'étude de référence actuelle pour les données quantitatives de consommation alimentaire est l'enquête Inca. L'enquête Inca 1 [19] est d'ailleurs l'étude source utilisée par les bases de données Ciblex [2] et ExpoFacts [4]. Les résultats des enquêtes Inca 1 et 2 ont également été repris et détaillés dans deux études datant de 2010 [65,66].

D'autres études plus spécifiques sont également disponibles : une étude concerne la consommation alimentaire pour la population antillaise [67] et deux études ciblent la consommation alimentaire des nourrissons et enfants [29,68].

La pratique de l'auto-consommation est un paramètre qu'il est souvent nécessaire de connaître dans le cadre d'une évaluation des risques sanitaires liés à une pollution locale. Une attention particulière a donc été portée aux données d'autoconsommation. Elles concernent l'ensemble des denrées alimentaires obtenues gratuitement du fait de la production du ménage ou de dons provenant d'autres ménages : les fruits et légumes issus de jardins potagers et des vergers, les viandes et volailles provenant des élevages particuliers, les produits de la pêche, de la chasse et de la cueillette [69]. Celles-ci constituent ainsi une source non négligeable d'exposition *via* l'ingestion de denrées alimentaires produites localement sur des zones exposées et susceptibles de véhiculer des agents toxiques.

- La principale étude utilisée est l'enquête « Consommation et lieux d'achats des produits alimentaires, 1991 » de l'Insee [33]. Il s'agit de l'étude source reprise dans Ciblex [2].
- L'IRSN est également à l'origine de publications sur l'autoconsommation, relatives à des sites à proximité de centrales nucléaires : Chinon-Avoine [70], Pierrelatte-Tricastin [71,72] et secteurs de la basse vallée du Rhône (Codolet, Tresques, Camargue) [73]. Ces données sont récentes, mais reflètent des habitudes de consommation locales. De plus, il faut noter que ces études recherchent généralement les comportements les plus auto-consommateurs et non ceux de la population générale.
- Enfin, des données d'auto-consommation sont disponibles pour la Guadeloupe et la Martinique [67].

I Tableau 13 I

Études disponibles pour la population française concernant la consommation alimentaire

Études disponibles	Étude source ou Type étude/enquête	Effectif (individus)	Représentativité	Type de données	Limites
Inca 2-Afssa (2009) [21]	Enquête alimentaire individuelle	4 079	- Données à l'échelle nationale - Individus de 3-79 ans	- Statistiques descriptives : moyenne, écart-type, p50	- Résultats uniquement par groupe d'aliments
Inca 2-Volatier (2000) [19]	Enquête alimentaire individuelle	3 003	- Données à l'échelle nationale - Individus de 3-75 ans	- Statistiques descriptives : moyenne, écart-type, p95 (pour les adultes uniquement)	- Résultats uniquement par groupe d'aliments
Bonnard (2008) [68]	Boggio <i>et al</i> [12] et Inca 1	660 (Boggio <i>et al.</i>) 1 809 (Inca 1)	- Données à l'échelle nationale - Enfants de 0-9 ans	- Statistiques descriptives : moyenne	- Consommation des 1,5-3 ans définie à partir de la moyenne des 1-1,5 ans et 3-5 ans
Even <i>et al.</i> (2002) [29]	Boggio <i>et al.</i> [12]	660	- Données à l'échelle nationale - Enfants de 1-18 mois	- Statistiques descriptives : moyenne	- Enfants nourris au sein exclus de l'étude
Escal et Calbas [23,67]	Enquête alimentaire individuelle	1 695 (Escal) 683 (Calbas)	- Régionale : Martinique (Escal) et Guadeloupe (Cabas) - Individus de 16 ans et +	- Statistiques descriptives : moyenne, p95	- Pas de données concernant les enfants

Remarques

- Les données de consommation alimentaire sont déclarées soit à partir d'un carnet alimentaire soit à partir d'un « rappel des 24h ».
- Plusieurs limites viennent du fait que toutes les enquêtes dans le domaine de la nutrition n'ont pas les mêmes objectifs. Ainsi, la précision et la forme des résultats des enquêtes peuvent être variables. Les résultats de consommation alimentaire peuvent être exprimés en portion d'aliments ingérés ou traduits en apports caloriques lors des approches nutritionnelles ou diététiques, mais seul le grammage est exploitable en EQRS. Ces résultats peuvent également être donnés pour trois niveaux de précisions : un groupe d'aliments (par exemple légume, fruit, viande, etc.), un sous-groupe d'aliments (par exemple légume-feuille, légume-fruit, volaille, etc.), un aliment donné (par exemple salade, tomate, dinde, etc.). Or ce sont généralement les sous-groupes d'aliments qui sont utilisés en EQRS.
- Les données de consommations alimentaires sont relativement nombreuses pour la population française mais il n'existe pas de distribution de probabilités disponible pour les aliments bien que les données brutes pour les construire semblent disponibles : Inca 2 [21] et l'Étude nationale nutrition santé (ENNS) [74].
- Seule l'étude de Beaudeau *et al.* a permis d'exploiter les résultats issus de Inca 1 afin de développer des distributions de probabilités relatives à la consommation d'eau du robinet de la population générale française [20]³.
- Peu d'études en France renseignent des données d'autoconsommation. Lors de l'enquête menée auprès d'organismes français, certains ont d'ailleurs mentionné l'identification d'un manque de données sur ce paramètre : les données sont trop anciennes (1991) et peu adaptées au terrain.

D'autres études pourraient aussi être utilisées dans le développement de distributions de probabilités de consommation alimentaire, à condition de disposer des données brutes :

- Baromètre santé nutrition 2008 mené par l'Institut national de prévention et d'éducation pour la santé (Inpes) [75] ;
- Comportements et consommations alimentaires en France 2004 (CCAF) mené par le Centre de recherche pour l'étude et l'observation des conditions de vie (Credoc) [76].

Afin de tenir compte des disparités de consommation régionale, quelques pistes de développement peuvent être envisagées. En effet, bien que généralement non exploitables directement en EQRS car plutôt à visée nutritionnelle, de nombreuses données sont disponibles au niveau régional et pourraient être retraitées afin de construire des données de consommation alimentaire en g/jour. Les études régionales disponibles sont listées dans le tableau 14.

I Tableau 14 I

Études régionales sources de données brutes de consommation alimentaire

Études	Organisme	Année	Population d'étude
Baromètre santé nutrition (BSN) [75]	Inpes	2008	- Individus de 12-75 ans - Sept régions : Franche-Comté, Haute-Normandie, Ile-de-France, Languedoc-Roussillon, Nord-Pas-de-Calais, PACA, Picardie
NutriMay [77]	Usen	2006	- Individus de 0 à plus de 50 ans - Mayotte (DOM)
Reconsal [78]	REDIA-Inserm et ORS Réunion	2002	- Individus de plus de 18 ans - Ile de la Réunion (DOM)

³ Les principaux résultats de cette étude ont été repris dans un document de « Synthèse des travaux du Département santé environnement de l'Institut de veille sanitaire sur les Variables humaines d'exposition », disponible sur le site internet de l'InVS [61].

Enfin, afin de tenir compte des disparités liées aux âges extrêmes et notamment les enfants de moins de 3 ans, il ne faut pas oublier que la Société française des aliments de l'enfance (SFAE) conduit, tous les 8 ans depuis 1981, une enquête nationale sur le comportement et la consommation alimentaire des enfants non allaités âgés de moins de 3 ans. Il s'agit, à l'heure actuelle, de la seule étude disponible en France sur les apports nutritionnels de la population âgée de moins de 3 ans.

En l'état, les résultats ne sont pas utilisables en EQRS, car il s'agit d'une analyse nutritionnelle et non de consommation alimentaire proprement dite et il serait donc nécessaire de pouvoir disposer des données brutes afin de construire des données de consommation alimentaire en g/jour. En réalité, dans leurs études, Even *et al.* [29] et Bonnard [68] ont déjà entrepris le travail de calculer les consommations alimentaires journalières moyennes en grammage pour les 0-3 ans à partir des données de l'enquête de la SFAE de 1997 [12]. Il serait donc intéressant et utile de refaire ce travail avec la dernière enquête en date, celle de 2005 [22], afin de disposer de données actualisées.

