BEH Bulletin épidémiologique hebdomadaire

INSTITUT DE VEILLE SANITAIRE

24 avril 2012 / n° 16-17

p. 189 **Statut en vitamine D de la population adulte en France : l'Étude nationale nutrition santé (ENNS, 2006-2007)**
Vitamin D status in French adult population: the French Nutrition and Health Survey (ENNS, 2006-2007)

p. 195 **Toxi-infection alimentaire collective à *Toxoplasma gondii* liée à la consommation d'agneau. Aveyron (France), novembre 2010**
Collective outbreak of food poisoning due to Toxoplasma gondii associated with the consumption of lamb meat, Aveyron (France), November 2010

p. 198 **Épidémiologie des encéphalites infectieuses en France en 2007**
Epidemiology of infectious encephalitis in France in 2007

p. 202 **Erratum**

Statut en vitamine D de la population adulte en France : l'Étude nationale nutrition santé (ENNS, 2006-2007)

Michel Vernay (michel.vernay@univ-paris13.fr), **Marie Sponga, Benoît Salanave, Amivi Oléko, Valérie Deschamps, Aurélie Malon, Katia Castetbon**

Unité de surveillance et d'épidémiologie nutritionnelle (Usen), Institut de veille sanitaire, Université Paris 13, Bobigny, France

Résumé / *Abstract*

Introduction – L'objectif était de décrire la prévalence du déficit en vitamine D et ses facteurs associés dans la population adulte vivant en France métropolitaine.

Méthodes – L'Étude nationale nutrition santé (ENNS), réalisée en 2006-2007, comportait un recueil des données sociodémographiques et de consommations alimentaires, des mesures anthropométriques (poids, taille) et un prélèvement sanguin. La 25-hydroxyvitamine D sérique (25(OH)D) a été dosée. Les facteurs associés aux risques de déficit « modéré à sévère » (<20 ng/ml) ou « sévère » (<10 ng/ml) ont été identifiés par régression logistique multivariée.

Résultats – Les analyses ont porté sur 1 587 adultes ne prenant pas de traitement médicamenteux à base de vitamine D. La concentration moyenne en 25(OH)D était de 23,0 ng/ml [22,3-23,6] ; 80,1% [77,0-82,8] des adultes présentant une insuffisance (<30 ng/ml), 42,5% [39,1-45,9] un déficit modéré à sévère, et 4,8% [3,6-6,3] un déficit sévère. Le risque de déficit modéré à sévère était associé au fait d'être né hors d'Europe (ORa=2,1, p<0,02), de ne pas partir en vacances (ORa=1,7, p<0,01), d'avoir un niveau d'activité physique bas (ORa=1,9, p<0,01), d'être sédentaire (ORa=1,6, p<0,01) et de résider dans une zone à faible ensoleillement (ORa=2,7, p<0,01). Le risque de déficit sévère était associé au fait d'être né hors d'Europe (ORa=10,7, $p<10^{-3}$), de vivre seul (ORa=2,8, $p<10^{-3}$) et de ne pas partir en vacances (ORa=4,6, $p<10^{-3}$) mais était indépendant du niveau d'activité physique et de sédentarité.

Conclusion – En France, les déficits sévères en vitamine D sont peu fréquents et concernent des populations vulnérables (faible statut socioéconomique et exposition solaire réduite). Les déficits modérés sont en revanche fréquents. La modification de certaines habitudes de vie, notamment l'augmentation de l'activité physique, devrait permettre de réduire leur prévalence.

Vitamin D status in the French adult population: the French Nutrition and Health Survey (ENNS, 2006-2007)

Introduction *– To describe factors associated with vitamin D deficiency in adults living in continental France.*

Methods *– Data came from the French Nutrition and Health Study (ENNS) carried out in 2006-2007. Sociodemographic data and food intakes were collected. The health examination included measurements of weight and height, as well as the collection of a blood sample. Serum 25-hydroxyvitamin D (25(OH)D) was measured. Vitamin D insufficiency was defined as <30 ng/ml. Factors associated with moderate to severe deficiency (<20 ng/ml) and to severe deficiency (<10 ng/ml) were identified using multivariate logistic regressions.*

Results *– A total of 1,587 adults with complete data were included in the present analysis, after exclusion of adults treated by medications with vitamin D. The mean serum concentration of 25(OH)D was 23.0 ng/ml [22.3-23.6] and the overall rate of insufficiency in 25(OH)D was 80.1% [77.0-82.8], including 42.5% [39.1-45.9] with moderate to severe deficiency and 4.8% [3.6-6.3] with severe deficiency. Moderate to severe deficiency was independently associated with birthplace outside Europe (ORa=2.1, p<0.02), no holiday in the past 12 months (as a proxy of poor socioeconomic status) (ORa=1.7, p<0.01), low level of physical activity (ORa=1.9, p<0.01), sedentary lifestyle (ORa=1.6, p<0.01), and reduced sunshine (ORa=2.7, p<0.01). Severe deficiency was independently associated with birthplace outside Europe (ORa=10.7, $p<10^{-3}$), living alone (ORa=2.8, $p<10^{-3}$) and no holiday during the past 12 months (ORa=4.6, $p<10^{-3}$), but was no longer associated with physical activity.*

Conclusion *– The most severe form of vitamin D deficiency is not common in the French adult population and affects specific populations characterized by low socioeconomic status and reduced sun exposure. The moderate to severe form of vitamin D deficiency is more common, but improvements in lifestyle behaviours, such as physical activity, should contribute to reduce its prevalence.*

Mots clés / *Key words*

Vitamine D, surveillance nutritionnelle, enquête nationale, adultes, habitudes de vie / *Vitamin D, nutritional surveillance, national survey, adults, lifestyle*

Introduction

La vitamine D joue un rôle majeur dans la minéralisation osseuse [1-3] et un déficit en vitamine D est associé au risque de défaut de minéralisation osseuse (ostéomalacie), d'ostéoporose et de fractures, souvent synonymes chez les personnes âgées d'une perte d'autonomie. La vitamine D pourrait également jouer un rôle protecteur à l'égard de l'hypertension artérielle [4], des maladies cardiovasculaires [5] et de certains cancers (principalement ceux du côlon, du sein et de la prostate) et constituer un important modulateur du système immunitaire [2], ces effets restant à confirmer [6].

