

Santé environnement

Synthèse des travaux du Département santé environnement de l'Institut de veille sanitaire sur les variables humaines d'exposition

Mise à jour 2015

Clémentine Dereumeaux, Cécile Kairo, Abdelkrim Zeghnoun

Sommaire

Abréviations	2
Préambule	3
1. Introduction	4
2. Variables humaines d'exposition	5
2.1 Masse corporelle	5
2.1.1 Objectif de l'étude	5
2.1.2 Méthode	5
2.1.3 Principaux résultats	5
2.1.4 Points forts et limites du jeu de données	5
2.2 Budget espace-temps (BET)	6
2.2.1 Objectif de l'étude	6
2.2.2 Méthode	6
2.2.3 Principaux résultats	6
2.2.4 Points forts et limites du jeu de données	6
2.3 Consommation d'eau du robinet	7
2.3.1 Objectif de l'étude	7
2.3.2 Méthode	7
2.3.3 Principaux résultats	7
2.3.4 Points forts et limites du jeu de données	7
2.4 Ingestion de terre et poussières chez les enfants	8
2.4.1 Objectif de l'étude	8
2.4.2 Méthode	8
2.4.3 Principaux résultats	8
2.4.4 Points forts et limites du jeu de données	9
2.5 Surface corporelle	10
2.5.1 Objectif de l'étude	10
2.5.2 Méthode	10
2.5.3 Principaux résultats	10
2.5.4 Points forts et limites du jeu de données	11
3. Perspectives	12
Références bibliographiques	13
Annexes	14

Synthèse des travaux du Département santé environnement de l'Institut de veille sanitaire sur les variables humaines d'exposition

Première publication : juillet 2012

Dernière mise à jour : mars 2015

Auteurs : Clémentine Dereumeaux, Cécile Kairo, Abdelkrim Zeghnoun, Département santé environnement (DSE), Institut de veille sanitaire (InVS).

Relecteurs : Laurence Guldner, DSE, InVS ; Pascal Beaudeau, DSE, InVS (pour la partie Consommation d'eau du robinet) ; Frédéric Dor, DSE, InVS (pour les parties Masse corporelle et Ingestion de terre et poussières chez les enfants), Marie Pécheux (pour la partie surface corporelle).

Remarques :

1/ Concernant le chapitre « consommation d'eau du robinet », il est à noter la publication d'un article plus récent exploitant les données de l'étude Individuelle nationale des consommations alimentaires (Inca) en novembre 2012 dans la revue Environnement, Risques et Santé « Consommation hydrique en France métropolitaine : résultats issus de l'étude alimentaire Inca-2 ».

2/ Concernant le chapitre sur l'ingestion de terre, il est à noter dans le rapport du Haut conseil de santé publique (HCSP) « Détermination des nouveaux objectifs de gestion des expositions au plomb de juillet 2014 » l'utilisation d'une donnée modélisée de l'United States Environmental Protection Agency (US-EPA) issue de travaux postérieurs à ceux analysés par l'InVS et l'Institut national de l'environnement industriel et des risques (Ineris).

Abréviations

Afssa	Agence française de sécurité sanitaire des aliments
BET	Budget espace-temps
CNL	Campagne nationale de logements
DJE	Dose journalière d'exposition
DSE	Département santé environnement
EFH	Exposure Factors Handbook
ENNS	Etude nationale nutrition santé
EQRS	Évaluation quantitative de risques sanitaires
GT	Groupe de travail
IFTH	Institut français du textile et de l'habillement
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
OMS	Organisation mondiale de la santé
OQAI	Observatoire de la qualité de l'air intérieur
US-EPA	United States Environmental Protection Agency
VHE	Variable humaine d'exposition

Préambule

Le calcul du risque dans la démarche d'évaluation quantitative des risques sanitaires (EQRS) nécessite de disposer de variables humaines d'exposition (VHE) qui permettent de construire des modèles d'exposition tenant compte, autant que faire se peut, des caractéristiques individuelles de la population concernée. Les VHE sont utiles tant pour décrire les variables anthropométriques et physiologiques que les comportements et les habitudes locales. Elles peuvent concerner la durée et la fréquence d'exposition, représentées par le budget espace-temps (BET), la masse corporelle, la surface cutanée, le débit respiratoire, les habitudes de consommation alimentaire, l'ingestion de terre et poussières, l'allaitement ou encore la consommation d'aliments autoproduits. Ces données sont utiles non seulement en EQRS, mais également en épidémiologie.

De nombreuses initiatives ont eu pour objectif de rassembler les VHE disponibles en proposant, soit une valeur unique, telle une moyenne ou une médiane, soit l'ensemble de la distribution de probabilités dans la population concernée. Aux États-Unis, l'Exposure Factor Handbook (EFH) de l'United States Environmental Protection Agency (US EPA) est un des précurseurs dans le domaine. En France, des projets ont permis, soit de rassembler les données sur les nombreuses variables utiles (projet Ciblex), soit de décrire avec plus de précision une seule variable ; c'est le cas de la durée de résidence des Français dans leur logement et des données de consommation d'eau du robinet et de denrées alimentaires. Ces travaux doivent cependant être poursuivis, validés et mis à jour afin d'encourager leurs utilisations par les évaluateurs de risque en France.

Par ailleurs, la prise en compte des incertitudes via l'approche probabiliste en EQRS nécessite de disposer de distributions de probabilités des VHE. Or, si l'EFH a d'emblée proposé la description des VHE sous la forme de distribution de probabilités, le choix de quelques paramètres privilégiés de cette distribution, la moyenne et le percentile 95, a souvent été mis en avant. Il apparaît donc nécessaire de favoriser la construction des distributions de probabilités associées aux VHE.

1. Introduction

Depuis 2002, le Département santé environnement (DSE) de l'Institut de veille sanitaire (InVS) a contribué à renseigner un certain nombre de VHE telles que la masse corporelle (2007), le BET (2010), la consommation d'eau du robinet (2003), la quantité de terre et poussières ingérées par les enfants (2012) et la surface corporelle (2013). Ces VHE ont été construites à partir des données issues des travaux de différents organismes (l'Agence française de sécurité sanitaire des aliments (Afssa) et l'Institut national de la statistique et des études économiques (Insee) ou sont le résultat de synthèses bibliographiques. Certaines de ces variables présentent, en outre, l'intérêt de pouvoir être utilisées en EQRS mettant en œuvre une analyse probabiliste, en proposant des distributions de probabilités associées.

Afin d'apporter une plus grande visibilité concernant les données françaises disponibles et utilisables en EQRS, ce « mémo » dresse une présentation rapide des VHE renseignées par l'InVS. L'objectif n'est pas de reprendre en détail les travaux du DSE dans ce domaine, mais de rappeler l'existence de ces données et de les rendre plus facilement accessibles aux évaluateurs de risques lors de la construction de modèles d'expositions les plus proches possibles du contexte français. Il est nécessaire de préciser que les valeurs proposées dans ce document s'inscrivent parmi l'ensemble des données de VHE disponibles pour la France. Elles n'interfèrent pas sur les choix que les évaluateurs de risques sont amenés à effectuer en fonction des spécificités du contexte d'étude.

Après avoir rappelé brièvement le contexte de l'étude ayant conduit le DSE à construire ces VHE, ce mémo présente la méthode utilisée et les études sources retenues, puis indique les principaux résultats ainsi que les points forts et limites identifiés pour chacun des jeux de données. Les détails des résultats sont donnés en annexes.

La mise à disposition et la valorisation des différents travaux du DSE concernant les VHE s'inscrivent dans le programme de développement méthodologique de la démarche d'évaluation quantitative du risque sanitaire de l'InVS pour l'estimation de l'exposition.

2. Variables humaines d'exposition

2.1. Masse corporelle

2.1.1 Objectif de l'étude

La masse corporelle est une variable qui, en intervenant au dénominateur du calcul de la dose journalière d'exposition (DJE), influence l'intensité de l'exposition, exprimée en g/kg de masse corporelle par jour. Les données de masse corporelle des Français sont connues et bien documentées, mais aucune publication donnant la distribution de probabilité par sexe et classe d'âge n'était disponible. C'est dans l'objectif de proposer des distributions de la masse corporelle utilisables, en France, par les évaluateurs de risques dans une approche probabiliste de l'EQRS, que l'InVS a encadré un stage dont les résultats ont été publiés dans la revue *Environnement, Risques & Santé* en 2007 [1].

2.1.2 Méthode

Parmi l'ensemble des études françaises à l'occasion desquelles la masse corporelle a pu être renseignée, par sa mesure directe ou sur déclaration de l'enquêté, les auteurs ont sélectionné l'enquête décennale santé 2002-2003 menée par l'Insee afin d'établir les distributions de probabilités de la masse corporelle en fonction de l'âge et du sexe. Cette enquête, réalisée tous les 10 ans, concerne un large échantillon d'individus (34 944) couvrant toutes les classes d'âge et répond à la fois aux critères d'effectif et de représentativité requis.

2.1.3 Principaux résultats

Tous âges et sexes confondus, la masse corporelle moyenne est de 61 kg. Pour les adultes (18 ans et plus) la masse corporelle des hommes et des femmes est de 69,9 kg. La distribution théorique qui caractérise le mieux la distribution de la masse corporelle des Français en fonction de l'âge, est la distribution log-normale à trois paramètres (moyenne logarithmique, écart-type logarithmique, paramètre de seuil). Les distributions de la masse corporelle des dernières classes d'âge, hommes et femmes, ne peuvent cependant être ajustées par une loi log-normale : ce changement de loi s'explique par l'étalement de la queue de distribution aux extrémités.

Les statistiques descriptives et les distributions de probabilités de la masse corporelle par sexe et classe d'âge sont précisées en annexe 1. L'ensemble des détails et explications est donné dans l'article de Tanguy J, *et al.*, disponible sur le site de la revue *Environnement, Risques & Santé*.

2.1.4 Points forts et limites du jeu de données

Le travail mené permet de disposer de distributions de probabilités théoriques de la masse corporelle des Français pour mener une approche probabiliste dans le cadre de l'EQRS. Pour répondre à l'objectif fixé, les auteurs rappellent que le respect des critères d'effectif et de représentativité de l'échantillon tiré de la population française a été recherché. La proposition de données pour de nombreuses classes d'âge, pour les hommes, femmes, hommes et femmes réunis, permet, en outre, de traiter de nombreux scénarios d'EQRS.