Pour finir, l'étude Elfe, initiée en avril 2011, pourrait permettre de compléter les données issues des enquêtes de la SFAE ([29,68]) en étudiant notamment la consommation des enfants et des femmes enceintes. Il serait alors envisageable d'estimer la consommation journalière en lait des nourrissons à partir du nombre de biberons de lait et du volume de lait par biberon ingéré par jour.

3.6 Données d'ingestion autre qu'alimentaire

L'ingestion autre qu'alimentaire regroupe l'ingestion de terre, poussières, sable ou sédiments, ainsi que l'ingestion accidentelle d'eau, lors d'une baignade par exemple. Il n'existe pas à ce jour d'étude française réalisée sur ces autres types d'ingestion.

3.6.1 Ingestion de terre et poussières

L'ingestion de terre et poussières est essentiellement étudiée pour les enfants. Les données utilisées à ce jour sont issues principalement de l'EFH, du Child-specific EFH [7], des études de Stanek et Calabrese [36,37,79] et l'étude de Thompson et Burmaster [80]. Les valeurs de l'US EPA servent jusqu'à présent de référence au niveau international.

Une équation de risques spécifique au portage mains-bouche, également appelé mise en bouche, a par ailleurs été proposée par l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (Anses) en 2011 [81], mais il n'existe actuellement pas de données françaises pour ce paramètre.

La thèse de Jacquet propose une analyse des données disponibles sur la quantité de sol ingérée [82]. À partir de la comparaison des protocoles des différentes études disponibles, elle recommande la réanalyse de l'étude de Stanek *et al.*, [83] pour le choix des valeurs d'ingestion, celle-ci semblant être l'étude la plus pertinente.

Enfin, le rapport de Dor *et al.* propose également de retenir, parmi les études internationales disponibles et en l'absence de données françaises, la réanalyse de Stanek *et al.*[83] afin d'estimer la quantité de terre et poussières ingérée par des enfants de moins de 6 ans utilisable dans un contexte français [84]⁴. Ce rapport propose des données à utiliser par une approche déterministe, probabiliste ou possibiliste.

3.6.2 Ingestion accidentelle d'eau

L'ingestion accidentelle d'eau a été nettement moins étudiée que celle de terre et poussières. Tout comme l'ingestion de terre et poussières, il n'existe pas de données françaises disponibles sur ce sujet. Les principales données proviennent de lignes directrices de l'Organisation mondiale de la santé (OMS) [16,85].

⁴ Les principaux résultats de cette étude ont été repris dans un document de « Synthèse des travaux du Département santé environnement de l'Institut de veille sanitaire sur les Variables humaines d'exposition », disponible sur le site internet de l'InVS [61].

Une étude pilote de Dufour *et al.* propose également des données concernant l'ingestion accidentelle d'eau lors d'une baignade [28].

Remarque

- La question de la représentativité des données utilisées par rapport à la population française peut se poser, même s'il n'est pas attendu de différences significatives pour ce type de données d'une population à une autre ou d'une région à une autre, du fait de son caractère involontaire.

3.7 Caractéristiques de résidence

Cette dernière catégorie est à la limite de la définition des VHE telle que proposée dans le cadre de ce rapport. En effet, certains paramètres, comme les volumes et surfaces des pièces et le taux de renouvellement d'air, appartiennent plutôt aux caractéristiques environnementales d'après la définition énoncée en introduction. Les caractéristiques de résidence recherchées dans le cadre des VHE sont essentiellement les données relatives à la durée de résidence. Les caractéristiques de résidence de la population française sont globalement peu renseignées.

Plusieurs études ont déjà entrepris de faire un état des lieux de la littérature (Bigot, 2010 [86] ; Donzeau et Pan Ké Shon, 2010 [87] ; Royer, 2007 [88]), mais les résultats sont généralement exprimés sous forme d'un taux ou d'un quotient de mobilité et non d'une durée. De ce fait, ils sont plus difficilement exploitables en EQRS.

L'étude de Nedellec *et al.* renseigne plus précisément la durée de résidence en années [89].

L'ensemble de ces études montrent que la durée de résidence diminue depuis ces vingt dernières années et que celle-ci dépend de nombreux facteurs : âge, statut d'occupation du logement, activité et niveau de diplôme du chef de ménage, structure du ménage, surface du logement ou encore taille de l'agglomération.

Remarques

- En pratique, les organismes réalisent des enquêtes en interne selon leurs besoins, d'où un problème d'accessibilité aux données.
- De nombreuses manières d'évaluer la mobilité résidentielle existent, mais ne conduisent pas toutes au même résultat.

4 Conclusions

Les données disponibles en France pour les différentes VHE sont variables : les lacunes de connaissances sont nombreuses et la qualité des données disponibles est hétérogène selon les paramètres. Pour certaines VHE, des données récentes, proposant des distributions de probabilités permettant une représentativité nationale de l'ensemble de la population générale française, sont disponibles ou en cours de développement (ex : masse corporelle et consommation alimentaire) ; pour d'autres seules des données ponctuelles, plus ou moins récentes, sont disponibles (ex : BET, caractéristiques de résidence) ; et enfin pour certaines il n'existe aucune donnée française disponible à ce jour (ex : surface cutanée, débit respiratoire et d'ingestion autre qu'alimentaire).

Cette disparité dans la quantité et la qualité des données disponibles est liée notamment au fait qu'il n'existe pas de réelle dynamique en France sur le sujet. Ainsi, les données présentées dans la seule base de données française existante, Ciblex, n'ont jamais été réactualisées ni complétées et sont de ce fait désuètes. Cette base reste cependant une référence pour les évaluateurs de risques en France en l'absence d'autres données plus récentes pour la population française.

En ayant fréquemment recours à des données provenant de l'étranger, généralement de l'EFH de l'US EPA, les évaluateurs de risques sont ainsi amenés à faire des choix et des hypothèses capables de peser sur les estimations de risques, notamment par l'utilisation de valeurs uniques (moyennes) ou par l'extrapolation de valeurs obtenues pour des populations autres que celle étudiée. La confiance accordée à la valeur et à l'interprétation des résultats s'en trouve donc limitée.

De même, l'évolution humaine, physique et comportementale, implique une « durée de vie » des VHE, nécessitant une réactualisation plus ou moins fréquente des valeurs utilisées au vu de l'évolution de certaines données (masse corporelle par exemple).

Bibliographie

- [1] US EPA. Exposure Factors Handbook (Final Report). 2011. 1436 p.
- [2] Ademe, IRSN. CD-ROM commercialisé en 2003 par l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie et de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire. 2003.
- [3] InVS. Guide pour l'analyse du volet sanitaire des études d'impact. Saint-Maurice: Institut de veille sanitaire; 2000. 24 p. Disponible à partir de l'URL : http://www.sante.gouv.fr/htm/dossiers/etud_impact/invs_ei51.pdf
- [4] Joint Research Centre (JRC) European Commission. European Exposure Factors (ExpoFacts) Sourcebook. Joint Research Centre (JRC) European Commission [mis à jour le 2011] Disponible à partir de l'URL : <http://expofacts.jrc.ec.europa.eu/>
- [5] Tanguy J, Zeghnoun A, Dor F. Description du poids corporel en fonction du sexe et de l'âge dans la population française. Environnement, Risques & Santé 2007;6(3):179-87.
- [6] US EPA. Exposure Factors Handbook (Final Report). US Environmental Protection Agency; 1997. 1193 p. Disponible à partir de l'URL : <http://www.doeal.gov/SWEIS/OtherDocuments/465%20EPA%201997.pdf>
- [7] US EPA. Child-Specific Exposure Factors Handbook (Final Report). Washington, DC: U.S. Environmental Protection Agency; 2008. Disponible à partir de l'URL : <http://cfpub.epa.gov/ncea/cfm/recordisplay.cfm?deid=199243>
- [8] INERIS. Évaluation des risques sanitaires dans les études d'impact des ICPE - Substances chimiques. Institut national de l'environnement industriel et des risques; 2003. 76 p. Disponible à partir de l'URL : http://www.sante.gouv.fr/htm/dossiers/etud_impact/ine_ei51.pdf
- [9] European Centre for Ecotoxicology and Toxicology of Chemicals (Ecetoc). Exposure Factors Sourcebook for European Population (with focus on UK data). 2001.
- [10] Beaugelin-Seiller K, Cessac B, Morin A, Mourlon C, Métivier JM, Marot F, *et al.* Élaboration d'une banque de données sur l'environnement et les populations (Ciblex) à destination des évaluateurs de risques liés aux sites pollués français. Environnement, Risques & Santé 2004;3(2):119-26.
- [11] Cessac B, Beaugelin-Seiller K, Métivier J-M, Morin A, Mourlon C, Vincent G. Ciblex - Banque de données de paramètres descriptifs de la population française au voisinage d'un site pollué. Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire; 2002. 72 p.
- [12] Boggio V, Grossiord A, Guyon S, Fuchs F, Fantino M. Consommation alimentaire des nourrissons et des enfants en bas âge en France en 1997. Arch Pediatr 1999;6(7):740-7.
- [13] Bodier M. Le corps change, son image aussi. Insee Première 356, -4. 1995.
- [14] WHO. Guidelines for Drinking-water Quality, Volume 1, Recommendations. Genève: World Health Organization; 2004. Disponible à partir de l'URL : http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/GDWQ2004web.pdf
- [15] International Commission on Radiological Protection (ICRP). Human Respiratory Tract Model for Radiological Protection. 1994.