La vitamine D est principalement produite de manière endogène sous l'action des rayonnements ultraviolets sur la peau [6], le complément provenant de l'alimentation et surtout des poissons de mer gras sauvages et des jaunes d'œuf [7]. Le risque de déficit en vitamine D dépend de l'ensoleillement de la zone de résidence (variable selon la latitude, la saison, la pollution atmosphérique, etc.), de pratiques individuelles d'exposition modérée mais régulière au soleil (activités de plein air, vêtements plus ou moins couvrants, utilisation d'écrans solaires, etc.), de la pigmentation de la peau et des apports alimentaires. Les jeunes enfants, les femmes enceintes et les personnes âgées sont, du fait de besoins augmentés et d'une moindre exposition au soleil, davantage exposés au risque de déficit [7].

En France, les données épidémiologiques disponibles au niveau national sur le statut en vitamine D de la population sont rares et anciennes [8] et ne permettent pas un pilotage efficace des actions de santé publique. Réalisée en 2006-2007 dans le cadre du Programme national nutrition santé (PNNS), l'Étude nationale nutrition santé (ENNS) avait pour objectif de décrire les consommations alimentaires, l'activité physique et l'état nutritionnel de la population résidant en France métropolitaine [9]. L'enquête comprenait un recueil des consommations alimentaires et un examen clinique et biologique, avec un dosage de la 25-hydroxyvitamine D (25(OH)D), forme circulante de la vitamine D.

Les objectifs de la présente étude étaient de décrire le statut en vitamine D de la population adulte résidant en France métropolitaine, en particulier la prévalence du déficit, et d'identifier les facteurs associés au risque de déficit.

Méthodes

L'ENNS a été réalisée sur un échantillon d'adultes de 18 à 74 ans résidant dans des ménages ordinaires en France métropolitaine, hors Corse. Après un tirage au sort selon un plan de sondage à trois degrés, l'inclusion des individus s'est déroulée de février 2006 à mars 2007 [9], pour tenir compte de la saisonnalité de l'alimentation et de l'ensoleillement.

Recueil des données

Les données sociodémographiques et de mode de vie ont été recueillies en face-à-face au domicile des participants. L'activité physique a été estimée par *l'International Physical Activity Questionnaire* (IPAQ) [9] et la sédentarité par le temps passé devant un écran (télévision et/ou ordinateur, hors activité professionnelle). Les traitements pharmacologiques pris au moment de l'enquête ont également été recueillis de façon détaillée par autoquestionnaire.

Les consommations alimentaires moyennes ont été estimées d'après trois rappels des 24 heures (R24) répartis aléatoirement sur deux semaines et administrés par téléphone par un diététicien [9]. En complément, les sujets ont été interrogés sur la fréquence, le type et la quantité d'alcool consommé pendant la semaine précédant l'enquête. L'examen clinique et biologique a été réalisé dans un centre d'examens de santé de la Caisse nationale d'assurance maladie des travailleurs salariés (CnamTS) ou au domicile. Le poids et la taille ont été mesurés de façon standardisée, avec un matériel identique. Un échantillon de sang a été prélevé à jeun sur tube sec, puis centrifugé et congelé (-80°C) dans les 4 heures suivant le prélèvement.

Après décongélation, la concentration sérique en 25(OH)D a été dosée, de façon centralisée, par dosage radioimmunologique en phase liquide à l'aide d'un kit IDS Gamma-B-25 Hydroxy Vitamin D (*Immunodiagnostic Systems France* SA, Paris), permettant le dosage de la somme des formes D2 et D3 de la 25(OH)D.

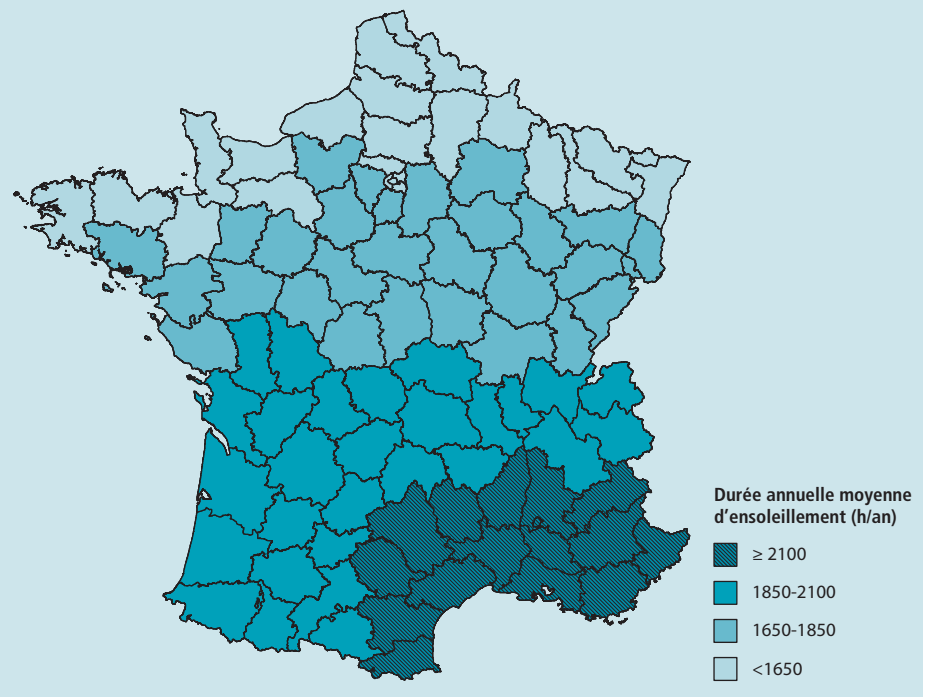
Analyses statistiques

Selon les recommandations de la Société américaine d'endocrinologie [10], l'insuffisance en vitamine D est définie par une concentration sérique en 25(OH)D<30 ng/ml. Le déficit est considéré comme modéré ([10-20 ng/ml]) ou sévère (<10 ng/ml). Le seuil de déficit sévère correspond à l'apparition des signes cliniques d'une ostéomalacie [7]. Le seuil optimal (au-delà de 30 ng/ml) correspond à une absorption intestinale optimale du calcium et à une concentration sérique minimale de l'hormone parathyroïdienne [6]. Les analyses présentées ici portant principalement sur les formes sévères et modérées.

Les apports énergétiques sans alcool (AESA) et les apports alimentaires en vitamine D ont été estimés à partir des données issues des trois R24, couplées à une table de composition des aliments. Les individus pour lesquels les apports énergétiques totaux (AET) étaient inférieurs à leurs besoins énergétiques estimés, ont été considérés comme sous-déclarant leurs consommations alimentaires et exclus des analyses [9]. La consommation moyenne d'alcool a été estimée à partir des informations fournies par les R24 et par le questionnaire de fréquence de la consommation d'alcool. Les individus ont été classés en « abstinents » (aucune consommation d'alcool déclarée), « < repères de consommation du PNNS » (20 g/j d'éthanol pour les femmes et 30 g/j pour les hommes) ou « ≥ repères PNNS » (au-delà de 20 et 30 g/j).