La principale limite ici est l'utilisation de données déclarées et non mesurées. Une tendance à la sous-estimation de la masse corporelle est en effet constatée lorsque l'on interroge les enquêtés. Ce biais du « poids déclaré » ne prendrait pas la même ampleur chez les hommes que chez les femmes : les femmes ayant tendance à sous-estimer leur poids de façon plus importante.

Des apports complémentaires paraissent encore nécessaires : distributions plus détaillées pour certaines tranches d'âge (0-1 an par exemple), ou pour une catégorie particulière de la population (femmes enceintes). Enfin, l'augmentation de la prévalence de l'obésité depuis quelques années chez les Français, implique que les données de masse corporelle soient régulièrement réactualisées. Ainsi ces résultats ont une durée de vie limitée et devront être revus tous les 10 ans.

2.2. Budget espace-temps (BET)

2.2.1 Objectif de l'étude

L'exposition à différents polluants de l'air intérieur est aujourd'hui reconnue comme un facteur préoccupant de santé publique. Or, en EQRS, l'estimation de l'exposition individuelle passe par l'association des concentrations mesurées dans les différents milieux d'exposition et le temps passé dans chacun de ces milieux. Cette approche nécessite donc de disposer de données précises permettant de renseigner, pour la population étudiée, le temps moyen journalier ou le taux de pratique, associé à diverses activités et à leurs localisations (habitat, lieu de travail, intérieur, extérieur, etc.), appelé BET.

C'est dans ce cadre que l'Observatoire de la qualité de l'air intérieur (OQAI) a confié à l'InVS l'exploitation et l'analyse des données permettant d'estimer, d'une part, le BET de la population française et, d'autre part, l'exposition de la population au monoxyde de carbone, au benzène et au formaldéhyde. Les résultats de cette analyse ont été publiés par l'InVS [2] et sont disponibles sur le site internet : <http://www.invs.sante.fr>.

2.2.2 Méthode

La distribution du temps passé à l'intérieur du logement a été construite à partir des données collectées dans le cadre de la Campagne nationale de logements (CNL) menée entre 2003 et 2005. Cette campagne concerne 567 résidences principales dans lesquelles tous les occupants, soit 1 375 individus, ont été enquêtés pendant une semaine.

Les BET ont été collectés en utilisant un carnet semainier rempli par les occupants qui indiquaient le temps passé dans les différentes pièces du logement et hors du logement, durant la semaine d'enquête, selon un pas de temps de 10 minutes. Le temps passé hors du logement est pris dans son ensemble, il concerne à la fois les environnements extérieurs et intérieurs hors du logement (bureaux, transport, écoles, etc.).

2.2.3 Principaux résultats

Globalement, il ressort de cette étude qu'en moyenne, les Français passent 67,3 % de leur temps journalier au domicile principal. Il est à noter que ce pourcentage ne concerne pas le temps passé dans d'autres espaces intérieurs hors logement (bureaux, écoles, transport, etc.).

En moyenne sur la semaine, le temps passé à l'intérieur du domicile est de 16 heures et 10 minutes (médiane de 16 heures et 29 minutes) par jour. Un quart de la population passe plus de 18 heures et 50 minutes au domicile. En moyenne, les femmes passent 17 heures dans le logement et les hommes 15 heures et 12 minutes. Les enfants âgés entre 0 et 4 ans et les personnes âgées de 60 ans et plus sont les groupes d'âges qui restent le plus longtemps à l'intérieur du logement.

Le BET est significativement influencé par un certain nombre de facteurs : l'âge, le sexe, la région de résidence, la saison, le jour de la semaine et l'activité professionnelle. Les auteurs proposent également des valeurs de BET en fonction de l'heure de la journée. Les détails de ces résultats sont disponibles dans le rapport [2] et repris en annexe 2.

2.2.4 Points forts et limites du jeu de données

Cette étude a été réalisée auprès d'un échantillon représentatif de la population française et présente une complétude tant géographique que temporelle ; le BET peut être ainsi décrit sur une échelle nationale, sur une période incluant plusieurs saisons, pendant une semaine et dans chaque pièce du logement. Le taux de remplissage des BET dans les carnets semainiers est bon (91,8 %), ce qui permet de disposer d'une base de données de 1 272 112 pas de temps de 10 minutes pour lesquels le BET des sujets est renseigné. Enfin, ces données sont relativement récentes (2003-2005). Ce détail de connaissance permet ainsi d'envisager la construction de scénarios d'exposition appropriés, en fonction du contexte d'étude et des objectifs à atteindre.

Cependant, cette estimation ne concerne que le temps passé dans l'habitation principale, le temps passé dans d'autres environnements intérieurs n'étant pas considéré dans cette étude.

2.3. Consommation d'eau du robinet

2.3.1 Objectif de l'étude

Les données de consommation d'eau du robinet pour la boisson en France sont peu documentées et, dans la pratique, les évaluateurs de risque utilisent les valeurs de référence préconisées par l'US EPA et l'OMS, a priori peu adaptées au contexte français, marqué par une forte consommation d'eau embouteillée. L'InVS et l'Afssa ont souhaité utiliser les résultats de l'enquête individuelle et nationale sur les consommations alimentaires (Inca 1) menée en 1999, pour proposer des valeurs détaillées par âge, sexe et région, accompagnées des modèles de distribution statistique, de la consommation d'eau du robinet pour la population française. Les résultats de cette étude ont été publiés dans la revue *Environnement, Risque & Santé* [3].

2.3.2 Méthode

Au moment de la réalisation de l'étude, l'enquête Inca-1 constituait la seule source d'ampleur nationale sur la consommation d'eau du robinet pour la boisson, en distinguant, notamment, la consommation d'eau non chauffée de celle d'eau chauffée (thé, café). La consommation d'eau du robinet des enquêtés a été suivie pendant une semaine et renseignée à l'aide d'un carnet de consommation détaillé. Les périodes d'enquête se répartissent équitablement entre les saisons et l'échantillon est représentatif de la population française. Les personnes qualifiées de « sous-déclarantes » ont été écartées de l'échantillon pour l'étude. Au total, l'échantillon retenu comprend 1 809 individus.

L'analyse des résultats a été réalisée en deux étapes : la première concerne la proportion de consommateurs d'eau du robinet non chauffée pour la boisson ; la seconde concerne les volumes consommés par les consommateurs d'eau du robinet non chauffée et chauffée.

2.3.3 Principaux résultats

L'étude montre que parmi les individus retenus (1 809), 5,6 % déclarent ne pas consommer d'eau du robinet pour la boisson, ni directement, ni par l'intermédiaire de boissons chaudes (eau chauffée). Pour cette catégorie, la consommation totale d'autres types de boisson (eau embouteillée, boissons alcoolisées, jus de fruit et sodas) déclarée est de 5,6 L par semaine.

Parmi les consommateurs d'eau du robinet, chauffée ou non, la consommation hebdomadaire d'eau du robinet est en moyenne de 3,6 L (médiane égale à 2,9 L) pour une consommation totale de boisson égale à 7,1 L par semaine. La distribution de la consommation d'eau totale, exprimée en litres par semaine, peut être modélisée par une loi normale de paramètres $m = 1,27$ et $s = 1,22$. Les résultats concernant les consommateurs d'eau du robinet non chauffée exclusivement sont également donnés dans l'article [3].

L'analyse des résultats de l'enquête Inca-1 montre, par ailleurs, que la consommation d'eau du robinet est hétérogène entre les régions, avec une surconsommation observée dans le sud-ouest et surtout le sud-est (régions montagneuses) et une sous-consommation dans le nord (régions industrielles et agricoles). Les autres facteurs influençant la consommation d'eau du robinet ainsi que les valeurs de consommation détaillées par région, sexe et classe d'âge, sont présentés dans l'article, disponible sur le site de la revue *Environnement, Risques & Santé*. Les principaux résultats sont repris en annexe 3.

2.3.4 Points forts et limites du jeu de données

Les valeurs françaises de consommation d'eau issues de ce travail, ont été proposées dans la base de données Expofact.

Ces valeurs se démarquent nettement des valeurs de référence proposées par l'OMS : 14 L d'eau du robinet consommés contre 3,6 L ici. Cette différence s'explique par la vocation universelle de la valeur de l'OMS (différences de climat, richesse, etc.) et de son caractère conservatoire, en considérant l'eau du robinet comme unique source de boisson.

Ces données n'intègrent cependant pas l'eau incorporée aux aliments *via* la cuisson ou le lavage, pouvant représenter jusqu'à 25 % de l'eau du robinet ingérée. Enfin, les fluctuations de la qualité de l'eau distribuée localement peuvent être à l'origine de modifications du comportement des usagers. Ainsi, selon le contexte d'étude, des valeurs locales de consommation d'eau peuvent être préférées.

2.4. Ingestion de terre et poussières chez les enfants

2.4.1 Objectif de l'étude

Dans un projet commun, mené entre 2008 et 2010, l'InVS et l'Institut national de l'environnement industriel et des risques (Ineris) ont animé un groupe de travail (GT) ayant pour but de statuer sur l'estimation de la quantité de terre et de poussières ingérées quotidiennement chez les enfants de moins de 6 ans [4]. Ce paramètre est classiquement utilisé dans la démarche d'EQRS pour estimer l'exposition des populations, et plus particulièrement des enfants, dans le cadre de l'application de la politique des sites et sols pollués. Ce projet a permis de rassembler des personnes de différentes institutions afin de partager les réflexions et pratiques dans le domaine. Des recherches sur la biodisponibilité des polluants dans les sols et poussières ont par ailleurs été menées.

2.4.2 Méthode

Les travaux menés par le GT ont consisté en un état de lieux des données disponibles dans la littérature française et internationale et la proposition d'un jeu de données jugé le plus robuste. Les méthodes utilisées afin d'estimer les quantités de terre et poussières ingérées et les points forts et limites associés ont également été analysés. Le GT s'est attaché à répondre aux questions portant sur la prise en compte des poussières dans l'estimation de la quantité de sol ingéré, la robustesse de la méthode utilisée (méthode des traceurs et méthode « contact main-bouche ») et des données générées (résultats ayant fait l'objet d'une réanalyse), ainsi que l'identification des facteurs influençant les résultats.

