



UNIVERSITE FRERES MENTOURI CONSTANTINE 1
INSTITUT DE LA NUTRITION, DE L'ALIMENTATION
ET DES TECHNOLOGIES AGRO-ALIMENTAIRES
I.N.A.T.A.A.



N° d'ordre :.....

N° de série :.....

Thèse de Doctorat en Sciences
Spécialité : Sciences Alimentaires

Présentée par :

KAROUNE-BECHARA Rabiâa

**Scores et indices nutritionnels, un moyen pour
évaluer la qualité de l'alimentation des
adolescents : enquête auprès de 1 126
adolescents (Constantine, 2015/2016)**

Soutenue le : 01 / 02 / 2018

Devant le Jury composé de :

Président	L. NEZZAL	Pr.	FSM – Université Salah Boubnider, Constantine 3
Rapporteur	C.C. DAHEL-MEKHANCHA	Pr.	INATAA – Université Frères Mentouri Constantine 1
Examineurs	K. KHARROUB	Pr.	INATAA – Université Frères Mentouri Constantine 1
	M. KELLIL	Pr.	FSM – Université Salah Boubnider, Constantine 3
	Kh. ADEL	MCA	FSH – Université Abdelhamid Mehri, Constantine 2

REMERCIEMENTS

Au terme de cette thèse, nous tenons à remercier :

- Notre Directrice de Thèse Madame le Professeur DAHEL-MEKHANCHA C.C. pour sa confiance pendant toutes ces années.
- Monsieur le Professeur NEZZAL L. qui nous a honoré d'accepter de présider le jury de soutenance ;
- Mesdames et Messieurs les Professeurs qui nous ont fait l'honneur d'accepter la charge d'examiner cette thèse : Pr. KHARROUB K., Pr. ADEL Kh. et Pr. KELLIL M.

Nous tenons à remercier aussi :

- Monsieur le Directeur de l'éducation nationale (Constantine) ;
- Messieurs les Directeurs des EPSP Benmhidi et Mentouri ;
- Les médecins de santé scolaire et le personnel des UDS ;
- Les Directeurs et le personnel des établissements scolaires ;
- Tous les élèves qui ont participé à l'enquête.

Nos remerciements vont également à tous ceux qui nous ont aidé, de loin ou de près, à réaliser ce travail. Nous ne pouvons pas oublier la contribution du laboratoire ALNUTS et de l'INATAA pour tous les moyens qu'ils ont mis à notre disposition.

SOMMAIRE

LISTE DES ABREVIATIONS

LISTE DES FIGURES

LISTE DES TABLEAUX

INTRODUCTION	1
SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE	

CHAPITRE I : TYPOLOGIES ALIMENTAIRES POUR L'EVALUATION DE LA QUALITE DE L'ALIMENTATION

I.1. Evaluation de la consommation alimentaire	4
I.2. Typologie alimentaire	5
I.3. Intérêt des typologies alimentaires	5
I.4. Méthodes de détermination des typologies alimentaires	6
I.4.1. Typologie analytique : méthodes a posteriori	7
I.4.2. Typologie comparative : méthodes a priori	8
I.3. Limites des typologies alimentaires	9

CHAPITRE II : SCORES ET INDICES NUTRITIONNELS

II.1. Introduction	11
II.2. Indices Basés sur les recommandations nutritionnelles	11
II.2.1. Healthy Eating Index	12
II.2.2. Mediterranean Diet Score	12
II.2.3. Healthy Diet Indicator	13
II.2.4. Diet Quality Index International	14
II.3. Indices basés sur la diversité et la variété de l'alimentation	15
II.3.1. Définition et signification	15
II.3.2. Méthodes de détermination des SDA/SVA	16
II.3.3. Quel seuil pour considérer la diversité alimentaire ?	17
II.3.4. Eléments nécessaires pour le calcul des SDA	18
II.3.5. Efficacité des SDA pour l'évaluation de l'adéquation aux recommandations nutritionnelles	20
II.4. Indices reflétant l'adéquation nutritionnelle	21
II.4.1. Ratio d'adéquation en nutriments	21
II.4.2. Ratio d'adéquation moyenne	22
II.5. Utilisation des scores pour l'évaluation de la qualité de l'alimentation	22

CHAPITRE III : ADOLESCENCE ET ALIMENTATION DES ADOLESCENTS

III.1. Introduction	25
III.2. Définition difficile	25
III.2.1. Physiologie	26
III.2.2. Psycho-sociologie	27
III.3. Besoins nutritionnels spécifiques des adolescents	27
III.4. Apports nutritionnels conseillés pour les adolescents	28
III.5. Facteurs influençant l'alimentation des adolescents	30
III.6. Apports alimentaires réels des adolescents	32
III.6.1. Dans les pays en voie de développement	32
III.6.2. Au pays du Magreb	33
III.6.3. En Algérie	34

METHODOLOGIE

RAPPEL DES OBJECTIFS	37
I. PRESENTATION DE LIEU DE L'ETUDE	37
I.1. Données géographiques, administratives et démographiques	37
I.2. Données sur l'éducation nationale	38
I.3. Infrastructures sanitaires	38
II. POPULATION D'ETUDE	39
II.1. Population cible	39
II.2. Echantillon	39
II.2.1. Justification de la méthode d'échantillonnage	39
II.2.2. Sélection des établissements	40
II.3. Critères de non inclusion	42
II.4. Aspect éthique	42
III. ENQUETE	42
III.1. Type de l'étude	42
III.2. Questionnaire d'enquête	42
III.2.1. Identification des adolescents	42
III.2.2. Niveau socio-économique	43
III.2.3. Rappel des 24 heures	43
III.2.4. Données anthropométriques	44
III.3. Pré-enquête	44
III.4. Préparation de l'enquête	44
III.5. Déroulement de l'enquête	45
III.5.1. Enquête par questionnaire auto-administré	45
III.5.2. Renseignement du rappel des 24 heures	46
III.5.3. Collecte des données anthropométriques	46
III.6. Difficultés rencontrées	47
IV. EVALUATION DE LA QUALITE DE L'ALIMENTATION	47
IV.1. Score de diversité alimentaire	47
IV.1.1. Choix des aliments à inclure	47
IV.1.2. Définition du SDA	48
IV.2. Indice d'adéquation alimentaire	49
IV.2.1. Le MAR et le NAR	49
IV.2.2. Conversion des quantités d'aliments en nutriments	50
V. TRAITEMENT DES DONNEES	50
V.1. Définition des variables	50
V.1.1. Variables indépendantes	50
V.1.2. Variables dépendantes	52
V.2. Codification et saisie des données	54
V.3. Analyses statistiques	54

RESULTATS

I. DESCRIPTION DE LA POPULATION	56
I.1. Effectifs des adolescents enquêtés selon leur établissement	56

I.2. Age	56
I.3. Etat staturo-pondéral	57
1.4. Niveau socio-économique	58
II. QUALITE DE L'ALIMENTATION DES ADOLESCENTS	58
II.1. Evaluée par le SDA	58
II.2. Evaluée par le MAR	59
III. DESCRIPTION DES APPORTS ALIMENTAIRES BRUTS DES ADOLESCENTS	60
III.1. Apports journaliers en énergie	60
III.2. Apports journaliers en nutriments	61
III.2.1. Apports journaliers en macronutriments	61
III.2.2. Apports journaliers en micronutriments	62
IV. DIVERSITE ALIMENTAIRE CHEZ LES ADOLESCENTS	68
IV.1. Evaluée par le SDA	68
IV.2. Evaluée par la consommation des groupes d'aliments	70
IV.2.1. Consommation des groupes d'aliments selon le genre	71
IV.2.2. Consommation des groupes d'aliments selon les classes d'âge	72
IV.2.3. Consommation des groupes d'aliments selon l'état staturo-pondéral	73
IV.2.4. Consommation des groupes d'aliments selon le NSE	74
V. ADEQUATION DE L'ALIMENTATION DES ADOLESCENTS AUX RECOMMANDATIONS NUTRITIONNELLES	76
V.1. Adéquation globale de l'alimentation évaluée par le MAR et les NARs	76
V.2. Adéquation des apports en énergie et en nutriments, évaluée par les NARs, avec les recommandations nutritionnelles	77
V.2.1. Adéquation selon le genre	77
V.2.2. Adéquation selon les classes d'âge	78
V.2.3. Adéquation selon l'état staturo pondéral	79
V.2.4. Adéquation selon le NSE	80
V.2.5. Adéquation selon la diversité alimentaire de la ration	81
VI. ETUDE DES CORRELATIONS ENTRE LES DIFFERENTS INDICES CALCULES	83
VI.1. Diversité alimentaire et caractéristiques des adolescents	83
VI.2. SDA et adéquation aux recommandations nutritionnelles	85
VI.2.1. SDA et adéquation en macronutriments	85
VI.2.2. SDA et adéquation en micronutriments	87
VI.3. Adéquation aux ANC à différents niveaux de SDA	91
VI.3.1. SDA et adéquation en macronutriments	91
VI.3.2. SDA et adéquation en minéraux	91
VI.3.3. SDA et adéquation en vitamines hydrosolubles	92
VI.3.4. SDA et adéquation en vitamines liposolubles	93
DISCUSSION	
I. LIMITES DE L'ETUDE	95
I. APPORTS NUTRITIONNELS BRUTS DES ADOLESCENTS	96
I.1. Energie et macronutriments	97
I.2. Micronutriments	101
I.2.1. Minéraux	101
I.2.2. Vitamines	104

Conclusion sur les apports bruts en micronutriments	106
II. DIVERSITE ALIMENTAIRE CHEZ LES ADOLESCENTS ET FACTEURS ASSOCIES	108
I.1. Diversité alimentaire	108
II.2. Facteurs influençant la diversité alimentaire	112
Conclusion sur la diversité alimentaire chez l'adolescent	116
III. ADEQUATION AUX RECOMMANDATIONS NUTRITIONNELLES ET FACTEURS ASSOCIES	117
III.1. Définition et utilisation du MAR	117
III.2. Adéquation globale aux apports nutritionnels conseillés	120
III.2. Adéquation en énergie et en nutriments	121
III.3. Facteurs associés à l'adéquation de l'alimentation aux recommandations	123
Conclusion sur l'adéquation aux recommandations	126
IV. DIVERSITE ALIMENTAIRE ET ADEQUATION AUX ANC	127
Conclusion sur la relation entre diversité et adéquation alimentaire	130
CONCLUSION	131
RECOMMANDATIONS	134
PERSPECTIVES DE L'ETUDE	136
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	137

ANNEXES

Annexe 1 : Autorisation d'accès aux établissements scolaires
Annexe 2 : Autorisation d'accès aux UDS
Annexe 3 : Questionnaire d'enquête (version française)
Annexe 4 : Questionnaire d'enquête (version arabe)
Annexe 5 : Rappel des 24 heures
Annexe 6 : Manuel photos SUVIMAX – Extrait
Annexe 7 : Catégories Socio-Professionnelles (ONS, 1998)

LISTE DES ABREVIATIONS

AET : Apport Energétique Total

AFSSA : Agence Française de la Sécurité Sanitaire des Aliments

AGMI : Acides Gras Mono Insaturés

AGPI : Acides Gras Poly Insaturés

AGS : Acides Gras Saturés

ANC : Apports Nutritionnels Conseillés

CEM : Collège des Etudes Moyennes

CIQUAL : Centre d'Information sur la Qualité des ALiments

CSP : Catégorie Socio Professionnelle

DASH : Dietary Approaches to Stop Hypertension

DDS : Dietary Diversity Score

DQI-I : Diet Quality Index-International

EPSP : Etablissement Public de Santé de Proximité

FAO : Food and Agricultur Organisation

HBSC : Health Behaviour in School-aged Children

HDI : Healthy Diet Indicator

HEI : Healthy Eating Index

HELENA : Healthy Lifestyle in Europe by Nutrition in Adolescence

ICE : Indice de Couverture Economique

IMC : Indice de Masse Corporelle

INCA : Etude Individuelle Nationale des Consommations Alimentaires

INRA : Institut National de la Recherche Agronomique

MAR : Mean Adequacy Ration

MDS : Mediterranean Diet Score

NAR : Nutrients Adequacy Ratio

NSE : Niveau Socio Economique

OCA : Observatoire des Consommations Alimentaires

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

ONS : Office National des Statistiques

REGAL : REpertoire Général des ALiments

SCSE : Score de Classification Socio Economique

SDA : Score de Diversité Alimentaire

SEMEP : Service d'Epidémiologie et de MEdecine Préventive

SU VI MAX : Etude Supplémentation en Vitamines et Minéraux Anti-oXydants

SVA : Score de Variété Alimentaire

TA : Typologie Alimentaire

TOP : Taux d'Occupation par Pièce

UDS : Unité de Dépistage et de Suivi

URBACO : Direction d'URbanisme, BAtements et COnstruction

LISTE DES FIGURES

Figure 01 : Pyramide alimentaire traditionnelle de la diète méditerranéenne (https://oldwayspt.org/history-mediterranean-diet-pyramid)	24
Figure 02 : Organigramme de sélection des établissements scolaires inclus	
Figure 03 : Distribution des adolescents selon différents niveaux du SDA	68
Figure 4 : Consommation des différents groupes d'aliments par les adolescents la veille de l'enquête	71
Figure 05 : Couverture des recommandations nutritionnelles en macro et micronutriments par rapport aux ANC	76
Figure 06 : Evolution de l'adéquation moyenne de la ration des adolescents en fonction de la diversité alimentaire	82
Figure 07 : Corrélation entre la diversité alimentaire et l'âge des adolescents ($r=-0,15$; $p<0,0001$)	84
Figure 08 : Corrélation entre la diversité alimentaire et l'IMC des adolescents ($r=0,01$; $p<0,0001$)	84
Figure 09 : Corrélation entre la diversité alimentaire et le SCSE des adolescents ($r=0,18$; $p<0,0001$)	84
Figure 10 : Corrélation entre le MAR et le SDA	85
Figure 11 : Corrélation entre la diversité alimentaire et l'adéquation de la ration en macronutriments	86
Figure 12 : Corrélation entre la diversité alimentaire et l'adéquation de la ration en minéraux	87
Figure 13 : Corrélation entre la diversité alimentaire et l'adéquation de la ration en vitamines hydrosolubles	89
Figure 14 : Corrélation entre la diversité alimentaire et l'adéquation de la ration en vitamines liposolubles	90
Figure 15 : Evolution de l'adéquation en macronutriments (NARs) pour différents niveaux du SDA	91
Figure 16 : Evolution de l'adéquation en minéraux à différents niveaux du SDA	92
Figure 17 : Evolution de l'adéquation en vitamines hydrosolubles à différents niveaux du SDA	93
Figure 18 : Evolution de l'adéquation en vitamines liposolubles à différents niveaux du SDA	94

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 01 : Composantes du MDS (Trichopouou <i>et al.</i> , 1995)	13
Tableau 02 : Composantes du HDI (Huijbregts <i>et al.</i> , 1997)	13
Tableau 03 : Composantes du DQI-I avec le score total et le détail des points accordés par catégorie (Kim <i>et al.</i> , 2003 ; Mariscal-Arcas <i>et al.</i> , 2007)	15
Tableau 04 : Apports nutritionnels conseillés pour les adolescents français (Beaufrère <i>et al.</i> , 2001)	30
Tableau 05 : Composantes du SDA (groupes et principe de notation)	49
Tableau 06 : Score de classification socio-économique Karoune <i>et al.</i> (2008)	52
Tableau 07 : Effectifs des élèves enquêtés	56
Tableau 08 : Effectifs des adolescents selon l'âge	57
Tableau 09 : Etat staturo-pondéral des adolescents selon le genre (OMS, 2007)	58
Tableau 10 : Niveau socio économique des adolescents selon le genre	58
Tableau 11 : Comparaison des valeurs moyennes du SDA selon les classes d'âge, le genre, l'état staturo-pondéral et le NSE	59
Tableau 12 : Comparaison des valeurs moyennes du MAR selon les classes d'âge, le genre, l'état staturo-pondéral et le NSE	60
Tableau 13 : Couverture de l'AET par rapport aux ANC (Beaufrère <i>et al.</i> , 2001) selon le genre et les classes d'âge	61
Tableau 14 : Apports journaliers moyens en protéines, lipides et fibres (ET) et degrés de couverture par rapport aux ANC selon le genre et les classes d'âge	
Tableau 15 : Apports journaliers moyens en sucres simples et cholestérol (ET) et degrés de couverture par rapport aux ANC selon le genre et les classes d'âge	
Tableau 16 : Apports journaliers moyens (ET) et degrés de couverture en minéraux par rapport aux ANC* selon le genre et les classes d'âge	
Tableau 17 : Apports journaliers moyens (ET) et degrés de couverture en vitamines hydrosolubles par rapport aux ANC selon le genre et les classes d'âge	66
Tableau 18 : Apports journaliers moyens (ET) et degrés de couverture en vitamines liposolubles par rapport aux ANC selon le genre et les classes d'âge	
Tableau 19 : Distribution des adolescents selon leur SDA en fonction de l'âge, du genre, de l'état staturo-pondéral et du NSE	69
Tableau 20 : Distribution des adolescents en fonction de la consommation des groupes d'aliments selon les classes du SDA	70
Tableau 21 : Distribution des adolescents en fonction de la consommation des groupes d'aliments selon le genre	72
Tableau 22 : Consommation des groupes d'aliments selon les groupes d'âge	73
Tableau 23 : Consommation des groupes d'aliments selon l'état staturo-pondéral	74
Tableau 24 : Consommation des groupes d'aliments selon le niveau socio-économique	75

Tableau 25 : Valeurs moyennes du MAR et des NARs pour la population totale	77
Tableau 26 : Valeurs moyennes du MAR et des NARs selon le genre	78
Tableau 27 : Valeurs moyennes du MAR et des NARs selon les classes d'âge	79
Tableau 28 : Valeurs moyennes du MAR et des NARs selon l'état staturo pondéral	80
Tableau 29 : Valeurs moyennes du MAR et des NARs selon Le NSE	81
Tableau 30 : Valeurs moyennes du MAR et des NARs selon les classes du SDA	83

INTRODUCTION

INTRODUCTION

Il est difficile de donner une définition précise de l'adolescence. Chaque personne vit cette période différemment en fonction de sa maturité physique, émotionnelle et cognitive, ainsi que d'autres facteurs. Bien qu'il n'existe pas de définition reconnue sur le plan international, l'OMS définit les adolescents comme les personnes âgées de 10 à 19 ans, c'est-à-dire qui se trouvent dans la deuxième décennie de leur vie (**OMS, 2017b**). L'adolescence représente, donc, une période de transition critique dans la vie et se caractérise par un rythme important de croissance et de changements qui n'est supérieur que pendant la petite enfance. Les processus biologiques conditionnent de nombreux aspects de cette croissance et de ce développement et l'apparition de la puberté marquant le passage de l'enfance à l'adolescence. Aujourd'hui, elle requiert une attention particulière. Cela n'a pas toujours été le cas dans l'histoire de l'humanité (**UNICEF, 2011**).

En 2017, l'OMS recense 1,2 milliard d'adolescents, soit 20 % de la population mondiale totale. L'Afrique dispose d'une population adolescente qui se développe beaucoup plus rapidement que celle de l'Asie et de l'Amérique latine. La population de ces pays du Sud est très jeune. En 2020, 36 % de celle-ci sera âgée de moins de 20 ans contre uniquement 20 % dans les pays du Nord (**OMS, 2017a**). En Algérie, les 10-19 ans représentent 15,3% (dont 51,1% de filles) de la population totale, soit 6 122 372 adolescents en 2015 (**ONS, 2015**).

La croissance et le développement des adolescents sont influencés par l'alimentation. Néanmoins, à cet âge, ils ont les besoins les plus élevés comparativement aux autres groupes de population. En effet, 45 % de leur développement squelettique aura lieu pendant cette période et ils vont acquérir 15 à 25 % de leur taille adulte (**Potier De Courcy et al., 2003**). Il est aujourd'hui reconnu que cette phase qui marque la transition entre générations, est la plus influencée par les médias et les tendances (**OMS, 2014**).

Les adolescents cumulent une certaine confusion entre une alimentation moderne qui a un charme social identitaire et une alimentation traditionnelle qui fait partie de leur identité culturelle (**CIHEAM/OMS, 2015**). Dans le bassin méditerranéen, les études réalisées sur l'alimentation ont révélé des tendances défavorables des habitudes alimentaires caractérisées par une forte consommation des lipides saturés et une faible consommation des fruits et légumes (**De Andrade et al., 2016**).

Avec l'âge, l'adolescent s'écarte progressivement des habitudes alimentaires acquises au sein du milieu familial et perd le contrôle sur ses choix alimentaires. La qualité de son alimentation est donc une occasion renouvelée pour forger de bonnes habitudes qui pourraient perdurer jusqu'à l'âge adulte (**Camirand, 2011**).

Une raison majeure pour faire le focus sur l'alimentation des adolescents est de casser un anneau du cercle vicieux des problèmes nutritionnels liés aux pratiques alimentaires qui se transmet de génération en génération. C'est à cette phase qu'il faut prévenir des comportements malsains pour des individus qui vont devenir dans quelques années des pères et des mères capables de procréer dans de meilleures conditions. En effet, l'UNICEF a confirmé que 70% des décès adultes, suite à des maladies non transmissibles, sont liés à des facteurs de risque qui commencent à l'adolescence (**UNICEF, 2015**).

En Algérie, certaines études ont montré que les adolescents, comme leurs pairs dans les pays développés ou en développement, cumulent des comportements alimentaires à risque pour leur santé (**Mekhancha et al., 2007 ; Allam et al., 2010 ; Sayed et al., 2014 ; Karoune et Dahel-Mekhancha, 2015 ; Dahel-Mekhancha et al., 2016**). Néanmoins ces travaux se sont contentés de l'étude des habitudes alimentaires ou des apports nutritionnels bruts. Jusqu'à aujourd'hui, aucune étude sur l'utilisation des scores nutritionnels pour l'évaluation de la qualité de l'alimentation des adolescents algériens, n'a été publiée.

Une alimentation capable de participer à la prévention des maladies non transmissibles doit répondre à des critères de diversité et d'équilibre en termes de quantité mais aussi de qualité. L'analyse des consommations alimentaires a été récemment utilisée comme approche complémentaire et alternative pour l'étude des relations entre l'alimentation et les maladies non transmissibles (**De Andrade et al., 2016**). La diversité de l'alimentation est une composante essentielle dans la mesure qualitative de la consommation alimentaire. Elle ne représente pas un nouveau concept, mais sa pratique est plus récente, au moins dans les pays en développement. Elle peut être évaluée par des scores simples définis par le nombre d'aliments ou de groupes d'aliments consommés au cours d'une période de temps. Beaucoup de travaux scientifiques ont prouvé l'efficacité des scores de diversité alimentaire pour évaluer l'adéquation de l'alimentation avec les recommandations nutritionnelles en terme de nutriments (**Mirmiran et al., 2004 ; Torheim et al., 2004 Savy, 2006 ; Serra-Majem et al., 2006 ; Duran-Perrin, 2007 ; Acham et al., 2012 ; Vakili et al., 2013 ; Habte and Krawinkel, 2016 ; Singh et al., 2016**).

La recherche a mis en évidence une relation positive entre la diversité alimentaire et l'état nutritionnel, la croissance, les facteurs socioculturels et l'alimentation des enfants et adolescents dans les pays en développement (**Kennedy *et al.*, 2013**).

L'utilisation des scores de diversité alimentaire a connu beaucoup de succès dans les pays en développement après plusieurs efforts d'harmonisation de leurs méthodes de calcul (**Kennedy *et al.*, 2013**). C'est dans ce contexte que nous avons mené cette étude dans le but d'évaluer la qualité de l'alimentation des adolescents algériens. Nous avons appliqué une méthodologie standardisée par la FAO. Notre réflexion avait pour optique de caractériser l'alimentation des adolescents algériens par des outils standardisés et déjà utilisés dans d'autres pays pour comparer et situer leur alimentation par rapport à celle de leurs pairs.

L'objectif principal de notre étude est donc d'évaluer la qualité de l'alimentation des adolescents de la Commune de Constantine par le calcul d'un score de diversité alimentaire (SDA) et d'un indice d'adéquation aux apports nutritionnels conseillés (MAR).

Les objectifs secondaires sont :

- Décrire les adolescents et leur alimentation par l'évaluation de leurs apports nutritionnels bruts en énergie et en 16 nutriments ;
- Evaluer l'adéquation nutritionnelle de leur ration avec les apports nutritionnels conseillés ;
- Etudier la corrélation des indices calculés avec 4 facteurs associés à la qualité de l'alimentation : genre, âge, état staturo-pondéral et niveau socio-économique.

**SYNTHESE
BIBLIOGRAPHIQUE**

CHAPITRE I : TYPOLOGIES ALIMENTAIRES POUR L'ÉVALUATION DE LA QUALITÉ DE L'ALIMENTATION

I.1. ÉVALUATION DE LA CONSOMMATION ALIMENTAIRE

Les approches de mesure de la consommation alimentaire ont beaucoup évolué au cours du temps, notamment au fur et à mesure de l'avancée des connaissances scientifiques (**Savy, 2006**). La découverte des macro et micronutriments et la compréhension de leurs rôles spécifiques ont fortement influencé les protocoles et méthodes de mesures utilisés. De nombreuses interactions entre différents nutriments ont été mises en évidence, même si très peu d'entre elles ont pu être quantifiées à ce jour (**Hu, 2002**).

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 (**Duran-Perrin, 2007**).

Pour cette raison, il est souvent difficile de séparer les effets spécifiques de nutriments ou d'aliments, malgré la pratique courante d'examiner le rôle des nutriments ou des aliments dans l'apparition des maladies. Tous ces éléments incitent à une évaluation globale des comportements alimentaires qui doit passer à une estimation qualitative qui s'intéresse aux aliments consommés simultanément (**Etiévant *et al.*, 2010**).

La publication des résultats de deux grands essais d'intervention nutritionnelle : l'essai DASH (Dietary Approaches to Stop Hypertension) et la Lyon Diet Heart Study, qui examinent l'effet de la diète méditerranéenne sur la survie et le risque d'apparition des cancers a confirmé l'importance et les effets bénéfiques d'une modification des comportements alimentaires surtout à risque pour la santé. Les résultats de ces études ont renforcé l'intérêt porté à l'étude de l'alimentation dans sa globalité à travers les Typologies Alimentaires (TA) (**Jacques and**

Tucker, 2001). D'après certains auteurs (**Hu, 2002, Hoffmann et al., 2004 ; Cespedes and Hu, 2015**), l'étude des TA serait plus appropriée à l'analyse des relations entre l'alimentation et l'apparition des maladies chroniques.

En effet, la prévention de ces maladies passerait 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 économiques ou environnementaux (**Estaquio Dos Santos Pires, 2011**).

Depuis plusieurs années, on observe un intérêt croissant de l'usage des TA en épidémiologie nutritionnelle. Une telle approche peut être particulièrement pertinente, vu la complexité et la diversité des données alimentaires (**Kant, 1996 ; Hu, 2002**).

I.2. TYPOLOGIE ALIMENTAIRE

Les méthodes de mesure quantitative de la consommation alimentaire sont longues, coûteuses et difficiles à mettre en œuvre. Depuis quelques années, plusieurs méthodes d'évaluation qualitative de cette consommation, à l'aide d'outils simples, ont donc été proposées.

Dans ce contexte, certains travaux (**De Bourdeaudhuij et Van Oost, 1999 ; Gillman et al., 2002**) ont souligné l'intérêt de considérer l'alimentation dans son ensemble en identifiant des TA, dont l'objet est l'évaluation de profils de consommation alimentaire. Une typologie est une démarche méthodique consistant à définir ou étudier un ensemble de types, afin de faciliter l'analyse, la classification et l'étude de réalités complexes. Par extension, le terme typologie désigne parfois la liste des types propres à un domaine d'étude. Le terme doit alors s'employer au singulier : la typologie détaille un ensemble de types (**Estaquio Dos Santos Pires, 2011**).

I.3. INTÉRÊT DES TYPOLOGIES ALIMENTAIRES

L'application des méthodes épidémiologiques à la nutrition est compliquée en raison de l'interdépendance importante des nutriments au sein d'un même aliment (**Jacques and Tucker, 2001**). Lorsqu'il s'agit d'évaluer les facteurs nutritionnels intervenant dans l'installation des pathologies chroniques, l'attention peut se porter sur deux niveaux (**Buyck, 2009**) :

- A l'échelle du nutriment ;
- A l'échelle des groupes alimentaires.

A ces deux échelles, une des difficultés majeures d'interprétation des données réside dans le fait qu'un régime alimentaire ne peut être considéré comme une simple addition d'apports en

divers nutriments ou aliments, mais plutôt comme une combinaison complexe de ceux-ci où de nombreuses interrelations entrent en jeu, parfois synergiques, parfois antagonistes, et tantôt bénéfiques pour la santé, tantôt néfastes. Mettre en relation chacun de ces apports avec l'état de santé d'une population, en vue d'établir des recommandations nutritionnelles, peut alors s'avérer complexe, et parfois hasardeux (**Estaquio Dos Santos Pires, 2011**).

