

UNIVERSITE LOUIS PASTEUR - STRASBOURG

Année 2007

N°

Thèse

présentée pour obtenir le grade de

Docteur de l'Université Louis Pasteur de STRASBOURG

Discipline : Sciences Médicales

Domaine : Recherche clinique, santé publique

soutenue publiquement par

Anne-Elisabeth DURAND - PERRIN

le 15 mai 2007

**EVOLUTION DES TYPOLOGIES ALIMENTAIRES
INFLUENCE DES DETERMINANTS
GEOGRAPHIQUES
ET SOCIOECONOMIQUES**

Jury

BARBERGER-GATEAU Pascale.....	Rapporteur externe
BOUTRON-RUAULT Marie-Christine.....	Rapporteur externe
PIQUARD François.....	Rapporteur interne
DUCIMETIERE Pierre.....	Examineur
SIMON Chantal.....	Directeur de thèse

EVOLUTION DES TYPOLOGIES ALIMENTAIRES
INFLUENCE DES DETERMINANTS
GEOGRAPHIQUES
ET SOCIOECONOMIQUES

Anne-Elisabeth DURAND - PERRIN

Directeur de thèse : Professeur Chantal SIMON

EA 1801. Epidémiologie des Maladies Cardiovasculaires et des Cancers. Rôle de la Nutrition et de la
Sédentarité

Université Louis Pasteur STRASBOURG

Remerciements

Madame le Docteur Pascale Barberger-Gateau

Madame le Docteur Marie-Christine Boutron-Ruault

Monsieur le Docteur François Piquard

Monsieur Pierre Ducimetière

Vous me faites l'honneur de juger ce travail.

Veillez trouver ici l'expression de ma plus vive reconnaissance et de mon profond respect.

Madame le Professeur Chantal Simon

Cette thèse représente l'aboutissement d'une longue et fructueuse collaboration. Vous m'avez accompagnée depuis mes premiers pas en recherche clinique et je n'ai eu de cesse d'essayer de suivre vos traces : cela a été pour moi l'occasion de riches échanges et de grandes satisfactions intellectuelles.

Je voudrais à travers ce travail vous exprimer ma profonde admiration, ma gratitude, et également mon affection sincère.

A tous ceux de l'EA1801 que je me réjouis de retrouver chaque jeudi après-midi, avec une mention particulière à Mohamed, Carine, Aline et Fatima : par votre aide, vos encouragements et votre soutien, vous m'avez permis de relever mon défi !

A tous ceux, qui, de près ou de loin, m'ont apporté leur aide ou leurs encouragements lors de la réalisation de cette thèse.

A ma famille et à mes amis.

Publications

Publications dans des revues internationales

Perrin AE, Simon C, Hedelin G, Arveiler D, Schaffer P, Schlienger JL. Ten-year trends of dietary intake in a middle-aged French population: relationship with educational level. *Eur J Clin Nutr* 2002;56:393-401.

Knoops KT, de Groot LC, Kromhout D, Perrin AE, Moreiras-Varela O, Menotti A, van Staveren WA. Mediterranean diet, lifestyle factors, and 10-year mortality in elderly European men and women: the HALE project. *JAMA* 2004;292:1433-9.

Perrin AE, Dallongeville J, Ducimetière P, Ruidavets JB, Schlienger JL, Arveiler D, Simon C. Interactions between traditional regional determinants and socio-economic status on dietary patterns in a sample of French men. *Br J Nutr* 2005;93:109-14.

Platat C, Perrin AE, Oujaa M, Wagner A, Haan MC, Schlienger JL, Simon C. Diet and physical activity profiles in French preadolescents. *Br J Nutr* 2006;96:501-7.

Perrin AE, Dallongeville J, Ruidavets JB, Bingham A, Wagner A, Bongard V, Amouyel P, Arveiler D, Ducimetière P, Simon C. Ten-year trends in dietary patterns among French middle-aged men: influence of geographical determinant and socioeconomic status. *Soumis à publication*.

Perrin AE, Simon C, Knoops K, de Groot LC, van Staveren WA, Kromhout D. Dietary patterns in a cohort of elderly Europeans: the HALE Project. *En préparation*.

Communications orales

Perrin AE, Simon C, Cottel D, Ruidavets JB, Arveiler D, Bingham A, Ferrières J, Amouyel P, Lang T, Schlienger JL. Relation of cigarette smoking to waist circumference, and its association with other lifestyle factors. 9th European Congress on Obesity, Milan, 3-6 juin 1999. *Int J Obes* 1999;23(suppl.5):S54.

Perrin AE, Simon C, Ruidavets JB, Marecaux N, Bingham A, Ferrières J, Amouyel P, Ducimetière P, Arveiler D, Schlienger JL. Ten years trends of dietary intake in three French populations: geographical determinants. Results from the WHO/MONICA France Project. Congrès de la Société Française de Santé Publique et de l'European Public Health Association: Health inequalities in Europe, Paris, 14-16 décembre 2000.

Perrin AE, Simon C, Ruidavets JB, Dallongeville J, Bingham A, Arveiler D, Ducimetière P, Amouyel P, Ferrières J, Schlienger JL. Apports alimentaires, à 10 ans d'intervalle, des hommes de 45 à 64 ans des 3 centres français MONICA : déterminants géographiques. Journées francophones de Nutrition, Strasbourg, 6-8 décembre 1999. *Nutr Clin Métabol* 1999;13(suppl.1):64s.

Perrin AE, Amouyel P, Ruidavets JB, Arveiler D, Ferrières J, Dallongeville J, Schlienger JL, Simon C. Typologies alimentaires d'une population d'hommes âgés de 45 à 64 ans. 4^e Journées francophones de Nutrition, Dijon, 27-29 novembre 2002. *Nutr Clin Metabol* 2002;16(suppl.1):22s.

Communications affichées

Perrin AE, Simon C, Arveiler D, Hédelin G, Schaffer P, Schlienger JL. Evolution des habitudes alimentaires à dix ans d'intervalle dans la population adulte du Bas-Rhin : des progrès mais peut mieux faire ! XL^{ème} Congrès de la Société Nationale Française de Médecine Interne, Strasbourg, 10-12 juin 1999. *Rev Med Interne* 1999;20(suppl.1):180s.

Perrin AE, Arveiler D, Sartori V, Simon C, Schlienger JL. Niveau de connaissance des facteurs de risque cardio-vasculaires dans la population adulte du Bas-Rhin. XL^{ème} Congrès de la Société Nationale Française de Médecine Interne, Strasbourg, 10-12 juin 1999. *Rev Med Interne* 1999;20(suppl.1):183s.

Perrin AE, Arveiler D, Schlienger JL, Simon C. Obésité et diabète : deux déterminants de la sous-estimation de l'apport énergétique. Congrès de l'ALFEDIAM, Montpellier, 27-31 mars 2001. *Diabetes and Metabolism* 2001;27(suppl.1)P70.

Perrin AE, Arveiler D, Marecaux N, Ruidavets JB, Bingham A, Amouyel P, Ferrières J, Ducimetière P, Schlienger JL, Simon C. Socioeconomic and behavioural determinants of dietary under-reporting. 11th European Congress on Obesity, Vienne, 30 mai - 2 juin 2001. *Int J Obes* 2001;25(suppl.5):P88.

Perrin AE, Wagner A, Bingham A, Dallongeville J, Ruidavets JB, Arveiler D, Ferrières J, Cottel D, Ducimetière P, Schlienger JL, Simon C. On behalf of the french MONICA Project. Dietary patterns in relation to geographical, socioeconomic and lifestyle determinants. Xth Food Choice Conference, Wageningen 30 juin-3 juillet 2003.

Table des matières

I. Introduction	1
II. Typologies alimentaires : une approche globale de l'alimentation	6
1. Les typologies alimentaires : une nouvelle approche en épidémiologie nutritionnelle	7
2. Méthodes d'identification des typologies alimentaires	9
2.1. Méthodes a priori	9
2.1.1. Typologies alimentaires dérivées des scores alimentaires	9
2.1.2. Associations entre les typologies alimentaires définies sous forme de scores et les données de morbi-mortalité	10
2.1.3. Limites des scores alimentaires	11
2.2. Méthodes a posteriori	11
2.2.1. Typologies alimentaires dérivées des analyses factorielles et en cluster	11
2.2.2. Associations entre les typologies alimentaires définies par des analyses factorielles ou en cluster et les données de morbi-mortalité	13
2.2.3. Limites des analyses factorielles et en cluster	15
3. Typologies alimentaires dans la population française	16
III. Facteurs géographiques et statut socioéconomique : deux déterminants essentiels des choix alimentaires	19
1. Influence des facteurs géographiques sur les choix alimentaires	20
1.1. Diversité des comportements alimentaires en Europe	20
1.2. Diversité des comportements alimentaires en France	23
2. Influence du statut socioéconomique sur les choix alimentaires	27
3. Conclusion	32
IV. Méthodologie	34
1. Etude MONICA	35
1.1. Populations et protocoles d'étude	35
1.1.1. Objectifs et méthodologie	35
1.1.2. Etude de population MONICA-France	36
1.2. Evaluation des habitudes alimentaires	37
1.3. Analyses statistiques	39
2. Etude HALE	41
2.1. Populations et protocoles d'étude	41
2.1.1. Objectifs et méthodologie	41

2.1.2. Etude SENECA	42
2.1.3. Etude FINE	42
2.1.4. Harmonisation des données SENECA et FINE	43
2.2. Evaluation des habitudes alimentaires	43
2.3. Analyses statistiques	44
3. Etude des COLLEGIENS du BAS-RHIN	46
3.1. Populations et protocoles d'étude	46
3.2. Evaluation des habitudes alimentaires	48
3.3. Analyses statistiques	48
V. Résultats	50
1. Evolution des choix alimentaires, à 10 ans d'intervalle, dans la population adulte du Bas-Rhin. Influence du niveau d'éducation.	51
Ten-year trends of dietary intake in a middle-aged French population: relationship with educational level. Perrin AE, Simon C, Hedelin G, Arveiler D, Schaffer P, Schlienger JL. <i>Eur J Clin Nutr</i> 2002;56:393-401.	54
2. Influence des facteurs géographiques et du statut socioéconomique sur les typologies alimentaires et leur évolution.	63
Interactions between traditional regional determinants and socio-economic status on dietary patterns in a sample of French men. Perrin AE, Dallongeville J, Ducimetière P, Ruidavets JB, Schlienger JL, Arveiler D, Simon C. <i>Br J Nutr</i> 2005;93:109-14.	68
Ten-year trends in dietary patterns among French middle-aged men: influence of geographical determinant and socioeconomic status. Perrin AE, Dallongeville J, Ruidavets JB, Bingham A, Wagner A, Bongard V, Amouyel P, Arveiler D, Ducimetière P, Simon C. <i>Soumis à publication.</i>	74
Dietary patterns in a cohort of elderly Europeans: the HALE Project. Perrin AE, Simon C, Knoops K, de Groot LC, van Staveren WA, Kromhout D. <i>En préparation.</i>	93
3. Typologies alimentaires et d'activité physique dans une population de jeunes adolescents.	111
Diet and physical activity profiles in French preadolescents. Platat C, Perrin AE, Oujaa M, Wagner A, Haan MC, Schlienger JL, Simon C. <i>Br J Nutr</i> 2006;96:501-7.	114

VI. Discussion et perspectives	121
1. Principaux résultats	124
2. Typologies alimentaires : une approche globale de l'alimentation	126
3. Facteurs géographiques et statut socioéconomiques : deux déterminants interdépendants des choix alimentaires	128
4. Typologies alimentaires, en relation avec d'autres comportements de santé	131
5. Perspectives	132
6. Conclusion	134
VII. Résumé	136
VIII. Annexe	143
<p>Mediterranean diet, lifestyle factors, and 10-year mortality in elderly European men and women: the HALE project. Knoops KT, de Groot LC, Kromhout D, Perrin AE, Moreiras-Varela O, Menotti A, van Staveren WA. <i>JAMA</i> 2004;292:1433-9.</p>	
IX. Bibliographie	151

I.

Introduction

De nombreuses données cliniques, épidémiologiques et expérimentales, accumulées ces dernières années, suggèrent le rôle essentiel de l'alimentation dans le déterminisme des maladies chroniques, au premier rang desquelles les maladies métaboliques, cardiovasculaires et certains cancers. Les facteurs nutritionnels sont actuellement considérés, après les agents infectieux, comme les déterminants les plus importants de la survenue des maladies. Ainsi, selon l'Organisation Mondiale de la Santé, dans les pays occidentaux, 30 % des cancers seraient imputables à des facteurs alimentaires.

L'importance de l'alimentation comme déterminant de santé était déjà connue en Grèce Antique, ainsi que le suggèrent les écrits d'Hippocrate (460-377 av JC) : "*Si nous pouvons donner à chaque individu une quantité suffisante de nourriture et d'exercice physique, ni trop peu, ni trop, nous aurons trouvé la voie pour préserver la santé*" [47].

Pourtant, l'épidémiologie nutritionnelle est l'une des disciplines les plus récentes en épidémiologie. Son essor a été long, principalement parce qu'il est extrêmement difficile d'apprécier la complexité de la nutrition humaine, qui couvre des centaines d'aliments et de nutriments. Ainsi, ce n'est qu'à la fin des années 1980 que les différents aspects méthodologiques ont été définis [149,150].

L'approche analytique en épidémiologie nutritionnelle a longtemps été basée sur l'évaluation des apports en aliments et en nutriments. Les consommations des différents nutriments étant interdépendantes, il est en pratique difficile d'examiner le rôle de tel ou tel nutriment. L'utilisation, dans les études épidémiologiques, d'aliments ou de groupes d'aliments ne permet que partiellement de palier à ce problème. L'ajustement sur la consommation des autres nutriments ou aliments n'est que de peu d'utilité puisque les ingestats sont fortement inter-corrélés. De plus, l'analyse isolée de nutriments ou d'aliments méconnaît les nombreuses interactions potentielles entre les composants de l'alimentation et le risque de maladie.

Dans ce contexte, certains travaux ont souligné l'intérêt de considérer l'alimentation dans son ensemble en identifiant des typologies alimentaires, dont l'objet est l'évaluation de profils de consommation alimentaire. La notion de typologie peut être étendue à d'autres comportements susceptibles d'interagir avec l'alimentation, comme l'activité physique [16,33] ou la consommation de tabac.

L'intérêt d'une telle approche ne se limite pas à l'étude des relations entre alimentation et santé mais peut également avoir des implications en terme de santé publique. Mieux connaître le comportement alimentaire de la population permet en effet d'ajuster et

d'orienter les actions d'informations et d'éducation nutritionnelles, devenues d'une utilité indiscutable en regard de la prévalence des pathologies chroniques liées à la nutrition. Le développement de ces actions de prévention nécessite une connaissance approfondie des habitudes de consommation alimentaire mais aussi de leurs déterminants dans les populations concernées. Il est évident que le fait de se nourrir ne se résume pas au strict cadre de la couverture des besoins métaboliques mais s'insère dans un réseau de pratiques complexes, faisant intervenir de nombreux facteurs culturels, économiques, sociologiques, psychologiques, et environnementaux.

L'évolution des comportements alimentaires est aujourd'hui devenue un véritable sujet de société. La transformation du "paysage alimentaire", en France et en Europe, s'est accélérée à la fin du XXe siècle, sous l'influence notamment de profondes mutations de la société. Les migrations, l'élévation du niveau de vie, les enjeux économiques, la disponibilité et la technologie alimentaires associés à une lente évolution de nos goûts, mais aussi, probablement, aux efforts des pouvoirs publics ou des industriels à promouvoir telle ou telle alimentation, ont profondément modifié nos habitudes alimentaires.

Parmi les déterminants des choix alimentaires, les facteurs géographiques jouent un rôle prépondérant car ils résument à eux seuls un ensemble de caractéristiques culturelles, démographiques et économiques. Les disparités géographiques des habitudes alimentaires sont illustrées par l'existence d'un gradient nord-sud du niveau de consommation de certains aliments (fruits et légumes, et graisses notamment), qui s'observe à l'échelle de l'Europe, mais également en France, à l'échelle des régions.

Cependant, certains travaux récents suggèrent une atténuation des différences régionales et le renforcement des facteurs socioéconomiques, aujourd'hui considérés comme des déterminants prédominants des choix alimentaires. La relation entre facteurs socioéconomiques et type d'alimentation apparaît pourtant de plus en plus complexe à analyser. D'après certains auteurs, les conduites de consommation alimentaire seraient plus étroitement liées aux opinions et aux comportements des individus vis-à-vis de la santé qu'aux facteurs socioéconomiques habituellement décrits [57,130,63].

Dans ce contexte, il apparaît particulièrement intéressant d'évaluer la contribution relative des déterminants géographiques et socioéconomiques dans l'évolution des choix alimentaires. Or, dans les enquêtes récentes consacrées à l'évolution des comportements alimentaires, en France ou en Europe, les déterminants géographiques, sociodémographiques et comportementaux n'ont que rarement été pris en compte simultanément.

Dans ce travail, nous nous sommes intéressés, **dans un premier temps**, à l'évolution des choix alimentaires à l'échelle d'un département français (le Bas-Rhin), en examinant plus en détail l'influence du niveau d'éducation. Nous avons, **dans un second temps**, étendu nos recherches à l'échelle de populations françaises, puis européennes. Nous avons étudié les relations entre les typologies alimentaires identifiées et leurs déterminants géographiques et socioéconomiques, et cherché à vérifier l'hypothèse d'une atténuation de l'influence des déterminants géographiques et du renforcement de l'influence du statut socioéconomique sur l'évolution des habitudes alimentaires au cours du temps. Nous avons, **dans un troisième temps**, considéré les profils alimentaires sous l'angle de "profils de santé", associant des comportements particuliers d'alimentation et d'activité physique. L'influence des facteurs sociodémographiques sur ces profils de santé a également été évaluée.

Les aspects méthodologiques et les résultats de nos travaux personnels sont rapportés et discutés après une présentation des différentes méthodes permettant d'identifier les typologies alimentaires en épidémiologie nutritionnelle, et un rappel de l'importance des facteurs géographiques et socioéconomiques en tant que déterminants essentiels des choix alimentaires.

L'essentiel de ce travail de thèse utilise les données du projet **MONICA** (Multinational Monitoring of Trends and Determinants in Cardiovascular Disease), projet international de recherche sur les maladies cardiovasculaires mené sous l'égide de l'Organisation Mondiale de la Santé. Dans le cadre du projet MONICA, deux enquêtes ont été réalisées en France, à environ 10 ans d'intervalle (la première entre 1985 et 1989, la seconde entre 1995 et 1997) sur des échantillons indépendants représentatifs de la population

adulte du département du Bas-Rhin, du département de la Haute-Garonne et de la Communauté Urbaine de Lille.

Nous avons tout d'abord comparé les habitudes alimentaires, à dix ans d'intervalle, de la population MONICA du Bas-Rhin. Nous nous sommes plus particulièrement intéressés à l'évolution des apports en graisses, reflété par le rapport P/S (acides gras polyinsaturés / acides gras saturés) et les fréquences de consommation de certains aliments et groupes d'aliments, qui ont été examinés en tenant compte du niveau d'éducation. Nos recherches ont ensuite porté sur les données de la deuxième enquête MONICA réalisée dans les trois centres français entre 1995 et 1997. Nous avons identifié des typologies alimentaires et étudié leur relation avec le facteur géographique, représenté par le centre MONICA, et deux déterminants socioéconomiques : le niveau d'éducation et le niveau d'imposition, en essayant d'évaluer la contribution respective de ces différents déterminants. Nous avons également examiné l'évolution de l'influence des facteurs géographiques et socioéconomiques sur les typologies alimentaires de la population des trois centres MONICA entre la première et la deuxième enquête.

L'étude longitudinale **HALE** (Healthy Ageing: a Longitudinal study in Europe), qui concerne une large population de sujets européens âgés de 70 à 90 ans, nous a permis de préciser les relations entre les typologies alimentaires, le pays d'origine et le niveau d'éducation. Nous avons également pu étudier de façon prospective l'influence des typologies alimentaires sur la mortalité de cette population âgée.

Enfin, dans une troisième partie de notre travail, nous avons recherché l'existence d'interrelations entre les habitudes alimentaires, la sédentarité, l'activité physique, et certains facteurs sociodémographiques, à partir d'une étude menée dans une population de **Collégiens scolarisés en classe de 6^e dans le Bas-Rhin.**

II. Typologies alimentaires : une approche globale de l'alimentation

1. LES TYPOLOGIES ALIMENTAIRES : UNE NOUVELLE APPROCHE EN EPIDEMIOLOGIE NUTRITIONNELLE

La littérature récente consacrée aux effets des facteurs alimentaires sur l'état de santé est marquée par un intérêt croissant pour l'étude de l'alimentation sous son aspect multidimensionnel. L'identification de typologies alimentaires, présentées dans les premiers travaux qui leur étaient consacrés comme "des combinaisons variées d'aliments et de nutriments" [126,127] s'est progressivement imposée comme une alternative à l'approche traditionnelle basée sur les nutriments ou les aliments. En considérant l'alimentation dans sa globalité, l'étude des typologies alimentaires permet de mieux appréhender la multicollinéarité des nutriments et des aliments, que méconnaissent les études consacrées à des facteurs nutritionnels isolés. En effet, nous ne mangeons pas des nutriments individualisés, mais consommons des repas consistant en une variété d'aliments, avec des combinaisons complexes de nutriments dont les effets sont présumés interactifs ou synergiques [53]. Dans les études évaluant le rôle d'un seul nutriment, les interactions potentielles (par exemple l'augmentation de l'absorption du fer en présence de vitamine C) ne peuvent être prises en compte. De plus, du fait de niveaux de corrélation élevés entre certains nutriments (comme le potassium et le magnésium), l'analyse de leurs effets spécifiques est rendue délicate, car leur degré de variation est nettement réduit quand ces variables sont entrées de façon simultanée dans un modèle. Par ailleurs, les effets de nutriments considérés isolément sont parfois trop faibles pour pouvoir être détectés. Ainsi, certains grands essais d'intervention nutritionnelle, portant sur un nutriment ou un groupe de nutriments, ne sont pas parvenus à confirmer leurs effets bénéfiques supposés [35,45,2,124].

L'utilisation d'aliments ou de groupes d'aliments permet en partie de mieux cerner la complexité de l'alimentation, qui est souvent perdue dans les analyses basées sur les nutriments, mais les problèmes précédemment décrits persistent avec les aliments. On sait par exemple que la consommation de céréales est inversement associée à la consommation de viandes, et positivement associée à celle de légumes, de fruits et de poissons. Si l'on considère que la consommation de céréales est associée à une diminution du risque de maladies, peut-on être certain que cette association n'est pas due aux différences concernant les apports de viande rouge ou de fruits et de légumes ?

Même si l'on choisit d'ajuster sur les autres nutriments ou aliments, la capacité d'ajustement peut être limitée quand les apports sont fortement corrélés.

De plus, l'analyse isolée de nutriments ou d'aliments méconnaît souvent les interactions entre les composants de l'alimentation et le risque de maladie. Si l'on souhaite prendre en compte de telles interactions, des échantillons très importants sont nécessaires [61]. D'après certains auteurs [53], l'étude des typologies alimentaires serait donc plus appropriée à l'analyse des relations de l'alimentation avec les données de morbi-mortalité. Le succès de deux grands essais d'intervention nutritionnelle : l'essai DASH (Dietary Approaches to stop Hypertension) [3,4] et la Lyon Diet Heart Study [86,87,88], démontrant les bénéfices très importants des modifications des comportements alimentaires, a renforcé l'intérêt porté à l'étude des typologies alimentaires.

L'analyse des typologies alimentaires pourrait à terme se révéler un moyen informatif et puissant pour améliorer notre compréhension du rôle de l'alimentation dans la survenue des maladies chroniques. Cette approche reste actuellement limitée par la complexité inhérente à l'exploitation des données liées à l'alimentation. Des recherches complémentaires sont nécessaires pour évaluer la validité des typologies alimentaires et leur capacité à prédire le risque de maladie dans différentes populations [61,53].

L'étude des typologies alimentaires peut également avoir des implications en terme de santé publique. Il est en effet plus facile de transmettre au grand public des informations nutritionnelles basées sur des comportements alimentaires plutôt que sur des aliments, ou plus encore sur des nutriments spécifiques. Les recommandations actuelles concernant la prévention des maladies cardiovasculaires s'inspirent d'ailleurs largement des typologies alimentaires [42,78,103].

Les typologies alimentaires peuvent aussi être utilisées comme outils d'évaluation des effets des recommandations nutritionnelles sur la santé et apporter des éléments d'orientation dans le domaine de l'éducation nutritionnelle.

2. METHODES D'IDENTIFICATION DES TYPOLOGIES ALIMENTAIRES

Deux approches distinctes sont habituellement utilisées dans la littérature pour décrire l'aspect multidimensionnel de l'alimentation sous forme de typologies alimentaires.

2.1. Méthodes a priori

La première approche, dite "a priori" repose sur des connaissances nutritionnelles préexistantes et utilise des scores ou des indices de qualité de l'alimentation, élaborés à partir des recommandations nutritionnelles en vigueur et/ou d'un type d'alimentation reconnu pour être particulièrement bénéfique pour la santé [67].

2.1.1. Typologies alimentaires dérivées des scores alimentaires

Le profil d'alimentation est évalué en fonction de la présence ou de l'absence de certains aliments ou nutriments et le score en résultant est considéré comme la variable d'exposition alimentaire. La valeur maximale (ou minimale) du score décrit l'alimentation "idéale", ainsi conceptualisée sur la base des meilleures preuves scientifiques disponibles. Parmi les index les plus souvent cités dans la littérature, le *Healthy Eating Index* (HEI) [71] est une mesure individualisée du degré d'adhésion aux recommandations établies par le Département US de l'Agriculture, à partir de cinq groupes de nutriments (graisses totales, graisses saturées, cholestérol, sodium, indice de variété alimentaire). Le *Diet Quality Index* (DQI) [40] explore la conformité de l'alimentation à celle recommandée par le comité "Diet and Health". Un autre score d'utilisation facile est le *Dietary Diversity Score* [65,66], qui dénombre le nombre de classes alimentaires (produits laitiers, viandes, céréales, fruits et légumes) ou d'aliments consommés de façon régulière. Le *Recommended Foods Score* (RFS) liste simplement les aliments prônés par les recommandations en cours [68]. D'autres scores, préférentiellement utilisés en Europe, tels que le *Mediterranean Diet Score* (MDS)

[137,138] ou le *Mediterranean Adequacy Index* (MAI) [1,24], mesurent le degré d'adhésion à une alimentation de type méditerranéenne.

2.1.2. Associations entre les typologies alimentaires définies sous forme de scores alimentaires et les données de morbi-mortalité

Les résultats des principales études portant sur les relations des scores alimentaires avec des données de morbi-mortalité ont été rapportés par Kant en 2004 [69]. D'après cette revue de la littérature, six études ont établi une association inverse entre les scores de qualité alimentaire et la mortalité [137,99,55,104,68,94]. Deux de ces études ont appliqué des scores dérivés du *Mediterranean Diet Score* dans de petites cohortes d'hommes et de femmes âgés en Grèce et au Danemark. Une augmentation d'une unité du score alimentaire était associée à une réduction de 17 à 20 % du risque de mortalité (après ajustement sur le statut tabagique) [137,104]. Une réduction de 13 % de la mortalité (après ajustement sur l'âge, le statut tabagique et la consommation d'alcool) a également été observée chez des hommes (n = 3045), dans le 3^e tertile du *Healthy Diet Indicator* dans l'étude FINE [55]. Dans une large cohorte de dépistage du cancer du sein (n = 42254) aux USA, les femmes du dernier quartile du *Recommended Foods Score* présentaient un risque de mortalité diminué de 30 % après ajustement sur de multiples covariables, incluant l'activité physique ou l'utilisation d'un traitement hormonal substitutif [68]. Une réduction de 42 % du risque de mortalité globale était également retrouvée dans une cohorte de femmes suédoises (n = 59038), dans le dernier quintile du *Recommended Foods Score* [94]. Cependant, d'importantes informations, telles que le statut tabagique et le niveau d'activité physique n'étaient pas disponibles dans cette étude. A l'opposé, Osler et al (n = 7316) n'ont pas mis en évidence d'association significative entre leur *Healthy Food Index* dérivé d'un questionnaire de fréquence alimentaire de 28 items et la mortalité globale et spécifique dans une population danoise [105]. D'autres études, non mentionnées dans la revue de Kant, ont confirmé que les niveaux de score de qualité les plus élevés étaient associés à une réduction du risque de mortalité [138,76,139,81].

Une réduction du risque spécifique de morbi-mortalité d'origine cardiovasculaire, associée aux scores de qualité les plus favorables a été retrouvée dans certaines études

[68,90,91,94] mais pas dans d'autres [91,105]. Dans deux études, le risque de mortalité par cancer était inversement associé au score chez les femmes [68,94], alors que dans d'autres, l'incidence du cancer n'était pas expliquée par les scores alimentaires [90,91,92,41].

2.1.3. Limites des scores alimentaires

L'utilisation de scores de qualité alimentaire est critiquable quand elle repose sur des scores établis à partir de guidelines ou de recommandations n'ayant pas obtenu de consensus scientifique. Ce type d'approche peut également être limité par les incertitudes liées aux choix des variables alimentaires et des cut-points définissant les niveaux de consommation des variables entrant dans la composition du score [53,101].

2.2. Méthodes a posteriori

La seconde approche permettant d'explorer l'alimentation dans sa globalité, dite "a posteriori", utilise des méthodes statistiques spécifiques pour produire des typologies à partir des données nutritionnelles recueillies lors d'enquêtes alimentaires [136]. L'analyse en composantes principales, l'analyse factorielle et l'analyse en cluster sont les techniques statistiques les plus employées.

2.2.1 Typologies alimentaires dérivées des analyses factorielles et en clusters

L'objectif de l'analyse en composantes principales et de l'analyse factorielle est de transformer un large ensemble de variables corrélées en un ensemble plus petit de variables indépendantes, appelées "composant principal" ou "facteur". Ces nouvelles variables sont des combinaisons linéaires des variables initiales et sont dérivées par ordre décroissant d'importance, de telle sorte que le premier composant explique la plus grande partie de la variance des données initiales, le second composant explique la plus grande partie de la variance restante, et ainsi de suite [136]. Les facteurs obtenus peuvent ensuite être utilisés dans des modèles de corrélation ou de régression pour

examiner les différentes typologies identifiées, en relation avec une variable d'intérêt, telle que les facteurs de risque cardiovasculaires, certains marqueurs biochimiques, ou encore des déterminants socioéconomiques ou environnementaux.

L'analyse en clusters permet de répartir les individus de la population étudiée dans des sous-groupes homogènes ("clusters"), sur la base de caractéristiques communes, par exemple la fréquence de consommation de certains aliments ou la contribution relative d'aliments spécifiques à l'apport énergétique total [53]. Les membres d'un cluster ont des comportements alimentaires proches qui les distinguent des membres des autres clusters.

La dénomination des typologies dérivées de l'analyse factorielle est souvent fonction de la variable ayant les coordonnées factorielles ("factor loading") les plus élevées (par exemple : fruits, légumes, céréales, viandes). D'autres typologies sont désignées sur l'aspect quantitatif de la composition nutritionnelle (par exemple : riche en graisses, riche en vitamines, hyperénergétique...). La plupart des typologies ont une présentation qualitative, indiquée par des combinaisons spécifiques d'aliments reconnus comme plus ou moins bénéfiques pour la santé. Ainsi, une typologie définie par des coordonnées factorielles élevées pour les fruits, les légumes, les céréales et les produits laitiers écrémés est dénommée "saine". D'autres labels se réfèrent à l'aspect qualitatif global de la typologie (par exemple : raffinée, satiétogène...) ou à la description culturelle ou géographique de l'alimentation, tels que "traditionnelle", "cosmopolite", "méditerranéenne"... La typologie prudente (prudent pattern), indiquant une faible consommation de graisses et une forte consommation de fruits, légumes et céréales complètes, et la typologie occidentale (western pattern), caractérisée par une forte consommation de graisses, de viandes et de céréales raffinées, ont été documentées en 1998 [128]. Depuis lors, des prudent et western patterns ont été décrits dans de nombreuses études, et notamment dans les deux grandes études de cohorte américaines, la Health Professionals' Follow-up Study [51] et la Nurses' Health Study [28], ayant servi à la rédaction de nombreux articles consacrés aux typologies alimentaires.

La dénomination des clusters est comparable à celle des facteurs dérivés de l'analyse factorielle, avec en particulier des déclinaisons similaires du cluster "sain", et une bonne reproductibilité du cluster riche en sucreries et du cluster riche en alcool. En revanche, aucun cluster n'a été, jusqu'ici, désigné sous le terme de "prudent" ou "western".

2.2.2. Associations entre les typologies alimentaires définies par des analyses factorielles ou en cluster et les données de morbi-mortalité

La revue de Newby [101] mentionne 93 études publiées depuis 1980, identifiant des typologies alimentaires à partir d'une analyse factorielle ou d'une analyse en cluster, parmi lesquelles 65 ont examiné les relations des typologies alimentaires avec des marqueurs biologiques ou avec des pathologies spécifiques. Des associations significatives ont été retrouvées entre les typologies identifiées, la mortalité globale et le risque cardiovasculaire dans la plupart de ces études. Cependant, les variations du risque étaient le plus souvent modestes et atténuées par le contrôle des facteurs confondants.

En général, le risque de survenue d'événements cardiovasculaires et la mortalité d'origine cardiovasculaire sont inversement associés au prudent pattern ou aux typologies caractérisées par un apport prédominant d'aliments d'origine végétale, et positivement associés au western pattern ou aux patterns "riches en graisses" [93,51,28]. Dans l'étude danoise d'Osler [105], les auteurs ont trouvé que le prudent pattern était associé à une diminution du risque de maladie cardiovasculaire et de la mortalité totale durant les 15 ans de suivi ; en revanche, il n'y avait pas d'association significative avec le western pattern. Les données de Fung et al [27] suggèrent que les relations entre les typologies alimentaires et les maladies cardiovasculaires pourraient être médiées par les facteurs de risque biochimiques des maladies cardiovasculaires. Des corrélations positives ont en effet été observées entre le western pattern et l'antigène t-PA (activateur tissulaire du plasminogène), l'insulinémie à jeun, le C-peptide, la C-réactive protéine et l'homocystéine, après ajustement sur plusieurs facteurs potentiellement confondants. D'autre part, des corrélations inverses ont été retrouvées entre le prudent pattern, l'insulinémie à jeun et l'homocystéine.

Les résultats des études utilisant des analyses en cluster dans l'évaluation des effets des typologies alimentaires sur le risque cardiovasculaire vont dans la même direction : le cluster défini comme "bon pour le cœur" (riche en fruits et légumes, produits laitiers allégés, volailles, poissons et céréales) est associé au niveau de risque de maladies cardiovasculaires le plus faible [116] alors que le cluster dénommé "riche en calories" est associé à une augmentation du risque d'athéromatose carotidienne, en comparaison au cluster "bon pour le cœur" [97].

Quelques études ont évalué la relation entre les typologies et les facteurs de risque cardiovasculaire, notamment le diabète de type 2. Dans la cohorte de la Health Professionals' Follow-up Study, le risque de diabète de type 2 est positivement associé au western pattern, mais n'est pas relié au prudent pattern [143]. Dans deux autres études [34,148], une typologie riche en légumes, fruits, poisson et pâtes est inversement associée au diabète de type 2. Une typologie cosmopolite (riche en crudités, salades, riz, volailles, poissons et vin) est associée à une diminution de la pression artérielle [144], à un niveau plus élevé de HDL-cholestérol [10,144] et à une diminution du taux de cholestérol total [10], alors qu'une typologie définie par des aliments raffinés (consommation élevée de frites, boissons sucrées, pain blanc et peu importante de pain complet et de légumes cuits) est positivement associée au taux de triglycérides [144].

D'autres travaux ont examiné les relations entre les typologies alimentaires et certains cancers. D'après l'étude cas-témoin de Slattery et al, le western pattern est associé à une augmentation du risque de cancer colique, alors que le prudent pattern réduit ce risque de façon significative [128]. Ces résultats n'ont pas été confirmés dans l'étude de Terry et al, où il n'a pas été noté d'association significative entre le prudent ou le western pattern et le risque de cancer colorectal [134]. Une association entre le western pattern et le risque de cancer du colon (mais non de cancer rectal) est rapportée dans la Nurses' Health Study ; le prudent pattern, par ailleurs, n'est pas associé dans cette étude au risque de cancer colique ou rectal [29]. Dans une étude cas-témoin italienne, le risque de cancer gastrique diminue avec la typologie "riche en vitamines" mais augmente avec la typologie "traditionnelle" [107]. Il n'a pas été établi de relations significatives entre le cancer du sein et les western/prudent patterns dans une étude de cohorte chez des femmes suédoises [135], tandis qu'aux Etats-Unis, dans une cohorte de femmes ménopausées, la "typologie traditionnelle du Sud" est associée à une diminution du risque de cancer du sein invasif [145].

2.2.3. Limites des analyses factorielles et en cluster

Les principales limites des analyses factorielles et en cluster tiennent à la nature arbitraire du processus analytique, affecté de multiples décisions subjectives requises à chaque étape de la procédure [89]. Dans l'analyse factorielle, la première décision concerne le nombre de variables à introduire dans l'analyse. Bien que la plupart des auteurs effectuent une sélection éminemment perspicace, il est très difficile de justifier que l'ensemble des variables choisies regroupe les variables d'intérêt : des biais de sélection ou la non sélection de certaines variables peuvent alors conduire à l'identification de facteurs erronés. L'étape cruciale est celle du choix du nombre de facteurs à extraire. En pratique, on décide souvent de conserver la solution qui fournit l'interprétation la plus simple ou la plus séduisante. La labellisation des facteurs en vue de leur interprétation a également un caractère subjectif et peut être influencée par des connaissances préexistantes sur les relations entre l'alimentation et le risque de maladie. La subjectivité inhérente aux analyses factorielles et en cluster explique la difficulté de reproductibilité des résultats de ce type d'analyse d'une population à l'autre et peut rendre délicate l'interprétation de leurs résultats en terme de recommandations nutritionnelles.

3. TYPOLOGIES ALIMENTAIRES DANS LA POPULATION FRANÇAISE

Il existe peu de publications consacrées aux typologies alimentaires dans la population française. Dans un travail publié en 2001, l'équipe de M. Gerber utilise le "Mediterranean diet quality index" pour décrire les profils alimentaires d'un échantillon représentatif de la population de l'Hérault [123]. Plus récemment, dans un article consacré aux typologies alimentaires et au risque de tumeurs colorectales dans la cohorte E3N (Etude Epidémiologique auprès des femmes de l'Education Nationale), une analyse factorielle a permis d'identifier quatre typologies différentes. Celles apparentées à une alimentation occidentale étaient significativement associées à une augmentation du risque de tumeurs colorectales [73]. Cependant, les résultats de ces études, conduites pour la première dans un seul département (l'Hérault) et pour la seconde dans un groupe de femmes volontaires de l'Education Nationale ne sont pas généralisables à l'ensemble de la population française.

Le Baromètre santé nutrition 2002 [36], réalisé par l'Institut National de Prévention et d'Education pour la Santé (INPES), inclut un chapitre consacré à l'identification de différents profils de consommateurs au sein de la population française. Ces typologies ont été déterminées au moyen d'une analyse factorielle des correspondances multiples et d'une classification ascendante hiérarchique effectuées sur la population des 18-75 ans, soit 2892 individus. Les variables servant à l'analyse concernent l'alimentation au cours des quinze derniers jours, établie à partir d'un questionnaire de fréquence alimentaire ; elles sont au nombre de quatorze (pommes de terre / pâtes, riz, semoule, blé précuit / fruits / légumes / poisson / charcuterie / légumes secs = haricots secs, lentilles, pois cassés... / produits laitiers = lait, fromage, yaourts / céréales prêtes à consommer ou biscuits ou barres de céréales / pain / bière alcoolisée / plats tout prêts : cuisinés, surgelés, conserve, chinois, traiteur, fast-food / viande : volaille, bœuf, porc, mouton, veau / vin : rouge, rosé, blanc).

Deux dimensions principales se dégagent de l'analyse factorielle, restituant respectivement 7,2 % et 7,0 % de l'information.