- [16] WHO. Guidelines for Safe Recreational Water Environments. Volume 2: Swimming pools, spas and similar recreational-water environments (Final draft for consultation). World Health Organization; 2000.
- [17] Gauvin S. Pollution atmosphérique d'origine automobile et développement de la maladie de l'enfant: une étude épidémiologique dans 5 villes françaises - Étude VESTA Université Joseph Fourier - Grenoble I Sciences & Géographie; 2001. 151 p.
- [18] Roy M, Malabret JM, Courtay C. Débits respiratoires et activités quotidiennes: paramètres de l'exposition aux substances inhalées. Radioprotection 1993;28(3):279-90.
- [19] Volatier J-L. Enquête Inca : Enquête individuelle et nationale sur les consommations alimentaires. Tec&Doc; 2000. 158 p.
- [20] Beaudeau P, Zeghnoun A, Ledrans M, Volatier J-L. Consommation d'eau du robinet pour la boisson en France métropolitaine: résultats tirés de l'enquête alimentaire Inca 1. Environnement, Risques & Santé 2003;2(3):147-58.
- [21] Afssa. Étude individuelle nationale des consommations alimentaires 2 (Inca 2) 2006-2007. Agence française de sécurité sanitaire des aliments; 2009. 182 p. Disponible à partir de l'URL <http://www.anses.fr/>
- [22] Fantino M, Gourmet E. Apports nutritionnels en France en 2005 chez les enfants non allaités âgés de moins de 36 mois. Arch Pediatr 2008;15(4):446-55.
- [23] Merle B, Deschamps V, Merle S, Malon A, Bateau A, Pierre-Louis K. Enquête sur la santé et les comportements alimentaires en Martinique (Escal 2003-2004). Résultats du volet "consommation alimentaires et apports nutritionnels". Saint-Maurice: Institut de veille sanitaire, Université Paris 13, Observatoire de la santé Martinique; 2008. 34 p.
- [24] Charles A, Breart G, Dellatolas G, Ducimetiere P, Job-Spira N, Magnin G. EDEN: a French study of pre and early post natal determinants of child's development and health. J Pediatr Gastroenterol Nutr 2004;39(S511)
- [25] Bonnard R, Hulot C, Leveque S. Méthode de calcul des Valeurs de Constat d'Impact dans les sols. Ineris; 2001. 29 p. Disponible à partir de l'URL : <http://www.ineris.fr/centredoc/vci.pdf>
- [26] Stanek E.J., Calabrese EJ. Soil ingestion estimates for use in site evaluations based on the best tracer method. Human and Ecological Risk Assessment 1995;1(2):133-56.
- [27] National Health and Medical Council (NHMRC). Guidelines for managing risks in recreational water. -139p. 2004.
- [28] Dufour AP, Evans O, Behymer TD, Cantu R. Water ingestion during swimming activities in a pool: a pilot study. J Water Health 2006;4(4):425-30.
- [29] Even I, Berta JL, Volatier JL. Évaluation de l'exposition théorique des nourrissons et des enfants en bas âge aux résidus de pesticides apportés par les aliments courants et infantiles. Agence française de sécurité sanitaire des aliments; 2002. 116 p.
- [30] Zeghnoun A, Dor F. Description du budget espace-temps et estimation de l'exposition de la population française dans son logement. Saint-Maurice: Institut de veille sanitaire; 2010. 37 p.
- [31] Schadkowski C. Exposition individuelle aux oxydes d'azote et au monoxyde de carbone: premiers résultats de l'étude «sentinelles de l'air» en Région Nord-Pas de Calais. Association pour la prévention de la pollution atmosphérique (APPA). 2003. 16p p.
- [32] Insee. Enquête emploi du temps 1998-1999, Insee Résultats (262-263), Série Consommation-mode de vie (101-102). 1999. 324p p.

- [33] Bertrand M. Consommation et lieux d'achat des produits alimentaires en 1991 - Insee Résultats n°262-263. Institut national de la statistique et des études économiques; 1993.
- [34] US EPA. Supplement guidance for developing soil screening levels for superfund sites. 2002. Washington DC.
- [35] Sheppard S.C. Parameters values to model the soil ingestion pathway. Environ Monit Asses 1995;34:27-44.
- [36] Stanek EJ, Calabrese EJ. Daily soil ingestion estimates for children at a superfund site. Risk Anal 2000;20(5):627-35.
- [37] Stanek EJ, Calabrese EJ. Soil ingestion in Adults - Results of a second pilot study. Ecotoxicol Environ Saf 1997;36(3):249-57.
- [38] Delmaar JE, Park MVDZ, Van Engelen JGM. ConsExpo - Consumer Exposure and Uptake Models Program Manual. 2005.
- [39] GSI Environmental. RBCA Tool Kit for Chemical Releases v2.6. 2013. Disponible à partir de l'URL : <http://www.gsi-net.com/software/rbca-for-chemical-releases-v25.html>
- [40] Remontet L, Mamelle N, Locard E, Lehingue Y. Courbes de croissance de la naissance à 6 ans: croissance en poids, taille et périmètre crânien selon le sexe. Archives Pédiatriques 1999;6:520-9.
- [41] Rolland-Cachera MF, Castetbon K, Arnault N, Bellisle F, Romano MC, Lehingue Y, *et al.* Body mass index in 7 - 9-y-old French children: frequency of obesity, overweight and thinness. Int J Obes 2002;26:1610-6. Disponible à partir de l'URL : <http://www.nature.com/ijo/journal/v26/n12/index.html>
- [42] Deheeger M, Rolland-Cachera MF. Étude longitudinale de la croissance d'enfants parisiens suivis de l'âge de 10 mois à 18 ans. Arch Pediatr 2004;11(9):1139-44.
- [43] Delarue J, Constans T, Malvy D, Pradignac A, Couet C, Lamisse F. Anthropometric values in an elderly French population. Br J Nutr 1994;71(2):295-302.
- [44] Guéguen R, Constant E, Benseguir N, Deschamps JP, Pierson M. Établissement de courbes de croissance de la taille et du poids: modélisation de la moyenne et des quantiles. 30ème Congrès de l'Association des Pédiatres de langue française, Mai 1993, Marrakech, Maroc.
- [45] Du Bois D, Du Bois EF. A formula to estimate the approximate surface area if height and weight be known. Arch Intern Med 1916;17:863-71.
- [46] Boyd E. The growth of the surface area of the human body. 1935. Minneapolis.
- [47] Costeff H. A simple empirical formula for calculating approximate surface area in children. Arch Dis Child 41[220], 681-683. 1966.
- [48] Gehan EA, George SL. Estimation of human body surface area from height and weight. Cancer Chemother Rep 54[4], 225-235. 1970.
- [49] Haycock GB, Schwartz GJ, Wisotsky DH. Geometric method for measuring body surface area: a height-weight formula validated in infants, children, and adults. J Pediatr 93[1], 62-66. 1978.
- [50] Mosteller RD. Simplified calculation of body-surface area. N Engl J Med 1987;317(17):-1098.
- [51] Murray DM, Burmaster DE. Estimated distributions for total body surface area of men and women in the United States. J Expo Anal Environ Epidemiol 1992;2:451-61.