Les typologies du comportement alimentaire permettent de contourner en partie ces difficultés. En effet, ces méthodes d'analyse ont, pour principe, de résumer la masse d'informations apportée par toutes les composantes du comportement alimentaire en quelques indicateurs synthétiques plus à même d'être mis en relation avec la survenue ou non de pathologies (**Hu, 2002 ; Clarys, 2013 ; Cespeds and Hu, 2015**). De plus, les renseignements fournis par ces typologies s'avèrent très utiles dans le cadre de campagnes de prévention nutritionnelle, qui, pour être efficaces, doivent être les plus ciblées possibles vers les groupes de populations identifiés comme présentant un comportement préjudiciable pour leur santé.

La connaissance de ce type de données peut être particulièrement utile pour l'adaptation de futures campagnes de prévention nutritionnelle régionales ou nationales. Les TA 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 (**Duran-Perrin, 2007**).

Les recommandations actuelles concernant la prévention des maladies cardiovasculaires et des cancers s'inspirent d'ailleurs largement des TA. Ce point est d'autant plus essentiel que l'alimentation est un phénomène sur lequel les possibilités d'intervention existent en termes de santé publique et de prévention (**Estaquio Dos Santos Pires, 2011**).

I.4. METHODES DE DETERMINATION DES TYPOLOGIES ALIMENTAIRES

Les recherches relatives à l'étude de l'alimentation dans son ensemble se sont développées dans trois directions principales (**Etiévant *et al.*, 2010**) :

1- L'exploration des combinaisons "naturelles" d'aliments à partir de l'observation des consommations alimentaires dans la population. Des méthodes statistiques mesurent les corrélations entre les consommations de groupes d'aliments et identifient des typologies dont les relations avec l'état de santé peuvent être évaluées secondairement.

2- La mesure de l'adéquation des consommations alimentaires à des référentiels « santé », « variété », « régional », « culturel »...

3- L'étude de certaines pratiques alimentaires particulières, telles que le fractionnement des repas (fréquence, grignotage, collations), la taille des portions, le végétarisme...

Ces approches sont souvent déclinées en deux catégories (**Aubin et al., 2011**) :

1- La typologie analytique ou les méthodes *a posteriori* (théoriques ou empiriques) qui extraient l'information à partir des données collectives, *via* une modélisation statistique (**Schulze et al., 2001 ; Hu, 2002**), la méthode statistique la plus souvent utilisée étant l'analyse factorielle (**Moeller et al., 2006, Newby et al., 2004**) ;

2- La typologie comparative ou les méthodes *a priori* permettent l'établissement de scores sur la base des recommandations de santé publique et des connaissances épidémiologiques existantes (**Waijers et al., 2007 ; McNaughton et al., 2008 ; Kourlaba et Panagiotakos., 2009**). Elles regardent la distance entre des comportements alimentaires et des recommandations définies *a priori*.

I.4.1. Typologie analytique : méthodes *a posteriori*

Il s'agit d'une approche méthodologique qui consiste à mettre en évidence des combinaisons « spontanées » d'aliments dans des enquêtes en population générale. Des méthodes statistiques mesurent les corrélations entre les consommations de groupes d'aliments et identifient *a posteriori* des typologies de consommations, dont les relations avec l'état de santé peuvent être évaluées secondairement. Cette approche repose sur des techniques d'analyse statistique multidimensionnelle permettant de définir empiriquement des typologies alimentaires qui extraient l'information à partir des données collectives, *via* une modélisation statistique (**Schulze et al., 2001 ; Hu, 2002**). Les méthodes les plus couramment utilisées sont : l'analyse en composantes principales, l'analyse factorielle au sens strict et l'analyse en cluster ou partition. L'analyse des correspondances multiples a parfois été également utilisée. L'objectif de l'analyse en composantes principales et de l'analyse factorielle est d'identifier un nombre réduit de *patterns*, à partir d'un large jeu de données corrélées, facilement interprétables et non corrélés entre eux (**Kesse, 2010**).

a) Analyses factorielles et en clusters

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. Les membres d'un cluster ont des comportements alimentaires proches qui les distinguent des membres des autres clusters (**Hu et al., 2000**).

La dénomination des typologies dérivés de l'analyse factorielle est souvent fonction de la variable ayant les coordonnées factorielles 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, hyper énergétique, etc.). 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 (raffinée, satiétogène, etc.) ou à la description culturelle ou géographique de l'alimentation : traditionnelle, cosmopolite, méditerranéenne, etc. La typologie prudente (*prudent pattern*), indiquant une faible consommation de graisses et une forte consommation de fruits, légumes et céréales complètes. La typologie occidentale (*western pattern*), caractérisée par une forte consommation de graisses, de viandes et de céréales raffinées, ont été documentées en 1998 (**Slattery et al., 1998**). 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 (**Kesse, 2010**) et la Nurses' Health Study (**Fung et al., 2001**), ayant servi à la rédaction de nombreux articles consacrés aux TA (**Duran-Perrin, 2007**).

b) Limites des analyses factorielles et en cluster

Les principales limites des analyses factorielles et en cluster tiennent aux décisions subjectives requises à chaque étape de la procédure concernant (**Martinez et al., 1998**) :

- Le nombre de variables à introduire dans l'analyse ;
- Le nombre de facteurs à extraire ;
- La labellisation des facteurs en vue de leur interprétation.

La subjectivité inhérente aux analyses factorielles et en cluster explique la difficulté de reproductibilité des résultats de ce type d'analyse et peut rendre délicate l'interprétation de leurs résultats en terme de recommandations nutritionnelles (**Duran-Perrin, 2007**).

I.4.2. Typologie comparative : Les méthodes *a priori*

Ces méthodes ont pour objectif de proposer des indices de qualité et de variété de l'alimentation ou encore des scores d'adéquation à des recommandations nutritionnelles ou à un type d'alimentation tel que le régime de type méditerranéen. La construction de ces scores repose sur

des connaissances ou hypothèses scientifiques dans le domaine de la nutrition, ce qui leur confère ce caractère *a priori* ou « *knowledge-based* » (**Kesse, 2010**). La valeur maximale (ou minimale) du score décrit l'alimentation « idéale » ainsi conceptualisée sur la base des meilleures preuves scientifiques disponibles (**Duran-Perrin, 2007**). Une revue de littérature a fait état d'une vingtaine de scores existants, dont beaucoup sont dérivés de quatre scores principaux (**Aubin et al., 2011 ; Waijers et al., 2007**) :

- Le Diet Quality Index (DQI) élaboré par Patterson en 1994 ;
- Le Healthy Eating Index (HEI) élaboré par Kennedy en 1995 ;
- Le Mediterranean Diet Score (MDS) élaboré par Trichopoulou en 1995.
- Le Healthy Diet Indicator (HDI) élaboré par Huijbregt en 1997.

Les composantes de ces scores sont basées sur les consommations d'aliments ou de groupes d'aliments, les apports en nutriments, voire d'autres indicateurs tels que des indices de variété alimentaire, la prise de compléments alimentaires ou l'activité physique (**Fransen et al., 2008**). Parfois, l'exploration des habitudes alimentaires par ces indices tend vers des comportements particuliers (grignotage, restauration hors foyer, taille des portions alimentaires, consommation accrue de boissons sucrées). Ces indices ont été largement utilisés dans le monde (**Schwerin et al., 1981, Kim et al., 2003 ; Kourlaba et Panagiotakos, 2009 ; Rumawas et al., 2009 ; Kranz et McCabe, 2013**).

1.5. LIMITES DES TYPOLOGIES ALIMENTAIRES

Les TA permettent d'explorer les relations entre l'alimentation considérée dans son ensemble et la santé. Cette approche permet de décrire les habitudes alimentaires d'une manière globale, et leurs relations avec la santé. L'interprétation des résultats présente les mêmes difficultés que celles liées à l'étude des aliments ou nutriments isolément. La qualité de cette recherche dépend aussi des capacités à identifier précisément des TA, or la construction de ces typologies comporte une subjectivité, notamment en ce qui concerne le choix des données source, leur regroupement en variables alimentaires et l'interprétation des caractéristiques.

Cette subjectivité transparaît dans le nom qualifiant le régime type : prudent, occidental, méditerranéen..., qui renvoie aux hypothèses privilégiées par l'investigateur (**Esnouf et al., 2011**).

L'interprétation des résultats est aussi limitée par la qualité du recueil des données alimentaires dans les enquêtes d'envergure en population générale et par la durée du suivi qui doit être suffisamment longue pour obtenir une puissance statistique satisfaisante au regard des effets

attendus. La part de la variance des consommations alimentaires expliquée par les typologies est dans la plupart des études relativement faible (**Etievant *et al.*, 2010**). Au-delà des variables nutritionnelles, des facteurs sociaux, économiques, psychologiques peuvent brouiller, en effet, l'interprétation des relations causales entre l'alimentation et l'état de santé (**Duran-Perrin, 2007**).

CHAPITRE II : SCORES ET INDICES NUTRITIONNELS

II.1. INTRODUCTION

La quantification de l'adhésion d'une population aux recommandations nutritionnelles de santé publique était pendant longtemps localisée essentiellement aux Etats-Unis. Leur utilisation s'est progressivement généralisée partout dans le monde. En effet, depuis quelques années, de nombreux articles ont été consacrés aux scores nutritionnels *a priori* qu'ils soient basés sur des recommandations de santé publique ou s'intéressant à la diversité alimentaire. (**Estaquio Dos Santos Pires, 2011**). Le nombre important de scores définis à travers le monde montre que les messages de santé publique sont perçus et exprimés différemment. Au sein d'un même pays (comme c'est le cas aux Etats-Unis), plusieurs scores peuvent être identifiés et utilisés pour différents objectifs alors que les recommandations nutritionnelles sont les mêmes. Les issues clés pour la conception d'un score évaluant la qualité de l'alimentation sont (**Waijers *et al.*, 2007**) :

- Choix des composantes à inclure ;
- Affectation des aliments dans des groupes et sous groupes d'aliments ;
- Choix des seuils de notation ;
- Quantification exacte des différentes composantes probables ;
- Ajustement (ou non) aux apports énergétiques ;
- Décision sur la contribution relative de chaque composante dans le score total.

II. 2. INDICES BASES SUR LES RECOMMANDATIONS NUTRITIONNELLES

Un examen des indices de la qualité globale de l'alimentation a été publié par **Kant (2004)**. Néanmoins, Peu d'attention a été portée à leur composition réelle, les différences (et similitudes) entre les différents indices, et les nombreux choix dans la création d'une partition. Plus tard, une revue de littérature sur les indices prédéfinis de la qualité alimentaire a été publiée (**Waijers *et al.*, 2007**).

La revue a examiné de façon critique 20 scores prédéfinis dérivés de 4 scores originaux. Ces derniers étaient validés et largement appliqués. Il s'agit de :

- Healthy Eating Index (HEI, Kennedy *et al.*, 1995) ;
- Mediterranean Diet Score (MDS, Trichopoulou *et al.*, 1995) ;
- Healthy Diet Indicator (HDI, Huijbregt *et al.*, 1997);
- Diet Quality Index (DQI ; Patterson *et al.*, 1994).

II.2.1. Healthy Eating Index

Le Healthy Eating Index (HEI) a été développé par le U.S. *Department of Health and Human Services* et le U.S. *Department of Agriculture* pour mesurer l'adéquation de l'alimentation des américains aux recommandations nutritionnelles de *Dietary Guidelines for Americans*. Le HEI a été défini par Kennedy *et al.* en 1995. L'HEI est un indice allant de zéro à 100 basé sur dix composantes individuelles. Les cinq premières composantes correspondent aux cinq principaux groupes d'aliments de la US Food Guide Pyramid, tandis que les cinq composantes restantes (six à dix) sont basées sur les aspects des directives diététiques. La variété est une des 10 composantes de l'HEI (USDA, 1995 ; Guenther *et al.*, 2007). Le HEI a été révisé et complété en 2005 par Guenther *et al.* (2007).

II.2.2. Mediterranean Diet Score

L'étude des 7 pays (Italie, Grèce, Yougoslavie, Finlande, Pays bas, Japon, Etats-Unis) a montré que le taux de mortalité par maladies coronaires est plus faible en Méditerranée. Après la publication de ces résultats, la diète méditerranéenne devient un modèle de référence de l'alimentation équilibrée (Trichopoulou *et al.*, 2003). Le Mediterranean Diet Score (MDS) est un score qui a pour objectif d'évaluer l'adhésion au régime méditerranéen. Il a été développé par Trichopoulou *et al.* (1995). Il est basé sur une notation indiquant l'adhésion à ce régime jugé compatible avec un bon état de santé. Une forte consommation des aliments méditerranéens (Tableau 1) : céréales, légumineuses, fruits, légumes, huile d'olive et poissons a été marquée positive « 1 » et une forte consommation des aliments non-méditerranéens : les produits laitiers et la viande a été marquée négative « 0 ». Le score s'étend de 0 à 9, plus le score est élevé, plus la consommation alimentaire du sujet est conforme à un régime méditerranéen traditionnel.

Le MDS a été conçu pour évaluer la relation entre l'adhésion au régime méditerranéen et la mortalité totale, ainsi que la mortalité due aux maladies coronariennes et au cancer, avec ajustement pour l'âge, le sexe, l'indice de masse corporelle, le niveau d'activité physique et d'autres facteurs de confusion potentiels (Trichopoulou *et al.*, 1995 ; Trichopoulou *et al.*, 2003 ; Benetou *et al.*, 2008). Le MDS a été repris et adapté par plusieurs études selon des objectifs différents (Serra-Majem *et al.*, 2004 ; Sahingoz et Sanlier, 2011 ; Yang *et al.* 2014 ; Santomauro *et al.*, 2014 ; Grosso et Galvano, 2016). En effet, le régime méditerranéen fait l'objet de plus d'attention ces dernières années vu sa corrélation prouvée avec une diminution de l'incidence des maladies cardio-vasculaires et de plusieurs types de cancer (Waijers *et al.*,

2007). Ce régime est caractéristique de l'alimentation traditionnelle de la plupart des populations du bassin de la méditerranée (**Figure 1**).

Tableau 1 : Composantes du MDS (Trichopouou *et al.*, 1995)

Nutrient or food group	Scoring	
MUFA : SFA	> median	1 (else: 0)
Legumes	> median	1 (else: 0)
Cereals	> median	1 (else: 0)
Fruits and nuts	> median	1 (else: 0)
Vegetables	> median	1 (else: 0)
Meat and meat products	≤ median	1 (else: 0)
Milk and dairy products	< median	1 (else: 0)
Alcohol	< median	1 (else: 0)

MUFA:SFA : Mono Unsaturated Fatty Acid : Saturated Fatty Acid ratio

II.2.3. Healthy Diet Indicator

Le Healthy Diet Indicator (HDI) a été développé en 1997 par Huijbregts *et al.* Il repose sur les recommandations alimentaires de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) publiées en 1990 pour la prévention des maladies chroniques (**Tableau 2**). Le HDI a servi pour l'étude de la relation entre l'alimentation et la mortalité toutes causes confondues pendant 20 ans de suivi d'un échantillon représentatif de trois différents pays de l'Europe : Finlande, Italie et Pays-Bas. Le HDI était significativement lié à la diminution de la prévalence des maladies chroniques notamment le cancer (**Huijbregts *et al.*, 1997 ; Berentzen *et al.*, 2013 ; Jankovic *et al.*, 2015**).

Tableau 2 : Composantes du HDI* (Huijbregts *et al.*, 1997)

Nutrient or food group (daily intake)	Dichotomous value	
	1	0
Saturated fatty acids	0-10	>10
Polyunsaturated fatty acids	3-7	<3 or >7
Protein	10-15	<10 or >15
Complex carbohydrates	50-70	<50 or >70
Dietary fibre (g)	27-40	<27 or >40
Fruits and vegetables (g)	>400	<400
Pulses, nuts, seeds (g)	>30	<30
Monosaccharides and disaccharides	0-10	>10
Cholesterol (mg)	0-300	>300

* Les valeurs sont en pourcentage de l'apport énergétique total, le cas échéant, précision apportée

III.2.4. Diet Quality Index International

Le Diet Quality Index (DQI) original a été développé pour les Américains en tant que mesure composite de la qualité de l'alimentation et de sa relation avec les maladies chroniques (**Patterson et al., 1994**). En 1999, le DQI a été révisé (DQI-R) afin de refléter les nouvelles orientations alimentaires données par le *Dietary Guidelines for Americans* en 1995 et de mettre en place d'autres aspects plus intéressants pour l'évaluation de la qualité du régime alimentaire.

Le DQI-R a introduit les notions de modération, variété et proportionnalité sur une notation globale de 100 points. Le score le plus élevé indique une qualité supérieure du régime (**Haines et al., 1999**). En 2003, le DQI-I (International) a été développé et adapté pour les études de comparaison au niveau international (**Kim et al., 2003**). Cependant, il a été suggéré que le DQI-I doit être basé sur une notation plus conforme aux américains puisqu'il se base sur les recommandations nutritionnelles des États-Unis. Par conséquent, les résultats d'utilisation du DQI-I doivent être interprétés avec prudence dans d'autres pays où les recommandations diététiques sont en fonction des habitudes alimentaires existantes qui sont différentes de ceux des États-Unis (**Tur et al., 2005, Florence et al., 2008**).

Le DQI-I s'intéresse à 4 aspects pour une alimentation de bonne qualité pour une meilleure santé : La variété, l'adéquation, la modération et l'équilibre global de la ration. Il couvre les préoccupations nutritionnelles des pays développés et en voie de développement. Les habitudes alimentaires sont susceptibles d'être plus hétérogènes au niveau mondial que les habitudes de consommation d'éléments nutritifs. Par conséquent, le DQI-I intègre à la fois des éléments nutritifs et des aliments dans l'évaluation fournissant ainsi un moyen pour mieux décrire les disparités de la consommation alimentaire d'un pays à l'autre (**Kim et al., 2003**).

Quatre composantes ont été retenues pour la définition du DQI-I : la variété, l'adéquation, la modération et l'équilibre global de la ration. Ces quatre aspects de l'alimentation ont été retenus pour la définition du DQI-I puisqu'ils représentent ceux sur lesquels insistent les recommandations nutritionnelles à travers le monde. Sous chacune de ces catégories, il y'a des composantes spécifiques à évaluer (**Kim et al., 2003**).

La notion d'un seul score de qualité alimentaire pour les comparaisons entre pays est problématique. Il est bien connu que les recommandations diététiques devraient être fondées sur les habitudes alimentaires en vigueur dans une population afin d'être pertinentes et adaptées à cette population spécifique (**Tur et al., 2005**). Pour cette raison, le DQI-I a fait l'objet de plusieurs approches d'adaptation. Le DQI-I a été adapté pour évaluer la qualité du régime

méditerranéen (Tur *et al.*, 2005 ; Mariscal-Arcas *et al.*, 2007) et de l'alimentation de différents groupes de populations (Jaime *et al.*, 2010 ; Vyncke *et al.*, 2012 ; Kranz et McCabe, 2013).

Tableau 3 : Composantes du DQI-I avec le score total et le détail des points accordés pas catégorie (Kim *et al.*, 2003 ; Mariscal-Arcas *et al.*, 2007)

Diet Quality Index (DQI) ¹		
Patterson <i>et al.</i> , 1994 (77)		
Component	Scoring	
Total fat	<30 E%	0
	30-40 E%	1
	>40 E%	2
SFA	<10 E%	0
	10-13 E%	1
	>13 E%	2
Cholesterol	<300 mg	0
	300-400 mg	1
	>400 mg	2
Fruit and vegetables	5+ servings	0
	3-4 servings	1
	0-2 servings	2
Complex carbohydrates	6+ servings	0
	4-5 servings	1
	0-3 servings	2
Protein	≤100% RDA	0
	100-150% RDA	1
	>150% RDA	2
Sodium	<2,400 mg	0
	2,400-3,400 mg	1
	>3,400 mg	2
Calcium	⇒RDA	0
	2/3 RDA	1
	≤2/3 RDA	2

¹ based on US recommendations from 'Diet and Health', National Research Council. Committee on Diet and Health, 1989 (68)

II.3. INDICES BASES SUR LA DIVERSITE ET LA VARIETE DE L'ALIMENTATION

II.3.1. Définition et signification

Les régimes sains sont censés être ceux qui ont la plus grande diversité et variété. Cette diversité encourage la biodiversité et la durabilité et permet une bonne adéquation aux recommandations nutritionnelles. Elle minimise aussi les conséquences néfastes de l'alimentation sur la santé et réduit ainsi la prévalence du cancer, des maladies cardiovasculaires et d'autres maladies

chroniques. La diversité ou variété alimentaire est une mesure qualitative de la consommation alimentaire qui rend compte de la variété des aliments auxquels les individus ou les ménages ont accès. Elle peut être évaluée par simple questionnaire (**Ruel, 2002 ; FAO, 2007**).

Dans les pays en voie de développement, la diversité représente un moyen efficace pour l'évaluation de la sécurité alimentaire et de la disponibilité des aliments. Elle constitue au niveau individuel une mesure approchée de l'adéquation nutritionnelle du régime alimentaire. Le questionnaire d'évaluation de la diversité alimentaire est un outil d'évaluation peu coûteux, rapide et facile à mettre en œuvre. Le calcul des scores et l'analyse des données de diversité alimentaire ne présentent aucune difficulté. Les scores de diversité alimentaire sont simples, pratiques et facilement applicables à la population étudiée (**Torheim et al., 2003 ; Kennedy et al., 2013**).

Les avis concernant le choix de calculer les indices de diversité à partir des aliments (SDA : Score de Diversité Alimentaire) ou des groupes d'aliments (SVA : Score de Variété Alimentaire) consommés sont partagés. Les études réalisées au Mali (**Hatloy et al., 1998 et Torheim et al., 2003**) utilisant les deux scores ont prouvé, après validation, que les deux indices peuvent refléter correctement la qualité du régime alimentaire en terme de couverture en micronutriments chez les enfants et les adolescents. Néanmoins, la deuxième étude a confirmé que les SDA sont plus prédictifs de l'adéquation. En plus, ces derniers sont plus simples et plus faciles à appliquer sur de grandes populations. **Ruel (2002)** dans sa revue bibliographique a conclu que des études de validations de ces indices sont encore nécessaires pour confirmer lequel des deux indices est le mieux adapté pour évaluer l'adéquation nutritionnelle. Il se dégage néanmoins une tendance en faveur de la diversité alimentaire basée sur des groupes d'aliments.

II.3.2. Méthodes de détermination des SDA/SVA

Pour le calcul des scores de diversité alimentaire, l'alimentation doit être décrite avec précision pendant une période de référence. Pour cela, deux techniques d'enquête peuvent être utilisées : le questionnaire de fréquence alimentaire et le rappel des dernières 24 heures. Chacune des deux techniques a ses propres erreurs de mesure. Tout d'abord, la mémoire des individus est fortement sollicitée dans un rappel de 24 heures et dans un questionnaire de fréquence sur les 15 derniers jours, alors qu'elle ne l'est pas dans un enregistrement de 7 jours. Par conséquent, les oublis sont relativement fréquents lors des méthodes de rappel et peuvent affecter différemment les aliments (**ANSES, 2012**). A l'inverse, le comportement du sujet enquêté peut être modifié dans le cadre d'un enregistrement de l'alimentation alors qu'il ne l'est pas dans la méthode par rappel. Le sujet

amené à remplir le semainier au jour le jour va avoir tendance à éliminer de ses consommations les aliments ayant une image diététique négative et inversement favoriser ceux bénéficiant d'une connotation positive. Là encore, la sous-estimation ne va pas concerner tous les aliments : les légumes, par exemple, ne sont généralement pas concernés, contrairement aux aliments riches en graisses et en glucides simples. Les erreurs et les biais éventuels de déclaration diffèrent aussi d'une enquête à l'autre (**Savy, 2006 ; Kennedy *et al.*, 2013**).

Avant de calculer un SDA, les groupes d'aliments à inclure sont définis d'une manière compatible avec les habitudes et les pratiques alimentaires de la population étudiée. Les apports en nutriments sont calculés en utilisant des tables de composition nutritionnelle des aliments. La classification la plus utilisée est celle de la FAO (sucre et dérivés, corps gras, œufs, lait et produits laitiers, viandes, poissons et fruits de mer, fruits, légumes, légumes feuilles, légumineuses, racines et tubercules et boissons et divers condiments) qui est basée sur l'origine botanique et zoologique des aliments et leur composition nutritionnelle (**Torres, 2012**).

Le SDA est, ensuite, calculé par un simple décompte des groupes d'aliments qu'un ménage ou une personne a consommé au cours d'une période précédant l'entretien. Le nombre de groupes d'aliment consommés reflète le degré de diversité de la ration alimentaire. (**Kant, 1996 ; Hatloy *et al.*, 1998 ; Torheim *et al.*, 2003 ; FAO, 2007 ; Kennedy *et al.*, 2013**).

Au niveau du ménage, le SDA mesure l'accès aux aliments (**Kennedy *et al.*, 2013**). Au niveau de l'individu, différentes études ont montré une relation positive et significative entre l'apport énergétique et le SDA chez les enfants, les adolescents et les femmes en âge de procréer (**Torheim *et al.*, 2003 ; Mirmiran *et al.*, 2004 ; Savy, 2005 ; Steyn *et al.*, 2006 ; Waijers *et al.*, 2007 ; Kennedy *et al.*, 2008**).

Les SVA estiment le nombre de produits alimentaires consommés (un seuil de consommation d'au moins 0,1g) par un ménage ou une personne au cours des dernières 24, 48 heures ou 3 jours (**Hatloy *et al.*, 1998 ; Ruel, 2002**). La variété alimentaire est exprimée en nombre d'aliments biologiquement distincts consommés sur une période de temps désignée. En d'autres termes, la consommation d'un mélange d'aliments appartenant à différents groupes (céréales, fruits, produits laitiers, ...) et un mélange à l'intérieur de chaque groupe : blé, riz, seigle, ... pour le groupe des céréales par exemple (**Mirmiran *et al.*, 2004**).

II.3.3. Quel seuil pour considérer la diversité alimentaire ?

Les seuils qui déterminent les différents niveaux de diversité des régimes alimentaires sont généralement définis dans le contexte où ils sont utilisés. Lorsqu'il s'agit d'essayer de

déterminer des seuils qui prédisent le mieux l'adéquation nutritionnelle d'un régime dans un contexte spécifique, il est préférable que ces seuils soient basés sur des critères plus fonctionnels. Cependant, en raison de l'absence de seuils encore établis, la plupart des études qui se sont intéressées à la diversité des régimes se sont basées sur des terciles ou des quintiles déterminés par la distribution de l'indice de diversité au sein de l'échantillon. Cette approche permet d'établir des comparaisons au sein de l'échantillon et convient par exemple très bien pour étudier les relations entre la diversité alimentaire et des états de santé et de nutrition (**Kennedy et al., 2013**). Pour cela, plusieurs points doivent être discutés avant de considérer la diversité d'un régime alimentaire ou d'émettre des conclusions sur sa qualité. Ces points sont résumés comme suit :

II.3.4. Eléments nécessaires pour le calcul des SDA

a) Classification des aliments

Les recherches se poursuivent en utilisant les SDA, et la question des groupes d'aliments qu'il convient d'inclure dans les scores établis au niveau de l'individu en fonction des groupe d'âge et de sexe ne fait pas encore l'objet d'un consensus au niveau international. De nombreuses questions persistent en ce qui concerne la classification des aliments en différents groupes et sous-groupes alimentaires. Dans la littérature, de nombreuses classifications ont été proposées, pour les adolescents, le nombre de groupes alimentaires (ou sous-groupes) au sein de ces classifications était de 9 groupes pour **Mirmiran et al. (2004)** et **Torheim et al. (2004)**, de 12 groupes pour **Aboussaleh and Ahami (2009)** et de 5 groupes pour **Singh et al. (2016)**. A ce jour, aucune classification internationale n'a été décidée. Les différents auteurs utilisent leur propre classification en fonction de leurs objectifs, mais également en fonction du contexte et des habitudes locales dans lesquels ils travaillent. **Savy (2006)** a constaté que ces disparités montrent bien le manque de consensus au sein de la communauté scientifique et des recherches supplémentaires sont indispensables pour développer une classification universelle et des indices de diversité qui permettent d'établir des comparaisons entre pays.