Les variables les plus contributives à la constitution de l'axe 1 sont les fréquences de consommation de fruits, de légumes, de poisson, de légumes secs, de plats tout prêts, de

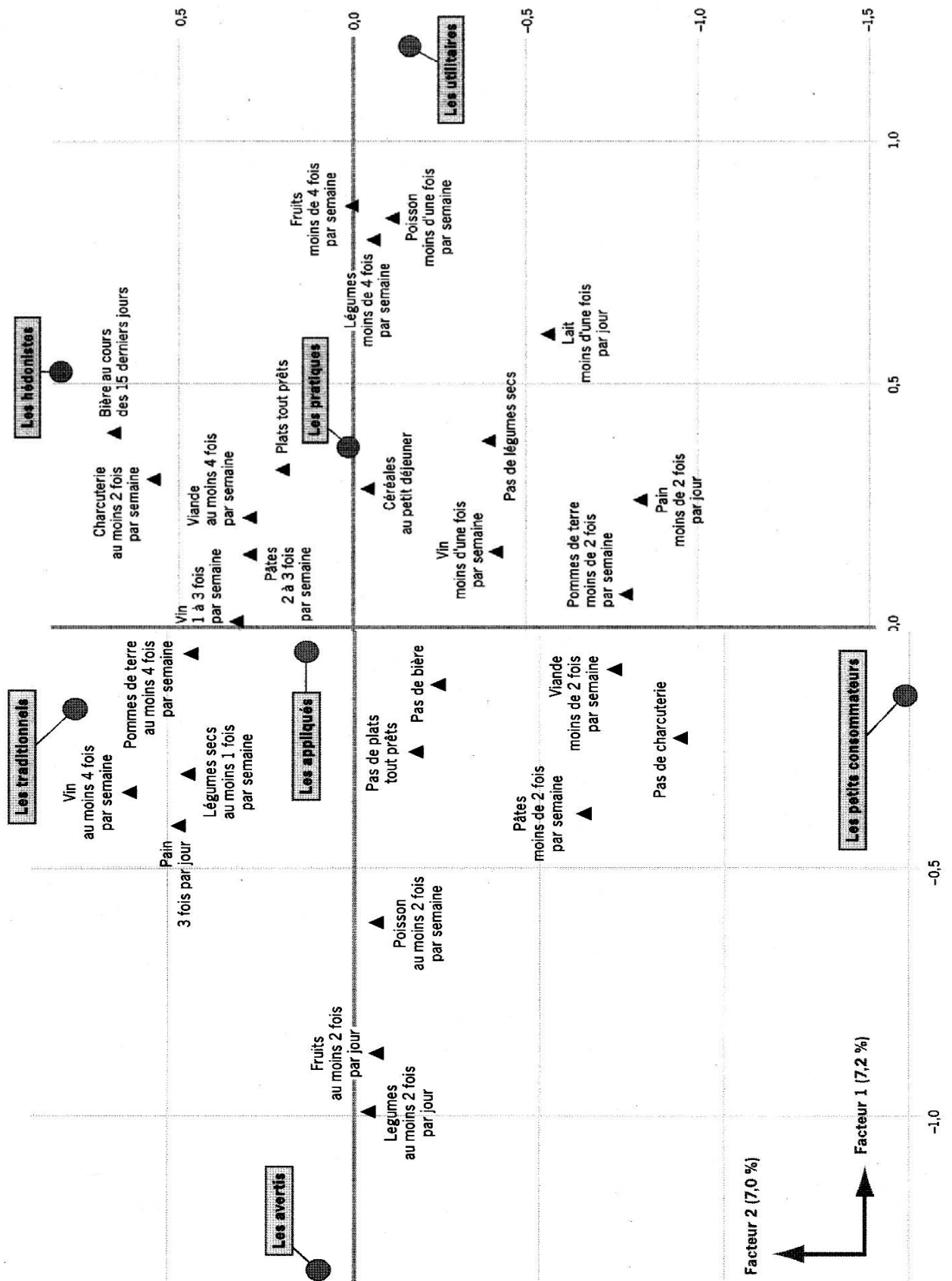
bière et de céréales prêtes à consommer. L'extrémité négative de l'axe 1 caractérise une consommation régulière de fruits (au moins deux fois par jour), de légumes (au moins deux fois par jour), de poisson (au moins deux fois par semaine) de légumes secs (au moins une fois par semaine) et l'absence de consommation de bière, de céréales prêtes à consommer et de plats tout prêts au cours des quinze derniers jours. A l'inverse, l'extrémité positive de l'axe 1 indique une faible consommation de fruits (moins de quatre fois par semaine), de légumes (moins de quatre fois par semaine), de poisson (moins d'une fois par semaine), l'absence de consommation de légumes secs, contrastant avec une consommation régulière de céréales de petit déjeuner (au moins une fois au cours des quinze derniers jours) de bière (au moins une fois au cours des quinze derniers jours), de produits laitiers (au moins une fois par jour), de charcuterie (au moins deux fois par semaine) et de plats tout prêts (au moins une fois au cours des quinze derniers jours).

Les variables les plus contributives à la constitution de l'axe 2 sont la viande, la charcuterie, les féculents (pommes de terre, pâtes, riz, semoule, légumes secs), le pain et les boissons alcoolisées. L'extrémité négative de l'axe 2 caractérise une consommation faible ou nulle de charcuterie, de féculents, de viande et de boissons alcoolisées. L'extrémité positive de l'axe 2 indique une consommation régulière de charcuterie (au moins deux fois par semaine), de viande (au moins quatre fois par semaine), de féculents (pommes de terre au moins quatre fois par semaine, pâtes, riz, semoule deux à trois fois par semaine, légumes secs au moins une fois par semaine), de pain (au moins trois fois par jour) et de boissons alcoolisées (vin au moins quatre fois par semaine et bière au moins une fois au cours des quinze derniers jours).

La représentation graphique du plan factoriel structuré par les axes 1 et 2 permet de visualiser l'espace de consommation alimentaire au cours des quinze derniers jours et de décrire les différents groupes existant dans la population (Figure 1).

Ainsi, cette analyse inédite dans la population française, permet de relever dans cette population représentative âgée de 18 à 75 ans, des pratiques de consommation alimentaires caractérisées, susceptibles d'orienter les actions de prévention dans le domaine de la nutrition.

Figure 1. Typologies des consommateurs. Représentation graphique des résultats de l'analyse factorielle.
 D'après : Baromètre Santé Nutrition 2002 [36].



III. Facteurs géographiques et statut socioéconomique : deux déterminants essentiels des choix alimentaires

1. INFLUENCE DES FACTEURS GEOGRAPHIQUES SUR LES CHOIX ALIMENTAIRES : VERS UNE ATTENUATION DES DISPARITES REGIONALES ?

L'influence des facteurs géographiques, et plus précisément des facteurs régionaux sur les comportements alimentaires est évidente. Climats diversifiés, topographies variées, proximité ou non de la mer... engendrent une mosaïque de zones de production régionales qui expliquent en grande partie la diversité de la consommation alimentaire. Les distributions géographiques des facteurs socioéconomiques et socioculturels sont d'autres facteurs explicatifs de ces variations.

1.1. Diversité des comportements alimentaires en Europe

En Europe, l'influence des facteurs géographiques est soulignée dans les Encyclopédies du début du 19^{ème} siècle, qui mentionnent que "Les nations du Nord tendent vers les aliments d'origine animale, et celles du Sud plutôt vers les aliments d'origine végétale" [132]. La carte géographique présentée en page -21- (Figure 2), issue d'un ouvrage publié en 1920, distingue treize grandes "régions alimentaires", dont il est intéressant de noter qu'elles ne se superposent pas aux frontières des pays. Au Royaume-Uni et en Allemagne, il existe clairement une alimentation "du nord" et une alimentation "du sud", de même qu'en France, où l'influence des pays voisins (Italie et Espagne) apparaît nettement dans l'extrémité sud du pays.

D'après plusieurs travaux basés sur des données économiques [13,31,132], l'évolution dans la deuxième moitié du 20^e siècle est marquée par la diminution des disparités alimentaires en Europe. Aujourd'hui, les différences des niveaux de consommation de la plupart des aliments sont moindres qu'après la seconde guerre mondiale ; c'est notamment le cas des viandes, des œufs, des sucres et confiseries, des vins. Cette évolution vers une uniformisation des pratiques alimentaires laisse cependant toujours paraître des variations régionales qui demeurent incontestables.

Prenons le cas des pommes de terre : durant les 50 dernières années, la consommation de pommes de terre a diminué dans presque tous les pays d'Europe, prenant part au déclin plus général des aliments riches en sucres complexes. De ce fait, les différences

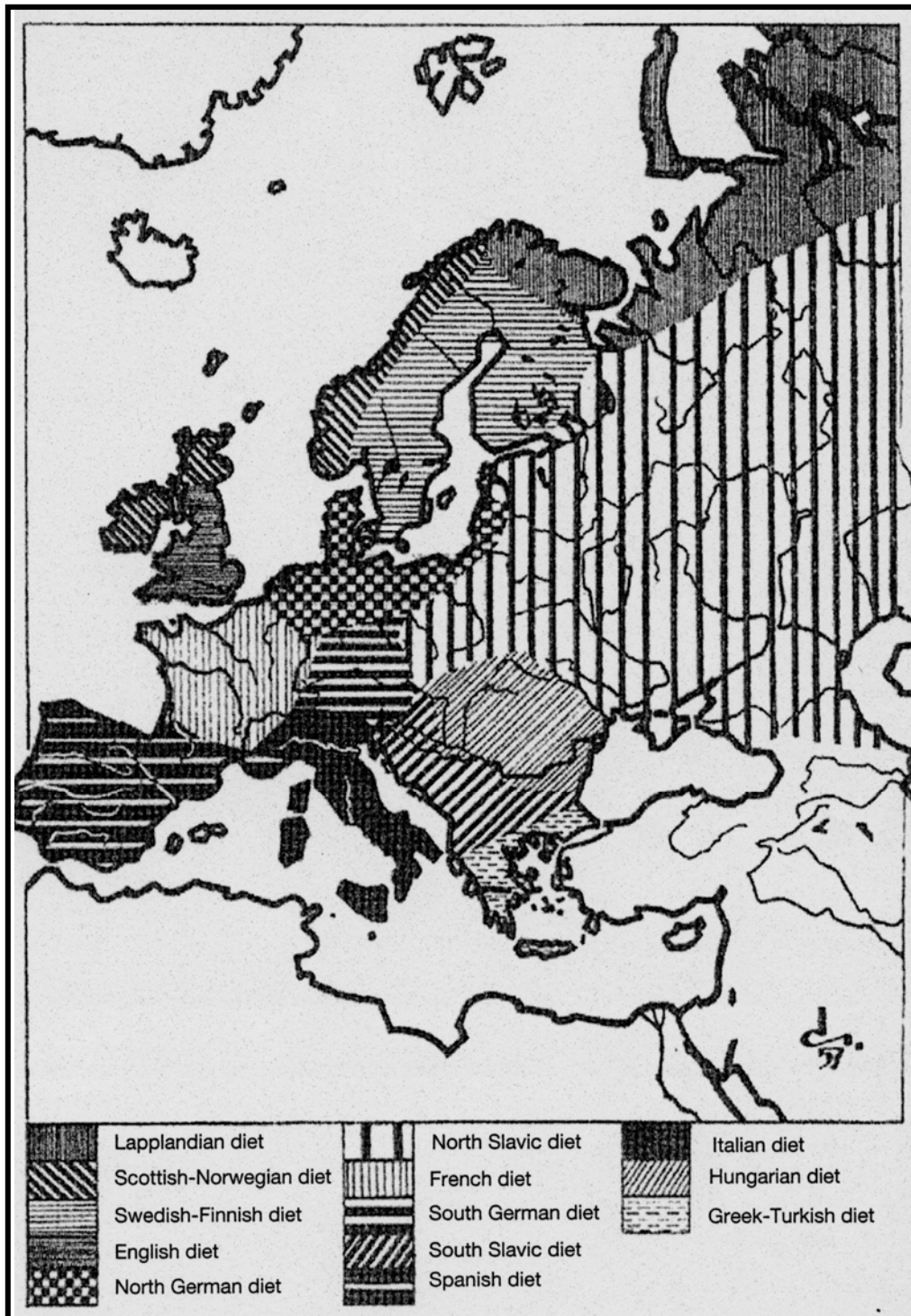


Figure 2. Régions alimentaires en Europe en 1920. D'après : Mixed Diet in Europe [132].

entre les pays se sont atténuées, mais elles existent à un niveau moindre et restent importantes. Aujourd'hui encore, la consommation de pommes de terre en Irlande est trois fois supérieure à celle de l'Italie. D'une manière générale, on en retrouve une consommation relativement élevée dans les Iles britanniques, au Portugal et en Espagne, en Europe Centrale et dans le nord ouest de l'Europe, alors qu'en France, dans les Pays scandinaves et les autres pays méditerranéens, la consommation est inférieure à la moyenne.

L'évolution de la consommation de légumes est marquée par une augmentation de son niveau global durant les 50 dernières années, mais il persiste également de nettes différences entre le nord et le sud de l'Europe. Les habitants des pays méditerranéens consomment plus du double de légumes que ceux vivant dans les pays d'Europe de l'ouest et du nord. Malgré le développement des techniques de cultures en serre et la production de végétaux résistants au froid, il faut admettre que les climats et l'agriculture régionale jouent encore un rôle essentiel dans la consommation quotidienne de légumes.

La consommation de graisses est un exemple démonstratif du maintien des traditions culinaires régionales en Europe. Si la consommation globale des graisses est assez similaire, celle des graisses spécifiques est marquée par de très nettes différences entre le nord et le sud de l'Europe [44]. L'exemple du beurre montre encore une fois la stricte séparation entre les pays méditerranéens (Italie, Grèce, Espagne et Portugal) d'un côté, et les autres pays européens de l'autre. Le beurre est consommé de façon relativement rare dans le sud de l'Europe, où la consommation d'huiles et particulièrement des huiles d'olives prédomine. Mais la consommation de beurre n'est pas homogène dans le reste de l'Europe. Alors qu'elle reste relativement élevée en France, sa consommation a régressé dans les pays scandinaves, du fait de la consommation privilégiée de margarines.

Ce gradient nord-sud du niveau de consommation de légumes et de graisses est aussi une manifestation du régime méditerranéen mis en avant par les travaux de Keys au début des années 1980 [74].

La persistance des disparités régionales alimentaires en Europe est documentée dans plusieurs études épidémiologiques récentes. Les résultats de l'enquête EURALIM (EUROpe ALIMENTation), réalisée à partir des données poolées de sept études de

population indépendantes dans six pays européens (France, Italie, Suisse, Irlande du Nord, Espagne, Pays-Bas), font ressortir un gradient nord-sud pour la consommation de fruits, privilégiée en Italie et en Espagne [12]. Les données de l'étude EPIC attestent également de l'existence de typologies alimentaires régionales spécifiques dans une population de près de 36000 hommes et femmes âgés de 35 à 74 ans. Les comportements alimentaires en Italie et en Grèce se distinguent par le choix préférentiel d'aliments d'origine végétale (à l'exception des pommes de terre) et par une faible consommation d'aliments d'origine animale et de produits élaborés. En France, et en Espagne surtout, il existe une importante diversité alimentaire, marquée par une forte consommation, à la fois d'aliments d'origine végétale et animale. Les pays du nord de l'Europe (Pays-Bas, Allemagne, Royaume-Uni) se caractérisent par une consommation élevée de viandes et de pommes de terre, de produits élaborés, et d'aliments sucrés et raffinés, dans des proportions variables selon les centres et les pays. Dans ces pays, le niveau de consommation des fruits et des légumes est semblable ou inférieur à la moyenne de consommation des centres EPIC, et la consommation d'huiles végétales est basse [129].

1.2. Diversité des comportements alimentaires en France

La diversité des aliments produits et consommés en France est souvent rapportée [18]. Les disparités régionales de consommation alimentaire ont fait l'objet d'un travail mené sous l'égide du CREDOC [8]. Cette étude a été réalisée à partir des données disponibles de l'Observatoire des Consommations Alimentaires (OCA), principalement l'enquête alimentaire de l'INSEE menée en 1991. Les données recueillies concernent, pour chaque ménage et pour une semaine donnée, les consommations totales à domicile, en volume, de 272 catégories de produits alimentaires ; ces consommations intègrent les achats et l'autoproduction. Quarante quatre groupes de produits ont été retenus dans l'analyse statistique.

La première partie de l'analyse a consisté à rechercher les aliments dont le niveau de consommation permet le mieux de discriminer les zones géographiques françaises, par une technique classique d'analyse de variance. Parmi les aliments les plus discriminants figurent des produits souvent associés à une image régionale ou à un terroir précis, autant pour une intégration traditionnelle dans les plats d'une cuisine locale que pour

l'existence de zones de production bien connues. On note en particulier la présence du beurre et de l'huile, chacun étant lié à une image forte des traditions culinaires françaises retraçant un clivage nord-sud, ainsi que celle de produits du terroir : le cidre, les fromages, les fruits de mer. Au début des années 1990, le stéréotype fort de la France de la "cuisine au beurre" et celle de la "cuisine à l'huile" semble donc avoir encore une réalité dans les habitudes de consommation des ménages. La comparaison des deux cartes de la consommation de beurre et d'huile montre d'ailleurs un effet général de substitution des deux produits selon la direction nord-sud. Les analyses statistiques complémentaires (analyse en composante principale et classification ascendante sous contrainte de contiguïté) confirment l'existence d'une forte opposition entre les deux moitiés de la France, celle du nord et celle du sud. Au-delà des consommations différenciées de beurre ou d'huile, cette opposition se caractérise également par une consommation plus importante de bière, de crème fraîche, de pommes de terre et de charcuterie par les ménages du nord, alors que ceux du sud se distinguent par leur consommation de fruits et de légumes frais.

L'étude du CREDOC inclut un chapitre consacré à l'évolution des disparités de consommation alimentaire par grandes zones géographiques, pour 64 groupes de produits. Les données utilisées sont les résultats agrégés des enquêtes alimentaires publiées par l'INSEE depuis 1971. Deux indicateurs sont pris en compte : l'évolution de la consommation nationale moyenne et l'évolution des disparités de consommation en 1971, 1981 et 1991. Comme pour le reste de l'Europe, l'évolution des consommations alimentaires en France est dominée par une décroissance régulière de l'indicateur de disparité de consommation, qui concerne la moitié des groupes d'aliments considérés, notamment le lait, le beurre, le pain, la bière, les légumes frais, les huiles ou encore les poissons et crustacés. Tous ces aliments connaissent aussi une décroissance continue du niveau de leur consommation moyenne au cours de la période étudiée. Ces résultats confirment que les pratiques et les goûts alimentaires des Français s'homogénéisent pour une grande part des produits considérés dans l'étude, y compris ceux qui constituent les fonds de cuisine particuliers des ménagères, comme le beurre ou l'huile. Seuls cinq groupes d'aliments (riz, boissons non alcoolisées, œufs, gibiers, laitue) voient leurs disparités de consommation s'accroître régulièrement entre 1971 et 1991.

En réponse à la question : "les cultures alimentaires régionales résistent-elles ?", P. Babayou conclut son travail ainsi : "finalement, il existe bien une tradition française de

la cuisine aux formes multiples. Fondée en particulier sur l'idée de "terroirs", cette tradition peut être décrite grâce à la mise en évidence de zones géographiques qui sont autant de zones de terroirs. Un facteur explicatif de la permanence des cultures régionales alimentaires semble bien se trouver dans l'existence d'héritages et de transmissions d'un savoir-cuisiner intergénérationnel, comme en témoigne par exemple la réalité des disparités régionales de consommation au sein des zones rurales, où le lien social et le poids de la famille restent plus forts. Les régions alimentaires décrites ici sont évidemment susceptibles d'évoluer dans le temps et elles ne sont en aucun cas à prendre autrement qu'en tant que photographie instantanée des disparités de consommation telles qu'elles existent au début des années 1990. Nous montrons toutefois que les cultures régionales résistent à la menace latente d'une uniformisation des goûts et des pratiques culinaires".

La diversité du paysage alimentaire français semble avoir une réalité au-delà du début des années 1990, si l'on se réfère aux résultats de plusieurs études individuelles récemment publiées.

L'étude E3N "Etude Epidémiologique auprès des femmes de l'Education Nationale" utilise des données alimentaires recueillies entre 1993 et 1995 auprès de 73024 femmes nées entre 1925 et 1950. Huit régions alimentaires ont été identifiées à l'aide d'une analyse canonique discriminante et d'une analyse en cluster, correspondant à des typologies spécifiques caractérisées en particulier par la consommation de produits riches en graisses, de beurre et de margarine dans la partie nord et est, de beurre et de crème dans la partie nord et ouest, d'huiles végétales dans la région méditerranéenne, et de graisses de canard dans le sud-ouest de la France. La consommation de pommes de terre est typique de la moitié nord, alors que les fruits et légumes sont d'avantage consommés dans la région méditerranéenne et dans le sud-est. La consommation de lait, de poissons et crustacés est caractéristique du quart nord-ouest. Il est intéressant de souligner que ces variations sont observées dans une population d'enseignantes, dont le statut socio-économique et le niveau d'éducation sont relativement homogènes [72].

Les auteurs d'un travail consacré aux apports d'huiles ajoutées et de graisses dans une population de 6572 adultes d'âge moyen, inclus dans l'étude SUVIMAX (SUplémentation en VIamines et en Minéraux AntioXydants) en 1994-1995, confirment l'existence d'un gradient nord-sud de consommation des graisses. La

contribution des graisses animales (beurre, crème et autres graisses animales) à l'apport total d'huiles ajoutées et de graisses est significativement plus élevée dans les parties ouest et nord de la France et plus basse sur la côte méditerranéenne. A l'opposé, une consommation plus élevée d'huiles végétales est observée dans les régions sud-est et méditerranéenne, en comparaison aux régions du nord de la France [22].

Deux régions opposées géographiquement, le Nord – Pas-de-Calais et le Languedoc-Roussillon, ont par ailleurs fait l'objet d'une analyse spécifique dans le Baromètre santé nutrition 2002 [36]. Mille trois adultes âgés de 18 à 75 ans ont été interviewés en Nord – Pas-de-Calais et 988 en Languedoc-Roussillon. Le questionnaire proposé aux populations des deux régions et la méthode d'enquête alimentaire (rappel des 24 heures et fréquence de consommation) sont les mêmes que ceux du niveau national. Cette étude comparative révèle des pratiques alimentaires très contrastées au sein de deux populations de niveaux socioéconomiques relativement semblables. Certains traits connus de l'alimentation de chacune des régions ressortent, comme par exemple l'utilisation du beurre dans le nord et de l'huile dans le sud, ou bien encore la consommation de bière dans le nord et de vin rouge dans le sud. Mais au-delà de ces observations, cette étude dévoile des pratiques assez éloignées des recommandations actuelles dans les deux régions, semblant accentuées dans la région Nord – Pas-de-Calais. Ce sont particulièrement les fruits, les légumes et les produits laitiers qui ne sont pas suffisamment consommés par la population de cette région, alors que la consommation d'aliments peu favorables à la santé, tels que les produits de grignotage et les boissons gazeuses sucrées sont assez présents dans l'alimentation quotidienne. Même si la comparaison avec le Nord – Pas-de-Calais place la région Languedoc-Roussillon en position plus favorable sur le plan des comportements alimentaires, cette région reste également éloignée des recommandations. La consommation de fruits et légumes, par exemple, est loin d'atteindre les recommandations, même dans une région méditerranéenne. De même, la consommation relativement élevée de confiseries est préoccupante. Cette évolution est l'expression d'un phénomène plus général de mutation du régime alimentaire méditerranéen favorable à la santé vers un régime moins favorable, observée sur tout le pourtour de la Méditerranée [106].

2. INFLUENCE DU STATUT SOCIOECONOMIQUE SUR LES CHOIX ALIMENTAIRES

L'évolution de la consommation alimentaire est en grande partie sous-tendue par des aspects économiques [20]. En France, et d'une manière plus générale dans les pays développés, le relâchement des contraintes économiques fortes qui ont longtemps pesé sur l'alimentation (disponibilité et prix des produits, revenu des ménages...), a rendu possible un élargissement considérable de l'éventail des choix et donc une diversité croissante des comportements. On sait par exemple que le desserrement progressif des contraintes de revenu et de prix a rendu la consommation des viandes accessible sans restriction à la grande majorité des ménages. C. Grignon décrit dans son "Portrait français d'évolution à long terme de la consommation alimentaire dans la population française", une inversion complète des disparités sociales du niveau de consommation des viandes rouges. Au début de l'étude, au milieu des années 1960, la consommation de bœuf suit exactement la hiérarchie sociale, le niveau de consommation le plus élevé étant observé dans la classe sociale moyenne/haute, suivie par la classe sociale moyenne/basse et les employés, puis à un niveau très inférieur par les travailleurs manuels et enfin par les agriculteurs. Vingt-cinq ans plus tard, au début des années 1990, ce sont les sujets issus de la classe moyenne/basse, les agriculteurs et les ouvriers qui se distinguent par la plus forte consommation de bœuf. L'évolution de la consommation de veau suit la même tendance avec des variations possiblement attribuables à un effet prix plus important et aux innovations dans l'élevage aboutissant à des productions assez différentes. L'amélioration du niveau de vie a sans aucun doute contribué à la substitution, par des aliments coûteux mais faciles à préparer, d'aliments bon marché mais nécessitant du temps de préparation. Le remplacement des légumes frais par des légumes surgelés ou des poissons frais par des poissons surgelés atteste de cette tendance, tout comme le succès des plats tout préparés, et la popularité grandissante des jambons ou de la viande de porc pré-conditionnés [37].

Cependant, l'élévation du niveau de vie n'a pas automatiquement éradiqué les inégalités de consommation alimentaire entre les catégories sociales, pas plus qu'elle n'a conduit à une homogénéisation des styles de vie.

Un gradient social de la consommation alimentaire, concernant tant les aspects quantitatifs que qualitatifs de l'alimentation est rapporté dans plusieurs études transversales [26,58]. D'une manière générale, un niveau socioéconomique élevé est associé à un comportement alimentaire plus sain, caractérisé par une consommation plus importante de fruits et de légumes, de poissons, et moindre de graisses et de viandes alors que l'alimentation dans les groupes socioéconomiques modestes est basée sur des aliments tels que les viandes, le lait entier, les graisses, les sucres, les conserves, les pommes de terre et les céréales, mais n'apporte que peu de fruits et de légumes. Cependant, les différences concernant les apports en nutriments sont souvent peu, voire non significatives [56,131,119,60].

Les interprétations retrouvées dans la littérature à propos des différences sociales des choix alimentaires incluent, entre autres : le niveau de revenus et le coût des aliments (explication économique), la connaissance et les attitudes en relation avec l'alimentation et la santé, la valeur sociale des aliments (explication sociologique).

Le niveau de revenus et le coût des aliments apparaissent comme un facteur clé des choix alimentaires. En France, selon les données INSEE [98], les ouvriers et employés dépensent 15 % de moins, alors que les cadres dépensent 10 % de plus que la moyenne des ménages pour l'alimentation à domicile. Il est prouvé que les produits alimentaires à forte densité énergétique (riches en graisses et en sucres) sont dans l'ensemble moins chers que les aliments définissant une alimentation saine (fruits et légumes, pain complet, poissons) [85,23]. Le passage à une alimentation alternative plus saine ferait augmenter la part du budget dédié à l'alimentation de 6 à 13 %, selon une étude menée au Royaume-Uni [100].

Les individus de classes sociales distinctes ont des goûts alimentaires différents et une autre perception de ce qu'est une alimentation saine [82]. D'après certains auteurs [119,120], **les sujets appartenant à la classe sociale la plus aisée se montreraient plus sensibles aux problématiques de santé** alors que les individus appartenant à des groupes socioéconomiques modestes sont considérés comme présentant des comportements plus à risque vis-à-vis de la santé et semblent moins préoccupés par leur état de santé. Parce que mieux informés de leurs atouts nutritionnels, les sujets ayant un

niveau d'éducation élevé privilégieraient logiquement les aliments réputés bénéfiques pour la santé.

Un autre facteur explicatif fait appel à la **valeur sociale des aliments**. Les individus d'un niveau socioéconomique élevé se distinguent par le choix préférentiel d'aliments dits "modernes", c'est à dire de produits alimentaires dont le niveau de consommation est en augmentation. Inversement, les aliments dont le niveau de consommation est en déclin, le plus souvent des aliments "traditionnels", sont consommés en plus large quantité dans les niveaux socioéconomiquement plus modestes [119,120]. Ces données sont en accord avec la théorie du sociologue français Pierre Bourdieu, selon laquelle les préférences alimentaires sont étroitement corrélées à l'appartenance à une classe sociale et que ce sont les individus appartenant aux classes sociales les plus aisées qui sont les premiers à adopter de nouvelles habitudes alimentaires [17]. Les modifications des habitudes alimentaires dans les classes plus modestes s'observent ultérieurement, par un phénomène d'identification aux classes supérieures [115].

On retrouve dans le "Portrait français" des disparités semblables, dictées par les mutations sociales. La majorité des aliments dont la consommation baisse est privilégiée par les catégories sociales dont les effectifs s'amenuisent et consommée en moindre quantité dans les classes sociales en expansion. Au contraire, les produits alimentaires dont la consommation augmente sont consommés à un niveau plus élevé dans les catégories sociales en expansion et à un niveau moindre dans celles en déclin. Ainsi, on retrouve dans le panier alimentaire des agriculteurs, dont le nombre a chuté de plus de 65 % entre 1962 et 1990, de nombreux aliments dont le niveau de consommation décroît : sucre, lait, beurre, lapin, haricots verts, poireaux, pommes de terre. C'est également le cas d'aliments plus traditionnels comme le cidre, le lard, le vin de table, le pain ordinaire, par ailleurs consommés en faible quantité dans la classe sociale moyenne/haute. A l'exception des productions populaires, telles que la viande de porc, les aliments dont la consommation augmente sont généralement retrouvés dans le panier des individus appartenant à la classe moyenne/haute, qui a vu son effectif multiplié par 2,5 pendant la même période. C'est le cas des fromages, yaourts, légumes surgelés et conserves, pâtisseries, viennoiseries, jambons, eaux minérales, whisky, liqueurs et vins fins [37]. De façon paradoxale, parce qu'il est devenu rare, l'aliment autrefois banal, la nourriture du pauvre gagne un statut de produit original et

authentique réservé à une élite de connaisseurs capables de l'apprécier. Inversement, les denrées rares devenues populaires, perdent avec leur rareté, non seulement leur fonction de distinction sociale mais également leur valeur symbolique, pour ainsi dire leur signification et leur valeur gustative.

La valeur sociale des aliments "modernes" n'est pas forcément synonyme de statut d'aliments bénéfiques pour la santé. Certains auteurs ont ainsi émis deux hypothèses, qui peuvent, dans certains cas, s'avérer contradictoires [119,115]. D'une part, les sujets issus d'un milieu social aisé adoptent un style de vie plus conforme aux recommandations de santé que ceux des niveaux socioéconomiques plus modestes : c'est l' "**hypothèse santé**" ("health hypothesis") ; d'autre part, les sujets appartenant aux classes sociales supérieures sont les premiers à adopter des habitudes alimentaires "modernes" : c'est l' "**hypothèse de la modernité**" ("modernity hypothesis"). Que se passe-t-il alors si ces aliments "modernes" ne sont pas des aliments réputés sains ? Le fromage en est un exemple tout à fait démonstratif. En tenant compte des hypothèses mentionnées précédemment, si les individus de niveau socioéconomique élevé sont effectivement les plus motivés, du fait des recommandations pour la santé, à limiter leurs apports en graisses saturées, ils devraient logiquement éviter la consommation de beurre et de fromages. Et ceci notamment dans les pays où la consommation de ces aliments est en baisse. Or plusieurs études ont mis en évidence une association positive, statistiquement significative, entre le statut social le plus élevé et une plus importante consommation de fromages [114,15,121]. La valeur gustative des fromages, associée à l'image d'une gastronomie élaborée, le raffinement de certaines variétés peuvent expliquer que les individus socioéconomiquement avantagés soient les premiers à consommer plus de fromages et à inclure de nouvelles variétés de fromages dans leur alimentation. Par ailleurs, parce que l'éducation nutritionnelle s'est plus particulièrement focalisée sur le beurre, le fromage n'est pas considéré comme un aliment à risque pour la santé. Ceci est plus particulièrement le cas dans les pays où la consommation de lait est en baisse et où le fromage est devenu la source principale de calcium.

Puisque les individus appartenant aux classes socioéconomiques plus modestes tendent à imiter les habitudes alimentaires des plus aisés, quoique avec un décalage dans le temps, la consommation de fromages, particulièrement ceux à teneur élevée en graisses, peut devenir problématique lorsque la consommation préalable de graisses saturées est

déjà importante. Si l'on poursuit cette réflexion, on peut imaginer que lorsque les individus issus de milieux sociaux plus modestes auront atteint le niveau de consommation de fromages riches en graisses de ceux ayant un statut socioéconomique élevé, ces derniers pourront déjà s'être orientés vers des variétés plus saines, à moindre teneur en graisses, ou vers d'autres aliments, jugés plus "modernes". Si les sujets des classes sociales modestes imitent les aspects négatifs de l'alimentation de ceux ayant une position sociale plus élevée, les disparités alimentaires, et plus tard les inégalités de santé qui leur sont liées, pourraient se majorer dans le futur.

3. CONCLUSION

Cette revue de la littérature suggère que l'évolution récente des comportements alimentaires est marquée par une atténuation des disparités régionales, en France comme en Europe. L'influence des facteurs géographiques sur les choix alimentaires, que traduit l'existence d'un gradient nord-sud du niveau de consommation des graisses et des fruits et légumes, à l'échelle de la France et de l'Europe, reste cependant incontestable. L'importance des facteurs socioéconomiques est également démontrée.

D'après certains auteurs, les typologies alimentaires, en relation avec leurs déterminants géographiques et socioéconomiques, contribueraient à expliquer les différences de l'incidence des maladies chroniques, et notamment des maladies cardiovasculaires. En effet, les pays du sud de l'Europe, et en particulier la France se caractérisent par une moindre incidence des maladies cardiovasculaires, comparativement aux pays du nord de l'Europe [142]. En France, sur un territoire géographique plus limité, on observe également un gradient nord-sud de l'incidence des maladies cardio-vasculaires [142,7]. Or des études antérieures ont montré que le niveau des facteurs de risque cardiovasculaires classiques était relativement similaire en France et dans les autres pays européens et n'expliquait qu'une faible part des différences observées [155]. Il a donc été suggéré que de telles disparités pourraient être le fait de pratiques alimentaires contrastées. Par ailleurs, de nombreuses études conduites dans les pays occidentaux ont montré qu'il existait des différences sociales concernant le niveau de santé et la longévité des individus et des populations. La mortalité d'origine cardiovasculaire semble plus particulièrement liée au niveau socioéconomique [70,62,142]. Parmi les facteurs expliquant les différences socioéconomiques de morbi-mortalité, l'alimentation en particulier paraît jouer un rôle crucial dans la relation entre la position sociale et l'état de santé [62].

Les maladies cardiovasculaires résultent d'interactions complexes entre de nombreux facteurs environnementaux, comportementaux et de prédisposition génétique. Les facteurs environnementaux et comportementaux, au premier rang desquels l'alimentation et la sédentarité jouent un rôle essentiel dans l'expression de la susceptibilité génétique vis-à-vis des processus d'athérombose.

La prévention des maladies cardiovasculaires passe par l'identification de typologies comportementales, regroupant en particulier des profils d'alimentation et d'activité physique, mais également par une meilleure compréhension des différents facteurs qui interagissent pour déterminer les comportements des individus et influencer leur évolution. Ce sont là les principaux thèmes de notre travail de recherche.

IV.

Méthodologie

Ce travail repose sur l'analyse de données provenant de l'étude **MONICA** (Multinational **M**onitoring of Trends and Determinants in **C**ardiovascular Disease), de l'étude longitudinale **HALE** (**H**ealthy **A**geing : a **L**ongitudinal study in **E**urope) et d'une étude menée dans une population de **Collégiens scolarisés en classe de 6^e dans le Bas-Rhin** (étude transversale préalable à l'étude d'intervention **ICAPS** : Intervention Centrée sur l'Activité **P**hysique et la **S**édentarité des adolescents).

1. ETUDE MONICA

1.1. Populations et protocoles d'étude

1.1.1. Objectifs et méthodologie

Le Projet **MONICA** est un projet international de recherche sur les maladies cardiovasculaires, initié au début des années 80, sous l'égide de l'OMS. Il a concerné 38 populations réparties dans 21 pays, sur 4 continents.

Son objectif principal était d'étudier les relations entre l'évolution longitudinale d'indices de mortalité et de morbidité coronariennes pendant une période de temps définie (10 ans) et les niveaux des facteurs de risque cardiovasculaires connus, mais également les habitudes environnementales ou les conditions socioéconomiques des populations sélectionnées, ainsi que la prise en charge médicale dans les différents pays [153].

Chaque centre participant au projet devait assurer dans la population concernée, selon un protocole standardisé [154] :

- a) un registre des infarctus du myocarde, dans le but d'assurer un enregistrement exhaustif et permanent de tous les cas survenant dans les deux sexes entre 25 et 64 ans, ainsi que de la mortalité attribuée à ces infarctus et à l'ensemble des cardiopathies ischémiques.
- b) trois enquêtes de population conduites au début, au milieu et à la fin du projet dans des échantillons représentatifs indépendants avec au minimum pour chacune d'entre elles 1200 sujets des deux sexes, âgés de 35 à 64 ans. Les sujets sélectionnés étaient soumis à un interrogatoire, à un examen physique (mesure du poids, de la taille, de la pression artérielle... dans des conditions standardisées), ainsi qu'à un prélèvement sanguin, effectué à jeun, pour le dosage des constantes biologiques.
- c) deux enquêtes au moins (3^{ème} enquête en option) conduites au début et à la fin du projet sur 500 cas consécutifs d'infarctus récents ou de décès coronariens pour évaluer le niveau des soins en phase aiguë.

Les enquêtes alimentaires, dont la méthodologie a été définie dans le cadre d'un projet autonome de la Communauté Economique Européenne (EURONUT) constituaient une étude optionnelle du Projet MONICA, devant répondre à plusieurs objectifs [177] :

- donner une mesure objective des habitudes alimentaires en fonction des caractéristiques sociogéographiques et socioéconomiques.
- comparer l'évolution de ces habitudes alimentaires à celle de la morbidité coronarienne.
- étudier l'association consommations alimentaires "à risque" / autres facteurs de risque.

1.1.2. Etude de population MONICA-France

Trois centres français ont participé au projet MONICA : la Communauté Urbaine de Lille, le département du Bas-Rhin et le département de la Haute-Garonne.

Deux enquêtes de population, complétées par des enquêtes alimentaires, ont été menées sur des échantillons représentatifs indépendants de la population masculine et féminine adulte de ces trois centres, à environ dix ans d'intervalle. Les échantillons ont été obtenus à l'aide d'un sondage aléatoire de sujets des deux sexes, répartis équitablement par sexe et par classe d'âge de 10 ans (200 sujets par classe), et stratifié sur la taille de la commune (moins de 2000 habitants ; de 2000 à 10000 habitants ; de 10000 à 50000 habitants ; plus de 50000 habitants). La base de sondage était le recensement de la population effectué par l'INSEE (1982) pour la première enquête dans le Bas-Rhin et la Communauté Urbaine de Lille, les listes électorales pour la première enquête en Haute-Garonne et la deuxième enquête dans les 3 centres.

La première enquête s'est déroulée entre 1985 et 1987 à Lille et dans le Bas-Rhin, et entre 1986 et 1989 en Haute-Garonne. Un total de 4576 hommes et femmes âgés de 25 à 64 ans a été inclus. Le taux de participation a été globalement de 65 %. Dans la deuxième enquête, réalisée entre 1995 et 1997 dans les trois centres, l'enquête de population a été restreinte à la classe d'âge 35 à 64 ans. Les échantillons randomisés ont inclus un total de 3508 hommes et femmes. Le taux de participation a été de 58 %.

	1 ^{ère} enquête	2 ^{ème} enquête
- Communauté Urbaine de Lille	1709 répondants	1195 répondants
- Bas-Rhin	1544 répondants	1131 répondants
- Haute-Garonne	1323 répondants	1182 répondants

Les informations recueillies lors de l'enquête de population concernaient les conditions de vie, de travail et d'environnement, l'environnement social et le niveau d'éducation, les opinions et comportements vis-à-vis de la prévention, différents indicateurs de prise en charge sanitaire vis-à-vis du dépistage des maladies cardiovasculaires, un interrogatoire sur la consommation d'alcool et de tabac ainsi que sur le suivi des facteurs de risque cardiovasculaire (hypertension artérielle, cholestérol, diabète).

1.2. Evaluation des habitudes alimentaires

En France, l'enquête alimentaire a été réalisée sur un sous-échantillon d'hommes âgés de 45 à 64 ans soumis à l'enquête de population. Moins de 10 % des sujets ont refusé de participer spécifiquement au volet alimentaire de l'étude. 1126 hommes ont été étudiés lors de la première enquête (381 à Lille, 345 à Strasbourg et 400 à Toulouse), 976 sujets (376 à Lille, 264 à Strasbourg et 336 à Toulouse) lors de la deuxième. Dans le département du Bas-Rhin, l'enquête alimentaire a été élargie à la population masculine et féminine âgée de 35 à 64 ans ; dans ce département, un total de 931 personnes (470 hommes et 461 femmes) a participé à la première enquête, et 806 personnes (397 hommes et 409 femmes) à la deuxième.

L'enquête alimentaire a consisté en un **enregistrement prospectif, durant trois jours, de la consommation alimentaire selon la technique du carnet**. Dans le Bas-Rhin, cette enquête des 3 jours a été complétée par une **enquête de fréquence alimentaire**, portant sur la consommation habituelle de 47 groupes d'aliments.

L'enquête se faisait pendant 3 jours (2 jours de semaine et 1 jour de week-end) auprès de chaque sujet, cette durée d'enregistrement paraissant suffisante pour bien évaluer la ration énergétique habituelle ainsi que la contribution des trois macro-nutriments

(protides, glucides, lipides). Les sujets devaient noter sur un carnet chaque aliment ou chaque boisson consommés en précisant le volume de la portion par des mesures ménagères usuelles (ex : cuillère à soupe) ou son poids, la nature exacte de la composition, le mode de cuisson.

Malgré toutes les précautions prises, l'imprécision dans le recueil des données reste habituellement grande. Une précision acceptable a pu être obtenue grâce à l'intervention d'une diététicienne dont le rôle était de vérifier l'exactitude des renseignements relevés par l'analyse du carnet et d'estimer les quantités des différents aliments ou composants de plats plus complexes. Afin de limiter les incertitudes et les erreurs d'appréciation, l'entrevue de la diététicienne a eu lieu au domicile du sujet dès la fin des 3 jours d'enquête. L'évaluation de la taille des parts a été la partie la plus délicate du travail de la diététicienne ; elle a été facilitée par la présentation au sujet interrogé de photographies de portions d'aliments. Les repas pris hors du domicile ont été signalés et enregistrés. Dans la mesure du possible les restaurants, cantines ou restaurants d'entreprise ont été contactés pour que soient précisées les recettes et les portions. Le recueil des données s'est étalé sur une période d'au moins un an pour prendre en compte les différences saisonnières.