2.4.3 Principaux résultats

L'examen de l'ensemble des études disponibles a conduit le GT à retenir les données générées par la réanalyse de Stanek, *et al.*, publiée en 2001¹. Il s'agit de la réanalyse d'une étude conduite en 1997, s'intéressant à l'ingestion de terre et poussières chez un échantillon aléatoire de 64 enfants, âgés de 1 à 4 ans et suivis pendant 7 jours, vivant à proximité d'un site pollué. Les auteurs précisent que ce choix est guidé par des critères liés au protocole de l'étude (méthode des traceurs), à la nature des ré-analyses successives et à l'expression des résultats sous forme de distribution. Cette étude présente également l'intérêt de considérer à la fois l'ingestion de terre et de poussières.

La distribution empirique proposée par Stanek en 2001 fournit une moyenne égale à 31 mg/j, une médiane à 24 mg/j et le percentile 95 à 91 mg/j. Le GT recommande l'utilisation de ces résultats en approche déterministe.

En approche probabiliste, le GT préconise soit l'utilisation de la distribution empirique publiée dans la réanalyse de Stanek (donnée en annexe 4), soit l'utilisation d'une distribution théorique ajustée aux données de l'étude de Stanek, tronquée entre 0 et 200 mg/j (tableau 1). En effet, la distribution de Stanek contient des valeurs négatives qui s'expliquent, expérimentalement, par des artefacts liés à la méthode des traceurs, mais qui ne peuvent être inclus dans le calcul de risque ; il n'est pas possible que les doses d'exposition soient négatives. Le GT propose ainsi d'utiliser pour le calcul de risque en approche probabiliste, une distribution log-normale ayant les paramètres suivants : moyenne 49,8 ; écart-type 29,4 et paramètre d'échelle -18,3 bornée entre 0 et 200 mg/j (dans le logiciel @Risk, utilisation de la fonction RiskLognorm (49,8 ; 29,4 ; RiskShift(-18,3)), ce qui peut générer à titre illustratif le résultat donné dans le tableau 1).

Cette fonction log-normale peut être représentée sous une forme plus traditionnelle utilisable dans @Risk (fonction RiskLognorm2) mais aussi dans d'autres logiciels statistiques tel que R (fonction rlnorm du package stat ou fonction mcstoc du package mc2d). Les paramètres à utiliser dans ce cas sont : moyenne 3,76 ; écart-type 0,55 avec bornes entre 18,3 et 218,3 mg/j. Pour revenir à l'échelle des données initiales, retrancher le paramètre d'échelle (-18,3) des valeurs simulées².

¹ 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;7:329-55.

² Sous R : mcstoc(rlnorm, type="V", meanlog=3.76, sdlog=0.55, rtrunc=TRUE, llnf=18.3, lsup=218.3) -18.3

I Tableau 1 I

Distribution de l'ingestion long-terme de terre issue de la distribution log-normale ajustée aux données publiées dans Stanek 2001. Les valeurs générées aléatoirement sont bornées entre 0 et 200 mg/j

Distribution bornée entre 0 et 200 mg/j	
Moyenne	32,9
Écart-type	27,4
Min	0,0252
Percentile 2.5	1,70
Percentile 10	6,06
Percentile 20	11,2
Percentile 25	13,5
Percentile 30	15,8
Percentile 40	20,8
Percentile 50	26,2
Percentile 60	32,2
Percentile 70	39,7
Percentile 75	44,7
Percentile 80	50,5
Percentile 90	67,8
Percentile 95	86,6
Percentile 97.5	106
Percentile 99	132
Max	198

2.4.4 Points forts et limites du jeu de données

La VHE liée à l'ingestion de terre et poussières chez les enfants, proposée par le GT, est présentée comme étant la valeur la plus robuste parmi celles proposées dans la littérature internationale. Cependant, l'étude dont sont issus ces résultats a été réalisée auprès d'une population d'enfants âgés entre 1 et 4 ans, résidant sur un site pollué. Il est donc possible que les parents et les enfants aient adopté des comportements influencés par ce contexte de pollution. Les auteurs précisent que l'analyse des données semble néanmoins tempérer le risque de sous-estimation des résultats. Par ailleurs, les résultats retenus par le GT ne sont pas applicables à l'ensemble des classes d'âge d'une population d'enfants (uniquement les enfants âgés entre 1 et 4 ans) et des adultes. Enfin, la distribution publiée dans la réanalyse de Stanek en 2001 est une distribution annualisée des quantités de terre et poussières ingérées par les enfants. Ainsi, les résultats proposés dans le rapport ne peuvent s'appliquer que dans le cadre d'exposition chronique d'au moins un an. Pour les expositions sub-chroniques (quelques jours à quelques semaines), le GT s'est appuyé sur les données de la littérature internationale et sur les théories possibilistes afin de proposer une distribution de possibilité avec l'encadrement suivant : noyau : 23 – 100 mg/j, support : 0 – 350 mg/j.

Par ailleurs, l'analyse de la littérature a montré qu'il était difficile de transposer à une situation particulière des données produites dans un contexte différent, du fait notamment des habitudes de vie, des comportements en fonction des lieux de résidence et des traditions culturelles. Il n'existe cependant pas à l'heure actuelle de données spécifiques aux comportements de la population française et de données pour lesquelles les variations annuelles, saisonnières et géographiques mais également les différences en fonction de l'âge, surtout entre 2 et 6 ans sont renseignées. De plus, le GT n'a pas souhaité se prononcer sur les quantités de terre ingérées par des enfants ayant des comportements particuliers appelés pica et géophagie. Néanmoins, les données disponibles dans ce domaine sont rares et mériteraient d'être renforcées.

Ainsi, si les valeurs proposées par l'InVS et l'Ineris peuvent être utilisées dans un contexte d'évaluation des risques sanitaires, selon le contexte d'étude, d'autres données pourront être retenues (particularités concernant l'âge des enfants, leur condition d'exposition, etc.).

2.5. Surface corporelle

2.5.1 Objectif de l'étude

La surface corporelle est une variable amenée à être utilisée en évaluation des risques sanitaires dès lors qu'une exposition par contact cutané est étudiée. Aucune étude spécifique à la population française n'est disponible et seules des données étrangères (américaines, néerlandaises, etc.) sont utilisables. En 2012, le DSE a produit une estimation de la distribution de la surface corporelle de la population française afin de répondre aux besoins des évaluateurs de risques. Les résultats ont fait l'objet d'une publication dans la revue Environnement, Risques & Santé en 2013 [5].

2.5.2 Méthode

Une recherche bibliographique a montré que les techniques mises en œuvre pour mesurer la surface corporelle (moulage, scanner, etc.) sont complexes et nécessitent des moyens logistiques importants. Si des techniques de mesurage des mensurations de la population française par scanner ont récemment été utilisées en France par l'IFTH (industrie française du textile et de l'habillement), il n'a pas été possible d'extraire les surfaces corporelles des scanners 3D, étant donné que cette mesure n'était pas prévue initialement. De ce fait, des équations issues de la littérature internationale ont été utilisées afin d'estimer la distribution de cette surface, à partir de données de masse corporelle et de taille spécifiques de la population française.

Les équations disponibles ont été recensées puis hiérarchisées selon leur pertinence pour estimer la surface corporelle des Français. Les critères de hiérarchisation appliqués concernaient la population étudiée, l'effectif et les méthodes statistiques appliquées pour construire les équations.

Les distributions de probabilités de la surface corporelle ont ensuite été ajustées aux données estimées en fonction de la masse corporelle et de la taille de la population française. Les données de masse corporelle et de taille de la population française utilisées dans ces équations, sont issues de deux enquêtes nationales : l'enquête nationale nutrition-santé (ENNS) pour la population âgée de 3 à 74 ans et les données issues des certificats de santé des 8^e jour, 9^e mois et 24^e mois. Le choix de ces données sources garantit la représentativité des échantillons tirés de la population française.

2.5.3 Principaux résultats

Après analyse des équations disponibles dans la littérature, les équations développées par Tikuisis en 2001³ à partir de mesures par scanners, ont été sélectionnées pour les adultes. Pour les enfants et jeunes adultes de moins de 18 ans, l'équation de Gehan et Georges⁴ a été retenue. Elle s'appuie sur des données issues de la littérature auxquelles a été appliquée la méthode des moindres carrés. Ces choix reposent sur des critères d'effectifs sur lesquels sont basées ces équations (respectivement 641 et 401), de population (nord-américaine proche, en termes de caractéristiques anthropométriques, de la population française) et de méthodologie (mesure et méthode statistique).

La médiane de la surface corporelle de la population française a été estimée à :

- 1,82 m² pour les adultes (18-74 ans) (1,92 m² pour les hommes et 1,70 m² pour les femmes) ;
- 1,70 m² pour les adolescents entre 15-17 ans (1,77 m² pour les garçons et 1,62 m² pour les filles) ;
- 1,08 m² pour les enfants entre 3 à 14 ans (plusieurs classes d'âges ont été calculées) ;
- 0,56 m² pour les enfants de 24 mois ;
- 0,23 m² pour les nourrissons à 8 jours.

C'est la distribution log-normale qui permet le meilleur ajustement des données de distribution de la surface corporelle pour quasiment toutes les classes d'âge (excepté les 9 mois, 24 mois et 11-14 ans pour lesquelles c'est une distribution normale).

³ Tikuisis P, Meunier P, Jubenville CE. Human body surface area: measurement and prediction using three dimensional body scans. Eur J Appl Physiol 2001;85(3-4):264-71.

⁴ Gehan EA, George SL. Estimation of human body surface area from height and weight. Cancer chemotherapy reports 1970;54(4):225-35.

Les statistiques descriptives et les distributions de probabilités de la surface corporelle par sexe et classe d'âges sont précisées en annexe 5. L'ensemble des détails et explications est donné dans l'article de Sabaterie N, *et al.*, disponible dans la revue Environnement, Risques & Santé.