L'étude de la diversité alimentaire en France, par exemple, a fait l'objet de beaucoup de travaux, menés notamment dans le cadre de l'OCA (Observatoire des Consommations Alimentaires) en s'inspirant de la méthodologie décrite par **Kant et al. (1991)**. Cinq grandes catégories ont été prises en compte : les produits laitiers, les viandes (viandes, volailles, poissons, fruits de mer), les produits à base de céréales, les fruits et les légumes. Depuis, les études et discussions complémentaires se poursuivent. Les discussions concernant la classification à utiliser tendent

plutôt vers le choix d'une classification en 6 ou 7 groupes d'aliments (**Brousseau et al., 2001**). Dans la dernière révision du guide de la FAO pour mesurer la diversité alimentaire au niveau du ménage et de l'individu, **Kennedy et al. (2013)** recommandent de maintenir 9 groupes d'aliments pour la mesure de la diversité au niveau des individus. Le questionnaire proposé par ce guide ne tient pas compte de spécificités culturelles éventuelles, démographiques ou géographiques et doit donc être adapté au contexte local avant toute utilisation sur terrain. Mais ce questionnaire standardisé pouvait également servir à établir les SDA d'individus appartenant à différents groupes d'âges et de sexe, selon les besoins et les objectifs de l'étude.

b) Période de référence

La FAO utilise les dernières 24 heures comme période de référence. Cette période de rappel ne fournit pas d'indication sur le régime alimentaire habituel d'une personne donnée, mais permet d'évaluer le régime alimentaire au niveau de la population, ce qui peut être utile pour suivre les progrès accomplis ou cibler des interventions (**Savy et al., 2005**). Il existe plusieurs autres périodes valides en matière de rappel de la consommation alimentaire, comme les trois ou sept derniers jours, et, pour certains aliments, le dernier mois. La période de 24 heures a été retenue par la FAO, car elle est moins sujette à erreurs, demande moins d'efforts aux personnes interrogées. Elle correspond, en outre, à la période de rappel utilisée dans de nombreuses études sur la diversité alimentaire (**Ruel et al., 2004; Savy et al., 2005 ; Steyn et al., 2006 ; Kennedy et al., 2007; Arimond et al., 2010**). En plus, il est plus facile d'analyser des données relatives à la diversité alimentaire pour une période de rappel de 24 heures que pour une période plus longue. Des périodes de référence plus longues rapportent une information moins exacte car le rappel n'est plus parfait. En utilisant la méthode du rappel de 24 heures, l'enquêteur devrait d'abord déterminer si cette période était « habituelle » ou « normale ». S'il s'agissait d'une occasion spéciale, il vaudrait revenir un autre jour pour l'entretien.

c) Consommation atypique

La consommation peut être atypique en période de fêtes. Il est recommandé de ne pas utiliser le questionnaire lors de fêtes ou de célébrations nationales ni pendant des périodes telles que le ramadan, durant lesquelles la consommation ne reflètera probablement pas le régime alimentaire habituel. Des questions sur les jours de consommation atypique peuvent être ajoutées au questionnaire, soit pour identifier les ménages ou les personnes à exclure, soit pour répondre aux besoins particuliers de l'enquête (**Savy, 2006**). Ce type de questions peut être formulé de la façon suivante : « La journée d'hier était-elle un jour de fête ou de célébration au cours duquel vous

avez mangé des aliments spéciaux, ou bien vous avez mangé plus ou moins que d'habitude? » (FAO, 2007).

II.3.5. Efficacité des SDA pour l'évaluation de l'adéquation aux recommandations nutritionnelles

Les SDA ont été corrélés positivement avec l'adéquation de la densité en micronutriments des aliments de complément des nourrissons et des jeunes enfants et avec l'adéquation de l'apport en macronutriments et micronutriments du régime alimentaire des enfants non allaités (Hatloy *et al.*, 1998; Ruel *et al.*, 2004 ; Steyn *et al.*, 2006; Kennedy 2008), des adolescents (Mirmiran *et al.*, 2004 ; Vakili *et al.*, 2013) et des adultes (Ogle *et al.*, 2001; Foote *et al.*, 2004; Arimond *et al.*, 2010). Quoi qu'il en soit, les recherches se poursuivent, et la question des groupes d'aliments qu'il convient d'inclure dans les scores établis au niveau de l'individu en fonction du groupe d'âge ou du sexe ne fait pas encore l'objet d'un consensus au niveau international (Torres, 2012).

Une méta analyse publiée par Roman-Vinas *et al.* (2009) a montré que plusieurs études ont été consacrées pour la validation des scores de diversité/variété. Cette revue a permis de recenser les études consacrées à vérifier la possibilité d'évaluer, avec un maximum de précision, l'adéquation de la ration alimentaire avec les recommandations nutritionnelles en termes d'énergie et de nutriments par des scores alimentaires.

Une corrélation positive significative a été observée entre les scores alimentaires qualitatifs et l'adéquation aux recommandations nutritionnelles dans la plupart de ces études : Hatloy *et al.* (1998) ; Mirmiran *et al.* (2004) ; Torheim *et al.* (2004) ; Steyn *et al.* (2006) et plus récemment : Rathnayake *et al.* (2012) et Singh *et al.*, (2016). Néanmoins, une étude récente publiée par Habte et Krawinkel (2016) a donné une autre signification à cette corrélation. Les auteurs ont conclu, après analyse de plusieurs travaux, que malgré que cette corrélation significative a été noté dans la totalité des études, elle était dans tous les cas une corrélation faible voir même très faible. Dans toutes ces études, l'adéquation aux recommandations nutritionnelles a été évaluée par le « Mean Adequacy Ratio (MAR) ». Le coefficient de corrélation (r) calculé entre le SDA et le MAR n'a pas dépassé 0,5 dans toutes les études qui ont testé la force de corrélation entre ces deux indices. Or, des corrélations sont considérées comme fortes lorsque le « r » est supérieur à 0,7. En plus, le MAR qui est pris comme outil d'évaluation de l'adéquation aux recommandations nutritionnelles est à discuter. Les auteurs expliquent que le MAR étant calculé par la somme des NARs (Nutrient Adequacy Ratio), peut regrouper toutes les

insuffisances mais aussi les excès et peut cacher donc la réalité du statut nutritionnel des individus par la moyenne ainsi calculé. Les auteurs concluent que le SDA est alors un bon indicateur d'une alimentation saine que d'une adéquation aux recommandations nutritionnelles.

II.4. INDICES REFLETANT L'ADEQUATION NUTRITIONNELLE

La qualité d'un régime alimentaire a traditionnellement été évaluée par son adéquation nutritionnelle (**Savy, 2006**) exprimée, souvent, par le « Nutrient Adequacy Ratio » (NAR), correspondant au ratio entre l'apport mesuré en un nutriment particulier et son apport nutritionnel conseillé. Le « Mean Adequacy Ratio » (MAR), représente la moyenne des NARs pour un certain nombre de nutriments.

Madden et Yoder ont été les premiers à développer cette approche qui a par la suite été utilisée dans les pays industrialisés et les pays en développement (**Hatloy et al., 1998**). Certaines équipes ont tout de même tenté de mesurer la qualité du régime alimentaire par des indices globaux dans de tels contextes. Ainsi, au niveau des pays en développement, l'utilisation d'indices tels que le NAR et le MAR pour estimer l'adéquation nutritionnelle des régimes a été explorée (**Hatloy et al., 1998 ; Mirmiran et al., 2004 ; Torheim et al., 2004 ; Savy, 2006**).

D'autres indices d'adéquation basés sur la couverture des besoins en nutriments ont été développés. Certains d'entre eux, appelés indices de qualité alimentaire et indices de qualité nutritionnelle, sont basés sur la densité en nutriments de différents aliments et ne fournissent donc pas exactement de mesure de la qualité globale d'un régime. Enfin, d'autres auteurs ont également proposé des indices de qualité du régime en fixant une valeur seuil pour les apports recommandés (**Savy, 2006**).

II.4.1. Ratio d'adéquation en nutriments

Connu en anglais comme « Nutrient Adequacy Ratio » (NAR). Il est calculé à partir des apports alimentaires de nutriments par rapport aux Apports Nutritionnels Conseillés (ANC). Des enregistrements de la consommation par pesée ou par duplication et des rappels de 24h, 48H ou 3 jours peuvent être utilisés pour le calculer. Le NAR est calculé pour un nutriment selon la formule suivante (**Kant, 1996 ; Hatloy et al., 1998**)

$$NAR_j = \left[\frac{NUT_j}{ANC_j} \right]$$

NUT_j = quantité de nutriment (j) consommé pendant la période étudiée

ANC_j = apport nutritionnel conseillé ou recommandation journalière de l'apport en nutriment j pour la population étudiée

II.4.2. Ratio d'adéquation moyenne

Connu en anglais comme « Mean Adequacy Ratio » (MAR), ce ratio est un score global conçu pour l'évaluation de l'adéquation d'un régime alimentaire aux recommandations nutritionnelles. Le MAR permet de tenir compte de l'adéquation de la consommation par rapports aux apports nutritionnels recommandés pour plusieurs nutriments simultanément. Quand l'apport alimentaire d'un nutriment est de plus de 100% de l'apport recommandé, sa valeur est limité pour ce nutriment à 1, ce qui représente 100% des apports recommandés (**Hatloy et al., 1998**). Cette étape permet d'éviter la compensation des insuffisances qui peuvent être enregistrées pour certains nutriments. Ainsi, la valeur maximale des NARs doit être plafonnée à « un ». La valeur de référence du MAR est fixée à « un » ce qui correspond à 100% des ANC et qui reflète une adéquation idéale aux recommandations nutritionnelles en vigueur.

Le MAR est calculé selon la formule suivante (**Hatloy et al., 1998**) :

$$MAR_i = \left[\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \frac{NUT_{ij}}{ANC_j} \right]$$

n = nombre total de nutriments qualifiants pris en compte

NUT_{ij} = quantité de nutriment j dans 100g d'aliment i

ANC_j = la recommandation journalière d'apport en nutriment j pour la population étudiée

II.5. UTILISATION DES SCORES NUTRITIONNELS POUR L'ÉVALUATION DE LA QUALITÉ DE L'ALIMENTATION

Les scores de mesure de la qualité globale de l'alimentation développés dans les pays industrialisés sont plus ou moins complexes. Ils utilisent souvent, en plus des éléments qualitatifs, certains éléments quantitatifs. Ces scores s'appuient sur des repères de consommation

ou des recommandations nutritionnelles propres à chaque pays sous différentes formes (exemple de la pyramide alimentaire méditerranéen : figure 1). Dans les pays en développement, les enjeux ne sont pas les mêmes. La mesure de la qualité globale de l'alimentation est particulièrement difficile. Le calcul des scores nécessite la quantification des nutriments ou aliments ingérés chose très difficile vue l'absence d'outils standardisés (mesures standardisées, manuels photos validés pour faciliter l'estimation des quantités ingérées, recommandations alimentaires locales). De plus, la prise de repas dans des plats communs rend les méthodes quantitatives particulièrement lourdes et complexes à mettre en œuvre (**Hudson, 1995**). Pour ces raisons, les études dans ces pays se sont contentées d'une approche réductrice de la qualité de l'alimentation à travers sa seule composante « diversité », qui est supposée être la plus importante dans ces pays en raison des problèmes de sécurité alimentaire, entre autres (**Savy, 2006**).

D'une manière générale, la plupart des scores développés dans le monde concernaient l'adulte (**Ogle et al., 2001 ; Foot et al., 2004 ; Savy, 2006 ; Rumawas et al., 2009 ; Estaquio Dos Santos Pires, 2011**). Néanmoins, des scores destinés à des groupes particuliers de la population ont fait l'objet de certains travaux : chez l'enfant non-allaité (**Hatloy et al., 1998 ; Ruel, 2003 ; Steyn et al., 2010 ; Kennedy et al., 2010**) et chez les femmes en âge de procréer (**Abla et al., 2000 ; Ogle et al., 2001**).

Les scores développés pour l'évaluation de l'alimentation des adolescents concernaient généralement la diversité : nombre de groupes d'aliments consommés sur une période donnée (**Mirmiran et al., 2004 ; Vakili et al., 2013**). Les scores d'adéquation aux recommandations nutritionnelles étaient des adaptations du DQI-I (**Mariscal-Arcas et al., 2007 ; Kranz and McCabe, 2013**). Ces adaptations se référaient aux recommandations propres à chaque pays.

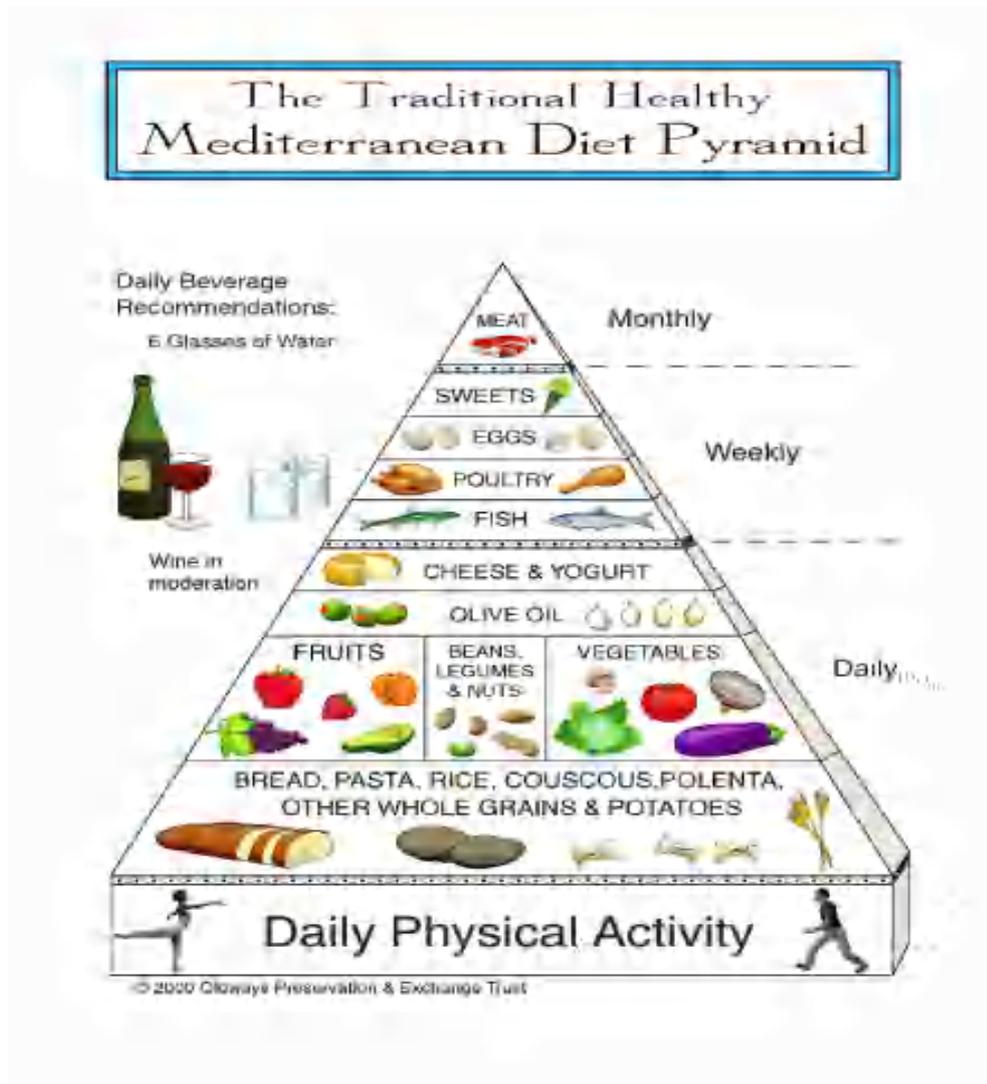


Figure 01 : Pyramide alimentaire traditionnelle de la diète méditerranéenne
(<https://oldwayspt.org/history-mediterranean-diet-pyramid>)

CHAPITRE III : ADOLESCENCE ET ALIMENTATION DES ADOLESCENTS

III.1. INTRODUCTION

En 2017, L’OMS recense 1,2 milliard d’adolescents qui traversent la frontière difficile entre l’enfance et le monde des adultes. Neuf sur dix d’entre eux vivent dans un pays en développement. Les adolescents représentent 20 % de la population mondiale totale. L’Afrique dispose d’une population adolescente qui se développe beaucoup plus rapidement que celle de l’Asie et de l’Amérique latine. La population de ces pays du Sud est très jeune. En 2020, 36 % de celle-ci sera âgée de moins de 20 ans contre uniquement 20 % dans les pays du Nord (OMS, 2017a).

III.2. DEFINITION DIFFICILE

Les adolescents représentent la population adulte de demain et leur santé est cruciale. S’intéresser à leur santé est un sujet relativement récent encore plus que leur nutrition. Le terme « jeune » regroupe les individus âgés entre 10 et 24 ans alors que le terme « adolescent » a été défini par l’OMS en 1986 comme tout individu âgé de 10 à 19 ans. Cette période, qui commence par l’apparition des premiers signes de la puberté et dont la fin reste plus difficile à préciser, marque le passage de l’enfance à l’âge adulte.

Dans les données sanitaires collectées à un niveau international par l’OMS, c’est cette tranche d’âge (10-19 ans) qui correspond le mieux à ce que l’on puisse appeler l’adolescence (OMS, 2017a). Une telle définition même si elle paraît rigide parce qu’elle repose sur des tranches d’âge, a toutefois le mérite de rendre possible des comparaisons de données statistiques entre pays et dans le temps. Une définition de cette phase de la vie doit retenir toute une variété de critères suivant que l’on s’intéresse au champ somatique, social, psychologique ou culturel.

L’adolescence s’ouvre dès 10 à 12 ans par la puberté qui virilise les garçons et féminise les filles (Lebouc-Coignard, 2005). Il s’agit d’un phénomène marqué par un changement aussi bien physiologique que psychologique et social. Cette transition peut être rapide ou lente, précoce ou tardive selon les sociétés. En effet, la définition du début et de la fin de cette période dépend de certains facteurs liés à l’environnement et à la culture. Pendant cette période, l’enfant acquiert sa maturité physique, mentale et émotionnelle (OMS, 2014). Elle constitue, à présent, une période de développement unique et importante exigeant des programmes particuliers et une attention du

point de vue des politiques. L'adolescent ne peut être compris et traité comme un adulte car son mode de vie et son insertion dans la société sont particuliers (UNICEF, 2011 ; OMS, 2017b).

La phase d'adolescence peut être divisée en trois étapes de développement basées sur les changements physiques, psychologiques et sociaux (Hofman, 2003 ; OMS, 2005 ; Sommelet, 2006) :

- La pré-adolescence (de 10/13 à 14/15 ans) ;
- L'adolescence proprement dite (14/15 à 17 ans), de la puberté à la fin des principales transformations physiques. Elle se subdivise en première adolescence et deuxième adolescence ;
- La post-adolescence (entre 17 et 21 ans), elle est très variable.

III.2.1. Physiologie

Les déterminants physiologiques et biologiques de l'adolescence sont universels ; en revanche, la durée et les caractéristiques de cette période peuvent varier dans le temps, entre cultures et selon les situations socio-économiques.

De nombreux changements ont été notés, pendant cette période, au cours du siècle dernier, notamment avec l'apparition plus précoce de la puberté, l'âge plus tardif du mariage, l'urbanisation, la communication au niveau mondial, et l'évolution des attitudes et des comportements sexuels (OMS, 2017b).

L'adolescence est une période de croissance rapide. Pendant cette phase, le gain statural annuel passe de 5 cm avant la puberté à 7-9 cm durant le pic pubertaire. Ce pic pubertaire survient en moyenne à 12 ans chez la fille et à 14 ans chez le garçon. Le gain total moyen entre le démarrage clinique de la puberté et la taille finale est de $25,3 \pm 4,1$ cm chez la fille et de $27,6 \pm 3,6$ cm chez le garçon (Mekhancha-Dahel, 2007). Cela signifie que plus de 45% de la croissance osseuse s'effectue pendant cette période ce qui fait 15 à 25% de la taille adulte. (OMS, 2005a). De point de vue physiologique, à la fin de l'adolescence, le corps est plus défini sur le plan sexuel et la capacité de procréation est établie. C'est une période fondamentale qui va conditionner en grande partie la vie gynécologique de l'adulte (Maimoun, 2005).

Chez la fille, la masse grasse augmente physiologiquement dès la période prépubertaire, ce qui rend cette période d'autant plus à risque de prise de poids. Chez le garçon, les changements corporels portent essentiellement sur la masse maigre et osseuse (il y a une diminution de 4% de la masse grasse sous l'effet de la testostérone et de la leptine). L'acquisition progressive de l'autonomie, le rejet du modèle parental, l'influence extrême de l'environnement socioculturel, la volonté de garder ou d'obtenir une image de son corps telle qu'elle est véhiculée par les

médias dans un contexte de méconnaissance des principes de base de l'équilibre alimentaire rendent les adolescents très susceptibles. En effet, ils s'exposent à des désordres alimentaires (restriction alimentaire, trouble du comportement alimentaire), à la non couverture des besoins nutritionnels...De plus, l'adolescence est une période critique concernant la survenue d'une morbidité associée à l'obésité (**Dubot-Guais, 2005**).

III.2.2. Psycho-sociologie

Sur le plan social, l'adolescence correspond aussi à une période charnière puisqu'elle doit s'ouvrir sur le monde du travail, c'est-à-dire mener d'une situation de dépendance à la conquête de l'autonomie (**Godeau et al., 2008**). Ce caractère transitoire, qui se manifeste par un éloignement progressif de la cellule familiale, explique sans doute le nombre de comportements apparemment contradictoires, correspondant, en fait, à une double motivation aspirant à la liberté et à l'autonomie.

Ayant toujours besoin de l'affection et de la protection de ses parents, l'adolescent oscille entre une attitude de révolte et de soumission, entre un désir de toute-puissance et un sentiment d'impuissance. Plus il se sent dépendant des liens familiaux, plus il se sent menacé par ce qui l'attache et se tourne vers des conduites d'opposition **Sommelet (2006)**. Cette situation psychologiquement inconfortable est propice aux comportements extrêmes, qui peuvent mettre la santé, et parfois même la vie, en danger. (**OMS, 2017b**).

Dans ce contexte, l'OMS confirme dans son rapport sur « la santé pour les adolescents du monde » en 2014 que les avancées obtenues dans la compréhension du développement du cerveau de l'adolescent montrent que la région du cerveau responsable de la recherche de récompenses se développe avant les régions responsables de la planification et du contrôle des émotions. De plus, le cerveau de l'adolescent a une capacité étonnante à changer et à s'adapter. Cela implique que l'expérimentation, l'exploration et la prise de risque manifestées durant l'adolescence sont plus de nature normative que pathologique et qu'il existe une réelle possibilité d'améliorer les évolutions négatives qui se sont produites durant les premières années de vie. Ces observations ont également des conséquences sur les interventions (**OMS, 2014**).

III.3. BESOINS NUTRITIONNELS SPECIFIQUES DES ADOLESCENTS

L'adolescence est la période des contradictions alimentaires avec une forte montée des besoins et des risques de mauvais comportements (**Potier De Courcy, 2002**). C'est au cours de l'adolescence que l'organisme grandit le plus vite (exception faite de la première année de la vie). D'où d'énormes besoins énergétiques, jamais égalés à tout autre moment de la vie. Ces besoins sont liés à la poussée de croissance pubertaire avec ce qu'elle implique de développements

squelettique et musculaire. Ces valeurs peuvent être différentes selon les auteurs et les populations ou les groupes d'âge. Ainsi **Vidailhet (2000)**, indique des besoins similaires dans les deux sexes entre 10 et 12 ans avec 1 750 kcal/jour. Par la suite, ces besoins sont estimés pour les garçons à 2 400 kcal/jour de 13 à 15 ans puis de 2 600 kcal/jour de 16 à 18 ans. Chez les filles, ces chiffres sont respectivement de 1 900 et 2 100 kcal/jour. Il s'agit de valeur de base pour des adolescents ayant une activité physique modérée. Ces besoins peuvent dépasser les 4 000 kcal/jour pour des adolescents de grande taille avec une activité physique intense.

Pour le calcium, la rétention augmente à l'adolescence pour atteindre 350 mg/jour. Il faut fournir plus de 1 170 mg de calcium par jour pour une rétention de 370 mg. A cet effet, s'ajoute l'importance de l'apport du phosphore. Un excès peut à la longue, si l'apport de calcium est insuffisant ($\text{Ca/P} < 1$), provoquer une hyperparathyroïdie secondaire et induire une perte de masse osseuse. Il est donc d'autant plus important de veiller à ce que l'apport de calcium soit, face aux niveaux élevés de phosphore alimentaire (produits carnés, produits laitiers et œufs, les phosphates présents dans les aliments comme additifs technologiques), dans un rapport satisfaisant ne dépassant pas 1,5 (**Potier de Courcy, 2003**). Des doses relativement élevées de calcium peuvent réduire le risque de cancer colorectal ; plusieurs études d'observation ont étayé cette hypothèse, et deux essais ont indiqué que des suppléments de calcium peuvent avoir un effet protecteur modeste sur la récurrence de l'adénome colorectal. Les caries dentaires sont dues à la déminéralisation de l'émail et de la dentine par des acides organiques produits par des bactéries de la plaque dentaire par métabolisme anaérobie des sucres contenus dans l'alimentation (**OMS, 2014**).

D'après certaines études (**OMS, 2003**), les vitamines et minéraux pourraient influencer le risque de cancer colorectal. Certaines études prospectives ont indiqué qu'une forte consommation de folates contenus dans l'alimentation ou de suppléments vitaminiques est associée à un risque moindre de cancer du côlon. Selon une autre hypothèse, des doses relativement élevées de calcium peuvent réduire le risque de cancer colorectal ; plusieurs études d'observation ont étayé cette hypothèse et deux essais ont indiqué que des suppléments de calcium peuvent avoir un effet protecteur modeste sur la récurrence de l'adénome colorectal (**Santarelli, 2010 ; Gerber, 2016**).

III.4. APPORTS NUTRITIONNELS CONSEILLÉS POUR LES ADOLESCENTS

Les apports nutritionnels des adolescents augmentent considérablement pour atteindre voire dépasser les apports conseillés aux adultes, et les risques de déséquilibre alimentaire sont très importants. L'apport calorique de l'adolescent varie énormément d'un jour à l'autre et s'équilibre plus sur plusieurs jours que sur 24 heures. Parmi les nutriments participant à l'apport

énergétique, les protéines sont essentielles pour assurer, en plus de l'énergie, le renouvellement protéique mais aussi l'augmentation de la masse maigre (**Baril et Paquette, 2014**).

Dans son rapport d'experts sur les objectifs nutritionnels et les recommandations visant à réduire le risque des maladies chroniques, l'OMS a donné une attention particulière aux macronutriments énergétiques. Ce qui ne traduit pas un désintérêt pour les autres éléments nutritifs mais donne des indications précises sur ce qu'il faut entendre par un « régime équilibré » en termes de proportions des différentes sources énergétiques. Les experts confirment qu'il est désormais nécessaire d'avoir un consensus sur cet aspect de l'alimentation et ses effets sur les maladies chroniques non carencielles (**OMS, 2003**).

La littérature confirme une relation positive entre un régime riche en lipides et en sucres simples et la survenue des maladies non transmissibles. L'OMS a qualifié une ration alimentaire à forte densité énergétique comme un facteur potentiel pour le développement du tissu adipeux chez l'adolescent. Cette forte densité est toujours liée à un apport accru en lipides (**OMS, 2017c**). En parallèle, certaines autres études ont montré que ce même régime mais plus riche en glucides lents est négativement corrélé à l'apparition de ces maladies (**Rolls, 2000**). Les résultats de l'étude HELENA (Healthy Lifestyle in Europe by Nutrition in Adolescence) confirment que l'apport très élevé de l'énergie provenant des lipides dans l'alimentation des adolescents est fortement et positivement corrélé à une adiposité abdominale importante. Par conséquent, cela représente un risque plus élevé d'insulino-résistance et des risques cardio-métabolique plus tard (**Labayen et al., 2013**).

Pour ces raisons, les recommandations nutritionnelles à travers le monde sont définies pour prévenir les problèmes de santé liés à l'alimentation. Actuellement, les guides alimentaires tendent à donner des repères en terme d'aliment plus qu'en terme de nutriment. Les dernières mises à jour de ces recommandations sont plus généralisées et non spécifiques de type « prendre une alimentation diversifiée chaque jour » ou encore plus ciblées type « prendre cinq portions de fruits et légumes par jour ». Plus de précisions peuvent être données pour des aliments ou des parties d'aliments ou pour des repas et des moments ce qui a facilité la complexité du régime alimentaire (**Vyncke et al., 2013**).

Tableau 4 : Apports nutritionnels conseillés pour les adolescents français (Beaufrère *et al.*, 2001)

	Garçons 10-12	Filles 10-12	Garçons 13-15	Filles 13-15	Garçons 16-19	Filles 16-19
AET (kcal)	2 365	2 080	2 985	2 485	3 420	2 700
Protéines^a (g)	65 à 87	57 à 78	82 à 112	68 à 93	94 à 128	74 à 101
Lipides totaux dont^b (g) :	79 à 92	69 à 81	99 à 116	83 à 97	114 à 133	90 à 105
AGS*	8	8	8	8	8	8
AGMI (acide linoléique)*	4	4	4	4	4	4
AGPI (acide alpha-linolénique)*	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Cholestérol (mg)	300	300	300	300	300	300
Glucides totaux^c (g)	295 à 325	260 à 286	373 à 410	311 à 342	427 à 470	338 à 371
Dont glucides simples 10% (g)	59	52	75	62	86	68
Fibre (g)	Age + 5	Age + 5	30	30	30	30
Calcium (mg)	1 200	1 200	1 200	1 200	1 200	1 200
Phosphore (mg)	830	830	830	800	800	750
Fer (mg)	10	10	13	16	13	16
Vitamine C (mg)	100	100	110	110	110	110
Vitamine B6 (mg)	1,3	1,3	1,6	1,5	1,8	1,5
Vitamine B9 (µg)	250	250	300	300	330	330
Vitamine B12 (µg)	1,9	1,9	2,3	2,3	2,4	2,4
Vitamine A (µg)	550	550	700	600	800	600
Vitamine D (µg)	5	5	5	5	5	5
Vitamine E (mg)	11	11	12	12	12	12

a : 11 à 15% de l'AET, b : 30 à 35% de l'AET, c : 50 à 55% de l'AET, * en % de l'AET

III.5. FACTEURS INFLUENÇANT L'ALIMENTATION DES ADOLESCENTS

D'après **Maire *et al.* (2009)**, les déséquilibres alimentaires chez l'adolescent touchent d'abord les plus riches mais, au fur et à mesure que la transition nutritionnelle avance, les milieux intermédiaires et les plus pauvres sont aussi touchés. Les sociétés en développement sont ainsi confrontées, de manière paradoxale, à des problèmes de malnutrition par carence comme par « surcharge » au sein parfois des mêmes catégories sociales. Cette situation nécessite des solutions originales pour des pays qui ne disposent pas encore des ressources abondantes des pays industrialisés. **Godeau *et al.* (2008)** confirment que l'âge et le statut socio-économique de la famille sont significativement associés à la surcharge pondérale chez les filles, la fréquence de

la surcharge pondérale diminue significativement avec l'âge et étant plus élevée pour les adolescents vivant dans des familles de bas niveau socioéconomique.