Le codage des données a été effectué le plus tôt possible après leur recueil par la diététicienne. Un programme de contrôle a permis de vérifier en fin d'opération les données enregistrées sur ordinateur, en visualisant les noms des aliments correspondant aux codes choisis. Des erreurs de codage ont ainsi pu être corrigées.

L'ensemble des données a été analysé à l'aide d'une table unique composée à partir des tables de Renaud et de McCance.

L'étude de validation de la méthode d'enquête alimentaire choisie a consisté à la comparer à la méthode par pesée et par analyse chimique considérée comme référence dans le cas présent. Entre 5 et 10% des sujets de l'échantillon ont effectué pendant 3 jours l'enquête alimentaire avec pesée estimée des aliments consommés, puis les 3 jours suivants, l'enquête avec pesée précise.

1.3. Analyses statistiques

L'analyse statistique utilisée pour identifier les typologies alimentaires à partir des données MONICA est une **analyse factorielle**.

Ce type d'analyse cherche à réduire un nombre important d'informations (prenant la forme de valeurs sur des variables) à quelques grandes dimensions. Comme dans toute analyse statistique, on tente donc d'expliquer la plus forte proportion de la variance par un nombre aussi restreint que possible de variables latentes (appelées composantes, facteurs ou axes factoriels) qui ne sont pas mesurées mais générées par l'analyse. L'analyse factorielle autorise en outre la représentation graphique de grands tableaux de données trop complexes à décrire par les méthodes graphiques habituelles ; il est ainsi possible d'obtenir une représentation compacte des données de départ.

Nous avons conduit notre analyse factorielle à l'aide de la procédure PROC FACTOR du logiciel SAS (SAS Institute, Cary, NC, USA). Nous avons d'abord effectué une analyse en composante principale pour extraire les facteurs : le premier facteur est une fonction linéaire standardisée des variables alimentaires avec une variance maximale, le second facteur maximise la variance de toutes les fonctions orthogonales du premier facteur, et ainsi de suite... Une rotation a permis de faciliter l'interprétation des facteurs : ce processus mathématique maximise les saturations les plus fortes et minimise les plus faibles, de sorte que chaque facteur apparaisse déterminé par un ensemble restreint et unique. La rotation orthogonale (de type VARIMAX) que nous avons choisie dans notre analyse permet de conserver l'indépendance des facteurs (chaque facteur apporte une information unique, non partagée par un autre facteur).

Le nombre de facteurs par défaut est déterminé par un critère, celui d'une valeur propre (eigenvalue) supérieure à 1. Les valeurs propres représentent la variance expliquée par chaque facteur. Elles sont constituées de la somme des poids factoriels au carré de toutes les variables pour un facteur déterminé. Pour sélectionner le nombre de facteurs à retenir, nous avons utilisé le graphique des valeurs propres (scree plot) et considéré la pertinence des facteurs obtenus.

Les coordonnées factorielles (factor loadings) peuvent être interprétées comme les coefficients de corrélation entre les variables alimentaires et les facteurs extraits de l'analyse. Dans la littérature, le seuil limite permettant de considérer qu'une variable

alimentaire contribue de façon significative à la typologie varie entre 0,15 et 0,30 ; nous avons retenu la valeur de 0,25.

Des modèles d'analyse de variance ont ensuite été utilisés pour examiner les relations entre les principaux facteurs extraits de l'analyse factorielle, les facteurs géographiques et les indicateurs du niveau socioéconomique. Nous avons introduit dans ces modèles des termes d'interaction, nous permettant de vérifier notre hypothèse d'une interrelation entre les effets des déterminants géographiques et socioéconomiques.

2. ETUDE HALE

2.1. Populations et protocoles d'étude

2.1.1. Objectifs et méthodologie

Le projet **HALE** (**H**ealthy **A**geing: a **L**ongitudinal study in **E**urope) est un projet multicentrique européen, dont l'objectif principal est l'étude de l'évolution et des déterminants du vieillissement en bonne santé ("healthy ageing") dans une cohorte de sujets âgés [25].

Les données longitudinales de trois études internationales : l'Etude des Sept Pays et les études FINE (**F**inland, **I**taly, **N**etherlands **E**lderly) et SENECA (**S**urvey in **E**urope on **N**utrition and the **E**lderly: a **C**oncerted **A**ction) ont permis d'analyser les indicateurs spécifiques du vieillissement en bonne santé, en relation avec leurs déterminants biologiques, sociodémographiques et environnementaux.

Pour répondre aux objectifs fixés, deux bases de données ont été élaborées :

- l'étude des déterminants biologiques du vieillissement en bonne santé utilise les données de l'Etude des Sept Pays, concernant 7047 hommes âgés de 40 à 99 ans vivant dans 5 pays européens (Finlande, Grèce, Italie, Pays-Bas, Serbie). La période de suivi s'étend de 1959 à 2000.
- l'étude des déterminants environnementaux, incluant l'alimentation, est basée sur les études FINE et SENECA, incluant les données de 3805 hommes et femmes âgés de 70 à 99 ans vivant dans 11 pays européens (Belgique, Danemark, Espagne, Finlande, France, Grèce, Hongrie, Italie, Pays-Bas, Portugal, Suisse) durant la période 1988-2000.

2.1.2. Etude SENECA

L'étude longitudinale SENECA a été initiée en 1988 afin d'étudier les facteurs environnementaux affectant la santé et les performances d'une population âgée en Europe.

Des enquêtes de suivi ont été réalisées en 1993 puis en 1999 pour examiner l'évolution des facteurs environnementaux comparativement aux changements de l'état de santé. De plus, le recueil des données de mortalité (date et cause du décès) a permis d'évaluer les relations du style de vie avec la mortalité durant la période de suivi.

L'étude SENECA est basée sur un échantillon représentatif, stratifié sur l'âge et le sexe, d'hommes et de femmes nés entre 1913 et 1918, habitants de 19 petites villes européennes. 2586 sujets ont été inclus en 1988-1989 ; les sujets vivant en établissement pour personnes âgées ont été exclus de l'étude. Le taux de participation en 1988 variait de 37 % à 81 % ; il était globalement de 68 % en 1993 et de 55 % en 1999. Le recueil des données a été réalisé dans des conditions standardisées dans les différents centres et dans les enquêtes successives.

Treize centres pour lesquels les données de mortalité étaient disponibles durant tout le suivi ont été retenus dans le projet HALE : Hamme, Belgique ; Roskilde, Danemark ; Haguenau et Romans, France ; Iraklion, Grèce ; Monor, Hongrie ; Padua, Italie ; Culemborg, Pays-Bas ; Vila Franca de Xira, Portugal ; Betanzos, Espagne ; Yverdon, Burgdorf et Bellinzona ; Suisse.

2.1.3. Etude FINE

Entre 1958 et 1964, 16 échantillons représentatifs de populations d'hommes âgés de 40 à 59 ans ont été inclus dans l'Etude des Sept Pays [74]. L'étude principale a été stoppée après 10 ans, mais dans quelques pays, des enquêtes de suivi ont été organisées. Depuis 1984, la Finlande, l'Italie et les Pays-Bas (FINE) prolongent le suivi de leurs cohortes, centré sur l'évaluation des déterminants de santé chez les sujets âgés.

Les données retenues dans le projet HALE sont celles recueillies en 1989-1991 chez les hommes âgés de 70 à 90 ans. Elles concernent 1189 individus. Les enquêtes ont été répétées durant les années 1994-1995 et 1999-2000. Le taux de réponse était de 92 %

dans les cohortes finlandaises, 74 % dans la cohorte néerlandaise et 76 % dans les cohortes italiennes en 1989-1991, de 86 % en 1994 et de 85 % en 1999.

2.1.4. Harmonisation des données SENECA et FINE

La base de données utilisée dans l'étude HALE inclut un total de 3805 sujets (2589 hommes et 1216 femmes) dans 11 pays européens. L'harmonisation de l'ensemble des données issues des études SENECA et FINE a constitué une part substantielle du travail consacré au projet HALE. Le processus d'harmonisation des données a consisté à comparer les différents questionnaires, afin de créer de nouvelles catégories de variables. Les variables des études SENECA et FINE ont été comparées dans les domaines suivants :

- statut sociodémographique (pays, âge, sexe, statut marital, lieu de résidence, niveaux d'éducation et de revenus)
- alimentation et autres variables comportementales (activité physique, statut tabagique, niveau de consommation d'alcool)
- déterminants anthropométriques et paramètres biologiques

Concernant les déterminants environnementaux, des variables identiques étaient disponibles pour ce qui concerne les données de consommation alimentaire et d'alcool et le statut tabagique. Cependant, l'harmonisation de ces données n'a pu se faire sans une perte d'informations dans l'une ou l'autre étude.

2.2. Evaluation des habitudes alimentaires

Dans l'étude SENECA, les données alimentaires ont été recueillies selon la méthode de **l'histoire alimentaire modifiée**. Cette enquête alimentaire a consisté en un enregistrement prospectif permettant d'effectuer un relevé de la consommation alimentaire durant trois jours, complété par un questionnaire de fréquence évaluant la consommation habituelle du mois précédent, à partir d'une liste d'aliments basée sur les habitudes alimentaires de chaque pays. La taille des portions a été estimée à partir de portions standards et/ou contrôlée par pesée [38].

Une histoire alimentaire a également été utilisée dans l'étude FINE [54]. Un interrogatoire mené par un diététicien expérimenté a permis de reconstituer les apports alimentaires habituels du sujet durant les 2 à 4 semaines précédentes, incluant des jours de semaine et de week-end, et prenant en compte le petit déjeuner, le déjeuner, le dîner et les prises alimentaires entre les repas. Dans un second temps, une liste préétablie regroupant un grand nombre d'aliments a été utilisée pour vérifier les informations recueillies au préalable. Les fréquences et les quantités consommées ont été enregistrées.

La reproductibilité de ces méthodes a été analysée et est jugée satisfaisante [14,39]. Afin de permettre la comparaison des données provenant des deux enquêtes alimentaires, de nouvelles classes alimentaires ont été définies sur la base du système de classification EUROCODE [5].

2.3. Analyses statistiques

Une méthode d'analyse statistique récemment introduite en épidémiologie nutritionnelle [Schulze 2001a, 2001b] : la **régression sur matrice de rang réduit (reduced rank regression)**, a été appliquée aux données de l'étude HALE pour en dériver les typologies. Cette analyse a été effectuée avec la procédure PROC PLS du logiciel SAS. La régression sur matrice de rang réduit (RMR) est une méthode dérivée de l'analyse en composante principale (ACP). Les deux méthodes travaillent à extraire des combinaisons linéaires successives des variables initiales (dites variables prédictives ou prédicteurs) en utilisant les mêmes fonctions mathématiques. Cependant les objectifs de ces méthodes diffèrent : alors que la méthode classique d'ACP sélectionne des facteurs qui expliquent la plus grande part de la variance des prédicteurs, la RMR considère deux ensembles de variables, appelées respectivement prédicteurs et réponses, et extrait des facteurs qui expliquent la plus grande part de la variance des réponses. Appliquée à des données nutritionnelles, la RMR détermine des combinaisons d'aliments ou de groupes d'aliments (= prédicteurs) qui expliquent les variances de nutriments (= réponses) habituellement introduits dans l'analyse en raison de leurs effets documentés sur la santé.

Les prédictors retenus dans notre analyse sont les classes alimentaires (à l'exception des boissons non alcoolisées) établies selon le système EUROCODE à partir des données des enquêtes alimentaires SENECA et FINE. Nous avons retenu comme réponses les protéines, les acides gras saturés, les acides gras monoinsaturés, les acides gras polyinsaturés, les saccharides, les fibres et la vitamine C, sur la base d'études ayant démontré des associations significatives entre ces nutriments et la mortalité dans des populations de sujets âgés [79,30,50].

La RMR peut être considérée à la fois comme une méthode a priori, puisqu'elle se sert d'informations nutritionnelles préexistantes, et comme une méthode a posteriori, utilisant des données d'enquêtes alimentaires pour identifier les typologies. Elle combine les avantages des scores de qualité alimentaire établis à partir d'évidences scientifiques et les propriétés des analyses factorielles permettant d'examiner les corrélations entre les composants de l'alimentation.

Les auteurs qui se sont plus particulièrement intéressés à cette nouvelle approche statistique [48,49,50] soulignent l'intérêt de la RMR dans l'étude des relations entre les typologies alimentaires et les données de morbi-mortalité ; dans une étude comparant l'ACP et la RMR, les typologies dérivées de la RMR se sont révélées être de meilleurs prédictors du risque de mortalité que celles dérivées de l'ACP [50].

3. ETUDE DES COLLEGIENS DU BAS-RHIN

3.1. Populations et protocoles d'étude

L'Etude réalisée auprès des **Collégiens scolarisés en classe de 6^e dans le Bas-Rhin** est une étude descriptive, préalable à l'étude d'intervention **ICAPS** (Intervention Centrée sur l'**A**ctivité **P**hysique et la **S**édentarité des adolescents).

Cette enquête transversale, réalisée en 2001, a pour premier objectif de mesurer l'incidence de l'obésité dans une population d'adolescents vivant dans un département caractérisé par une incidence des maladies cardiovasculaires supérieure à la moyenne nationale. Elle vise également à fournir une cartographie des habitudes de vie de ces adolescents, notamment en terme de comportements d'activité physique et d'alimentation.

Un échantillon représentatif des adolescents fréquentant les classes de 6^e des établissements scolaires, publics et privés, du département du Bas-Rhin a été construit par tirage au sort d'un tiers des classes de 6^e dans chacun des 88 collèges existants. La population résultante est constituée de 4326 adolescents, âgés en moyenne de 12 ans.

La participation des adolescents est volontaire. Le taux de participation à l'étude complète, et notamment au questionnaire est de 77,6 %. Les adolescents participant à l'enquête complète diffèrent uniquement de la population totale par une proportion plus faible d'adolescents scolarisés en établissements localisés en zone d'éducation prioritaire (6,8 % vs 10,1 % ; $p < 0,001$). Aucune différence n'existe entre cet échantillon et la population totale sur le plan socioéconomique.

Un consentement signé a été obtenu de chacun des participants, ainsi que de leurs parents. L'étude a reçu l'accord du comité d'éthique et de la CNIL (Comité National Informatique et Liberté).

L'ensemble des données a été collecté entre février et juin 2001.

Les examens médicaux et anthropométriques ont été réalisés, au cours de la visite médicale annuelle, par du personnel formé aux techniques des mesures standardisées.

Les questionnaires ont été administrés par des enquêteurs, de façon standardisée, par petits groupes de 4 à 6 adolescents. Les enquêteurs ont au préalable reçu une formation afin de minimiser les variations inter-enquêteurs.

Les différents questionnaires destinés aux parents ont été auto-administrés. Des données relatives au niveau socioéconomique des familles (niveau d'imposition, niveau de revenus, profession), au nombre de personnes vivant au foyer, au type d'habitat (maison ou appartement, propriétaire ou locataire) ont ainsi été obtenues. Les niveaux d'imposition et d'éducation des parents ont été utilisés comme indicateurs du statut socioéconomique. Le niveau d'imposition a été divisé en trois catégories : nul, < 2000 euros, > 2000 euros. Le niveau d'éducation des parents retenu correspond au niveau d'éducation le plus élevé des parents. Trois classes ont été définies : niveau inférieur (école primaire, premières années de collège), niveau intermédiaire (collège ou CAP), niveau supérieur (université). Les parents ont rapporté leur poids et leur taille et ont également précisé leur âge, ainsi que certaines habitudes d'activité physique et de télévision.

Le questionnaire d'activité physique retenu dans cette étude est une adaptation du "Modifiable Activity questionnaire for Adolescents" [108]. Ce questionnaire permet d'évaluer différents types d'activités physiques, telles que l'activité physique structurée, de loisirs ou l'activité physique au quotidien. Quelques modifications ont été apportées afin d'adapter le questionnaire au mode de vie et aux habitudes scolaires français. La pratique de l'activité physique au collège et en UNSS a notamment été ajoutée. Dans le cas des activités physiques structurées de loisirs, les adolescents ont indiqué le type d'activités physiques et rapporté leur fréquence hebdomadaire, ainsi que la durée de chaque session. Le nombre de mois durant lesquels l'activité physique a été pratiquée au cours de l'année écoulée a également été précisé par les adolescents. Le temps moyen hebdomadaire consacré à chacune de ces activités a été calculé en multipliant la fréquence hebdomadaire par la durée d'une session. Les adolescents ont également indiqué leurs modes de déplacement (voiture, vélo, train, bus, tram, à pied) au cours d'une journée habituelle et le temps passé dans chacun de leurs déplacements. La durée quotidienne des trajets effectués à pied ou à vélo a ainsi été calculée.

Un planning hebdomadaire, portant sur la semaine précédant l'enquête, a été associé au questionnaire, afin de déterminer, pour chaque jour de la semaine, le temps consacré à diverses activités, parmi lesquelles les activités sédentaires qui ne figurent pas dans le

questionnaire d'origine. Ainsi, le temps consacré à la lecture, aux jeux à l'intérieur, aux jeux à l'extérieur, à la télévision, aux jeux vidéo et à l'ordinateur, à l'activité physique en club et à une activité en club autre que du sport a été estimé.

3.2. Evaluation des habitudes alimentaires

L'objectif premier de ce travail n'était pas d'évaluer précisément les habitudes alimentaires des adolescents. Il n'était pas possible d'utiliser les questionnaires de fréquence alimentaire validés chez l'adolescent, particulièrement lourds, ni de faire une enquête alimentaire prospective. Néanmoins, afin de pouvoir tenir compte du facteur alimentaire dans les analyses, des questions relatives à certaines habitudes de consommation ont été ajoutées en complément du questionnaire d'activité physique. Elles visaient à préciser les habitudes de consommation de quelques catégories d'aliments la veille du jour de l'administration du questionnaire (fruits et légumes, crudités, aliments frits, frites, charcuterie), l'existence d'un grignotage la veille du questionnaire, la fréquence des repas pris en fast-food ou encore la boisson la plus souvent consommée.

3.3 Analyse statistique

Le regroupement typologique des données d'activité physique et des habitudes alimentaires a été étudié grâce à une analyse des correspondances multiples (ACM). L'ACM est une technique statistique descriptive permettant l'analyse de variables qualitatives. Elle est basée sur la création d'un tableau disjonctif dont les colonnes correspondent aux modalités des variables considérées dans l'analyse (les variables relatives à l'activité physique, aux activités sédentaires et aux habitudes alimentaires dans ce travail) et dont les lignes correspondent aux individus. L'objectif de cette méthode est de déterminer les axes, les plans... qui fournissent la meilleure représentation graphique de l'ensemble des données. L'aptitude d'un axe à décrire les relations entre les variables au sein de la population est quantifiée par le pourcentage

d'information représenté par cet axe et par ses valeurs propres. L'ACM permet d'identifier les modalités des variables introduites dans le modèle qui contribuent le plus à la construction de chacun des axes précédemment identifiés. Une contribution, exprimée en pourcentage, à la construction de chaque axe est associée à chaque modalité de chacune des variables. L'interprétation des représentations graphiques se base uniquement sur les modalités présentant les contributions les plus élevées, de sorte que la somme des contributions des modalités retenues atteigne au moins 80 %. Cette valeur de 80 % est arbitraire et le choix des modalités contribuant à la construction des axes reste soumise au jugement de la personne qui analyse les résultats. Cette méthode est en cela une méthode subjective. Les variables peuvent être introduites en tant que variables supplémentaires dans le modèle. Dans ce cas, elles ne sont pas prises en compte dans l'analyse et la détermination des axes. Mais ceci permet de rendre compte de l'association de telle ou telle variable avec les typologies identifiées.

V.

Résultats

1. Evolution des choix alimentaires, à 10 ans d'intervalle, dans la population du Bas-Rhin. Influence du niveau d'éducation.

Ten-year trends of dietary intake in a middle-aged French population: relationship with educational level.

PERRIN AE, SIMON C, HEDELIN G, ARVEILER D, SCHAFFER P, SCHLIENGER JL.

Eur J Clin Nutr 2002;56:393-401.

En résumé

En France, les données précises concernant l'évolution des choix alimentaires et de leurs déterminants sont peu nombreuses. Elles sont, pour la plupart, issues des résultats de l'enquête permanente INSEE, basée sur le budget et la consommation des ménages. Ces données économiques permettent de dégager de grandes tendances mais ne peuvent rendre compte précisément de la diversité de l'alimentation.

Les enquêtes MONICA, conduites dans des conditions identiques, à 10 ans d'intervalle, sur des échantillons indépendants représentatifs de la population de trois régions françaises, constituent un réservoir d'information unique pour l'étude de la variabilité de la consommation alimentaire au sein de la population française et de son évolution.

Les données analysées dans la première partie de ce travail sont celles des deux enquêtes MONICA conduites en 1985-87 (S1) et 1995-97 (S2) dans le Bas-Rhin, dans une population d'hommes (S1 : 416 / S2 : 393) et de femmes (S1 : 446 / S2 : 409) âgés de 35 à 64 ans.

Entre S1 et S2, nous avons mis en évidence une amélioration significative de l'équilibre alimentaire, portant notamment sur la consommation de graisses. Le rapport acides gras polyinsaturés / acides gras saturés (rapport P/S) a augmenté tant chez les hommes que chez les femmes, alors qu'une diminution des apports quotidiens de cholestérol est observée dans les deux sexes, indépendamment du niveau d'éducation. Ces modifications des apports en graisses sont associées à une évolution globalement favorable des choix alimentaires, marquée par une diminution de la fréquence mensuelle de consommation de viandes rouges, de charcuterie, de produits laitiers riches en graisses (lait entier et fromages), de beurre, d'œufs, et une augmentation de la fréquence de consommation de produits laitiers allégés, de volailles et de poissons. Nos analyses n'ont pas permis d'établir de relation significative entre l'évolution des fréquences de consommation de ces différents groupes d'aliments et le niveau d'éducation. Par contre, la fréquence de consommation de légumes et de fruits, restée relativement stable entre les deux enquêtes, apparaît fortement influencée par le niveau d'éducation.

Des résultats comparables ont été observés dans d'autres populations : ainsi, dans les études successives menées entre 1965 et 1989-91 aux Etats-Unis par le Département US de l'Agriculture, une amélioration significative de la consommation de graisses est notée dans tous les groupes ethniques et socioéconomiques, alors que la consommation de fruits et de légumes varie peu au cours du temps [113].

Les efforts récents des pouvoirs publics ou des industriels visant à promouvoir une alimentation saine pourraient pour une part expliquer les modifications favorables des habitudes alimentaires de la population MONICA du Bas-Rhin. Il semblerait cependant que les messages portant sur la réduction des aliments susceptibles d'augmenter le risque de maladies chroniques soient mieux suivis que ceux portant sur l'augmentation des aliments réputés bénéfiques pour la santé. Ainsi, dans notre population, la fréquence de consommation de fruits et de légumes, en moyenne une fois par jour, reste très inférieure aux recommandations actuelles.

Ten-year trends of dietary intake in a middle-aged French population: relationship with educational level

AE Perrin, C. Simon, G. Hedelin, D. Arveiler, P. Schaffer, JL Schlienger

European Journal of Clinical Nutrition, 2002, Vol. 56, Pages 393–401

Pages 54-62 :

La publication présentée ici dans la thèse est soumise à des droits détenus par un éditeur commercial.

Pour les utilisateurs ULP, il est possible de consulter cette publication sur le site de l'éditeur :

<http://www.nature.com/ejcn/journal/v56/n5/pdf/1601322a.pdf>

La version imprimée de cette thèse peut être consultée à la bibliothèque ou dans un autre établissement via une demande de prêt entre bibliothèques (PEB) auprès de nos services :

<http://www-sicd.u-strasbg.fr/services/peb/>

2. Influence des facteurs géographiques et du statut socio-économique sur les typologies alimentaires et leur évolution.

Interactions between traditional regional determinants and socio-economic status on dietary patterns in a sample of French men.

PERRIN AE, DALLONGEVILLE J, DUCIMETIÈRE P, RUIDAVETS JB, SCHLIENGER JL, ARVEILER D, SIMON C.

Br J Nutr 2005;93:109-14.

Ten-year trends in dietary patterns among French middle-aged men: influence of geographical determinant and socioeconomic status.

PERRIN AE, DALLONGEVILLE J, RUIDAVETS JB, BINGHAM A, WAGNER A, BONGARD V, AMOUYEL P, ARVEILER D, DUCIMETIÈRE P, SIMON C.

Soumis à publication.

Dietary patterns in a cohort of elderly Europeans : the HALE Project.

PERRIN AE, SIMON C, KNOOPS K, DE GROOT LC, VAN STAVEREN WA, KROMHOUT D.

En préparation.

En résumé

Des données économiques récentes [8,132] suggèrent une atténuation des disparités géographiques de consommation alimentaire, en France et en Europe. L'exploitation des données individuelles dans les trois centres français MONICA et dans l'étude multicentrique européenne HALE nous a permis de vérifier cette hypothèse et de rechercher dans quelle mesure l'influence des déterminants géographiques était modulée par le statut socioéconomique. Nous avons également pu, en utilisant les données des deux enquêtes MONICA réalisées en 1985-89 puis en 1995-97, examiner l'évolution des relations entre les typologies alimentaires identifiées et leurs déterminants géographiques et socioéconomiques.

Nous avons d'abord évalué l'influence relative des déterminants géographiques (régions nord, nord-est et sud-ouest représentées par le centre MONICA) **et socioéconomiques** (définis par les niveaux d'éducation et d'imposition) **sur les comportements alimentaires de la population d'hommes âgés de 45 à 64 ans ayant participé à la deuxième enquête MONICA (1995/97)**. A l'aide d'une analyse factorielle basée sur quinze aliments ou groupes d'aliments, nous avons identifié deux typologies alimentaires principales, proches de celles déjà exposées dans la littérature : la première, dénommée "alimentation occidentale" ("western diet") est caractérisée par des apports élevés de sucres et confiseries, de céréales, de beurre, de graisses ajoutées, d'œufs, de pommes de terre et de fromages, alors que la deuxième, dite "alimentation prudente" ("prudent diet") décrit une alimentation riche en fruits et légumes, huile d'olives et poissons, et pauvre en alcool, viandes grasses et pommes de terre. La typologie occidentale est significativement associée à la région mais pas aux facteurs socioéconomiques et nous n'avons pas retrouvé d'interactions entre la région et le niveau d'éducation ou le niveau d'imposition. En revanche, nous avons dégagé des associations fortes entre la typologie prudente et les déterminants géographiques et socioéconomiques, ainsi qu'avec certains facteurs comportementaux : cette typologie reflétant une alimentation saine est privilégiée par les hommes habitant le sud-ouest, ayant un niveau d'éducation ou d'imposition élevé, pratiquant une activité physique de loisirs régulière, alors qu'une association négative est observée avec un tabagisme actif.

Nous avons surtout démontré, pour cette deuxième typologie, l'existence d'interactions significatives entre le déterminant géographique et les déterminants socioéconomiques, indiquant que les contributions respectives de ces différents facteurs ne sont pas indépendantes les unes des autres. Dans les régions nord et nord-est, l'influence régionale apparaît modulée par le niveau socioéconomique, alors que dans le sud-ouest, les effets des niveaux d'éducation et d'imposition ne sont pas significatifs. Par ailleurs, l'influence du statut social semble prépondérante dans les choix alimentaires des sujets de niveau socioéconomique élevé, qui, dans les trois régions, favorisent la typologie prudente, tandis que les sujets appartenant aux classes sociales plus modestes privilégient l'alimentation traditionnelle de leur région d'origine.

Nous avons prolongé notre réflexion en examinant l'évolution des relations entre les choix alimentaires et leurs déterminants géographiques et socioéconomiques à dix ans d'intervalle. Pour ce faire, nous avons utilisé les données de l'étude précédente (S2) et les avons comparées à celles de l'enquête réalisée entre 1985 et 1989 (S1). Les résultats portent sur une population de 1128 hommes issus de S1 et de 976 issus de S2. Le premier facteur dérivé de l'analyse factorielle oppose une alimentation riche en pommes de terre, viandes grasses et graisses ajoutées à une alimentation riche en fruits et légumes, poissons, céréales et produits laitiers allégés. Le deuxième facteur indique une consommation prédominante de sucres-confiseries et de beurre, contrastant avec des apports alimentaires privilégiant les légumes et les céréales.

Une forte influence du facteur géographique est observée tant dans S1 que dans S2, pour ce qui concerne les deux facteurs. Cependant, la tendance entre les deux enquêtes est marquée par une atténuation des disparités régionales, favorisée par des évolutions différentes dans les trois centres : une amélioration des habitudes alimentaires est surtout notée dans le nord-est, dont l'alimentation, qui était très comparable à celle de la région nord dans S1, se rapproche de celle du sud-ouest dans S2. L'évolution apparaît moins favorable dans le sud-ouest, où l'alimentation traditionnellement méditerranéenne reste privilégiée mais s'associe, au cours du temps, à une plus forte consommation de produits riches en sucres et en beurre. Il n'y a pas de modifications notables des habitudes alimentaires de la population lilloise, dominées par la consommation de sucres et de beurre.

L'effet du statut socioéconomique apparaît de façon très significative sur le premier facteur dans les deux enquêtes, mais pas sur le deuxième facteur, et il n'est pas noté d'interaction entre le numéro d'enquête et le statut socioéconomique. Les sujets appartenant au niveau social le plus élevé semblent néanmoins se démarquer, au cours du temps, de ceux des autres classes socioéconomiques, en délaissant l'alimentation traditionnelle de leur région pour adopter des habitudes alimentaires communes à leur statut social. Ces sujets se distinguent essentiellement de ceux des autres classes socioéconomiques par le choix préférentiel d'aliments réputés bénéfiques pour la santé (fruits et légumes, poissons, produits laitiers allégés). Cependant, si l'amélioration des comportements alimentaires dans cette classe sociale est évidente dans le nord-est et le nord, elle est également marquée, dans le sud-ouest, par une tendance préoccupante à la consommation de produits riches en sucres et en beurre, notée dans toutes les classes sociales.

Nous avons donc mis en évidence de larges différences géographiques et socioéconomiques au sein de la population MONICA-France. Nos résultats ont notamment confirmé la persistance d'un gradient géographique nord-sud, la typologie reflétant l'alimentation la plus saine restant pour l'instant privilégiée dans le sud-ouest.

Nous avons voulu vérifier, au sein d'une large population européenne, comprenant plus de 3000 hommes et femmes âgés de plus de 70 ans, l'existence d'associations entre les profils de consommation alimentaires, identifiés cette fois par une régression sur matrice de rang réduit **et les déterminants géographiques et socioéconomiques.** Deux typologies alimentaires principales ont été extraites de l'analyse statistique. La première typologie indique une alimentation riche en fruits et en poissons et pauvre en graisses/huiles et en sucres/confiseries, reflétant des apports nutritionnels élevés en vitamine C et en fibres, et une faible consommation de graisses, et en particulier de graisses saturées. La seconde typologie décrit une alimentation riche en légumes/pommes de terre et produits laitiers et pauvre en céréales/pain et boissons alcoolisées ; elle s'associe à de faibles apports en saccharides.

Un gradient géographique nord-sud a également été établi dans cette population européenne : il est déterminé par le contraste entre une alimentation riche en sucres et en graisses privilégiée dans le nord de l'Europe et une alimentation riche en fruits et en poissons favorisée par les habitants du sud de l'Europe. En revanche, le niveau

d'éducation n'est pas apparu ici comme un déterminant significatif des comportements alimentaires, mais les importantes disparités de niveau d'éducation entre les différents centres, en partie dues à des difficultés d'échantillonnage, rendent l'interprétation de ces résultats délicate.

Les données de l'étude longitudinale HALE nous ont surtout fourni l'opportunité d'évaluer de façon prospective le rôle de l'alimentation sur la survie, dans cette cohorte de sujets âgés. Les résultats du modèle de Cox mettent en évidence une relation inverse entre la mortalité globale et la typologie caractérisant une alimentation riche en fruits et en poissons et pauvre en graisses/huiles et en sucres/confiseries. Cette association négative, significative chez les hommes mais non chez les femmes, est persistante après ajustement sur l'âge et le statut tabagique, considérés comme facteurs confondants.

Interactions between traditional regional determinants and socio-economic status on dietary patterns in a sample of French men

Anne-Elisabeth Perrin¹, Jean Dallongeville², Pierre Ducimetière³, Jean-Bernard Ruidavets⁴, Jean-Louis Schlienger¹, Dominique Arveiler⁵ and Chantal Simon^{1*}

¹Groupe d'Etudes en Nutrition, Service de Médecine Interne et Nutrition, Hôpital de Hautepierre, 67098 Strasbourg, France

²INSERM U508, Institut Pasteur, Lille, France

³INSERM U258, Hôpital Paul Brousse, Villejuif, France

⁴INSERM U558, Département d'Epidémiologie, Faculté de Médecine, Toulouse, France

⁵Laboratoire d'Epidémiologie et de Santé Publique, Faculté de Médecine, Strasbourg, France

(Received 24 May 2004 – Revised 19 August 2004 – Accepted 24 August 2004)

The aim of the present study was to assess the respective contributions of regional and socio-economic factors to dietary pattern. We used the data from the final MONICA (MONItoring of trends and determinants in Cardiovascular disease) population survey conducted in the three French centres in 1995–7 among a representative sample of 976 men aged 45–64 years. Dietary intake was assessed using a 3-d record method. Dietary patterns were identified by a factor analysis, based on fifteen food items. An analysis of variance was then used to study their relationship with regional and socio-economic determinants. Two major dietary patterns were identified: a 'Western diet', characterized by high intakes of sugar and sweets, grains, butter, added fats, eggs, potatoes and cheese; a 'prudent diet', mainly distinguished by high intakes of fruit, vegetables, olive oil and fish and low intakes of alcohol, high-fat meat and potatoes. Strong associations were mostly observed with the 'prudent diet' pattern, with a significant relationship with region, educational and income-tax levels, leisure-time physical activity and smoking status. There was also a statistically significant interaction between region and educational level ($P=0.05$), and between region and income-tax level ($P=0.03$), indicating that the influence of socio-economic factors is different among regions. In conclusion, these results indicate large regional and socio-economic differences in the dietary patterns of this French male population. When considering the 'prudent diet' pattern, they also suggest that traditional regional influences may now be overcome by socio-economic determinants.

Dietary patterns: Geographical determinants: Socio-economic status

The effects of dietary factors on the development of chronic diseases, especially CVD and cancer, but also obesity, have been investigated in many experimental, clinical and epidemiological studies. The traditional analytical approach in nutritional epidemiology has largely focused on individual nutrient- or food-based analyses. However, it is often difficult to separate the specific effects of nutrients or foods because of the complexity of dietary intake and the multiple potential interactions between the components of a diet (Jacques & Tucker, 2001). The combined effects of various nutrients and foods can be observed only when the entire eating pattern is considered. In recent years another approach, based on the identification of overall dietary patterns, has been proposed (Hu, 2002). The interests of such an analysis have been underlined in many recent publications focused on the role of overall dietary patterns in chronic diseases (Jacques & Tucker, 2001; Schulze & Hu, 2002; Kant, 2004). Analysing food consumption in terms of dietary patterns is not only interesting to examine the relationship between diet and disease risk but may also have implications from a public health perspective. Identification of such patterns

provides useful information to set up health and nutrition policies and guidelines for healthy food consumption.

Geographical factors are usually considered as strong determinants of dietary patterns; one of the most obvious examples of that influence is the 'Mediterranean diet', adopted by the different populations around the Mediterranean Sea (Keys *et al.* 1986). Regional differences have also been found in France, as shown in the first French MONICA (MONItoring of trends and determinants in Cardiovascular disease) population survey (Jost *et al.* 1990). People living in the south of France adopted the 'Mediterranean diet' rich in fruit and vegetables, fish, olive oil and wine, whereas in the northern regions, the traditional diet was characterized by high intakes of sausages and ham, butter, eggs, potatoes and beer.

However, some studies have suggested an attenuation of geographical differences in dietary behaviours (Huijbregts *et al.* 1997) and the strong contribution of socio-economic factors (Marmot *et al.* 1991; Roos *et al.* 1996; Margetts *et al.* 1998; Johansson *et al.* 1999) that may modulate geographical influences. Although many studies have explored dietary patterns

Abbreviations: HF, high-fat; LF, low-fat; LPA, leisure-time physical activity.

* **Corresponding author:** Dr Chantal Simon, fax +33 (0)3 88 12 75 96, email chantal.simon@medecine.u-strasbg.fr

in relation to their determinants, very few investigations have focused on the extent to which these different determinants interact. Using the data from the final French MONICA population survey, we attempted to identify dietary patterns in a random sample of nearly 1000 middle-aged men living in France, in three distinct regions characterized by traditionally different dietary habits, and to evaluate the relative contribution of the regional and socio-economic factors to the main dietary patterns.

Methods

Study design and sample

The study is based on data from the final MONICA population survey, conducted in 1995–7 in three French centres: the Urban Community of Lille in the north (N), the department of Bas-Rhin in the north-east (NE) and the department of Haute-Garonne in the south-west (SW) of France. Study design and data collection have been described elsewhere (WHO MONICA Project Principal Investigators, 1988). The random sample, stratified by town size, was obtained from the electoral rolls. It included 3508 men and women aged 35–64 years (1195 in N, 1131 in NE and 1182 in SW). The mean participation was 58%.

A standard questionnaire was submitted to the participants in order to identify their socio-demographic, lifestyle and health characteristics. This questionnaire included questions on socio-economic factors, health, physical activity, smoking and drinking habits, attitudes and knowledge concerning several diseases. Physical measurements and a venous blood sample were also performed by a specially trained nurse, following the recommendations of the WHO *MONICA Manual* (World Health Organization, 1986).

According to the MONICA–France study design, the nutritional study was carried out only in a subsample of men, comprising 976 subjects (376 in N, 264 in NE and 336 in SW), aged 45–64 years. Food intake data were collected by trained dietitians, using a prospective 3-d food intake record. The data were carefully checked and portions were estimated with a validated set of photographs.

Study variables

The statistical analyses were carried out using the following dietary, regional, socio-economic and lifestyle variables.

Indicators of dietary habits. Fifteen foods or food groups collected by the 3-d food intake record were included in the analysis to describe eating patterns. These were: (1) grains: bread and cereal; (2) low-fat (LF) dairy products: milk and yoghurt; (3) cheese; (4) eggs; (5) LF meat, with less than 10% fat (including poultry, beef, veal); (6) high-fat (HF) meat, with more than 10% fat (including sausages, fat pork meat, lamb); (7) fish; (8) fruit; (9) vegetables; (10) potatoes; (11) sugar and sweets; (12) butter; (13) alcohol (including beer, wine and liquor); (14) added fats; (15) olive oil. All food items were expressed as mean intake in g/d.

Geographical variable. The geographical variable was the MONICA centre, in three categories: N; NE; SW.

Socio-economic variables. Socio-economic variables were the educational and income-tax levels. Educational level was divided into three groups: primary school; secondary school; technical training/university. Income-tax level was classified in three categories as: no and low income tax (<750 euros/year); medium income tax (750–2300 euros/year); high income tax (>2300 euros/year).

Lifestyle indicators. Lifestyle indicators were smoking status and level of leisure-time physical activity (LPA). Smoking status was classified as no current smoking or current smoking. LPA was categorized as no LPA, moderate LPA almost every week, intensive LPA for at least 20 min once or twice a week, intensive LPA for at least 20 min three times or more per week.

Statistical analyses

Statistical analyses were performed with the Statistical Analysis Systems statistical software package version 8.2 (SAS Institute, Cary, NC, USA). Dietary patterns were identified by a factor analysis, a multivariate statistical technique that uses dietary information (from food frequency questionnaires or dietary records) to identify common underlying dimensions (factor or patterns) of food consumption. This technique aggregates specific food items on the basis of their degree of correlation (Hu, 2002). We conducted the analyses with the SAS System PROC FACTOR procedure: we used a principal component analysis to extract the initial factors and an orthogonal transformation (Varimax rotation function in SAS) to make it simpler and easier to interpret factors. To identify the number of factors to be retained, we considered eigenvalue > 1.0, the scree test and the interpretability of the factors. A diagram of Cronbach's coefficient α was also used to test the pattern structure and to determine the food items contributing to the factor. Food items with absolute factor loadings > 0.25 were considered as significantly contributing to the pattern. Factor scores (i.e. the individual values of the factor) for each pattern were then derived by summing observed intakes of the component food items weighted by factor loadings. These scores were subsequently used in an ANOVA to characterize the dietary patterns across the regional, socio-economic and lifestyle determinants. Furthermore, ANOVA was used to test the effects on dietary patterns of region \times educational level and of region \times income-tax level interactions. Results were expressed as means with their standard errors and differences in dietary patterns were regarded as significant when the *P* value was < 0.05.

In order to minimize reporting errors, the analyses were done with and without taking into account underreporters. We identified underreporters from the ratio of daily energy intake to theoretical BMR, estimated using the Schofield equations based upon weight, age and sex (Schofield *et al.* 1985). The underreporting cut-off value was based on estimation of the lowest physically plausible energy intake for weight maintenance; in this study based on a 3-d record, the cut-off value was 1.05, as proposed by Goldberg (Goldberg *et al.* 1991).

Results

Socio-economic and lifestyle characteristics

Table 1 shows the regional, socio-economic and lifestyle characteristics of the population under study. The average age of the 976 participants was 55.1 (SD 6.1) years with 488 men aged 45–54 years and 488 men aged 55–64 years. The subjects had predominantly received secondary or technical education and the majority paid a medium or high income tax 21% were current smokers. A moderate LPA was reported by the majority of the subjects (49.3%). About 21% were obese (BMI \geq 30 kg/m²) and almost 50% were overweight (BMI 25–29.9 kg/m²).