2.5.4 Points forts et limites du jeu de données

Ce travail permet de disposer de distributions de probabilités, jusque-là manquantes, de la surface corporelle des Français.

L'association entre la surface corporelle et la masse corporelle a été prise en compte grâce au calcul du coefficient de corrélation des rangs de Spearman, et permet de traduire le fait que les personnes ayant une masse corporelle plus élevée ont également une surface corporelle plus importante. Ce coefficient permet à l'évaluateur de risque de tenir compte de cette association lors de simulations menées au moyen de la méthode de Monte-Carlo. Par ailleurs, la surface corporelle totale étant rarement utilisée en évaluation de risques, quelques proportions de surface corporelle des différentes parties du corps, issues des travaux de Boniol, *et al.*⁵, peuvent être couplées à la surface totale estimée pour n'utiliser que les surfaces corporelles qui seraient réellement exposées.

La principale limite de ces données est l'utilisation d'équations de surface corporelle, construites à partir de données issues de la population nord-américaine, plutôt que de mesures directes. Des mesures de surface corporelle pourraient être envisagées dans les années à venir, grâce à l'utilisation de scanners 3D, et permettraient éventuellement de construire une équation spécifiquement adaptée à la population française.

Au vu de l'évolution actuelle des données de mensurations des Français, les données de masse et de surface corporelles devront être régulièrement réactualisées.

⁵ Boniol M, Verriest J-P, Pedoux R, Doré J-F. Proportion of Skin Surface Area of Children and Young Adults from 2 to 18 Years Old. *Journal of Investigative Dermatology* 2007;128:461-4.

3. Perspectives

Le DSE a souhaité rassembler dans un même document les VHE qu'il a renseignées au travers des différents projets menés depuis 2003. Ces données peuvent être utilisées à des fins d'estimation de l'exposition de la population française dans le cadre des EQRS *via* une approche déterministe ou *via* une approche probabiliste (pour certaines d'entre elles).

Ce document est amené à être régulièrement mis à jour en fonction des données VHE que le DSE pourrait être amené à construire ou à développer dans les années à venir.

La dernière mise à jour date de janvier 2015.

Références bibliographiques

[1] Tanguy J, Zeghnoun A, Dor F. Description de la masse corporelle en fonction du sexe et de l'âge dans la population française. Environnement, Risques & Santé 2007 ; vol. 6, n°3 : 179-87.

[2] Zeghnoun A, Dor F. Description du budget espace-temps et estimation de l'exposition de la population française dans son logement. Saint-Maurice : InVS, octobre 2010, 37 p. Disponible sur : www.invs.sante.fr

[3] Beaudeau P, Zeghnoun A, Ledrans M, Volatier J. Consommation d'eau du robinet pour la boisson en France métropolitaine : résultats tirés de l'enquête alimentaire Inca-1. Environnement, Risques & Santé 2003 ; vol. 2, n°3 : 147-58.

[4] 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. InVS, Ineris, Septembre 2012, 88p.

[5] Tanguy J. Définition de distributions statistiques de la masse corporelle dans la population française en 2002/2003. Rapport de stage Master 1 de sciences de la vie et de la santé-mention santé publique. Université Victor Segalen Bordeaux 2, Isped, InVS. 2005.

[6] Sabaterie N, Kairo C, Zeghnoun A. La surface corporelle de la population française : proposition d'une distribution pour l'évaluation des risques sanitaires. Environnement, Risques & Santé 2013 ; vol. 12, n°5 : 397-407.

Annexe 1 - Masse corporelle : données détaillées

I Tableau 1 I

Effectifs par sexe et classes d'âge

Classe d'âge (années)	Effectif hommes	Effectif femmes	Total
0	208	212	420
1	225	239	464
2	239	246	485
3	244	240	484
4	245	231	476
5	232	217	449
6	250	237	487
7	235	213	448
8	224	215	439
9	240	240	480
10	245	224	469
11	264	233	497
12	261	258	519
13	299	244	543
14	257	230	487
15	255	260	515
16	291	244	535
17	249	242	491
18	235	213	448
19	171	188	359
[20;24]	950	951	1 901
[25;29]	945	929	1 874
[30;34]	1 118	1 182	2 300
[35;39]	1 202	1 365	2 567
[40;44]	1 291	1 361	2 652
[45;49]	1 161	1 372	2 533
[50;54]	1 286	1 297	2 583
[55;59]	966	1 058	2 024
[60;64]	740	864	1 604
[65;69]	746	850	1 596
[70;74]	645	800	1 445
[75;79]	466	624	1 090
[80;84]	287	429	716
[85 et +]	134	226	360
TOTAL	16 806	17 934	34 740

I Tableau 2 I

Statistiques descriptives de la masse corporelle déclarée des femmes (en kilogrammes)

Classe d'âge (années)	Moyenne	Écart-type	p25	p50	p75	p95	Min	Max	P* (en %)
0	7,4	1,8	6,0	7,0	9,0	10,0	3,0	13,0	1,18
1	10,8	1,5	10,0	11,0	12,0	14,0	7,0	16,0	1,33
2	13,4	2,4	12,0	13,0	14,0	18,0	8,0	25,0	1,37
3	15,5	2,5	14,0	15,0	17,0	20,0	10,0	29,0	1,34
4	17,5	2,7	16,0	17,0	19,0	23,0	12,0	29,0	1,29
5	19,7	3,4	17,0	19,0	22,0	26,0	11,0	32,0	1,21
6	22,3	4,1	20,0	22,0	25,0	30,0	13,0	40,0	1,32
7	25,0	4,4	22,0	24,5	27,0	33,0	15,0	42,0	1,19
8	28,7	5,9	25,0	28,0	32,0	39,0	17,0	60,0	1,20
9	32,2	7,0	27,5	31,0	36,0	45,0	20,0	62,0	1,34
10	34,3	7,1	30,0	33,0	39,5	46,0	20,0	63,0	1,25
11	39,9	9,0	33,0	40,0	45,0	56,0	18,0	80,0	1,30
12	45,1	10,0	38,0	45,0	50,0	61,0	22,0	95,0	1,44
13	50,3	10,0	44,0	49,0	55,0	69,0	32,0	100,0	1,36
14	51,8	8,6	46,0	50,0	57,0	66,0	32,0	82,0	1,28
15	54,0	9,3	48,0	52,0	58,0	73,0	36,0	90,0	1,45
16	55,7	11,0	49,0	54,0	58,5	77,0	40,0	110,0	1,36
17	57,0	9,3	50,0	55,0	60,0	75,0	40,0	103,0	1,35
18	56,3	9,4	50,0	55,0	60,0	73,0	38,0	98,0	1,19
19	58,7	10,9	52,0	56,0	63,0	80,0	39,0	110,0	1,05
[20;24]	58,7	10,7	52,0	57,0	63,0	80,0	30,0	122,0	5,30
[25;29]	60,9	11,6	53,0	59,0	66,0	84,0	38,0	125,0	5,18
[30;34]	61,8	11,8	54,0	60,0	68,0	85,0	40,0	133,0	6,59
[35;39]	62,3	11,7	54,0	60,0	68,0	85,0	40,0	130,0	7,61
[40;44]	63,1	12,5	55,0	60,0	69,0	87,0	38,0	150,0	7,59
[45;49]	63,8	13,0	55,0	61,5	70,0	89,0	30,0	140,0	7,65
[50;54]	64,8	12,5	56,0	62,0	72,0	88,0	40,0	131,0	7,23
[55;59]	66,1	13,0	57,0	64,0	73,0	90,0	33,0	140,0	5,90
[60;64]	66,1	12,4	58,0	64,0	73,0	90,0	41,0	124,0	4,82
[65;69]	66,8	12,5	59,0	65,0	75,0	89,0	34,0	130,0	4,74
[70;74]	65,9	12,4	57,0	65,0	74,0	89,0	37,0	128,0	4,46
[75;79]	65,2	12,4	56,0	64,0	72,0	88,0	37,0	110,0	3,48
[80;84]	62,3	11,6	55,0	60,0	70,0	84,0	37,0	98,0	2,39
[85 et +]	57,6	10,9	50,0	56,0	65,0	76,0	30,0	95,0	1,26

Source : enquête décennale santé Insee 2002/2003 (n=17 934)

* Les pondérations tiennent compte de la structure d'âge dans l'échantillon :

$$P_i = \frac{n_i}{\sum_{i=1}^m n_i}, \text{ m est le nombre de classes d'âge, } n_i \text{ l'effectif de la classe d'âge i. Pour la classe d'âge 0 :}$$

$$P = 212/17934 = 1,18 \%$$

I Tableau 3 I

Statistiques descriptives de la masse corporelle déclarée des hommes (en kilogrammes)