Une association a été recherchée entre le déficit, d'une part modéré à sévère (25(OH)D <20 ng/ml) et d'autre part sévère, et les caractéristiques sociodémographiques suivantes : le sexe, la classe d'âge, le lieu de naissance, la situation matrimoniale, la profession et catégorie socioprofessionnelle (PCS), le niveau d'éducation et le fait d'être parti en vacances au cours des 12 mois précédents (considéré à la fois comme un « *proxy* » du niveau de revenus du ménage et de l'exposition au soleil). Les analyses ont été conduites en incluant également le statut tabagique, l'activité physique (catégories de l'IPAQ), le temps moyen passé devant un écran (± 3 heures/jour) et la corpulence selon trois classes d'indice de masse corporelle (IMC, poids (kg)/taille² (m²)): ni surpoids ni obèses (IMC<25,0), surpoids (25,0≤IMC<30,0) et obèses (IMC≥30,0). Les départements de résidence des participants ont été répartis en 4 zones selon les valeurs annuelles normales de durée d'ensoleillement (figure).

Figure **Durée moyenne d'ensoleillement (en heures/an) selon le département de résidence. France métropolitaine (hors Corse) / *Figure Sunshine duration (in hours/year) according to the area of residence, metropolitan France (excluding Corsica)***



Source : Météo-France.

Les concentrations moyennes en 25(OH)D sont présentées avec un intervalle de confiance à 95% (IC95%) et les différences ont été testées par un test ajusté de Fisher. Les associations entre le déficit modéré à sévère (<20 ng/ml) d'une part, et le déficit sévère (<10 ng/ml) en 25(OH)D d'autre part, et chaque facteur de risque ont été recherchées par des régressions logistiques, ajustées sur l'âge, le sexe et les AESA. Les variables dont la significativité (p) était inférieure à 0,20 dans ces analyses ont été intégrées dans le modèle multivarié initial. Le modèle final a été obtenu en appliquant la méthode pas à pas descendante : les facteurs ayant un p>0,15 ont été successivement retirés du modèle, après avoir vérifié que les odds ratios ne fluctuaient pas de plus de 10% suite à leur retrait. Une valeur de p<0,05 a été considérée comme significative.

Les analyses statistiques, effectuées sous le logiciel Stata® V.10, tiennent compte du plan de sondage complexe. Afin de corriger d'éventuels biais de participation, les données ont été redressées sur l'âge, le diplôme, la composition du ménage (présence ou non d'un enfant) en se référant aux données de l'Insee, ainsi que sur la période de recueil des données [9].

Résultats

Pour 2 007 adultes inclus dans l'ENNS 2006-2007, on dispose, en plus des consommations alimentaires, des mesures anthropométriques et d'un dosage de la 25(OH)D. Les femmes enceintes (n=20), les participants ne disposant pas d'une estimation du niveau d'activité physique (n=166), sous-déclarant leurs consommations alimentaires (n=199) [9] et suivant un traitement médicamenteux à base de vitamine D (35 adultes : Cacit-vitamine D3®, Calcium-vitamine D3®, Un-Alfa®, Orocal®, etc.) ont été exclus des analyses. Au final, les analyses présentées ici portent sur 1 587 adultes (974 femmes, 613 hommes).

Chez les adultes de 18 à 74 ans résidant en France, la concentration moyenne en 25(OH)D s'élevait à 23,0 ng/ml [22,3-23,6], variant de 4,6 ng/ml à 79,5 ng/ml. Les apports alimentaires quotidiens moyens en vitamine D étaient de 2,3 µg/j [2,1-2,4]. La concentration en 25(OH)D variait de manière significative selon le sexe, le lieu de naissance, le niveau d'éducation, le fait d'être parti ou non en vacances, la corpulence, le statut tabagique, le niveau d'activité physique et la sédentarité (tableau 1). Elle était significativement plus élevée lorsque le prélèvement était réalisé de juin à septembre, dans la zone de plus fort ensoleillement, et chez les participants appartenant au tertile d'apports alimentaires en vitamine D le plus élevé (tableau 1). Les plus faibles concentrations étaient observées de février à mai dans les deux zones de moindre ensoleillement, avec des concentrations moyennes respectivement de 18,5 et 19 ng/ml (tableau 2).

L'insuffisance en 25(OH)D (<30 ng/ml) concernait 80,1% [77,0-82,8] des adultes, 42,5% [39,1-45,9] présentant un déficit sévère à modéré (<20 ng/ml) et 4,8% [3,6-6,3] un déficit sévère (<10 ng/ml). Quel que soit le seuil retenu, les déficiences étaient plus fréquentes chez les participants nés en dehors d'Europe, chez les fumeurs actuels, durant la période de février à mai et dans les zones de résidence présentant le moins bon ensoleillement annuel (tableau 1). Au cours de l'année, la prévalence du déficit modéré à sévère variait de 24,4% entre juin et septembre à 56,2% entre février et mai, tandis que la prévalence du déficit sévère variait de 1,3% à 8,2% sur les mêmes périodes. Entre juin et septembre, 14,5% [6,6-28,9] des participants résidant dans la zone de plus fort ensoleillement étaient concernés par un déficit modéré à sévère (tableau 2). À l'inverse, 64,6% [56,3-72,2] des participants de la zone de moindre ensoleillement présentaient un tel déficit entre février et mai.

D'après les régressions logistiques ajustées sur le sexe, l'âge et les AESA, les facteurs associés au risque de déficit sévère à modéré étaient les mêmes que ceux identifiés d'après les comparaisons de moyenne, auxquels s'ajoutaient également la PCS et la consommation d'alcool (tableau 3).