- [52] Burmaster DE. Lognormal distributions for skin area as a function of body weight. *Risk Anal* 1998;18(1):27-32.
- [53] Sacco JJ, Botten J, Macbeth F, Bagust A, Clark P. The average body surface area of adult cancer patients in the UK: a multicentre retrospective study. *PLoS One* 2010;5(1):e8933.
- [54] Echinard C, Latarjet J. *Les brûlures, Abrégés*. Paris : Masson; 1993. 349 p.
- [55] Boniol M, Verriest JP, Pedoux R, Doré JF. Proportion of Skin Surface Area of Children and Young Adults from 2 to 18 Years Old. *J Invest Dermatol* 2007;(128):461-4.
- [56] Guillam MT, Thomas N, Nedellec V, Derbez M, Kirchner S, Segala C. Budget espace-temps-activités des enfants: lieux de loisirs et de garde - Fréquentation des femmes enceintes: piscines. Rapport final. Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur; 2007. 68 p.
- [57] Dumontier F, Pan Ké Shon JL. En 13 ans, moins de temps contraints et plus de temps loisirs. *Insee Première* 1999;(675)
- [58] Afsa C, Biscourp P. La baisse de la durée de travail entre 1995 et 2001. *Insee Première* 2011;881
- [59] Hubert J-P. Dans les grandes agglomérations, la mobilité quotidienne des habitants diminue, et elle augmente ailleurs. *Insee Première* 2009;1252 Disponible à partir de l'URL : <http://www.insee.fr/fr/ffc/ipweb/ip1252/ip1252.pdf>
- [60] Le Jeanic T, Armoogum J, Bouffard-Savary E, Caenen Y, Couderc C, Delisle F, *et al.* La mobilité des Français: panorama issu de l'enquête nationale transports et déplacements 2008. Ministère de l'écologie, du développement durable, des transports et du logement; 2010. 228 p.
- [61] Dereumeaux C, Kairo C, Zeghnoun A. Synthèse des travaux du Département santé environnement de l'Institut de veille sanitaire sur les variables humaines d'exposition. Saint-Maurice: 2012. 28 p.
- [62] Unité de surveillance et d'épidémiologie nutritionnelle (Usen). Recensement des principales études et enquêtes réalisées en France au cours des cinq dernières années et collectant des données dans le domaine de la nutrition. Saint-Maurice: 2004. 50 p.
- [63] Eloy A, Hilmoine N, Leclerc C. Document de synthèse sur les principales études menées sur le thème de la nutrition. Observatoire Régional de Santé du Centre; 2009. 35 p.
- [64] Urban S. Étude 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 école nationale de la santé publique; 2003. 50 p.
- [65] Dubuisson C, Lioret S, Touvier M, Dufour A, Calamassi-Tran G, Volatier JL, *et al.* Trends in food and nutritional intakes of French adults from 1999 to 2007: results from the Inca surveys. *Br J Nutr* 2010;103:1035-48.
- [66] Lioret S, Dubuisson C, Dufour A, Touvier M, Calamassi-Tran G, Maire B, *et al.* Trends in food intake in French children from 1999 to 2007: results from the Inca (étude individuelle nationale des consommations alimentaires) dietary surveys. *Br J Nutr* 2010;103:585-601.
- [67] Afssa. Actualisation de l'exposition alimentaire au chlordécone de la population antillaise, évaluation de l'impact de mesures de maîtrise des risques - Annexes 1 et 2. -79. 2007. Agence française de sécurité sanitaire des aliments (Afssa).

- [68] Bonnard R. Améliorer les méthodes d'estimation prospective de l'exposition aux polluants des populations autour d'une installation classée pour la protection de l'environnement. Institut national de l'environnement industriel et des risques; 2008. 83 p. Disponible à partir de l'URL : <http://www.ineris.fr/centredoc/BCRD03-DRC06.pdf>
- [69] Fahet G. Autoconsommation et évaluation des risques sanitaires liés à l'environnement: Étude de faisabilité d'une enquête alimentaire en Midi-Pyrénées. Observatoire régional de santé de Midi-Pyrénées; 2003. 34 p.
- [70] Parache V. Enquête alimentaire autour du site nucléaire de Chinon-Avoine: résultats et comparaison avec des enquêtes précédentes. Institut de Radioprotection et de Sécurité nucléaire; 2009. 69 p.
- [71] Parache V. Résultats de l'enquête alimentaire autour du site nucléaire du Tricastin (2004-2005). Institut de Radioprotection et de Sécurité nucléaire; 2010. 32 p.
- [72] Pellet A, Ringard C. Enquête alimentaire de Pierrelatte: Étude des consommations alimentaires des populations à proximité du site Pierrelatte-Tricastin: rations journalières et autoconsommation. Rapport SER 05-09. Institut de Radioprotection et de Sécurité nucléaire: 2005. 25 p. Disponible à partir de l'URL : http://www.irsn.fr/FR/Larecherche/publications-documentation/Publications_documentation/BDD_publi/DRPH/SER/Documents/Rapport_SER_2006-09.pdf
- [73] Descamps B, Guillet F. Enquête alimentaire dans trois secteurs de la basse vallée du Rhône: Codolet, Tresques, Camargue. Consommation/autoconsommation. Radioprotection 2003;38(3):299-322. Disponible à partir de l'URL : http://www.radioprotection.org/index.php?option=com_toc&url=/articles/radiopro/abs/2003/03/contents/contents.html
- [74] Unité de surveillance et d'épidémiologie nutritionnelle (Usen). Étude nationale nutrition sante (ENNS, 2006). Saint-Maurice: 2007. 74 p.
- [75] Escalon H, Bossard C, Beck F, dir. Baromètre santé nutrition 2008. Saint-Denis: 2009. 424 p.
- [76] Hébel P. Comportements et consommations alimentaires en France. Tec&Doc; 2007. Disponible à partir de l'URL : <http://www.credoc.fr/publications/abstract.php?ref=LI32>
- [77] Vernay M, Ntab B, Malon A, Gandin P, Sissoko D, Castetbon K. Alimentation, état nutritionnel et état de santé dans l'île de Mayotte, l'étude NutriMay, 2006. Saint-Maurice: Institut de veille sanitaire, Université de Paris 13; 2009. 56 p.
- [78] RE CONSAL, Comportements alimentaires et activité physique des Réunionnais. REDA-Inserm, Observatoire Régional de santé Réunion; 2002. 83 p.
- [79] Stanek EJ, Calabrese EJ, Zorn M. Soil ingestion Distributions for Monte Carlo Risk Assessment in Children. Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal 2001;7(2):357-68.
- [80] Thompson K, Burmaster D. Parametric distributions for soil ingestion by children. Risk Anal 1991;11(2):339-42.
- [81] Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation d'ledtA. Formamide - Usages dans les produits de consommation et évaluation des risques sanitaires liés aux jouets en mousse "tapis puzzle". Rapport d'expertise collective. -226. 2011.
- [82] Jacquet A. Quantité de sol ingérée recommandée pour un enfant : un choix trop conservateur ? Université Paris 5 - René Descartes - Faculté des sciences pharmaceutiques et biologiques; 2007. 80 p.