Table 1. Regional, socio-economic and lifestyle characteristics of the 976 participants

	n	%
Age in years		
mean	55.1	
sd	6.1	
Region (MONICA centre)		
North	376	38.5
North-east	264	27.0
South-west	336	34.4
Educational level		
Primary	225	23.1
Secondary or technical	529	54.2
University	222	22.7
Income-tax level		
None and low	309	32.3
Medium	329	34.3
High	320	33.4
Smoking status		
No current smoking	766	78.5
Current smoking	210	21.5
Physical activity		
No LPA	178	18.3
Moderate LPA	480	49.3
Intensive LPA 1–2 times per week	179	18.4
Intensive LPA ≥3 times per week	137	14.1
BMI		
< 25 kg/m ²	286	29.5
25–30 kg/m ²	484	49.9
≥ 30 kg/m ²	199	20.6

LPA, leisure-time physical activity.

Dietary patterns

Factor analysis extracted two major factors from the fifteen foods or food groups collected by the 3-d record. These factors accounted for 26.7% of the total variance in food intake. The factor loading matrix is shown in Table 2. Factor 1 (termed 'Western diet') explained 13.6% of the total variance. It was positively and heavily associated with the following foods or food groups: sugar and sweets, grains, butter, added fats, eggs, dairy products, potatoes, cheese and fruit. Factor 2 (termed 'prudent diet'), accounting for

Table 2. Factor loading matrix for the major factors (diet patterns) in the final French MONICA survey (976 men)*

	Factor 1	Factor 2
Sugar and sweets	0.70	–
Grains	0.54	–
Butter	0.50	–
Added fats	0.44	–
Eggs	0.43	–
Dairy products	0.37	0.34
Cheese	0.26	–
Fruit	0.26	0.56
Vegetables	–	0.54
Olive oil	–	0.48
Fish	–	0.32
Alcohol	–	–0.44
High-fat meat	–	–0.50
Potatoes	0.33	–0.55

* Food items with absolute factor loadings >0.25 were considered as significantly contributing to a pattern and are represented in the table. A positive loading indicates a positive association with the factor, whereas a negative loading indicates an inverse association. High loadings indicate strong associations between the corresponding observed variables and patterns.

13.1% of the variance, was positively associated with fruit, vegetables, olive oil, dairy products and fish, and negatively associated with alcohol, HF meat and potatoes. The variable LF meat, which had a very low loading, was not assigned to any factor. However, as we considered that LF meat could not be ignored, its z-score was included as a separate 'factor' in the subsequent analysis.

Geographical, socio-economic and lifestyle factors associated with the dietary patterns

The univariate associations of the two major dietary patterns and of LF meat with regional, socio-economic and lifestyle determinants were examined by ANOVA. The results, summarized by the factor score for factor 1 and factor 2 and the z-score for LF meat, are presented in Table 3.

The first dietary pattern was significantly associated with the region ($P<0.01$), men living in NE being more likely to adhere to this pattern, but not with socio-economic factors. The only significant association with lifestyle factors was found for physical activity ($P=0.04$).

All the studied regional, socio-economic and lifestyle variables were associated with the second dietary pattern. A strong association was observed with the region ($P<10^{-4}$): the 'prudent diet' was mostly favoured by men living in SW. Educational level ($P<10^{-4}$) and income-tax level ($P<10^{-3}$) also had a significant effect on this pattern, with a better adherence from people with a higher educational level and with medium or high income-tax levels. There was a significant and positive association with physical activity ($P<10^{-4}$): men who had regular physical activity favoured the 'prudent diet'. Conversely, a negative association was observed with smoking status ($P<10^{-4}$): smokers were less likely to follow that pattern.

The only significant association for LF meat was observed with the region ($P<0.01$), men from SW reporting the highest LF meat intake.

Relative contribution of regional and educational factors to the dietary patterns

In order to evaluate the relative influence of regional and socio-economic factors on the dietary patterns, the ANOVA was repeated with an interaction factor: region × educational level. We found no significant interaction either for the 'Western diet' pattern ($P=0.75$) or for LF meat ($P=0.63$). Region × educational level interaction was, however, significant ($P=0.05$) for the 'prudent diet' pattern, indicating that the contribution of these two determinants was not independent. Results are detailed in Table 4. A significant effect of the region was observed for each educational level, but was stronger for the primary and the secondary educational levels ($P<10^{-4}$) than for the university educational level ($P=0.03$). The effect of the educational level determinant was significant in the NE and N ($P<10^{-4}$), but not in the SW. A significant interaction was also observed for the 'prudent diet' ($P=0.03$), when the interaction factor region × income-tax level was considered in the ANOVA (Table 5). Seen alternatively, the prudent diet score was high in the SW, even among those with little education or low income; this was not the case in the N and NE.

None of these results was modified by the exclusion of (1) underreporters or (2) subjects reporting being on a diet for medical reason.

Table 3. Mean factor score and significance values from analysis of variance of food factors by region, educational level, income-tax level, smoking status and physical activity level

	Factor 1 'Western diet'			Factor 2 'prudent diet'			Low-fat meat (z-score)		
	Mean	SE	<i>P</i> value	Mean	SE	<i>P</i> value	Mean	SE	<i>P</i> value
Region									
North	-0.097	0.051		-0.298	0.049		-0.138	0.051	
North-east	0.178	0.061		-0.097	0.058		0.041	0.061	
South-west	-0.031	0.054	<0.01	0.409	0.052	<10 ⁻⁴	0.122	0.054	<0.01
Educational level									
Primary	0.107	0.067		-0.249	0.065		-0.070	0.066	
Secondary or technical	-0.007	0.043		-0.056	0.042		0.023	0.043	
University	-0.093	0.067	0.10	0.383	0.066	<10 ⁻⁴	0.015	0.067	0.49
Income-tax level									
No and low income-tax level	0.009	0.056		-0.195	0.056		-0.026	0.057	
Medium income-tax level	-0.025	0.054		0.077	0.055		0.095	0.055	
High income-tax level	-0.008	0.055	0.91	0.108	0.055	<10 ⁻³	-0.052	0.056	0.14
Smoking status									
No current smoking	0.001	0.036		0.122	0.035		0.009	0.036	
Current smoking	-0.001	0.069	0.90	-0.447	0.067	<10 ⁻⁴	-0.034	0.069	0.58
Physical activity (LPA)									
No LPA	-0.133	0.075		-0.217	0.074		-0.108	0.075	
Moderate LPA	-0.009	0.046		-0.093	0.045		0.012	0.045	
Intensive LPA 1-2 times per week	0.167	0.075		0.157	0.073		0.021	0.075	
Intensive LPA ≥3 times per week	-0.016	0.085	0.04	0.406	0.084	<10 ⁻⁴	0.052	0.085	0.46

LPA, leisure-time physical activity.

Table 4. Mean factor score and significance values from analysis of variance of factor 2 ('prudent diet') by region for the three educational levels and by educational level in the three regions

Educational levels	Region						<i>P</i>
	North		North-east		South-west		
	Mean	SE	Mean	SE	Mean	SE	
Primary	-0.497	0.082	-0.517	0.170	0.344	0.114	<10 ⁻⁴
Secondary	-0.372	0.071	-0.166	0.071	0.357	0.069	<10 ⁻⁴
University	0.221	0.108	0.315	0.120	0.567	0.099	0.03
<i>P</i> value	<10 ⁻⁴		<10 ⁻⁴		0.20		

Table 5. Mean factor score and significance values from analysis of variance of factor 2 ('prudent diet') by region for the three income-tax levels and by income-tax level in the three regions

Income-tax levels	Region						<i>P</i>
	North		North-east		South-west		
	Mean	SE	Mean	SE	Mean	SE	
None or low	-0.501	0.074	-0.219	0.103	0.352	0.104	<10 ⁻⁴
Medium	-0.314	0.086	-0.057	0.109	0.503	0.086	<10 ⁻⁴
High	-0.017	0.09	-0.005	0.096	0.335	0.09	0.01
<i>P</i> value	<10 ⁻³		0.28		0.33		

Discussion

In the present study, we identified two main dietary patterns in a large representative sample of French men and evaluated their association with regional, socio-economic and lifestyle determinants. The first dietary pattern, named 'Western diet', was characterized by a higher intake of sugar and sweets, grains, butter, added fats, eggs, dairy products, potatoes, cheese and fruit. The second pattern, qualified as 'prudent diet', was rich in fruit,

vegetables, olive oil, dairy products and fish, and poor in alcohol, HF meat and potatoes. Some food groups (dairy products, fruit and potatoes) loaded on different patterns simultaneously. However, although dairy products loaded comparably on both patterns and cannot therefore be assigned to a particular pattern, the loading of fruit indicates a greater contribution to the 'prudent diet' pattern. For potatoes, a positive association was observed with the 'Western diet' pattern, whereas it was negative with the 'prudent diet' pattern.

The 'Western diet' pattern was influenced by regional but not by socio-economic factors, and no interaction between region and educational level and between region and income-tax level was found for this pattern. By contrast, both regional and socio-economic factors contributed to the 'prudent diet' pattern with, moreover, a positive interaction between region and educational level and between region and income-tax level, suggesting that regional influences are modulated by socio-economic influences in the N and NE.

In this sample of French men, the 'Western diet' and 'prudent diet' patterns derived from factor analysis were much like those observed in several previous studies using the same analysis. The terms 'prudent' and 'Western' dietary patterns were first used by Slattery in 1998, in a case-control study examining associations between dietary eating patterns and the risk of colon cancer. Six dietary patterns were generated by the factor analysis, among which were a 'Western pattern', characterized by a higher intake of red meat, processed meat, fast food, refined grains and sugar-containing foods, and a 'prudent pattern', characterized by a higher intake of fruit, vegetables, fish and poultry (Slattery *et al.* 1998). Using the data from two large cohort studies, the Nurses' Health Study and the Health Professionals' Follow-up Study, Hu also derived prudent and Western patterns, and then examined the relationship between these major eating patterns and the risk of CHD (Hu *et al.* 2000; Fung *et al.* 2001a), type 2 diabetes (van Dam *et al.* 2002) and biochemical markers of obesity and CVD risk (Fung *et al.* 2001b). A protective effect of the 'prudent diet' was demonstrated in all these studies.

Although similarities might exist between the present study and these studies of US populations, as well as some studies of European populations (Osler *et al.* 2001, 2002; Schulze *et al.* 2001), some differences can be evidenced. However, factor analysis is always data-driven, thus defining population-specific patterns. The results are likely to represent patterns that are in some aspects unique to the French population and the current study findings may therefore be limited to this population.

Geographical variations across Europe have been investigated in many studies comparing dietary patterns between northern and southern European populations (Evans *et al.* 1995; Holdsworth *et al.* 2000). A north-south gradient in diet quality has been described, with a higher intake of energy-dense foods by northern European populations, whereas southern populations are more likely to adhere to a Mediterranean-style diet, mainly characterized by a large intake of fruit and vegetables, fish and olive oil. This north-south gradient was also observed in France in the first MONICA population survey, conducted in 1985-7, which underlined the major effect of region (Jost *et al.* 1990; Perrin *et al.* 2002). Results from this earlier study showed important variations in eating habits between the three centres, which persist in the final study. The main differences in the 1985-7 study concerned the consumption of LF meat, fruit and vegetables, bread, olive oil and wine, privileged by the inhabitants of the south-west. Most of these foods were components of the 'prudent diet', still favoured in this southern region. Moreover, in this first MONICA study, the influence of the socio-economic status appeared less important than the effect of the region. Only slight differences were noted between the educational levels, with a significant higher consumption of fruit among highly educated people, and of potatoes, bread and added fats among lower-educated people.

As documented in several previous studies (Smith & Baghurst, 1992; Roos *et al.* 1996; Hjartaker & Lund, 1998; Margetts *et al.*

1998; Johansson *et al.* 1999), we found that dietary habits differed between low and high social status groups. Studies on the influence of socio-economic differences on dietary patterns usually report a higher intake of fruit and vegetables in people with a higher socio-economic status, which is in accordance with our results. These socio-economic differences also concerned other behaviours, like smoking or LPA. Indeed, healthy dietary habits were mainly associated with other healthy lifestyle factors. Thus, the concept of 'prudent diet' could be extended to a 'prudent profile' that includes no smoking, low alcohol consumption and LPA, which are more frequently observed in high-status groups. For several authors, the distribution of this healthy behaviour, including dietary habits, may explain differences in mortality and morbidity between social classes (Marmot *et al.* 1991; Lynch *et al.* 1996).

The main finding of the present study was the demonstration that relationships between diet and regional determinants differed according to socio-economic influences (and conversely). The influence of region was mainly observed among people of low and medium socio-economic levels, who seemed to favour their traditional region's diet. This influence was less significant among the subjects of university and high income-tax levels, who are more likely to adhere to the 'prudent diet', whatever their region of origin. Yet, in south-west France, where a Mediterranean-style diet is favoured, the effect of educational level and of income-tax level was not significant. Tradition and lower cost of healthy foods (especially of fruit and vegetables) seemed, working together, to counteract the relevance of socio-economic status in the SW region.

There are some limitations to the present study. The first one concerns the food data collection. Dietary surveys were based on a record method, which appears well adapted to evaluate total energy and macronutrient intake but is less likely to be representative of long-term dietary habits. However, the survey was carried out over a whole year, so that all seasons were equally represented. Moreover, in the MONICA centre of NE, where a food frequency questionnaire was also used to determine dietary intake, we showed that data obtained by the 3-d record and the food frequency questionnaire correlate well with regard to individual food items (unpublished results).

The second limitation could apply to all studies using a factor analysis to identify dietary patterns and has already been discussed (Martinez *et al.* 1998; Hu *et al.* 2000; Schulze *et al.* 2001). Results of factor analysis are strongly affected by subjective analytic but important decisions, including the assignment of food items into food groups, the number of factors to extract, the method of rotation and even the labelling of components. Finally, the two major patterns accounted for only 26% of the total variance, which is in agreement with most previous studies using factor analysis. As the extracted patterns account only for a moderate part of the total variance, the potential existence of other patterns may be discussed. However, the percentage of variance explained by the factors should be interpreted with caution, because it largely depends on the total number of variables included in the analysis and on the degree to which these variables are reduced.

In conclusion, this study identified in a French population two main dietary patterns, opposed in terms of nutritional quality, and indicate large regional and socio-economic differences in these patterns. Our main finding was the demonstration that the contribution of regional and socio-economic factors was not

independent. Our results suggest that a low socio-economic status population is at relatively higher risk of diet-related health problems in regions where the traditional diet is of low quality, thus identifying a population potentially in special need of attention from public health agencies.

Acknowledgements

The WHO-MONICA population survey developed in France was supported by grants from the Conseil Régional du Nord-Pas de Calais, the Caisse Primaire d'Assurance Maladie de Sélestat, the Association Régionale de Cardiologie d'Alsace, ONIVINS, Parke-Davis Laboratory, the Mutuelle Générale de l'Éducation Nationale (MGEN), the Réseau National de Santé Publique, the Direction Générale de la Santé, the Institut National de la Santé Et de la Recherche Médicale (INSERM), the Institut Pasteur de Lille and the Unité d'Évaluation du Centre Hospitalier et Universitaire de Lille.

References

- Evans AE, Ruidavets JB, McCrum EE, *et al.* (1995) Autres pays, autres coeurs? Dietary patterns, risk factors and ischaemic heart disease in Belfast and Toulouse. *QJM* **88**, 469–477.
- Fung TT, Rimm EB, Spiegelman D, Rifai N, Tofler GH, Willett WC & Hu FB (2001b) Association between dietary patterns and plasma biomarkers of obesity and cardiovascular disease risk. *Am J Clin Nutr* **73**, 61–67.
- Fung TT, Willett WC, Stampfer MJ, Manson JE & Hu FB (2001a) Dietary patterns and the risk of coronary heart disease in women. *Arch Intern Med* **161**, 1857–1862.
- Goldberg GR, Black AE, Jebb SA, Cole TJ, Murgatroyd PR, Coward WA & Prentice AM (1991) Critical evaluation of energy intake data using fundamental principles of energy physiology: 1. Derivation of cut-off limits to identify under-recording. *Eur J Clin Nutr* **45**, 569–581.
- Hjartaker A & Lund E (1998) Relationship between dietary habits, age, lifestyle, and socioeconomic status among adult Norwegian women. The Norwegian Women and Cancer Study. *Eur J Clin Nutr* **52**, 565–572.
- Holdsworth M, Gerber M, Haslam C, Scali J, Beardsworth A, Avallone MH & Sherratt E (2000) A comparison of dietary behaviour in Central England and a French Mediterranean region. *Eur J Clin Nutr* **54**, 530–539.
- Hu FB (2002) Dietary patterns analysis: a new direction in nutritional epidemiology. *Curr Opin Lipidol* **13**, 3–9.
- Hu FB, Rimm EB, Stampfer MJ, Ascherio A, Spiegelman D & Willett WC (2000) Prospective study of major dietary patterns and risk of coronary heart disease in men. *Am J Clin Nutr* **72**, 912–921.
- Hu FB, Feskens E, Rasanen L, Fidanza F, Nissinen A, Menotti A & Kromhout D (1997) Dietary pattern and 20 year mortality in elderly men in Finland, Italy, and The Netherlands: longitudinal cohort study. *BMJ* **315**, 13–17.
- Jacques PF & Tucker KL (2001) Are dietary patterns useful for understanding the role of diet in chronic diseases? *Am J Clin Nutr* **73**, 1–2.
- Johansson L, Thelle DS, Solvoll K, Bjornboe GE & Drevon CA (1999) Healthy dietary habits in relation to social determinants and lifestyle factors. *Br J Nutr* **81**, 211–220.
- Jost JP, Simon C, Nuttens MC, Bingham A, Ruidavets JB, Cambou JP, Arveiler D, Lecerf JM, Schlienger JL & Douste-Blazy P (1990) Comparison of dietary patterns between population samples in the three French MONICA nutritional surveys. *Rev Epidemiol Sante Publique* **38**, 517–523.
- Kant AK (2004) Dietary patterns and health outcomes. *J Am Diet Assoc* **104**, 615–635.
- Keys A, Menotti A, Karvonen MJ, *et al.* (1986) The diet and 15-year death rate in the seven countries study. *Am J Epidemiol* **124**, 903–915.
- Lynch JW, Kaplan GA, Cohen RD, Tuomilehto J & Salonen JT (1996) Do cardiovascular risk factors explain the relation between socioeconomic status, risk of all-cause mortality, cardiovascular mortality, and acute myocardial infarction? *Am J Epidemiol* **144**, 934–942.
- Margetts BM, Thompson RL, Speller V & McVey D (1998) Factors which influence 'healthy' eating patterns: results from the 1993 Health Education Authority health and lifestyle survey in England. *Public Health Nutrition* **1**, 193–198.
- Marmot MG, Smith GD, Stansfeld S, Patel C, North F, Head J, White I, Brunner E & Feeney A (1991) Health inequalities among British civil servants: the Whitehall II study. *Lancet* **337**, 1387–1393.
- Martinez ME, Marshall JR & Sechrest L (1998) Invited commentary: Factor analysis and the search for objectivity. *Am J Epidemiol* **148**, 17–19.
- Osler M, Heitmann BL, Gerdes LU, Jorgensen LM & Schroll M (2001) Dietary patterns and mortality in Danish men and women: a prospective observational study. *Br J Nutr* **85**, 219–225.
- Osler M, Helms Andreasen A, Heitmann B, Hoidrup S, Gerdes U, Morch Jorgensen L & Schroll M (2002) Food intake patterns and risk of coronary heart disease: a prospective cohort study examining the use of traditional scoring techniques. *Eur J Clin Nutr* **56**, 568–574.
- Perrin AE, Simon C, Hedelin G, Arveiler D, Schaffer P & Schlienger JL (2002) Ten-year trends of dietary intake in a middle-aged French population: relationship with educational level. *Eur J Clin Nutr* **56**, 393–401.
- Roos E, Prätälä R, Lahelma E, Kleemola P & Pietinen P (1996) Modern and healthy?: socioeconomic differences in the quality of diet. *Eur J Clin Nutr* **50**, 753–760.
- Schofield WN, Schofield C & James WPT (1985) Basal metabolic rate. *Hum Nutr Clin Nutr* **39C**, Suppl. 1, 1–96.
- Schulze MB, Hoffmann K, Kroke A & Boeing H (2001) Dietary patterns and their association with food and nutrient intake in the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition (EPIC)-Potsdam study. *Br J Nutr* **85**, 363–373.
- Schulze MB & Hu FB (2002) Dietary patterns and risk of hypertension, type 2 diabetes mellitus, and coronary heart disease. *Curr Atheroscler Rep* **4**, 462–467.
- Slattery ML, Boucher KM, Caan BJ, Potter JD & Ma KN (1998) Eating patterns and risk of colon cancer. *Am J Epidemiol* **148**, 4–16.
- Smith AM & Baghurst KI (1992) Public health implications of dietary differences between social status and occupational category groups. *J Epidemiol Community Health* **46**, 409–416.
- van Dam RM, Willett WC, Rimm EB, Stampfer MJ & Hu FB (2002) Dietary fat and meat intake in relation to risk of type 2 diabetes in men. *Diabetes Care* **25**, 417–424.
- WHO MONICA Project Principal Investigators (1988) The World Health Organization MONICA Project (MONItoring trends and determinants in Cardiovascular disease). A major international collaboration. *J Clin Epidemiol* **41**, 105–114.
- World Health Organization (1986) *MONICA Manual*, version 1.1. CVD/MNC. Geneva: World Health Organization.

Ten-year trends in dietary patterns among French middle-aged men: influence of geographical determinant and socioeconomic status

Anne-Elisabeth Perrin¹, Jean Dallongeville², Jean-Bernard Ruidavets³, Annie Bingham⁴, Aline Wagner¹, Vanina Bongard³, Philippe Amouyel², Dominique Arveiler¹, Pierre Ducimetière⁴, Chantal Simon¹

¹Louis Pasteur University - Strasbourg, EA1801, Strasbourg, France

²INSERM U508, Institut Pasteur, Lille, France

³INSERM U558, Toulouse University School of Medicine, Toulouse, France

⁴INSERM U780, Hôpital Paul Brousse, Villejuif, France

Corresponding author:

Chantal Simon

EA 1801, Epidemiology of Cardiovascular Diseases and Cancers. Influence of Nutrition and Physical Inactivity

Medical School, Louis Pasteur University

4, rue Kirschleger

67085 Strasbourg Cedex, France

Tel: +33 (0)3 90 24 35 69

Fax: +33 (0)3 90 24 31 71

Email: chantal.simon@medecine.u-strasbg.fr

Running title: geographical and socioeconomic determinants of dietary trends

Key words: dietary patterns; trends; geographical determinants; socioeconomic status

ABSTRACT

Although many studies have explored dietary patterns in relation to their determinants, few investigations have focused on the impact of these different determinants on dietary trends. We examined the influence of geographical determinant and socioeconomic status on ten-year trends in dietary patterns, using two dietary surveys conducted in 1985/89 and 1995/97 in two independent representative samples of middle-aged men from three geographically distinct French regions: north, northeast and southwest of France. Dietary patterns were identified by factor analysis based on thirteen food items. Analysis of variance was subsequently used to assess the effects of geographical and socioeconomic determinants on trends in dietary patterns. The first factor reflected a diet characterized by a contrast between potatoes, high fat meat and added fats (positive factor loadings) and fruit, vegetables, fish, grains and low fat dairy products (negative factor loadings). The second factor indicated a sweet- and butter-dominated diet with a preference for sugar, butter and eggs (positive values) contrasting with a diet rich in vegetables and grains (negative values). A large geographical gradient in these two patterns was observed both in the first (S1) and final (S2) surveys. A strong association of the first factor with socioeconomic status (SES) was also noted in S1 and S2. However, different trends at the 10-y interval were observed by region and SES. These trends were marked by an attenuation of the geographical disparity of the dietary habits, whereas the influence of SES became more apparent.

INTRODUCTION

In contrast to the traditional analytical approach used in nutritional epidemiology, dietary pattern analysis considers overall diet rather than individual nutrients or foods. Today this type of analysis is recognized as a particularly interesting method for examining relationships between diet and risk of chronic diseases, and may also be useful for evaluating dietary guidelines¹.

Dietary patterns are determined by a complex combination of geographical, cultural and socioeconomic factors. In addition, dietary patterns can change over time because of changes in food preferences and availability.

In a previous study using data from the final French MONICA (MONItoring of trends and determinants in CArdiovascular disease) population survey conducted in three French centers in 1995-97, we assessed the respective contributions of regional and socioeconomic factors to dietary patterns in a representative sample of about 1000 middle-aged men. Using factor analysis, we identified two major dietary patterns, opposed in terms of diet quality, which we labeled “prudent diet” and “western diet”². We demonstrated the persistence of regional influences, but also a strong contribution of socioeconomic status (SES) on these patterns. We especially highlighted that the contributions of regional and socioeconomic factors were not independent, suggesting that traditional regional influences may be overcome by socioeconomic determinants. The influence of region was observed mainly in people with low and medium socioeconomic levels, who seemed to favor their traditional regional diet. This influence was less significant in subjects of high socioeconomic level, who were more likely to adhere to the prudent diet, whatever their region of origin.

We would like to extend this study by examining trends in the influence of geographical and SES on dietary patterns over time. Thus we have compared data from the final French MONICA survey of 1995/97 to that of the first French MONICA survey conducted in 1985/89 in the same three French centers. This paper is the first to examine dietary trends when considering simultaneously the effects of geographical and socioeconomic determinants.

SUBJECTS AND METHODS

Study design and sample

Subjects of this study were participants of two independent cross-sectional dietary surveys carried out at a 10-y interval in the framework of the first and the final World Health Organization MONICA population surveys. They were conducted in three French centers: the Urban Community of Lille in the north (N), the Department of Bas-Rhin in the northeast (E) and the Department of Haute-Garonne in the southwest (SW) of France.

The design of the study and data collection have been described elsewhere³. The first survey (S1) took place between 1985 and 1987 in E and SW and between 1986 and 1989 in N. The sample included subjects aged 25-64 y randomly selected using the 1982 national population census. A total of 4576 men and women were recruited in the three centers (1709 in N, 1544 in E and 1323 in SW). The participation rate was 65% of the total selected sample. In the final survey (S2), conducted between 1995 and 1997, the study was restricted to the age group 35-64 y. The random sample was obtained from the electoral rolls. It included 3508 men and women (1195 in N, 1131 in E and 1182 in SW). The participation rate was 58%.

After giving their informed consent, participants were administered a standard questionnaire in order to identify their sociodemographic, lifestyle and health characteristics. This questionnaire covered questions on socioeconomic factors, health, physical activity, smoking and drinking habits, attitudes and knowledge concerning several diseases and current drug therapy. The indicator of SES used in the present study is a composite index based on educational level (in three modalities, according to the number of years of education) and socio-occupational status (in three classes: low, medium, high).

Following the French MONICA study design, the nutritional study was carried out only on subsamples of men aged 45-64 y selected from the population surveys. The subsamples comprised 1128 men (382 in N, 346 in E and 400 in SW) in S1 and 976 men (376 in N, 264 in E and 336 in SW) in S2. Food intake data were collected by trained dietitians using a prospective 3-day food intake record⁴. The dietary data were carefully checked and portions were estimated with a validated set of photographs. Foods were then coded and classified into 19 predefined foods or food groups and 5 beverages. Comparisons between S1 and S2 were possible as the procedures employed for data collection, coding and food analysis were the same.

Statistical analysis

Statistical analyses were performed with the Statistical Analysis Systems statistical software package version 8.2 (SAS Institute, Cary, NC, USA). To identify dietary patterns, we applied factor analysis to the pooled data collected by the 3-day food intake records in S1 and S2. Thirteen foods or food groups were included in the analysis to describe eating patterns: grains (bread and cereal), low fat (LF) dairy products (milk and yoghurt), cheese, eggs, LF meat (less than 10% fat, including poultry, beef, veal), high fat (HF) meat (more than 10% fat, including sausages, fat pork meat, lamb), fish, fruit, vegetables, potatoes, sugar and sweets, butter, added fats, all expressed as mean intake in g/day. The analyses were conducted with the SAS System PROC FACTOR procedure: the food intake data were aggregated using principal component analysis and the components were rotated by an orthogonal transformation (Varimax rotation function in SAS) to obtain a simpler structure with easier to interpret factors. The factors obtained were linear combinations of the variables, explaining as much of the original variation as possible. To identify the factors to be retained, we considered eigenvalues > 1.0 , the scree test and the interpretability of the factors. Finally, dietary factor scores (i.e. the individual values of the factors) were calculated by summing observed intakes of the component food items weighted by the factor loadings of the foods.

These scores were subsequently used in an analysis of variance (ANOVA) to explore the effects of geographical and socioeconomic determinants on dietary trends.

The geographical determinant was expressed by the MONICA center, in three categories (N, E and SW). The SES was divided into three groups (low, medium, high). The relative interaction effects on dietary patterns of survey indicator x MONICA center, survey indicator x SES, and survey indicator x MONICA center x SES were also considered in the analyses.

Results are expressed as means \pm standard error (s.e.) of the mean. Differences in dietary patterns were regarded as significant when $p < 0.05$. All ANOVA were performed after controlling for age group, alcohol consumption and smoking status, which were considered as potential confounding factors.

RESULTS

Baseline characteristics

Geographical and socioeconomic characteristics of the 1128 men in S1 and 976 men in S2 are presented in **Table 1**. Participants' ages averaged 55.1 ± 5.7 y in S1 and 55.6 ± 5.7 y in S2. Significant differences in SES were observed between S1 and S2 ($p < 10^{-4}$): the percentage of men with a low SES decreased from 29.9% to 19.5% in going from S1 to S2, whereas it increased from 35.2% (S1) to 41.9% (S2) in the medium SES and from 34.9% (S1) to 38.6% (S2) in the high SES.

Dietary patterns

The results of the factor analysis are presented in **Table 2** and illustrated in **Figure 1**. Two major factors, which provided 13.4% and 11.2% of the total variance in food intake, were identified. Factor 1 was positively associated with potatoes, HF meat and added fats and negatively associated with fruit, grains, vegetables, fish and LF dairy products. Factor 2 was loaded positively with sugar and sweets, butter and eggs and negatively with grains and vegetables. Grains and vegetables loaded comparably on both factors. The loading of LF dairy products indicates a positive contribution to factor 2 and a negative contribution to factor 1. The LF meat and cheese variables, which had a loading factor < 0.25 , were not considered as contributing to either factor 1 or factor 2.

Dietary trends in relation to the geographical determinant

The mean scores of factor 1 and factor 2 (and their significance values) by region (MONICA center: N, E, SW) and by survey indicator (S1, S2) are given in **Table 3** and illustrated in **Figure 2**. A strong effect of region was observed both in S1 and S2 ($p < 10^{-4}$) for both factors. When considering factor 1, we found a significant interaction for survey indicator \times region ($p < 10^{-3}$), indicating that this pattern evolved differently by region. Differences over time were found in N ($p = 0.002$) and E ($p = 0.001$) but not in SW ($p = 0.22$). A significant survey indicator \times region interaction ($p < 10^{-4}$) was also found for factor 2. Significant differences between S1 and S2 were observed in E and SW ($p < 10^{-4}$) but not in N ($p = 0.31$). Adjustment for the socioeconomic variable did not modify the results.

In Figure 2, the stable position of the SW region between S1 and S2 at the negative extremity of axis 1 confirmed the better adherence from this southern France population to a diet rich in fruit and vegetables, fish, grains and LF dairy products. However, the displacement of SW between S1 and S2 from negative to positive values of axis 2 suggests that these people also tended to

adopt a more sweet- and fat-dominated diet. With regard to the E and N regions, they were comparably situated in S1 halfway between the origin and the positive extremity of axis 2, indicating that the respective populations privileged a diet dominated by sugar, butter and egg consumption. The most striking difference between S1 and S2 was observed for the E region, which moved to the negative extremity of axis 1 and to negative values of axis 2, thus indicating a improvement of the diet.

Dietary trends in relation to the socioeconomic determinant

The socioeconomic determinant was significantly associated with factor 1 both in S1 and S2 but not with factor 2 (**Table 4**). We did not observe any significant difference in the mean scores of factor 1 or factor 2 between S1 and S2 at any level of SES, nor any significant interaction for survey indicator x SES. These results were not modified after controlling for the geographical variable.

Combined effects of the geographical and socioeconomic determinants on dietary trends

These results are illustrated in **Figure 3** by the plot of the respective mean scores.

A large geographical gradient was observed in S1 with marked differences between the position of the SW region, which indicated a diet rich in fruit, grains, vegetables, fish and LF dairy products, and the position of the N and E regions, where a sweet- and fat-dominated diet was privileged. In SW, the three levels of SES were close, indicating quite similar diet patterns at each level of SES. In the N and E regions, the low and medium SES levels were concentrated at the middle positive part of axis 2 and have a near zero score on axis 1, indicating a diet dominated by the consumption of sweets and butter, with no particular emphasis on any of the foods that define factor 1. In these two regions, the high SES differed from the lower socioeconomic classes by a better adherence to a healthy diet.

In the SW region, a transition was noted between S1 and S2 towards positive values of axis 2 for low and high SES, i.e. these classes tended to a more sweet- and butter-dominated diet. In contrast, the trends in the E region were marked by a change to far negative values of axis 1 and to negative values of axis 2 for each socioeconomic level, confirming a general improvement of the diet in this population whatever the SES. Positions of the low and medium socioeconomic classes in N were close in S1 and S2, whereas the high SES moved towards the negative extremity of axis 1, indicating a favorable dietary trend.

DISCUSSION

The present study is based on data of two dietary surveys conducted at a 10-y interval in two independent representative populations of middle-aged men from three geographically distinct regions in the north, northeast and southwest of France. Using factor analysis, we identified two major factors in these populations and subsequently explored the influence of the geographical factor and SES on dietary trends over time by ANOVA analyses.

The first factor derived from factor analysis reflected a diet characterized by a contrast between potatoes, HF meat and added fats (positive factor loadings) and fruit, vegetables, fish, grains and LF dairy products (negative factor loadings). The second factor indicated a sweet- and butter-dominated diet with a high consumption of sugar, butter and eggs (positive values), contrasting with a diet rich in vegetables and grains (negative values). These two factors were associated with large geographical differences, observed both in S1 and S2. An association with SES was also seen in S1 and S2, but only for the first factor. However, different trends at the 10-y interval were observed by region and by SES. Results show an improvement of the dietary patterns of the E population, but the trends were less favorable in the SW population, which tended to move to a more sweet- and butter-dominated diet while still keeping a Mediterranean-style diet rich in fruit, vegetables and fish. No marked changes were found in the dietary patterns of the N population, which remained dominated by a diet rich in sweets and butter. So, different tendencies were observed between S1 and S2, with notably the E region which moved from a diet closer to the northern habits to a diet closer to the southwestern habits. A favorable dietary trend was noted for all the socioeconomic classes, but this improvement was more evident among the people with a higher SES except in the SW, where people from the high SES which previously privileged a healthy diet now also tended towards a sweet- and butter-dominated diet.

Comparison of the results of this study with other ones is necessarily limited because of the little research on dietary pattern evolution over time. Data collected as part of the European Union's Concerted Action project "Compatibility of the household and individual nutrition surveys in Europe and disparities in food habits" (the Disparities Group)⁵ is interesting to comment, as they likewise analyzed how SES and region influence variations of food consumption. They reviewed surveys of food habits conducted between 1985 and 1999 in several European countries⁶⁻⁹. In the review published by Irala-Estevez et al.⁶, the emphasis was on fruit and vegetables. A positive association was found between a higher level of education or occupational level and a greater consumption of fruit and vegetables, supporting the hypothesis that people having a higher SES and educational level have a higher consumption of both fruit and vegetables and therefore healthier diets. Our results are in agreement with this finding, as

well as with several previous studies^{2,4,10-12}. Moreover, a review conducted by Roos et al.⁷ also revealed a regional pattern for fruit and vegetables, indicating that in the northern and western European countries, people with a high educational level tend to consume more vegetables and fruit, i.e. have healthier food habits than those with a low educational level. In southern Europe, conversely, where the level of fruit and vegetable consumption is higher than in the rest of Europe, the pattern showed a reverse tendency: people with less education consumed more fruit and vegetables. The paper of Prättälä et al.⁸ continued the analysis of socioeconomic disparities of food consumption in Europe, focusing on sources of saturated fats. Results were less consistent than for fruit and vegetables: there was no clear pattern in the variation of food sources of saturated fat on the basis of geographical or educational factors. According to the results of these studies, a possible explanatory factor of the socioeconomic differences in dietary patterns would be the status of different foods. “Modern foods” (not necessarily synonymous with “healthy foods”) are those whose consumption is increasing. Higher SES people would distinguish themselves by preferring modern foods, while lower SES would adhere to more traditional foods. For example, in regions where the consumption of fruit and vegetables has traditionally been low but is increasing, those with higher education tended to consume more of these modern foods than those with less education. Changes in food habits take place first in the higher SES because its consumption is related to what is socially perceived as modern (“modernity hypothesis”), whereas the change in people with lower SES, which has to do with imitation of what higher SES do, takes place later. The modernity hypothesis may be being reproduced in our French population and would partly explain the trends observed. In the N and E regions, an improvement of the diet quality, indicated mainly by a better adherence to a diet rich in fruit and vegetables, was seen especially among people having high SES. Those of lower SES tended to keep to their traditional diet. In the SW region, where the consumption of fruit and vegetables is more common, this social gradient was less apparent. Also, in this SW region where an increase in diets rich in sweets and butter was noted, people with high SES seemed to change their habits to adopt the modern foods.

Possible limitations of this study lie in the record method used for food data collection and the generic problems underlying the exploratory factor analysis method that involve the treatment of a large amount of data and subjective decision-making in the course of the analysis, which may contribute to inconsistencies and valid generalization of the results. These points have been discussed in a previous paper².

In conclusion, we can say that there were changes in dietary trends over the 10-y period, according to geographical and socioeconomic determinants. These trends were marked by an attenuation of the geographical disparity with passing time, leading to a greater similarity of the dietary habits in this middle-aged French male population. The influence of the SES became

more apparent over time, with a shift between people of high SES, who seemed to adhere to modern dietary habits whatever their region of origin, and people of the lower SES who were slower to adopt them. However, the example of the SW region confirms that modern habits do not necessarily imply healthy habits and that people of higher SES do not necessarily make the right nutritional choice.

The ongoing MONA-LISA study, which has begun in 2005 in the three French MONICA centers, will allow us to learn if these same trends continue over the next ten years.

ACKNOWLEDGMENTS

The WHO-MONICA Population Survey developed in France was supported by grants from the Conseil Régional du Nord-Pas de Calais, the Caisse Primaire d'Assurance Maladie de Sélestat, the Association Régionale de Cardiologie d'Alsace, Parke-Davis Laboratory, the Mutuelle Générale de l'Education Nationale (MGEN), the Réseau National de Santé Publique, the Direction Générale de la Santé, the Institut National de la Santé et de la Recherche Médicale (INSERM), the Institut Pasteur de Lille and the Unité d'Evaluation du Centre Hospitalier et Universitaire de Lille.

JD, JBR, AB, AW, VB, PA, DA, PD, CS were responsible for design of the study and data collection. AEP, AW and CS contributed to the data management and statistical analysis. AEP wrote the text. All authors reviewed the draft and gave comments for the final text. The authors have no conflict of interest in relation to the findings of this study from a financial, personal or professional point of view.

REFERENCES

1. Hu FB (2002) Dietary patterns analysis: a new direction in nutritional epidemiology. *Curr Opin Lipidol* **13**, 3-9.
2. Perrin AE, Dallongeville J, Ducimetiere P, Ruidavets JB, Schlienger JL, Arveiler D & Simon C (2005) Interactions between traditional regional determinants and socio-economic status on dietary patterns in a sample of French men. *Br J Nutr* **93**, 109-114.
3. WHO MONICA Project Principal Investigators (1988) The World Health Organization MONICA Project (MONItoring trends and determinants in CARDiovascular disease). A major international collaboration. *J Clin Epidemiol* **41**, 105-114.
4. Perrin AE, Simon C, Hedelin G, Arveiler D, Schaffer P & Schlienger JL (2002) Ten-year trends of dietary intake in a middle-aged French population: relationship with educational level. *Eur J Clin Nutr* **56**, 393-401.
5. Roos G, Prättälä R and the FAIR-97-3096 Disparities Group (1999) *Disparities in food habits. Review of research in 15 European countries. Publications of the National Public Health Institute*, B24, 203. Helsinki: National Public Health Institute.
6. Irala-Estevéz JD, Groth M, Johansson L, Oltersdorf U, Prättälä R & Martínez-González MA (2000) A systematic review of socio-economic differences in food habits in Europe: consumption of fruit and vegetables. *Eur J Clin Nutr* **54**, 706-714.
7. Roos G, Johansson L, Kasmel A, Klumbiene J & Prättälä R (2001) Disparities in vegetable and fruit consumption: European cases from the north to the south. *Public Health Nutr* **4**, 35-43.
8. Prättälä RS, Groth MV, Oltersdorf US, Roos GM, Sekula W & Tuomainen HM (2003) Use of butter and cheese in 10 European countries: a case of contrasting educational differences. *Eur J Public Health* **13**, 124-132.
9. Sánchez-Villegas A, Martínez JA, Prättälä R, Toledo E, Roos G & Martínez-González MA; FAIR-97-3096 Group (2003) A systematic review of socioeconomic differences in food habits in Europe: consumption of cheese and milk. *Eur J Clin Nutr* **57**, 917-929.
10. Smith AM & Baghurst KI (1992) Public health implications of dietary differences between social status and occupational category groups. *J Epidemiol Community Health* **46**, 409-416.
11. Roos E, Prättälä R, Lahelma E, Kleemola P & Pietinen P (1996) Modern and healthy?: Socioeconomic differences in the quality of diet. *Eur J Clin Nutr* **50**, 753-760.
12. Johansson L, Thelle DS, Solvoll K, Bjornboe GE & Drevon CA (1999) Healthy dietary habits in relation to social determinants and lifestyle factors. *Br J Nutr* **81**, 211-220.