Classe d'âge (années)	Moyenne	Écart-type	p25	p50	p75	p95	Min	Max	P (en %)
0	7,8	2,1	6,0	8,0	9,0	11,0	3,0	14,0	1,24
1	11,7	1,6	11,0	12,0	13,0	15,0	7,0	16,0	1,34
2	13,7	1,7	13,0	14,0	15,0	17,0	10,0	19,0	1,42
3	15,6	2,2	14,0	15,0	17,0	19,0	9,0	26,0	1,45
4	18,1	2,9	16,0	18,0	20,0	22,0	12,0	30,0	1,46
5	20,6	4,2	18,0	20,0	22,0	28,0	12,0	42,0	1,38
6	22,8	4,0	20,0	22,0	25,0	30,0	13,0	35,0	1,49
7	25,7	4,5	22,0	25,0	28,0	34,0	16,0	42,0	1,40
8	28,9	5,5	25,0	28,0	32,0	40,0	16,0	49,0	1,33
9	32,0	6,0	28,0	31,0	35,0	42,0	19,0	60,0	1,43
10	35,2	7,6	30,0	34,0	39,0	50,0	20,0	65,0	1,46
11	40,1	8,8	34,0	38,0	45,0	58,0	25,0	72,0	1,57
12	44,8	10,3	37,0	44,0	52,0	64,0	26,0	78,0	1,55
13	48,9	10,8	42,0	48,0	55,0	69,0	25,0	103,0	1,78
14	56,6	12,5	49,0	55,0	64,0	80,0	30,0	106,0	1,53
15	61,5	11,7	55,0	61,0	67,5	82,0	28,0	108,0	1,52
16	64,8	9,6	58,0	65,0	70,0	83,0	38,0	100,0	1,73
17	66,8	10,0	60,0	65,0	72,0	85,0	46,0	110,0	1,48
18	68,7	10,5	60,0	68,0	75,0	90,0	40,0	100,0	1,40
19	69,7	14,0	62,5	68,0	74,0	90,0	36,0	180,0	1,02
[20;24]	71,2	11,1	64,0	70,0	77,0	92,0	43,0	120,0	5,65
[25;29]	75,0	12,2	67,0	74,0	81,0	96,0	42,0	143,0	5,62
[30;34]	77,0	12,8	69,0	75,0	83,0	100,0	45,0	180,0	6,65
[35;39]	77,3	12,5	70,0	76,0	84,0	100,0	47,0	145,0	7,15
[40;44]	78,2	12,0	70,0	76,0	85,0	100,0	48,0	150,0	7,68
[45;49]	79,4	12,6	70,0	78,0	86,0	103,0	47,0	143,0	6,91
[50;54]	79,8	12,8	70,0	78,0	87,0	101,0	42,0	147,0	7,65
[55;59]	79,9	12,6	72,0	79,0	87,0	102,0	45,0	135,0	5,75
[60;64]	79,0	12,0	70,0	78,0	85,0	100,0	53,0	135,0	4,40
[65;69]	78,7	11,7	70,0	78,0	86,0	99,0	42,0	130,0	4,44
[70;74]	78,4	11,7	70,0	78,0	85,0	100,0	52,0	130,0	3,84
[75;79]	76,3	11,6	69,0	75,0	83,0	96,0	43,0	122,0	2,77
[80;84]	75,1	11,8	68,0	75,0	82,0	93,0	46,0	130,0	1,71
[85 et +]	69,9	11,1	63,0	70,0	78,0	88,0	40,0	100,0	0,80

Source : enquête décennale santé Insee 2002/2003 (n=16 806)

I Tableau 4 I

Statistiques descriptives de la masse corporelle déclarée (hommes + femmes) en kilogrammes

Classe d'âge (années)	Moyenne	Écart-type	p25	p50	p75	p95	Min	Max	P
0	7,6	2,0	6,0	8,0	9,0	10,0	3,0	14,0	1,21
1	11,2	1,6	10,0	11,0	12,0	14,0	7,0	16,0	1,33
2	13,6	2,1	12,0	13,0	15,0	17,0	8,0	25,0	1,40
3	15,5	2,3	14,0	15,0	17,0	20,0	9,0	29,0	1,39
4	17,8	2,8	16,0	17,0	20,0	22,0	12,0	30,0	1,37
5	20,1	3,8	18,0	20,0	22,0	27,0	11,0	42,0	1,29
6	22,6	4,0	20,0	22,0	25,0	30,0	13,0	40,0	1,40
7	25,3	4,5	22,0	25,0	28,0	34,0	15,0	42,0	1,30
8	28,8	5,7	25,0	28,0	32,0	40,0	16,0	60,0	1,26
9	32,1	6,5	28,0	31,0	35,0	44,0	19,0	62,0	1,38
10	34,8	7,4	30,0	33,0	39,0	49,0	20,0	65,0	1,35
11	40,0	8,9	34,0	39,0	45,0	58,0	18,0	80,0	1,43
12	44,9	10,1	38,0	44,0	50,5	63,0	22,0	95,0	1,50
13	49,5	10,5	42,0	48,0	55,0	69,0	25,0	103,0	1,56
14	54,3	11,1	47,0	53,0	60,0	75,0	30,0	106,0	1,40
15	57,7	11,2	50,0	56,0	64,0	80,0	28,0	108,0	1,49
16	60,7	11,2	52,0	59,0	67,0	82,0	38,0	110,0	1,54
17	62,0	10,8	54,0	60,0	68,0	83,0	40,0	110,0	1,41
18	62,8	11,7	55,0	61,0	70,0	85,0	38,0	100,0	1,29
19	63,9	13,6	55,0	62,0	70,0	87,0	36,0	180,0	1,04
[20;24]	65,0	12,6	56,0	64,0	72,0	88,0	30,0	122,0	5,47
[25;29]	68,0	13,8	58,0	67,0	76,0	92,0	38,0	143,0	5,39
[30;34]	69,2	14,4	59,0	68,0	78,0	95,0	40,0	180,0	6,62
[35;39]	69,3	14,2	59,0	68,0	78,0	95,0	40,0	145,0	7,39
[40;44]	70,4	14,4	60,0	70,0	80,0	95,0	38,0	150,0	7,64
[45;49]	70,9	15,0	60,0	70,0	80,0	98,0	30,0	143,0	7,29
[50;54]	72,3	14,7	61,0	71,0	81,0	98,0	40,0	147,0	7,43
[55;59]	72,7	14,5	62,0	72,0	82,0	98,0	33,0	140,0	5,83
[60;64]	72,1	13,8	62,0	70,0	80,0	95,0	41,0	135,0	4,62
[65;69]	72,4	13,5	63,0	72,0	80,0	95,0	34,0	130,0	4,59
[70;74]	71,5	13,6	62,0	70,0	80,0	95,0	37,0	130,0	4,16
[75;79]	70,0	13,3	60,0	70,0	78,0	94,0	37,0	122,0	3,13
[80;84]	67,4	13,2	58,0	67,0	76,0	89,0	37,0	130,0	2,06
[85 et +]	62,2	12,5	53,0	62,0	70,0	85,0	30,0	100,0	1,04

Source : enquête décennale santé Insee 2002/2003 (n=34 740)
Avec P : poids de la tranche d'âge par rapport à la totalité

Calcul des statistiques pour d'autres classes d'âge

Le calcul de la moyenne et de la variance d'une classe d'âge qui n'apparaît pas dans les tableaux ci-dessus, par exemple réunissant plusieurs classes d'âge, peut se faire de la façon suivante :

Pour la moyenne, calcul d'une moyenne pondérée : $\bar{x} = \frac{\bar{x}_1 \times P_1 + \dots + \bar{x}_i \times P_i + \dots + \bar{x}_m \times P_m}{P_1 + \dots + P_i + \dots + P_m}$

$\bar{x}$ est la moyenne pondérée des classes d'âge réunies

$\bar{x}_i$ est la moyenne de la classe d'âge i

P_i est la pondération pour la classe d'âge i (voir dernière colonne des tableaux)

m est le nombre de classes à réunir

Pour la variance, il faut tenir compte de la formule de décomposition de la variance en variance intra et interclasses :

$$\text{var}(x) = \frac{[P_1 v(x_1) + \dots + P_i v(x_i) + \dots + P_m v(x_m)] + [P_1 (\bar{x}_1 - \bar{x})^2 + \dots + P_i (\bar{x}_i - \bar{x})^2 + \dots + P_m (\bar{x}_m - \bar{x})^2]}{P_1 + \dots + P_i + \dots + P_m}$$

$\text{var}(x)$ est la variance des classes d'âge réunies, $v(x_i)$ la variance de la classe d'âge i.

Exemple :

**Homme +
Femme**

Classe d'âge (années)	Moy_i	E-Type_i	P_i	Moy_i * P_i	Var_i * P_i + (Moy_i - Moy_C)^2 * P_i
0	7,6	2	1,21	9,20	82,59
1	11,2	1,6	1,33	14,90	29,34
2	13,6	2,1	1,40	19,04	11,86
3	15,5	2,3	1,39	21,55	7,37
4	17,8	2,8	1,37	24,39	17,28
5	20,1	3,8	1,29	25,93	44,57
6	22,6	4	1,40	31,64	90,69
TOTAL 0-6 ans			9,39	146,63	283,69

Var_i = E-Type_i * E-Type_i

	Moy_C	Écart-type
0-6 ans	15,62 (=146,63/9,39)	5,50 (=283,69/9,39)

I Tableau 5 I

Distributions de probabilités théoriques de la masse corporelle déclarée des hommes selon l'âge

Classe d'âge (années)	Loi	Paramètres		
	Normale	μ	σ	
	Gauss inverse	μ	λ	θ
	Log Normale	$\mu_{\ln x}$	$\sigma_{\ln x}$	θ
0	Log Normale	4,491	0,023	-81,433
1	Log Normale	3,973	0,031	-41,471
2	Log Normale	2,418	0,153	2,338
3	Log Normale	3,968	0,039	-37,371
4	Log Normale	2,684	0,172	2,997
5	Log Normale	2,544	0,275	7,188
6	Log Normale	2,917	0,208	3,879
7	Log Normale	2,855	0,25	7,741
8	Log Normale	3,066	0,238	6,695
9	Log Normale	3,229	0,211	5,958
10	Log Normale	3,102	0,303	11,816
11	Log Normale	2,953	0,395	19,148
12	Log Normale	3,407	0,324	13,028
13	Log Normale	4,055	0,167	-10,091
14	Log Normale	3,675	0,295	15,366
15	Log Normale	4,413	0,133	-21,771
16	Log Normale	4,071	0,159	5,443
17	Log Normale	3,907	0,187	15,992
18	Log Normale	4,196	0,154	1,495
19	Log Normale	3,919	0,207	17,754
[20;24]	Log Normale	3,78	0,239	26,088
[25;29]	Log Normale	3,898	0,231	24,302
[30;34]	Log Normale	3,889	0,236	26,553
[35;39]	Log Normale	4,006	0,215	21,053
[40;44]	Log Normale	3,986	0,212	23,075
[45;49]	Log Normale	4,126	0,195	16,217
[50;54]	Log Normale	4,403	0,151	-2,89
[55;59]	Log Normale	4,235	0,174	9,791
[60;64]	Log Normale	4,066	0,198	19,57
[65;69]	Log Normale	4,609	0,115	-22,296
[70;74]	Log Normale	4,358	0,143	-0,698
[75;79]	Gauss inverse	132,826	18451,082	-56,679
[80;84]	Gauss inverse	144,685	26556,794	-70,097
[84 et plus]	Normale	70,142	10,826	

Note : Ces distributions de probabilité peuvent être générées en utilisant Excel, @Risk ou d'autres logiciels. À titre d'exemple, sous Excel : LOI.LOGNORMALE.INVERSE(ALEA(); $\mu_{\ln x}$; $\sigma_{\ln x}$) + θ , ou @Risk : RiskLognorm2($\mu_{\ln x}$; $\sigma_{\ln x}$; RiskShift(θ)).