Aux USA, une étude a été réalisée par **Matthews *et al.* (2011)** sur la relation entre la consommation de 7 groupes d'aliments et la fréquence de surpoids et de l'obésité chez les 6-19. L'étude a montré que le surpoids et l'obésité sont inversement et significativement associés à une forte consommation des grains, des noix et des aliments à densité nutritionnelle faible. Par contre, la consommation des produits végétaux a montré un effet protecteur.

Au niveau du bassin de la méditerranée (Sud de l'Italie), une étude réalisée pour évaluer l'effet de l'alimentation sur la composition corporelle de 1 643 adolescents âgés de 11 à 16 ans a conclu que la consommation des légumes était négativement liée au surpoids et à l'obésité (**Mistretta *et al.*, 2016**). En parallèle, une corrélation positive était enregistrée entre le surpoids et l'obésité et la consommation des sucreries, produits sucrés et aliments type *fast-food*.

En France, le **Comité de nutrition de la Société française de pédiatrie (2006)** a analysé les données alimentaires sur 20 ans chez les enfants et adolescents. La consommation de sodas a été multipliée par 3 en 20 ans et mène à un excès de 200 à 700 kcal/jour. En dehors du risque bien établi de caries dentaires, l'obésité est la principale pathologie corrélée à la consommation de glucides simples chez l'enfant et l'adolescent. Les complications somatiques connues chez l'adulte commencent à apparaître de façon significative chez les enfants et les adolescents, notamment les hypopnées et apnées obstructives au cours du sommeil et les composantes du syndrome métabolique (insulino-résistance, diabète de type 2, élévation de la pression artérielle de repos, stéatose hépatique).

Dans une revue de la littérature sur les habitudes alimentaires des adolescents dans 35 pays du monde, **Vereecken *et al.* (2005)** mettent le point sur beaucoup de différences entre pays et régions. La fréquence de consommation de fruits et légumes était de 2,4 à 5,5 fois/semaine, celle des boissons gazeuses était de 2,1 à 5 fois/semaine et celle des sucreries de 2,6 à 5 fois/semaine. Les résultats indiquaient la nécessité des programmes nationaux et internationaux de promotion de la santé pour améliorer les habitudes alimentaires des adolescents.

Une revue plus récente (**Grosso and Galvano, 2016**) sur l'adhésion des adolescents au régime méditerranéen dans les pays du Sud de l'Europe a prouvé que l'alimentation des adolescents incluses dans l'étude est fortement liée aux facteurs sociodémographiques. Les auteurs rapportent aussi que ce groupe de population représente le groupe qui a le régime le plus déstructuré de toute la population.

Ils concluent qu'il est plausible que l'environnement familiale peut avoir un meilleur effet social et peut encourager des habitudes et les comportements alimentaires sains. En France, les conduites alimentaires, malgré les tendances à l'uniformisation ou à la «moyennisation» de la consommation, restaient conditionner par l'appartenance à une catégorie sociale ou par un niveau de revenu. Ces conduites continueront, demain, d'être de puissants marqueurs sociaux (**Laisney, 2013**)

III.6. APPORTS ALIMENTAIRES REELS DES ADOLESCENTS

L'adolescence est une période cruciale au cours de laquelle se produisent des changements qui retentissent sur les besoins nutritionnels et les habitudes alimentaires. De nombreuses habitudes favorables (ou défavorables) à la santé sont acquises à cet âge. La croissance et l'évolution de la composition corporelle sont rapides, la pression sociale et psychologique augmente et les messages liés à la santé ne semblent pas efficaces (**Dubot-Guais, 2005 ; OMS, 2014 ; CIHEAM/FAO, 2015**).

En effet, durant la puberté, une alimentation équilibrée et adaptée aux besoins favorise une croissance optimale et à long terme pourrait participer à la prévention de maladies chroniques chez l'adulte telles que les maladies cardio-vasculaires, l'obésité, certaines formes de cancers, les dyslipémies, le diabète de type II mais aussi l'ostéoporose. Il s'agit donc d'un âge où l'on peut craindre de voir s'installer une alimentation déstructurée et/ou déséquilibrée (avec des apports généralement excessifs en énergie, en lipides et en sucres) mais également des troubles du comportement alimentaire pouvant donner lieu à une non-couverture de leurs besoins (**OMS, 2017a**).

III.6.1. Dans les pays en voie de développement

Dans les pays en voie de développement, la transition épidémiologique et alimentaire conduit habituellement l'alimentation traditionnelle, à base de céréales et de légumineuses, à une alimentation qui comprend davantage d'aliments industrialisés raffinés, de produits d'origine animale et tend à devenir excessive par rapport aux besoins énergétiques d'une vie sédentaire (**CIHEAM/FAO, 2015**). Elle peut ainsi déclencher une transition nutritionnelle où, progressivement, on passe d'une diminution de la malnutrition des jeunes, à une plus grande fréquence de surpoids puis d'obésité chez les adultes, surtout en milieu urbanisé. Cela fait alors le lit du diabète, des maladies cardio et cérébrovasculaires ou de certains cancers, concourant au phénomène de transition épidémiologique (**Maire *et al.*, 2009 ; Aounallah-Skhiri *et al.*, 2011**).

Au Bahreïn, **Gharib et Rasheed (2011)** ont prouvé que les apports faibles en fruit et légumes et en fibres, l'apport excessif en sucre, en acides gras saturés et en cholestérol par les enfants et les

adolescents bahreïni sont fortement incriminés dans l'apparition de l'obésité et des maladies cardiovasculaires dans la population à l'âge adulte. L'alimentation des adolescents bahreïnais est caractérisée par une consommation du lait qui diminue avec l'âge (plus de 50% des adolescents ne prennent pas du lait), une forte consommation de sodas des sucreries augmentant l'apport en calories vides et une importante pratique de grignotage (64% chez les filles vs 47% chez les garçons). Ces pratiques ont été associées à des taux faibles du HDL cholestérol et des taux élevés du LDL cholestérol, triglycérides et insuline.

Plusieurs travaux ont confirmé que ces comportements existent aussi dans la plupart des pays en développement (**Torheim et al., 2004 ; Mirmiran et al., 2004 ; OMS, 2005a ; Vakili et al., 2013 ; Delisle et al., 2014 ; Singh et al., 2016**).

III.6.2. Au pays du Magreb

En Tunisie, des données publiées sur les années 1996/97 puis 2000/01 ont montré que la malnutrition par déficience affectait plus les adolescents de sexe masculin que ceux de sexe féminin, et plus le milieu rural qu'urbain. Globalement, chez les 10-14 ans, il y avait 11% de retard de croissance et 20% de maigre et 7% de surpoids (**Blouza, 2006**). L'analyse multifactorielle de la structure alimentaire a fait ressortir un axe principal de changement alimentaire allant du plus traditionnel au plus « moderne » lié à un mode de vie urbain et à un niveau socio-économique plus élevé (**FAO, 2005**). Ces données ont été confirmées par celles de **Aounallah-Skhiri et al. (2011)** dans une étude plus récente sur la transition nutritionnelle chez les adolescents de 15 à 19 ans. Cette transition est marquée par un profil associé chez les garçons à un accroissement de la prévalence du surpoids et du tour de taille et chez les filles à une diminution de la prévalence de la pression artérielle élevée à cause de la consommation fréquente du lait et des produits laitiers. Une étude plus récente sur 1 529 élèves âgés de 9 à 12 ans notait 2,4% d'obésité et 6,3% du surpoids. L'obésité dans cette étude était significativement associée à l'obésité parentale, à un niveau socioéconomique élevé, à la prise de plus de deux goûters par jour et à une activité sédentaire (**Regaieg et al., 2014**).

Au Maroc, l'alimentation des enfants et des adolescents de moins de 15 ans a été décrite par **Aboussaleh et Ahami** en **2009**. Elle était significativement plus diversifiée chez les adolescents des zones rurales et dont les mères étaient instruites. Les auteurs notaient une consommation plus élevée des légumes et des fruits en zones rurales qu'urbaines.

Une autre étude sur 1 736 adolescents de 10 à 18 ans dans la ville de Marrakech démontrait la coexistence du surpoids (obésité incluse) et de l'insuffisance pondérale (17,3% et 5,4% respectivement); conséquence de la transition nutritionnelle que traverse le pays (**Baali et Aboussad, 2012**). Le surpoids des adolescents paraît fortement associé aux changements affectant leur mode de vie et leurs comportements alimentaires. L'alimentation évaluée par l'indice de KIDMED (indice évaluant l'adhésion à la diète méditerranéenne) montrait beaucoup de déséquilibre avec une forte consommation des sucreries (23,5%), saut de petit déjeuner (23,1%) et fréquentation importante des *fast-foods* (20,8%).

III.6.3. En Algérie

En Algérie, il existe actuellement peu de données publiées sur l'alimentation des adolescents. Une étude faite à Constantine sur des élèves 10 à 19 ans a mis au point beaucoup d'insuffisances dans l'alimentation des adolescents scolarisés (**Bechara-Karoune, 2007**). L'alimentation des adolescents enquêtés était riche en produits amyliacés. Une forte consommation des boissons sucrées avec une consommation plus importante des fruits et légumes et des viandes chez les adolescents des familles aisées.

A Oran, une étude menée auprès des 10-14 ans a montré que le retard staturo-pondéral touchait plus de 42% alors que le surpoids plus de 13%. L'activité sportive ne dépassait pas les 2h par semaine. Les graisses saturées représentaient 13% de l'apport énergétique total et les sucres simples 21%. Le petit déjeuner n'était jamais pris par 10% des adolescents et 44% d'entre eux fréquentaient souvent les *fast-foods*. Le grignotage devant la télévision était pratiqué par plus de 24% d'entre eux. Sur le plan biochimique, une hypercholestérolémie était notée chez plus de 5% des adolescents enquêtés (**Ghomari et al., 2011**). Plus récemment, un suivi de 599 élèves de 7 à 11 ans sur trois ans à Constantine indiquait aussi une déstructuration de l'alimentation : 89% d'entre eux consommaient des boissons gazeuses ; la consommation du lait diminue significativement avec l'augmentation de l'IMC ; la corpulence était significativement corrélée à une augmentation de la prise alimentaire pendant le dîner (**Sayed et al., 2014**). Des constatations similaires ont été enregistrées par **Allioua et al. (2012)** chez les 10-19 ans de la ville de Tlemcèn. Les produits gras et sucrés sont consommés en moyenne 4 fois/jour surtout en grignotage. L'étude a donnée une prévalence de retard staturo-pondéral de 12% contre 9% de surpoids et 3% d'obésité. La consommation des produits source de protéines (lait et laitage, viandes, œufs, ...) est faible (1 fois/jour).

Hamchaoui (2016) a constaté dans sa synthèse des travaux réalisés sur les besoins de santé des adolescents à Alger que l'image corporelle représente aussi un déterminant majeur des pratiques

alimentaires chez certains adolescents notamment chez les filles. Une insatisfaction se traduit notamment chez les filles par une pratique de régimes pouvant entraîner des conséquences négatives sur la santé physique et psychologique. A cet âge, une mauvaise image de soi est susceptible de générer une détresse psychologique pouvant entraîner des troubles des comportements alimentaires (anorexie, boulimie) avec de possibles retentissements sur la santé à court et/ou à long terme.

III.7. UTILISATION DES INDICES POUR L'ÉVALUATION DE L'ALIMENTATION DES ADOLESCENTS

L'évaluation de la qualité de l'alimentation chez les adolescents dans le monde a eu tendance à utiliser à la fois les aliments et les indices de l'alimentation à base de nutriments tels que le HEI, DQI, MDS, ... et leurs dérivés, ainsi que des scores de diversité ou de variété alimentaire. Ces indices de régime ont été adaptés de ceux développés à l'origine pour les adultes. Une autre méthode fréquemment aussi utilisée évalue la qualité de l'alimentation par le niveau d'adhésion de leur alimentation à un régime de référence ou à des recommandations et des directives diététiques régionales ou spécifiques au pays.

Près de 30 indices alimentaires, utilisant des nutriments, des aliments ou des groupes aliment, ou une combinaison des deux ont été développés ou modifiés pour les enfants et les adolescents dans les pays industrialisés :

- États-Unis (**Kennedy *et al.*, 1995 ; Newby *et al.*, 2003 ; Kranz and McCabe, 2013**) ;
- Europe (**Vyncke *et al.*, 2012**) ;
- Australie (**Marshall *et al.*, 2012 ; Collins *et al.*, 2015**) ;
- Allemagne (**Alexy *et al.*, 1999**) ;
- Espagne (**Tur *et al.*, 2005 ; Mariscal-Arcas *et al.*, 2007**) ;
- Canada (**Florence, 2008 ; Wandroof *et al.*, 2010**) ;
- Chine (**Cheng *et al.*, 2016**).

Les indices de mesure de la qualité globale de l'alimentation, développés dans les pays industrialisés, sont plus ou moins complexes, utilisant souvent, en plus des éléments qualitatifs, certains éléments quantitatifs. Ces indices s'appuient sur des repères de consommation ou des recommandations nutritionnelles propres à chaque pays. Leur méthodologie est basée sur une quantification des prises alimentaires sur différentes périodes de l'année. La plupart de ces indices sont constitués de plusieurs composantes susceptibles de donner un maximum de précision sur la consommation alimentaire (**Savy, 2006**).

En Algérie, comme dans tout les pays en développement, la mesure de la qualité globale de l'alimentation est particulièrement difficile. Le calcul des indices nécessite la quantification des nutriments ou des aliments ingérés, ce qui est difficile, vue l'absence d'outils standardisés (mesures standardisées, manuels photos validés pour faciliter l'estimation des quantités ingérées, références pour les recommandations alimentaires locales). De plus, la prise de repas dans des plats communs pour certains rend les méthodes quantitatives particulièrement lourdes et complexes à mettre en œuvre (**Hudson, 1995**). Pour ces raisons, les études, dans les pays en développement, se sont contentées d'une approche réductrice de la qualité de l'alimentation à travers sa seule composante « diversité », supposée être la plus importante dans ces pays en raison des problèmes surtout de sécurité alimentaire (**Savy et al., 2005**).

Dans les pays en développement, les scores de diversité sont largement utilisés pour qualifier les régimes alimentaires des enfants et des adolescents :

- Iran (**Mirmiran et al., 2004 ; Vakili et al., 2013**) ;
- Tunisie (**Aounallah-Skhiri et al., 2011**) ;
- Maroc (**Aboussalah et Ahami, 2009**) ;
- Algérie (**Sayed et al., 2014, Karoune et Dahel-Mekhancha, 2015**),
- Burkina Faso (**Savy, 2006**);
- Philippine (**Kennedy et al., 2007**);
- Bangladesh (**Chiplonkar and Tupe, 2010**);
- Mali (**Hatloy et al., 1998**).

L'Algérie ne dispose pas de recommandations alimentaires ou nutritionnelles propres pour sa population. Les quelques études sur l'évaluation de l'alimentation de la populations algérienne reposaient sur les recommandations françaises ou celles de l'OMS (**Abla et al., 2000 ; Ouchfoun et al., 2007 ; Sayed et al., 2014 ; Mekhancha et al., 2007 ; Karoune et Dahel-Mekhancha, 2015**).

METHODOLOGIE

RAPPEL DES OBJECTIFS

L'objectif de notre étude est d'évaluer la qualité de l'alimentation des adolescents de la commune de Constantine par le calcul d'un Score de Diversité Alimentaire (SDA) et d'un indice d'adéquation aux apports nutritionnels conseillés (MAR).

Les objectifs secondaires sont :

- Décrire les adolescents et leur alimentation par l'évaluation de leurs apports nutritionnels bruts en énergie et en 16 nutriments ;
- Evaluer l'adéquation nutritionnelle de leur ration avec les apports nutritionnels conseillés (**Beaufrère et al., 2001**) ;
- Etudier la corrélation des indices calculés avec 4 facteurs associés à la qualité de l'alimentation : genre, âge, état statur pondéral et niveau socio-économique.

Pour atteindre ces objectifs, nous avons réalisé une enquête alimentaire par questionnaire auprès des élèves au niveau des établissements de l'Education Nationale et un recueil des données anthropométriques des registres de la santé scolaire. L'évaluation de la qualité de l'alimentation des adolescents a concerné deux aspects : la diversité et l'adéquation aux ANC. Cette évaluation est suivie par l'estimation des facteurs (genre, âge, niveau de vie et état statur pondéral) pouvant influencer la consommation alimentaire. La relation ici n'a pas le sens d'une implication nécessaire pour la modification de la variable étudiée (qualité de l'alimentation) mais plutôt un sens plus large. Il s'agit de connaître une causalité contributive et partielle et d'appliquer une méthode simple pouvant expliquer les déséquilibres alimentaires probables du régime alimentaire des adolescents.

I. PRESENTATION DE LIEU DE L'ETUDE

I.1. Données géographiques, administratives et démographiques

La wilaya de Constantine se situe entre latitude 36° 17' et la longitude 6° 37' en plein centre de l'Est algérien, précisément à 245 km des frontières algéro-tunisiennes, à 431 km de la capitale Alger vers l'Ouest. Bâtie sur un majestueux rocher situé sur les deux cotés de Oued Rhumel, elle est ainsi cernée par de véritables obstacles naturels; les repères géographiques montrent que la région n'est pas homogène par rapport à sa position et par rapport au niveau de la mer. De part ses potentialités économiques et sociales, la wilaya de Constantine se place parmi les wilayas les plus importantes du pays, elle s'étend sur une superficie de l'ordre de 2297,20 Km². Elle est limitée par : Wilaya de Skikda au nord; Wilaya de Guelma à l'Est; Wilaya de Mila Ouest et wilaya d'Oum el Bouaghi au Sud (**ANDI, 2015**).

La wilaya est divisée en 12 communes organisées en 6 daïras. La population totale de la wilaya est estimée à 938 475 habitants selon le Recensement Général de la Population et de l'Habitat (RGPH) en 2008, soit une densité de 400 habitants par km². La population ayant un âge inférieur à 15 ans représente 29% du total de la population ce qui constitue dans les années à venir une importante ressource humaine. Le taux de croissance de la population pour la wilaya est de 1,5% avec une population active de 476 660 habitants et une population occupée de 420 260 habitants (**ONS, 2011**). La commune de Constantine a compté à elle seule 448 374 habitants en 2008 (soit 47,7% de la population totale de la wilaya).

I.2. Données sur l'Education Nationale

Pour les trois cycles du secteur de l'éducation nationale, la situation pour la wilaya de Constantine durant l'année scolaire 2013/2014, se présente comme suit (**Direction de l'éducation nationale, 2014**) :

- 55 lycées au profit de 41 398 élèves (dont 61,7% de filles) ;
- 131 établissements d'enseignement moyen (CEM) au profit de 64 840 élèves (dont 48,5% de filles) ;
- 367 écoles primaires au profit de 96 000 élèves (dont 48,0% de filles).

Au niveau de la commune de Constantine en 2008, la population comporte 70 432 enfants et adolescents (dont 34 555 filles) âgés de 6 à 15 ans. Parmi eux, 66 590 (dont 32 816 filles) étaient scolarisés avec un taux de scolarisation de 94,5% (**ONS, 2011**). Ces élèves sont répartis sur les trois paliers de l'éducation comme suit (**Direction de l'éducation nationale, 2014**) :

- 24 lycées au profit de 17 788 élèves (dont 60,6% de filles) ;
- 59 CEM au profit de 25 326 élèves (dont 48,7% de filles) ;
- 138 écoles primaires au profit de 37 307 élèves (dont 48,6% de filles).

I.3. Infrastructures sanitaires

La wilaya de Constantine est considérée depuis des décennies comme la capitale sanitaire de la région Est du fait de la capacité de l'infrastructure existante et la qualité de l'encadrement aussi bien dans le secteur privé que public. La couverture sanitaire à la fin 2010 était assurée par 10 établissements hospitaliers dont un CHU, 35 polycliniques et 9 maternités (**ANDI, 2015**).

En milieu scolaire, la couverture sanitaire est assurée par les Unités de Dépistage et de Suivi (UDS) créées en 1994. Le personnel médical et paramédical de ces UDS recueille régulièrement des informations sur : l'âge, le poids et la taille des élèves examinés lors de la visite annuelle de dépistage et de suivi. Ces UDS sont localisées dans une unité de santé de base ou au sein d'un établissement scolaire (**Mekhancha-Dahel, 2005**) et relèvent des Etablissements Publics de Santé de Proximité (EPSP).

La commune de Constantine possède deux EPSP : Larbi Benmhidi et Bachir Mentouri. En 2015, l'EPSP Benmhidi a compté 12 UDS. Elles assurent une couverture sanitaire pour 35 507 élèves dont 18 419 élèves (51,9%) dans l'enseignement moyen et secondaire. Ces UDS couvrent au total, 11 lycées, 26 CEM et 61 écoles primaires. L'EPSP Mentouri, assure une couverture sanitaire pour 35 425 élèves répartie sur 13 UDS. Ces derniers couvrent 13 lycées, 30 CEM et 72 écoles primaires. Depuis la privatisation dans le secteur de l'Education Nationale, le nombre d'écoles privées ne cesse d'augmenter. Cette privatisation a commencé par les écoles préparatoires et primaires pour toucher l'enseignement moyen puis secondaire (Données non publiées du service d'épidémiologie et de médecine préventive, Constantine, 2015).

II. POPULATION D'ETUDE

II.1. Population cible

La wilaya de Constantine a compté en 2008, plus de 181 milles adolescents âgés de 10 à 19 ans qui représentaient plus de 19% de la population totale. Au niveau de la commune de Constantine, ils étaient 80 154 (dont 49,2% de filles) soit 18% de la population totale avec un taux de scolarisation des 6-15 ans de 94,5% (ONS, 2011). Ainsi, les établissements scolaires constituent le meilleur cadre pour avoir une bonne représentativité des adolescents vu le taux important de scolarisation.

Les adolescents non scolarisés (en formation professionnelle ou non) représentent une minorité par rapport à la population scolarisée vu le taux de scolarisation annoncé par l'ONS. Les difficultés d'accès aux établissements de formation professionnelle nous ont obligées à exclure, de notre étude, les adolescents de cette catégorie.

II.2. Echantillon

II.2.1. Justification de la méthode d'échantillonnage

L'échantillon a été sélectionné par un choix raisonné justifié par : l'existence des données anthropométriques au niveau des UDS et les caractères socio-économiques des adolescents.

Chaque UDS crée un registre, par établissement scolaire, sur lequel sont enregistrés les résultats de la visite organisée annuellement par les EPSP de rattachement. Les informations qui figurent sur les registres des UDS sont : numéro et nom et prénom de l'élève ; date de la visite annuelle ; date de naissance, mesures anthropométriques (poids en kg et taille en m), présence d'une maladie chronique, état des vaccinations

La qualité des données figurant sur les registres des UDS dépendait :

- des effectifs des élèves (exemple : Boudjenana : 1 018 élèves et Boushaba : 3945 élèves) ;
- de la précision des informations relatives à chaque élève ainsi que celle des mesures réalisées ;
- de l'organisation des registres.

Parmi les particularités de certains registres des UDS, nous avons noté :

- Pour certaines UDS, la date de naissance n'était pas mentionnée, elle était remplacée par un seul âge pour toute la classe sans prise en considération des élèves répétitifs ou ayant accès à l'école à l'âge de 5 ans. Cela était une difficulté réelle que nous avons surmonté par l'insertion de la date de naissance des élèves sur le questionnaire ;
- Les données anthropométriques ont été rapportées directement sur les listes des classes où figurent les autres données (date de naissance, existence d'une maladie).
- La qualité du matériel anthropométrique était aussi une des conditions pour la sélection des UDS. En effet, de nouvelles toises ont été distribuées durant l'année scolaire 2013/2014 pour la plupart des UDS de la commune.

Pour prendre en considération la composante socio-économique pouvant influencer l'alimentation des adolescents, nous avons commencé par une sélection des quartiers présentant des disparités des conditions socio-économiques. En effet, il a été démontré par la littérature que le niveau de vie est fortement lié à la qualité de l'alimentation et par conséquent à l'état de santé (**Lioret *et al.*, 2008 ; ANSES, 2012 ; Gracia-Marco *et al.*, 2012**). Nous nous sommes donc orientés vers les établissements sises au niveau des quartiers supposés favorisés et défavorisés de la commune de Constantine afin de décrire les caractéristiques de l'alimentation pouvant être liées aux conditions de vie. En pratique, la catégorisation de ces quartiers n'était pas facile. Aucun document officiel n'a été retrouvé au sein des institutions que nous avons contactées au niveau de la ville de Constantine (ONS, Direction d'urbanisme, bâtiments et construction (URBACO), Direction de l'Education Nationale, Service d'Epidémiologie et de Médecine Préventive). Pour ces raisons, nous avons réalisé une sélection des quartiers, basée sur l'avis des médecins de santé scolaire et des directeurs des établissements qui sont les plus proches des élèves. Pour les quartiers favorisés, nous avons considéré, en plus des établissements publics, les établissements privés du cycle moyen et secondaires puisqu'ils sont généralement fréquentés par des adolescents issus des familles aisées. Cela peut se confirmer par les frais d'inscription qui s'élèvent à 450 000 DA/année.

II.2.2. Sélection des établissements

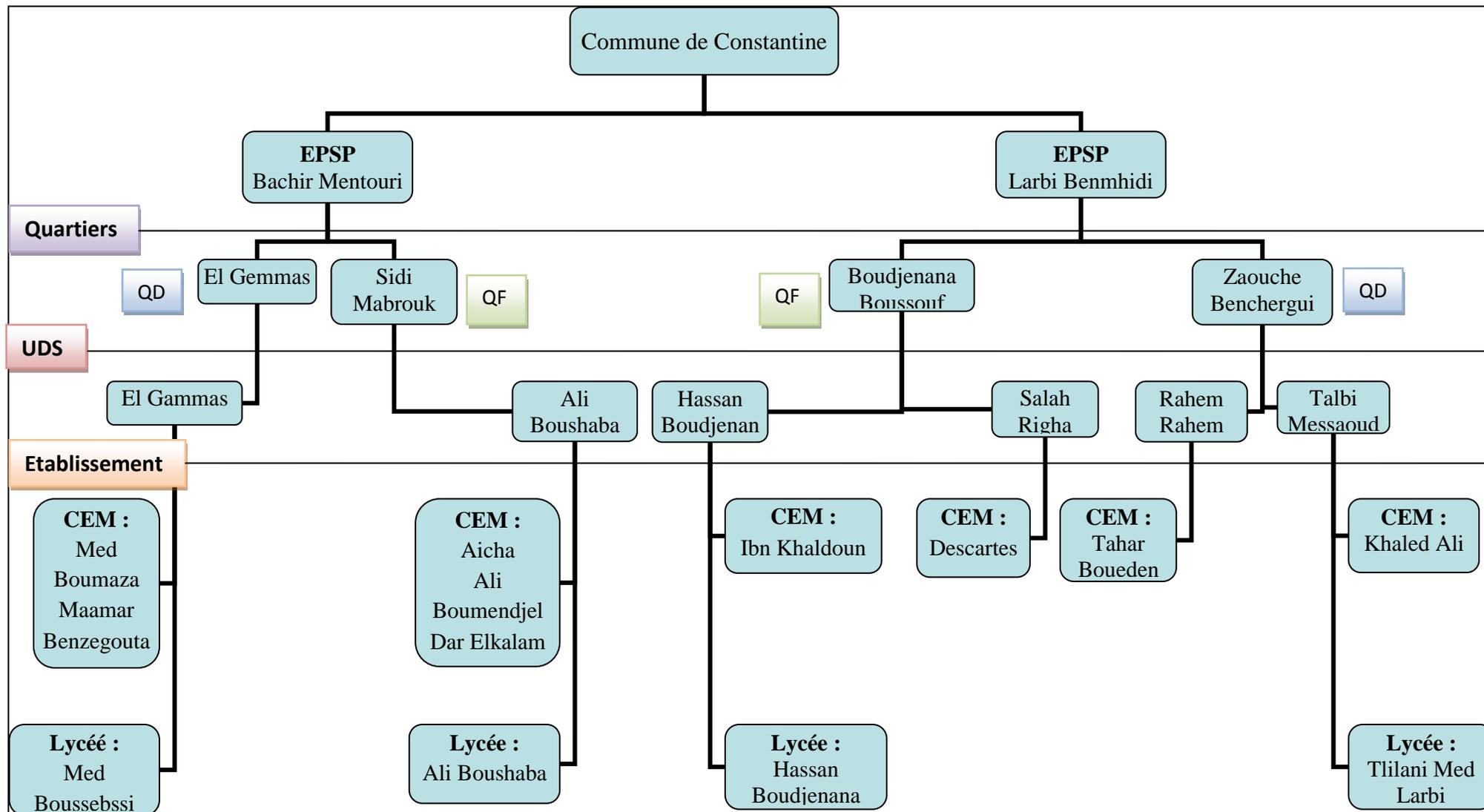
La carte sanitaire de la Commune de Constantine étant divisée en deux EPSP : Larbi Benmhidi et Bachir Mentouri, nous avons pris les deux afin de couvrir toute la commune. Au sein de chaque EPSP, un quartier favorisé et un quartier défavorisé ont été choisis, d'après les suggestions des médecins

coordinateurs de la santé scolaire au niveau du Service d'Epidémiologie et de Médecine Préventive (SEMEP) de Constantine. Pour chaque quartier, une UDS a été sélectionnée en fonction de la qualité des données collectées par le médecin responsable de l'UDS et son équipe. En effet, les UDS choisies (**figure 02**) ont la réputation d'être celles qui fournissent les registres les plus complets et les plus organisés. L'UDS Boudjenana ne couvre qu'un lycée et un CEM et ne comprend pas d'école privée, pour cela nous avons choisi un quartier juste à côté (Boussouf) pour avoir un autre CEM publique et un CEM privé. Le CEM public sélectionné à Boussouf a refusé notre demande d'accès à cause des travaux de rénovation de certains endroits. Nous avons retenu donc le CEM privé « Descartes ».