TABLE 1 Comparison of geographical and socioeconomic data between two surveys S1 and S2; men aged 45-64 y.

	S1 n = 1128	S2 n = 976	p
MONICA center (%)			
- Lille (north; N)	33.9	38.5	
- Bas-Rhin (northeast; E)	30.6	27.1	
- Haute-Garonne (southwest; SW)	35.5	34.4	0.06
Socioeconomic status (%)			
- Low	29.9	19.6	
- Medium	35.2	41.9	
- High	34.9	38.6	< 10 ⁻⁴

TABLE 2 Factor loading matrix for the major factors in the French MONICA surveys S1 and S2; men aged 45-64 y.

	Factor 1	Factor 2
Potatoes	0.66	—
High fat meat	0.52	—
Added fats	0.45	—
Cheese	—	—
Fish	-0.31	—
Vegetables	-0.34	-0.30
Grains	-0.46	-0.44
Fruit	-0.51	—
Sugar and sweets	—	0.65
Butter	—	0.53
Eggs	—	0.48
Low fat dairy products	-0.26	0.38
Low fat meat	—	—

Food items with absolute factor loadings > 0.25 were considered as significantly contributing to patterns and are represented in the table.

TABLE 3 Mean factor score and significance values from analysis of variance of factor 1 and factor 2

- by region for the two survey indicators
- by survey indicator in the three regions

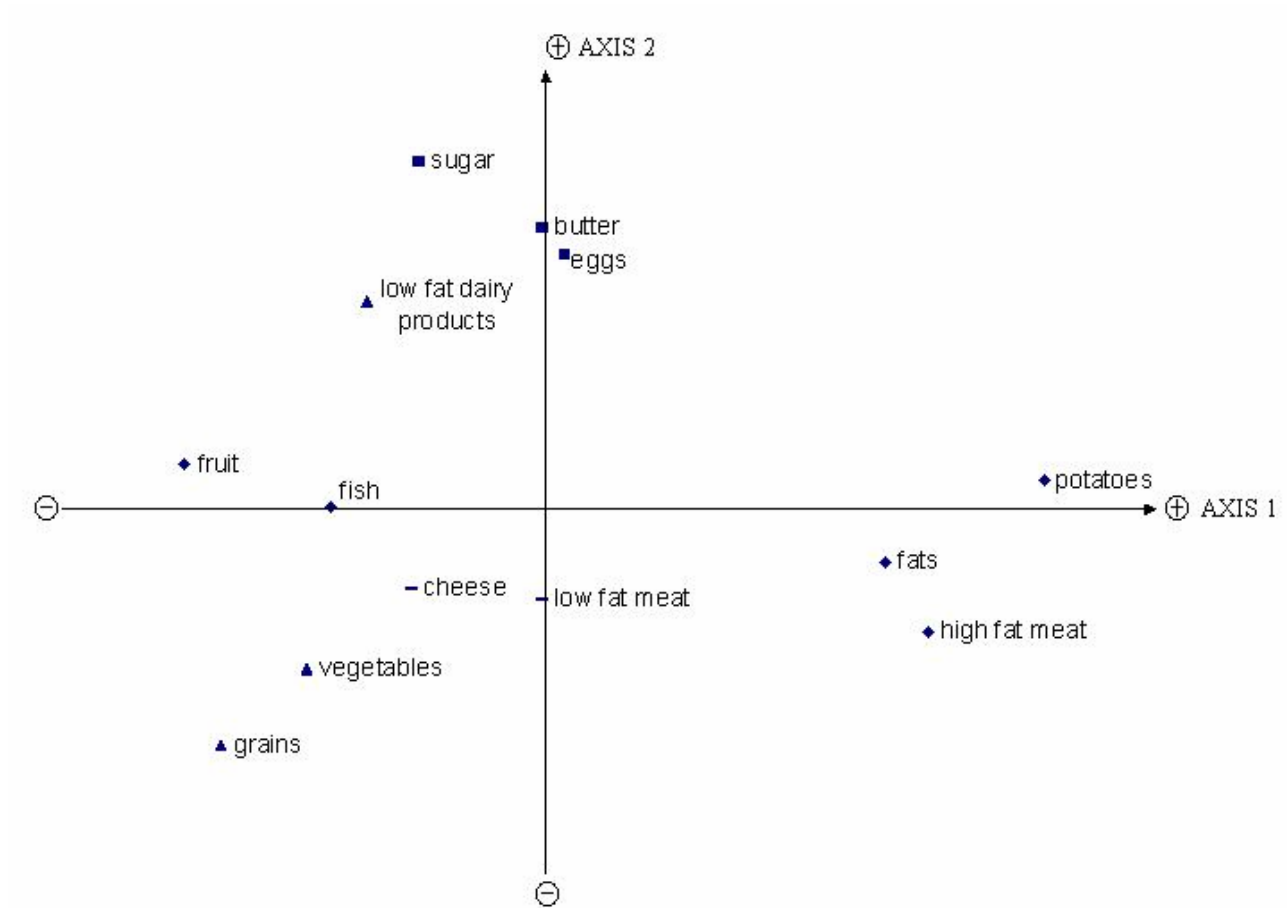
FACTOR 1	REGION			p
	North	East	Southwest	
	Mean ± s.e.	Mean ± s.e.	Mean ± s.e.	
SURVEY INDICATOR S1	- 0.051 ± 0.069	- 0.150 ± 0.073	- 0.936 ± 0.071	< 10 ⁻⁴
S2	- 0.267 ± 0.070	- 0.402 ± 0.077	- 0.817 ± 0.074	< 10 ⁻⁴
p	0.002	0.001	0.22	< 10 ⁻³
FACTOR 2	REGION			p
	North	East	Southwest	
	Mean ± s.e.	Mean ± s.e.	Mean ± s.e.	
SURVEY INDICATOR S1	0.317 ± 0.073	0.330 ± 0.077	- 0.308 ± 0.074	< 10 ⁻⁴
S2	0.385 ± 0.074	- 0.036 ± 0.080	0.023 ± 0.077	< 10 ⁻⁴
p	0.31	< 10 ⁻⁴	< 10 ⁻⁴	< 10 ⁻⁴

TABLE 4 Mean factor score and significance values from analysis of variance of factor 1 and factor 2

- by SES for the two survey indicators
- by survey indicator in the three SES levels

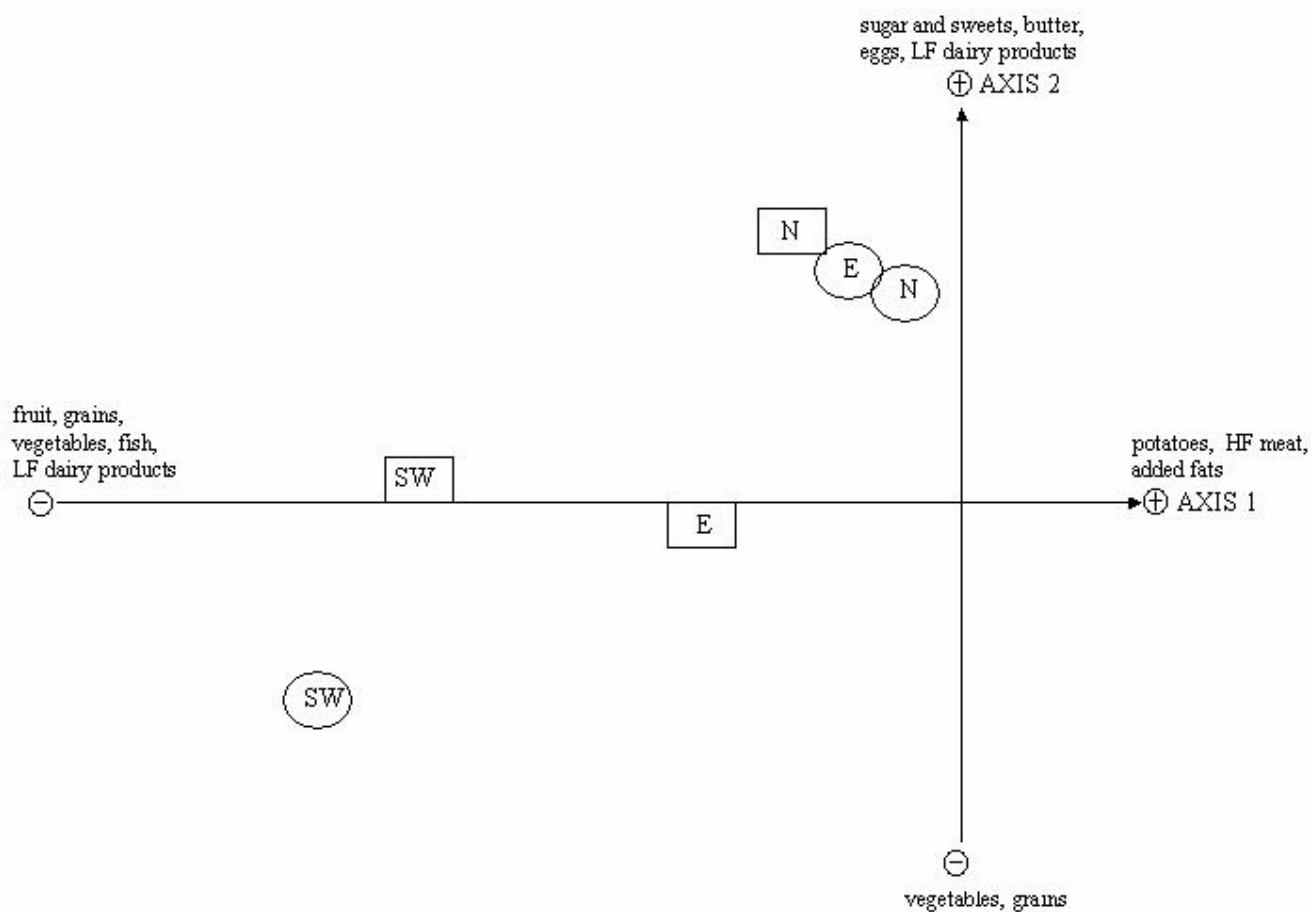
FACTOR 1	SES			p
	Low	Medium	High	
	Mean ± s.e.	Mean ± s.e.	Mean ± s.e.	
S1	- 0.281 ± 0.077	- 0.236 ± 0.074	- 0.579 ± 0.075	< 0.0001
SURVEY INDICATOR S2	- 0.418 ± 0.087	- 0.326 ± 0.074	- 0.655 ± 0.076	< 0.0001
p	0.16	0.26	0.25	0.8640
FACTOR 2	SES			p
	Low	Medium	High	
	Mean ± s.e.	Mean ± s.e.	Mean ± s.e.	
S1	0.036 ± 0.079	0.203 ± 0.076	0.100 ± 0.077	0.08
SURVEY INDICATOR S2	0.172 ± 0.090	0.121 ± 0.076	0.203 ± 0.078	0.48
p	0.17	0.28	0.13	0.0817

FIGURE 1 Factorial analysis: mean score of factor 1 and factor 2 in the French MONICA surveys S1 and S2; men aged 45-64 y.



Food items contributing mainly to factor 1 are represented by ◆
 Food items contributing mainly to factor 2 are represented by ■
 Food items contributing both to factor 1 and factor 2 are represented by ▲
 Food items considered as not contributing to factor 1 or factor 2 are represented by —

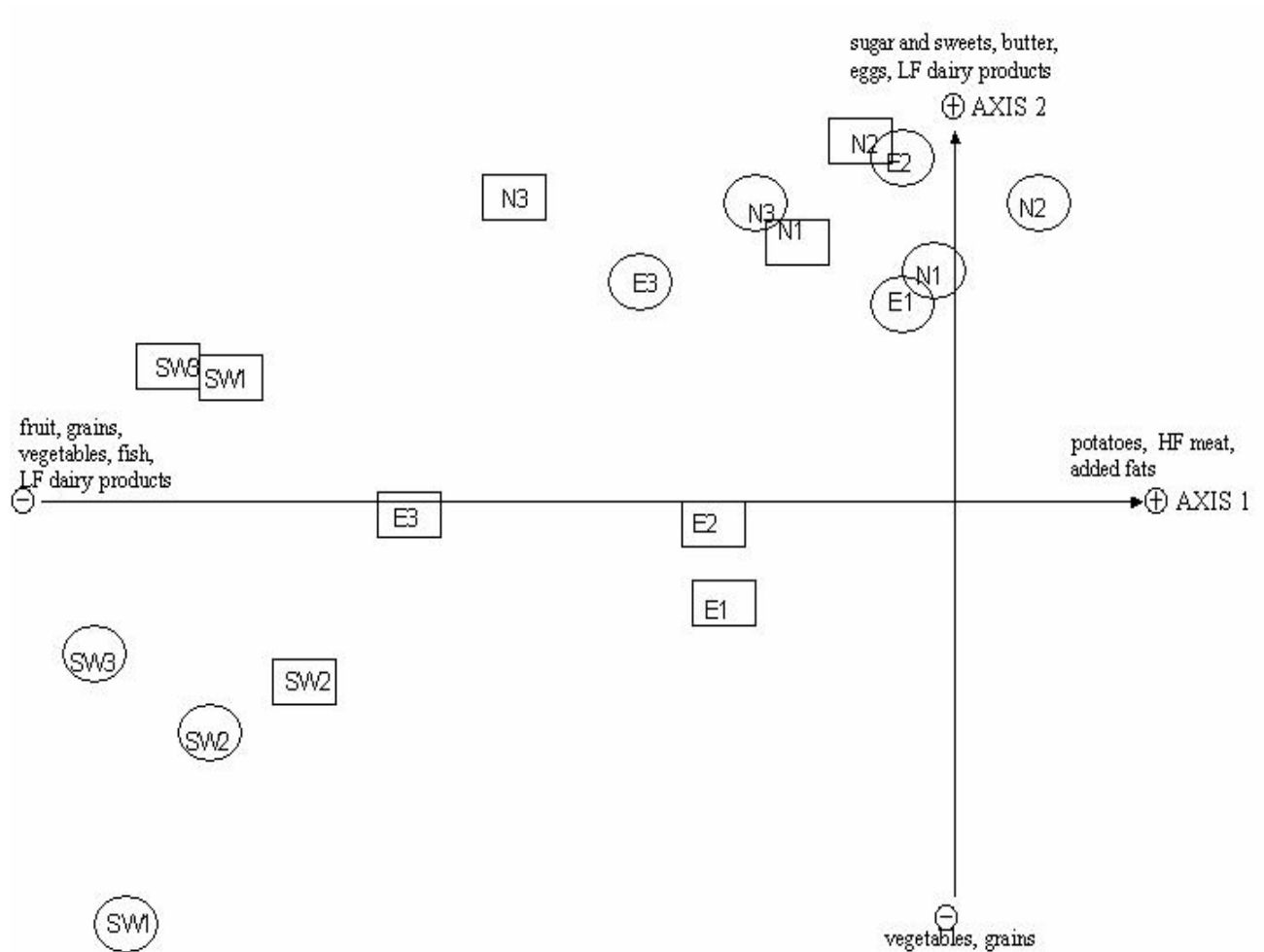
FIGURE 2 Factorial analysis : mean score of factor 1 and factor 2 in the French MONICA surveys S1 and S2 by survey indicator and MONICA centre; men aged 45-64 y.



MONICA centre: N (north); E (northeast); SW (southwest)

- An oval surrounds variables related to S1.
- A rectangle surrounds variables related to S2.

FIGURE 3 Factorial analysis: mean score of factor 1 and factor 2 in the French MONICA surveys S1 and S2 by survey indicator, MONICA centre and socioeconomic status (SES); men aged 45-64 y.



MONICA centre: N (north); E (northeast); SW (southwest)
 Socioeconomic status (SES): N1,E1,SW1 (low SES); N2,E2,SW2 (medium SES); N3,E3,SW3 (high SES)

○ An oval surrounds the variables related to S1.

□ A rectangle surrounds the variables related to S2.

**DIETARY PATTERNS IN A COHORT OF ELDERLY EUROPEANS:
THE HALE PROJECT**

Perrin AE ⁽¹⁾, Simon C ⁽¹⁾, Knoops K ⁽²⁾, de Groot LC ⁽²⁾, van Staveren WA ⁽²⁾, Kromhout D ⁽³⁾

(1) EA1801, Louis Pasteur University - Strasbourg, Strasbourg, France

(2) Division of Human Nutrition, Wageningen University, Wageningen, the Netherlands

(3) National Institute for Public Health and the Environment, Bilthoven, the Netherlands

ABSTRACT

Objective: the principal aim of this study was to identify dietary patterns (DP) in a population of elderly Europeans and to examine their relation to all-cause mortality. We also assessed the influence of geographical and educational determinants to the main DP.

Design: the HALE Project, including participants of two longitudinal cohort studies, the SENECA and FINE studies, conducted between 1988 and 2000 in free-living aged European populations. The study population, aged 70-90 years, consists of 2130 men and 1103 women from 11 European countries. Complete data were available for 3057 subjects. Dietary intake was assessed with the dietary history method in both the SENECA and FINE studies. A reduced rank regression was used to extract dietary patterns from 13 food groups.

Results: two major DP were identified: the first factor indicated a diet rich in fish and fruit and poor in fats/oil and sugar/sweets. The second factor reflected high intakes of vegetables/potatoes and milk products and low intakes of grains/bread and mainly alcoholic beverages. A significant reduction of overall mortality was noted for the first factor, in the whole population and in men but not in women. A North-South gradient in quality of diet was also observed with a prevalence of a diet rich in fish and fruit among elderly people of southern Europe. The educational level was not found as a significant determinant of dietary patterns in this population.

Conclusion: this study supports previous findings showing that a healthy diet, here indicated by a high consumption of fish and fruit and a low consumption of fats/oil and sugar/sweets, typical of people living in southern Europe, may reduce mortality among elderly people.

INTRODUCTION

There is now clear evidence to suggest that diet contributes to health and may also affect the chronic diseases and mortality rates [Gariballa 1998, Willett WC 2000a]. Most of the recent epidemiological studies investigating the relation of diet and health have underlined the interest of studying diet as a whole instead of individual nutritional components, and thus identifying dietary patterns to assess the overall influence of diet on health and disease [Jacques 2001, Trichopoulos 2001, Hu 2002]. In the last years, several studies have focused on examining the role of diet in the longevity of elderly populations [Trichopoulou 1995, Huijbregts 1997, Osler 1997, Kumagai 1999, Lasheras 2000, Haveman-Nies 2002, Knoops 2004, Trichopoulou 2005, Waijers 2006]. Using different approaches to measurement of dietary patterns, these studies have provided strong evidences that healthy patterns (that resemble that of the traditional Mediterranean diet) were beneficial to health and could favorably affect life expectancy in the elderly population.

The HALE Project (Healthy Ageing: a Longitudinal study in Europe), combining existing longitudinal data of two international studies: SENECA (Survey in Europe on Nutrition and the Elderly: a Concerted Action), and FINE (Finland, Italy, Netherlands, Elderly) on 3233 men and women aged 70 to 90 years in 11 European countries, gave us the opportunity to evaluate prospectively the role of diet in the survival of elderly Europeans.

Using the HALE database, we identified dietary patterns associated with longevity in this large cohort of elderly Europeans. An original statistical approach, recently introduced in nutritional epidemiology, was used to derive dietary patterns predictive of all-cause mortality: the reduced rank regression (RRR) method. [Hoffmann 2004a]. RRR can be used efficiently in nutritional epidemiology by choosing disease-specific response variables and determining combinations of food intake that explain as much response variation as possible. It combines the strength of principal component analysis (PCA) to consider correlation of dietary components and the advantage of diet-quality scores to account for current scientific evidences. In a recent paper, RRR has been considered by Hoffmann and al, as more relevant to predict mortality than PCA [Hoffmann 2005].

We examined whether food intake patterns, derived by RRR, determine subsequent mortality in old-aged men and women. To assess the influence of some environmental determinants on the diet of these elderly people, we also examined the associations between the main dietary patterns and selected geographical and educational factors.

METHODS

Study population

The HALE Project (Healthy Ageing: a Longitudinal study in Europe) combined data from two longitudinal European cohort studies: the SENECA (Survey in Europe on Nutrition and the Elderly: a Concerted Action) and FINE (Finland, Italy, Netherlands, Elderly) studies, conducted in free-living aged populations.

Subjects of the SENECA study were selected from a random age- and sex-stratified sample of men and women born between 1913 and 1918, living in 19 European small towns. The 1988/89 baseline study included 2586 subjects aged 70-75 y. The response rates in the centres varied from 37 % to 81 %. Follow-up measures were performed in 1993 (follow-up study) and 1999 (final study). In the HALE Project, 13 centres that carried out mortality follow-up were included: Hamme, Belgium; Roskilde, Denmark; Haguenau and Romans, France; Iraklion, Greece; Monor, Hungary; Padua, Italy; Culemborg, The Netherlands; Vila Franca de Xira, Portugal; Betanzos, Spain; Yverdon, Burgdorf, and Bellinzona, Switzerland.

The FINE study extended the Seven Countries Study [Keys 80], beyond the 25 years of follow-up, in five cohorts of men: two in Finland (known as East Finland and West Finland), two in Italy (Crevalcore and Montegiorgio) and one in the Netherlands (Zutphen). The study started in 1984/1985, among men who were born between 1900 and 1920, and was repeated in the years 1989/1991, 1994/1995 and 1999/2000. The 1989/1991 baseline measurements of nearly 1500 men aged 70 to 90 years were used for the HALE Project. The response rate in 1989/1991 was 92 % for the Finnish cohorts, 76 % for the Italian cohorts, and 74% for the Dutch cohort. The average follow-up time was 10 years in both SENECA and FINE.

Details about study design, data collection and follow-up of the SENECA and FINE studies have been described in detail elsewhere [De Groot & van Staveren 88, de Groot & van Staveren 96, Huigbregts 97, Menotti 2001].

Data collection

Food intake data

Dietary variables were collected with the dietary history method in both the SENECA and FINE studies. In the SENECA study, data on dietary intake were obtained by a modified dietary history method, consisting of an estimated 3-day record and an interview on the subject's usual consumption of the previous month [De Groot & van Staveren 88]. In the FINE study, food intake was estimated using a cross-check dietary history method. The usual food consumption

pattern was assessed by recording foods eaten at breakfast, lunch, dinner and between meals. This information was checked by registering from a comprehensive food list the frequency and amount of foods consumed. The time period covered by the interview was limited to the previous month [Huigbregts 95]. Usual food intake data were converted into nutrient data by using country-specific food composition tables. Although these data were collected in a standardised way within the two studies, harmonisation was necessary for organising foods into food groups and subgroups on the basis of their origin, composition or function in the diet. Thus, food intake data of the SENECA and FINE studies were classified by the EUROCODE system [Kohlmeier & Poortvliet 1992] into 13 main food groups: 1) milk and milk products; 2) cheese; 3) fruits and fruit products; 4) vegetables/potatoes; 5) eggs; 6) meat and poultry; 7) fish; 8) fats/oil; 9) legumes/nuts/seeds; 10) sugar/sweets; 11) grains/bread; 12) alcoholic beverages: beer, wine, liquor; 13) non-alcoholic beverages. Table 1 describes the composition of these 13 specific food groups.

Vital status

Data on vital status and causes of death were collected in both studies and coded by one experienced clinical epidemiologist, according to the ninth revision of the International Classification of Diseases. Causes of death were available for 72 % of the participants in SENECA and 92 % of the participants in FINE. Only all-cause mortality is examined in the present study.

Socioeconomic and lifestyle factors

Most socioeconomic and lifestyle variables, collected by standardised questionnaires, were similar for FINE and SENECA and were available for all centres.

Two variables were retained for this study as variables of interest : (1) the geographical variable indicated by the "centre", in 16 modalities = Belgium, Denmark, France_H, France_R, Greece, Hungary, Italy_C, Italy_M, Italy_P, Netherlands_C, Netherlands_Z, Portugal, Spain, Switzerland_B, Switzerland_BU, Switzerland_Y and (2) the "educational level" variable divided in 3 modalities = low level (0-6 years), middle level (7-9 years), high level (9 years or more), according to the length of education.

Statistical analyses

Statistical analyses were performed with the Statistical Analysis Systems (SAS) statistical software package version 8.2 (SAS Institute, Cary, NC, USA). To extract dietary patterns, we

used the reduced rank regression (RRR), a statistical method recently applied in nutritional epidemiology by Hoffmann et al [Hoffmann 2004a]. A detailed representation of RRR and its application to problem of nutritional epidemiology can be found elsewhere [Hoffmann 2004a,b]. RRR works with two different sets of variables called predictors (X_i) and responses (Y_j). Technique of deriving factors in RRR is similar to the classic principal component analysis (PCA); the construction of pattern scores is based on the determination of eigenvalues and corresponding eigenvectors of the covariance matrix between predictors and responses. The eigenvalue belonging to an eigenvector quantifies the fraction of variation explained by the corresponding linear function of predictors. We conducted the analyses with the special PROC PLS procedure of the SAS System. In the subsequent application, the predictors X_i were the food groups (in grams per day) described in Table 1, from which non-alcoholic beverages were removed, especially because the nutrient composition of the food items in this group varied greatly. The following seven nutrient groups, expressed as a percentage of energy intake without energy provided by alcohol, were chosen as responses Y_j : protein, saturated fat, monounsaturated fat, polyunsaturated fat, saccharides, fibre and vitamin C. We selected macronutrients following the idea of Hoffmann et al [Hoffmann 2005] who demonstrated that variation in energy sources was meaningful for mortality of elderly subjects in the EPIC-Elderly project. As another responses, we chose fibre intake because higher intake of fibre was associated with a decreased overall mortality in the Zutphen Study [Kromhout 1982]. We also included vitamin C intake, which showed a strongly relation with subsequent risk of death from stroke (but not from coronary heart disease) in a large cohort of British elderly people [Gale 1999].

The optimal number of extracted factors was chosen by applying cross-validation and the randomisation-based model comparison test proposed by van der Voet [van der Voet 1994], using an option included in the PROC PLS procedure.

The multivariate-adjusted relative risk of mortality for the main dietary patterns identified by RRR was then calculated using Cox proportional hazards regression analysis. Cox's models were developed after controlling for age at enrolment, and current smoking status, which were considered as potential confounding factors.

Finally, the mean values of the variables "centre" and "educational level" were projected in the factorial plan defined by the two major factors to assess their influence in the main dimensions of dietary habits.

RESULTS

The analyses presented in this paper are based on subjects for whom complete information on diet and confounding variables was available at baseline, and concerned 1972 men and 1085 women. Their mean age at enrolment was 74.3 years.

About 54 % of men and 28 % of women died during the follow-up period.

Dietary patterns derived by RRR

The PROC PLS procedure extracted five factors, which explained 42.0 % of food intake variation and 44.4 % of the seven selected responses variation. The factor loadings of these five patterns are listed in Table 2. The first two RRR factors explained 14.9 % and 13.9 % of the seven selected nutrient groups variation, whereas the subsequent three RRR factors explained only 7.4 %, 5.6 % and 2.6 % of the responses variation, respectively. Therefore, we only considered the first two factors as interesting to adequately describe the prevailing dietary patterns among the HALE population.

The first factor, positively associated with "fish" and "fruits and fruit products", and heavily negatively associated with "fats/oil", and also with "sugar/sweets", reflected a healthy pattern. The second factor had a positive loading with "vegetables/potatoes" and "milk and milk products" as well as it had a negative loading with "grains/bread" and mainly "alcoholic beverages", and indicated a more "traditional" diet in this elderly population.

The relations between factors and responses were then examined more thoroughly by calculating the coefficients of the seven response scores of the first two RRR factors : results are detailed in Table 3. A high response score for factor 1 reflected a diet high in vitamin C and fibre intake, and low in fat intake, mainly saturated fat. A high response score for factor 2 occurred for a diet essentially low in saccharides intake.

Dietary patterns and mortality

The results of the Cox proportional hazards regression analysis, with the first two RRR factors as independent variables are shown in Table 4.

The first factor, indicating a healthy diet, was inversely associated with all-cause mortality in men : hazard ratio 0.89; 95 % CI 0.84-0.94 but not in women : hazard ratio 0.98; 95 % CI 0.87-1.11. The negative relation observed in men was persistent after controlling for potential confounding factors (age at enrolment and current smoking status): hazard ratio 0.91; 95 % CI 0.86-0.97.

There was any significant association observed between the second factor with all-cause mortality, neither in men, nor in women.

Geographical and educational determinants related to the main dietary patterns

The factorial plan defined by the first two RRR factors led to visualise the main patterns of the HALE population (Figure 1). The projection of the modalities of selected geographical and educational variables on this plan is illustrated in Figure 2. Most interestingly, the geographical determinant appeared mainly related to the first (diet quality) axis. The centres of southern Europe (South of France, Italy, Spain, Portugal) were logically at the positive extremity of the axis, indicating a greater consumption of a diet rich in fish and fruits by elderly people living in these regions. The centres of northern Europe (Belgium, Denmark, North of France, The Netherlands, Switzerland) found at the other extremity of the first axis, were characterised by a sugar- and fat- dominated diet.

The three levels of education projected near the centre of the factorial plan, so the influence of educational level seemed less discriminant. However results are difficult to interpret because of the major differences in the distribution of educational levels between the centres, which (for example) varied from 0.00 % (in Burgdorf, Switzerland) to 96.05 % (in Montegiorgio, Italy) for the low level of education.

DISCUSSION

This study, conducted in a large cohort of people aged 70-90, who lived in 11 European countries, explored some dimensions of dietary patterns in this elderly population, in relation to mortality and also to geographical and educational determinants. Using an original statistical approach, the RRR method, recently considered as a particularly interesting approach to study diet in relation to mortality [Hoffmann 2004], we identified two prevalent dietary patterns.

The first one was characterised by a diet rich in fish and fruits and poor in fats/oil and sugar/sweets. It was associated with a high intake of vitamin C and fibre, and a low intake of fat. The second one, with a preference for vegetables/potatoes and milk and milk products but neither for grains/bread nor for alcoholic beverages, indicated a diet essentially low in saccharides intake.

The prospective cohort design of the HALE study led us to examine the association between diet and mortality. We found that the first dietary pattern, which reflected a diet with a higher density of health-promoting foods (fish and fruits) and a lower density of less healthy foods (fat/oils and sugar/sweets) was associated with a significantly reduced risk of mortality among men.

In accordance with our results, several previous studies have demonstrated the positive influence of a healthy diet, mainly based on the typical components of the Mediterranean diet, on longevity in the elderly populations. In a "*princeps*" study published in 1995, Trichopoulou and al used a composite diet score, calculated on the basis of eight component characteristics of the traditional Mediterranean region (high monounsaturated/saturated fat ratio; moderate ethanol consumption; high consumption of legumes; high consumption of cereals, including bread and potatoes; high consumption of fruits; high consumption of vegetables; low consumption of meat and meat products; and low consumption of milk and dairy products) to assess the influence of a specific "Greek variant of the traditional Mediterranean diet" on overall survival among 182 elderly Greeks, aged 78.5 years at enrolment. A higher diet score was associated with a significantly reduced risk of death, by 17 % per one unit increase and by more than 50 % per four unit increase, providing evidence that an a priori defined nutritional pattern which closely reflects the Greek version of the Mediterranean diet favourably affects life expectancy among elderly people [Trichopoulou 1995]. Based on adapted Mediterranean Diet Scores comparable to the score devised by Trichopoulou, some more recent prospective studies confirmed the positive relation between a healthy diet and survival in other elderly populations, from Mediterranean countries or not [Osler 1997, Lasheras 1999, Trichopoulou 2005, Waijers 2006]. Using HALE data, Knoop and al investigated the single and combined effect of

Mediterranean diet and lifestyle factors (alcohol consumption, smoking status, physical activity) on all-cause and cause specific mortality in European men and women aged 70 to 90 y. Food intake data were summarised into a modified version of the Mediterranean diet score proposed by Trichopoulou. In the HALE population, adherence to a Mediterranean diet pattern, moderate alcohol consumption, no-smoking and physical activity were each associated with a lower rate of all-cause mortality. Taken together, the combination was associated with a mortality rate of about one third that of those with none or only one of these protective factors [Knoops 2004].

One of the advantages of the HALE database is the possibility to broadly compare dietary intake across Europe, ranging from Greece to Finland. Our study confirmed the persistence of geographical differences in dietary intake among European elderly, with a North-South gradient regarding the quality of diet: elderly in southern Europe privileged a diet rich in fish and fruits, whereas in northern Europe, the most favoured diet was dominated by fats and sugar.

This North-South gradient was also observed for the elderly in previous studies, mainly using FINE or SENECA data. In a cross-sectional study among subjects from the FINE cohort, Huijbregts et al evaluated the dietary intake of men aged 70-90 years within three European countries. Significant differences were observed between countries for all food groups. The food pattern of the elderly men in Finland was a typical northern European diet, with high consumption of animal products and potatoes, while that of the men in Italy could be regarded as Mediterranean, with high consumption of cereal products, vegetables, legumes, olive oil, and moderate wine intake. The food pattern of the men in the Netherlands was characterised by a low consumption of cereals and fish, while the amount of other foods was intermediate between Finland and Italy [Huijbregts 1995]. Large geographical variations in dietary patterns summarised into dietary scores and into dietary clusters, were also reported by Haveman-Nies et al, in a study including nine SENECA centres. In general, Southern European centres had higher mean diet scores, indicating a higher dietary quality, than Northern European centres. Five dietary patterns were also derived by cluster analysis. Among them, the "meat & fat" pattern, characterising Northern Europeans and the "fish and grains", typical of Southern Europeans, were considered by the authors as the two extreme patterns in this population.

Interesting similarities were also found between our observations and data recently published by Bamia and al, in a study including near 100000 men and women aged 60 years or older, living in nine European countries and participating in the European prospective investigation into cancer and nutrition study (EPIC-Elderly cohort). Two dominant dietary patterns among the EPIC-Elderly participants were identified using principal component analysis. PC1 reflects a "vegetable-based" diet characterised by a contrast between plant food groups and potatoes, margarine and non-alcoholic beverages. PC2 indicates a "sweet- and fat- dominated" diet with a

preference for sweets, added fat and dairy products but not bread, meat, eggs and alcoholic beverages. Regarding place of residence, EPIC-Elderly participants living in southern Europe had the highest overall scores for PC1, whereas values for this score decrease as we move to countries in the North. A South-North gradient was also fully identifiable by PC1 [Bamia 2005]. Limitations of the present study are mainly related to the dietary assessment. The data collection methods compelled us to combine in a same food group, foods with potentially different effects on health: e.g. potatoes and vegetables are combined, vegetable oils are combined with all other fats. Therefore, we couldn't support the evidence of the protective effect of vegetable or olive oil for example, which was evident in most of the above mentioned studies. A more precisely defined healthy diet would likely be associated with even lower mortality rates. The limitations of the RRR statistical method have been discussed elsewhere [Hoffmann 2004a, Hoffmann 2004b, Schulze 2005] and mainly concerned the choice of response variables, which could be considered to be somewhat arbitrary. However, according to Schulze et al, the non-uniqueness of responses can also be considered strength of the RRR method because RRR can allow for new findings in research an additional information sources by modifying the set of response variables in future studies.

In conclusion, this study, focused on the dietary patterns of elderly Europeans, confirmed the results previously reported, that adherence to a healthy diet prolongs life. Thus, this work supports the recommendations to identify dietary factors important for survival and the maintenance of health in old age and to develop nutritional guidelines to maintain quality of life in this growing aged-population.

REFERENCES

- Bamia C, Orfanos P, Ferrari P, Overvad K, Hundborg HH, Tjønneland A, Olsen A et al. Dietary patterns among older Europeans: the EPIC-Elderly study. *Br J Nutr* 2005;94:100-13.
- Fortes C, Forastiere F, Farchi S, Rapiti E, Pastori G, Perucci CA. Diet and overall survival in a cohort of very elderly people. *Epidemiology*. 2000;11:440-5.
- Gale CR, Martyn CN, Winter PD, Cooper C. Vitamin C and risk of death from stroke and coronary heart disease in cohort of elderly people. *BMJ* 1995;310:1563-6.
- Gariballa SE, Sinclair AJ. Nutrition, ageing and ill health. *Br J Nutr* 1998;80:7-23.
- de Groot CPGM & van Staveren WA. *Nutrition and the Elderly: Manual of Operations*. Euronut Report 11. Wageningen, The Netherlands: 1988.
- de Groot CP, van Staveren WA, Dirren H, Hautvast JG. Summary and conclusions of the report on the second data collection period and longitudinal analyses of the SENECA Study. *Eur J Clin Nutr* 1996;50 Suppl2:S123-4.
- Haveman-Nies A, de Groot LP, Burema J, Cruz JA, Osler M, van Staveren WA; SENECA Investigators. Dietary quality and lifestyle factors in relation to 10-year mortality in older Europeans: the SENECA study. *Am J Epidemiol* 2002;156:962-8.
- Haveman-Nies A, Tucker KL, de Groot LC, Wilson PW, van Staveren WA. Evaluation of dietary quality in relationship to nutritional and lifestyle factors in elderly people of the US Framingham Heart Study and the European SENECA study. *Eur J Clin Nutr* 2001;55:870-80.
- (a) Hoffmann K, Schulze MB, Schienkiewitz A, Nothlings U, Boeing H. Application of a new statistical method to derive dietary patterns in nutritional epidemiology. *Am J Epidemiol* 2004;159:935-44.
- (b) Hoffmann K, Zyriax BC, Boeing H, Windler E. A dietary pattern derived to explain biomarker variation is strongly associated with the risk of coronary artery disease. *Am J Clin Nutr* 2004;80:633-40.
- (c) Hoffmann K. A modified regression model to adjust for intraindividual variation in serum biomarker concentrations. *Am J Clin Nutr* 2004;80:1449-50.
- Hoffmann K, Boeing H, Boffetta P, Nagel G, Orfanos P, Ferrari P, Bamia C. Comparison of two statistical approaches to predict all-cause mortality by dietary patterns in German elderly subjects. *Br J Nutr* 2005;93:709-16.
- Hoffmann K, Boeing H, Boffetta P, Nagel G, Orfanos P, Ferrari P, Bamia C. Comparison of two statistical approaches to predict all-cause mortality by dietary patterns in German elderly subjects. *Br J Nutr* 2005;93:709-16.
- Hu FB. Dietary patterns analysis: a new direction in nutritional epidemiology. *Curr Opin Lipidol* 2002;13:3-9.
- Huijbregts PP, Feskens EJ, Rasanen L, Alberti-Fidanza A, Mutanen M, Fidanza F, Kromhout D. Dietary intake in five ageing cohorts of men in Finland, Italy and The Netherlands. *Eur J Clin Nutr* 1995;49:852-60.
- Huijbregts P, Feskens E, Rasanen L, Fidanza F, Nissinen A, Menotti A, Kromhout D. Dietary pattern and 20 year mortality in elderly men in Finland, Italy, and The Netherlands: longitudinal cohort study. *BMJ* 1997;315:13-7.
- Jacques PF & Tucker KL. Are dietary patterns useful for understanding the role of diet in chronic diseases? *Am J Clin Nutr* 2001;73:1-2.

- Keys A. Seven Countries. *A multivariate analysis of death and coronary heart disease*. Cambridge, MA/London: Harvard University Press 1980.
- Knoops KT, de Groot LC, Kromhout D, Perrin AE, Moreiras-Varela O, Menotti A, van Staveren WA. Mediterranean diet, lifestyle factors, and 10-year mortality in elderly European men and women: the HALE project. *JAMA* 2004;292:1433-9.
- Kohlmeier L & Poortvliet EJ. *Eurocode 2 food coding system, version 92/1*. Berlin: Institute for social medicine and epidemiology 1992.
- Kromhout D, Bosschieter EB, de Lezenne Coulander C. Dietary fibre and 10-year mortality from coronary heart disease, cancer, and all causes. The Zutphen study. *Lancet* 1982;2:518-22.
- Kumagai S, Shibata H, Watanabe S, Suzuki T, Haga H. Effect of food intake pattern on all-cause mortality in the community elderly: a 7-year longitudinal study. *J Nutr Health Aging* 1999;3:29-33.
- Lasheras C, Fernandez S, Patterson AM. Mediterranean diet and age with respect to overall survival in institutionalized, nonsmoking elderly people. *Am J Clin Nutr* 2000;71:987-92.
- Menotti A, Mulder I, Nissinen A, Feskens E, Giampaoli S, Tervahauta M, Kromhout D. Cardiovascular risk factors and 10-year all-cause mortality in elderly European male populations; the FINE study. Finland, Italy, Netherlands, Elderly. *Eur Heart J* 2001;22:573-9.
- Osler M, Schroll M. Diet and mortality in a cohort of elderly people in a north European community. *Int J Epidemiol* 1997;26:155-9.
- Rimm EB, Stampfer MJ. Diet, lifestyle, and longevity--the next steps? *JAMA* 2004;292:1490-2.
- Trichopoulos D, Ligiou P. Dietary patterns and mortality. *Br J Nutr* 2001;85:133-4.
- Trichopoulou A, Kouris-Blazos A, Wahlqvist ML, Gnardellis C, Ligiou P, Polychronopoulos E, Vassilakou T, Lipworth L, Trichopoulos D. Diet and overall survival in elderly people. *BMJ* 1995;311:1457-60.
- Trichopoulou A, Orfanos P, Norat T, Bueno-de-Mesquita B, Ocke MC, Peeters PH, van der Schouw YT et al. Modified Mediterranean diet and survival: EPIC-elderly prospective cohort study. *BMJ* 2005;330:991-7.
- van der Voet H. Comparing the predictive accuracy of models using a simple randomization test. *Chemometrics Intell Lab Syst* 1994;25:313-23.
- Waijers PM, Ocke MC, van Rossum CT, Peeters PH, Bamia C, Chloptsios Y, van der Schouw YT, Slimani N, Bueno-de-Mesquita HB. Dietary patterns and survival in older Dutch women. *Am J Clin Nutr* 2006;83:1170-6.
- Willett WC. Nutritional epidemiology issues in chronic disease at the turn of the century. *Epidemiol Rev* 2000;22:82

TABLE 1 The composition of food groups according to the EUROCODE classification system

HALE	SENECA	FINE-NL	FINE-Finland	FINE-Italy
<i>Main food groups (global)</i>	<i>description</i>	<i>description</i>	<i>description</i>	<i>description</i>
Milk and milk products	cream, other milk products	milk and milk products	milk and milk products	milk and milk products
Cheese	cheese	cheese	cheese	cheese
Fruits and fruit products	fruits and products: fresh, dried, frozen or canned, excluding juices	fruits and fruit products, excluding juices	fruits and berries, including juices	fruits and fruit products, excluding juices
Vegetables/Potatoes	vegetables and products, excluding juices potatoes: french fried, baked, boiled, etc. (no chips)	vegetables and products, excluding juices potatoes	vegetables (root, other), including juices potatoes	vegetables, excluding juices potatoes
Eggs	eggs/eggs products	eggs and egg products	eggs	eggs
Meat and poultry	beef, pork, sheep, processed meat, poultry and game	meat and poultry	meat and poultry	meat and poultry
Fish	fish, shrimp, reptiles, shellfish etc.	fish and products	fish and fish products	fish and products
Fats / Oil	oils, butter and margarine	oils, fats	oils and fats	oils and fats
Legumes / Nuts / Seeds	pulses, lima beans, peas (fresh/dried), soy beans, tofu, seeds, nuts, peanut butter	pulses (fresh/dried), nuts , seeds	legumes and nuts	legumes (fresh/dried)
Sugar / Sweets	sugar, miel, chocolate, candy bars cookies, cakes, pies, jams/jellies, pudding powder	sugar, miel, chocolate, candy bars cookies, cakes, pies, jams/jellies, pudding powder	sugar	Sugar, miel cookies, cakes
Grains / Bread	rice and rice products flour, bread, pasta, pizza, rye bread, kanckebrod, cereals	rice and rice products flour, bread, pasta, pizza, rye bread, kanckebrod, cereals	cereal products	cereal products
Alcoholic beverages	beer wine/teaser/liqueur/wine liqueur/spirit/brandy	beer wine spirits	beer wine spirits	beer wine spirits
Non-alcoholic beverages				

TABLE 2 Factor loading matrix for the major factors (diet patterns) obtained by reduced rank regression in the HALE Study (n = 3057 participants, aged 70-90y).