- [83] Stanek EJ, Calabrese EJ, Zorn M. Biasing factors for simple soil ingestion estimates in mass balance studies of soil ingestion. *Human and Ecological Risk Assessment* 2001;7(2):329-55.
- [84] Dor F, Denys S. Quantités de terre et poussières ingérées par un enfant de moins de 6 ans et bioaccessibilité des polluants : état des connaissances et propositions. 2012. 88 p.
- [85] WHO. Guidelines for Safe Recreational Water Environments. Volume 1, Coastal and Fresh Waters. Geneva: World Health Organization; 2003.
- [86] Bigot R. Les difficultés du logement des classes moyennes et les besoins de mobilité résidentielle. Centre de recherche pour l'étude et l'observation des conditions de vie (Credoc), editor. *Enquête Condition de vie et aspiration des français* 263, 52. 2010.
- [87] Donzeau N, Pan Ké Shon JL. L'évolution de la mobilité résidentielle en France entre 1973 et 2006: nouvelles estimations. *Population* 2010;64(4):779-95.
- [88] Royer JF. Quatre observations sur la mobilité résidentielle en France métropolitaine - Série des documents de travail du centre de recherche en économie et statistiques (CREST). 2007.
- [89] Nedellec V, Courgeau V, Empereur-Bissonnet P. La durée de résidence des Français et l'évaluation des risques liés aux sites et sols pollués. *Énergie Santé* 1998;9(4):503-15.
- [90] US EPA. Risk assessment guidance for superfund. Volume I : Human health evaluation manual (Part A). Interim final EPA/540/1 -89/002. Washington DC: U.S. Environmental Protection Agency; 1989. 289 p. Disponible à partir de l'URL : http://www.epa.gov/oswer/riskassessment/ragsa/pdf/rags-vol1-pta_complete.pdf
- [91] International Commission on Radiological Protection (ICRP). Report on the Task Group on Reference Man. 1975. 480 p.
- [92] Dabadie A. Alimentation de l'enfant. Institut mère-enfant, editor. 1999. Rennes.
- [93] Dupin H, Cuq JL, Malewiak MI, Leynaud-Rouaud C, Berthier AM. Alimentation et nutrition humaines. Paris: 1992. 1563 p.
- [94] Deheeger M, Rolland-Cachera MF, Labadie MD, Rossignol C. Étude longitudinale de la croissance et de l'alimentation d'enfants examinés de l'âge de 10 mois à 8 ans. *Cah Nutr Diet* XXIX[1], 16-23. 1994.
- [95] Commissariat à l'énergie atomique (CEA). Évaluation de la ration alimentaire en autoconsommation d'un échantillon de population aux environs du CEA Cadarache. Rapport CADSC/CSN 0628NOT 007, indice 01. -15. 1993. Fontenay aux Roses.
- [96] Groupe Radioécologie Nord Cotentin (GRNC). Estimation des doses et des risques de leucémies associés. Rapport détaillé du GT4. Paris: 1999. 148 p.
- [97] Chauvergne J, Hoerni B. Chimiothérapie anticancéreuse, Abrégés 4^e édition. Abrégés 4^e édition . 2001. Paris.

Annexe 1 : Équations de risques et VHE identifiées par voie d'exposition

Équation générale (Ineris, 2003) [8]
DJE _{ij} = (C _i * Q _{ij} * F) / P * (T/T _m) équation 1
<p>DJE_{ij} : Dose journalière d'exposition, liée à une exposition au milieu i par la voie d'exposition j (mg/kg/j)</p> <p>C_i : Concentration dans le milieu i (eaux souterraines, eaux superficielles, sol, aliments, etc) (mg/kg, mg/m³ ou mg/L)</p> <p>Q_{ij} : Quantité de milieu i en contact avec la voie j par jour (kg/j pour les milieux solides, m³/j ou L/j pour les milieux gazeux ou liquides)</p> <p>F : Fréquence ou taux d'exposition : fraction du nombre annuel d'heures ou de jours d'exposition sur le nombre total annuel d'heures ou de jours (sans unité)</p> <p>P : Masse corporelle (Kg)</p> <p>T : Durée d'exposition (années)</p> <p>T_m : Période de temps sur laquelle l'exposition est moyennée (années)</p> <p><u>Remarques</u></p> <p>Pour les polluants à effets à seuil, les quantités administrées seront moyennées sur la durée de l'exposition (T= T_m).</p> <p>Pour les polluants à effets sans seuil, T_m sera assimilé à la durée de la vie entière (conventionnellement T_m = 70 ans)</p>

Voie digestive (ingestion)	
Ingestion de produits chimiques dans la terre (U.S. EPA, [90]) :	
I (mg/Kg-day) = (CS * IR * CF * FI * EF * ED) / (BW * AT) équation 2	
<p>CS = chemical concentration in soil (mg/Kg)</p> <p>IR = ingestion rate (mg soil/day)</p> <p>CF = conversion factor (10⁻⁶ Kg/mg)</p> <p>FI = fraction ingested from contaminated source (unitless)</p> <p>EF = exposure frequency (days/year)</p> <p>ED = exposure duration (years)</p> <p>BW = body weight (Kg)</p> <p>AT = averaging time; period over which is averaged (days)</p>	<p>VHE identifiées :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Quantité de terre/poussières ingérés par jour - Fraction de terre ingérée depuis une source contaminée - Masse corporelle - BET : fréquence d'exposition - Durée totale d'exposition ou espérance de vie
Ingestion de produits chimiques dans l'eau du robinet (U.S. EPA, [90]) :	
I (mg/Kg-day) = (CW * IR * EF * ED) / (BW * AT) équation 3	
<p>CW = chemical concentration in water (mg/L)</p> <p>IR = ingestion rate (L/day)</p> <p>EF = exposure frequency (days/year)</p> <p>ED = exposure duration (years)</p> <p>BW = body weight (Kg)</p>	<p>VHE identifiées :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Quantité d'eau du robinet ingérée par jour - Durée de résidence - Masse corporelle - BET

AT = averaging time; period over which is averaged (days)	- Durée totale d'exposition ou espérance de vie
Ingestion de produits chimiques dans l'eau de surface lors d'une baignade (U.S. EPA,[90]) :	
$I \text{ (mg/Kg-day)} = (CW * CR * ET * EF * ED) / (BW * AT)$ <i>équation 4</i>	
CW = chemical concentration in water (mg/L) CR = contact rate (L/hours) ET = exposure time (hours/events) EF = exposure frequency (days/year) ED = exposure duration (years) BW = body weight (Kg) AT = averaging time; period over which is averaged (days)	VHE identifiées : - Quantité d'eau en contact avec la peau lors d'une baignade par heure - Durée d'une baignade en heure/baignade - Fréquence de baignades par an - Durée de l'exposition - Masse corporelle
Ingestion de contaminants dans l'alimentation: fruits et légumes; viandes, œufs et produits laitiers; poissons et crustacés (U.S. EPA,[90]) :	
$I \text{ (mg/Kg-day)} = (CF * IR * FI * EF * ED) / (BW * AT)$ <i>équation 5</i>	
CAF = contaminant concentration in food (mg/Kg) IR = ingestion rate (Kg/meal) FI = fraction ingested from contaminated source (unitless) EF = exposure frequency (meals/year) ED = exposure duration (years) BW = body weight (Kg) AT = averaging time; period over which is averaged (days)	VHE identifiées : - Quantité de poissons/crustacés consommés par an - Quantité de viandes/œufs/produits laitiers consommés par an - Quantité de fruits/légumes consommés par an - Masse corporelle - BET - Durée d'exposition

Voie cutanée	
Équation générale (U.S. EPA,[6]):	
$ADD = (DA_{\text{event}} * EV * ED * EF * SA) / (BW * AT)$ <i>équation 6</i>	
ADD : average daily dose (mg/Kg-day) DA _{event} : absorbed dose per event (mg/cm ² -event) EV : event frequency (events/day) EF : exposure frequency (days/year) SA : skin surface area available for contact (cm ²) BW : body weight (Kg) AT : averaging time (days), for carcinogenic or chronic effects	VHE identifiées : - Fréquence de l'événement - Fréquence de l'exposition - Surface de peau de contact disponible - Masse corporelle
Contact cutané avec des produits chimiques dans l'eau (U.S. EPA,[90]):	
Absorbed Dose (mg/Kg-day) = (CW * SA * PC * ET * EF * ED * CF) / (BW * AT) <i>équation 7</i>	

<p>CW = chemical concentration in water (mg/L)</p> <p>SA = skin surface area available for contact (cm²)</p> <p>PC = chemical-specific dermal permeability constant (cm/hour)</p> <p>ET = exposure time (hours/day)</p> <p>EF = exposure frequency (days/year)</p> <p>ED = exposure duration (years)</p> <p>CF = volumetric conversion factor for water (1 liter/1000 cm³)</p> <p>BW = body weight (Kg)</p> <p>AT = averaging time; period over which is averaged (days)</p>	<p>VHE identifiées :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Surface de peau en contact avec l'eau - Durée d'une douche/bain - Masse corporelle
--	---

Voie respiratoire (inhalation)	
<p>Inhalation de produits chimiques en suspension au domicile (U.S. EPA, [90]) :</p> <p>$I \text{ (mg/Kg-day)} = (CA * IR * ET * EF * ED) / (BW * AT)$ équation 8</p>	
<p>CA = contaminant concentration in air (mg/m³)</p> <p>IR = inhalation rate (m³/hour)</p> <p>ET = exposure time (hours/day)</p> <p>EF = exposure frequency (days/year)</p> <p>ED = exposure duration (years)</p> <p>BW = body weight (Kg)</p> <p>AT = averaging time; period over which is averaged (days)</p>	<p>VHE identifiées :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Débit respiratoire - Temps passé à l'intérieur du domicile - Durée de résidence - Masse corporelle

Annexe 2 : Études sources de Ciblex

Ciblex a représenté une réelle avancée dans le recensement des données disponibles pour l'évaluation des risques pour la population française.