I Tableau 6 I

Distributions de probabilités théoriques de la masse corporelle déclarée des femmes selon l'âge

Classe d'âge (années)	Loi	Paramètres		
	Bêta Générale Log Normale	a1 a2 $\mu_{\ln x}$	$\sigma_{\ln x}$	min max θ
0	Log Normale	4,117	0,03	-54,069
1	Log Normale	2,367	0,141	0,056
2	Log Normale	1,876	0,29	6,443
3	Log Normale	2,237	0,235	5,792
4	Log Normale	2,561	0,193	4,324
5	Log Normale	2,995	0,163	-0,649
6	Log Normale	2,795	0,227	5,456
7	Log Normale	2,783	0,249	8,194
8	Log Normale	3,367	0,187	-0,986
9	Log Normale	3,303	0,217	3,957
10	Log Normale	3,253	0,238	7,304
11	Log Normale	4,008	0,154	-16,007
12	Log Normale	4,363	0,111	-34,445
13	Log Normale	3,645	0,214	10,351
14	Log Normale	3,993	0,145	-3,356
15	Log Normale	3,353	0,272	23,804
16	Log Normale	3,192	0,327	29,059
17	Log Normale	3,115	0,33	32,734
18	Log Normale	3,635	0,2	16,944
19	Log Normale	3,327	0,333	28,973
[20;24]	Log Normale	3,276	0,345	30,526
[25;29]	Log Normale	3,315	0,365	31,425
[30;34]	Log Normale	3,367	0,355	30,802
[35;39]	Log Normale	3,416	0,344	29,966
[40;44]	Log Normale	3,456	0,35	29,311
[45;49]	Log Normale	3,571	0,326	26,2
[50;54]	Log Normale	3,593	0,308	26,468
[55;59]	Log Normale	3,787	0,27	20,224
[60;64]	Log Normale	3,712	0,281	23,486
[65;69]	Log Normale	4,476	0,138	-22,06
[70;74]	Log Normale	4,046	0,207	7,385
[75;79]	Log Normale	4,082	0,198	4,576
[80;84]	Log Normale	4,203	0,17	-5,568
[84 et plus]	Bêta Générale	11,364		12,924
		22,658		146,07

Note : Ces distributions de probabilité peuvent être générées en utilisant Excel, @Risk ou d'autres logiciels. À titre d'exemple, sous Excel : $LOI.LOGNORMALE.INVERSE(ALEA(); \mu_{\ln x}; \sigma_{\ln x}) + \theta$, ou @Risk : RiskLognorm2($\mu_{\ln x}; \sigma_{\ln x}; RiskShift(\theta)$).

Générer une distribution pour un adulte ou pour d'autres classes d'âge

Bien que la distribution de la masse corporelle soit fonction du sexe, en tout cas pour les adultes, il semble nécessaire, pour l'EQRS, de renseigner ces distributions pour un adulte quel que soit le sexe. Il est proposé de combiner les résultats des tableaux 4 et 5 pour produire une telle distribution. Par exemple, pour générer la distribution (10 000 itérations) d'un adulte âgé entre 20 et 24 ans, on procède de la façon suivante :

- générer 5 000 itérations dans la distribution des femmes âgées entre 20 et 24 ans ;
- générer 5 000 itérations dans la distribution des hommes âgés entre 20 et 24 ans ;
- combiner les deux échantillons.

On peut également rééchantillonner des valeurs de la distribution combinée.

Faire la même chose pour générer une distribution d'une classe d'âge qui n'apparaît pas dans le tableau, par exemple 0-6 ans quel que soit le sexe. Calculer le poids de chaque classe d'âge et le ventiler sur les 10 000 itérations : générer 637 itérations dans la distribution des garçons de moins d'un an, générer 648 itérations dans la distribution des filles de moins d'un an, etc. Ensuite combiner ces distributions.

Classe d'âge (années)	Effectif hommes (% hommes)	Effectif femmes (% femmes)	Effectif total (% total)	Hommes	Femmes
0	208 (12,7)	212 (13,1)	420 (12,9)	637	648
1	225 (13,7)	239 (14,7)	464 (14,2)	689	731
2	239 (14,5)	246 (15,2)	485 (14,9)	732	753
3	244 (14,9)	240 (14,8)	484 (14,8)	747	736
4	245 (14,9)	231 (14,3)	476 (14,6)	751	709
5	232 (14,1)	217 (13,4)	449 (13,8)	711	665
6	250 (15,2)	237 (14,6)	487 (14,9)	766	725
Total	1 643 (50,3)	1 621 (49,7)	3 264 (100,0)	5 033	4 967

Annexe 2 – Budget espace-temps : données détaillées

I Tableau 7 I

Caractéristiques de la population

	Effectif	Pourcentage pondéré (%)	Écart-type du pourcentage
Sexe			
Hommes	669	48,0	1,7
Femmes	706	52,1	1,7
Classe d'âge (années)			
[0;4]	80	5,4	1,0
[5;9]	115	7,8	1,1
[10;14]	114	5,3	1,0
[15;19]	107	5,8	0,8
[20;29]	154	13,0	1,7
[30;39]	184	14,0	1,4
[40;49]	242	15,9	1,3
[50;59]	195	13,5	2,0
[60 et +]	184	19,4	2,6
Occupation actuelle			
Exercent une profession	595	42,4	2,2
Chômeurs	53	4,5	0,9
Étudiants	397	23,4	2,1
Retraités	206	21,0	2,6
Au foyer/Inactifs	124	8,7	1,3
Structure des ménages			
Personne seule	94	14,7	2,9
Familles monoparentales	109	9,4	2,3
Couples	1 167	75,5	3,3
Autres ménages sans famille	5	0,4	0,3
Grandes régions			
Région parisienne	305	19,2	3,0
Bassin parisien	274	24,2	5,2
Nord	108	8,6	5,1
Est	83	6,3	5,3
Ouest	177	11,1	2,8
Sud-Ouest	115	10,3	1,8
Centre-Est	218	11,9	4,0
Méditerranée	95	8,4	3,3

I Tableau 8 I

Distribution du budget espace-temps pour les hommes et femmes en fonction des classes d'âge et des occupations professionnelles (en heures par jour, lissé sur la semaine)

		Moyenne arithmétique	Écart-type	p25	p50	p75	p95
Ensemble de la population		16,2	0,2	13,7	16,7	20	23,6
Hommes		15,2	0,3	12,7	15,7	19	23
Femmes		17,0	0,2	14,5	17,7	20,8	24
Classe d'âge (années)							
Hommes	[0;4]	17,2	0,6	15,4	18,0	20,5	23,4
	[5;9]	14,1	1,3	13,0	15,2	17,7	22,0
	[10;14]	15,7	0,5	14,0	15,8	18,5	22,6
	[15;19]	14,4	1,1	11,9	14,9	17,9	22,2
	[20;29]	14,6	0,7	12,0	15,0	18,5	23,1
	[30;39]	14,3	0,6	12,0	14,4	17,7	22,0
	[40;49]	15,1	0,5	12,2	14,5	19,0	23,0
	[50;59]	14,4	0,6	12,5	14,6	17,5	22,0
	[60 et +]	17,1	0,9	15,6	18,1	21,0	23,3
Femmes	[0;4]	17,8	0,8	15,5	17,8	21,3	24,0
	[5;9]	16,2	0,5	14,5	16,2	18,4	22,5
	[10;14]	15,1	0,8	13,6	15,5	18,5	23,7
	[15;19]	14,7	0,7	12,0	15,0	18,4	23,5
	[20;29]	15,2	0,9	13,0	15,8	20,0	24,0
	[30;39]	17,2	0,4	14,5	17,2	20,7	24,0
	[40;49]	17,0	0,4	14,0	17,4	20,5	23,7
	[50;59]	17,1	0,6	14,6	17,7	20,5	23,5
	[60 et +]	19,2	0,3	17,6	20,0	22,0	24,0
Occupation actuelle							
Exercent une profession		15,2	0,3	12,5	15	18,8	23
Étudiants		15,3	0,4	13,5	15,7	18,5	23
Chômeurs		16,8	1,2	15,3	18,1	20,9	23,3
Retraités		18,3	0,4	16,5	19	21,5	24
Au foyer/Inactifs		18,1	0,4	16,2	19	21,3	24

I Tableau 9 I

Temps à l'intérieur du logement en fonction des variables temporelles (en heures par jour)

	Moyenne arithmétique	Écart-type	p25	p50	p75	p95
Jours de la semaine						
Lundi	16,1	0,3	13,7	16,1	19,8	23,4
Mardi	15,9	0,3	13,5	15,9	19,5	23,3
Mercredi	16,5	0,3	13,8	16,8	20,1	23,3
Jeudi	16,1	0,3	13,4	16,2	19,8	23,3
Vendredi	15,7	0,3	13,0	15,9	19,5	23,1
Samedi	16,3	0,4	14,0	17,3	20,5	23,8
Dimanche	16,6	0,3	14,4	17,8	20,9	24,0
Type du jour						
Jours ouvrés	16,1	0,2	13,5	16,2	19,8	23,3
Week-end	16,4	0,3	14,1	17,5	20,7	24,0
Sans distinction	16,2	0,2	13,7	16,7	20	23,6
Saison						
Automne	16,4	0,2	13,7	16,8	20,2	23,5
Été	15,7	0,4	13,0	15,9	19,3	23,3
Hiver	16,9	0,4	14,5	17,6	20,5	23,8
Printemps	15,9	0,4	13,5	16,5	20,0	23,6

Min=0, max=24h, été=juin-août, hiver=décembre-février, printemps=mars-mai, automne=septembre-novembre.