Dans le modèle multivarié final (tableau 3), le risque de déficit modéré à sévère en 25(OH)D

Tableau 1 Concentrations sériques moyennes en 25(OH)D (ng/ml) et distribution (%) selon les valeurs seuils parmi les adultes de 18-74 ans en France métropolitaine. Étude nationale nutrition santé (ENNS), 2006-2007 / *Table 1 Mean serum concentrations of 25(OH)D (ng/ml) and distribution (%) according to thresholds in 18-74-year-old adults in metropolitan France. French Nutrition and Health Survey (ENNS), 2006-2007*

	Concentration (ng/ml)			Distribution (%)		
	Moyenne	IC95%	P	<10 ng/ml	<20 ng/ml	<30 ng/ml
Sexe						
Hommes	24,0	[23,1-24,9]	0,01	3,6	35,8	78,7
Femmes	22,0	[21,0-23,0]		5,9	49,0	81,4
Âge						
18-29 ans	23,0	[21,0-24,9]	0,99	7,5	45,9	79,2
30-54 ans	23,0	[22,2-23,8]		5,2	41,4	79,1
55-74 ans	23,0	[22,0-24,1]		1,9	41,7	82,4
Lieu de naissance						
Europe	23,3	[22,6-24,0]	$<10^{-3}$	3,7	41,5	79,3
Autre	18,6	[16,6-20,6]		21,4	57,1	91,7
Situation matrimoniale						
En couple	23,4	[22,7-24,1]	0,09	3,2	40,3	79,5
Seul	21,9	[20,3-23,5]		9,1	48,2	81,5
Profession et catégorie socioprofessionnelle						
Cadres, professions intermédiaires	24,2	[23,2-25,3]	0,20	3,1	34,8	78,1
Indépendants, agriculteurs	24,0	[21,4-26,5]		1,5	40,3	75,6
Ouvriers, employés	22,5	[21,4-23,7]		5,7	44,3	81,8
Retraités	23,2	[21,9-24,5]		1,9	41,3	81,7
Inactifs divers	22,1	[20,0-24,3]		9,3	49,6	76,9
Niveau d'éducation						
Enseignement supérieur	24,2	[22,9-25,5]	0,05	3,5	38,6	71,1
≤ Baccalauréat	22,7	[21,9-23,4]		5,1	43,6	80,9
Vacances au cours des 12 derniers mois						
Oui	23,7	[22,9-24,5]	0,01	2,9	39,8	79,1
Non	21,3	[20,1-22,5]		9,5	49,2	82,5
Indice de masse corporelle (kg/m²)						
<25	23,8	[22,7-24,9]	$<10^{-3}$	5,3	41,2	77,7
[25-30[	22,9	[21,9-23,8]		3,0	40,0	82,9
≥30	20,5	[19,1-21,9]		6,6	52,1	85,5
Statut tabagique actuel						
Non-fumeur	23,6	[22,9-24,3]	0,01	3,9	39,3	78,1
Fumeur	21,2	[19,7-22,7]		7,3	52,0	85,8
Consommation d'alcool						
< Repères[1,2]	22,9	[22,2-23,6]	0,11	3,8	42,1	79,8
Abstinent	22,0	[19,9-24,1]		9,9	52,8	84,3
≥ Repères[2]	24,7	[22,9-26,4]		3,0	31,0	76,0
Niveau d'activité physique (IPAQ)						
Élevé	25,1	[23,8-26,4]	$<10^{-3}$	5,2	30,0	71,9
Modéré	21,8	[20,8-22,7]		4,1	48,9	84,6
Bas	22,6	[21,4-23,7]		5,2	45,8	82,0
Sédentarité (temps moyen écran en h/j)						
<3	23,9	[22,9-25,0]	0,01	4,2	39,1	76,3
≥3	22,1	[21,3-22,9]		5,3	45,7	83,7
Apports alimentaires en vitamine D (tertiles en µg/j)						
≥2,2	24,6	[23,5-25,7]	$<10^{-3}$	4,1	33,7	76,7
[1,3-2,2[	23,1	[21,9-24,2]		3,0	43,5	81,1
<1,3	21,3	[20,1-25,7]		7,1	50,5	82,5
Période de prélèvement biologique						
Juin-septembre	27,2	[25,9-28,5]	$<10^{-3}$	1,3	24,4	65,0
Octobre-janvier	24,0	[22,7-25,3]		2,6	38,3	78,9
Février-mai	19,8	[18,9-20,7]		8,2	56,2	90,1
Durée moyenne d'ensoleillement du département de résidence (h/an)						
≥2 100	28,2	[25,4-31,0]	$<10^{-3}$	1,3	26,3	64,1
[1 850-2 100[	22,8	[21,7-23,8]		3,5	40,5	80,5
[1 650-1 850[	22,2	[21,1-23,3]		5,6	46,3	84,4
<1 650	21,8	[20,7-22,9]		6,7	47,5	82,2

[1] Hors abstinents ; [2] Repères de consommation du PNNS : 20 g/j pour les femmes et 30 g/j pour les hommes.

demeurait associé de manière positive au fait d'être né hors d'Europe, de n'être pas parti en vacances au cours des 12 derniers mois, d'être fumeur et de ne pas consommer d'alcool. Le risque de déficit modéré à sévère était également significativement plus élevé lorsque le niveau d'activité physique était bas et la sédentarité importante. Le fait de résider dans la zone bénéficiant du plus fort ensoleillement réduisait le risque d'un déficit modéré à sévère, indépendamment des autres facteurs associés identifiés. L'analyse des facteurs associés au risque de déficit sévère (tableau 4) montrait une association positive avec le fait d'être né hors d'Europe, de vivre seul et de n'être pas parti en vacances au cours des 12 derniers mois. La période de prélèvement, l'ensoleillement de la zone de résidence, le tabagisme et la consommation d'alcool, demeuraient également significativement associés au risque de déficit sévère. En revanche, il n'y avait pas d'association avec le niveau d'activité physique, ni avec la sédentarité.

Discussion

Selon l'ENNS réalisée en 2006-2007, 80% des adultes résidant en France métropolitaine présentaient une insuffisance en 25(OH)D, 43% un déficit modéré à sévère et 5% un déficit sévère.

Le nombre limité d'investigations menées sur des échantillons nationaux, la diversité des populations étudiées, notamment en termes de latitude, d'origine géographique ou d'âge, la variabilité des techniques de dosage et l'absence de véritable consensus sur les seuils de référence pour définir le déficit rendent les comparaisons internationales délicates. Toutefois, selon l'étude NHANES (*National Health and Nutrition Examination Survey*) réalisée sur un échantillon national de la population résidant aux États-Unis, la concentration moyenne en 25(OH)D en 2005-2006 s'élevait à 19,9 ng/ml [11] et 42% des adultes présentaient un déficit modéré à sévère (80% parmi les adultes noirs d'origine non hispanique). En Europe, 57% des adultes allemands présentaient un déficit modéré à sévère [12] et 34% des adultes espagnols [13]. Parmi les pays européens, seules la Norvège et la Suède présentaient des concentrations plus élevées en 25(OH)D de l'ordre de 28 ng/ml, probablement en raison d'une consommation plus élevée de poissons gras sauvages [14].