Cette base s'appuie sur des études sources disponibles au moment de sa création, qui peuvent parfois présenter des limites présentées ci-dessous en regard.

Remarques : les informations mises à disposition dans Ciblex ne présentent pas de caractère exhaustif et leur durée de vie est estimée entre 5 et 10 ans.

Il est par ailleurs difficile de connaître les critères de choix de telle ou telle étude.

Études-sources des données présentées par Ciblex	Limites des études-sources
Masse corporelle	
<ul style="list-style-type: none"> - Guéguen <i>et al.</i>, 1993 [44] 	<ul style="list-style-type: none"> - Données extraites d'une étude de suivi médical en Lorraine dans l'agglomération de Nancy. - Les auteurs ont considéré que la taille et l'homogénéité de l'échantillon de la population suivie permettaient de transposer cette étude au niveau national. - Données extrapolées à partir des données obtenues pour les moins de 20 ans à l'aide du modèle de Jolicoeur <i>et al</i> 1999, pour les plus de 20 ans. - Étude-source non consultable.
Surface cutanée	
<ul style="list-style-type: none"> - Pour la surface cutanée totale : US EPA, 1997 [6] - Pour des régions spécifiques du corps : ICRP, 1975 [91] 	<ul style="list-style-type: none"> - Données estimées. - Données soit développées par les Américains pour leur population, soit issues d'un consensus international dans le cadre des évaluations de risques conventionnelles dans le domaine du nucléaire.
Débit respiratoire	
<ul style="list-style-type: none"> - ICRP, 1994 [15] 	<ul style="list-style-type: none"> - Données estimées. - Données soit développées par les Américains pour leur population, soit issues d'un consensus international dans le cadre des évaluations de risques conventionnelles dans le domaine du nucléaire.
Budget Espace Temps	
<ul style="list-style-type: none"> - Pour les plus de 12 ans : Dumontier et Pan Ké Shon, 1999 [57] - Pour les enfants de moins de 12 ans : Roy <i>et al.</i>, 1993 [18] 	<p>Dans l'étude de Roy :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Variations de temps d'exposition en fonction du lieu géographique ou de la saison pas prises en compte. - Étude basée sur l'enquête Emploi du temps 1986-87 (nécessité d'actualiser les données).

Consommation alimentaire	
<ul style="list-style-type: none"> - Pour les 3 à plus de 60 ans : Volatier, 2000 [19] - Pour les enfants de 0 à 1 an : Dabadie, 1999 [92]; Dupin H <i>et al.</i>, 1992 [93] - Pour les enfants de 1 à 3 ans : Deheeger <i>et al.</i>, 1994 [94] ; CEA, 1993 [95]; GRNC, 1999 [96] - Pour les données d'autoconsommation: Bertrand, 1993 [33] 	<ul style="list-style-type: none"> - Pour les 0-1 an : étude sources non consultables - Pour les 1-3 ans : études locales (études à proximité de sites nucléaires).

Annexe 3 : Liste des dossiers d'évaluations de risques sanitaires étudiées

N°	ERS	Organisme et date publication	Voies d'exposition étudiées
<u>1</u>	Évaluation des risques sanitaires liés à l'exposition par ingestion de Pseudomonades dans les eaux destinées à la consommation humaine (hors eaux conditionnées)	Anses, octobre 2010	Orale
<u>2</u>	Résidus de médicaments dans les eaux destinées à la consommation humaine : volet « méthodologie générale de l'exposition de l'homme aux résidus de médicaments via l'eau destinée à la consommation humaine »	Afssa, juin 2010	Orale
<u>3</u>	Évaluation des risques sanitaires liés aux piscines, partie 1 : piscines réglementées	Afsset, mai 2010	Orale, respiratoire et cutanée
<u>4</u>	Avis de la Cire sur l'étude d'HPC Envirotec pour AFTRP concernant les jardins familiaux d'Aubervilliers	Ars Ile-de-France et InVS, 2010	Orale, respiratoire et cutanée
<u>5</u>	Groupe scolaire des Bourdenières de la commune de Chenôve (21300) : évaluation des risques sanitaires liés au traitement du bois	InVS et Afsset, avril 2009	Orale, respiratoire et cutanée
<u>6</u>	Évaluation de l'exposition au plomb des enfants résidant autour de la verrerie de Portieux (88)	InVS, avril 2009	Orale
<u>7</u>	Évaluation de l'exposition aérienne aux pesticides de la population générale	InVS, mars 2009	Respiratoire
<u>8</u>	Appréciation quantitative des risques liés à <i>Escherichia coli</i> O157 :H7 dans les steaks hachés surgelés consommés en restauration familiale en France par les enfants de moins de 16 ans	Afssa, octobre 2007	Orale
<u>9</u>	Actualisation de l'exposition alimentaire au chlordécone de la population antillaise : évaluation de l'impact de mesures de maîtrise des risques	Afssa, septembre 2007	Orale
<u>10</u>	Estimation de l'exposition de la population française au chloroforme présent dans les réseaux d'eau	InVS, juillet-août 2007	Orale, respiratoire et cutanée
N°	ERS	Organisme et date publication	Voies d'exposition étudiées
<u>11</u>	Évaluation des risques sanitaires des sous-produits de chloration de l'eau potable, partie 2: estimation de l'exposition, caractérisation du risque et faisabilité d'une surveillance épidémiologique des pathologies liées à la surchloration dans la population générale	InVS, mai 2007	Orale, respiratoire et cutanée
<u>12</u>	Évaluation des risques liés à la présence de cyanobactéries et leurs toxines dans les eaux destinées à l'alimentation, à la baignade et autres activités récréatives	Afsset et Afssa, juillet 2006	Orale
<u>13</u>	Dioxines, furanes et PCB de type dioxine : évaluation de l'exposition de la population française	Afssa, novembre. 2005	Orale
<u>14</u>	Exposition de la population française au bruit de fond du formaldéhyde et risques sanitaires associés : rapport final	Ineris, avril 2004	Respiratoire
<u>15</u>	Évaluation des risques sanitaires liés à l'exposition de la population française à l'aluminium	InVS, afssa et Afssaps, novembre 2003	Orale

<u>16</u>	Risques toxiques liés à l'exposition aux polychlorobiphényles, étude de l'incendie de la papeterie de Venizel	InVS, juin 2003	Orale et respiratoire
<u>17</u>	Évaluation de l'impact sur la santé des rejets atmosphériques des tranches de charbon d'une grande installation de combustion, Partie 2 : exposition par voies indirectes	Ineris, juin 2003	Orale
<u>18</u>	Infections à protozoaires liées aux aliments et à l'eau : évaluation scientifique des risques associés à <i>Cryptosporidium sp.</i>	Afssa, septembre 2002	Orale
<u>19</u>	Évaluation du risque sanitaire résiduel pour les populations fréquentant les plages polluées par le fioul rejeté par l'Erika, après dépollution	InVS et Ineris, juillet 2000	Orale, respiratoire et cutanée
<u>20</u>	Évaluation du risque sanitaire de la marée noire consécutive au naufrage de l'Erika	Ineris, avril 2000	Respiratoire et cutanée

Annexe 4 : Enquêtes auprès d'organismes

1/ Liste des organismes sollicités

Organismes sollicités	Sigle
- Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie	- Ademe
- Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail	- Anses
- Bureau de recherches géologiques et minières	- BRGM
- Centre d'étude de l'impact de l'environnement sur la santé (bureau d'étude)	- CEIES
- Centre scientifique et technique du bâtiment/Observatoire de la qualité de l'air intérieur	- CSTB / OQAI
- Conservatoire national des arts et métiers	- CNAM
- Département santé-environnement de l'InVS	- DSE
- Électricité-de-France	- EDF
- Gaz-de-France -Suez	- GDF-Suez
- ICF-Environnement (bureau d'étude)	- ICF
- Institut national de l'environnement industriel et des risques	- Ineris
- Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire	- IRSN
- Centre d'étude sur les réseaux, les transports, l'urbanisme et les constructions publiques	- Certu
- Centre de recherche pour l'étude et l'observation des conditions de vie	- Credoc
- Institut français du textile et de l'habillement	- IFTH
- Institut national des études démographiques	- Ined
- Institut national de la recherche agronomique	- Inra
- Institut national de la statistique et des études économiques	- Insee
- Sociétés savantes médicales (Pédiatrie, Pneumologie)	

2/ Questionnaire envoyé aux différents organismes

Dans le cadre de son programme de développement en évaluation quantitative de risques sanitaires (EQRS), l'Institut de veille sanitaire souhaite mettre à jour les connaissances disponibles en France concernant les données caractérisant la population française.