I Tableau 10 I

Temps passé à l'intérieur du logement en fonction de la zone d'études et d'aménagement du territoire et de la saison (en heures par jour)

	Grandes régions	Moyenne	Écart-type	p25	p50	p75	p95
Été	Région parisienne	15,8	0,6	12,8	16,2	20,1	23,7
	Bassin parisien	15,7	0,7	13,0	16,0	19,0	23,0
	Nord	17,5	0,4	15,5	17,1	20,3	24,0
	Est	16,4	0,8	13,8	16,1	18,5	23,6
	Ouest	14,9	0,7	12,7	15,3	18,7	22,8
	Sud-Ouest	15,7	0,2	13,0	16,5	20,0	23,2
	Centre-Est	15,4	1,0	13,0	15,8	20,3	24,0
	Méditerranée	15,3	1,3	13,2	16,0	18,8	22,1
Hiver	Région parisienne	16,7	0,6	14,0	17,0	20,5	23,7
	Bassin parisien	16,3	0,4	13,7	16,7	20,3	23,2
	Nord	17,9	1,3	15,3	18,5	21,0	24,0
	Est	16,8	0,9	13,8	17,3	20,5	24,0
	Ouest	16,4	1,3	14,7	17,3	20,3	24,0
	Sud-Ouest	17,4	0,2	14,8	18,0	20,3	23,8
	Centre-Est	15,3	0,5	13,2	16,0	19,0	23,5
	Méditerranée	17,7	1,0	15,5	18,3	20,5	22,8

Min=0, max=24h, été= mars-août, hiver= septembre-février

I Tableau 11 I

Temps passé dans les principales pièces du logement (résultats pondérés) (en heures par jour)

Pièce	Moyenne arithmétique	Écart-type	P25	P50	P75	P95	Max
Chambre	9,2	0,1	8,0	9,3	11,0	14,7	24,0
Séjour/Salon	2,9	0,2	0,0	2,2	4,5	9,2	22,3
Cuisine	2,7	0,1	0,8	2,0	3,7	8,3	22,8
Salle de Bain	0,6	0,0	0,3	0,5	0,8	1,5	11,2
Garage attenant	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	10,0
Autres pièces	0,7	0,1	0,0	0,0	0,8	3,5	14,0
Intérieur	16,2	0,2	13,7	16,7	20,0	23,6	24,0
Hors logement	7,8	0,2	4,0	7,3	10,3	19,5	24,0

Min=0

I Tableau 12 I

Temps passé par pièce du logement en fonction de l'âge (résultats pondérés)
(en heures par jour)

Classe d'âge (années)	Chambre	Séjour/Salon	Cuisine	Hors du logement
[0;4]	11,4	2,8	2,1	6,6
[5;9]	10,4	2,1	1,6	8,8
[10;14]	10,8	1,5	1,9	8,5
[15;19]	9,4	2,0	1,6	9,4
[20;29]	8,8	3,3	1,9	9,1
[30;39]	8,6	3,0	2,9	8,3
[40;49]	8,6	2,9	3,1	7,8
[50;59]	8,5	2,7	3,0	8,2
[60 et +]	9,2	3,6	3,8	5,7

Annexe 3 – Consommation d'eau du robinet : données détaillées

I Tableau 13 I

Consommation hebdomadaire moyenne en litres de boisson selon la consommation ou non d'eau du robinet non chauffée (en litres par semaine)

	Effectif	Eau du robinet	Thé, café	Eau embouteillée	Boissons alcoolisées	Jus de fruit, sodas	Total
Consommateur	1 262	2,7	1,5	1,3	0,7	0,8	7,0
NC*	547	0	1,8	3,3	1,3	0,8	7,2
Ensemble	1 809	1,9	1,6	1,9	0,9	0,8	7,1

*NC : Non-consommateur

I Tableau 14 I

Consommation hebdomadaire moyenne en litres de boisson selon la consommation ou non d'eau du robinet (non chauffée et chauffée) (en litres par semaine)

	Effectif	Eau du robinet (non chauffée et chauffée)	Eau embouteillée	Boissons alcoolisées	Jus de fruit, sodas	Total
Consommateur	1 708	3,6	1,8	0,9	0,8	7,1
NC*	101	0	3,4	0,4	1,8	5,6
Ensemble	1 809	1,9	1,9	0,9	0,8	7,1

*NC : Non-consommateur

I Tableau 15 I

Consommation hebdomadaire moyenne en litres d'eau du robinet non chauffée dans les trois inter-régions de l'enquête Inca-1 (en litres par semaine)

Classe d'âge (années)		[4;14]	[15;39]	[40;64]	[65 et +]	TOTAL
Inter-région à faible consommation (régions Ouest et Nord)						
Hommes	Effectif	35	55	49	21	160
	NC* (en %)	37	36	59	(76)	49
	Moyenne	1,8	3,3	1,7	2,8	2,5
	p50	1,4	2,0	1,7	1,8	1,7
	p95	5,8	7,4	6,5	6,9	6,8
	p99	9,2	11,4	10,2	10,8	10,6
Femmes	Effectif	35	79	49	33	196
	NC* (en %)	20	33	49	70	41
	Moyenne	2,0	2,1	2,4	1,8	2,1
	p50	1,2	1,7	1,4	1,6	1,5
	p95	5,2	6,7	5,9	6,3	6,2
	p99	8,4	10,5	9,3	9,9	9,8
TOTAL	Effectif	70	134	98	54	356
	NC* (en %)	29	34	54	72	44
	Moyenne	1,9	2,6	2,1	2,1	2,3
	p50	1,3	1,8	1,5	1,7	1,6
	p95	5,5	7,0	6,2	6,6	6,4
	p99	8,8	10,9	9,7	10,3	10,1
Inter-région à consommation moyenne (région parisienne, bassin parisien Est et Ouest, région Est, Méditerranée)						
Hommes	Effectif	94	180	152	63	489
	NC* (en %)	18	27	40	56	33
	Moyenne	2,1	2,9	2,9	3,0	2,8
	p50	1,6	2,3	1,9	2,1	2,0
	p95	6,4	8,2	7,2	7,7	7,5
	p99	10,1	12,4	11,1	11,8	11,6
Femmes	Effectif	96	234	153	75	558
	NC* (en %)	16	26	29	41	27
	Moyenne	1,9	2,7	2,3	2,6	2,4
	p50	1,4	2,0	1,7	1,8	1,8
	p95	5,8	7,4	6,5	7,0	6,9
	p99	9,2	11,5	10,2	10,8	10,7
TOTAL	Effectif	190	414	305	138	1 047
	NC* (en %)	17	26	34	48	30
	Moyenne	2,0	2,8	2,6	2,8	2,6
	p50	1,5	2,1	1,8	2,0	1,9
	p95	6,1	7,8	6,8	7,3	7,2
	p99	9,6	11,9	10,7	11,3	11,1

Classe d'âge (années)		[4;14]	[15;39]	[40;64]	[65 et +]	TOTAL
Inter-région à forte consommation (régions Sud-Ouest et Sud-Est)						
Hommes	Effectif	37	74	50	28	189
	NC* (en %)	8	16	26	43	21
	Moyenne	2,5	3,7	3,1	3,6	3,3
	p50	2,2	3,0	2,6	2,8	2,7
	p95	7,9	9,9	8,8	9,4	9,2
	p99	12,1	14,8	13,3	14,1	13,9
Femmes	Effectif	38	90	64	25	217
	NC* (en %)	11	14	20	32	18
	Moyenne	2,7	3,5	3,0	3,0	3,1
	p50	1,9	2,7	2,3	2,5	2,4
	p95	7,2	9,1	8,1	8,6	8,5
	p99	11,1	13,7	12,3	13,0	12,9
TOTAL	Effectif	75	164	114	53	406
	NC* (en %)	9	15	23	38	19
	Moyenne	2,6	3,6	3,0	3,3	3,2
	p50	2,1	2,8	2,4	2,6	2,5
	p95	7,6	9,5	8,4	8,9	8,8
	p99	11,7	14,2	12,8	13,5	13,3

*NC : Non-consommateur

I Tableau 16 I

Consommation hebdomadaire moyenne en litres d'eau du robinet non chauffée en France
(en litres par semaine)

Classe d'âge (années)		[4;14]	[15;39]	[40;64]	[65 et +]	TOTAL
Hommes	Effectif	166	309	251	112	838
	NC* (en %)	20	26	41	56	33
	Moyenne	2,2	3,2	2,8	3,2	2,8
	p50	1,7	2,4	2,1	2,3	7,9
	p95	6,8	8,6	7,6	8,2	12,2
	p99	10,6	13,1	11,8	12,5	
Femmes	Effectif	169	403	266	133	971
	NC* (en %)	15	25	30	47	28
	Moyenne	2,1	2,8	2,5	2,6	2,6
	p50	1,5	2,1	1,8	2,0	1,9
	p95	6,1	7,8	6,9	7,4	7,2
	p99	9,7	12,0	10,8	11,5	11,3
TOTAL	Effectif	335	712	517	245	1 809
	NC* (en %)	18	25	36	51	30
	Moyenne	2,1	3,0	2,6	2,8	2,7
	p50	1,6	2,3	1,9	2,1	2,0
	p95	6,4	8,2	7,2	7,7	7,5
	p99	10,1	12,5	11,2	11,9	11,7

*NC : Non-consommateur

I Tableau 17 I

Consommation hebdomadaire totale en litres (chauffée + non chauffée) d'eau du robinet par région et par classe d'âge (en litres par semaine)

Classe d'âge (années)	[4;14]	[15;39]	[40;64]	[65 et +]	TOTAL
Inter-région à faible consommation (régions Ouest et Nord)					
Effectif	70	134	98	54	356
NC* (en %)	27 %	9 %	0 %	0 %	9 %
Moyenne	2,0	3,4	3,3	2,8	3,1
p50	1,4	2,7	3,0	2,2	2,4
p95	5,5	8,5	9,1	7,4	8,3
p99	8,5	12,4	13,3	11,0	12,3
Inter-région à consommation moyenne					
Effectif	190	414	305	138	1 047
NC* (en %)	14 %	6 %	2 %	2 %	5 %
Moyenne	2,1	3,8	4,3	3,2	3,6
p50	1,7	3,1	3,4	2,5	2,8
p95	6,1	9,3	10,0	8,1	9,1
p99	9,3	13,5	14,4	12,0	13,3
Inter-région à forte consommation (régions Sud-Ouest et Sud-Est)					
Effectif	75	164	114	53	406
NC* (en %)	8 %	3 %	0 %	0 %	3 %
Moyenne	2,7	4,7	4,7	3,9	4,2
p50	2,2	3,9	4,3	3,3	3,6
p95	7,4	11,1	11,8	9,8	10,8
p99	11,1	15,7	16,7	14,1	15,5
France entière					
Effectif	335	712	517	245	1 809
NC* (en %)	15 %	6 %	1 %	1 %	6 %
Moyenne	2,2	4,0	4,2	3,3	3,6
p50	1,7	3,2	3,5	2,6	2,9
p95	6,4	9,6	10,3	8,4	9,4
p99	9,7	14,0	14,9	12,4	13,8