Pour les quartiers défavorisés de l'EPSP Benmhidi, l'UDS sise à Benchergui ne couvre aucun lycée. On était donc dans l'obligation de la remplacer par celle couvrant le quartier Zaoueche (juste à côté). L'UDS Talbi Messaoud de ce quartier était en déménagement au moment de notre enquête. Par conséquent, certains registres étaient incomplets, nous avons donc choisi au hasard un CEM au niveau du quartier Benchergui (CEM Tahar Boueden de l'UDS Rahem Rahem) afin d'avoir un lycée et deux CEM.

Au niveau des établissements privés, nous avons enquêté la totalité des élèves vu les effectifs très faibles par classe (maximum 12 élèves). Pour les lycées, puisque nous avons exclu les classes terminales, nous avons pris au hasard deux classes par niveau ce qui nous a fait 4 classes par lycée.

Figure 02 : Organigramme de sélection des établissements scolaires inclus



QF : Quartier favorisé QD : Quartier défavorisé

II.3. Critères de non inclusion

Les classes terminales en préparation des examens de baccalauréat n'ont pas été incluses dans notre étude. Les critères qui ont été retenus pour l'exclusion des adolescents de l'étude sont :

- Absence des données anthropométriques au niveau des registres des UDS ;
- Journée atypique la veille de l'enquête (fête, jeûne) durant laquelle la consommation ne reflètera probablement pas le régime alimentaire habituel ;
- Présence d'une maladie chronique nécessitant un régime alimentaire particulier (diabète, allergies alimentaires ou intolérances).

II.4. Aspect éthique

L'accès aux établissements scolaires choisis a été validé par une autorisation délivrée par le Directeur de l'éducation nationale (**annexe 1**). Le questionnaire d'enquête a été visé et approuvé après une rencontre personnelle avec le Directeur afin d'expliquer les objectifs de l'étude. L'accès aux données des registres des UDS a été aussi approuvé par les Directeurs des deux EPSP de la commune de Constantine (**annexe 2**).

Les données recueillies étaient traitées d'une manière anonyme pour tous les établissements sélectionnés. Elles n'étaient accessibles qu'à nous-mêmes.

III. ENQUETE

III.1. Type de l'étude

Il s'agit d'une enquête transversale à visée descriptive explicative réalisée par questionnaire. Cette enquête est utilisée pour dégager un ensemble d'inférences causales à partir de données non expérimentales. Les variables sont étudiées telles qu'elles se présentent dans les contextes naturels sans intervention.

III.2. Questionnaire d'enquête

Le questionnaire que nous avons utilisé pour la collecte des données se présente sur trois pages au format A4. Il a été rédigé en langue française (**annexe 3**). Il comprend trois parties distinctes : informations générales, niveau socio-économiques des parents, des adolescents et un rappel des 24 heures. Les deux premières parties ont été traduites en arabe afin de faciliter leur compréhension par les élèves puisqu'elles étaient auto-administrées (**annexe 4**). Nous avons gardé le rappel des 24 heures en langue française puisqu'il a été renseigné par interview.

III.2.1. Identification des adolescents

Le questionnaire débute par l'identification de l'enquêté. Chaque questionnaire est identifié par un numéro. Ce dernier servira pour relier le questionnaire de chaque élève aux données

anthropométriques le concernant figurant sur les registres des UDS. Sont enregistrés aussi dans cette partie : le sexe, la date et le lieu de naissance, le nom de l'établissement et la classe.

Ce volet a été renseigné par les adolescents eux-mêmes. Il nous a fourni les données suivantes :

- Numéro de l'adolescent ;
- Genre ;
- Date de naissance qui servira pour le calcul de l'âge révolu de chaque adolescent le jour de l'enquête.

III.2.2. Niveau socio-économique

Ce volet est consacré aux données qui vont servir pour identifier et classer le NSE des adolescents. Nous avons utilisé le Score de Classification Socio-Economique (SCSE) qui a fait l'objet d'une publication nationale (**Karoune et al., 2008**). Le calcul du SCSE repose sur les informations déclaratives collectées par ce questionnaire. Cette partie du questionnaire regroupe 6 items :

- Taille du ménage et nombres de pièces du logement ;
- Nombres d'individus dans le ménage exerçant une profession ;
- Niveau d'instruction des parents ;
- Profession des parents ;
- Autres sources de revenu à part les professions déclarées ;
- Informations sur le logement familial (équipement du ménage et type d'habitat).

Ces items ont été regroupés en variables utilisées pour le calcul du SCSE reflétant le niveau de vie de chaque adolescent.

III.2.3. Rappel des 24 heures

Afin de recueillir des données précises sur la consommation alimentaire réelle des adolescents, nous avons utilisé un rappel des 24 heures semi-quantitatif (**annexe 05**). Nous avons demandé la liste des aliments « réellement » consommés la veille de l'enquête, répartis sur les différentes prises alimentaires de la journée :

- matin (petit déjeuner et entre petit déjeuner et déjeuner) ;
- midi (déjeuner, directement après le déjeuner et entre déjeuner et dîner) ;
- soir (dîner et directement après le dîner) ;
- nuit (entre dîner et l'heure du coucher).

L'enregistrement des quantités consommées se faisait grâce à un manuel-photo (**annexe 6**). Comme nous ne disposons pas de manuel standardisé et adapté aux enquêtes nutritionnelles en Algérie, nous avons utilisé le manuel conçu pour l'étude SUVIMAX en France (**Preziosi et Hercberg, 1994**).

Le rappel des 24 heures nous a permis de recueillir les informations suivantes relatives à la consommation alimentaire la veille de l'enquête :

- le nombre et la composition des repas ;
- les boissons, les aliments et les groupes d'aliments consommés ;
- les quantités d'aliments consommés.

III.2.4. Données anthropométriques

Le poids et la taille ont été collectés pour tous les adolescents enquêtés. Ces données ont été recueillies des registres des UDS. Les mesures ont été enregistrées en kilogramme (kg) pour le poids et en mètre (m) pour la taille.

III.3. Pré-enquête

Nous avons réalisé une pré-enquête en avril 2013 qui avait pour objectifs de tester le questionnaire et de finaliser la méthodologie de collecte et de traitement des données. Nous avons utilisé le questionnaire avec ses trois volets qui ont été renseignés par 10 adolescents de notre entourage.

Les informations recueillies ont été saisies et traitées. Cela nous a permis de :

- Tester la compréhension des questions posées ;
- Reformuler et compléter quelques questions relatives à la description du niveau socio économique afin de faciliter leur compréhension. Pour cela, nous avons reformulé par exemple la question concernant la taille du ménage en « nombres de personnes de votre famille », le niveau d'instruction supérieur par niveau « universitaire », précision pour le nombre de pièce du logement par « sans compter cuisine, salle de bain et WC » ;
- Détailler les occasions des prises alimentaires tout le long de la journée précédant l'enquête pour le rappel des 24 heures afin de faciliter aux adolescents le rappel de toutes leurs consommations alimentaires de la veille. Pour cela, nous avons donné plus d'espace dans le questionnaire à la consommation pendant l'après midi et durant la nuit.

Cette pré-enquête a permis de tester l'acceptabilité et la compréhension des questions, le temps nécessaire pour le renseignement du questionnaire afin d'organiser le travail avec les directeurs, le personnel, les enseignants et les médecins des UDS.

III.4. Préparation de l'enquête

L'accès aux établissements scolaires a nécessité des autorisations délivrées par le Directeur de l'Education Nationale de la wilaya de Constantine. La première autorisation a été valide pour les mois de Mai et Juin de l'année scolaire 2014/2015 et la seconde pour l'année scolaire 2015/2016 du mois de Novembre jusqu'au mois de Juin. La condition pour avoir ces autorisations était l'acceptation préalable des directeurs des établissements sélectionnés. Cette dernière nécessitait le

dépôt d'une demande détaillée expliquant les objectifs de l'étude accompagnée du questionnaire et du planning de travail prévu avec des précisions sur la période de l'enquête au niveau de chaque établissement. Au cours de cette démarche, nous avons eu le refus d'un CEM au niveau de l'UDS Salah Righa (Boussouf) pour des raisons de rénovation. Deux établissements privés ont refusé de nous accueillir et de discuter toute possibilité de collaboration.

Pour accéder aux données des registres des UDS, la même démarche a été suivie auprès des deux EPSP de la commune de Constantine. Un dossier a été déposé auprès de la Direction de chaque EPSP avec tous les justificatifs nécessaires (lettre explicative de la nature et des objectifs du travail, questionnaire de l'enquête, notre carte professionnelle, demande officielle visée par le directeur de l'Institut). L'autorisation a été fournie une semaine après le dépôt du dossier et après une rencontre personnelle avec les directeurs.

L'enquête devait se dérouler dans des conditions d'anonymat, il était difficile de lier les données anthropométriques de chaque élève aux autres données collectées par questionnaire. Pour cela, les listes des élèves ont été demandées au préalable, nous avons restitué leurs numéros dans la liste administrative sur les questionnaires avant leur distribution.

La première étape de l'enquête consistait à se déplacer au niveau des établissements sélectionnés afin de remettre les autorisations d'accès. Durant cette visite, le directeur de chaque établissement nous a orienté vers le surveillant général à qui nous avons expliqué le travail à réaliser. Suite à cette discussion, le surveillant, après consultation des emplois du temps des différentes classes, a réalisé un planning pour nos visites.

III.5. Déroulement de l'enquête

Notre enquête s'est déroulée en trois temps pour réaliser : l'enquête sur les caractéristiques socio-économiques des élèves avec un questionnaire auto-administré, le rappel des 24 heures et la collecte des données anthropométriques.

III.5.1. Enquête par questionnaire auto-administré

Cette première étape de notre travail sur terrain, s'est déroulée durant l'année scolaire 2014/2015. Nous avons enquêté du 1^{er} Mai au 15 Juin, puis durant l'année 2015/2016 pendant les mois de Novembre, Décembre, Février, Mars et Avril. Cette répartition nécessitait un planning qui a été arrêté avec les responsables directs des élèves (surveillants généraux) afin d'éviter la perturbation des cours. La période estivale est une période de vacances pour les élèves. Les cours se terminent habituellement à la fin du mois de Mai voir avant pour les établissements moyens. C'est pour cela que l'enquête réalisée pendant le mois de Mai a été assurée par trois enquêteurs entraînés au lieu d'un seul pour les autres périodes.

Suivant le planning déjà fixé avec les surveillants, nous avons démarré notre enquête. Une salle a été mise à notre disposition pour renseigner les questionnaires avec les adolescents. Cela a été toujours réalisé sous contrôle d'un surveillant ou d'un enseignant.

Les questionnaires étaient distribués aux élèves après explication de l'objectif du travail. Les questions étaient lues et expliquées une par une avant leur renseignement par les adolescents eux-mêmes. Avant la restitution des questionnaires, nous les avons vérifiés pour s'assurer que leur renseignement était correct. Pour les classes de première année moyenne, nous avons même aidé les élèves à répondre et à écrire leurs réponses.

Cette étape a nécessité, en moyenne, une demi-heure par classe selon l'effectif des élèves.

III.5.2. Renseignement du rappel des 24 heures

Après renseignement des deux premiers volets (identification et niveau socio-économique), le rappel des 24 heures a été renseigné par la méthode d'interview en face à face avec chaque élève à part. L'interview a été réalisée au niveau d'une classe mise à notre disposition en présence d'un surveillant ou d'un enseignant.

Nous avons demandé aux élèves des informations sur :

- La liste des aliments consommés : Ils devaient se souvenir des aliments et boissons consommés la veille de l'entretien sans aucune intervention de la part de l'enquêteur ;
- Les oublis : nous avons interrogé les adolescents sur les consommations connues pour être fréquemment oubliées (sucreries, snacks, eau, boissons, amuses-gueule, ...)
- Nous avons fait préciser à l'adolescent, à l'aide de questions de rappel, chacune de ses consommations pour en évaluer les quantités par la consultation du manuel SUVIMAX. L'adolescent devait nous montrer la photo correspondant à la quantité la plus proche à celle qu'il a réellement consommé ;

A la fin de l'interview, nous avons passé en revue l'ensemble des réponses qui étaient complétées si besoin.

Le renseignement de chaque rappel des 24 heures a nécessité une durée d'au moins 10 min par élève. Nous avons donc modifié le planning en augmentant le nombre de séances (plus de deux séances de cours pour les classes dont les effectifs étaient supérieurs à 25 élèves).

III.5.3. Collecte des données anthropométriques

La dernière étape de l'enquête consistait à compléter chaque questionnaire par les valeurs du poids et de la taille de chaque élève mesurés par les médecins des UDS. Avant de passer récupérer ces données, les autorisations de consultation et d'utilisation des données des registres ont été remises au médecin responsable de chaque UDS. Ce dernier, nous a donné rendez-vous pour une deuxième

visite au cours de laquelle les registres ont été mis à notre disposition avec des explications sur leur organisation. Sur les questionnaires renseignés, nous avons reporté le poids en kg et la taille en mètre. Cette étape a nécessité une demi-journée de travail avec l'équipe de chaque UDS qui nous a fourni une aide précieuse.

III.6. Difficultés rencontrées

Des difficultés ont été rencontrées lors de la réalisation de cette enquête :

- La difficulté majeure qui a entravé la réalisation de l'enquête a été l'obtention des autorisations d'accès aux établissements cibles. Malgré la démarche administrative que nous avons suivie auprès de la Direction de l'éducation nationale, certains Directeurs d'établissement ont refusé de collaborer. Cela a concerné beaucoup plus les établissements privés ;
- Malgré la collaboration remarquable des médecins de santé scolaire et de leurs équipes, la qualité des registres était discutable. Pour certaines UDS, l'enregistrement des données se faisait directement sur les listes des élèves fournies par l'administration. Lorsque l'équipe de l'UDS utilisait des registres, la lecture des informations n'était pas facile.

IV. EVALUATION DE LA QUALITE DE L'ALIMENTATION

Afin d'évaluer la qualité de l'alimentation des adolescents, nous avons choisi des indices nutritionnels largement appliqués dans les pays en développement. Le SDA qui reflète la diversité de la ration et le MAR qui reflète, quant à lui, l'adéquation de cette ration aux recommandations nutritionnelles en termes de nutriments. Ces indices ont été choisis pour leur simplicité de calcul et d'application pour la plupart des tranches d'âge. Ainsi que pour leur fiabilité prouvée par les scientifiques pour refléter la qualité de l'alimentation dans les pays en développement qui ne possèdent pas généralement les moyens pour faire une évaluation plus précise par pesée par exemple (Savy, 2006 ; Kennedy *et al.*, 2013 ; Habte and Krawinkel, 2016).

IV.1. Score de diversité alimentaire

IV.1.1. Choix des aliments à inclure

Il n'y a pas de consensus international sur les groupes d'aliments à inclure dans les scores de diversité, de variété ou d'adéquation. Le SDA rend compte de la probabilité d'adéquation en micronutriments du régime alimentaire et les groupes d'aliments dont il est constitué ont été sélectionnés dans cet objectif (FAO, 2007). La liste utilisée pour classer les aliments consommés en groupes a été arrêtée en se basant sur la classification des aliments de Mekhancha (1998). Les aliments sont classés en 5 groupes comprenant 14 sous groupes :

- 1- Produits amylacés (produits céréaliers, légumineuses et pomme de terre) ;
- 2- Légumes et fruits ;

3- Produits animaux protidiques (viandes et dérivés, volaille et œufs, poissons, laits et produits laitiers) ;

4- Produits à forte densité énergétique et à faible densité nutritionnelle (matière grasse et produits sucrés) ;

5- Produits divers (épice et condiments, boissons).

IV.1.2. Définition du SDA

Le rappel des 24 heures a servi pour le calcul des apports nutritionnels de la population étudiée et au calcul du SDA pour chaque adolescent. Le SDA a pour objectif d'évaluer la diversité alimentaire dans l'alimentation des adolescents. Il tient compte des groupes et sous groupes d'aliments. Le SDA est calculé en comptant le nombre de groupes d'aliments, consommés par l'adolescent interrogé, au cours des dernières 24 heures. Il est concrétisé par une note qui doit refléter le degré de diversité de l'alimentation. Pour chaque groupe consommé la veille, un point était donné. La somme de ces points donnera une note représentant le SDA pour chaque sujet.

Le principe retenu pour l'attribution des points est le suivant (**Tableau 05**) :

- Un point (note maximum) est attribué aux sujets ayant consommé le groupe d'aliments la veille de l'interview. Les quantités consommées ne sont pas prises en considération : quelle que soit la quantité prise, la note est marquée pour le groupe en question. Pour le cas de certains condiments ajoutés en très petites quantités (*h'rissa*, huile d'olive ajoutée aux légumes secs, moutarde, etc.), la consommation n'a pas été comptabilisée. La prise en considération de ces consommations minimales dans un SDA est à l'origine d'une surestimation (**FAO, 2007**). C'est pour cela que les épices et les condiments ont été exclus du calcul ;
- Aucun point (note minimum de zéro) n'est attribué quand le groupe en question est absent des consommations de la veille.

En se référant au guide de la FAO pour l'élaboration des SDA (**FAO, 2007**), des agrégations ont été réalisées pour certains groupes. Nous avons associé les tubercules et les racines aux produits céréaliers. La note de « 1 » est donnée donc lorsque le sujet consomme l'un ou l'autre de ces deux groupes. La note de « 0 » est affectée quand le sujet n'en consomme aucun.

D'autre part, les sucreries et les boissons sucrées ne contribuent pas à la densité en micronutriments de l'alimentation, ils ne font pas partie du SDA (**FAO, 2007**). Néanmoins, leur fréquence de consommation et la proportion d'adolescents qui avaient consommé ces groupes la veille de l'enquête ont été calculées séparément car ils contribuent pour une large part à la valeur énergétique du régime et non à la diversité alimentaire bénéfique pour le sujet.

Tableau 05 : Composantes du SDA (groupes et principe de notation)

Groupe d'aliment	Sous groupe	Consommation	Note
Produits amylacés	produits céréaliers et/ou pomme de terre	+	1
	légumineuses	+	1
- Légumes et fruits	Légumes	+	1
	fruits	+	1
Produits animaux protidiques	viandes et dérivés	+	1
	volaille et œufs	+	1
	poissons	+	1
	laits et produits laitiers	+	1
Produits à forte densité énergétique et à faible densité nutritionnelle	matière grasse ajoutée	+	1
	sucreries	+	0
Produits divers	Boissons	+	0
	Epices et condiments	+	0

+ : groupe consommé la veille de l'enquête

IV.2. Indice d'adéquation alimentaire

IV.2.1. Le MAR et le NAR

L'évaluation de la qualité de l'alimentation par le SDA, qui doit refléter la diversité du régime alimentaire, a été complétée par le calcul d'un indice d'adéquation aux recommandations nutritionnelles : the Mean Adequacy Ratio (MAR). Afin de calculer le MAR, qui représente l'adéquation moyenne de la ration, un ratio d'adéquation de chaque nutriment doit être calculé : the Nutrient Adequacy Ratio (NAR). Le NAR est calculé pour chaque adolescent en fonction du sexe et de l'âge. Les valeurs de référence utilisées sont celles recommandées pour la population française (ANC : **Beaufrère et al., 2001**). Quand l'apport alimentaire en un nutriment donné dépasse les ANC, il en résulte un NAR supérieur à « un ». Dans ce cas, le NAR est réduit à « un » selon la méthodologie décrite par (**Hatloy et al., 1998**) pour le calcul du MAR. Selon cette méthodologie, les formules de calcul sont les suivantes :

$$\text{NAR} = \text{L'apport en un nutriment } x / \text{l'apport conseillé pour le même nutriment } x$$

$$\text{MAR} = \sum \text{NARs} / \text{Nombre des nutriments } (\sum x)$$

Pour notre étude, le MAR est calculé pour l'apport énergétique total et pour 12 nutriments qui sont les plus souvent utilisés pour le calcul des scores d'adéquation surtout chez l'adolescent. Il s'agit des protéines, fibres, phosphore, calcium, fer, vitamines C, B₆, B₉, B₁₂, A, D et E.

IV.2.2. Conversion des quantités d'aliments en nutriments

Les apports en énergie et en nutriments ont été calculés par jour et pour chaque adolescent. Les quantités consommées ont été enregistrées à l'aide d'un manuel-photo que l'adolescent consulte au moment du renseignement du rappel des 24 heures. La conversion des quantités telles qu'enregistrées sur le rappel des 24 heures en énergie et nutriments a été réalisée avec la Table de Composition des Aliments (TCA) REGUAL (REpertoire Générale des ALiments). La table REGUAL a été mise en ligne après sa dernière mise à jour en 2013 par le Centre d'Information sur la Qualité des ALiments CIQUAL (Favier *et al.*, 1995 ; ANSES, 2013).

En ce qui concerne les plats cuisinés, nous avons essayé d'avoir des informations sur les ingrédients et le mode de préparation. Dans ce cas, si le plat complet existe sur la TCA, son enregistrement et sa composition sont renseignés directement (exemple : couscous à la viande et aux légumes). Des données sur la composition des plats traditionnels ont été recueillies de différents mémoires de fin d'études de l'Institut de Nutrition, Alimentation et Technologies Agro-Alimentaires (INATAA). Dans le cas où la composition n'était pas disponible, le plat est décomposé en ingrédients et sa composition est déduite par compilation des données. Des pesées ont été réalisées pour certains aliments locaux afin de préciser le poids unitaire. Il s'agit de : crêpes algériennes (*Korssa*), *Mahdjouba*, *Bradj*, *Makroud*).

V. TRAITEMENT DES DONNEES

V.1. Définition des variables

Les variables retenues pour l'analyse des résultats ont été classées en variables indépendantes (genre, âge et NSE) et variables dépendantes (IMC, SDA, MAR et NAR).

V.1.1. Variables indépendantes

- **Genre**

Toutes les variables dépendantes ont été traitées en fonction du genre (filles et garçons). Il en est de même pour la description de la population.

- **Age**

L'âge en années des adolescents a été calculé selon la formule suivante :

$$\text{Age révolu} = (\text{Date de l'enquête} - \text{date de naissance}) / 365,25$$

Ce qui nous a donné l'âge. Par la suite, les adolescents ont été regroupés en trois classes d'âge : 10-12 ans, 13-15 ans et 16-19 ans. Ces classes ont été définies en se basant sur les apports nutritionnels conseillés utilisés pour le calcul des apports nutritionnels quotidiens des adolescents enquêtés

(Beaufrère *et al.*, 2001). Par conséquent, le MAR et les NAR calculés sont basés sur les ANC spécifiques pour chaque tranche d'âge et selon le sexe.

- **Niveau socio-économique**

Il n'existe pas de définition unique du NSE et de nombreux indices sont utilisés dans la littérature pour l'évaluer. Le revenu (mesure monétaire), la catégorie socioprofessionnelle ou le niveau d'instruction (mesures non monétaires) constituent différentes mesures du NSE. Pour la saisie des Catégories Socio-Professionnelles (CSP), nous avons adopté la classification de l'ONS (**annexe 7**) tirée de la classification internationale type des professions (CITP-88) (ONS, 1998).

Le NSE utilisé est défini par une échelle à trois niveaux (bas, moyen et élevé). Cela est déterminé par la somme des points accordés à l'enquête selon une définition que nous avons adoptée en se basant sur les données l'enquête Step "Wise" (OMS, 2005b). Le score, ainsi calculé, traduit le degré d'aisance du sujet pour chacune des variables considérées comme prédictives et qui sont regroupées dans le volet intitulé "niveau socio économique" du questionnaire. Ce procédé a permis de dégager trois niveaux en fonction de l'importance du score (**Tableau 06**).

Avant de calculer le SCSE total, nous avons regroupé certaines questions afin de simplifier les variables incluses, de leur donner plus de signification et de faciliter le calcul :

- L'instruction des parents a été regroupée en trois niveaux : niveau 0 (analphabète ou école coranique et primaire), niveau 1 (moyen et secondaire) et niveau 2 (supérieur ou universitaire) ;
- Le nombre de personnes actives par ménage et la taille du ménage ont servi pour la définition d'un Indice de Couverture Economique (ICE) au sein du ménage donné par le nombre de personnes actives pour chaque personne vivant sous le même toit ;
- Le Taux d'Occupation par Pièce (TOP) est défini comme le rapport entre la taille du ménage et le nombre de pièces du logement familial.

La note accordée à chaque question reflète sa contribution dans la détermination du NSE. Ainsi, la note du SCSE varie de 0 à 20 points. Nous avons classé ce score en trois niveaux représentant le NSE de chaque adolescent :

- NSE bas : $SCSE \leq 7$;
- NSE moyen : SCSE compris entre 7 et 14 ;
- NSE élevé : $SCSE \geq 15$.

Tableau 06 : Score de classification socio-économique Karoune *et al.* (2008)

variable	Modalité de réponse	Note
Profession de parents	• Employeur	2
	• Indépendant	2
	• Cadre supérieur et profession libérale	2
	• Cadre moyen	1
	• Ouvrier	1
	• Employé	0
	• Manœuvre/saisonnier	0
	• Personnel en transition	0
	• Inactif/inoccupé	0
Niveau d'instruction	• Analphabète	0
	• Ecole coranique/primaire	0
	• Moyen/secondaire	1
	• Supérieur	2
Autre sources de revenu	• Oui	1
	• Non	0
Biens possédés	• Lave-linge	1
	• Chauffage central	1
	• Lave vaisselle	1
	• Ordinateur	1
	• Connexion à Internet	1
	• Vehicule	1
	• Climatiseur	1
TOP	• ≥ 4	0
	•] 2 - 4 [	1
	• ≤ 2	2
ICE	• $< 0,2$	0
	•] 0,5 - 0,2]	1
	• $\geq 0,5$	2

V.1.2. Variables dépendantes

a- Indice de masse corporelle

L'Indice de Masse Corporelle (IMC) a été calculé selon la formule suivante :

$$\text{IMC} = \text{Poids} / \text{Taille}^2 \text{ (kg/m}^2\text{)}$$

La maigreur, le surpoids (obésité non incluse) et l'obésité ont été définis pour les adolescents par rapport aux valeurs de référence **OMS (2007)**. Les valeurs seuils sont spécifiques au sexe et à l'âge

des adolescents. La relation entre le poids et la taille varie considérablement avec l'âge et le stade maturationnel pendant l'adolescence. L'OMS, en 2000 après avoir qualifié l'obésité de première épidémie mondiale non virale, a consacré l'IMC comme instrument de diagnostic et de prévention et a imposé internationalement son usage (**De Saint Pol, 2007**).

b- Score de diversité alimentaire

Dans notre étude, les 9 sous groupes retenus pour le calcul du SDA sont : produits céréaliers et tubercules (pomme de terre), légumineuses, légumes, fruits, viandes rouges et blanches, œufs, poissons, lait et produits laitiers, matière grasse ajoutée.

Le SDA maximum est donc de 9 points (correspondant au nombre de groupes pris en considération après agrégation comme l'explique le **tableau 05**. Plus le score est élevé, plus l'alimentation de l'adolescent est diversifiée et pourra donc être en adéquation suffisante avec les apports recommandés.