Ce questionnaire vise avant tout à établir une liste de travaux disponibles en France dans ce domaine.

La première partie nous permet de compléter notre liste initiale de VHE (établie après la phase d'étude bibliographique). La seconde partie vise à identifier les données produites dans ce domaine.

1. Partie 1 : Utilisation de VHE

1.1. Dans le cadre de vos activités, êtes-vous amenés à caractériser l'exposition de la population à des agents environnementaux ?		<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	
1.2. Utilisez-vous des VHE dans le cadre de la méthode d'EQRS (Évaluation quantitative de risques sanitaires) ?		<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	
1.3. Utilisez-vous des VHE dans le cadre d'autres activités que l'EQRS (études épidémiologiques par exemple) ?		<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	
Si oui, dans le cadre de quelles activités ?			
<p>➤ Si vous avez répondu oui à une de ces questions, répondez aux questions suivantes.</p> <p>➤ Si vous avez répondu non à ces trois questions, allez directement à la partie 2.</p>			
1.4. Dans le cadre de vos études, utilisez-vous des données morpho-physiologiques (masse corporelle, surface cutanée, débit respiratoire) ?		<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	
Si oui, lesquelles ? (pour chaque VHE, remplissez tous les items de la ligne)	Source des données *1 (voir fin Partie 1)	Disposez-vous de données spécifiques à la population française ?	Disposez-vous de distributions de probabilités ?
• VHE1 :		<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
• VHE2 :		<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
• VHE3 :		<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
• ...			

1.5. Dans le cadre de vos études, utilisez-vous des données de budget espace-temps (temps passé en milieu intérieur/extérieur/dans une pièce donnée/dans les transports/etc., durée d'une douche, etc.) ?			<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
Si oui, lesquelles ? (pour chaque VHE, remplissez tous les items de la ligne)	Source des données * ¹	Disposez-vous de données spécifiques à la population française ?	Disposez-vous de distributions de probabilités ?
• VHE1 :		<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
• VHE2 :		<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
• VHE3 :		<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
• ...			
1.6. Dans le cadre de vos études, utilisez-vous des données de consommation alimentaire (habitudes alimentaires, consommation eau de boisson, allaitement, autoconsommation, etc.) ?			<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
Si oui, lesquelles ? (pour chaque VHE, remplissez tous les items de la ligne)	Source des données * ¹	Disposez-vous de données spécifiques à la population française ?	Disposez-vous de distributions de probabilités ?
• VHE1 :		<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
• VHE2 :		<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
• VHE3 :		<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
• ...			
1.7. Dans le cadre de vos études, utilisez-vous des données liées à l'ingestion de sol/poussières/sables/sédiments ?			<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
Si oui, lesquelles ? (pour chaque VHE, remplissez tous les items de la ligne)	Source des données * ¹	Disposez-vous de données spécifiques à la population française ?	Disposez-vous de distributions de probabilités ?
• VHE1 :		<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
• VHE2 :		<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
• VHE3 :		<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
• ...			
•			
1.8. Dans le cadre de vos études, utilisez-vous des données caractérisant les résidences des Français (surface des logements, surface des pièces, taux de renouvellement d'air, etc.) ?			<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
Si oui, lesquelles ? (pour chaque VHE, remplissez tous les items de la ligne)	Source des données * ¹	Disposez-vous de données spécifiques à la population française ?	Disposez-vous de distributions de probabilités ?

• VHE1 :		<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
• VHE2 :		<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
• VHE3 :		<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
• ...			
1.9. Utilisez-vous d'autres données non mentionnées ci-dessus ?			<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
Si oui, lesquelles ? (pour chaque VHE, remplissez tous les items de la ligne)	Source des données * ¹	Disposez-vous de données spécifiques à la population française ?	Disposez-vous de distributions de probabilités ?
• VHE1 :		<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
• VHE2 :		<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
• VHE3 :		<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
• ...			
• Avez-vous identifié d'autres paramètres qui vous seraient utiles, mais pour lesquels il n'y a pas de données disponibles ?			<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
Si oui, quels paramètres ?			

*¹ Indiquez dans le tableau le chiffre correspondant à la source et les précisions éventuelles :

Bases de données : 1- Ciblex 2- Expofact 3- Exposure factor handbook

4- Articles scientifiques (précisez lesquels)

5- Enquêtes *ad hoc* (précisez lesquelles)

6- Autres (précisez)

2. Partie 2 : Production de données caractérisant la population française

2.1. Dans le cadre de vos activités (recherche, mise en place d'enquêtes, etc.), vous arrive-t-il de devoir décrire, caractériser des données décrivant la population française (masse corporelle, consommation alimentaire, habitude et modes de vie, etc.) ?	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
<p>➤ Si vous avez répondu oui à cette question, répondez aux questions suivantes.</p> <p>➤ Si vous avez répondu non à cette question, allez directement à la Partie 3.</p>	

2.2. Vos études visent-elles à décrire ou caractériser les données morpho-physiologiques (masse corporelle, surface cutanée, débit respiratoire, etc.) ?				<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
Si oui, lesquelles ? (pour chaque VHE, remplissez tous les items de la ligne)	Année de publication de l'étude	De quelle façon ces données ont-elles été renseignées ? *2	Sont-elles spécifiques à la population française ?	Disposez-vous de distributions de probabilités pour ces données ?
• VHE1 :			<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
• VHE2 :			<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
• VHE3 :			<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
• ...				
2.3. Vos études visent-elles à décrire ou caractériser les données de budget espace-temps (temps passé en milieu intérieur/extérieur/dans une pièce donnée/dans les transports/etc., durée d'une douche, etc.) ?				<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
Si oui, lesquelles ? (pour chaque VHE, remplissez tous les items de la ligne)	Année de publication de l'étude	De quelle façon ces données ont-elles été renseignées ? *2	Sont-elles spécifiques à la population française ?	Disposez-vous de distributions de probabilités pour ces données ?
• VHE1 :			<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
• VHE2 :			<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
• VHE3 :			<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
• ...				
2.4. Vos études visent-elles à décrire ou caractériser les données de consommation alimentaire (habitudes alimentaires, autoconsommation, consommation d'eau de boisson, allaitement, etc.) ?				<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
Si oui, lesquelles ? (pour chaque VHE, remplissez tous les items de la ligne)	Année de publication de l'étude	De quelle façon ces données ont-elles été renseignées ? *2	Sont-elles spécifiques à la population française ?	Disposez-vous de distributions de probabilités pour ces données ?
• VHE1 :			<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
• VHE2 :			<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
• VHE3 :			<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
• ...				