En France, les données nationales disponibles sur la concentration en 25(OH)D proviennent principalement de l'étude Suvimax réalisée chez des adultes d'âges médians (35-60 ans), volontaires pour participer à un essai d'intervention nutritionnelle, et résidant principalement en milieu urbain. D'après ces données collectées en 1994-1995 [8], en dehors de la période estivale, 14,0% de la population adulte présentaient un déficit sévère (fixé à 12 ng/ml). Dans l'ENNS, en appliquant un seuil identique, avec des données collectées tout au long de l'année et reflétant l'ensemble des variations saisonnières d'ensoleillement, 9,0% des adultes présentaient un déficit en 2006-2007. Les deux populations présentant des caractéristiques distinctes, il n'est cependant pas possible de conclure à une amélioration du statut en vitamine D de la population. Pour suivre les évolutions temporelles, il sera donc nécessaire de disposer à nouveau, d'ici une échéance raisonnable, d'informations de même nature pour renforcer et orienter les recommandations de santé publique. Considérant que les besoins quotidiens en vitamine D sont fixés à 10-15 µg [7], et que 50 à 70% des besoins (5 à 7 µg) sont couverts par la production endogène, dépendante des conditions d'ensoleillement, les recommandations préconisent une exposition au soleil du visage et des bras pendant 15 à 30 minutes par jour [7]. Des expositions trop prolongées, trop fréquentes ou trop intenses constituent toutefois un facteur de risque de cancer de la peau [15]. Par ailleurs, depuis 2001, un arrêté autorise en France l'enrichissement en vitamine D des laits et produits laitiers frais de consommation courante.

Les apports alimentaires moyens observés dans l'ENNS 2006-2207 (2,3 µg/j) étaient très inférieurs aux besoins nutritionnels. Ils étaient comparables aux apports observés en France dans l'étude Inca2 [16] ou en Allemagne [12], mais plus faibles que dans Suvimax (3,4 µg/j) [8] avec des participants présentant des spécificités. Ces résultats soulignent l'importance de la production endogène et donc d'une exposition modérée au soleil. Dans le cas du déficit modéré à sévère et après ajustement sur l'ensemble des covariables, l'association avec les apports alimentaires en vitamine D, bien qu'en limite de significativité, indique qu'ils ne compensent pas tout à fait l'insuffisance de la production endogène.

Le caractère transversal de l'étude ne permet pas de déterminer de liens de causalité. La taille limitée de l'échantillon a pu également contribuer à masquer certaines associations. Par ailleurs, comme dans la plupart des études portant sur le statut en vitamine D, nous ne disposions pas d'une mesure directe et objective de l'exposition individuelle au soleil, notamment lors de l'activité professionnelle. Compte tenu de la variabilité existant entre les techniques de dosage de la 25(OH)D, l'utilisation d'une autre méthode aurait pu conduire à des résultats quelques peu différents. Il a ainsi été montré que la technique radioimmunologique utilisée dans cette étude conduit à des concentrations en 25(OH)D plus élevées, et donc à des prévalences de déficit plus basses, que les techniques automatisées de chimiluminescence [17]. Enfin, si la définition du seuil de déficit (<20 ng/ml), notamment en termes de conséquences sur le capital osseux, fait globalement l'objet d'un consensus, ce n'est pas encore le cas du seuil de l'insuffisance [10;18].

En dépit de ces limites, notre étude, menée sur un échantillon national et sur l'ensemble de l'année permet de tirer un certain nombre d'enseignements. Comme observé dans d'autres études [11;12], le risque de déficit en vitamine D était associé à des facteurs individuels peu ou pas modifiables (lieu de naissance, statut matrimonial), à des habitudes de vie (activité physique, sédentarité, tabagisme, consommation d'alcool) et à des facteurs environnementaux (période de l'année durant laquelle l'estimation du statut vitaminique a été réalisée, ensoleillement annuel moyen de la zone de résidence).

Le risque plus élevé de déficit sévère observé chez les adultes nés hors d'Europe peut s'expliquer par une pigmentation plus élevée de la peau, la mélanine arrêtant l'absorption des rayons ultraviolets [6]. Elle peut cependant aussi s'expliquer par l'existence d'habitudes culturelles, en termes vestimentaire ou de sortie en plein air, ne permettant pas une exposition suffisante au soleil. À la latitude de la France métropolitaine, les conditions d'ensoleillement nécessaires pour la production endogène de vitamine D ne se rencontrent qu'entre les mois de juin et octobre et uniquement lorsque le soleil est au zénith [7]. Le reste de l'année, et particulièrement en fin d'hiver, la population est donc potentiellement exposée à un risque accru de déficit, comme nos résultats le confirment ; ce risque est renforcé dans les zones de moindre ensoleillement.

D'autres études concluent aussi dans le sens d'un risque plus élevé de déficit en 25(OH)D chez les fumeurs. Cependant, l'association du tabac avec le métabolisme de la vitamine D demeure encore largement inexpliquée [19]. De même, la nature du lien entre l'absence totale de consommation

Tableau 2 **Concentrations sériques moyennes en 25(OH)D (ng/ml) et distribution (%) selon les valeurs seuils, la durée moyenne d'ensoleillement du département de résidence et la saison parmi les adultes de 18-74 ans en France métropolitaine. Étude nationale nutrition santé (ENNS), 2006-2007 /** *Table 2 Mean serum concentration of 25(OH)D (ng/ml) and distribution (%) according to thresholds, sunshine duration of the area of residence and season in 18-74-year-old adults in metropolitan France. French Nutrition and Health Survey (ENNS), 2006-2007*

	Concentration (ng/ml)				Distribution (%)		
	N*	Moyenne	IC95%	P	<10 ng/ml	<20 ng/ml	<30 ng/ml
Durée moyenne d'ensoleillement du département de résidence (h/an)							
≥2 100							
Juin-septembre	58	33,9	[28,0-39,9]	< 0,01	0,0	14,5	39,5
Octobre-janvier	80	28,3	[23,7-32,9]		0,6	26,7	69,1
Février-mai	74	22,8	[20,3-25,3]		3,4	36,7	79,4
[1 850-2 100[							
Juin-septembre	121	25,4	[23,5-27,3]	< 0,01	1,2	27,0	75,0
Octobre-janvier	113	23,6	[21,8-25,4]		3,0	35,7	77,2
Février-mai	206	21,1	[19,3-22,8]		4,9	49,6	84,9
[1 650-1 850[							
Juin-septembre	154	27,6	[25,9-29,2]	$< 10^{-3}$	0,3	20,5	64,3
Octobre-janvier	73	22,3	[20,1-24,5]		0,0	49,2	87,4
Février-mai	205	19,0	[17,5-20,4]		10,9	60,2	94,9
<1 650							
Juin-septembre	150	25,6	[23,6-27,6]	$< 10^{-3}$	2,9	30,3	67,8
Octobre-janvier	124	22,8	[20,9-24,6]		5,4	40,1	80,4
Février-mai	229	18,5	[16,7-20,2]		10,2	64,6	93,6

* Effectifs bruts avant redressement.