*NC : Non-consommateur

Annexe 4 – Ingestion de terres chez les enfants : données détaillées

I Tableau 18 I

Distribution annuelle des percentiles moyens estimés et écarts-types de la quantité de terre et poussières ingérées fournis dans l'étude de Stanek, *et al.* (2001) (en milligrammes par jour)

Percentile	Quantité de terre et poussière ingérées	Écart-type	Percentile	Quantité de terre et poussières ingérées	Écart-type
Max	137	+ infini	p50	24	4,0
p99	137	28,6	p49	24	4,0
p98	113	20,0	p48	24	3,9
p96	100	19,9	p46	23	3,8
p95	91	16,6	p45	22	4,0
p93	86	12,9	p43	22	3,8
p91	79	11,4	p41	21	3,7
p90	75	10,7	p40	21	3,7
p88	71	11,7	p38	20	3,5
p87	68	12,1	p37	19	3,3
p85	65	11,3	p35	19	3,6
p84	60	11,5	p34	18	3,8
p82	58	11,0	p32	17	3,8
p80	53	9,7	p30	16	4,4
p79	50	9,8	p29	15	4,2
p77	48	7,4	p27	14	4,4
p76	43	8,1	p26	12	3,5
p74	40	6,9	p24	11	3,0
p73	39	6,4	p23	10	3,0
p71	37	6,1	p21	10	2,9
p70	35	4,8	p20	9	2,9
p68	34	4,5	p18	8	3,1
p66	33	4,5	p16	7	3,3
p65	32	4,0	p15	5	3,4
p63	31	3,9	p13	4	3,0
p62	30	3,6	p12	3	2,2
p60	29	3,3	p10	2	2,4
p59	29	3,7	p9	0	3,0
p57	27	4,5	p7	-2	4,9
p55	27	4,1	p5	-5	5,9
p54	26	3,9	p4	-8	5,6
p52	25	4,0	p2	-20	15,2
p51	25	4,0	p1	-45	11,7

Annexe 5 – Surface corporelle : données détaillées

I Tableau 19 I

Effectifs par sexe et classes d'âge

Classe d'âge	Effectif hommes	Effectif femmes	Total
8 jours		601 198	
9 mois		315 652	
24 mois		251 984	
[3;5 ans]		306	
[6;10 ans]		478	
[11;14 ans]		454	
[15;17 ans]	172	210	382
[18;29 ans]	112	162	274
[30;54 ans]	447	854	1 301
[55;74 ans]	317	521	838

I Tableau 20 I

Statistiques descriptives de la surface corporelle estimée des hommes (en m²)

Classes d'âges (années)	Min	P1	P5	P10	P25	P50	P75	P90	P95	P99	Max	Moyenne	Écart-type
[15;17]	1,36	1,43	1,57	1,57	1,67	1,77	1,88	1,99	2,06	2,28	2,5	1,78	0,17
[18;29]	1,44	1,65	1,68	1,72	1,79	1,9	2,04	2,13	2,18	2,32	2,53	1,92	0,17
[30;54]	1,55	1,65	1,71	1,77	1,83	1,93	2,03	2,12	2,21	2,41	2,60	1,94	0,15
[55;74]	1,56	1,61	1,71	1,74	1,82	1,91	2,04	2,12	2,21	2,33	2,68	1,93	0,16
[18;74]	1,44	1,63	1,7	1,75	1,82	1,92	2,04	2,12	2,21	2,41	2,68	1,94	0,16

Source : enquête ENNS 2006/2007

I Tableau 21 I

Statistiques descriptives de la surface corporelle estimée des femmes (en m²)

Classes d'âges (années)	Min	P1	P5	P10	P25	P50	P75	P90	P95	P99	Max	Moyenne	Écart-type
[15;17]	1,29	1,38	1,43	1,45	1,55	1,62	1,71	1,82	1,99	2,07	2,26	1,65	0,15
[18;29]	1,33	1,33	1,47	1,52	1,58	1,67	1,8	1,96	2,08	2,23	2,33	1,7	0,18
[30;54]	1,33	1,42	1,48	1,52	1,6	1,7	1,83	1,94	2,03	2,21	2,38	1,72	0,17
[55;74]	1,24	1,36	1,46	1,51	1,6	1,7	1,84	1,99	2,04	2,24	2,45	1,73	0,18
[18;74]	1,24	1,36	1,47	1,52	1,59	1,7	1,82	1,96	2,03	2,23	2,45	1,72	0,18

Source : enquête ENNS 2006/2007

I Tableau 22 I

Statistiques descriptives de la surface corporelle estimée des enfants (en m²)

Classes d'âges	Min	P1	P5	P10	P25	P50	P75	P90	P95	P99	Max	Moy	Écart-type
8 jours	0,07	0,15	0,19	0,2	0,21	0,23	0,24	0,25	0,26	0,27	0,34	0,22	0,02
9 mois	0,3	0,36	0,39	0,4	0,41	0,44	0,46	0,48	0,49	0,52	0,65	0,44	0,03
24 mois	0,38	0,47	0,5	0,51	0,54	0,56	0,59	0,62	0,64	0,67	0,77	0,57	0,04
[3;5 ans]	0,59	0,6	0,63	0,65	0,69	0,75	0,82	0,89	0,94	1,02	1,11	0,76	0,09
[6;10 ans]	0,74	0,77	0,81	0,85	0,91	1,02	1,13	1,27	1,33	1,52	1,86	1,04	0,17
[11;14 ans]	0,96	0,96	1,13	1,23	1,36	1,48	1,63	1,74	1,82	1,89	2,34	1,48	0,2

Sources : Certificats de santé et enquête ENNS 2006/2007

I Tableau 23 I

Distributions de probabilités théoriques de la surface corporelle estimée des hommes selon l'âge

Classe d'âge (années)	Loi	Paramètre μ	Paramètre σ
[15;17]	Log-normale (μ ; σ)	0,574	0,093
[18;29]	Log-normale (μ ; σ)	0,648	0,087
[30;54]	Log-normale (μ ; σ)	0,662	0,078
[55;74]	Log-normale (μ ; σ)	0,655	0,079
[18;74]	Log-normale (μ ; σ)	0,657	0,081

I Tableau 24 I

Distributions de probabilités théoriques de la surface corporelle estimée des femmes selon l'âge

Classe d'âge (années)	Loi	Paramètre μ	Paramètre σ
[15;17]	Log-normale (μ ; σ)	0,494	0,09
[18;29]	Log-normale (μ ; σ)	0,523	0,104
[30;54]	Log-normale (μ ; σ)	0,54	0,097
[55;74]	Log-normale (μ ; σ)	0,542	0,104
[18;74]	Log-normale (μ ; σ)	0,537	0,101

I Tableau 25 I

Distributions de probabilités théoriques de la surface corporelle estimée des enfants selon l'âge

Âge (années)	Loi	Paramètre μ	Paramètre σ
8 jours	Normale ($\mu; \sigma$)	0,224	0,023
9 mois	Log-normale ($\mu; \sigma$)	-0,832	0,073
24 mois	Log-normale ($\mu; \sigma$)	-0,573	0,072
[3;5] ans	Log-normale ($\mu; \sigma$)	-0,28	0,116
[6;10] ans	Log-normale ($\mu; \sigma$)	0,023	0,158
[11;14] ans	Normale ($\mu; \sigma$)	1,483	0,204

Synthèse des travaux du Département santé environnement de l'Institut de veille sanitaire sur les variables humaines d'exposition

Mise à jour 2015

L'estimation de l'exposition d'une population à un agent donné en évaluation quantitative des risques sanitaires (EQRS) nécessite de disposer de Variables humaines d'exposition (VHE) qui permettent de tenir compte, autant que faire se peut, des caractéristiques individuelles de la population concernée. Les VHE visent à décrire les variables anthropométriques et physiologiques ainsi que les comportements et les habitudes locales d'une population étudiée.

Depuis 2002, le Département santé environnement (DSE) de l'Institut de veille sanitaire (InVS) a contribué à renseigner un certain nombre de VHE : la masse corporelle, le budget espace-temps, la consommation d'eau du robinet, la quantité de terre et poussières ingérées par les enfants et la surface corporelle.

Ces VHE ont été construites à partir de données issues des travaux de différents organismes français (Agence française de sécurité sanitaire des aliments (Afssa), Institut national de la statistique et des études économiques (Insee)) ou sont le résultat de synthèses bibliographiques. Certaines de ces variables présentent l'intérêt de pouvoir être utilisées à des fins d'estimation de l'exposition de la population française dans le cadre des EQRS en approche déterministe ou, pour certaines d'entre elles, en approche probabiliste, en proposant des distributions de probabilités associées.

Le DSE a souhaité apporter davantage de visibilité à ces VHE en rassemblant dans un document synthétique l'ensemble de ses travaux menés dans le domaine. Cette synthèse rappelle brièvement le contexte de l'étude ayant conduit à la construction de la VHE, la méthode utilisée, les études sources retenues ainsi que les points forts et limites identifiés pour chacun des jeux de données proposés.

Mots clés : variables humaines d'exposition, évaluation quantitative des risques sanitaires, masse corporelle, budget espace-temps, consommation d'eau, ingestion de terres et poussières, surface corporelle

Summary of the studies conducted by the Environmental and Health Department of the French Institute for Public Health Surveillance about human exposure factors

Updated 2015

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, soil and dust ingestion's data applicable for children and body surface area.

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 :

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. Mise à jour 2015. Saint-Maurice: Institut de veille sanitaire; 2015. 35 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 : 979-10-289-0133-2

Réalisé par Service communication - InVS

Dépôt légal : avril 2015