Afin d'interpréter le SDA, il fallait choisir une valeur seuil à partir de laquelle nous pouvons considérer l'alimentation comme diversifiée. Actuellement, il n'y a pas de limites établies indiquant le nombre de groupes d'aliments à partir duquel la diversité alimentaire est considérée comme adéquate ou inadéquate. Pour cette raison, La FAO recommande d'utiliser le score moyen ou la distribution des scores pour effectuer les analyses (**FAO, 2007**).

Pour notre étude, le seuil retenu est la valeur de la moyenne du SDA calculé pour notre échantillon qui est de $3,97 \pm 1,24$. Par conséquent, deux classes du SDA ont été définies :

- SDA correct pour les valeurs > 4 ;
- SDA insuffisant pour les valeurs ≤ 4 .

c- Variables nutritionnelles

• MAR et NARs

Afin de vérifier l'adéquation de l'alimentation des adolescents enquêtés aux recommandations nutritionnelles, des indices quantitatifs ont été calculés pour chacun des nutriments jugés par la littérature comme prédictifs d'un état nutritionnel correct surtout chez l'adolescent (**Hatloy et al., 1998**). Les NARs ont été calculés pour l'énergie et 16 nutriments. Comme nous l'avons précédemment expliqué, l'énergie et 12 nutriments ont servi pour le calcul d'un autre indice global : le MAR qui reflète, quant à lui, l'adéquation globale de la ration alimentaire journalière avec les recommandations nutritionnelles. Les 4 nutriments restant, qui reflètent souvent des excès dans les rations alimentaires des individus ont été interprétés à part. Il s'agit des sucres simples, lipides

totaux, cholestérol et Acides Gras Saturés (AGS). Tous les NARs dont les valeurs reflètent des apports qui dépassent les ANC ont été réduits à « un » afin d'éviter la compensation des insuffisances qui peuvent être enregistrées pour certains nutriments. Ainsi, la valeur maximale des NARs a été plafonnée à « un ». La valeur de référence du MAR est fixée aussi à « un » ce qui correspond à 100% des ANC et qui reflète une adéquation idéale aux recommandations nutritionnelles. Il s'agit donc de variables quantitatives qui ont été interprétées, comme pour le SDA, en fonction du genre, des classes d'âge, de l'état staturo-pondéral et du NSE.

- **Energie** : Apport Energétique Total (AET) exprimé en kilocalorie (kcal) ;
- **Apports en macro nutriments** : protéines (g), sucres simples (g), fibres alimentaires (g), lipides totaux (g), acides gras saturés (g), cholestérol (mg) ;
- **Apports en micro nutriments** : Phosphore (mg), Calcium (mg), Fer (mg), Vitamine C (mg), B₆ (mg), B₉ (µg), B₁₂ (µg), A (µg), D (µg) et E (mg).

V.2. Codification et saisie des données

Toutes les variables ont été codées et saisies durant les mois de Juillet et Aout 2016. La saisie a été réalisée à l'aide de bases de données brutes avec des tableurs et le logiciel Epi-info version 3.3.2 (**Dean et al., 2000**). Toutes les données ont été liées par un numéro d'identification pour chaque adolescent se référant à son questionnaire. Cette procédure était nécessaire pour pouvoir mettre en relation les résultats. Avant de procéder aux traitements statistiques, nous avons réalisé un contrôle à la saisie afin de repérer les valeurs aberrantes et de les corriger si possible. Les traitements statistiques ont été réalisés par les logiciels Epi-info version 3.3.2 et STATA version 11 (**StataCorp. 2009**).

V.3. Analyses statistiques

Une analyse descriptive univariée a été réalisée pour toutes les variables quantitatives et qualitatives et toujours en fonction :

- Du genre : filles et garçons ;
- Des classes d'âge : 10-12 ans, 13-15 ans et 16-19 ans ;
- De l'état staturo-pondéral : maigre, normal, en surpoids et obèse selon les références **OMS (2007)** ;
- Du NSE : bas, moyen et élevé.

La comparaison des moyennes a été réalisée avec le test de Student non apparié pour les effectifs inférieurs à 30 et le test de l'écart réduit lorsqu'il s'agit d'un effectif supérieur ou égal à 30.

L'analyse de la variance (ANOVA) a été utilisée pour la comparaison de plusieurs moyennes et le test Khi2 pour la comparaison des pourcentages.

Des analyses bivariées ont été réalisées avec des tests de corrélation simple (calcul du coefficient de corrélation de Pearson) dont l'objectif était d'expliquer les variations du SDA en fonction des facteurs pouvant l'influencer, d'une part et, d'autre part, de voir comment évolue le SDA avec l'adéquation en nutriments. Le test de corrélation simple a été réalisé entre :

- Le SDA et les caractéristiques des adolescents : âge, IMC et SCSE ;
- Le SDA et le MAR ;
- Le SDA et les NARs de chacun des 16 nutriments.

Les tests de corrélations ont été réalisés avec le logiciel STATA version 11. Le seuil de significativité retenu est de 0,05 pour toutes les comparaisons.

RESULTATS

I. DESCRIPTION DE LA POPULATION

I.1. Effectifs des adolescents enquêtés selon leur établissement

Suite à la sélection des adolescents selon la démarche que nous avons expliqué dans la méthodologie, 1 260 élèves ont été enquêtés (**Tableau 07**). Nous avons exclu 134 sujets de l'analyse pour : absence de données anthropométriques (117) ; journée atypique (12) et 5 malades (deux diabétiques, deux intolérants au gluten et un allergique aux protéines de lait de vache).

Tableau 07 : Effectifs des élèves enquêtés

EPSP/UDS	Quartiers	Etablissements scolaires	Nombre de classe	Effectif des élèves		
<u>Larbi Benmhidi</u> UDS Salah Righa UDS Boudjenana UDS Rahem Rahem UDS Talbi Messaoud	<u>Quartiers favorisés</u> Boussouf et Boudjenana	<u>CEM :</u> Descartes	5	52		
		Ibn Khaldoun	4	90		
		<u>Lycée :</u> Hassan Boudjenana	4	90		
	<u>Quartiers défavorisés</u> Benchargui et Zaoueche	<u>CEM :</u> Tahar Boueden	4	97		
		Khaled Ali	4	93		
		<u>Lycée :</u> Tlilani Med. Larbi	4	102		
<u>Bachir Mentouri</u> UDS El Gemmas UDS Ali Boushaba	<u>Quartiers favorisés</u> Sidi Mabrouk	<u>CEM :</u> Ali Boumendjel	4	137		
		Aicha	4	129		
		Dar El Kalam	5	50		
		<u>Lycée :</u> Ali Boussehaba	4	98		
		<u>CEM :</u> Mohamed Boumaza	4	114		
	<u>Quartiers défavorisés</u> El Guemmas	Mamar Benzagouta	4	108		
		<u>Lycée :</u> Mohamed Boussebsi	4	100		
		Total	6	13	54	1 260

I.2. Age

La population se compose de 1 126 adolescents âgés de 11 à 19 ans (dont 55,6% de filles) avec un âge moyen de 14,5±2,3 ans (**Tableau 08**). La tranche d'âge la plus importante est celle des 13-15 ans

(44,2%) ; les plus de 15 ans et ceux âgés de 11 à 12 ans représentent respectivement 32,7% et 23,1%. Les filles âgées de 11-12 ans et 16-19 ans, sont significativement moins présentes dans l'échantillon que les garçons ($p < 0,0001$ et $p = 0,01$ respectivement).

Tableau 08 : Effectifs des adolescents selon l'âge

Age (années)	Filles		Garçons		Total	
	n	%	n	%	n	%
11	46	7,3	44	8,8	90	8,0
12	90	14,4	80	16,0	170	15,1
11-12 ans	136	21,7	124	24,8	260	23,1
13	131	20,9	86	17,2	217	19,3
14	82	13,1	76	15,2	158	14,0
15	79	12,6	44	8,8	123	10,9
13-15 ans	292	46,6	206	41,2	498	44,2
16	49	7,8	49	9,8	98	8,7
17	76	12,1	45	9	121	10,7
18	46	7,3	28	5,6	74	6,6
19	27	4,3	48	9,6	75	6,7
16-19 ans	198	31,5	170	34,0	368	32,7
Total	626	100	500	100	1126	100,0
Age (Moy.±ET en années)	14,4±2,2		14,5±2,4		14,5±2,3	

I.3. Etat staturo-pondéral

L'évaluation de l'état staturo-pondéral par l'IMC a été réalisée selon les références **OMS (2007)**. La maigreur représente 9,2% (10,7% des filles vs 7,4 % des garçons $p = 0,05$). Le surpoids et l'obésité représentent respectivement 11,5% et 5,8% sans différence significative par rapport au genre (**Tableau 09**).

Tableau 09 : Etat staturo-pondéral des adolescents selon le genre (OMS, 2007)

	Filles	Garçons	p	Total
	626 (55,6%)	500 (44,4%)		1 126
Etat staturo-pondéral (%)				
Maigre	10,7	7,4	0,05	9,2
Normal	72,7	74,4	0,51	73,4
En surpoids	11,3	11,3	0,97	11,5
Obèse	5,3	6,4	0,41	5,8

1.4. Niveau socio-économique (NSE)

Nos résultats ont révélé que la majorité des adolescents ont un NSE moyen (46,9%). Le niveau élevé concerne plus les garçons (31,6% vs 21,6%, $p=0,0001$). Aucune différence significative selon le genre n'a été notée pour les niveaux bas et moyen (**Tableau 10**).

Tableau 10 : Niveau socio économique des adolescents selon le genre

	Filles	Garçons	p	Total
	626 (55,6%)	500 (44,4%)		1126
NSE (%)				
Bas	29,2	24,4	0,06	27,1
Moyen	49,2	44,0	0,08	46,9
Elevé	21,6	31,6	0,0001	26,0
p	<0,0001	0,0007	<0,0001	

II. QUALITE DE L'ALIMENTATION DES ADOLESCENTS

Nous avons évalué la qualité de l'alimentation des adolescents selon le SDA et le MAR

II.1. Evaluée par le SDA

Le SDA moyen est de $3,97 \pm 1,25$. La comparaison des valeurs moyennes du SDA montre l'existence de différences significatives en fonction des classes d'âge et des catégories du NSE (**Tableau 11**).

L'âge semble influencer inversement la diversité alimentaire chez les adolescents. En effet, une diminution significative a été noté : le SDA moyen passe de $4,3 \pm 1,3$ pour les 11-12 ans à $3,8 \pm 1,2$ pour les 16-19 ans ($p < 0,0001$). Il en est de même pour le NSE. Plus le NSE augmente, plus l'alimentation des adolescents est diversifiée. Le SDA passe de $3,7 \pm 1,2$ pour les adolescents issus des milieux défavorisés à $4,3 \pm 1,3$ pour ceux des milieux aisés ($p < 0,0001$). En parallèle, la comparaison des valeurs du SDA en fonction de l'état staturo-pondéral n'a montré aucune différence significative.

Tableau 11 : Comparaison des valeurs moyennes du SDA selon les classes d'âge, le genre, l'état staturo-pondéral et le NSE

	N	%	SDA moyen	ET	p
Age (années)					
11-12 ans	260	23,1	4,3	1,3	<0,0001
13-15 ans	498	44,2	3,9	1,2	
16-19 ans	368	32,7	3,8	1,2	
Genre					
Filles	626	55,6	3,9	1,2	0,11
Garçons	500	44,4	4,0	1,3	
Etat staturo-pondéral					
Maigre	104	9,2	4,1	1,2	0,05
Normal	827	73,4	3,9	1,3	
En surpoids	130	11,5	4,1	1,3	
Obèse	65	5,8	4,3	1,3	
NSE					
Bas	305	27,1	3,7	1,2	<0,0001
Moyen	528	46,9	4,0	1,2	
Elevé	293	26,0	4,3	1,3	

II.2. Evaluée par le MAR

Le MAR a été calculé pour 13 nutriments. Sa valeur moyenne est de $0,59 \pm 0,20$ pour la population totale (**Tableau 12**). Il diffère significativement selon l'âge, le genre et le NSE ($p < 0,0001$), ainsi que selon l'état staturo-pondéral ($p = 0,01$).

Le MAR moyen diminue significativement avec l'avancement de l'âge. Il passe de $0,67 \pm 0,19$ chez les 11-12 ans à $0,55 \pm 0,20$ chez les plus de 15 ans. Plus les adolescents grandissent, plus leur alimentation s'éloigne des recommandations nutritionnelles. Pour le genre, il a été confirmé que les garçons ont une alimentation significativement plus proche des recommandations que celle des filles ($0,63 \pm 0,19$ vs $0,56 \pm 0,20$).

Les valeurs du MAR ne suivent pas une tendance croissante ou décroissante en fonction de l'état staturo-pondéral des adolescents. Le MAR des maigres est des obèses sont identiques ($0,62 \pm 0,2$). L'analyse de la variance entre les 3 classes de l'IMC (obésité incluse dans le surpoids) a donné une différence significative ($p = 0,01$). Le MAR des adolescents normaux est le plus éloigné de la valeur idéale de « un » ($0,58 \pm 0,20$). Il paraît, par contre, que plus le niveau de vie augmente, plus les adolescents s'approchent des recommandations nutritionnelles. Le MAR moyen passe de $0,53 \pm 0,18$

chez les adolescents issus des milieux défavorisés à $0,67 \pm 0,21$ chez ceux issus des milieux aisés ($p < 0,0001$).

Tableau 12 : Comparaison des valeurs moyennes du MAR selon les classes d'âge, le genre, l'état staturo-pondéral et le NSE

	N	%	MAR Moyen	ET	p
Age (années)					
11-12 ans	260	23,1	0,67	0,19	<0,0001
13-15 ans	498	44,2	0,58	0,20	
16-19 ans	368	32,7	0,55	0,20	
Genre					
Filles	626	55,6	0,56	0,20	<0,0001
Garçons	500	44,4	0,63	0,19	
Etat staturo-pondéral					
Maigre	104	9,2	0,62	0,21	0,01
Normal	827	73,4	0,58	0,20	
En surpoids ou obèse	195	17,3	0,62	0,20	
NSE					
Bas	305	27,1	0,53	0,18	<0,0001
Moyen	528	46,9	0,58	0,19	
Elevé	293	26,0	0,67	0,21	

III. DESCRIPTION DES APPORTS ALIMENTAIRES MOYENS DES ADOLESCENTS

III.1. Apports journaliers en énergie

Le **tableau 13** présente les apports moyens en énergie et la proportion des adolescents avec des apports en dessous des ANC (inférieur à 100% et inférieur à 75%).

L'AET moyen est de $1\ 846,3 \pm 900,1$ kcal pour la population totale. Pour les filles, sa valeur moyenne est de $1\ 670,8 \pm 830,5$ kcal vs $2\ 061,5 \pm 944,8$ kcal chez les garçons. Quelle que soit la classe d'âge et pour les deux sexes, l'AET moyen n'est jamais atteint en comparaison avec les ANC.

Les adolescents ayant un apport en dessous de 75% des ANC représentent 64% quels que soient le sexe et la classe d'âge. Alors qu'ils sont plus de 85% à avoir un apport en dessous de 100% des ANC.

Quel que soit le niveau de couverture des ANC, la proportion des adolescents, avec des apports insuffisants, augmente significativement ($p < 0,05$) avec l'âge chez les filles et les garçons.

**Tableau 13 : Couverture de l'AET par rapport aux ANC (Beaufrière *et al.*, 2001)
selon le genre et les classes d'âge**

Filles	Moyenne (ET)	ANC		
		(Beaufrière <i>et al.</i> , 2001)	<100%ANC*	<75%ANC**
11-12 ans	1713,3 (778,7)	2080,0	77,2	47,8
13-15 ans	1654,5 (815,5)	2485,0	88,0	68,2
16-19 ans	1664,1 (887,4)	2700,0	90,4	74,2
Total	1670,8 (830,5)	2421,7	86,3	64,5
Garçons				
11-12 ans	1918,2 (785,4)	2365,0	78,2	42,7
13-15 ans	2113,4 (984,8)	2885,0	83,0	66,5
16-19 ans	2103,0 (991,4)	3420,0	90,0	75,3
Total	2066,5 (944,8)	2890,0	84,0	64,2

* p : <100%ANC/classe d'âge : filles = **0,001** ; garçons = **0,019**

** p : <75%ANC/classe d'âge : filles = **0,0001** ; garçons = **0,0001**

III.2. Apports journaliers en nutriments

III.2.1. Apports journaliers en macronutriments

L'apport quotidien chez les filles et les garçons est respectivement de 55,3 g/j vs 70,6 g/j en protéines ; 54,8 g/j vs 61,0 g/j en lipides totaux (p) et 19,9 mg/j vs 22,1 mg/j (p) en fibres.

Les valeurs moyennes des apports en macronutriments montrent que, pour les protéines, les lipides totaux et les fibres, plus de 60% des adolescents ont une alimentation en dessous de 100% des ANC, quels que soient l'âge et le genre (**Tableau 14**) : 71,1% de filles et 69,2% de garçons pour les protéines, 70,3% de filles et 61,8% de garçons pour les fibres et 57,8% et 61,0% de filles et de garçons pour les lipides totaux. La proportion de ces adolescents augmente significativement avec l'âge pour tous les macronutriments quel que soit le genre.

Tableau 14 : Apports journaliers moyens en protéines, lipides et fibres (ET) et degrés de couverture par rapport aux ANC* selon le genre et les classes d'âge

Filles	Protéines**	<100%ANC	p^α	Fibres**	<100%ANC	p^α	Lipides totaux**	<100%ANC	p^α
11-12 ans	58,1 (30,6)	57,4	<0,0001	20,3 (16,1)	45,6	<0,0001	54,7 (33,6)	75,0	0,008
13-15 ans	55,8 (31,8)	75,3		20,3 (14,9)	82,9		53,1 (35,1)	83,2	
16-19 ans	52,1 (30,4)	82,3		18,9 (13,5)	82,3		55,5 (35,8)	87,8	
Total	55,3 (31,9)	71,7		19,9 (15,4)	70,3		54,8 (36,7)	82,0	
Garçons									
11-12 ans	68,0 (41,8)	57,3	0,0002	21,6 (12,6)	37,9	<0,0001	60,5 (32,6)	80,6	0,005
13-15 ans	70,6 (38,7)	70,9		24,0 (16,9)	73,3		69,3 (43,9)	79,6	
16-19 ans	71,2 (35,7)	79,4		23,7 (15,8)	74,1		64,5 (41,3)	91,2	
Total	70,6 (38,3)	69,2		22,1 (16,4)	61,8		61,0 (39,3)	83,8	

ET : Ecart Type * Beaufrière *et al.* (2001) **en g α comparaison des pourcentages des adolescents en dessous des ANC

Le **tableau 15** présente les valeurs moyennes et le taux de couverture selon les ANC des apports en cholestérol, sucres simples et AGS.

Les résultats montrent que la proportion des adolescents avec une alimentation en dessous des ANC est, respectivement pour les filles et les garçons, de : 1,1% vs 0,4% pour les sucres simples ; 14,8% vs 14% pour le cholestérol et 36,9% vs 36,6% pour les AGS.

Les apports en sucres simples et en AGS restent supérieurs aux ANC quel que soient la classe d'âge et le genre par contre ils diminuent significativement avec l'âge ($p=0,0003$) chez les garçons pour le cholestérol.

Par ailleurs, la participation des sucres simples dans l'AET dépasse largement les ANC qui la fixent à 10% de l'AET. En effet la participation moyenne de ces macronutriments est de 60,3% et 59,7% de l'AET respectivement chez les filles et les garçons, tout âge confondu.

III.2.2. Apports journaliers en micronutriments

a- Minéraux

Les valeurs moyennes des apports quotidiens en phosphore, calcium et fer des adolescents ainsi que la couverture des besoins selon les ANC, sont présentés dans le **tableau 16**.

Les apports moyens sont respectivement chez les filles et les garçons de : 953 mg/j vs 1008,0 mg/j en phosphore ; 551,5 mg/j vs 615,5 mg/j en calcium et 8,9 mg/j vs 9,5mg/j en fer.

Le rapport phosphocalcique n'a pas atteint sa valeur minimale de 1, il se situe autour de 0,6 quels que soient le genre et la classe d'âge.

L'analyse des résultats montre que plus de 63% des adolescents ont des apports en dessous des ANC pour le calcium et le fer (**Tableau 16**). Au contraire, pour le phosphore, au moins la moitié des adolescents ont des ANC couverts quel que soient leur âge et leur genre. Les garçons de plus de 16 ans sont ceux qui ont un maximum de couverture (70%).

Concernant le calcium, plus de 95% des filles ont des apports en dessous des ANC quel que soit leur âge et plus de 96% d'entre elles âgées de 13 ans et plus, ont des apports en dessous des ANC. Les garçons de moins de 15 ans (92%) ont des apports en calcium non couverts ainsi que 63,5% d'entre eux âgés de plus de 15 ans ($p<0,0001$).

Aussi bien chez les filles (72,1%) que chez les garçons (66,1%), ce sont les plus jeunes (11-12 ans) qui ont les apports les plus élevés et donc les plus proches des ANC. Cette couverture diminue considérablement et significativement après 12 ans : 96,6% des filles et 76,0% des garçons ($p<0,0001$) ont des apports inférieurs aux ANC.

Tableau 15 : Apports journaliers moyens en sucres simples et cholestérol (ET) et degrés de couverture par rapport aux ANC* selon le genre et les classes d'âge

Filles	Sucres simples**	% de l'AET	%<ANC	p^α	Cholestérol***	%<ANC	p^α	AGS ****	%<ANC[‡]
11-12 ans	255,0 (131,9)	62,0	0,0	0,26	176,8 (155,1)	11,7	0,39	9,9 (4,1)	36,9
13-15 ans	234,3 (119,5)	58,5	1,4		178,3 (199,9)	15,4		9,1 (4,6)	
16-19 ans	240,7 (122,9)	60,6	2,0		168,8 (170,1)	17,2		10,3 (4,6)	
Total	243,3 (164,0)	60,3	1,1		178,0 (191,0)	14,8		9,8 (4,4)	
Garçons									
11-12 ans	265,9 (107,8)	56,9	0,0	-	204,5 (184,8)	23,1	0,0003	9,9 (4,0)	36,6
13-15 ans	309,84 (151,0)	60,3	0,0		220,0 (219,3)	10,7		9,3 (4,1)	
16-19 ans	320,8 (166,7)	62,1	1,2		210,6 (188,8)	8,2		9,4 (4,1)	
Total	298,8 (141,8)	59,7	0,4		212,5 (201,4)	14,0		9,5 (4,1)	

ET : Ecart Type * Beaufrère *et al.* (2001) **en g *** en mg **** en % de l'AET α comparaison des pourcentages des adolescents en dessous des ANC
[‡] les ANC sont les mêmes pour les 10-19 ans

Tableau 16 : Apports journaliers moyens (ET) et degrés de couverture en minéraux par rapport aux ANC* selon le genre et les classes d'âge

Filles	Phosphore**	%<ANC	p^α	Calcium**	%<ANC	p^α	Ca/P	Fer**	%<ANC	p^α
11-12 ans	903,4 (422,0)	50,0	0,59	549,2 (322,1)	95,6	0,91	0,60	10,0 (22,7)	72,1	<0,0001
13-15 ans	864,0 (460,2)	45,2		500,8 (324,3)	96,2		0,58	8,8 (11,6)	96,2	
16-19 ans	875,5 (444,5)	44,9		505,2 (324,6)	96,5		0,57	7,3 (7,0)	97,0	
Total	953,3 (460,5)	46,7		551,5 (335,9)	96,1		0,58	8,9 (9,5)	88,4	
Garçons										
11-12 ans	1051,8 (516,6)	34,7	0,67	676,7 (403,5)	95,2	<0,0001	0,66	9,4 (5,6)	66,1	0,09
13-15 ans	1122,5 (535,9)	34,5		671,0 (382,9)	92,2		0,61	10,2 (8,2)	76,2	
16-19 ans	1121,3 (565,4)	30,6		646,1 (439,1)	63,5		0,56	9,9 (5,2)	75,8	
Total	1008,0 (554,0)	33,2		615,5 (409,7)	83,6		0,61	9,5 (13,1)	72,7	

ET : Ecart Type * Beaufrière *et al.* (2001) ** En mg α comparaison des pourcentages des adolescents en dessous des ANC

b- Vitamines hydrosolubles

Les apports moyens en vitamine C (**Tableau 17**) sont de 61,2 mg/j chez les filles et 62,2 mg/j chez les garçons. Au moins 74% des adolescents ont des apports inférieurs aux ANC quel que soient l'âge et le genre. Ce pourcentage augmente significativement avec l'âge (filles : $p=0,04$ vs garçons : $p=0,006$).

Pour les trois vitamines du groupe B, les apports quotidiens moyens diminuent significativement avec l'âge quel que soit le genre. Les apports moyens étaient respectivement chez les filles et les garçons de : 1,2 mg/j vs 1,5 mg/j en vitamine B₆ ; de 240,5 µg/j vs 300,5 µg/j en B₉ et 2,6 µg/j vs 3,5 µg/j en vitamine B₁₂.

Ces apports restent insuffisants et en dessous des ANC pour plus des 2/3 des adolescents quels que soient leur âge et genre.

Pour la vitamine B₆, le pourcentage des adolescents avec des apports inférieurs aux ANC augmente avec l'âge pour les 2 sexes : 61,7% à 80,3% chez les filles ($p=0,0006$) et 54,8% à 72,3 chez les garçons ($p=0,005$).

Pour la vitamine B₉, le pourcentage des adolescents avec des ANC non couverts passe de 55,1% à 87,9% chez les filles ($p<0,0001$) et de 46,7% à 68,8% chez les garçons ($p=0,0006$).

Les mêmes constatations sont notées pour la vitamine B₁₂. Le pourcentage des adolescents avec des apports en dessous des ANC augmente significativement avec l'âge quel que soit le genre ($p<0,0001$ chez les filles vs $p=0,007$ chez les garçons). Plus de 50% des filles et 61% des garçons de moins de 13 ans ont des ANC couverts.

c- Vitamines liposolubles

Les adolescents ont des apports moyens en vitamines liposolubles (**Tableau 18**) respectivement chez les filles et les garçons de : 204,9 µg/j vs 248,3 µg/j en vitamine A ; 1,9 µg/j vs 2,4 µg/j en vitamine D et 5,3 mg/j vs 6,6 mg/j en vitamine E.

Pour les trois vitamines liposolubles, au moins 79% des adolescents enquêtés avaient des apports inférieurs aux ANC quels que soient l'âge et le genre. La comparaison des pourcentages des adolescents, des trois classes d'âge, avec des apports inférieurs aux ANC n'a pas montré de différences significatives sauf pour la vitamine E. En effet, quels que soient leur âge et genre, au moins 79% des élèves avaient des ANC non couverts en cette vitamine.

Tableau 17 : Apports journaliers moyens (ET) et degrés de couverture en vitamines hydrosolubles par rapport aux ANC* selon le genre et les classes d'âge

Filles	Vitamine C**	%<A NC	Vitamine B6**	%<A NC	Vitamine B9***	%<A NC	Vitamine B12***	%<A NC
11-12 ans	64,6 (48,0)	74,3	1,3 (0,9)	61,7	269,3 (178,6)	55,1	3,0 (4,1)	49,2
13-15 ans	66,6 (62,5)	79,5	1,2 (0,8)	68,4	258,2 (172,4)	60,8	2,3 (3,9)	71,9
16-19 ans	53,8 (55,6)	85,4	1,0 (0,6)	80,3	193,7 (115,5)	87,8	2,4 (3,1)	68,6
p^α		0,04		0,0006		<0,0001		<0,0001
Total	61,2 (63,5)	79,7	1,2 (0,8)	70,1	240,4 (155,5)	67,9	2,6 (3,7)	65,6
Garçons								
11-12 ans	71,9 (79,3)	75,0	1,5 (1,0)	54,8	306,3 (177,9)	46,7	3,7 (7,6)	39,5
13-15 ans	64,0 (69,2)	77,7	1,4 (0,9)	60,5	306,9 (235,8)	57,7	3,5 (11,3)	54,3
16-19 ans	49,5 (46,9)	88,2	1,4 (0,8)	72,3	288,2 (195,6)	68,8	3,2 (4,6)	57,0
p^α		0,006		0,005		0,0006		0,007
Total	62,2 (59,2)	80,3	1,4 (0,9)	62,5	300,5 (203,1)	57,7	3,5 (7,8)	50,3

ET : Ecart Type

* Beaufrière *et al.* (2001)

** En mg

*** En µg

adolescents en dessous des ANC

α comparaison des pourcentages des

Tableau 18 : Apports journaliers moyens (ET) et degrés de couverture en vitamines liposolubles par rapport aux ANC* selon le genre et les classes d'âge

Filles	Vitamine A**	%<ANC	p^α	Vitamine D**	%<ANC	p^α	Vitamine E***	%<ANC	p^α
11-12 ans	251,2 (720,5)	93,3	0,32	2,1 (2,7)	91,9	0,15	5,4 (6,2)	88,2	0,04
13-15 ans	199,7 (709,8)	96,5		1,6 (2,3)	95,8		6,0 (6,7)	86,3	
16-19 ans	180,8 (345,6)	95,4		1,9 (2,8)	92,4		4,4 (4,6)	93,4	
Total	204,9 (620,5)	95,0		1,9 (2,6)	93,3		5,3 (5,9)	89,3	
Garçons									
11-12 ans	188,5 (405,8)	95,9	0,83	2,4 (2,8)	94,3	0,19	5,9 (4,7)	88,7	0,02
13-15 ans	322,5 (2221,8)	97,0		2,3 (3,0)	89,8		7,7 (8,7)	79,1	
16-19 ans	233,7 (747,9)	97,0		2,3 (3,1)	88,2		6,1 (7,2)	87,6	
Total	248,2 (1125,2)	96,6		2,4 (3,0)	90,7		6,6 (6,9)	85,1	

ET : Ecart Type * Beaufrère *et al.* (2001) ** En µg *** En mg α comparaison des pourcentages des adolescents en dessous des ANC

IV. DIVERSITE ALIMENTAIRE CHEZ LES ADOLESCENTS

Nous avons évalué la diversité alimentaire des adolescents par le SDA et par la consommation des groupes d'aliments.