Tableau 3 **Facteurs associés à un déficit modéré à sévère en 25(OH)D (<20 ng/ml) parmi les adultes de 18-74 ans en France métropolitaine. Étude nationale nutrition santé (ENNS), 2006-2007 /** *Table 3 Factors associated with moderate to severe deficiency (<20 ng/ml) in 25(OH)D in 18-74-year-old adults in metropolitan France. French Nutrition and Health Survey (ENNS), 2006-2007*

	Modèles simples[1]			Modèle multivarié[1]		
	OR[a]	IC95%	P	OR[a]	IC95%	P
Lieu de naissance						
Europe	1,0			1,0		
Autre	1,8	[1,1-2,9]	0,03	2,1	[1,2-3,9]	0,02
Situation matrimoniale						
En couple	1,0			1,0		
Seul	1,4	[1,0-1,8]	0,06	1,4	[1,0-1,9]	0,09
Profession et catégorie socioprofessionnelle						
Cadres, professions intermédiaires	1,0					
Indépendants, agriculteurs	1,4	[0,7-3,1]	0,40			
Ouvriers, employés	1,5	[1,0-2,0]	0,03			
Retraités	1,3	[0,8-2,1]	0,30			
Inactifs divers	1,5	[0,9-2,5]	0,10			
Niveau d'éducation						
Enseignement supérieur	1,0					
≤ Baccalauréat	1,3	[0,9-1,7]	0,10			
Vacances au cours des 12 derniers mois						
Oui	1,0			1,0		
Non	1,5	[1,1-2,0]	0,02	1,7	[1,2-2,4]	0,01
Indice de masse corporelle (kg/m²)						
<25	1,0			1,0		
[25-30[	1,1	[0,8-1,9]	0,60	1,1	[0,8-1,6]	0,50
≥30	1,5	[1,0-2,3]	0,04	1,5	[0,9-2,3]	0,08
Statut tabagique actuel						
Non-fumeur	1,0			1,0		
Fumeur	1,8	[1,3-2,6]	0,01	2,0	[1,3-2,9]	0,01
Consommation d'alcool						
< Repères du PNNS[2,3]	1,0			1,0		
Abstinent	1,4	[1,0-2,0]	0,05	1,5	[1,0-2,2]	0,05
≥ Repères du PNNS[3]	0,7	[0,4-1,1]	0,15	0,7	[0,4-1,1]	0,12
Niveau d'activité physique (IPAQ)						
Élevé	1,0			1,0		
Modéré	2,1	[1,5-3,0]	$< 10^{-3}$	2,1	[1,4-3,0]	$< 10^{-3}$
Bas	1,9	[1,4-2,7]	$< 10^{-3}$	1,9	[1,3-2,8]	0,01
Sédentarité (temps moyen écran en h/j)						
<3	1,0			1,0		
≥3	1,4	[1,1-1,9]	0,02	1,6	[1,1-2,1]	0,01
Apports alimentaires en vitamine D (tertiles en µg/j)						
≥2,2	1,0			1,0		
[1,3-2,2[	1,3	[0,9-1,9]	0,10	1,5	[1,0-2,2]	0,06
<1,3	1,5	[1,1-2,2]	0,02	1,3	[0,9-1,9]	0,13
Période de prélèvement biologique						
Juin-septembre	1,0			1,0		
Octobre-janvier	2,0	[1,3-2,9]	0,01	2,5	[1,6-3,8]	$< 10^{-3}$
Février-mai	4,4	[3,1-6,1]	$< 10^{-3}$	5,3	[3,7-7,5]	$< 10^{-3}$
Durée moyenne d'ensoleillement du département de résidence (h/an)						
≥2 100	1,0			1,0		
[1 850-2 100[	1,9	[1,1-3,2]	0,02	1,8	[1,0-3,3]	0,05
[1 650-1 850[	2,5	[1,5-4,3]	0,01	2,5	[1,4-4,5]	0,01
<1 650	2,4	[1,5-4,1]	0,01	2,7	[1,5-4,8]	0,01

[1] Ajustés sur l'âge, le sexe et les apports énergétiques sans alcool ; [2] Hors abstinents ; [3] Repères de consommation du PNNS : 20g/j pour les femmes et 30g/j pour les hommes.

d'alcool et le statut en 25(OH) D n'est pas élucidée. Il peut s'agir, comme pour l'origine géographique, d'une conséquence d'un interdit culturel lié à d'autres pratiques, en matière d'habillement ou de sortie en extérieur, qui contribueraient à limiter l'exposition au soleil.

Selon le seuil de déficit considéré, les associations étaient différentes. Le déficit sévère en 25(OH)D concernait principalement une sous-population née hors d'Europe, vivant seule et avec de moindres revenus financiers. Le fait de vivre en couple est connu pour être un facteur de protection à l'égard de la mortalité [20], être associé à un meilleur état de santé [12] et à des loisirs plus actifs [21]. Le fait de vivre seul est également un facteur d'isolement social et de précarité. Quant au fait de ne pas partir en vacances, il constitue un *proxy* du statut socioéconomique et reflète des revenus réduits, limitant potentiellement les activités de plein air.