	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 4	Factor 5
Milk and milk products	—	0.26	—	—	—
Cheese	—	—	0.43	—	0.28
Fruits and fruit products	0.42	—	- 0.28	0.42	- 0.27
Vegetable/potatoes	—	0.31	—	0.37	0.35
Eggs	—	—	—	—	—
Meat and poultry	—	—	0.49	—	—
Fish	0.32	—	0.25	—	- 0.50
Fat/oils	- 0.70	—	- 0.28	0.31	-- —
Legumes/nuts/seeds	—	—	—	—	—
Sugar/sweets	- 0.29	—	- 0.35	—	0.42
Grains/bread	—	- 0.33	—	- 0.55	- 0.28
Alcoholic beverages	—	- 0.79	0.31	0.35	—

Food items with absolute factor loadings > 0.25 were considered as significantly contributing to a pattern and represented.

A positive loading indicates a positive association with the factor, whereas a negative loading indicates an inverse association. High loadings indicate strong associations between the corresponding observed variables and patterns.

TABLE 3 Response scores for the two major factors obtained by reduced rank regression in the HALE Study (n = 3057 participants, aged 70-90y).

Response score coefficient for	Factor 1	Factor 2
protein intake*	0.30	0.32
saturated fat intake*	- 0.53	0.20
monounsaturated fat intake*	- 0.32	- 0.21
polyunsaturated fat intake*	- 0.37	0.17
saccharides intake*	0.31	- 0.77
vitamin C intake*	0.40	0.35
fibre intake*	0.37	0.27

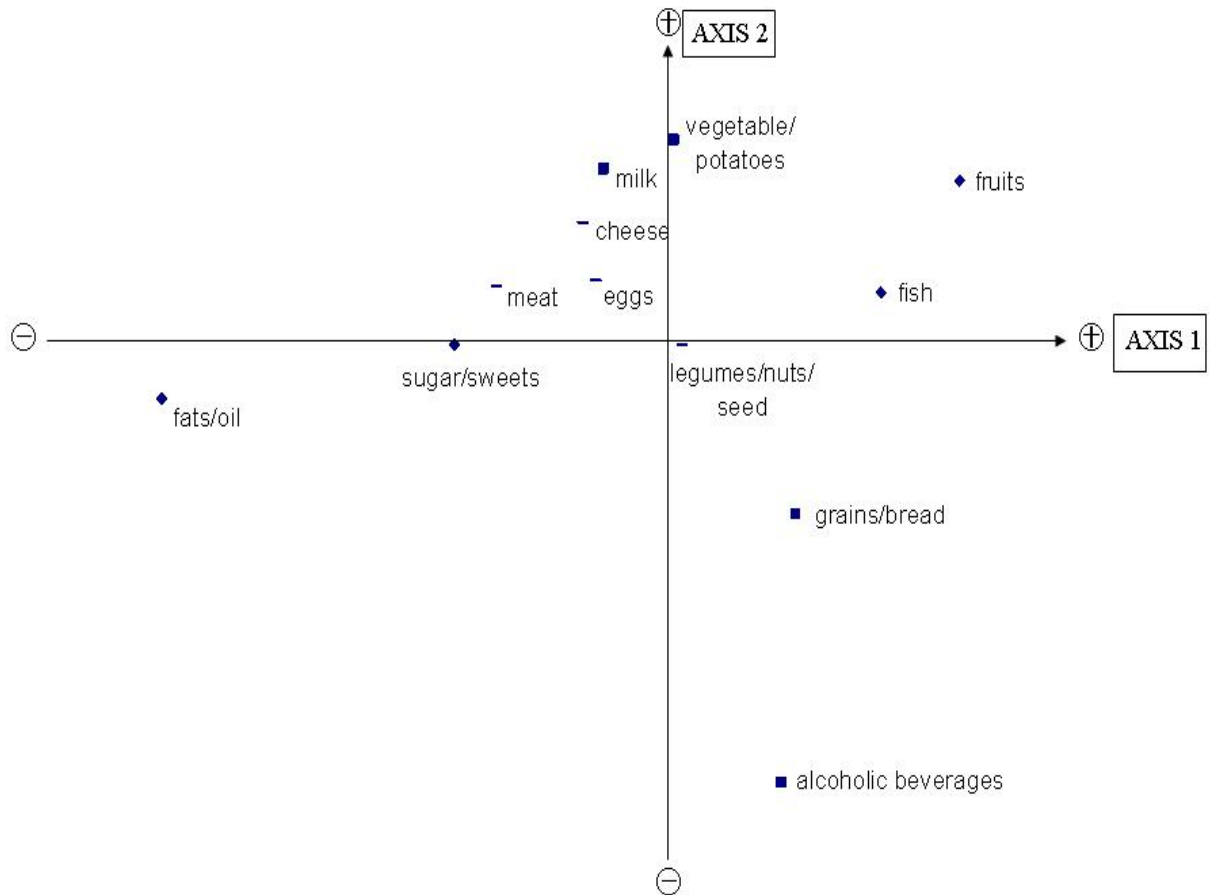
* expressed in % of energy intake without energy provided alcohol

TABLE 4 Relative risks and 95 % CI of all-cause mortality by the two first factors derived by reduced rank regression analysis : results from Cox’s proportional hazards regression analysis*. HALE Study (n = 3057 participants, aged 70-90y).

	Factor 1						Factor 2					
	Unadjusted			Adjusted [#]			Unadjusted			Adjusted [#]		
	RR	95 % CI	p	RR	95 % CI	p	RR	95 % CI	p	RR	95 % CI	p
Men	0.89	[0.84-0.94]	0.0001	0.91	[0.86-0.97]	0.003	1.01	[0.95-1.07]	0.80	1.03	[0.97-1.09]	0.34
Women	0.98	[0.87-1.11]	0.78	1.02	[0.90-1.16]	0.09	0.85	[0.71-1.01]	0.06	0.90	[0.76-1.07]	0.23
All population	0.90	[0.86-0.95]	0.0002	0.93	[0.88-0.98]	0.01	0.88	[0.84-0.93]	<0.0001	1.02	[0.96-1.07]	0.57

[#] Cox-regression model adjusted for age and smoking status

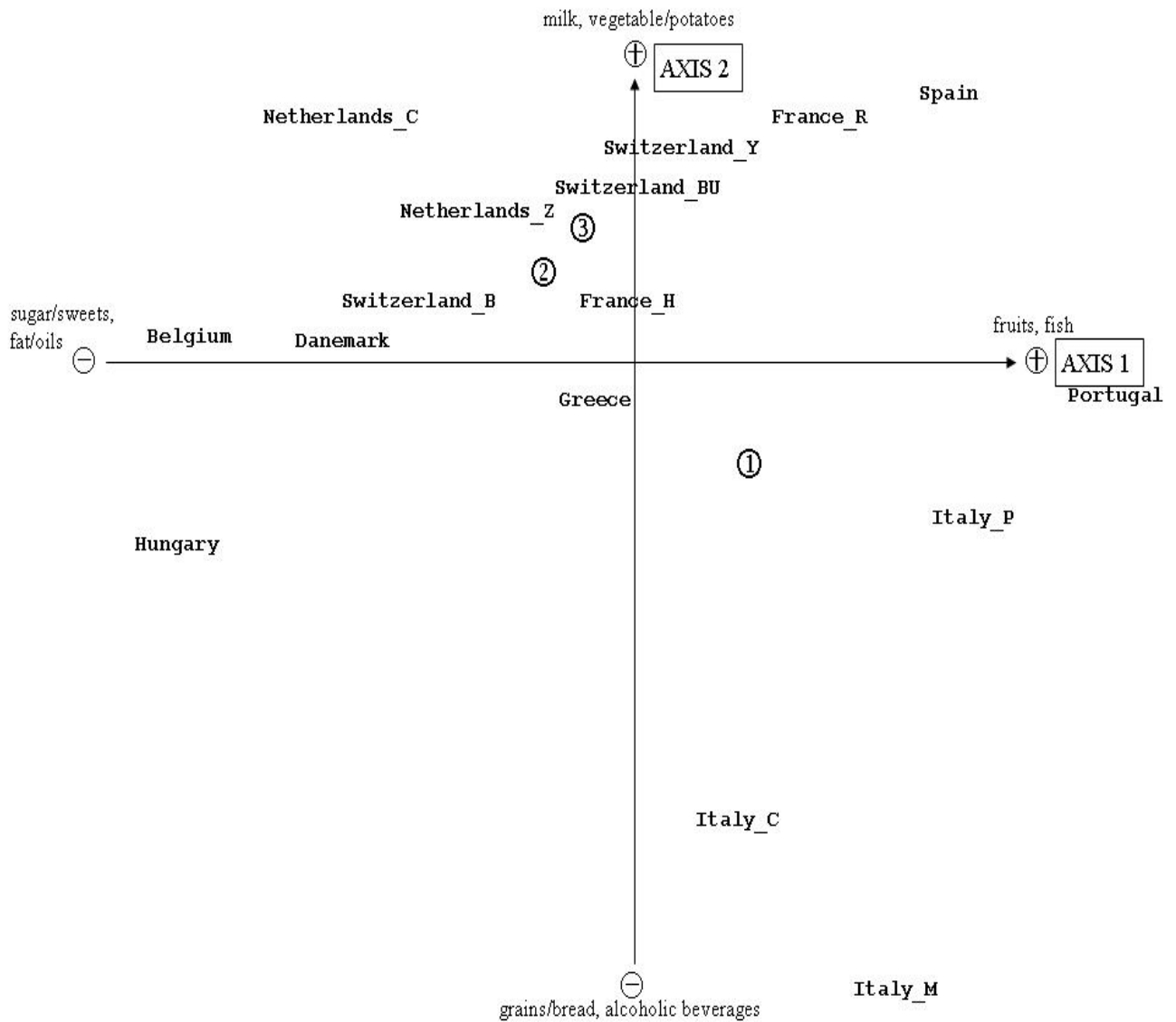
FIGURE 1
 Reduced rank regression analysis: mean score of factor 1 and factor 2 in the HALE population.



Food items contributing mainly to factor (axis) 1 are represented by ◆
 Food items contributing mainly to factor (axis) 2 are represented by ■
 Food items considered as not contributing to factor 1 or factor 2 are represented by —

FIGURE 2

Projection of the geographical and educational variables on the factorial plan defined by the reduced rank regression analysis in the HALE population.



- ① low level of education (0-6 years)
- ② middle level of education (7-9 years)
- ③ high level of education (> 9 years)

3. Typologies alimentaires et d'activité physique dans une population de jeunes adolescents.

Diet and physical activity profiles in French preadolescents.

PLATAT C, PERRIN AE, OUJAA M, WAGNER A, HAAN MC, SCHLIENGER JL,
SIMON C.

Br J Nutr 2006;96:501-7.

En résumé

Les premiers résultats de l'étude descriptive réalisée auprès des Collégiens scolarisés en classe de 6^e dans le Bas-Rhin indiquent que 22,7 % de ces jeunes adolescents présentent un surpoids [75]. Ces résultats soulignent également la généralisation du mode de vie sédentaire : les adolescents de cette population sont nombreux à ne participer à aucune activité physique structurée en dehors du collège (26 % des garçons et 42 % des filles) et seul un tiers d'entre eux effectue un trajet quotidien d'au moins 20 min à pied ou à vélo entre le domicile et l'école. Par ailleurs, un tiers des adolescents consacre plus de 2 heures par jour à la télévision, aux jeux vidéo et à l'ordinateur [147].

A la lueur de ces résultats, nous avons souhaité examiner les habitudes de vie de ces adolescents, et notamment leurs habitudes alimentaires et d'activité physique.

Dans ce travail, nous nous sommes attachés à identifier des profils décrivant au mieux les comportements d'alimentation et d'activité physique de cette population de 2724 garçons et filles âgés de 12 ans en moyenne. Nous avons mis en évidence, à l'aide d'une analyse des correspondances multiples, deux profils d'alimentation et d'activité physique. Le premier est défini par la pratique importante d'une activité physique structurée en dehors de l'école et par une consommation élevée de fruits/légumes/crudités. Le second se caractérise par un temps consacré aux activités sédentaires (télévision, jeux vidéo, ordinateur) élevé, par un grignotage devant la télévision, une boisson sucrée comme boisson la plus souvent consommée et une consommation de frites/chips la veille de l'administration du questionnaire. Nous confirmons ainsi l'existence d'interrelations entre l'alimentation et l'activité physique. L'identification d'une forte intrication des typologies d'activité physique et d'alimentation suggère que ces deux comportements ne peuvent être considérés séparément.

Nous avons également établi une relation forte entre le statut socioéconomique de la famille et les habitudes de vie de ces adolescents. Un niveau socioéconomique bas est notamment associé au profil regroupant le grignotage, la consommation de boissons sucrées, la consommation d'aliments frits et les activités sédentaires. D'un autre côté, la taille de la commune de résidence, et plus particulièrement le fait d'habiter la communauté urbaine de Strasbourg, est associé au profil regroupant une consommation

élevée de fruits/légumes/crudités et la pratique d'une activité physique structurée en dehors de l'école.

Ces résultats soulignent que les habitudes alimentaires et l'activité physique des adolescents sont des comportements complexes, qui nécessitent de prendre en compte le contexte familial, et plus largement le contexte sociodémographique et structurel de l'adolescent.

Diet and physical activity profiles in French preadolescents

Carine Platat¹, Anne-Elisabeth Perrin¹, Mohamed Oujaa¹, Aline Wagner¹, Marie-Christine Haan², Jean-Louis Schlienger¹ and Chantal Simon^{1*}

¹Medical Faculty, Louis Pasteur University, EA1801, Strasbourg, F-67000, France

²Academic Inspection of the Department of Bas-Rhin, Strasbourg, F-67000, France

(Received 10 June 2005 – Revised 19 December 2005 – Accepted 1 February 2006)

Dietary patterns have been identified in adults, but less is known about children and adolescents. For the first time, we have investigated lifestyle patterns combining diet and physical activity in 12-year-old French preadolescents and examined their association with sociodemographic factors. Physical activity, sedentary activities and dietary habits were assessed by questionnaires given to 2724 students in 2001. Family income tax and parents' educational level, as indicators of socio-economic status, and the size of the residence commune were obtained from parents. After adjusting for socio-economic status, physical activity was positively associated with a consumption of fruit/vegetables/fruit juice on more than four occasions in the previous 24 h ($P < 0.001$). Sedentary activities were positively associated with the consumption of French fries or potato chips ($P < 0.001$), with sweetened drink as the most usual drink ($P < 0.001$) and with nibbling while watching television ($P < 0.001$), and inversely associated with a high consumption of fruit/vegetables/fruit juice ($P = 0.04$). Multiple correspondence analysis identified two independent axes and specific combinations of behaviour: one axis characterised by sedentary activity, sweetened drink as the most usual drink, the consumption of French fries or potato chips and nibbling while watching television; a second one associating physical activity and the consumption of fruit/vegetables/fruit juice. Both socio-economic proxies were associated with the former axis ($P < 0.001$). The size of the residence commune was associated with the latter ($P < 0.1$). Combinations of diet and physical activity habits were identified in adolescents, indicating that prevention programmes targeting both behaviours may have an enhanced outcome.

Physical activity: Sedentariness: Adolescents: Diet: Multiple correspondence analysis

Participating in regular physical activity and eating a balanced diet are recognised to be beneficial for health. Physical activity may protect from obesity and several components of metabolic syndrome, such as insulin resistance (Brage *et al.* 2004), which can already be observed in adolescents (Weiss *et al.* 2004). Relationships between cardiovascular risk factors such as obesity and sedentariness are well established for both adults and adolescents (Gortmaker *et al.* 1996; Martinez-Gonzalez *et al.* 1999; Eisenmann *et al.* 2002). Similarly, the protective effects against metabolic risk of certain single nutrients or foods, such as fruits and vegetables, have been suggested (Albert *et al.* 1998; Liu *et al.* 2000).

Current thinking is, however, that diet has to be considered overall so that interactions between nutrients, foods and food groups can be taken into account (Jacobs & Murtaugh, 2000; Jacques & Tucker, 2001). Studies conducted over the past few years have shown the relevance of such approaches for investigating the relationships between diet and chronic diseases (Kant, 2004). These analyses have made it possible to confirm the protective effect of a 'prudent diet' (combining a high intake of fruits, vegetables, fish and whole grains) and the unhealthy impact of the Western diet on the risk of diabetes (Montonen *et al.* 2005) and cardiovascular diseases (Fung *et al.* 2001; Millen *et al.* 2001). More recently, this approach

has been extended to other behaviours that may interact with diet, such as physical activity and smoking (Johnson *et al.* 1995; Mensink *et al.* 1997; Fung *et al.* 2001; Gillman *et al.* 2001).

In children and adolescents, recent studies have also succeeded in identifying dietary patterns. These patterns have been conceptually similar to those described in adults, with one pattern characterised by 'traditional' foods and the other associated with more 'health-conscious' food choices (Aranceta *et al.* 2003; Mikkila *et al.* 2005; Northstone & Emmett, 2005), although a third pattern more specifically related to 'junk' foods has recently been described in young children (Northstone & Emmett, 2005).

On the other hand, different studies have been concerned with the relationships between several dietary behaviours and physical activity in children and adolescents (Broyles *et al.* 1999; Pate *et al.* 2000), but none has used both physical activity and diet to investigate lifestyle patterns. Such studies are all the more important because a better understanding of the relationships between healthy behaviours is necessary for the efficient prevention of cardiovascular risk. Moreover, owing to the interindividual similarities in the groups that have been identified, this approach could provide useful information to develop targeted prevention programmes.

Abbreviations: MCA, multiple correspondence analysis; SED, sedentary activity; SES, socio-economic status.

* **Corresponding author:** Professor C. Simon, fax +33 (0)3 90 24 31 71, email chantal.simon@medecine.u-strasbg.fr

The purpose of the present cross-sectional study was to identify combined diet and physical activity profiles in a representative sample of 12-year-old preadolescents from the eastern part of France and to see how these profiles were associated with sociodemographic factors.

Subjects and methods

Subjects

This study was conducted on a representative sample of middle-school first-level students (corresponding to US sixth-graders) living in the Department of the Bas-Rhin (eastern France). Briefly, one third of all classrooms were selected using a random procedure stratified by school location in towns with fewer or more than 50 000 inhabitants (i.e. Greater Strasbourg) and in low-socio-economic status (SES) neighbourhoods. The randomised sampling procedure was carried out so that about one third of the first-level classes of each of the eighty-eight public and private schools of the Department was selected. Finally, 176 classes, one to five classes per school, were selected.

Participation was voluntary, and 77.7% of the 4421 eligible students agreed to take part in the study. For these, questionnaires were completed by 90% of the fathers and 96% of the mothers. Signed informed consent was obtained from the parents for all the participating students. The study was approved by the French National Committee for Informatics and Liberties. Participation rates for children and parents did not differ by geographical location or gender, and the study sample was found to broadly match the family educational background (1999 population census) of the targeted population. Lifestyle questionnaires were administered to the students from February to June 2001. Self-administered questionnaires relating to demographic and SES factors were completed by the parents. Because of a lack of data, 713 subjects were excluded from the analysis. The resulting sample size was 2724 preadolescents aged 12.0 (SED 0.5) years. This remaining population did not differ significantly from the entire sample regarding SES and prevalence of overweight.

Behavioural and sociodemographic data

Physical activity was assessed with the Modifiable Activity Questionnaire for Adolescents (Pereira *et al.* 1997). Participation in organised physical activity outside school during the previous year was reported by the students, who gave information on the weekly frequency and usual duration of each session. The number of months in which each activity was performed over the previous year was recorded and the average weekly time devoted to organised physical activity calculated. Time spent in organised physical activity was categorised into three classes: no organised physical activity; more than zero but less than 2.3 h/week in organised physical activity; over 2.3 h/week in organised physical activity (2.3 h corresponding to the median time devoted to the organised physical activity of students participating in at least one organised activity). The time spent in sedentary activities (SED), for example watching television, playing computer/video games and reading, was recorded for each day of a typical week

and divided into three categories (≤ 8.5 , 8.5–14.0 and over 14.0 h/week).

The validity of the Modifiable Activity Questionnaire for Adolescents has been tested against the average of four 7-d recalls of activity and different measures of physical fitness in a study (Aaron *et al.* 1995) conducted on 100 randomly selected 15–18-year-old adolescents. The results of this study provided evidence that the questionnaire yields a reasonable estimate of past-year physical activity, at least for high-school adolescents, with Spearman correlations between the questionnaire and the average of the three 7-d recalls ranging from 0.55 to 0.83 for different measures of physical activity, and a good 1-month test–retest reproducibility (intraclass correlation of 0.66). In our population, the reproducibility of the questionnaire, assessed on a sample of seventy-nine 12-year-old pupils with a 1-month test–retest interval, was also reasonably good, with intraclass correlations of 0.83 and 0.71, respectively, for time spent in organised physical activity and SED.

Pupils were asked about different dietary habits, for example, breakfast, snacks and fast-food consumption. In addition, a food-frequency and dietary checklist with the following nine items was administered: fruit; 100% pure fruit juice; raw vegetables; cooked vegetables; cookies/candies/ice cream; sweetened drink excluding 100% pure fruit juice; French fries and potato chips; nibbling while watching television during the previous 24 h; the most usual drink in general (water or sweetened drink). Fruit, 100% pure fruit juice, and cooked and raw vegetables were considered as a single item, divided into two groups (four or fewer times, or more than four times in the past 24 h). French fries and potato chip consumption and nibbling while watching television were used as dichotomous variables (yes or no). In order to avoid redundancy, only the most usual drink in general and not the consumption of sweetened drinks in the past 24 h was considered (in two classes: sweetened drink or water).

Annual family income tax (a measure of income) and parents' educational level as reported by the parents were used as proxies of SES. Family income tax was classified into three categories (no family income tax, 2000€ or less, more than 2000€). Level of family education was taken as the highest level attained by either parent and was divided into three classes: low (no formal education, primary school, first years of secondary school), medium (secondary school or technical training) and high (university). The size of the residence commune (fewer than 2000, 2000–50 000, more than 50 000 inhabitants, i.e. Greater Strasbourg) was also considered.

Statistical analysis

All analyses were carried out using SAS software (version 8, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA). Because no relevant differences were observed between genders, the analyses presented here are those performed on the complete sample. All statistical inferences were drawn at a significance level of 5% with two-sided tests.

We used χ^2 tests to compare qualitative variables according to gender, physical activity or SED. Logistic regression models were used to determine the relationships between dietary habits and physical activity or SED after adjustment for gender and for both SES proxies. Four dichotomous food

items or dietary habits for the previous 24 h were considered for these analyses: consumption of fruit/vegetables/fruit juice four or fewer times, or more than four times; sweetened drink or not sweetened drink as the most usual drink; consumption or no consumption of French fries or potato chips; nibbling or not nibbling while watching television. The associations identified were further tested by taking into account the cluster sampling procedure using mixed models (the procedure MIXED and GLIMMIX macro in SAS).

To identify lifestyle patterns combining diet and physical activity, a multiple correspondence analysis (MCA) was used (Greenacre, 1984). This descriptive technique enables the analysis of qualitative variables. It is based on a disjunctive table whose columns correspond to modalities of the variables and whose rows correspond to individuals. Its purpose is to determine the axes or planes that provide the most informative graphical representation of the relationships. The ability of an axis to describe the layout is quantified by the percentage of information represented by this axis and by its eigenvalue. MCA enables identification of the modalities of the variables introduced into the model that contribute most to the construction of the successively determined axes. A contribution (percentage) to the construction of each axis is associated with each modality. Variables not taken into account in the initial analysis can be projected as supplementary variables in the models.

In this study, the four dietary habits studied in the logistic regression analyses (each in two classes), physical activity (in three classes) and SED (in three classes) have been introduced into the MCA. Family income tax, parents' educational level and the size of the residence commune (all in three classes) were considered as supplementary variables. Their associations

with the two main axes were tested using general linear models with adjustment for gender. The relationships between the supplementary variables and the axes identified by MCA were further tested by taking into account the cluster sampling procedure, as described for the logistic regression analyses.

Results

Characteristics of the subjects

Complete data were obtained for 2724 students from the Department of the Bas-Rhin selected as described earlier. The characteristics of the study population are presented in Table 1. The distribution of subjects by family income tax, parents' educational level and size of the residence commune were similar for both genders. More than one third of the pupils did not undertake any physical activity, with boys being more active than girls ($P < 0.001$). In contrast, a third of the pupils spent more than 14.0 h/week in SED, more boys doing so than girls ($P = 0.03$). Scarcely a third of the pupils had consumed fruit/vegetables/fruit juice more than four times in the past 24 h. A similar proportion had consumed French fries or potato chips or had nibbled while watching television in the past 24 h. Sweetened drink (not water) was the most usual drink for almost half the pupils, particularly for boys ($P < 0.1$).

Relationships between diet and physical activity

Dietary habits are presented according to physical activity and SED in Table 2. Physical activity was positively associated

Table 1. Characteristics (%) of the study population by gender*

	Girls (n 1367)	Boys (n 1357)	P
Family income tax			
Low	38.6	36.6	0.22
Medium	44.4	43.9	
High	17.0	19.5	
Parents' educational level			
Low	34.1	34.5	0.60
Medium	33.9	32.1	
High	32.0	33.4	
Size of the residence commune			
< 2000 inhabitants	28.8	31.6	0.14
2000–50 000 inhabitants	31.1	31.7	
> 50 000 inhabitants (Greater Strasbourg)	40.1	36.7	
Physical activity (h/week)			
0	41.7	25.4	< 0.001
≤ 2.3 h	35.0	31.8	
> 2.3 h	23.3	42.8	
Sedentary activities (h/week)			
≤ 8.5 h	35.7	32.4	0.03
8.5–14.0 h	34.1	32.7	
> 14.0 h	30.2	34.9	
Fruit/vegetables/fruit juice in the previous 24 h			
More than four times	31.8	30.5	0.46
Most usual drink			
Sweetened drink	39.7	45.8	< 0.1
French fries or potato chips in the previous 24 h			
Yes	31.1	32.5	0.43
Nibbling while watching television in the previous 24 h			
Yes	27.3	30.1	0.11

* Comparisons were performed with χ^2 tests.

Table 2. Diet habits according to physical and sedentary activities (%) in 12-year-old preadolescents (*n* 2724)*

	Fruit/vegetables/fruit juice more than four times in the past 24 h		Sweetened drink as the most usual drink		French fries or potato chips in the past 24 h		Nibbling while watching television in the past 24 h	
	%	<i>P</i>	%	<i>P</i>	%	<i>P</i>	%	<i>P</i>
Physical activity (h/week)								
0	28.23	<0.001	46.39	<0.1	35.12	0.02	30.53	0.30
≤2.3 h	27.44		39.08		29.31		28.10	
>2.3 h	37.93		42.71		30.92		27.36	
Sedentary activities (h/week)								
≤8.5 h	33.44	0.02	37.11	<0.001	26.21	<0.001	19.96	<0.001
8.5–14.0 h	32.20		40.77		30.00		26.15	
>14.0 h	27.70		50.62		39.46		40.36	

* Differences according to physical activity and sedentary activity levels were tested by means of χ^2 tests.

with a consumption of fruit/vegetables/fruit juice of more than four times in the previous 24 h ($P < 0.001$) and inversely associated with a sweetened drink as the most usual drink ($P < 0.1$) and with the consumption of French fries or potato chips in the previous 24 h ($P = 0.02$). The time spent in SED was inversely associated with a high consumption of fruit/vegetables/fruit juice over the past 24 h ($P = 0.02$) and positively associated with a sweetened drink as the most usual drink ($P < 0.001$), with the consumption of French fries or potato chips ($P < 0.001$) and with nibbling while watching television ($P < 0.001$) in the previous 24 h (Table 2).

The relationships between diet habits with physical activity and SED, independent of family income tax and parents' educational level, were tested by means of logistic regression analyses and are presented in Table 3. With regard to physical activity, only the relationship with the consumption of fruit/vegetables/fruit juice remained significant when adjusted for SES ($P < 0.001$). The odds ratio of consuming these foods more than four times in the previous 24 h associated with a high physical activity level (more than 2.3 h/week), compared with no physical activity, was 1.58 (95% CI 1.28, 1.94). For SED, all the relationships remained significant, although only marginally so for the inverse association with the consumption of fruit/vegetables/fruit juice ($P = 0.04$). The odds ratio associated with a high SED level compared with a low one was 1.55 (95% CI 1.27, 1.88) for sweetened drink as the most usual drink, 1.66 (95% CI 1.35, 2.03) for eating French fries or potato chips in the previous 24 h, and 2.59 (95% CI 2.1, 3.21) for nibbling while watching television in the past 24 h. These results were not modified by taking into account the cluster sampling procedure through multilevel models (data not shown).

Diet and physical activity profiles

In MCA, the first two axes were identified as the major axes and accounted for 16.27% and 12.35% of the complete information (Fig. 1). To interpret the representation, only the modalities of the variables with the highest contributions to the axis were retained so that the sum of the contributions to the axis reached at least 80%. Two main profiles were identified. One was characterised by SED, sweetened drink as the most usual drink, the consumption of French fries or potato chips and nibbling while watching television in the previous

24 h (Fig. 1). The other, defined by physical activity and the consumption of fruit/vegetables/fruit juice, corresponded to the second axis.

As determined by general linear models, both family income tax and parents' educational level were significantly related to the first axis ($P < 0.001$ for both): a low family income tax and a low parental educational level were associated with the profile associated with a high level of SED, the consumption of French fries or potato chips, sweetened drink as the most usual drink and nibbling while watching television, whereas a high family income tax and a high parental educational level were associated with the opposite profile. The relationship of these two parameters with the first axis remains significant even when taking them into account in the same model. The size of the residence commune was associated with the second axis ($P < 0.1$): living in Greater Strasbourg was associated with a high level of physical activity and a high consumption of fruit/vegetables/fruit juice, whereas living in a commune with fewer than 2000 inhabitants was associated with low physical activity and a low consumption of fruit/vegetables/fruit juice. The associations between the sociodemographic variables and the profiles identified were not modified by taking into account the cluster sampling procedure.

Discussion

The present study has, for the first time in children or adolescents, identified particular combinations of behaviour related to diet and physical activity. Two distinct profiles can be identified. One is defined by physical activity and the consumption of fruit/vegetables/fruit juice. This profile is associated with the size of the residence commune. The other profile is characterised by SED, the consumption of French fries or potato chips, sweetened drink as the most usual drink and nibbling while watching television. This is associated with two estimates of SES: family income tax and parents' educational level.

Beneficial relationships between physical activity and 'healthy' food choices have been reported in several studies conducted on adults (Johnson *et al.* 1995; Mensink *et al.* 1997; Fung *et al.* 2001; Gillman *et al.* 2001) and in one of the two main studies conducted in this field on children and adolescents (Broyles *et al.* 1999; Pate *et al.* 2000). In contrast, such a

Table 3. Adjusted odds ratio of dietary habits according to physical activity and sedentary activities levels in 12-year-old preadolescents (*n* 2724)* (Odds ratio (OR), 95% CI and corresponding global *P*)

	Fruit/vegetables/fruit juice more than four times in the past 24 h			Sweetened drink as the most usual drink			French fries or potato chips in the past 24 h			Nibbling while watching television in the past 24 h		
	OR	95% CI	<i>P</i>	OR	95% CI	<i>P</i>	OR	95% CI	<i>P</i>	OR	95% CI	<i>P</i>
Physical activity (h/week)												
0	1			1		0.48	1		0.71	1		0.66
≤2.3 h	0.94	0.76, 1.16	<0.001	0.89	0.73, 1.09		0.92	0.75, 1.13		0.99	0.80, 1.22	
>2.3 h	1.58	1.28, 1.94		0.89	0.73, 1.09		0.97	0.79, 1.19		0.91	0.74, 1.13	
Sedentary activities (h/week)												
≤8.5 h	1		0.04	1		<0.001	1		<0.001	1		<0.001
8.5–14.0 h	0.96	0.95, 1.17		1.10	0.90, 1.33		1.15	0.93, 1.41		1.37	1.10, 1.71	
>14.0 h	0.80	0.64, 0.95		1.55	1.27, 1.88		1.66	1.35, 2.03		2.59	2.10, 3.21	

* Logistic regression models were used with adjustment for gender, family income tax and parents' educational level.

favourable association was not identified in 4–7-year-old American children (Broyles *et al.* 1999). Although these latter results could be partly explained by the age of the children (4–7 years), and by the consideration of nutrients rather than foods, another difference concerned physical activity as only spontaneous physical activity in school and at home was considered and not leisure-time organised physical activity. In adults, the relationships between physical activity with various markers of cardiovascular risk factors and eating habits differed according to the type of physical activity (leisure physical activity or occupational physical activity; de Bourdeaudhuij & van Oost, 1999; Forrest *et al.* 2001). Similarly, television-watching has already been related to rather unhealthy food habits in adults as in adolescents (Fung *et al.* 2001; Coon & Tucker, 2002).

The concept of interrelations between healthy habits has been discussed for a long time (Blair *et al.* 1985; Fung *et al.* 2001). The two main behaviour combinations identified in our work implicate physical activity and SED separately, each linked to distinct dietary habits. These latter were conceptually quite similar to those identified in adults (Hu *et al.* 2000) and more recently in the few studies conducted in children and adolescents (Aranceta *et al.* 2003; Mikkila *et al.* 2005; Northstone & Emmett, 2005), with healthy food choices on the one hand and an aggregation of unhealthy choices on the other. The inverse association observed between physical activity and the consumption of French fries or potato chips did not remain significant when taking into account SES indicators. Although the results of MCA explained only about one third of the total variance and should be confirmed by further studies, these findings

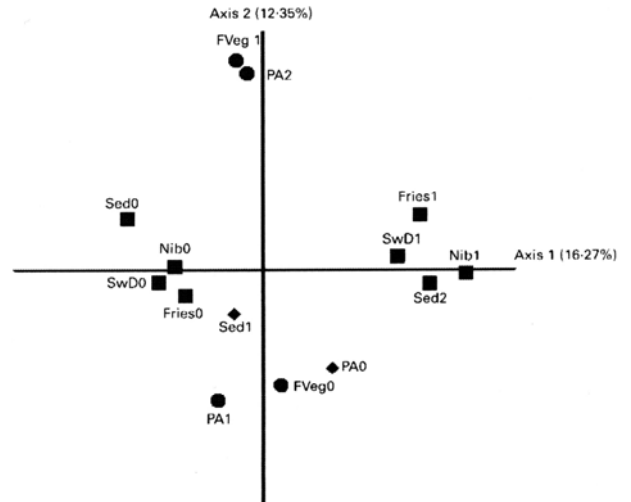


Fig. 1. Combined diet and physical activity profiles in 12-year-old preadolescents (*n* 2724). Multiple correspondence analysis identified two independent axes defined respectively by healthy (●) and unfavourable (■) behaviours. Non-significant modalities are represented by (◆). Modalities of variables included in the model: PA (0, 1, 2), physical activity (0, ≤2.3 h/week, >2.3 h/week); Sed (0, 1, 2), sedentary activities (≤8.5 h/week, 8.5–14.0 h/week, >14.0 h/week); FVeg (0, 1), consumption of fruit/vegetables/fruit juice in the previous 24 h (four or fewer times, more than four times); SwD (0, 1), sweetened drink as the most usual drink (no/yes); Fries (0, 1), French fries or potato chip consumption in the previous 24 h (no/yes); Nib (0, 1), nibbling while watching television in the past 24 h (no/yes).

reinforce the hypothesis of a bidimensionality of health behaviours indicating that health behaviours tend to aggregate according to two axes.

Our results further suggest that physical activity and SED are distinct behaviours, associated with specific diet habits and also with different determinants. The profile containing physical activity was related to the size of the residence commune, whereas the profile containing SED was related to SES. This is in agreement with recent work suggesting that physical activity and SED would be determined by distinct parameters: external and family environment factors, respectively (Gordon-Larsen *et al.* 2000). Environmental factors, including the layout of the city and the density of pavements and cycle paths, as well as the accessibility of sports facilities and the proximity of food shops and fast-food outlets, have been identified as potential correlates of both physical activity and dietary habits (Popkin *et al.* 2005). In accordance with the higher level of physical activity observed in Greater Strasbourg, which is the only city of more than 50 000 inhabitants in the Department, it has been shown that urban areas are associated with a greater availability of physical activity equipment, easier transportation to places where adolescents can be physically active and better pathways to walk or cycle between home and school (Sjolie & Thuen, 2002; Loucaides *et al.* 2004; Popkin *et al.* 2005). In addition, family income tax and parents' educational level, which may influence behaviours by different social processes, have been related to both dietary habits and physical activity (Drewnowski & Specter, 2004; Popkin *et al.* 2005). The sociodemographic determinants of physical activity and dietary habits may thus have contributed to their clustering. On the other hand, some activity patterns may favour specific dietary habits. This is the case for television-viewing and nibbling food (Coon & Tucker, 2002), but one can imagine that regular exercise would also influence food choices.

Our work indicates that diet, physical activity and SED should be considered simultaneously in the prevention of major health problems, such as identifying risk factors for cardiovascular disease. Actions targeting physical activity, SED and diet simultaneously could offer a greater health benefit than the sum of the individual interventions because of their synergetic effects. Synergetic or antagonistic effects of these behaviours are indeed conceivable. Some authors have put forward the hypothesis that a change in one factor will lead to changes in associated factors and have proposed a catalytic effect for physical activity (Johnson *et al.* 1995).

Certain limitations of our study should be mentioned. First, the adolescents we studied were young and probably still influenced by parental food habits. Another limitation lies in the food questionnaire used. One cannot rule out some reporting bias owing to self-reported dietary data, with in particular an underestimation of unhealthy food choices (Lafay *et al.* 2000). Moreover, only a few food items were listed, and the food checklist more specifically registers the food consumed during the previous day, which may not represent a typical day. Some of the questions, however, related to food habits in general. On the other hand the consumption of some foods and drinks and some behaviours, such as nibbling while watching television, are a daily phenomenon, which should have reduced the impact of the procedure used on

our results. In addition, care has been taken to represent both weekdays and weekends in the overall sample. Because of sample size, we can assume that the mean frequency in each subgroup of adolescents' physical activity behaviours represents a fairly good estimate of the average consumption of this subgroup.

Another concern is the type of food nibbled while watching television. This information was not available, and we cannot totally rule out the fact that the adolescents were nibbling healthy food. Nevertheless, different studies indicate that nibbling while watching television is usually associated with the consumption of snacks, junk foods and soft drinks (Matheson *et al.* 2004; Van den Bulck & Van Mierlo, 2004). Consequently, one can reasonably consider that nibbling while watching television in children and adolescents is a rather unhealthy behaviour.

A last point concerns MCA. One should mention that the statistical method used in the present study to identify diet and physical activity profiles is somewhat subjective because decisions on the number of modalities participating in the construction of the axes are based on empirical guidelines.

In conclusion, we have identified two main health behaviour profiles in preadolescents that have not yet been described. These results indicate that cardiovascular and obesity prevention programmes that target both diet and physical activity, as well as their associated determinants, may attain enhanced outcomes.

Acknowledgements

This study was supported by grants from the Regime Local de l'Assurance Maladie d'Alsace-Moselle. The authors wish to thank the medical staff of the numerous schools for their participation in data collection, and Fatima Ghazlane for her technical assistance.