2.5. Vos études visent-elles à décrire ou caractériser des données liées à l'ingestion de sol ou le contact main-bouches/poussières/sables/sédiments ?				<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
Si oui, lesquelles ? (pour chaque VHE, remplissez tous les items de la ligne)	Année de publication de l'étude	De quelle façon ces données ont-elles été renseignées ? *2	Sont-elles spécifiques à la population française ?	Disposez-vous de distributions de probabilités pour ces données ?
• VHE1 :			<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
• VHE2 :			<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
• VHE3 :			<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
• ...				
2.6. Vos études visent-elles à décrire ou caractériser les caractéristiques des logements français (nombre de pièces, taux de renouvellement d'air, ...) ?				<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
Si oui, lesquelles ? (pour chaque VHE, remplissez tous les items de la ligne)	Année de publication de l'étude	De quelle façon ces données ont-elles été renseignées ? *2	Sont-elles spécifiques à la population française ?	Disposez-vous de distributions de probabilités pour ces données ?
• VHE1 :			<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
• VHE2 :			<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
• VHE3 :			<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
• ...				
2.7. Renseignez-vous d'autres données non mentionnées ci-dessus ?				<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
Si oui, lesquelles ? (pour chaque VHE, remplissez tous les items de la ligne)	Année de publication de l'étude	De quelle façon ces données ont-elles été renseignées ? *2	Sont-elles spécifiques à la population française ?	Disposez-vous de distributions de probabilités pour ces données ?
• VHE1 :			<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
• VHE2 :			<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
• VHE3 :			<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
• ...				

*2 Indiquez dans le tableau le chiffre correspondant à la façon dont les données ont été obtenues et les précisions éventuelles :

7- Enquête auprès de la population d'étude (questionnaires, mesures, etc.)

8- Recherche bibliographique

9- Autres (précisez)

3. Partie 3 : Autres rapports et contacts

3.1. Avez-vous connaissance d'autres rapports, études ou articles qui pourraient renseigner ou qui utiliseraient ces paramètres ?	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
Si oui, lesquels ?	
3.2. Connaissez-vous d'autres personnes travaillant en lien avec ces thématiques que nous pourrions contacter ?	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
Si oui, pouvez-vous nous indiquer leurs coordonnées ci-dessous?	

Merci d'avoir rempli ce questionnaire

Annexe 5 : Abaque de surface corporelle (m²) utilisée en chimiothérapie [97]

Poids (Kg)	Taille (cm)									
	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95
5	0,24	0,26	0,27	0,29	0,31	0,32	0,34			
10	0,33	0,35	0,37	0,40	0,42	0,44	0,46	0,48	0,50	0,52
15	0,39	0,42	0,44	0,47	0,50	0,52	0,54	0,57	0,59	0,62
20					0,56	0,59	0,62	0,64	0,67	0,70
25							0,67	0,70	0,74	0,76
30									0,80	0,83
	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145
10	0,53									
15	0,64	0,66	0,69	0,71	0,73	0,76	0,78			
20	0,72	0,75	0,78	0,80	0,83	0,85	0,88	0,90	0,92	
25	0,79	0,82	0,85	0,88	0,90	0,93	0,96	0,98	1,01	1,04
30	0,86	0,89	0,95	0,95	0,98	1,01	1,03	1,06	1,09	1,12
35	0,92	0,95	0,98	1,01	1,04	1,07	1,10	1,14	1,17	1,20
40			1,04	1,07	1,10	1,14	1,17	1,22	1,25	1,27
45				1,13	1,17	1,20	1,24	1,27	1,30	1,33
50					1,22	1,26	1,29	1,32	1,35	1,39
55						1,31	1,34	1,37	1,41	1,45
60							1,38	1,42	1,46	1,50
65								1,48	1,52	1,55
70									1,56	1,60
75									1,62	1,66
80									1,66	1,70
85										1,75
	150	155	160	165	170	175	180	185	190	195
25	1,06	1,09	1,11							
30	1,15	1,18	1,21							
35	1,23	1,26	1,29	1,31	1,34					
40	1,30	1,33	1,35	1,39	1,42	1,44	1,48			
45	1,36	1,39	1,42	1,45	1,49	1,53	1,56	1,59	1,61	
50	1,43	1,46	1,50	1,53	1,56	1,59	1,62	1,66	1,70	1,73
55	1,49	1,52	1,55	1,59	1,62	1,66	1,69	1,73	1,76	1,79
60	1,54	1,57	1,61	1,64	1,68	1,72	1,75	1,79	1,82	1,85

65	1,59	1,63	1,66	1,70	1,74	1,78	1,82	1,85	1,89	1,92
70	1,64	1,68	1,72	1,76	1,80	1,84	1,87	1,90	1,94	1,97
75	1,70	1,74	1,78	1,82	1,86	1,90	1,94	1,98	2,02	2,06
80	1,75	1,79	1,83	1,87	1,91	1,95	1,99	2,03	2,07	2,11
85	1,79	1,83	1,88	1,92	1,96	2,00	2,04	2,08	2,12	2,16
90	1,84	1,88	1,93	1,97	2,01	2,05	2,10	2,14	2,18	2,22
95		1,93	1,97	2,01	2,06	2,10	2,14	2,18	2,23	2,27
100			2,02	2,06	2,10	2,15	2,19	2,24	2,28	2,32
105			2,05	2,10	2,15	2,19	2,24	2,28	2,32	2,37
110					2,19	2,24	2,28	2,32	2,37	2,42

Variables humaines d'exposition (VHE) disponibles en France pour les évaluations quantitatives des risques sanitaires (EQRS)

En évaluation quantitative des risques sanitaires (EQRS), il est nécessaire, dans la phase de caractérisation des expositions, de tenir compte, autant que possible, des spécificités de la population étudiée tant sur le plan des données morphophysiologiques, que de consommation, habitudes et comportements. Ces caractéristiques sont appelées variables humaines d'exposition (VHE). Comme il est souvent impossible d'établir des VHE *ad hoc* (pour des questions de coûts, incompatibilité avec le temps de réponse souhaitée, ou d'impossibilité de mesures des paramètres), les évaluateurs de risques sanitaires ont besoin de disposer directement de données adaptées au contexte et à la population d'étude. Or, en l'absence de référentiel français commun dans le domaine, il est, à l'heure actuelle, parfois difficile de trouver l'information nécessaire. Ainsi, ce document recense les VHE françaises les plus récentes et pertinentes, disponibles en 2011 pour la population française et utilisable en EQRS.

En France, lorsqu'elles sont utilisées dans d'autres domaines que l'EQRS, certaines VHE spécifiques des Français sont facilement accessibles (masse corporelle, données de consommation alimentaire et apports nutritionnels), habitudes et comportements (Budget espace-temps)). En revanche, les VHE utilisées uniquement (ou quasiment) en EQRS ne sont pas bien renseignées (surface corporelle, débit respiratoire, ingestion involontaire de poussières, durée de résidence). Lorsqu'aucune donnée n'est disponible en France l'évaluateur de risques ne peut avoir recours qu'aux données internationales en ayant conscience des incertitudes engendrées.

Mots clés : évaluation quantitative des risques sanitaires, variables humaines d'exposition, distributions de probabilité

French human exposure factors: a summary of studies conducted by the French Institute for Public Health Surveillance between 2002-2012

Health risk assessment requests various factors that help determine the exposure of a population to an environmental agent. Human exposure factors are statistical data related to human anthropometric and physiological characteristics as well as behavioural factors that define dietary or non-dietary intakes, time, frequency, and duration of exposure.

Since 2002, the Environmental and Health Department (DSE) of the French Institute for Public Health Surveillance (InVS) has contributed to the development of various exposure factors that are representative of the French population: body weight, activity patterns (time spent indoors in residence), tap water consumption and soil and dust ingestion's data applicable for children.

These factors are based on key studies conducted by French Agencies (Anses, Insee) or have been compiled from various sources, including international scientific literature. DSE conducted additional analysis of published raw data to present results in a way that could be useful to French exposure assessors and in particular for a probabilistic health risk assessment approach.

DSE has decided to publish a comprehensive document that provides a summary of the VHE proposed by InVS. This "memorandum" presents the key studies and the methodological approach used and discusses the principal issues related to the results that assessors should consider in deciding how to use these data.

Citation suggérée :

Tardy G, Kairo C, Dereumeaux C. Variables humaines d'exposition (VHE) disponibles en France pour les évaluations quantitatives des risques sanitaires (EQRS). Saint-Maurice : Institut de veille sanitaire ; 2013. 45 p. Disponible à partir de l'URL : <http://www.invs.sante.fr>

INSTITUT DE VEILLE SANITAIRE

12 rue du Val d'Osne

94415 Saint-Maurice Cedex France

Tél. : 33 (0)1 41 79 67 00

Fax : 33 (0)1 41 79 67 67

www.invs.sante.fr

ISSN: 1958-9719

ISBN-NET: 978-2-11-131143-5

Réalisé par Service communication - InVS

Dépôt légal : avril 2013