Pour sa part, le risque de déficit modéré à sévère en 25(OH)D était, dans nos analyses, associé de manière indépendante au niveau d'activité physique et à la sédentarité. Chez les hommes, l'activité physique se révélait un meilleur facteur de protection que chez les femmes (effet modificateur significatif du sexe sur la relation entre l'activité physique et le risque de déficience, données détaillées non présentées). Cela peut s'expliquer par la nature des activités pratiquées, les hommes pouvant plus facilement que les femmes exercer une activité physique en plein air, soit dans le cadre des loisirs, soit dans le cadre professionnel. Par ailleurs, les hommes présentaient un niveau d'activité physique plus élevé que les femmes, 29,5% des hommes ayant un niveau d'activité physique élevé contre 23,6% des femmes [9]. Le niveau d'activité physique est un marqueur de l'exposition au soleil, comme le fait de partir ou non en vacances, qui est également un *proxy* du statut socioéconomique. Dans les modèles univariés, le risque de déficit modéré à sévère était significativement plus élevé chez les ouvriers et les employés. Ces associations peuvent être dues à l'activité physique mais aussi passer par l'intermédiaire des comportements alimentaires [9;12]. Dans tous les cas, ces résultats suggèrent que la promotion de l'activité physique, telle qu'elle figure dans le PNNS, notamment par le biais d'une augmentation des activités en extérieur ou des déplacements en plein air, constitue un des moyens de réduire le risque de déficit modéré en 25(OH)D et d'améliorer le statut en vitamine D. L'ensoleillement favorable à la production endogène de vitamine D étant limité aux mois d'été et à certaines heures de la journée, d'autres pistes comme la réévaluation de la stratégie d'enrichissement de certains aliments en vitamine D ou la supplémentation médicamenteuse de certaines populations sont probablement à explorer, comme c'est le cas dans d'autres pays [22].

En conclusion, cette étude menée sur un échantillon national et sur l'ensemble de l'année montre que le risque d'insuffisance en vitamine D est fréquent, surtout en fin d'hiver et au début du printemps. Si le déficit modéré ne s'accompagne généralement pas de signes cliniques d'ostéomalacie, il pourrait cependant constituer un facteur de risque d'anomalies osseuses, d'ostéoporose et de certaines maladies chroniques comme les cancers, les maladies cardiovasculaires et dysimmunitaires [2;23]. Le risque de déficit sévère est peu élevé et concerne des populations particulièrement vulnérables. Une exposition raisonnable au soleil dans le cadre d'activités de plein air ou d'activité physique devrait contribuer à réduire la prévalence des déficits en vitamine D, au-delà du bénéfice de l'activité physique en termes de prévention de l'obésité, de l'hypertension artérielle et des maladies cardiovasculaires. Afin de réduire la prévalence des déficits en 25(OH)D, des pays comme l'Australie ou l'Angleterre, ont récemment adapté leurs messages de santé publique relatifs aux dangers du soleil en rappelant à la fois les risques, notamment en termes de cancer de la peau, d'une exposition excessive (ou sans protection) et les bienfaits d'une exposition raisonnable (pour la production endogène de vitamine D) [22]. En Australie, des recommandations d'exposition sont même déclinées selon la latitude, la saison et d'autres facteurs de risque [24]. De telles actions d'information ciblées seraient probablement nécessaires en France. L'opportunité d'autres actions de santé publique (enrichissement et supplémentation en vitamine D) est également probablement à discuter. Enfin, pour décrire les évolutions et piloter aux mieux les actions de santé publique, il apparaît utile de reconduire l'évaluation du statut en vitamine D de la population, en l'élargissant aux enfants, aux adolescents et aux personnes âgées.

Tableau 4 **Facteurs associés à un déficit sévère en 25(OH)D (<10 ng/ml) parmi les adultes de 18-74 ans en France métropolitaine. Étude nationale nutrition santé (ENNS), 2006-2007 / *Table 4 Factors associated with severe deficiency (<10 ng/ml) in 25(OH)D in 18-74-year-old adults in metropolitan France. French Nutrition and Health Survey (ENNS), 2006-2007***

	Modèles simples[1]			Modèle multivarié[1]		
	OR[a]	IC95%	P	OR[a]	IC95%	P
Lieu de naissance						
Europe	1,0			1,0		
Autre	6,9	[3,4-14,2]	$< 10^{-3}$	10,7	[5,0-23,0]	$< 10^{-3}$
Situation matrimoniale						
En couple	1,0			1,0		
Seul	2,4	[1,3-4,5]	0,01	2,8	[1,5-5,2]	0,01
Profession et catégorie socioprofessionnelle						
Cadres, professions intermédiaires	1,0					
Indépendants, agriculteurs	0,5	[0,1-4,1]	0,52			
Ouvriers, employés	1,9	[0,9-4,0]	0,10			
Retraités	0,8	[0,3-2,3]	0,62			
Inactifs divers	2,4	[0,9-5,9]	0,06			
Niveau d'éducation						
Enseignement supérieur	1,0					
≤ Baccalauréat	1,8	[0,9-3,4]	0,07			
Vacances au cours des 12 derniers mois						
Oui	1,0			1,0		
Non	3,9	[2,1-7,1]	$< 10^{-3}$	4,6	[2,4-8,6]	$< 10^{-3}$
Indice de masse corporelle (kg/m²)						
<25	1,0					
[25-30[	0,7	[0,3-1,6]	0,42			
≥30	1,4	[0,6-3,1]	0,43			
Statut tabagique actuel						
Non-fumeur	1,0			1,0		
Fumeur	1,7	[0,9-3,3]	0,10	2,2	[1,2-4,2]	0,02
Consommation d'alcool						
< Repères[2,3]	1,0			1,0		
Abstinent	2,4	[1,2-4,6]	0,01	2,4	[1,2-4,7]	0,01
≥ Repères[3]	0,9	[0,3-3,1]	0,96	1,1	[0,4-2,9]	0,90
Niveau d'activité physique (IPAQ)						
Élevé	1,0					
Modéré	0,7	[0,3-1,6]	0,39			
Bas	0,9	[0,4-2,0]	0,81			
Sédentarité (temps moyen écran en h/j)						
<3	1,0					
≥3	1,4	[0,8-2,5]	0,29			
Apports alimentaires en vitamine D (tertiles en µg/j)						
≥2,2	1,0					
[1,3-2,2[	0,6	[0,3-1,3]	0,17			
<1,3	1,1	[0,5-2,3]	0,79			
Période de prélèvement biologique						
Juin-septembre	1,0			1,0		
Octobre-janvier	1,9	[0,5-6,9]	0,31	2,3	[0,6-8,4]	0,2
Février-mai	7,6	[2,6-21,5]	$< 10^{-3}$	12,0	[4,1-35,4]	$< 10^{-3}$
Durée moyenne d'ensoleillement du département de résidence (h/an)						
≥2 100	1,0			1,0		
[1 850-2 100[	2,8	[0,8-9,9]	0,10	3,1	[0,8-12,6]	0,01
[1 650-1 850[	5,2	[1,5-18,0]	0,01	4,7	[1,3-17,5]	0,03
<1 650	5,1	[1,6-16,8]	0,01	5,5	[1,5-20,0]	0,01

[1] Ajustés sur l'âge, le sexe et les apports énergétiques sans alcool ; [2] Hors abstinents ; [3] Repères de consommation du PNNS : 20g/j pour les femmes et 30g/j pour les hommes.