IV.1. Evaluée par le SDA

L'alimentation de la plupart des adolescents enquêtés est peu diversifiée (**Figure 03**). Le SDA moyen est de $3,97 \pm 1,25$. Il est décalé vers les valeurs les plus basses par rapport à la valeur moyenne théorique de 4,5. Les scores insuffisants ($SDA \leq 4$) concernent 65,0% des sujets contre 35,0% avec des SDA corrects ($SDA > 4$). Chez les filles, le SDA moyen est de $3,92 \pm 1,20$ (vs $4,03 \pm 1,34$ chez les garçons) sans différence significative.

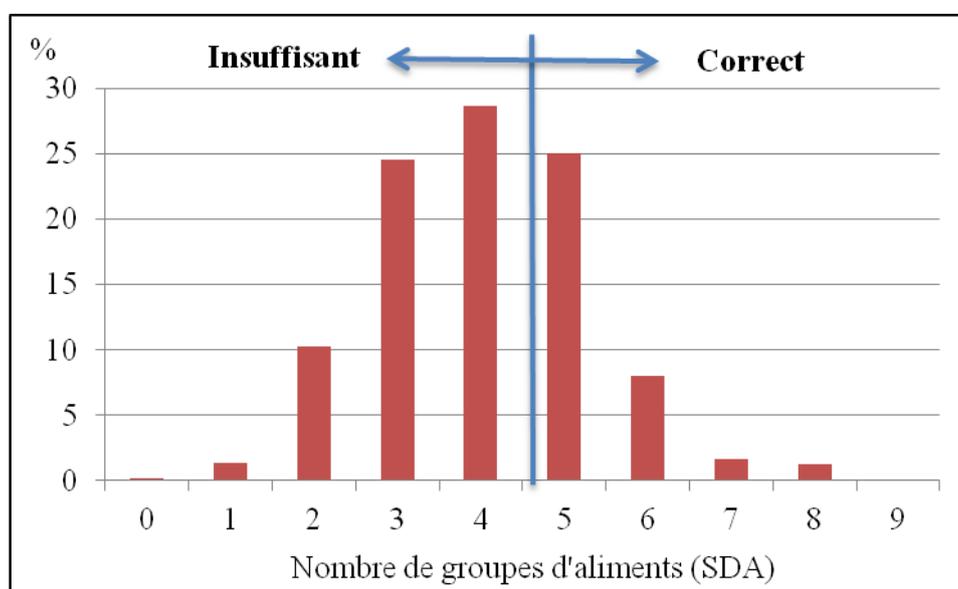


Figure 03 : Distribution des adolescents selon différents niveaux du SDA

Nous avons comparé la diversité alimentaire des adolescents en fonction de l'âge, du genre, de l'état staturo-pondéral et du NSE. Cela a été réalisé à l'aide d'analyses bivariées pour comparer les pourcentages de ces variables selon les deux catégories d'adolescents qualifiés par des SDA corrects ou insuffisants (**Tableau 19**).

Quel que soit l'âge, la diversité alimentaire est loin d'être atteinte ; en effet les adolescents avec des SDA insuffisants sont significativement plus nombreux. Une diminution significative de l'effectif des adolescents avec des SDA corrects a été notée avec l'augmentation de l'âge ($p < 0,0001$). Constatation

confirmée par l'âge moyen des adolescents avec des SDA insuffisants ($14,7\pm 2,3$ ans) qui est significativement plus élevé ($p<0,0001$) que celui des adolescents avec des SDA corrects ($14,0\pm 2,2$ ans). L'alimentation des garçons (57,5%) est significativement ($p<0,001$) plus diversifiée que celle des filles (52,0%). Les SDA des filles, par contre, sont réparties d'une manière similaire de part et d'autre du SDA moyen. ($p=0,19$).

La comparaison de la diversité alimentaire selon l'état staturo-pondéral des adolescents (**Tableau 19**) a montré que les adolescents normo pondéraux avaient un SDA insuffisant (76,1% ; $p=0,006$) alors que les obèses avaient un SDA correct (8,1% ; $p=0,01$). La majorité des obèses avaient des scores corrects reflétant une alimentation diversifiée (8,1% vs 4,5%, $p=0,01$). Il n'existe pas de différence entre les sujets maigres ou en surpoids ($p>0,05$).

Tableau 19 : Distribution des adolescents selon leur SDA en fonction de l'âge, du genre, de l'état staturo-pondéral et du NSE

	SDA Correct	SDA Insuffisant	p
N (%)	394 (35,0%)	732 (65,0%)	
SDA (moy.±ET)	5,4±0,6	3,2±0,8	<0,0001
Age en années (moy.±ET)	14,0±2,2	14,7±2,3	<0,0001
Age (%)			
11-12 ans	45,8	54,2	0,006
13-15 ans	34,3	65,7	<0,0001
16-19 ans	28,3	71,7	<0,0001
Genre (%)			
Filles	52,0	48,0	0,19
Garçons	57,5	42,5	<0,0001
Etat staturo-pondéral (%)			
Maigre	10,7	8,5	0,22
Normal	68,5	76,1	0,006
En surpoids	12,7	10,9	0,37
Obèse	8,1	4,5	0,01
NSE (%)			
Bas	19,5	31,1	0,0003
Moyen	45,4	47,7	0,47
Elevé	35,0	21,2	<0,0001

Selon le NSE, nos résultats ont montré que les adolescents avec un SDA insuffisant (31,1% vs 19,5%, $p=0,0003$) sont plus nombreux dans la classe de NSE bas. Par contre, chez ceux avec un NSE élevé, le SDA correct (35,0% vs 21,2%, $p<0,0001$) concerne un effectif plus important.

IV.2. Évaluée par la consommation des groupes d'aliments

L'évaluation de la diversité de l'alimentation des adolescents par la consommation des différents groupes d'aliments a montré une prédominance du groupe des produits céréaliers (**Figure 04**). En effet, 99,7% d'entre eux avaient consommé, dans les dernières 24 heures, des produits céréaliers, 80,6% des produits laitiers, 70,6% des sucreries et 72,1% des boissons sucrées. Les groupes d'aliments les moins consommés étaient : matière grasse ajoutée (7,8%), poissons et fruits de mer (8,5%) et œufs (17,4%).

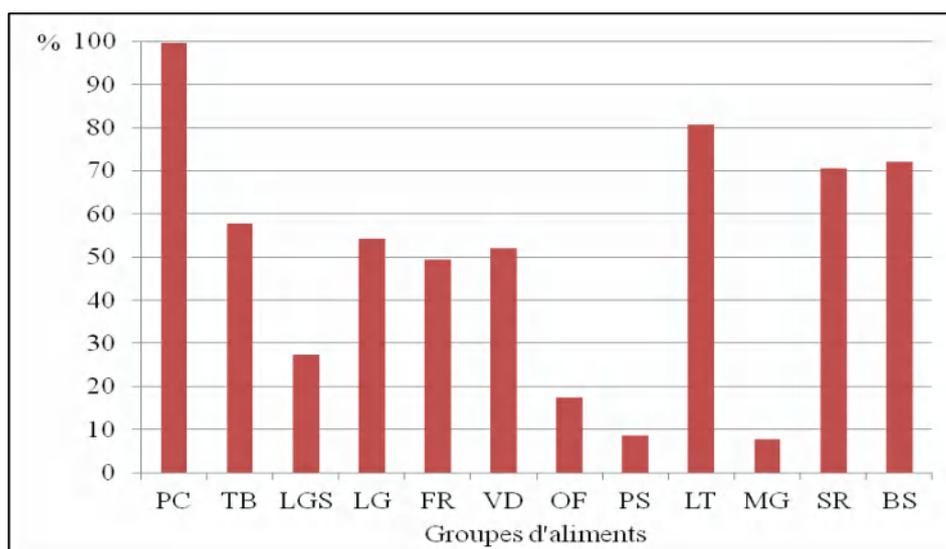
L'analyse de la consommation des aliments selon les classes du SDA a montré que le groupe des produits céréaliers est le plus consommé quelle que soit la classe du SDA par presque la totalité des adolescents (99,7%). Les résultats sont similaires pour le lait et les laitages et les boissons sucrées consommés respectivement par 80,2% et 71,2% des adolescents. Il en est de même pour les œufs mais avec un taux nettement moins élevé (17,8%).

Chez les élèves avec un SDA correct, la consommation de légumes (58,4% vs 51,9%, $p=0,03$) et de poissons et produits de mer (12,2% vs 6,6%) est plus importante.

Chez les adolescents ayant des valeurs insuffisantes du SDA, la consommation est significativement plus élevée pour les : féculents (60,5% vs 52,5%, $p=0,009$), légumineuses (29,8% vs 22,6%, $p=0,009$), fruits (54,5% vs 39,8%, $p<0,0001$), viandes 54,6% vs 47,0%, $p=0,01$) mais aussi pour les sucreries (73,1% vs 66,0%, $p=0,01$).

Tableau 20 : Distribution des adolescents en fonction de la consommation des groupes d'aliments selon les classes du SDA

	Correct	Insuffisant	p
N (%)	394 (35,0%)	732 (65,0%)	
SDA (Moy.±ET)	3,23±0,81	5,35±0,61	<0,0001
Groupes d'aliments			
Produits Céréaliés	99,7	99,7	1,0
Féculents	52,5	60,5	0,009
Légumineuses	22,6	29,8	0,009
Légumes	58,4	51,9	0,03
Fruits	39,8	54,5	<0,0001
Viandes et dérivés	47,0	54,6	0,01
Œufs	19,0	16,5	0,29
Poissons et produits de mer	12,2	6,6	0,001
Lait et laitage	78,7	81,7	0,22
Matière grasse	6,6	8,5	0,26
Sucreries	66,0	73,1	0,01
Boissons sucrées	72,1	72,1	1,0



PC : Produits Céréaliers, TB : Tubercules, LGS : Légumineuses, LG : Légumes, FR : Fruits, VD : Viandes et dérivés, OF : Œufs, PS : Poissons, LT : Lait et laitages, MG : Matière grasse ajoutée, SR : produits sucrés, BS : Boissons sucrées

Figure 4 : Consommation des différents groupes d'aliments par les adolescents la veille de l'enquête

IV.2.1. Consommation des groupes d'aliments selon le genre

La comparaison de la consommation des groupes d'aliments selon le genre montre que la diversité alimentaire paraît indépendante de ce caractère (**Tableau 21**). Les valeurs du SDA sont similaires entre filles et garçons ($p=0,17$). Les produits céréaliers, le lait et laitages, les sucreries et les boissons sucrées sont fortement consommés quel que soit le genre. La consommation des matières grasses ajoutées et des poissons et fruits de mer est la plus basse. Aucune différence significative n'a été enregistrée quant à la consommation des groupes d'aliments selon le genre ($p>0,05$).

Tableau 21 : Distribution des adolescents en fonction de la consommation des groupes d'aliments selon le genre

	Filles	Garçons	p
N (%)	626 (55,6%)	500 (44,4%)	
SDA (Moy.±ET)	3,9±1,2	4,0±1,3	0,17
Groupes d'aliments			
Produits Céréaliés	99,8	99,6	0,84
Féculents	58,5	56,7	0,57
Légumineuses	26,5	28,2	0,52
Légumes	53,5	55,0	0,61
Fruits	47,1	52,2	0,09
Viandes et dérivés	50,5	53,8	0,26
Œufs	17,4	17,4	-
Poissons et produits de mer	8,1	9,0	0,61
Lait et laitage	79,9	81,6	0,46
Matière grasse	7,5	8,2	0,66
Sucreries	70,0	71,4	0,60
Boissons sucrées	70,9	73,6	0,32

IV.2.2. Consommation des groupes d'aliments selon les classes d'âge

Le SDA moyen est significativement plus élevé chez les 11-12 ans ($4,3\pm 1,3$ vs $3,9\pm 1,2$ et $3,8\pm 1,2$ respectivement chez les 13-15 ans et 16-19 ans, $p < 0,0001$). Il apparaît donc que l'alimentation des plus jeunes est globalement plus diversifiée (**Tableau 22**). Ils consomment significativement plus d'œufs ($p=0,04$), de poissons et de produits de la mer ($p=0,04$) mais aussi plus de boissons sucrées ($p=0,03$). Quelle que soit la classe d'âge, les produits céréaliers restent le groupe le plus consommé avec 100% pour les 11-12 ans. Des comparaisons ont été réalisées isolément entre les 11-12 ans et les 16-19 ans. Elles ont montré une augmentation significative avec l'âge de la consommation des féculents ($p=0,04$).

Tableau 22 : Consommation des groupes d'aliments selon les groupes d'âge

	11-12 ans	13-15 ans	16-19 ans	p
N (%)	260 (23,0%)	497 (44,1%)	369 (32,7%)	
SDA (Moy.±ET)	4,3±1,3	3,9±1,2	3,8±1,2	<0,0001
Groupes d'aliments				
Produits Céréaliers	100,0	99,8	99,5	-
Féculents	54,0	56,4	61,9	0,12
Légumineuses	26,5	25,9	29,6	0,48
Légumes	52,7	54,8	54,3	0,86
Fruits	46,2	48,0	53,5	0,15
Viandes et dérivés	50,0	53,6	51,1	0,63
Œufs	16,9	20,3	13,9	0,04
Poissons et produits de mer	11,9	8,4	6,3	0,04
Lait et laitage	82,7	82,1	77,2	0,12
Matière grasse	7,3	8,2	7,6	0,88
Sucreries	66,9	70,9	72,8	0,26
Boissons sucrées	74,2	74,0	66,7	0,03

IV.2.3. Consommation des groupes d'aliments selon l'état staturo-pondéral

L'état staturo-pondéral des adolescents a été divisé en 3 classes : maigre, normal et surpoids (obésité incluse). L'objectif de cette agrégation était de faire apparaître les différences de consommation liées à la corpulence. Pour cela, nous avons réalisé des comparaisons entre les adolescents maigres et ceux en surcharge pondérale. Malgré ce regroupement, les adolescents avec une surcharge pondérale consomment uniquement plus de féculents ($p=0,02$), de fruits ($p=0,01$) et de boissons sucrées ($p=0,04$) par rapport aux adolescents maigres (**Tableau 23**). De plus, la comparaison des valeurs du SDA moyen n'a montré aucune différence liée à la corpulence des adolescents ($p=0,43$).

Tableau 23 : Consommation des groupes d'aliments selon l'état staturo-pondéral

	Maigre	Normal	Surpoids (obésité incluse)	p*
N(%)	104 (9,2%)	827 (73,4%)	195 (17,3%)	
SDA (Moy±ET)	3,68±1,22	5,91±1,58	4,31±1,59	0,43
Groupes d'aliments				
Produits Céréaliers	100	99,6	99,5	-
Féculents	48,1	57,3	62,1	0,02
Légumineuses	26,0	27,1	27,2	0,82
Légumes	51,0	53,3	53,8	0,63
Fruits	37,5	48,4	52,3	0,01
Viandes et dérivés	51,0	50,2	51,8	0,89
Œufs	24,0	18,3	20,5	0,48
Poissons et produits de mer	4,8	7,9	9,7	0,13
Lait et laitage	76,0	79,6	81,0	0,30
Matière grasse	6,7	7,0	8,2	0,64
Sucreries	61,5	69,3	69,2	0,17
Boissons sucrées	61,0	73,6	71,8	0,04

* Comparaison entre les adolescents maigres et ceux en surcharge pondérale

IV.2.4. Consommation des groupes d'aliments selon le NSE

Afin de mettre en évidence l'effet du NSE sur la consommation des groupes d'aliments, des comparaisons ont été réalisées entre les adolescents appartenant à un niveau de vie bas et ceux de niveau de vie élevé. Nos résultats ont montré que le SDA moyen diffère significativement selon le NSE des adolescents. La diversité alimentaire est plus importante à des conditions de vie meilleure ($p < 0,0001$).

Le groupe des produits céréaliers est fortement consommé quel que soit le NSE. Néanmoins, des différences significatives ont été constatées pour 5 groupes d'aliments (**Tableau 24**) : les adolescents de NSE bas consomment plus de féculents ($p=0,03$) ; ceux de NSE élevé consomment plus de légumes ($p=0,03$), de lait et produits laitiers ($p=0,006$), de sucreries ($p=0,0009$) et de boissons sucrées ($p=0,02$).

Tableau 24 : Consommation des groupes d'aliments selon le niveau socio-économique

	NSE Bas	NSE moyen	NSE élevé	p*
N (%)	305 (27,1%)	528 (46,9)	293 (26,0%)	
SDA (Moy±ET)	3,68±1,22	5,96±1,57	4,31±1,59	<0,0001
Groupes d'aliments				
Produits Céréaliers	99,7	99,8	100,0	-
Féculents	59,7	58,1	51,1	0,03
Légumineuses	27,5	26,9	25,9	0,65
Légumes	50,8	53,2	59,3	0,03
Fruits	49,2	50,4	47,4	0,67
Viandes et dérivés	52,5	52,1	52,6	0,98
Œufs	17,4	17,2	21,2	0,24
Poissons et produits de mer	8,9	7,0	8,9	0,99
Lait et laitage	77,0	79,9	85,7	0,006
Matière grasse	6,9	8,1	8,2	0,54
Sucreries	65,2	69,9	77,5	0,0009
Boissons sucrées	66,4	73,6	74,7	0,02

* Comparaison entre les adolescents d'un NSE bas et NSE élevé

V. ADEQUATION DE L'ALIMENTATION DES ADOLESCENTS AUX RECOMMANDATIONS NUTRITIONNELLES

L'adéquation globale de l'alimentation des adolescents aux recommandations nutritionnelles a été évaluée par le MAR et les NARs. Pour l'étude de l'impact des différents facteurs associés à la qualité de l'alimentation, nous avons réalisé des comparaisons des valeurs du MAR et des NARs en fonction de ces facteurs.

V.1. Adéquation globale de l'alimentation évaluée par le MAR et les NARs

Le MAR moyen des adolescents enquêtés est de $0,59 \pm 0,20$ avec une étendue de 0,00 à 1,00. Théoriquement, une alimentation qui couvre les besoins de l'organisme en tous les nutriments doit avoir un MAR de 1. Nos résultats indiquent que l'alimentation des élèves est loin des recommandations nutritionnelles (**Figure 05**). Seuls quatre adolescents (0,3%) avaient un MAR égal à 1.

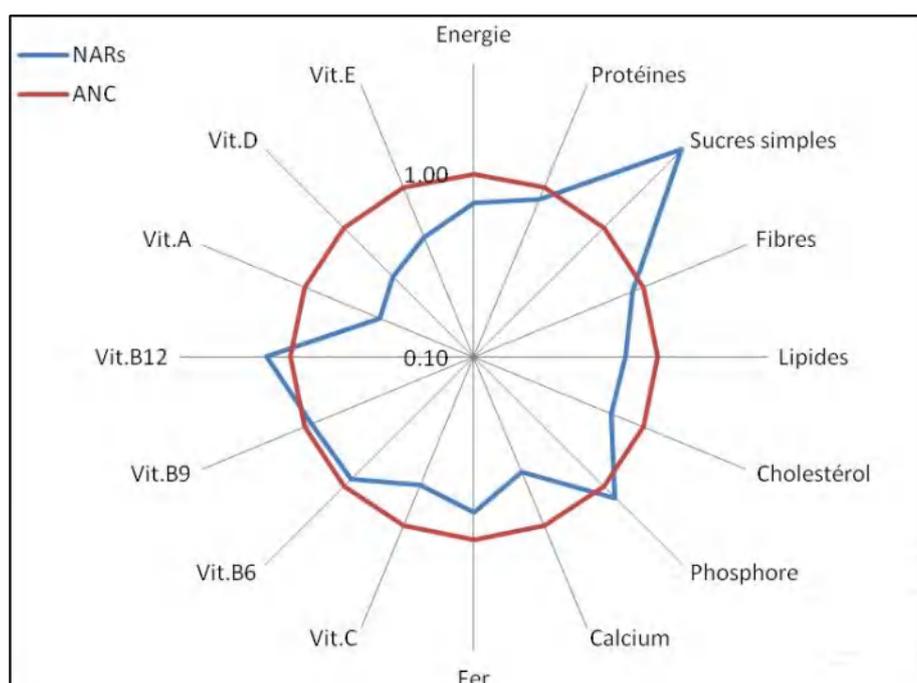


Figure 05 : Couverture des recommandations nutritionnelles en macro et micronutriments par rapport aux ANC

Les NARs ont été traités sans réduction des valeurs excédentaires. Lorsque nous parlons des NARs seuls dans cette partie, nous voulons parler des NARs bruts sans modification. Les valeurs moyennes des NARs diffèrent selon les nutriments (**Tableau 25**). Le NAR le plus élevé concerne les glucides simples. Sa valeur moyenne montre que leur consommation est 4 fois plus élevée que les ANC. Les macronutriments sont consommés à des quantités qui ne sont pas très loins des recommandations. En

effet, tous les NARs sont supérieurs à 0,67 (67% des ANC) : énergie, protéines, lipides et fibres. Pour les micronutriments, le NAR le plus faible correspond à l'apport en vitamine A ($0,36 \pm 1,63$), en vitamine D ($0,42 \pm 0,56$) et en calcium ($0,48 \pm 0,31$) ce qui représente respectivement 36%, 42% et 48% des ANC. Les valeurs du NARs montrent que les apports en vitamines hydrosolubles sont mieux couverts que ceux des autres micronutriments sauf pour la vitamine C ($0,57 \pm 0,57$).

Tableau 25 : Valeurs moyennes du MAR et des NARs pour la population totale

	Moyenne \pm ET
MAR*	$0,59 \pm 0,20$
NARs**	
Energie	$0,69 \pm 0,34$
Protéines	$0,85 \pm 0,50$
Sucres simples	$4,01 \pm 2,04$
Fibres	$0,87 \pm 0,71$
Lipides totaux	$0,67 \pm 0,44$
Cholestérol	$0,65 \pm 0,66$
Phosphore	$1,22 \pm 0,63$
Calcium	$0,48 \pm 0,31$
Fer	$0,71 \pm 0,98$
Vit,C	$0,57 \pm 0,57$
Vit,B ₆	$0,88 \pm 0,62$
Vit,B ₉	$0,91 \pm 0,65$
Vit,B ₁₂	$1,35 \pm 2,92$
Vit,A	$0,36 \pm 1,63$
Vit,D	$0,42 \pm 0,56$
Vit,E	$0,51 \pm 0,57$

*Valeur calculée après réduction des NARs excédentaires à la valeur de « un » (Hatloy *et al.*, 1998) ** valeurs brutes

V.2. Adéquation des apports en énergie et en nutriments, évaluée par les NARs, avec les recommandations nutritionnelles

Les NARs ont été calculé pour l'énergie et pour 16 nutriments séparément chez les filles et les garçons.

V.2.1. Adéquation selon le genre

Des différences statistiquement significatives ont été notées selon le genre mis à part les lipides et la vitamine C pour lesquels les NARs sont identiques (**Tableau 26**).

Les valeurs du NAR sont égales à 1 seulement pour le phosphore et la vitamine B₁₂ pour tous les adolescents. Les apports en sucres simples sont les plus élevés et dépassent toujours les recommandations quel que soit le genre : ils sont 4 fois plus que les ANC sans différence entre les deux sexes. Pour les macronutriments, l'alimentation des garçons a apporté significativement plus de fibres ($0,95 \pm 0,69$) et de cholestérol ($0,71 \pm 0,67$) que celle des filles ($0,81 \pm 0,72$) et ($0,60 \pm 0,64$).

Pour les micronutriments, la comparaison des NARs moyens selon le genre a montré des différences significatives sauf pour la vitamine A. Ainsi, les filles sont plus loin des recommandations nutritionnelles concernant le calcium, le fer, les vitamines B₆, B₉, D et E. En parallèle, les garçons sont plus loin des ANC du phosphore et de la vitamine B₁₂

Tableau 26 : Valeurs moyennes du MAR et des NARs selon le genre

	Filles	Garçons	p
N (%)	626 (55,6%)	500 (44,4%)	
MAR*	0,56 ± 0,20	0,63 ± 0,19	<0,0001
NARs**			
Energie	0,68 ± 0,35	0,70 ± 0,32	0,32
Protéines	0,83 ± 0,49	0,87 ± 0,5	0,17
Sucres simples	3,95 ± 2,1	4,08 ± 1,97	0,23
Fibres	0,81 ± 0,72	0,95 ± 0,69	0,0009
Lipides totaux	0,67 ± 0,45	0,67 ± 0,42	-
Cholestérol	0,60 ± 0,64	0,71 ± 0,67	0,006
Phosphore	1,12 ± 0,59	1,34 ± 0,65	<0,0001
Calcium	0,43 ± 0,28	0,55 ± 0,34	<0,0001
Fer	0,62 ± 1,22	0,82 ± 0,55	0,0006
Vit.C	0,57 ± 0,54	0,57 ± 0,62	-
Vit.B ₆	0,83 ± 0,59	0,94 ± 0,66	0,003
Vit.B ₉	0,82 ± 0,58	1,02 ± 0,72	<0,0001
Vit.B ₁₂	1,16 ± 1,74	1,59 ± 3,91	0,01
Vit.A	0,35 ± 1,06	0,37 ± 2,13	0,83
Vit.D	0,37 ± 0,52	0,48 ± 0,61	0,001
Vit.E	0,46 ± 0,52	0,57 ± 0,63	0,001

*Valeur calculée après réduction des NARs excédentaires à la valeur de « un » (Hatloy *et al.*, 1998) ** valeurs brutes

Pour l'adéquation globale (MAR), les garçons ont une alimentation significativement plus proches des recommandations nutritionnelles (0,63 ± 0,19 vs 0,56 ± 0,20 chez les filles).

V.2.2. Adéquation selon les classes d'âge

D'après le **tableau 27**, l'âge a un effet significatif sur les apports en certains nutriments et par conséquent sur l'adéquation de la consommation alimentaire des adolescents avec les recommandations nutritionnelles. Les comparaisons des valeurs du MAR selon les classes d'âge montre que l'adéquation globale de la ration est significativement et négativement influencée par l'âge ($p < 0,0001$). Plus les adolescents grandissent plus leur alimentation s'éloigne des recommandations nutritionnelles.

Pour les valeurs isolées des NARs respectifs, certaines différences ont été notées. Pour l'AET, les protéines et les sucres simples, les adolescents, en grandissant, s'éloignent progressivement et

significativement des recommandations nutritionnelles : leur consommation diminue significativement avec l'âge ($p < 0,0001$). Il est à noter que les apports en vitamines A, vitamine D et calcium sont les apports les plus loins des recommandations quelques soit l'âge. Par ailleurs, ce dernier est apporté de plus en plus dans l'alimentation des adolescents significativement avec l'âge. Les apports en sucres simples restent les plus élevés bien que leur consommation diminue significativement avec l'âge ($p < 0,0001$).

Tableau 27 : Valeurs moyennes du MAR et des NARs selon les classes d'âge

	11-12 ans	13-15 ans	16-19 ans	p
N (%)	260 (23,0%)	497 (44,1%)	369 (32,7%)	
MAR*	0,67±0,19	0,58±0,20	0,55±0,20	<0,0001
NARs**				
Energie	0,82±0,35	0,68±0,33	0,61±0,31	<0,0001
Protéines	1,04±0,60	0,84±0,47	0,73±0,4	<0,0001
Sucres simples	4,71±2,23	3,92±1,97	3,63±1,87	<0,0001
Fibres	0,81±0,65	0,85±0,73	0,93±0,72	0,10
Lipides totaux	0,64±0,39	0,69±0,64	0,67±0,43	0,32
Cholestérol	0,61±0,62	0,64±0,66	0,68±0,67	0,41
Phosphore	1,15±0,52	1,22±0,67	1,26±0,64	0,09
Calcium	0,43±0,25	0,48±0,32	0,52±0,34	0,001
Fer	0,64±0,58	0,73±1,35	0,74±0,49	0,38
Vit.C	0,56±0,57	0,62±0,61	0,51±0,51	0,02
Vit.B6	0,87±0,61	0,87±0,64	0,89±0,61	0,88
Vit.B9	0,88±0,73	0,90±0,60	0,95±0,65	0,35
Vit.B12	1,52±4,78	1,30±2,36	1,30±1,53	0,56
Vit.A	0,58±3,11	0,32±0,85	0,27±0,55	0,04
Vit.D	0,42±0,59	0,39±0,48	0,45±0,65	0,29
Vit.E	0,48±0,58	0,51±0,58	0,53±0,56	0,55

* Valeur calculée après réduction des NARs excédentaires à la valeur de « un » (Hatloy *et al.*, 1998) ** valeurs brutes

V.2.3. Adéquation selon l'état statur pondéral

Le MAR diffère significativement selon la corpulence des adolescents (Tableau 28). Il est plus élevé chez les maigres mais aussi chez les adolescents présentant une surcharge pondérale. Néanmoins, les comparaisons des valeurs des NARs n'ont montré aucune différence significative liée à l'état statur pondéral. L'apport moyen en glucides simples est le plus élevé quel que soit le statut pondéral des adolescents. Il dépasse largement les ANC. Les apports les plus loins des recommandations concernent les vitamines A et D et le calcium quel que soit le statut pondéral.