References

- Aaron DJ, Kriska AM, Dearwater SR, Cauley JA, Metz KF & LaPorte RE (1995) Reproducibility and validity of an epidemiologic questionnaire to assess past year physical activity in adolescents. *Am J Epidemiol* **142**, 191–201.
- Albert CM, Hennekens CH, O'Donnell CJ, Ajani UA, Carey VJ, Willett WC, Ruskin JN & Manson JE (1998) Fish consumption and risk of sudden cardiac death. *JAMA* **279**, 23–28.
- Aranceta J, Perez-Rodrigo C, Ribas L & Serra-Majem L (2003) Sociodemographic and lifestyle determinants of food patterns in Spanish children and adolescents: the enKid study. *Eur J Clin Nutr* **57**, Suppl. 1, S40–S44.
- Blair SN, Jacobs DR Jr & Powell KE (1985) Relationships between exercise or physical activity and other health behaviors. *Public Health Rep* **100**, 172–180.
- Brage S, Wedderkopp N, Ekelund U, Franks PW, Wareham NJ, Andersen LB & Froberg K (2004) Objectively measured physical activity correlates with indices of insulin resistance in Danish children. *Int J Obes Relat Metab Disord* **28**, 1503–1508.
- Broyles SL, Sallis JF, Zive MM, Elder JP, Berry CC, McKenzie TL, Hoy PL & Nader PR (1999) Correlations among physical activity and eating behaviors in 4- to 7-year-old Anglo- and Mexican-American children. *J Dev Behav Pediatr* **20**, 405–410.
- Coon KA & Tucker KL (2002) Television and children's consumption patterns. A review of the literature. *Minerva Pediatr* **54**, 423–436.

- de Bourdeaudhuij I & van Oost P (1999) A cluster-analytical approach toward physical activity and other health related behaviors. *Med Sci Sports Exerc* **31**, 605–612.
- Drewnowski A & Specter SE (2004) Poverty and obesity: the role of energy density and energy costs. *Am J Clin Nutr* **79**, 6–16.
- Eisenmann JC, Bartee RT & Wang MQ (2002) Physical activity, TV viewing and weight in U.S. Youth: 1999 Youth Risk Behavior Survey. *Obes Res* **10**, 379–385.
- Forrest KY, Bunker CH, Kriska AM, Ukoli FA, Huston SL & Markovic N (2001) Physical activity and cardiovascular risk factors in a developing population. *Med Sci Sports Exerc* **33**, 1598–1604.
- Fung TT, Rimm EB, Spiegelman D, Rifai N, Tofler GH, Willett WC & Hu FB (2001) Association between dietary patterns and plasma biomarkers of obesity and cardiovascular disease risk. *Am J Clin Nutr* **73**, 61–67.
- Gillman MW, Pinto BM, Tennstedt S, Glanz K, Marcus B & Friedman RH (2001) Relationships of physical activity with dietary behaviors among adults. *Prev Med* **32**, 295–301.
- Gordon-Larsen P, McMurray RG & Popkin BM (2000) Determinants of adolescent physical activity and inactivity patterns. *Pediatrics* **105**, E83.
- Gortmaker SL, Must A, Sobol AM, Peterson K, Colditz GA & Dietz WH (1996) Television viewing as a cause of increasing obesity among children in the United States, 1986–1990. *Arch Pediatr Adolesc Med* **150**, 356–362.
- Greenacre MJ (1984) *Theory and Applications of Correspondence Analysis*. London: Academic Press.
- Hu FB, Rimm EB, Stampfer MJ, Ascherio A, Spiegelman D & Willett WC (2000) Prospective study of major dietary patterns and risk of coronary heart disease in men. *Am J Clin Nutr* **72**, 912–921.
- Jacobs DR Jr & Murtaugh MA (2000) It's more than an apple a day: an appropriately processed, plant-centered dietary pattern may be good for your health. *Am J Clin Nutr* **72**, 899–900.
- Jacques PF & Tucker KL (2001) Are dietary patterns useful for understanding the role of diet in chronic disease? *Am J Clin Nutr* **73**, 1–2.
- Johnson NA, Boyle CA & Heller RF (1995) Leisure-time physical activity and other health behaviours: are they related? *Aust J Public Health* **19**, 69–75.
- Kant AK (2004) Dietary patterns and health outcomes. *J Am Diet Assoc* **104**, 615–635.
- Lafay L, Mennen L, Basdevant A, Charles MA, Borys JM, Eschwege E & Romon M (2000) Does energy intake underreporting involve all kinds of food or only specific food items? Results from the Fleurbaix Laventie Ville Sante (FLVS) study. *Int J Obes Relat Metab Disord* **24**, 1500–1506.
- Liu S, Manson JE, Lee IM, Cole SR, Hennekens CH, Willett WC & Buring JE (2000) Fruit and vegetable intake and risk of cardiovascular disease: the Women's Health Study. *Am J Clin Nutr* **72**, 922–928.
- Loucaides CA, Chedzoy SM & Bennett N (2004) Differences in physical activity levels between urban and rural school children in Cyprus. *Health Educ Res* **19**, 138–147.
- Martinez-Gonzalez MA, Martinez JA, Hu FB, Gibney MJ & Kearney J (1999) Physical inactivity, sedentary lifestyle and obesity in the European Union. *Int J Obes Relat Metab Disord* **23**, 1192–1201.
- Matheson DM, Wang Y, Klesges LM, Beech BM, Kraemer HC & Robinson TN (2004) African-American girls' dietary intake while watching television. *Obes Res* **12**, Suppl. 32S–37S.
- Mensink GB, Loose N & Oomen CM (1997) Physical activity and its association with other lifestyle factors. *Eur J Epidemiol* **13**, 771–778.
- Mikkila V, Rasanen L, Raitakari OT, Pietinen P & Viikari J (2005) Consistent dietary patterns identified from childhood to adulthood: the cardiovascular risk in Young Finns Study. *Br J Nutr* **93**, 923–931.
- Millen BE, Quatromoni PA, Copenhafer DL, Demissie S, O'Horo CE & D'Agostino RB (2001) Validation of a dietary pattern approach for evaluating nutritional risk: the Framingham Nutrition Studies. *J Am Diet Assoc* **101**, 187–194.
- Montonen J, Knekt P, Harkanen T, Jarvinen R, Heliövaara M, Aromaa A & Reunanen A (2005) Dietary patterns and the incidence of type 2 diabetes. *Am J Epidemiol* **161**, 219–227.
- Northstone K & Emmett P (2005) Multivariate analysis of diet in children at four and seven years of age and associations with socio-demographic characteristics. *Eur J Clin Nutr* **59**, 751–760.
- Pate RR, Trost SG, Levin S & Dowda M (2000) Sports participation and health-related behaviors among US youth. *Arch Pediatr Adolesc Med* **154**, 904–911.
- Pereira MA, FitzGerald SJ, Gregg EW, Joswiak ML, Ryan WJ, Suminski RR, Utter AC & Zmuda JM (1997) A collection of physical activity questionnaires for health-related research. *Med Sci Sports Exerc* **29**, S1–S205.
- Popkin BM, Duffey K & Gordon-Larsen P (2005) Environmental influences on food choice, physical activity and energy balance. *Physiol Behav* **86**, 603–613.
- Sjolie AN & Thuen F (2002) School journeys and leisure activities in rural and urban adolescents in Norway. *Health Promot Int* **17**, 21–30.
- Van den Bulck J & Van Mierlo J (2004) Energy intake associated with television viewing in adolescents, a cross sectional study. *Appetite* **43**, 181–184.
- Weiss R, Dziura J, Burgert TS, et al. (2004) Obesity and the metabolic syndrome in children and adolescents. *N Engl J Med* **350**, 2362–2374.

VI. Discussion et perspectives

Le rôle essentiel de l'alimentation dans le maintien de l'état de santé et du bien-être des individus et des populations est maintenant reconnu [152]. La dernière décennie a été marquée par une rapide expansion du nombre de travaux scientifiques dans le domaine de la recherche en nutrition, en particulier en épidémiologie nutritionnelle. Les résultats issus de larges études de population ont permis de clarifier le rôle de l'alimentation dans la prévention et le contrôle de la morbidité et de la mortalité prématurée liées aux maladies chroniques dites "non communicables" (obésité, diabète, hypertension artérielle, maladies cardiovasculaires et certains types de cancer). Certains composants spécifiques de l'alimentation, associés à une augmentation du risque de survenue de ces maladies, ainsi que les interventions susceptibles de modifier leur impact ont aussi été identifiés.

L'alimentation, en tant que déterminant environnemental étroitement associé à la santé, est ainsi devenue un élément majeur des politiques nutritionnelles au niveau national [42] et international [103].

Jusqu'à présent, les actions d'éducation nutritionnelle reposaient essentiellement sur des messages portant sur les nutriments. Or l'étude des nutriments ne reflète qu'imparfaitement la complexité de l'alimentation et ne peut déboucher sur des recommandations faciles à comprendre par les populations et à appliquer. Dans ce contexte, la littérature scientifique documentant les relations entre l'alimentation et les maladies chroniques a récemment souligné l'intérêt de l'étude des typologies alimentaires, dont l'objet est l'évaluation de l'alimentation dans sa globalité et la définition de profils de consommation, plutôt que de l'apport d'un nutriment ou d'un aliment [53,69,101]. L'identification de typologies alimentaires permet de mieux cerner la complexité de l'alimentation en la considérant dans son ensemble et non pas comme un assemblage de nutriments et d'aliments. Cette approche n'a pas seulement un intérêt dans l'évaluation des relations entre l'alimentation et les maladies chroniques mais elle a également des implications évidentes en terme de santé publique. En effet, les similitudes des individus dans les différents groupes identifiés peuvent de toute évidence contribuer à l'élaboration de programmes d'éducation adaptés aux populations à risque.

La mise en place de stratégies de prévention nutritionnelle passe également par une meilleure connaissance des différents facteurs qui déterminent les comportements alimentaires des individus. Les difficultés à appréhender l'alimentation ne se limitent pas à ses aspects biochimiques mais au fait qu'elle s'intègre dans un réseau de pratiques complexes, faisant intervenir de nombreux déterminants. Les déterminants essentiels des choix alimentaires, parmi lesquels les facteurs géographiques et le statut socioéconomique, ont fait l'objet d'études répétées dans différentes populations. Pourtant, la contribution relative de ces déterminants dans la variabilité des comportements alimentaires n'a jusqu'à présent que peu été évaluée.

Dans ce travail, nous nous sommes attachés à mieux comprendre comment les facteurs géographiques et le statut socioéconomique étaient associés aux typologies alimentaires identifiées dans différentes populations, en France et en Europe. Nous nous sommes plus particulièrement intéressés à l'influence relative de ces déterminants sur l'évolution des comportements alimentaires au cours des années 1990. Nous avons également considéré des typologies comportementales, regroupant des profils particuliers d'alimentation et d'activité physique.

Les données exploitées ont été recueillies dans de larges études de population, ce qui, malgré les limites inhérentes aux études épidémiologiques, donne du poids à nos observations.

Cette synthèse permet de discuter les principaux résultats issus de ce travail à la lueur de ceux de la littérature, et d'en dégager l'intérêt en terme de recherche épidémiologique et de santé publique.

1. Principaux résultats

La connaissance sociologique et épidémiologique des comportements alimentaires dans la population française s'est récemment accrue, grâce à différentes études, parmi lesquelles on peut citer, sans prétendre à l'exhaustivité, l'enquête ASPCC [118], l'enquête INCA, réalisée par l'Afssa [146], l'enquête Budget des familles de l'INSEE [59], l'enquête E3N, branche française de la vaste étude européenne EPIC (European Prospective Investigation on Cancer) [19], la cohorte SUVIMAX de l'Istna [46], l'étude Fleurbaix-Laventie [80], les Baromètres Santé Nutrition 1996 et 2002 [11,36]. Les résultats de ces études fournissent des renseignements précieux permettant de mieux cerner les habitudes alimentaires des Français et d'adapter les recommandations de santé publique aux besoins des populations. Cependant, seules les enquêtes du Baromètre Santé Nutrition, répétées à six ans d'intervalle selon la même méthodologie, fournissent des indications sur l'évolution des comportements alimentaires durant la dernière décennie.

Les données des deux enquêtes transversales MONICA, réalisées à dix ans d'intervalle, nous ont permis d'examiner l'évolution des choix alimentaires, en relation avec leurs principaux déterminants, au sein d'échantillons représentatifs de la population adulte de trois régions françaises, et ainsi de compléter nos connaissances dans ce domaine.

Nous avons, dans un premier temps, étudié l'évolution des choix alimentaires de la population adulte du Bas-Rhin, en examinant plus en détail l'influence du niveau d'éducation, choisi comme indicateur du statut socioéconomique [109]. Nous avons montré que l'évolution des habitudes alimentaires de cette population d'hommes et de femmes d'âge moyen est marquée par une amélioration significative de l'équilibre lipidique de l'alimentation, reflété par le rapport P/S (acides gras polyinsaturés / acides gras saturés) et les apports en cholestérol, indépendamment du niveau d'éducation : nous n'avons pas observé de relation significative entre le niveau d'éducation et les modifications globalement favorables des apports en graisses. Nos résultats confirment qu'en revanche, le niveau d'éducation est fortement lié à la consommation de légumes et de fruits, dont le niveau est faible dans le Bas-Rhin et reste stable entre les deux enquêtes.

Ces données observées à l'échelle d'un seul département démontrent une tendance favorable qui ne semble pas être expliquée uniquement par le niveau socioéconomique.

Dans un deuxième temps, **nous avons voulu voir si l'influence géographique traditionnellement observée en France et en Europe restait un élément déterminant des choix alimentaires, et dans quelle mesure celle-ci était modulée par le statut socioéconomique.** Pour cela, nous avons étudié les relations entre les facteurs géographiques, les indicateurs socioéconomiques, et les typologies alimentaires identifiées au sein de la population des trois centres français MONICA [110].

Comme attendu, nous avons mis en évidence de larges variations régionales et socioéconomiques des comportements alimentaires dans cette population d'hommes âgés de 45 à 64 ans. Nous avons surtout démontré l'existence d'interactions significatives entre la région et les indicateurs du statut socioéconomique. Ainsi, les influences régionales traditionnelles sont modulées par les déterminants socioéconomiques, l'évolution récente étant marquée par une atténuation des disparités régionales et le renforcement de l'influence des facteurs socioéconomiques.

Les résultats de l'étude multicentrique européenne HALE nous ont permis de prolonger les observations précédentes, en confirmant la persistance de disparités géographiques à l'échelle européenne. Un gradient nord-sud a été établi, opposant une alimentation riche en sucres et en graisses privilégiée dans le nord de l'Europe à une alimentation riche en fruits et en poissons favorisée dans le sud de l'Europe. Les données longitudinales de l'étude HALE nous ont surtout permis d'étudier de façon prospective la relation de ces typologies alimentaires avec la mortalité dans une population de sujets âgés de 70 à 90 ans. Nous avons montré que la typologie prudente, caractérisant une alimentation riche en fruits et en poissons et pauvre en graisses/huiles et en sucres/confiseries, est associée à une réduction significative de la mortalité globale chez les hommes.

Enfin, **nous avons considéré les profils alimentaires sous l'angle de "profils de santé", associant des comportements particuliers d'alimentation et d'activité physique** dans une population de Collégiens scolarisés en classe de 6^e dans le Bas-Rhin

[111]. Nous avons mis en évidence des interrelations entre ces comportements, qui se caractérisent par un regroupement de comportements plutôt favorables d'une part, et plutôt défavorables d'autre part, chez les mêmes individus. Nos résultats ont permis de mettre en exergue le rôle déterminant des facteurs sociodémographiques des parents sur les habitudes d'alimentation et d'activité physique de ces jeunes adolescents.

2. Typologies alimentaires : une approche globale de l'alimentation

Les nombreux travaux récemment consacrés à l'étude des typologies alimentaires ont fait ressortir la notion de profils d'alimentation "saine", opposés à des profils "à risque". Ce type d'approche a permis de confirmer l'intérêt des alimentations dites prudentes, caractérisées par une consommation élevée de fruits, de légumes, de poissons, de volailles et de céréales complètes et le caractère délétère d'une alimentation dite occidentale, définie par une consommation élevée de viandes, de produits laitiers riches en graisses, de céréales raffinées, de sucreries et confiseries.

De façon similaire, **nous avons clairement établi l'existence de profils de consommation désignant d'une part une alimentation bénéfique pour la santé et d'autre part une alimentation "à risque"**, et ce quelle que soit la population étudiée : une population de jeunes adolescents d'environ 12 ans, une population d'adultes d'âge moyen (45-64 ans) et une population de sujets âgés de plus de 70 ans.

Chez les jeunes adolescents du Bas-Rhin, les résultats permettent d'opposer une typologie caractérisée par une consommation élevée de fruits/légumes/crudités à une typologie définie par le grignotage et la consommation élevée de boissons sucrées, et de frites/chips. Ces données corroborent les résultats des quelques études précédemment consacrées aux typologies alimentaires de l'enfant et de l'adolescent. Les différentes typologies identifiées dans ces populations sont souvent proches de celles décrites dans les populations d'adultes : elles distinguent en particulier une alimentation riche en fruits et en légumes (qui s'observe d'après certaines études dès l'âge de 2 ans) et une alimentation labellisée sous les termes de "snack pattern" ou "junk pattern", caractérisée par une forte consommation d'aliments riches en sucres et en graisses (sous forme de boissons sucrées, sucreries et confiseries, de chips et autres biscuits salés...) [6,95,102].

L'exploitation des données de l'étude MONICA nous a permis d'identifier deux types de profils alimentaires, dont les caractéristiques rejoignent celles des typologies d'alimentation prudente et occidentale exposées dans la littérature, notamment dans les travaux issus de la Health Professionals' Follow-up Study [51] et de la Nurses' Health Study [28]. Dans notre population française, l'alimentation qualifiée de prudente reflète une alimentation riche en fruits et légumes, huiles d'olives et poissons, et pauvre en alcool, viandes grasses et pommes de terre, alors que l'alimentation occidentale est caractérisée par des apports élevés de sucres et confiseries, de céréales, de beurre, de graisses ajoutées, d'œufs, de pommes de terre et de fromages. La base de données du Baromètre santé nutrition 2002 [36] permet un point de comparaison intéressant avec les données des enquêtes MONICA. Bien que les variables alimentaires introduites dans les analyses statistiques ne soient pas les mêmes, certaines tendances se retrouvent. La typologie du Baromètre santé nutrition propose un découpage de la population en sept groupes : les "hédonistes", les "utilitaires", les "appliqués", les "pratiques", les "traditionnels", les "avertis" et les "petits consommateurs". Les "avertis" du Baromètre santé nutrition peuvent s'apparenter aux sujets de l'enquête MONICA privilégiant l'alimentation prudente : ils ont une alimentation basée sur les fruits, les légumes et les poissons et consomment peu d'alcool. Il est plus difficile d'établir des comparaisons avec l'alimentation occidentale décrite dans MONICA, car la plupart des variables permettant de définir cette typologie (sucres, confiseries, beurre, graisses ajoutées, œufs) n'a pas été utilisée dans le Baromètre santé nutrition. Il existe cependant des similitudes avec les "hédonistes" et les "traditionnels" du Baromètre santé nutrition, qui favorisent la consommation de pommes de terre, de pain, de charcuterie et de viandes. Nous avons également mis en évidence, dans l'étude HALE, des pratiques alimentaires contrastées, et ce malgré un manque de puissance certain lié à la composition initiale des classes alimentaires (regroupement des légumes avec les pâtes et pommes de terre, du beurre et des huiles végétales, des fruits avec les jus de fruits...). La première typologie identifiée s'apparente à une alimentation prudente, riche en fruits et en poissons et pauvre en graisses/huiles et en sucres/confiseries ; elle est associée à une réduction significative de la mortalité globale chez les hommes. La seconde décrit une alimentation riche en légumes/pommes de terre et produits laitiers et pauvre en céréales/pain et boissons alcoolisées. Ces résultats viennent à l'appui de différents

travaux déjà réalisés dans des cohortes de sujets âgés, qui ont démontré le bénéfice des typologies d'alimentation saine, souvent exprimées sous forme de clusters [55,43,21], ou de scores méditerranéens [137,104,84,76,140], sur la longévité de ces populations. A titre d'exemple, un score méditerranéen modifié allant de 0 (adhésion minimale) à 9 (adhésion maximale) a été utilisé dans la cohorte européenne EPIC-Elderly pour examiner les relations entre les typologies alimentaires et la mortalité dans une population de près de 75000 hommes et femmes âgés de plus de 60 ans : une augmentation du score par paliers de deux unités est associée à une réduction statistiquement significative de la mortalité de 8 % [3 % à 12 %] [140].

La confrontation des résultats de l'étude des Collégiens du Bas-Rhin et des études MONICA et HALE démontre l'existence d'un continuum dans les choix alimentaires, révélé par des typologies opposées en terme de qualité de l'alimentation, qui s'observent dès l'enfance, puis dans les populations d'adultes.

3. Facteurs géographiques et statut socioéconomique : deux déterminants interdépendants des choix alimentaires

Nos résultats confirment l'influence des facteurs géographiques et socioéconomiques sur les choix alimentaires.

Nous avons montré la persistance, à la fin des années 1990, d'un gradient nord-sud de qualité de l'alimentation, à l'échelle de la France et de l'Europe. Dans la population MONICA, la typologie alimentaire prudente reste privilégiée dans le sud-ouest, alors que la typologie occidentale est plutôt favorisée par les habitants du nord de la France. De même dans la population HALE, l'alimentation saine, riche en fruits et en poissons est surtout le fait des populations du sud de l'Europe (Espagne, Italie, Portugal, sud de la France), tandis que l'alimentation dominée par les apports de graisses et de sucres caractérise les choix alimentaires des populations du nord de l'Europe.

Nous affirmons par ailleurs l'existence d'un gradient socioéconomique des comportements alimentaires, formellement établi dans l'étude MONICA. Dans cette population d'hommes d'âge moyen, les individus de niveau socioéconomique élevé se distinguent de ceux appartenant aux classes moins favorisées par le choix préférentiel

d'une alimentation saine, définie notamment par la consommation de fruits, de légumes et de poissons. Dans l'étude restreinte à la population MONICA du Bas-Rhin, le niveau d'étude n'apparaît pas comme un déterminant significatif de l'évolution globale des choix alimentaires, mais il influence fortement la consommation de fruits et de légumes. Ces résultats viennent à l'appui des travaux ayant exploré les relations entre les typologies alimentaires et certains facteurs sociodémographiques, en particulier le niveau d'éducation ou de revenus : l'influence du statut socioéconomique se traduit surtout par une association positive entre les niveaux d'éducation ou de revenus les plus élevés et les typologies bénéfiques pour la santé [60,141].

Les données de l'étude HALE ne nous ont pas permis d'établir de relations entre les typologies alimentaires identifiées et le niveau d'éducation, pourtant documentées dans d'autres populations âgées, en France [83] et en Europe [9]. D'importantes disparités dans les niveaux d'éducation des différents échantillons de population de l'étude HALE expliquent probablement nos difficultés à obtenir des résultats plus probants.

En revanche, les résultats de l'étude menée chez les collégiens du Bas-Rhin indiquent que les facteurs socioéconomiques sont également associés aux profils d'alimentation identifiés chez ces adolescents. Un niveau socioéconomique bas est notamment associé au profil regroupant le grignotage, la consommation de boissons sucrées, la consommation d'aliments frits, conjointement à un niveau d'activités sédentaires élevé. Dans les études épidémiologiques, les indicateurs du niveau socioéconomique les plus communément utilisés sont le niveau d'éducation, le niveau de revenu et la catégorie professionnelle [151,70,119]. Le niveau d'éducation est habituellement considéré comme le meilleur indicateur du niveau socioéconomique [119]. Il reflète correctement le pouvoir d'achat des individus, élément déterminant des choix alimentaires, mais il exprime peut-être aussi leur capacité à obtenir ou à comprendre les informations liées à la santé en général et les messages nutritionnels en particulier [60].

L'un des éléments clés de notre travail est la mise en évidence d'une interrelation entre les facteurs géographiques et socioéconomiques intervenant dans les choix alimentaires. A partir des données MONICA, nous avons d'abord montré l'existence d'interactions significatives entre le déterminant géographique, représenté par la région, et les déterminants socioéconomiques, définis par les niveaux d'éducation et

d'imposition. Nous avons ensuite examiné l'influence relative du facteur géographique et du statut socioéconomique sur l'évolution des typologies alimentaires.

Nos résultats soulignent que **les comportements alimentaires paraissent de plus en plus marqués, au cours du temps, par l'influence des déterminants socioéconomiques.** Les sujets de niveau socioéconomique élevé délaissent progressivement l'alimentation de leur région pour faire le choix d'une alimentation saine, commune à leur statut social. En revanche, les sujets appartenant aux classes sociales plus modestes restent fidèles à l'alimentation traditionnelle de leur région. Ainsi se trouve vérifiée dans cette population française la théorie sociale de l'"hypothèse moderne" et de l'"hypothèse santé", mise en avant dans les travaux de Roos et al [119]. Dans la population MONICA, il semble en effet que les individus de niveau social élevé soient les premiers à adopter de nouvelles habitudes alimentaires, en privilégiant, d'une part les aliments dont le niveau de consommation augmente ("hypothèse moderne") et d'autre part ceux qui sont reconnus bénéfiques pour la santé ("hypothèse santé"). Ceci explique l'amélioration nette des choix alimentaires des individus de niveau social élevé dans le nord et surtout dans le nord-est, mais aussi la tendance préoccupante à la consommation de produits riches en sucres par les individus de cette même classe sociale dans le sud-ouest.

Nos résultats confirment par ailleurs **une atténuation des disparités régionales,** favorisée par des évolutions différentes des comportements alimentaires dans les trois régions considérées : en résumé, à dix ans d'intervalle, les habitudes alimentaires se sont sensiblement améliorées dans le nord-est, plutôt détériorées dans le sud-ouest et restent stables dans le nord de la France. Il est remarquable de noter que cette évolution est superposable à celle de l'incidence des événements coronariens dans la population MONICA-France, dont la diminution est nette à Strasbourg (- 3,9 % \pm 0,8), alors qu'elle apparaît plus modeste à Toulouse (- 2,1 % \pm 0,8) et à Lille (- 1,1 % \pm 0,9) [142,7]. La relation de cause à effet entre les modifications des choix alimentaires et les variations de l'incidence des accidents coronariens reste cependant à démontrer. Il est certain que les différences globales du niveau socioéconomique des trois départements considérés, conditionnant les comportements alimentaires mais également la prise en charge des facteurs de risque cardiovasculaire traditionnels et l'accès aux soins représentent un facteur explicatif important.

4. Typologies alimentaires, en relation avec d'autres comportements de santé

L'étude menée auprès des Collégiens scolarisés en classe de 6^e dans le Bas-Rhin nous a permis d'étudier les typologies alimentaires sous l'angle de "profils de santé", associant des comportements particuliers d'alimentation et d'activité physique. **Nous avons confirmé la coexistence, chez les mêmes individus, de caractéristiques particulières d'alimentation et d'activité physique, définissant ainsi des typologies comportementales.** Deux typologies comportementales ont été identifiées dans cette population de jeunes adolescents, caractérisées par le regroupement de comportements "de santé" (consommation élevée de fruits et de légumes, pratique d'une activité physique régulière) d'une part et de comportements "à risque" (consommation élevée de boissons sucrées, de frites et de chips, niveau de télévision élevé) d'autre part. Ce travail est le premier à avoir considéré de façon simultanée des profils d'alimentation et d'activité physique chez l'adolescent.

Une association des typologies alimentaires avec d'autres variables comportementales a également été mise en évidence dans la population MONICA : la typologie prudente est positivement associée à la pratique d'une activité physique, alors qu'une association négative est observée avec un tabagisme actif. Ces résultats s'ajoutent aux données de la littérature qui ont montré que les typologies "alimentation santé" sont habituellement retrouvées dans les populations de non-fumeurs [54,27,96,116] et chez ceux ayant une activité physique régulière [128,125,27].

L'étude des typologies comportementales fait actuellement l'objet d'un intérêt accru. Certains travaux récents ont démontré le bénéfice des comportements dits "de santé", en terme de morbidité [112,133,52] et de mortalité. Dans l'étude de Knoops et al [76] (Annexe), utilisant les données de l'étude HALE, une alimentation méditerranéenne (définie par un score de qualité), une consommation modérée d'alcool, l'absence de tabagisme et la pratique d'une activité physique (estimée à partir du questionnaire de Voorrips ou Morris) sont significativement associées à une réduction de la mortalité globale et spécifique. La combinaison de ces quatre facteurs protecteurs s'avère particulièrement bénéfique, puisqu'elle s'associe à une diminution de la mortalité globale de 35 % [28 % – 44 %]. L'application de ces résultats à une population plus jeune aurait probablement montré des bénéfices encore plus importants [117].

5. Perspectives

Dans ce travail, nous avons examiné la contribution relative des facteurs géographiques et socioéconomiques dans la variabilité des comportements alimentaires et leur évolution au cours de la dernière décennie. Nous avons par ailleurs montré l'existence d'une interdépendance entre l'alimentation et l'activité physique, définissant de véritables profils comportementaux.

L'ensemble de ces résultats conforte l'idée que notre mode de vie est la conséquence non seulement de nos choix personnels, mais aussi de notre héritage culturel et ethnique, de notre situation socioéconomique, et plus globalement de l'environnement dans lequel nous vivons. De nombreux facteurs d'environnement qui incluent, entre autres, la disponibilité alimentaire, l'accessibilité aux installations sportives et de loisirs, mais également les efforts des pouvoirs publics ou des industriels à promouvoir tel ou tel mode de vie, orientent nos choix. Ceci est en accord avec le modèle de la "niche écologique" de la santé. Ce modèle indique que les facteurs qui conditionnent les comportements de santé (et de façon plus large l'état de santé de l'individu) ne peuvent pas être considérés de façon isolée. Les interactions des caractéristiques individuelles et biologiques avec le milieu familial, l'environnement scolaire et professionnel, le lieu de vie et plus largement l'environnement physique et la société doivent être prises en compte. C'est l'ensemble de ces facteurs, la "niche écologique" de l'individu, qui, en plaçant ce dernier dans un contexte plus ou moins favorable, va favoriser le développement d'une pathologie chronique, métabolique ou cardiovasculaire. L'un des défis actuels de l'épidémiologie nutritionnelle est de mieux comprendre comment ces différents facteurs, qui sous-tendent nos comportements de santé en général et nos comportements alimentaires en particulier, interagissent "dans la vraie vie" pour favoriser le développement des maladies chroniques.

C'est en tenant compte de ces différentes considérations que l'étude **MONA LISA** (**MON**itoring **N**ational du **r**isque Artériel) a été élaborée en 2005. Cette enquête épidémiologique transversale, multicentrique, porte sur un échantillon aléatoire représentatif de la population d'hommes et de femmes de 35 à 64 ans de la communauté urbaine de Lille et des départements du Bas-Rhin et de la Haute-Garonne. Elle fait suite logiquement aux deux enquêtes similaires menées dans le cadre du projet MONICA.

Les données recueillies lors de l'étude MONA LISA et de son volet nutritionnel MONA LISA NUT permettront d'analyser les relations entre les habitudes alimentaires et les facteurs de risque cardiovasculaire dans trois régions françaises à risque cardiovasculaire contrasté sur une période de 20 ans (1985-2005) et de corréler l'évolution des typologies alimentaires aux variations des taux d'incidence des cardiopathies ischémiques sur les mêmes aires géographiques.

Les résultats de MONA LISA nous permettront de vérifier si les tendances observées entre 1985-89 et 1995-97 se vérifient au cours des dix années suivantes, et notamment si l'ascendance du statut socioéconomique sur les facteurs géographiques dans les choix alimentaires se confirme. Forts de nos résultats, nous tenterons de mieux comprendre les facteurs individuels et environnementaux qui sous-tendent les choix alimentaires. Le recueil de nombreuses données individuelles ayant trait à l'alimentation et à l'activité physique et la participation de chercheurs en sciences humaines permettront de préciser les relations des différents profils comportementaux identifiés avec certains déterminants sociologiques mais également psychologiques, avec un intérêt particulier pour l'impact de l'information nutritionnelle et de l'attitude des sujets vis-à-vis des risques de santé sur leurs choix alimentaires. Grâce à une approche reposant sur le géocodage des données, nous nous intéresserons également aux aspects structurels et spatiaux de l'environnement, correspondant aux infrastructures (habitat, équipement, transport, distribution...) et aux caractéristiques du milieu naturel, qui déterminent entre autres l'accessibilité et la disponibilité des produits (alimentaires) ou des équipements (récréatifs ou sportifs). Des données récentes suggèrent en effet que la prise en compte du contexte environnemental est indispensable à une meilleure compréhension de la variabilité des comportements d'alimentation et d'activité physique [32,64].

L'ensemble de ces données devrait apporter des éléments essentiels pour l'élaboration des politiques de prévention au sein de la population française.

6. Conclusion

Notre travail confirme l'intérêt, dans une perspective de prévention de santé, de considérer l'alimentation dans sa globalité et de mieux appréhender la complexité des comportements alimentaires, en identifiant des typologies alimentaires. La mise en évidence d'une forte intrication entre les comportements d'alimentation et d'activité physique nous a permis, au-delà des typologies alimentaires, de définir de véritables profils comportementaux. L'importance des facteurs géographiques et du statut socioéconomique dans les choix alimentaires et leur évolution est confirmée et nous avons pu établir l'existence d'interrelations entre ces déterminants. Ces résultats fournissent des éléments d'orientation complémentaires dans le domaine de l'éducation à la santé.

Il convient à présent d'élargir notre champ de connaissances, en étendant nos recherches aux déterminants individuels, cognitifs et psychologiques, et aux déterminants environnementaux des comportements de santé, et en essayant de mieux comprendre la façon dont ces déterminants interagissent. Nous pourrions ainsi déterminer si ces caractéristiques individuelles et environnementales peuvent constituer de nouveaux leviers d'action publique pour modifier les comportements alimentaires, en favorisant notamment la consommation d'aliments reconnus bénéfiques pour la santé, et pour augmenter le niveau d'activité physique des populations.

VII.

Résumé

L'alimentation, déterminant essentiel de la santé des individus et des populations, est aujourd'hui considérée comme un sujet de réflexion et d'intervention prioritaire pour les pouvoirs publics. Le développement d'actions d'information et d'éducation nutritionnelles, devenues d'une utilité indiscutable en regard de la prévalence des pathologies chroniques liées à l'alimentation, nécessite une connaissance approfondie des habitudes alimentaires mais aussi de leurs déterminants dans les populations concernées. Or les facteurs influençant la consommation alimentaire sont nombreux : facteurs économiques, sociologiques, psychologiques, culturels... et l'évolution des choix alimentaires s'est accélérée durant les vingt dernières années, ce qui souligne l'importance de mieux cerner l'influence de ces différents déterminants sur les conduites alimentaires.

Le rôle des nutriments ou des aliments dans le développement des maladies chroniques a fait l'objet de nombreux travaux en épidémiologie de la nutrition. Cependant, du fait des nombreuses interrelations et interactions entre les différents composants de l'alimentation, il est souvent difficile en pratique d'isoler les effets spécifiques des nutriments ou des aliments sur la santé. Dans ce contexte, certains travaux récents ont souligné l'intérêt de considérer l'alimentation dans son ensemble et d'identifier des typologies (ou patterns) alimentaires. Les avantages d'une telle approche ne se limitent pas à l'étude des relations entre alimentation et santé mais ont des implications en terme de santé publique. En effet, les similitudes des individus dans les différents groupes identifiés peuvent de toute évidence contribuer à l'élaboration de programmes de prévention mieux ciblés.

Dans ce travail de recherche, nous avons identifié des typologies alimentaires au sein de différentes populations. Nous nous sommes plus particulièrement intéressés aux déterminants géographiques et socioéconomiques associés à ces typologies et avons étudié l'évolution au cours du temps de ces différents profils de consommations alimentaires, en relation avec leurs principaux déterminants.

Objectifs

A partir des données du Projet **MONICA** (Multinational **M**onitoring of Trends and Determinants in **C**ardiovascular Disease), nous avons identifié des profils de consommation en terme de grandes classes alimentaires et de typologies dans une population d'hommes et de femmes d'âge moyen vivant dans trois régions françaises. Nous avons décrit les déterminants géographiques et socioéconomiques associés à ces comportements alimentaires, et étudié l'évolution des choix alimentaires dans le temps, en tenant compte des facteurs géographiques et socioéconomiques.

Les données de l'étude longitudinale **HALE** (**H**ealthy **A**geing: a **L**ongitudinal study in **E**urope) nous ont permis de préciser les relations entre les typologies alimentaires et différents indicateurs géographiques et socioéconomiques, et d'étudier de façon prospective la relation de ces typologies alimentaires avec la mortalité dans une population européenne de sujets âgés de 70 à 90 ans.

Dans l'étude menée dans une population de **Collégiens scolarisés en classe de 6^e dans le Bas-Rhin** (étude transversale préalable à l'étude d'intervention **ICAPS** : Intervention Centrée sur l'Activité Physique et la Sédentarité des adolescents), nous avons étendu la notion de typologies à d'autres comportements susceptibles d'interagir avec l'alimentation, et avons étudié les interrelations existant entre certaines habitudes alimentaires et d'activité physique, ainsi que des facteurs sociodémographiques.

Méthodologie

L'essentiel de ce travail repose sur les données des deux enquêtes MONICA réalisées en France en 1985-89 et en 1995-97 sur des échantillons indépendants représentatifs de la population adulte des centres de Strasbourg (aire géographique du Bas-Rhin), de Toulouse (aire géographique de la Haute-Garonne) et de Lille (aire géographique de la Communauté Urbaine de Lille). Le projet international MONICA, mis en place dans 21 pays sous l'égide de l'OMS, a permis de recueillir, selon un protocole standardisé, de nombreuses données portant sur un ensemble de caractéristiques socioéconomiques, cliniques et biologiques de la population adulte âgée de 25 à 64 ans. En France, des

études nutritionnelles approfondies ont été réalisées, au décours de chaque enquête de population, dans un sous-échantillon d'environ 1000 sujets âgés de 45 à 64 ans. Elles ont consisté en un enregistrement de la consommation alimentaire selon la méthode du carnet alimentaire des 3 jours, complété dans le département du Bas-Rhin, par un questionnaire de fréquence alimentaire. Ces enquêtes fournissent une occasion unique d'étudier dans la population française les déterminants des comportements alimentaires ainsi que leur évolution sur un intervalle de 10 ans.

L'étude **HALE** combine les données existantes de deux études longitudinales multicentriques : **SENECA** (Survey in Europe on Nutrition and the Elderly: a Concerted Action), et **FINE** (Finland, Italy, Netherlands Elderly). Elle concerne une population de 3805 hommes et femmes âgés de 70 à 90 ans, vivant dans 11 pays européens. Dans les deux études SENECA et FINE, le recueil des données alimentaires était basé sur la méthode de l'histoire alimentaire.

L'enquête transversale menée en 2001 chez des Collégiens du Bas-Rhin, porte sur un échantillon de plus de 4000 adolescents âgés en moyenne de 12 ans, obtenu par tirage au sort d'un tiers des classes de 6^e dans chacun des 88 collèges du département. L'objectif principal de cette étude était d'évaluer l'activité physique des adolescents. Cependant, afin de pouvoir tenir compte des facteurs alimentaires dans les analyses, des questions relatives à certaines habitudes de consommation alimentaire (catégories d'aliments consommées la veille de l'administration du questionnaire, fréquence des repas pris en fast-food, type de boisson la plus consommée...) ont été ajoutées en complément du questionnaire d'activité physique.

Ces données ont été analysées à l'aide des différentes techniques statistiques habituellement utilisées dans l'identification des typologies alimentaires : analyse factorielle, régression sur matrice de rang réduit dérivée de l'analyse en composante principale, analyse des correspondances multiples.

Résultats

Dans la première partie de ce travail, nous avons comparé les apports alimentaires de la population MONICA du Bas-Rhin à dix ans d'intervalle, en portant une attention particulière aux apports en graisses. L'influence du niveau d'éducation a été prise en compte dans l'étude de l'évolution des choix alimentaires. Nous avons mis en évidence une amélioration significative de l'équilibre lipidique de l'alimentation, essentiellement marquée par une augmentation du rapport acides gras polyinsaturés / acides gras saturés (rapport P/S), indépendamment du niveau d'éducation. Cette évolution qualitative des apports en graisses est associée à des modifications globalement favorables des choix alimentaires, avec une diminution de la consommation d'aliments riches en graisses saturées (viandes rouges, charcuterie, beurre, lait entier, fromages) et une augmentation de la consommation de volailles, poissons et produits laitiers allégés. La consommation de fruits et de légumes, par ailleurs fortement influencée par le niveau d'éducation, reste relativement stable entre les deux enquêtes.

Nous avons ensuite étendu nos recherches à l'ensemble de la population MONICA, en évaluant la consommation alimentaire des sujets masculins des trois centres, situés dans trois régions françaises caractérisées par des habitudes alimentaires traditionnellement différentes. Une analyse factorielle nous a permis d'identifier des typologies alimentaires que nous avons secondairement mises en relation, par des analyses de variance, avec des indicateurs géographiques, socioéconomiques, et comportementaux.

A partir des données de la deuxième enquête MONICA (1995/97), nous avons décrit deux typologies alimentaires, proches de celles déjà exposées dans la littérature : la première, dénommée "alimentation occidentale" est caractérisée par des apports élevés de sucres et confiseries, de céréales, de beurre, de graisses ajoutées, d'œufs, de pommes de terre et de fromages, alors que la deuxième, dite "alimentation prudente" décrit une alimentation riche en fruits et légumes, huile d'olives et poissons, et pauvre en alcool, viandes grasses et pommes de terre. Nous avons dégagé des associations fortes entre la typologie prudente et les déterminants géographiques, socioéconomiques et comportementaux : cette typologie reflétant une alimentation saine est privilégiée par les hommes habitant le Sud-Ouest, ayant un niveau d'éducation ou d'imposition élevé, pratiquant une activité physique de loisirs régulière, alors qu'une association négative

est observée avec un tabagisme actif. Nous avons surtout démontré l'existence d'interactions significatives entre le déterminant géographique, représenté par la région, et les déterminants socioéconomiques, définis par les niveaux d'éducation et d'imposition. Nos résultats soulignent l'influence prépondérante du statut social dans les choix alimentaires des sujets de niveau socioéconomique élevé, alors que les sujets appartenant aux classes sociales plus défavorisées semblent privilégier l'alimentation traditionnelle de leur région d'origine.