Remerciements

Aux diététiciens qui ont recueilli les données, aux infirmiers et aux médecins des centres d'examens de santé de la Caisse nationale d'assurance maladie des travailleurs salariés (CnamTS) qui ont participé au recueil des données biologiques, ainsi qu'au Centre technique d'appui et de formation des centres d'examens de santé (Cetaf). Aux équipes de l'Inserm U561 (Hôpital Saint-Vincent-de-Paul, Paris) et du Laboratoire de biologie de l'Institut Pasteur de Lille.

Références

[1] Cavalier E, Souberbielle JC. La vitamine D : «effets classiques», «non classiques» et évaluation du statut du patient. Médecine Nucléaire. 2009;33(1):7-16.

[2] Holick MF. Vitamin D deficiency. N Engl J Med. 2007;357(3):266-81.

[3] Lips P, van Schoor NM. The effect of vitamin D on bone and osteoporosis. Best Pract Res Clin Endocrinol Metab. 2011;25(4):585-91.

[4] Forman JP, Giovannucci E, Holmes MD, Bischoff-Ferrari HA, Tworoger SS, Willett WC, *et al.* Plasma 25-hydroxyvitamin D levels and risk of incident hypertension. Hypertension. 2007;49(5):1063-9.

[5] Giovannucci E, Liu Y, Hollis BW, Rimm EB. 25-hydroxyvitamin D and risk of myocardial infarction in men: a prospective study. Arch Intern Med. 2008;168(11):1174-80.

[6] Holick MF, Chen TC. Vitamin D deficiency: a worldwide problem with health consequences. Am J Clin Nutr. 2008;87(4):1080S-6S.

[7] Martin A. Apports nutritionnels conseillés pour la population française. Paris: Lavoisier (coll. Tec et Doc); 2001, 3e Édition. 605 p.

[8] Chapuy MC, Preziosi P, Maamer M, Arnaud S, Galan P, Hercberg S, *et al.* Prevalence of vitamin D insufficiency in an adult normal population. Osteoporos Int. 1997;7(5):439-43.

[9] Institut de veille sanitaire, Université de Paris 13, Conservatoire national des arts et métiers. Étude nationale nutrition santé (ENNS, 2006). Situation nutritionnelle en France en 2006 selon les indicateurs d'objectif et les repères du Programme national nutrition santé (PNNS). Saint-Maurice: Institut de veille sanitaire; 2007. 74 p. Disponible à : http://opac.invs.sante.fr/doc_num.php?explnum_id=3481

[10] Holick MF, Binkley NC, Bischoff-Ferrari HA, Gordon CM, Hanley DA, Heaney RP, *et al*; Endocrine Society. Evaluation, treatment, and prevention of vitamin D deficiency: an Endocrine Society clinical practice guideline. J Clin Endocrinol Metab. 2011;96(7):1911-30.

[11] Forrest KY, Stuhldreher WL. Prevalence and correlates of vitamin D deficiency in US adults. Nutr Res. 2011;31(1):48-54.

[12] Hintzpeter B, Mensink GB, Thierfelder W, Müller MJ, Scheidt-Nave C. Vitamin D status and health correlates among German adults. Eur J Clin Nutr. 2008;62(9):1079-89.

[13] González-Molero I, Morcillo S, Valdés S, Pérez-Valero V, Botas P, Delgado E, *et al.* Vitamin D deficiency in Spain: a population-based cohort study. Eur J Clin Nutr. 2011;65(3):321-8.

[14] van Schoor NM, Lips P. Worldwide vitamin D status. Best Pract Res Clin Endocrinol Metab. 2011;25(4):671-80.

[15] Agence française de sécurité sanitaire des produits de santé (Afssaps). Recommandations de bon usage des produits de protection solaire à l'attention des utilisateurs. Saint-Denis: Afssaps; 2011. 15 p. Disponible à : http://www.afssaps.fr/content/download/34437/450609/version/1/file/Recos-bonUsage-ProduitsSolaires.pdf

[16] Agence française de sécurité sanitaire des aliments (Afssa). Étude individuelle nationale des consommations alimentaires 2 (Inca 2) (2006-2007). Maisons-Alfort: Afssa; 2009. 225 p. Disponible à : http://www.anses.fr/cgi-bin/countdocs.cgi?Documents/PASER-Ra-INCA2.pdf

[17] Barake M, Daher RT, Salti I, Cortas NK, Al Shaar L, Habib RH, *et al.* 25-Hydroxyvitamin D assay variations and impact on clinical decision making. J Clin Endocrinol Metab. 2012;97(3):835-43.

[18] Ross AC, Manson JE, Abrams SA, Aloia JF, Brannon PM, Clinton SK, *et al.* The 2011 report on dietary reference intakes for calcium and vitamin D from the Institute of Medicine: what clinicians need to know. J Clin Endocrinol Metab. 2011;96(1):53-8.

[19] Liu E, Meigs JB, Pittas AG, Economos CD, McKeown NM, Booth SL, *et al.* Predicted 25-hydroxyvitamin D score and incident type 2 diabetes in the Framingham Offspring Study. Am J Clin Nutr. 2010;91(6):1627-33.

[20] Bouhia R. Les personnes en couple vivent plus longtemps. Insee Première. 2007;(1155):1-4. Disponible à : http://www.insee.fr/fr/ffc/ipweb/ip1155/ip1155.pdf

[21] Pettee KK, Brach JS, Kriska AM, Boudreau R, Richardson CR, Colbert LH, *et al.* Influence of marital status on physical activity levels among older adults. Med Sci Sports Exerc. 2006;38(3):541-6.

[22] Lanham-New SA, Buttriss JL, Miles LM, Ashwell M, Berry JL, Boucher BJ, *et al.* Proceedings of the Rank Forum on Vitamin D. Br J Nutr. 2011;105(1):144-56.

[23] Priemel M, von Domarus C, Klatte TO, Kessler S, Schlie J, Meier S, *et al.* Bone mineralization defects and vitamin D deficiency: histomorphometric analysis of iliac crest bone biopsies and circulating 25-hydroxyvitamin D in 675 patients. J Bone Miner Res. 2010;25(2):305-12.

[24] Cancer Council (Australia). How much sun is enough? 2008. Disponible à : http://www.cancer.org.au/File/Cancersmartlifestyle/Howmuchsunisenough.pdf