Nous avons prolongé notre réflexion en examinant l'évolution des relations entre les choix alimentaires et leurs déterminants géographiques et socioéconomiques entre les deux enquêtes (1985-89 et 1995-97). Cette évolution est marquée par une atténuation des disparités régionales, favorisée par des évolutions différentes dans les trois centres : une amélioration des habitudes alimentaires est notée dans le Bas-Rhin, alors que l'évolution apparaît moins favorable en Haute-Garonne, où l'alimentation traditionnellement méditerranéenne reste privilégiée mais s'associe, au cours du temps, à une plus forte consommation de produits riches en beurre et en sucres. Il n'y a pas de modifications notables des profils alimentaires de la population lilloise. Dans les trois régions, la tendance évolutive associée au niveau socioéconomique indique des modifications plus nettes chez les sujets d'un niveau social élevé : ceux-ci semblent progressivement délaisser l'alimentation traditionnelle de leur région pour adopter des habitudes alimentaires communes à leur statut social. Ces sujets se distinguent essentiellement de ceux des autres classes socioéconomiques par le choix préférentiel d'aliments réputés bénéfiques pour la santé (fruits et légumes, poissons, produits laitiers allégés).

Pour exploiter les données de l'étude longitudinale HALE, nous avons utilisé un modèle statistique récemment introduit en épidémiologie de la nutrition : la régression sur matrice de rang réduit, dérivée de l'analyse en composante principale. Deux principales typologies alimentaires ont été identifiées dans cette population de sujets âgés. La première typologie, caractérisant une alimentation riche en fruits et en poissons et pauvre en graisses/huiles et en sucres/confiseries, est associée à une réduction de la mortalité chez les hommes. Nous n'avons pas retrouvé de relation significative entre la seconde typologie, décrivant une alimentation riche en légumes/pommes de terre et produits laitiers et pauvre en céréales/pain et boissons alcoolisées, et la mortalité. Un

gradient géographique nord-sud a été établi pour ce qui concerne la première typologie, logiquement privilégiée par les habitants du sud de l'Europe.

Les résultats de l'étude réalisée chez les Collégiens du Bas-Rhin nous ont permis de démontrer l'existence d'interrelations entre l'activité physique et l'alimentation. Par le biais d'une analyse des correspondances multiples, nous avons pu identifier deux profils d'activité physique et d'alimentation, caractérisés par le regroupement de comportements à connotation positive (pratique d'une activité physique régulière, consommation élevée de fruits et de légumes) d'une part et de comportements à connotation négative (consommation élevée de boissons sucrées, de frites et de chips, niveau de télévision élevé) d'autre part. Une association positive entre les comportements à connotation négative et un bas niveau socioéconomique a été établie.

Conclusion

La prévention des maladies chroniques liées à la nutrition constitue actuellement un enjeu majeur de santé publique, comme en témoigne la mise en place récente d'une "Politique Nutritionnelle de Santé Publique" en France. Dans ce contexte, il apparaît particulièrement important de pouvoir définir des typologies alimentaires, de préciser leur relation avec certains déterminants et d'évaluer leur évolution dans le temps. Ces différents éléments ont fait l'objet de notre travail de recherche, dont l'originalité est d'avoir combiné différentes approches de l'étude de la variabilité des comportements alimentaires en prenant en compte simultanément les indicateurs géographiques et socioéconomiques.

Nous avons ainsi pu déterminer des "comportements de santé" opposés à des "comportements à risque", permettant de cibler des groupes susceptibles de bénéficier d'un soutien et d'une attention particulière dans les programmes de prévention nutritionnelle. Les résultats concernant l'existence d'interdépendances entre les déterminants géographiques et socioéconomiques et les données évolutives, marquées par l'atténuation de l'influence des facteurs géographiques et le renforcement de l'influence des déterminants socioéconomiques sur les choix alimentaires, fournissent

des informations complémentaires susceptibles d'orienter les recommandations de santé.

Mediterranean diet, lifestyle factors, and 10-year mortality in elderly European men and women: the HALE project.

KNOOPS KT, DE GROOT LC, KROMHOUT D, PERRIN AE, MOREIRAS-VARELA O, MENOTTI A, VAN STAVEREN WA.

JAMA 2004;292:1433-9.

Mediterranean Diet, Lifestyle Factors, and 10-Year Mortality in Elderly European Men and Women: The HALE Project

Kim T. B. Knoop; Lisette C. P. G. M. de Groot; Daan Kromhout; Anne-Elisabeth Perrin; Olga Moreiras-Varela; Alessandro Menotti; Wija A. van Staveren

JAMA, September 22/29, 2004, Vol. 292, Pages 1433 – 1439

Pages 144-150 :

La publication présentée ici dans la thèse est soumise à des droits détenus par un éditeur commercial.

Pour les utilisateurs ULP, il est possible de consulter cette publication sur le site de l'éditeur :

<http://jama.ama-assn.org/cgi/content/full/292/12/1433?>

La version imprimée de cette thèse peut être consultée à la bibliothèque ou dans un autre établissement via une demande de prêt entre bibliothèques (PEB) auprès de nos services :

<http://www-sicd.u-strasbg.fr/services/peb/>

IX.

Bibliographie

1. Alberti-Fidanza A, Fidanza F. Mediterranean Adequacy Index of Italian diets. *Public Health Nutr* 2004;7:937-41.
2. The Alpha-Tocopherol, Beta Carotene Cancer Prevention Study Group. The effect of vitamin E and beta carotene on the incidence of lung cancer and other cancers in male smokers. *N Engl J Med* 1994;330:1029-35.
3. Appel LJ, Moore TJ, Obarzanek E, Vollmer WM, Svetkey LP, Sacks FM, Bray GA, Vogt TM, Cutler JA, Windhauser MM, Lin PH, Karanja N. A clinical trial of the effects of dietary patterns on blood pressure. DASH Collaborative Research Group. *N Engl J Med* 1997;336:1117-24.
4. Appel LJ, Miller ER 3rd, Jee SH, Stolzenberg-Solomon R, Lin PH, Erlinger T, Nadeau MR, Selhub J. Effect of dietary patterns on serum homocysteine: results of a randomized, controlled feeding study. *Circulation* 2000;102:852-7.
5. Arab JS, Wittler M, Schetter G. *European Food Composition Tables in Translation*. Berlin: Springer-Verlag, 1987.
6. Aranceta J, Perez-Rodrigo C, Ribas L, Serra-Majem L. Sociodemographic and lifestyle determinants of food patterns in Spanish children and adolescents: the enKid study. *Eur J Clin Nutr* 2003;57 Suppl 1:S40-4.
7. Arveiler D, Wagner A, Ducimetiere P, Montaye M, Ruidavets JB, Bingham A, Ferrieres J, Amouyel P, Haas B. Trends in coronary heart disease in France during the second half of the 1990s. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil* 2005;12:209-15.
8. Babayou P. *Les Disparités régionales de la Consommation Alimentaire des Ménages Français*. Paris : CREDOC, 1996.
9. Bamia C, Orfanos P, Ferrari P, Overvad K, Hundborg HH, Tjønneland A, Olsen A, Kesse E, Boutron-Ruault MC, Clavel-Chapelon F, et al. Dietary patterns among older Europeans: the EPIC-Elderly study. *Br J Nutr* 2005;94:100-13.
10. Barker ME, McClean SI, Strain JJ, Thompson KA. Dietary behaviour and health in Northern Ireland: an exploration of biochemical and haematological associations. *J Epidemiol Community Health* 1992;46:151-6.
11. Baudier F, Rotily M, Le Bihan G, Janvrin MP, Michaud C. *Baromètre Santé Nutrition 1996-adultes*. Vanves : CFES, coll. Baromètres, 1997.
12. Beer-Borst S, Hercberg S, Morabia A, Bernstein MS, Galan P, Galasso R, Giampaoli S, McCrum E, Panico S, Preziosi P *et al.* Dietary patterns in six European populations: results from EURALIM, a collaborative European data harmonization and information campaign. *Eur J Clin Nutr* 2000;54:253-62.
13. Blandford D. Changes in food consumption patterns in the OECD area. *Eur Rev Agr Econ* 1984;11:43-65.
14. Bloemberg BP, Kromhout D, Obermann-De Boer GL, Van Kampen-Donker M. The reproducibility of dietary intake data assessed with the cross-check dietary history method. *Am J Epidemiol* 1989;130:1047-56.

15. Borrell C, Dominguez-Berjon F, Pazarin MI, Ferrando J, Rohlfis I, Nebot M. Social inequalities in health related behaviours in Barcelona. *J Epidemiol Community Health* 2000;54:24-30.
16. de Bourdeaudhuij I & van Oost P. A cluster-analytical approach toward physical activity and other health related behaviors. *Med Sci Sports Exerc* 1999;31:605-612.
17. Bourdieu Pierre. *La distinction : critique sociale du jugement*. Paris : Les Editions de Minuit, 1979.
18. Chambolle M, Collerie De Borelly A, Dufour A, Verger P, Volatier JL. Etude de la diversité alimentaire en France. *Cah Nutr Diét* 1999;34:362-8.
19. Clavel-Chapelon F, van Liere MJ, Giubout C, Niravong MY, Goulard H, Le Corre C, Hoang LA, Amoyel J, Auquier A, Duquesnel E. E3N, a French cohort study on cancer risk factors. E3N Group. Etude Epidemiologique aupres de femmes de l'Education Nationale. *Eur J Cancer Prev* 1997;6:473-8.
20. Combris P. La consommation d'aliments et de nutriments en France et dans les pays développés. *In : Evolution des consommations et des comportements alimentaires. La lettre scientifique de l'Institut Français pour la Nutrition N°56*, mars 1998.
21. Correa Leite ML, Nicolosi A, Cristina S, Hauser WA, Pugliese P, Nappi G. Dietary and nutritional patterns in an elderly rural population in Northern and Southern Italy: (I). A cluster analysis of food consumption. *Eur J Clin Nutr* 2003;57:1514-21.
22. Czernichow S, Bruckert E, Oppert JM, Bertrais S, Paillard F, Astorg P, Arnault N, Galan P, Hercberg S. Intake of added oils and fats among middle-aged French adults: relationships with educational level and region of residence. *J Am Diet Assoc* 2005;105:1889-94.
23. Drewnowski A. Obesity and the food environment: dietary energy density and diet costs. *Am J Prev Med* 2004;27 Suppl 3:154-62.
24. Fidanza F, Alberti A, Lanti M, Menotti A. Mediterranean Adequacy Index: correlation with 25-year mortality from coronary heart disease in the Seven Countries Study. *Nutr Metab Cardiovasc Dis* 2004;14:254-8.
25. Final report of the HALE (Healthy Ageing: a Longitudinal study in Europe) Project. Rivm report. RP Bogers, M Tijhuis, BM van Gelder, D Kromhout (editors): Bilthoven, 2005.
26. Fraser GE, Welch A, Luben R, Bingham SA, Day NE. The effect of age, sex, and education on food consumption of a middle-aged English cohort-EPIC in East Anglia. *Prev Med* 2000;30:26-34.
27. Fung TT, Rimm EB, Spiegelman D, Rifai N, Tofler GH, Willett WC, Hu FB. Association between dietary patterns and plasma biomarkers of obesity and cardiovascular disease risk. *Am J Clin Nutr* 2001;73:61-7.
28. Fung TT, Willett WC, Stampfer MJ, Manson JE, Hu FB. Dietary patterns and the risk of coronary heart disease in women. *Arch Intern Med* 2001;161:1857-62.

29. Fung T, Hu FB, Fuchs C, Giovannucci E, Hunter DJ, Stampfer MJ, Colditz GA, Willett WC. Major dietary patterns and the risk of colorectal cancer in women. *Arch Intern Med* 2003;163:309-14.
30. Gale CR, Martyn CN, Winter PD, Cooper C. Vitamin C and risk of death from stroke and coronary heart disease in cohort of elderly people. *BMJ* 1995;310:1563-6.
31. Gil JM, Gracia A, Pérez y Pérez L. Food consumption and economic development in the European Union. *Eur Rev Agr Econ* 1995;22:385-399.
32. Giles-Corti B, Donovan RJ. The relative influence of individual, social and physical environment determinants of physical activity. *Soc Sci Med* 2002;54:1793-812.
33. Gillman MW, Pinto BM, Tennstedt S, Glanz K, Marcus B, Friedman RH. Relationships of physical activity with dietary behaviors among adults. *Prev Med* 2001;32:295-301.
34. Gittelsohn J, Wolever TM, Harris SB, Harris-Giraldo R, Hanley AJ, Zinman B. Specific patterns of food consumption and preparation are associated with diabetes and obesity in a Native Canadian community. *J Nutr* 1998;128:541-7.
35. Greenberg ER, Baron JA, Tosteson TD, Freeman DH Jr, Beck GJ, Bond JH, Colacchio TA, Collier JA, Frankl HD, Haile RW, et al. A clinical trial of antioxidant vitamins to prevent colorectal adenoma. Polyp Prevention Study Group. *N Engl J Med* 1994;331:141-7.
36. Guilbert P, Perrin-Escalon H. Baromètre santé nutrition 2002. Saint-Denis : INPES, 2004.
37. Grignon C, Grignon C. Long-Term Trends in Food Consumption: a French Portrait. *Food and Foodways* 1999;8:151-74.
38. Groot de LC and van Staveren WA. Nutrition and the Elderly: Manual of Operations. Wageningen, The Netherlands: Euronut, Report 11, 1988.
39. Groot de CP, van Staveren WA, Dirren H, Hautvast JG. Summary and conclusions of the report on the second data collection period and longitudinal analyses of the SENECA Study. *Eur J Clin Nutr* 1996;Suppl 2:S123-4.
40. Haines PS, Siega-Riz AM, Popkin BM. The Diet Quality Index revised: a measurement instrument for populations. *J Am Diet Assoc* 1999;99:697-704.
41. Harnack L, Nicodemus K, Jacobs DR Jr, Folsom AR. An evaluation of the Dietary Guidelines for Americans in relation to cancer occurrence. *Am J Clin Nutr* 2002;76:889-96.
42. Haut Comité de la Santé Publique. Pour une Politique Nutritionnelle de Santé Publique en France. Enjeux et propositions. Paris : ENSP Ed, 2000.
43. Haveman-Nies A, de Groot LP, Burema J, Cruz JA, Osler M, van Staveren WA; SENECA Investigators. Dietary quality and lifestyle factors in relation to 10-year mortality in older Europeans: the SENECA study. *Am J Epidemiol* 2002;156:962-8.

44. Helsing E. Trends in fat consumption in Europe and their influence on the Mediterranean diet. *Eur J Clin Nutr* 1993;47 Suppl 1:S4-12.
45. Hennekens CH, Buring JE, Manson JE, Stampfer M, Rosner B, Cook NR, Belanger C, LaMotte F, Gaziano JM, Ridker PM, Willett W, Peto R. Lack of effect of long-term supplementation with beta carotene on the incidence of malignant neoplasms and cardiovascular disease. *N Engl J Med* 1996;334:1145-9.
46. Hercberg S, Preziosi P, Briancon S, Galan P, Triol I, Malvy D, Roussel AM, Favier A. A primary prevention trial using nutritional doses of antioxidant vitamins and minerals in cardiovascular diseases and cancers in a general population: the SU.VI.MAX study-design, methods, and participant characteristics. *Supplementation en Vitamines et Mineraux Antioxydants. Control Clin Trials* 1998;19:336-51.
47. Hippocrates. *Hippocratic Writings*. Chicago: Encyclopedia Britannica, 1955.
48. Hoffmann K, Schulze MB, Schienkiewitz A, Nothlings U, Boeing H. Application of a new statistical method to derive dietary patterns in nutritional epidemiology. *Am J Epidemiol* 2004;159:935-44.
49. Hoffmann K, Zyriax BC, Boeing H, Windler E. A dietary pattern derived to explain biomarker variation is strongly associated with the risk of coronary artery disease. *Am J Clin Nutr* 2004;80:633-40.
50. Hoffmann K, Boeing H, Boffetta P, Nagel G, Orfanos P, Ferrari P, Bamia C. Comparison of two statistical approaches to predict all-cause mortality by dietary patterns in German elderly subjects. *Br J Nutr* 2005;93:709-16.
51. Hu FB, Rimm EB, Stampfer MJ, Ascherio A, Spiegelman D, Willett WC. Prospective study of major dietary patterns and risk of coronary heart disease in men. *Am J Clin Nutr* 2000;72:912-21.
52. Hu FB, Manson JE, Stampfer MJ, Colditz G, Liu S, Solomon CG, Willett WC. Diet, lifestyle, and the risk of type 2 diabetes mellitus in women. *N Engl J Med* 2001;345:790-7.
53. Hu FB. Dietary pattern analysis: a new direction in nutritional epidemiology. *Curr Opin Lipidol* 2002;13:3-9.
54. Huijbregts PP, Feskens EJ, Rasanen L, Alberti-Fidanza A, Mutanen M, Fidanza F, Kromhout D. Dietary intake in five ageing cohorts of men in Finland, Italy and The Netherlands. *Eur J Clin Nutr* 1995;49:852-60.
55. Huijbregts P, Feskens E, Rasanen L, Fidanza F, Nissinen A, Menotti A, Kromhout D. Dietary pattern and 20 year mortality in elderly men in Finland, Italy, and The Netherlands: longitudinal cohort study. *BMJ* 1997;315:13-7.
56. Hulshof KF, Lowik MR, Kok FJ, Wedel M, Brants HA, Hermus RJ, ten Hoor F. Diet and other life-style factors in high and low socio-economic groups (Dutch Nutrition Surveillance System). *Eur J Clin Nutr* 1991;45:441-50.

57. Hulshof KFAM, Wedel M, Löwik MRH. Clustering of dietary variables and other lifestyle factors (Dutch Nutritional Surveillance System). *J Epidemiol Community Health* 1992;46:417-24.
58. Hupkens CLH, Knibbe RA, Drop MJ. Social class differences in food consumption. The explanatory value of permissiveness and health and cost considerations. *Eur J Public Health* 2000;10:108-113.
59. Institut national de la statistique et des études économiques. Le budget des familles en 2001. Paris : Insee, 2004.
60. Irala-Estevez JD, Groth M, Johansson L, Oltersdorf U, Prattala R, Martinez-Gonzalez MA. A systematic review of socio-economic differences in food habits in Europe: consumption of fruit and vegetables. *Eur J Clin Nutr* 2000;54:706-14.
61. Jacques PF, Tucker KL. Are dietary patterns useful for understanding the role of diet in chronic disease? *Am J Clin Nutr* 2001;73:1-2.
62. James WP, Nelson M, Ralph A, Leather S. Socioeconomic determinants of health. The contribution of nutrition to inequalities in health. *BMJ* 1997;314:1545-9.
63. Johansson L, Thelle DS, Solvoll K, Bjornoboe GE, Drevon CA. Healthy dietary habits in relation to social determinants and lifestyle factors. *Br J Nutr* 1999;81:211-20.
64. Kamphuis CB, Giskes K, de Bruijn GJ, Wendel-Vos W, Brug J, van Lenthe FJ. Environmental determinants of fruit and vegetable consumption among adults: a systematic review. *Br J Nutr* 2006;96:620-35.
65. Kant AK, Schatzkin A, Harris TB, Ziegler RG, Block G. Dietary diversity and subsequent mortality in the First National Health and Nutrition Examination Survey Epidemiologic Follow-up Study. *Am J Clin Nutr* 1993;57:434-40.
66. Kant AK, Schatzkin A, Ziegler RG. Dietary diversity and subsequent cause-specific mortality in the NHANES I epidemiologic follow-up study. *J Am Coll Nutr* 1995;14:233-8.
67. Kant AK. Indexes of overall diet quality: a review. *J Am Diet Assoc* 1996;96:785-91.
68. Kant AK, Schatzkin A, Graubard BI, Schairer C. A prospective study of diet quality and mortality in women. *JAMA* 2000;283:2109-15.
69. Kant AK. Dietary patterns and health outcomes. *J Am Diet Assoc* 2004;104:615-35.
70. Kaplan GA, Keil JE. Socioeconomic factors and cardiovascular disease: a review of the literature. *Circulation* 1993;88:1973-98.
71. Kennedy ET, Ohls J, Carlson S, Fleming K. The Healthy Eating Index: design and applications. *J Am Diet Assoc* 1995;95:1103-8.
72. Kesse E, Boutron-Ruault MC, Clavel-Chapelon F; E3N group. Regional dietary habits of French women born between 1925 and 1950. *Eur J Nutr* 2005;44:285-92.

73. Kesse E, Clavel-Chapelon F, Boutron-Ruault MC. Dietary patterns and risk of colorectal tumors: a cohort of French women of the National Education System (E3N). *Am J Epidemiol* 2006;164:1085-93.
74. Keys A. *Seven Countries: A Multivariate Analysis of Death and Coronary Heart Disease*. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1980.
75. Klein-Platat C, Wagner A, Haan MC, Arveiler D, Schlienger JL, Simon C. Prevalence and sociodemographic determinants of overweight in young French adolescents. *Diabetes Metab Res Rev* 2003;19:153-8.
76. Knuops KT, de Groot LC, Kromhout D, Perrin AE, Moreiras-Varela O, Menotti A, van Staveren WA. Mediterranean diet, lifestyle factors, and 10-year mortality in elderly European men and women: the HALE project. *JAMA* 2004;292:1433-9.
77. Knuiman JT, Pietinen P, de Backer GG, Ducimetière P. The MONICA-projet: Optional study on the surveillance of the dietary intake of the population with regard to cardiovascular diseases. Manual of operations. Den Haag: CIP-gegevens Koninklijke Bibliotheek, 1985.
78. Krauss RM, Eckel RH, Howard B, Appel LJ, Daniels SR, Deckelbaum RJ, Erdman JW Jr, Kris-Etherton P, Goldberg IJ, Kotchen TA *et al.* AHA Dietary Guidelines: revision 2000: A statement for healthcare professionals from the Nutrition Committee of the American Heart Association. *Circulation* 2000;102:2284-99.
79. Kromhout D, Bosschieter EB, de Lezenne Coulander C. Dietary fibre and 10-year mortality from coronary heart disease, cancer, and all causes. The Zutphen study. *Lancet* 1982;2:518-22.
80. Lafay L, Vray M, Boute D, Basdevant A. Food and nutritional data for a population from northern France: the Fleurbaix Laventie Ville Sante (FLVS) Study. *Rev Epidemiol Sante Publique* 1998;46:263-75.
81. Lagiou P, Trichopoulos D, Sandin S, Lagiou A, Mucci L, Wolk A, Weiderpass E, Adami HO. Mediterranean dietary pattern and mortality among young women: a cohort study in Sweden. *Br J Nutr* 2006;96:384-92.
82. Lang T. Access to healthy foods : part II. Food poverty and shopping deserts : what are the implications for health promotion policy and practice. *Health Education Journal* 1998;57:202-11.
83. Larrieu S, Letenneur L, Berr C, Dartigues JF, Ritchie K, Alperovitch A, Tavernier B, Barberger-Gateau P. Sociodemographic differences in dietary habits in a population-based sample of elderly subjects: the 3C study. *J Nutr Health Aging* 2004;8:497-502.
84. Lasheras C, Fernandez S, Patterson AM. Mediterranean diet and age with respect to overall survival in institutionalized, nonsmoking elderly people. *Am J Clin Nutr* 2000;71:987-92.
85. Leather S. *The making of modern malnutrition. An overview of food poverty in the UK*. London : Caroline Walker Trust, 1996.

86. de Lorgeril M, Renaud S, Mamelle N, Salen P, Martin JL, Monjaud I, Guidollet J, Touboul P, Delaye J. Mediterranean alpha-linolenic acid-rich diet in secondary prevention of coronary heart disease. *Lancet* 1994;343:1454-9.
87. de Lorgeril M, Salen P, Martin JL, Monjaud I, Boucher P, Mamelle N. Mediterranean dietary pattern in a randomized trial: prolonged survival and possible reduced cancer rate. *Arch Intern Med* 1998;158:1181-7.
88. de Lorgeril M, Salen P, Martin JL, Monjaud I, Delaye J, Mamelle N. Mediterranean diet, traditional risk factors, and the rate of cardiovascular complications after myocardial infarction: final report of the Lyon Diet Heart Study. *Circulation* 1999;99:779-85.
89. Martinez ME, Marshall JR, Sechrest L. Invited commentary: Factor analysis and the search for objectivity. *Am J Epidemiol* 1998;148:17-9.
90. McCullough ML, Feskanich D, Stampfer MJ, Rosner BA, Hu FB, Hunter DJ, Variyam JN, Colditz GA, Willett WC. Adherence to the Dietary Guidelines for Americans and risk of major chronic disease in women. *Am J Clin Nutr* 2000;72:1214-22.
91. McCullough ML, Feskanich D, Rimm EB, Giovannucci EL, Ascherio A, Variyam JN, Spiegelman D, Stampfer MJ, Willett WC. Adherence to the Dietary Guidelines for Americans and risk of major chronic disease in men. *Am J Clin Nutr* 2000;72:1223-31.
92. McCullough ML, Feskanich D, Stampfer MJ, Giovannucci EL, Rimm EB, Hu FB, Spiegelman D, Hunter DJ, Colditz GA, Willett WC. Diet quality and major chronic disease risk in men and women: moving toward improved dietary guidance. *Am J Clin Nutr* 2002;76:1261-71.
93. Menotti A, Kromhout D, Blackburn H, Fidanza F, Buzina R, Nissinen A. Food intake patterns and 25-year mortality from coronary heart disease: cross-cultural correlations in the Seven Countries Study. The Seven Countries Study Research Group. *Eur J Epidemiol* 1999;15:507-15.
94. Michels KB, Wolk A. A prospective study of variety of healthy foods and mortality in women. *Int J Epidemiol* 2002;31:847-54.
95. Mikkila V, Rasanen L, Raitakari OT, Pietinen P, Viikari J. Consistent dietary patterns identified from childhood to adulthood: the cardiovascular risk in Young Finns Study. *Br J Nutr* 2005;93:923-31.
96. Millen BE, Quatromoni PA, Copenhafer DL, Demissie S, O'Horo CE, D'Agostino RB. Validation of a dietary pattern approach for evaluating nutritional risk: the Framingham Nutrition Studies. *J Am Diet Assoc* 2001;101:187-94.
97. Millen BE, Quatromoni PA, Nam BH, O'Horo CE, Polak JF, D'Agostino RB. Dietary patterns and the odds of carotid atherosclerosis in women: the Framingham Nutrition Studies. *Prev Med* 2002;35:540-7.

98. Monceau C, Blanche-Barbat E, Echampe J. La consommation alimentaire depuis quarante ans. De plus en plus de produits élaborés. INSEE PREMIERE. Paris : INSEE, 2002.
99. Murphy SP, Davis MA, Neuhaus JM, Lein D. Dietary quality and survival among middle-aged and older adults in NHANES I epidemiologic follow-up study. *Nutr Res* 1996;16:1641-50.
100. Nelson M, Mayer AB, Manley P. The food budget. *In*: Budget standards for the United Kingdom. Bradshaw GH, Ed. Aldershot: Avebury, 1993.
101. Newby PK, Tucker KL. Empirically derived eating patterns using factor or cluster analysis: a review. *Nutr Rev* 2004;62:177-203.
102. Northstone K, Emmett P. Multivariate analysis of diet in children at four and seven years of age and associations with socio-demographic characteristics. *Eur J Clin Nutr* 2005;59:751-60.
103. Organisation Mondiale de la Santé. Stratégie mondiale pour l'alimentation, l'exercice physique et la santé, Rapport du secrétariat. Genève, 2004.
104. Osler M, Schroll M. Diet and mortality in a cohort of elderly people in a north European community. *Int J Epidemiol* 1997;26:155-9.
105. Osler M, Heitmann BL, Gerdes LU, Jorgensen LM, Schroll M. Dietary patterns and mortality in Danish men and women: a prospective observational study. *Br J Nutr* 2001;85:219-25.
106. Padilla M. L'alimentation méditerranéenne : une et plurielle. *In* : Alimentation et nourritures autour de la Méditerranée. Paris : Khartala Ed. 2000.
107. Palli D, Russo A, Decarli A. Dietary patterns, nutrient intake and gastric cancer in a high-risk area of Italy. *Cancer Causes Control* 2001;12:163-72.
108. Pereira MA, FitzerGerald SJ, Gregg EW, Joswiak ML, Ryan WJ, Suminski RR, Utter AC, Zmuda JM. A collection of Physical Activity Questionnaires for health-related research. *Med Sci Sports Exerc* 1997;29 Suppl:S1-205.
109. Perrin AE, Simon C, Hedelin G, Arveiler D, Schaffer P, Schlienger JL. Ten-year trends of dietary intake in a middle-aged French population: relationship with educational level. *Eur J Clin Nutr* 2002;56:393-401.
110. Perrin AE, Dallongeville J, Ducimetiere P, Ruidavets JB, Schlienger JL, Arveiler D, Simon C. Interactions between traditional regional determinants and socio-economic status on dietary patterns in a sample of French men. *Br J Nutr* 2005;93:109-14.
111. Platat C, Perrin AE, Oujaa M, Wagner A, Haan MC, Schlienger JL, Simon C. Diet and physical activity profiles in French preadolescents. *Br J Nutr* 2006;96:501-7.
112. Platz EA, Willett WC, Colditz GA, Rimm EB, Spiegelman D, Giovannucci E. Proportion of colon cancer risk that might be preventable in a cohort of middle-aged US men. *Cancer Causes Control* 2000;11:579-88.

113. Popkin BM, Haines PS, Reidy KC. Food consumption trends of US women: patterns and determinants between 1977 and 1985. *Am J Clin Nutr* 1989;49:1307-19.
114. Popkin BM, Siega-Riz AM, Haines PS. A comparison of dietary trends among racial and socioeconomic groups in the United States. *N Engl J Med* 1996;335:716-20.
115. Prattala RS, Groth MV, Oltersdorf US, Roos GM, Sekula W, Tuomainen HM. Use of butter and cheese in 10 European countries: a case of contrasting educational differences. *Eur J Public Health* 2003;13:124-32.
116. Quatromoni PA, Copenhafer DL, Demissie S, D'Agostino RB, O'Horo CE, Nam BH, Millen BE. The internal validity of a dietary pattern analysis. The Framingham Nutrition Studies. *J Epidemiol Community Health* 2002;56:381-8.
117. Rimm EB, Stampfer MJ. Diet, lifestyle, and longevity--the next steps? *JAMA* 2004;292:1490-2.
118. Rigaud D, Giachetti I, Deheeger M, Borys JM, Volatier JL, Lemoine A, Cassuto DA. Enquête française de consommation alimentaire. I. Energie et macronutriments. *Cah Nutr Diet* 1997;32:379-89.
119. Roos E, Prattala R, Lahelma E, Kleemola P, Pietinen P. Modern and healthy?: socioeconomic differences in the quality of diet. *Eur J Clin Nutr* 1996;50:753-60.
120. Roos G, Johansson L, Kasmel A, Klumbiene J, Prattala R. Disparities in vegetable and fruit consumption: European cases from the north to the south. *Public Health Nutr* 2001;4:35-43.
121. Sanchez-Villegas A, Martinez JA, Prattala R, Toledo E, Roos G, Martinez-Gonzalez MA; FAIR-97-3096 Group. A systematic review of socioeconomic differences in food habits in Europe: consumption of cheese and milk. *Eur J Clin Nutr* 2003;57:917-29.
122. SAS Institute Inc.: SAS/STAT User's Guide (Version 8.2). Cary, NC: SAS Institute Inc.
123. Scali J, Richard A, Gerber M. Diet profiles in a population sample from Mediterranean southern France. *Public Health Nutr* 2001;4:173-82.
124. Schatzkin A, Lanza E, Corle D, Lance P, Iber F, Caan B, Shike M, Weissfeld J, Burt R, Cooper MR, Kikendall JW, Cahill J. Lack of effect of a low-fat, high-fiber diet on the recurrence of colorectal adenomas. Polyp Prevention Trial Study Group. *N Engl J Med* 2000;342:1149-55.
125. Schulze MB, Hoffmann K, Kroke A, Boeing H. Dietary patterns and their association with food and nutrient intake in the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition (EPIC)-Potsdam study. *Br J Nutr* 2001;85:363-73.
126. Schwerin HS, Stanton JL, Riley AM Jr, Schaefer AE, Leveille GA, Elliott JG, Warwick KM, Brett BE. Food eating patterns and health: a reexamination of the Ten-State and HANES I surveys. *Am J Clin Nutr* 1981;34:568-80.

127. Schwerin HS, Stanton JL, Smith JL, Riley AM Jr, Brett BE. Food, eating habits, and health: a further examination of the relationship between food eating patterns and nutritional health. *Am J Clin Nutr* 1982;35:1319-25.
128. Slattery ML, Boucher KM, Caan BJ, Potter JD, Ma KN. Eating patterns and risk of colon cancer. *Am J Epidemiol* 1998;148:4-16.
129. Slimani N, Fahey M, Welch AA, Wirfalt E, Stripp C, Bergstrom E, Linseisen J, Schulze MB, Bamia C, Chloptsios Y *et al.* Diversity of dietary patterns observed in the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition (EPIC) project. *Public Health Nutr* 2002;5:1311-28.
130. Smith AM & Owen N. Associations of social status and health-related beliefs with dietary fat and fiber densities. *Preventive Medicine* 1992;21:735-45.
131. Smith AM & Baghurst KI. Public health implications of dietary differences between social status and occupational category groups. *J Epidemiol Community Health* 1992;46:409-16.
132. Spiekermann U. Mixed diet in Europe. A historical overview. *Forum Nutr* 2005;57:11-35.
133. Stampfer MJ, Hu FB, Manson JE, Rimm EB, Willett WC. Primary prevention of coronary heart disease in women through diet and lifestyle. *N Engl J Med* 2000;343:16-22.
134. Terry P, Hu FB, Hansen H, Wolk A. Prospective study of major dietary patterns and colorectal cancer risk in women. *Am J Epidemiol* 2001;154:1143-9.
135. Terry P, Suzuki R, Hu FB, Wolk A. A prospective study of major dietary patterns and the risk of breast cancer. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev* 2001;10:1281-5.
136. Trichopoulos D, Lagiou P. Dietary patterns and mortality. *Br J Nutr* 2001;85:133-4.
137. Trichopoulou A, Kouris-Blazos A, Wahlqvist ML, Gnardellis C, Lagiou P, Polychronopoulos E, Vassilakou T, Lipworth L, Trichopoulos D. Diet and overall survival in elderly people. *BMJ* 1995;311:1457-60.
138. Trichopoulou A, Costacou T, Bamia C, Trichopoulos D. Adherence to a Mediterranean diet and survival in a Greek population. *N Engl J Med* 2003;348:2599-608.
139. Trichopoulou A, Bamia C, Trichopoulos D. Mediterranean diet and survival among patients with coronary heart disease in Greece. *Arch Intern Med* 2005;165:929-35.
140. Trichopoulou A, Orfanos P, Norat T, Bueno-de-Mesquita B, Ocke MC, Peeters PH, van der Schouw YT *et al.* Modified Mediterranean diet and survival: EPIC-elderly prospective cohort study. *BMJ* 2005;330:991-7.
141. Tseng M, DeVellis RF. Fundamental dietary patterns and their correlates among US whites. *J Am Diet Assoc* 2001;101:929-32.

142. Tunstall-Pedoe H, Kuulasmaa K, Mahonen M, Tolonen H, Ruokokoski E, Amouyel P. Contribution of trends in survival and coronary-event rates to changes in coronary heart disease mortality: 10-year results from 37 WHO MONICA project populations. Monitoring trends and determinants in cardiovascular disease. *Lancet* 1999;353:1547-57.
143. van Dam RM, Rimm EB, Willett WC, Stampfer MJ, Hu FB. Dietary patterns and risk for type 2 diabetes mellitus in U.S. men. *Ann Intern Med* 2002;136:201-9.
144. van Dam RM, Grievink L, Ocke MC, Feskens EJ. Patterns of food consumption and risk factors for cardiovascular disease in the general Dutch population. *Am J Clin Nutr* 2003;77:1156-63.
145. Velie EM, Schairer C, Flood A, He JP, Khattree R, Schatzkin A. Empirically derived dietary patterns and risk of postmenopausal breast cancer in a large prospective cohort study. *Am J Clin Nutr* 2005;82:1308-19.
146. Volatier JL (coord.). Enquête individuelle et nationale sur les consommations alimentaires (Inca). Paris : Lavoisier Tec & Doc, coll. Afssa, 2000.
147. Wagner A, Klein-Platat C, Arveiler D, Haan MC, Schlienger JL, Simon C. Parent-child physical activity relationships in 12-year old French students do not depend on family socioeconomic status. *Diabetes Metab* 2004;30:359-66.
148. Williams DE, Prevost AT, Whichelow MJ, Cox BD, Day NE, Wareham NJ. A cross-sectional study of dietary patterns with glucose intolerance and other features of the metabolic syndrome. *Br J Nutr* 2000;83:257-66.
149. Willett W. *Nutritional Epidemiology*. 1st ed. New York: Oxford University Press, 1989.
150. Willett W. *Nutritional Epidemiology*. 2nd ed. New York: Oxford University Press, 1998.
151. Winkleby MA, Jatulis DE, Frank E, Fortmann SP. Socioeconomic status and health: how education, income, and occupation contribute to risk factors for cardiovascular disease. *Am J Public Health* 1992;82:816-20.
152. World Health Organisation / Food and Agriculture Organization. Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases : report of a joint WHO/FAO expert consultation. Geneva, 2003.
153. WHO MONICA Project Principal Investigators. The World Health Organization MONICA Project (MONItoring trends and determinants in CARDiovascular disease). A major international collaboration. *J Clin Epidemiol* 1988;41,105-14.
154. World Health Organization, MONICA Manual. Version 1.1. CVD/MNC. Geneva: World Health Organization, December 1986.
155. Yarnell JW. The PRIME study: classical risk factors do not explain the severalfold differences in risk of coronary heart disease between France and Northern Ireland. Prospective Epidemiological Study of Myocardial Infarction. *QJM* 1998;91:667-76.

RESUME

La prévention des maladies chroniques liées à la nutrition constitue actuellement un enjeu majeur de santé publique, comme en témoigne la mise en place récente d'une "Politique Nutritionnelle de Santé Publique" en France. Dans ce contexte, il apparaît particulièrement important de pouvoir définir des typologies alimentaires, de préciser leur relation avec leurs déterminants et d'évaluer leur évolution dans le temps. Ces différents éléments ont fait l'objet de notre travail de recherche, dont l'originalité est d'avoir combiné différentes approches de l'étude de la variabilité des comportements alimentaires et de leur évolution en prenant en compte simultanément les indicateurs géographiques et socioéconomiques.

A partir des données des enquêtes **MONICA** (Multinational **M**onitoring of Trends and Determinants in **C**ardiovascular Disease), réalisées en 1985/89 puis en 1995/97, nous avons d'abord mis en évidence une amélioration de l'équilibre lipidique de l'alimentation dans la population MONICA du Bas-Rhin, à 10 ans d'intervalle, indépendamment du niveau d'éducation. Nos recherches ont ensuite porté sur les 3 centres français MONICA (Bas-Rhin, Haute-Garonne, Communauté Urbaine de Lille) : nous avons identifié deux typologies, décrivant une alimentation prudente et une alimentation occidentale et montré des associations fortes entre la typologie alimentation prudente et les déterminants géographiques et socioéconomiques. Nous avons, dans un dernier temps, examiné l'évolution des relations entre les facteurs géographiques et socioéconomiques, et les typologies alimentaires entre la première et la deuxième enquête : cette évolution est marquée par une atténuation des disparités régionales et par le renforcement de l'influence des déterminants socioéconomiques sur les choix alimentaires. Les résultats de l'étude **HALE** (**H**ealthy **A**geing: a **L**ongitudinal study in **E**urope) confirment l'existence d'un gradient nord-sud de qualité de l'alimentation à l'échelle de l'Europe. Les données de cette étude longitudinale nous ont surtout permis d'étudier de façon prospective le rôle de l'alimentation, décrite à partir de deux typologies, sur la mortalité de sujets âgés de 70 à 90 ans, vivant dans 11 pays européens. La principale typologie, caractérisant une alimentation riche en fruits et en poissons et pauvre en graisses/huiles et sucres/confiseries est associée à une réduction significative de la mortalité chez les hommes. Dans l'étude menée dans une population de **Collégiens scolarisés en classe de 6^e dans le Bas-Rhin**, nous avons étendu la notion de typologies à d'autres comportements susceptibles d'interagir avec l'alimentation : nous avons montré l'existence d'interrelations entre les habitudes alimentaires, l'activité physique, et certains facteurs sociodémographiques.

Nous avons ainsi pu déterminer des comportements "de santé" opposés à des comportements "à risque", permettant de cibler des groupes susceptibles de bénéficier d'un soutien et d'une attention particulière dans les programmes de prévention. Les résultats concernant l'existence d'interdépendances entre les déterminants géographiques et socioéconomiques et les données évolutives, marquées par l'atténuation de l'influence des facteurs géographiques et le renforcement de l'influence des déterminants socioéconomiques sur les choix alimentaires, fournissent des informations complémentaires susceptibles d'orienter les recommandations de santé.

Mots clés : typologies (patterns) alimentaires ; déterminants géographiques ; statut socioéconomique ; évolution