Tableau 28 : Valeurs moyennes du MAR et des NARs selon l'état statur pondéral

	Maigre	Normal	Surpoids (Obésité incluse)	p*
	104 (9,2%)	827 (73,4%)	195 (17,3%)	
MAR**	0,62±0,21	0,58±0,20	0,62±0,21	0,01
NARs***				
Energie	0,74±0,34	0,68±0,34	0,72±0,32	0,60
Protéines	0,86±0,41	0,83±0,50	0,93±0,53	0,24
Sucres simples	4,18±2,44	3,96±1,97	4,13±2,13	0,85
Fibres	0,88±0,66	0,88±0,68	0,85±0,86	0,74
Lipides totaux	0,68±0,48	0,68±0,43	0,64±0,42	0,44
Cholestérol	0,58±0,48	0,65±0,68	0,64±0,62	0,38
Phosphore	1,17±0,54	1,23±0,65	1,17±0,57	-
Calcium	0,48±0,28	0,49±0,32	0,46±0,3	0,57
Fer	0,71±0,78	0,69±0,57	0,78±1,97	0,72
Vit.C	0,59±0,55	0,56±0,57	0,62±0,60	0,67
Vit.B ₆	0,86±0,52	0,88±0,64	0,88±0,59	0,77
Vit.B ₉	0,88±0,54	0,93±0,67	0,86±0,6	0,77
Vit.B ₁₂	1,01±0,81	1,43±3,28	1,18±1,76	0,33
Vit.A	0,21±0,26	0,39±1,84	0,33±0,91	0,19
Vit.D	0,35±0,29	0,44±0,59	0,36±0,53	0,85
Vit.E	0,48±0,48	0,52±0,58	0,49±0,58	0,88

* Comparaison entre les adolescents maigres et en surpoids (obésité incluse) ** Valeur calculée après réduction des NARs excédentaires à la valeur de « un » (Hatloy *et al.*, 1998) *** valeurs brutes

V.2.4. Adéquation selon le NSE

Le MAR est significativement plus élevé chez les adolescents appartenant à un NSE élevé (0,67±0,25 ; p<0,0001). Cela signifie que les adolescents d'un NSE bas ont une alimentation plus éloignée des recommandations nutritionnelles.

La comparaison des valeurs des NARs moyens en fonction du niveau socioéconomique des adolescents a mis en évidence de nombreuses différences significatives (**Tableau 29**). Ainsi, les NARs relatifs aux macronutriments sont tous significativement plus élevés chez les adolescents d'un NSE élevé excepté pour les lipides totaux et le cholestérol (p≤0,0001). Par ailleurs, il faut signaler l'apport excessif en sucres simples quel que soit le niveau de vie. Pour les micronutriments, les adolescents issus des milieux aisés sont plus proches des recommandations relatives à l'apport en fer que ceux issus des milieux défavorisés (p=0,04) même si cet apport reste toujours insuffisant.

Les apports en vitamines du groupe B sont significativement plus éloignés des recommandations nutritionnelles chez les adolescents des familles défavorisées. Il en est de même pour la vitamine A et E. Pour les autres nutriments, aucune différence n'a été enregistrée par rapport aux valeurs des NARs. Les

NARs moyens les plus faibles correspondent aux apports en vitamine A puis en vitamine D quel que soit le NSE.

Tableau 29 : Valeurs moyennes du MAR et des NARs selon Le NSE

	NSE bas	NSE moyen	NSE élevé	p*
N (%)	305 (27,1%)	528 (46,9%)	293 (26,0%)	
MAR**	0,53±0,18	0,58±0,19	0,67±0,25	<0,0001
NARs***				
Energie	0,62±0,28	0,68±0,31	0,8±0,41	<0,0001
Protéines	0,71±0,35	0,81±0,4	1,06±0,68	<0,0001
Sucres simples	3,67±1,63	4,04±2,13	4,29±2,22	0,0001
Fibres	0,82±0,63	0,88±0,68	0,93±0,82	0,04
Lipides totaux	0,66±0,42	0,68±0,43	0,67±0,47	0,78
Cholestérol	0,63±0,61	0,65±0,66	0,66±0,71	0,57
Phosphore	1,19±0,58	1,22±0,64	1,24±0,67	0,32
Calcium	0,48±0,31	0,49±0,32	0,48±0,31	-
Fer	0,65±0,56	0,69±0,7	0,81±1,58	0,04
Vit. C	0,54±0,55	0,57±0,6	0,61±0,56	0,11
Vit. B ₆	0,85±0,63	0,87±0,63	0,93±0,59	0,03
Vit. B ₉	0,84±0,57	0,91±0,65	0,98±0,73	0,01
Vit. B ₁₂	1,22±0,3	1,37±2,55	1,45±4,39	0,02
Vit. A	0,27±0,54	0,36±1,10	0,45±2,78	0,03
Vit. D	0,41±0,58	0,41±0,56	0,44±0,55	0,51
Vit. E	0,45±0,51	0,52±0,59	0,55±0,58	0,02

* comparaison entre NSE bas et NSE élevé ** Valeur calculée après réduction des NARs excédentaires à la valeur de « un » (Hatloy *et al.*, 1998) *** valeurs brutes

V.2.5. Adéquation selon la diversité alimentaire de la ration

D'après la **figure 06**, il apparaît que l'adéquation de l'alimentation des adolescents aux ANC correspond à la diversité alimentaire de leur ration globale. Plus le SDA de la ration augmente, plus le MAR de cette ration augmente, malgré que l'adéquation optimale (MAR=1) n'a pas été enregistrée même avec des valeurs maximales du SDA (SDA=8). Le MAR enregistré pour les adolescents ayant un SDA correct (supérieur à la moyenne) est significativement plus proche de la valeur idéale de « un » que celui des adolescents ayant des SDA insuffisants ($p < 0,0001$).

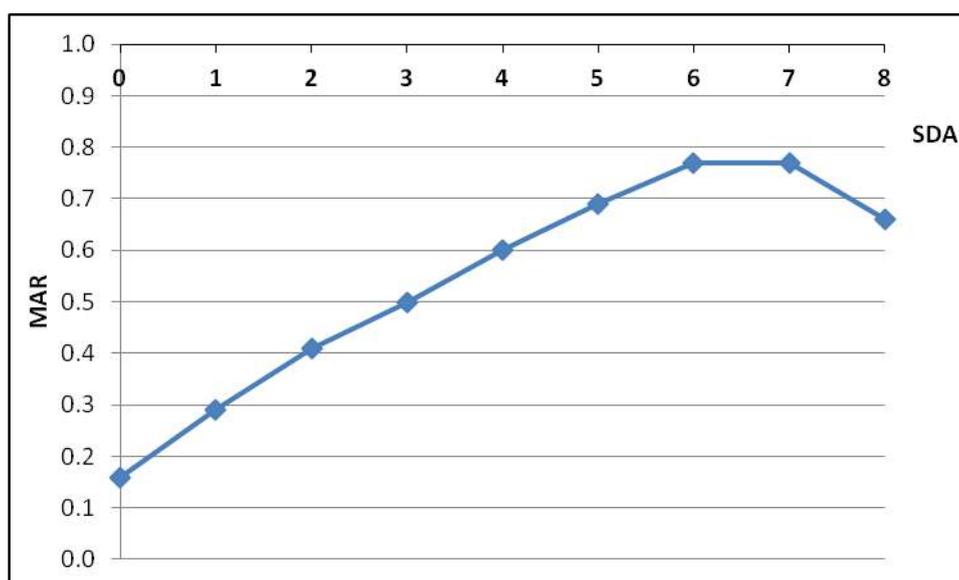


Figure 06 : Evolution de l'adéquation moyenne de la ration des adolescents en fonction de la diversité alimentaire

En général, les apports en macronutriments (AET, protéines, sucres simples et fibres) sont significativement plus élevés chez les adolescents ayant une alimentation suffisamment diversifiée sauf pour les lipides et le cholestérol (**Tableau 30**). Néanmoins, l'apport en sucres simples dépasse largement les recommandations malgré qu'il soit significativement plus élevé chez les adolescents avec un SDA correct. Le fer et toutes les vitamines hydrosolubles sont apportés en quantités supérieures dans les rations diversifiées. Pour les vitamines liposolubles, seule la vitamine A est significativement plus présente quand le SDA est correct ($p < 0,0001$).

Tableau 30 : Valeurs moyennes du MAR et des NARs selon les classes du SDA

	SDA Correct	SDA Insuffisant	p
N (%)	394 (35,0%)	732 (65,0%)	
MAR*	0,71±0,15	0,53±0,19	<0,0001
NARs**			
Energie	0,83±0,34	0,62±0,31	<0,0001
Protéines	1,07±0,47	0,73±0,47	<0,0001
Sucres simples	4,77±2,20	3,59±1,83	<0,0001
Fibres	0,92±0,80	0,85±0,65	0,03
Lipides totaux	0,68±0,47	0,67±0,42	0,71
Cholestérol	0,65±0,69	0,64±0,64	0,80
Phosphore	1,25±0,69	1,20±0,59	0,18
Calcium	0,49±0,33	0,48±0,30	0,60
Fer	0,79±1,43	0,67±0,62	0,04
Vit.C	0,64±0,65	0,54±0,53	0,002
Vit.B ₆	0,93±0,66	0,85±0,60	0,02
Vit.B ₉	0,97±0,74	0,89±0,60	0,03
Vit.B ₁₂	1,59±4,4	1,21±1,63	0,04
Vit.A	0,49±2,49	0,30±0,86	0,04
Vit.D	0,39±0,47	0,44±0,61	0,15
Vit.E	0,53±0,62	0,5±0,55	0,38

* Valeur calculée après réduction des NARs excédentaires (**Hatloy et al., 1998**) ** Valeurs brutes

VI. Etude des corrélations entre les différents indices calculés

VI.1. Diversité alimentaire et caractéristiques des adolescents

Les **figures 07, 08 et 09** montrent que la diversité alimentaire est inversement et significativement liée à l'âge des adolescents. Comme nos résultats l'ont précédemment montré, plus les adolescents grandissent, moins ils mangent diversifié ($r=-0,15$; $p<0,0001$) : Une faible corrélation positive mais significative a été notée entre le SDA et le SCSE ($r=0,18$; $p<0,0001$). Cela signifie que plus le niveau de vie augmente, plus l'alimentation des adolescents est diversifiée. En revanche, l'IMC semble ne pas avoir de corrélation avec la diversité alimentaire chez ces adolescents ($r=0,012$; $p=0,69$).

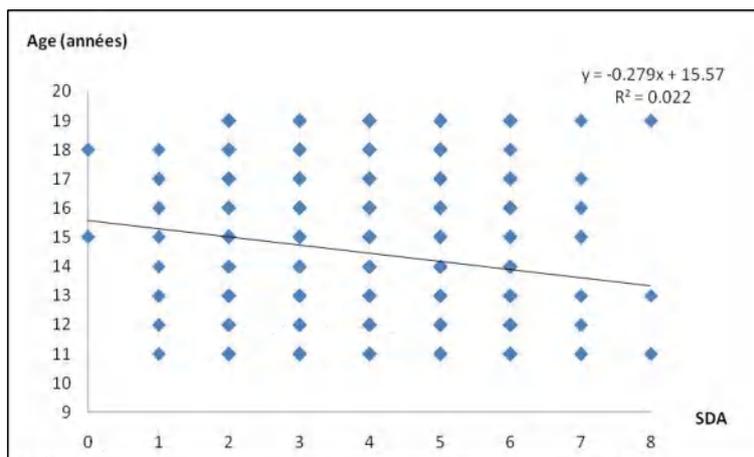


Figure 07 : Corrélation entre le SDA et l'âge des adolescents ($r=-0,15$; $p<0,0001$)

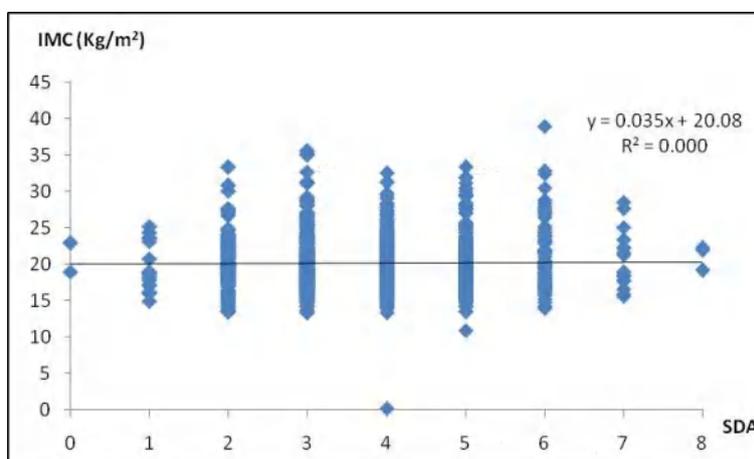


Figure 08 : Corrélation entre le SDA et l'IMC des adolescents ($r=0,012$; $p=0,69$)

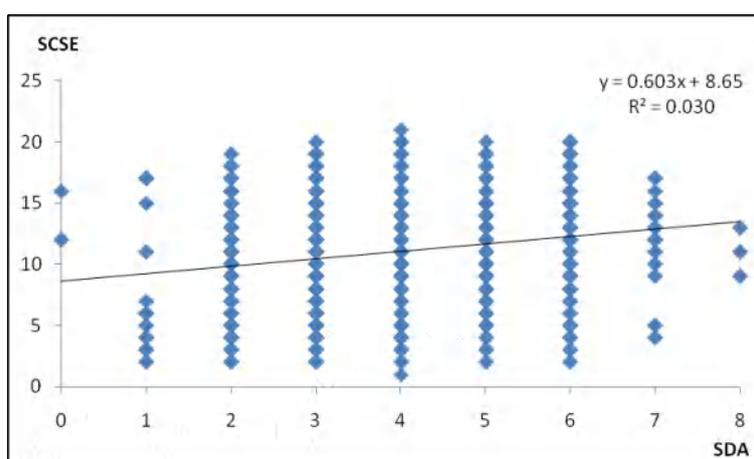


Figure 09 : Corrélation entre le SDA et le NSE des adolescents ($r=0,18$; $p<0,0001$)

VI.2. SDA et adéquation aux recommandations nutritionnelles

Une corrélation positive et significative a été enregistrée entre le SDA et le MAR ($r=0,55$; $p<0,0001$). Cela signifie que l'adéquation globale de l'alimentation des adolescents est moyennement corrélée à sa diversité alimentaire (**Figure 10**).

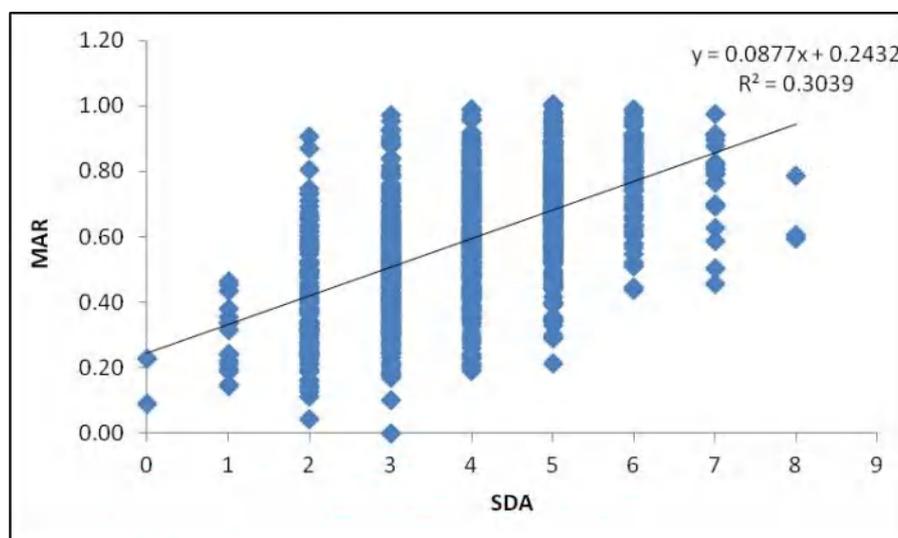


Figure 10 : Corrélation entre le MAR et le SDA

VI.2.1. SDA et adéquation en macronutriments

L'analyse des corrélations entre le SDA et les valeurs brutes des NARs des différents macronutriments, pour la population totale, a montré des corrélations significatives malgré qu'elles soient faibles dans la plus part des cas. **La figure 11** montre que la corrélation est positive quel que soit le nutriment. Dans tous les cas, il s'agit d'une corrélation faible ($r < 0,5$). Les corrélations les plus fortes étaient notées pour les protéines ($r=0,41$; $p<0,0001$), l'énergie ($r=0,36$; $p<0,0001$) et les sucres simples ($r= 0,32$; $p<0,0001$).

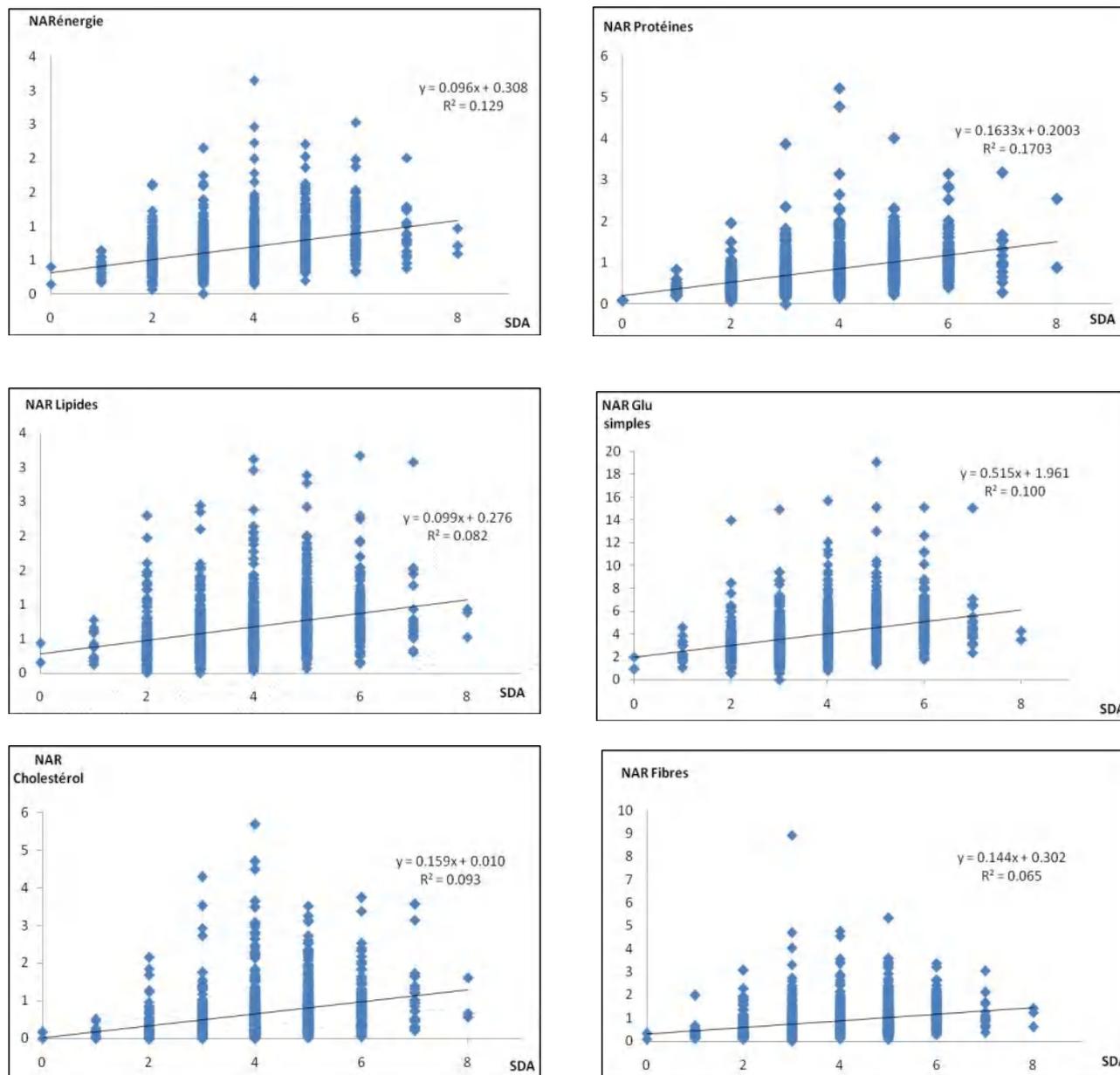


Figure 11 : Corrélation entre la diversité alimentaire et l'adéquation de la ration en macronutriments

VI.2.2. SDA et adéquation en micronutriments

Pour les minéraux (**Figure 12**), tous les coefficients de corrélations sont inférieures à 0,4 malgré qu'elles soient significativement positives sauf pour la vitamine A ($r=0,05$; $p=0,13$). La corrélation est la plus forte entre le SDA et l'adéquation en vitamine B₆ ($r=0,38$; $p<0,001$) et la plus faible pour l'adéquation en vitamine A ($r=0,04$; $p<0,001$).

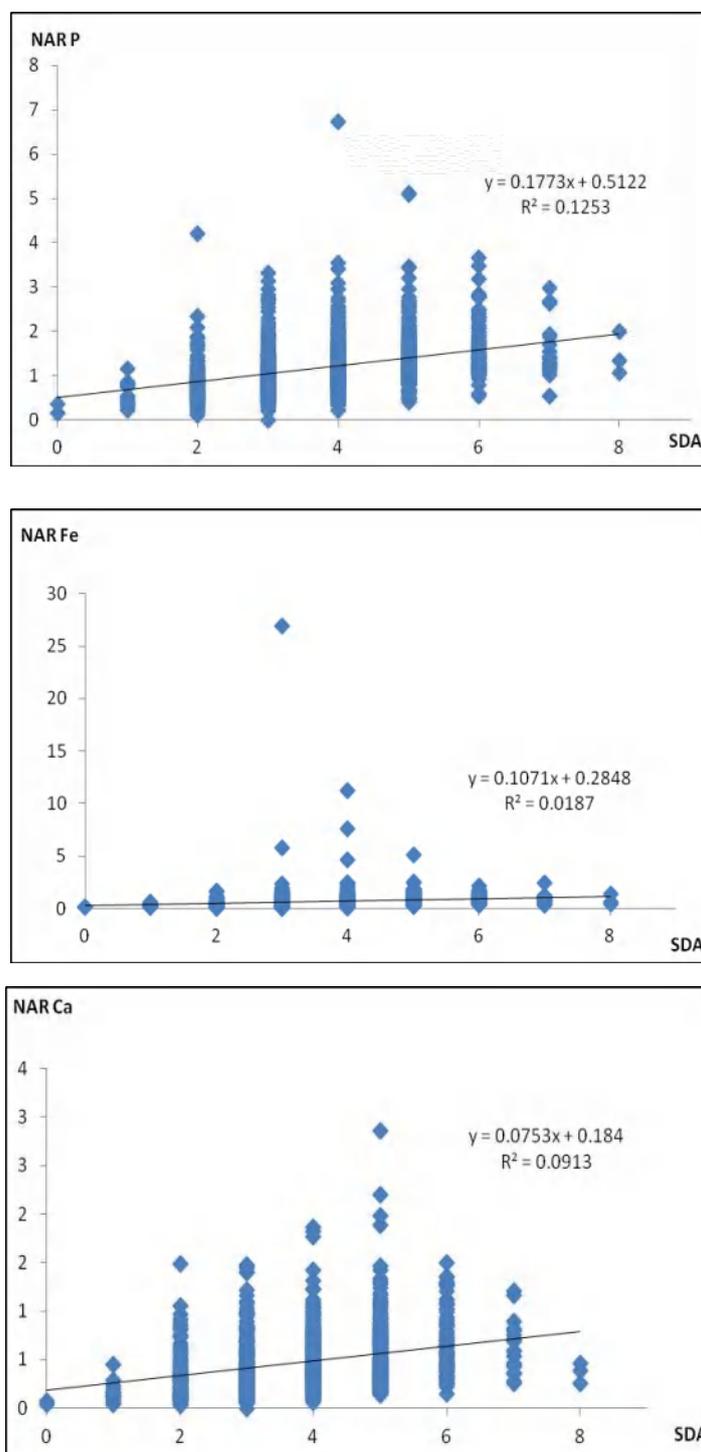


Figure 12 : Corrélation entre la diversité alimentaire et l'adéquation de la ration en minéraux

La corrélation entre vitamines hydrosolubles et SDA est plus forte que celle avec les vitamines liposolubles (**Figure 13, 14**). La corrélation est dans tous les cas positive et significative. Nous avons noté des coefficients de corrélation de 0,38 ; 0,35 et 0,34 ($p < 0,001$) respectivement pour les vitamines B₆, C et B₉. La corrélation la plus faible avec la diversité alimentaire a été enregistrée pour les apports en vitamine B₁₂ ($r = 0,16$; $p < 0,001$) et en fer ($r = 0,14$; $p < 0,001$).

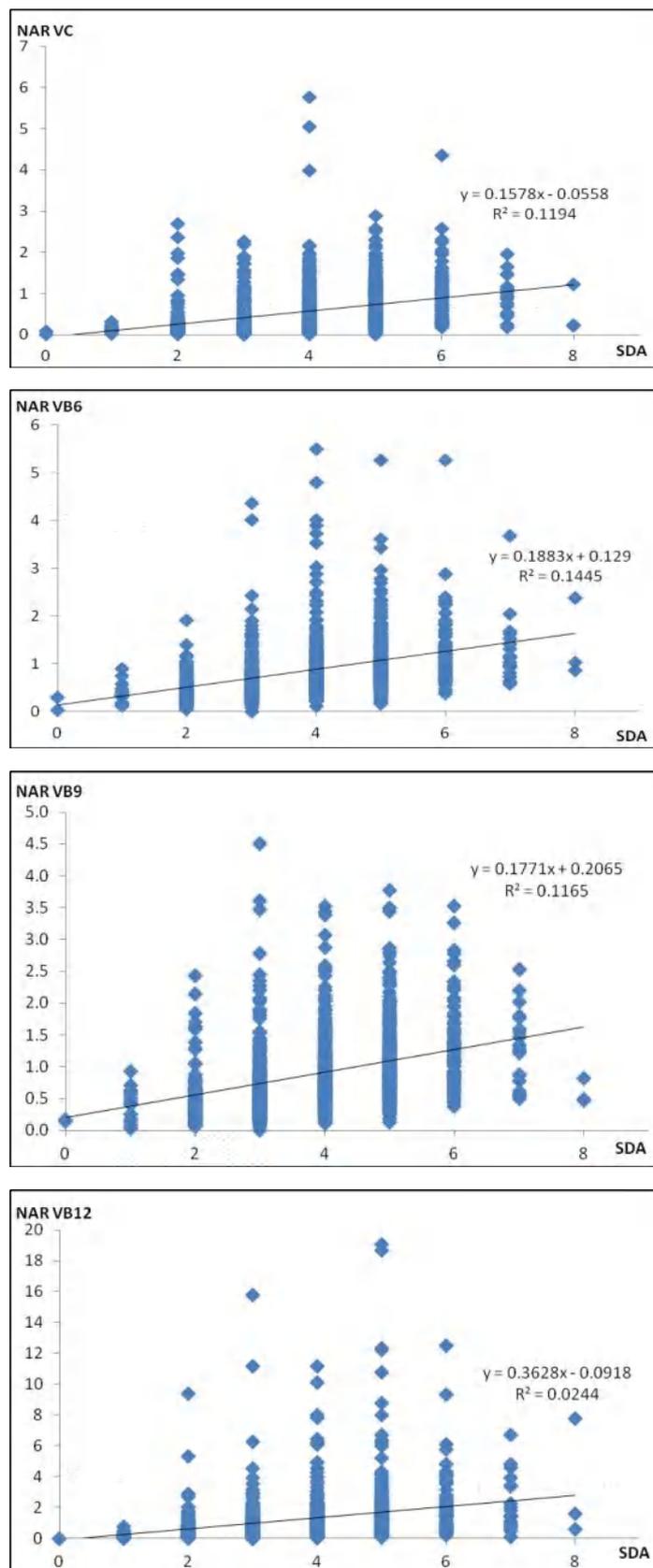


Figure 13 : Corrélation entre la diversité alimentaire et l'adéquation de la ration en vitamines hydrosolubles

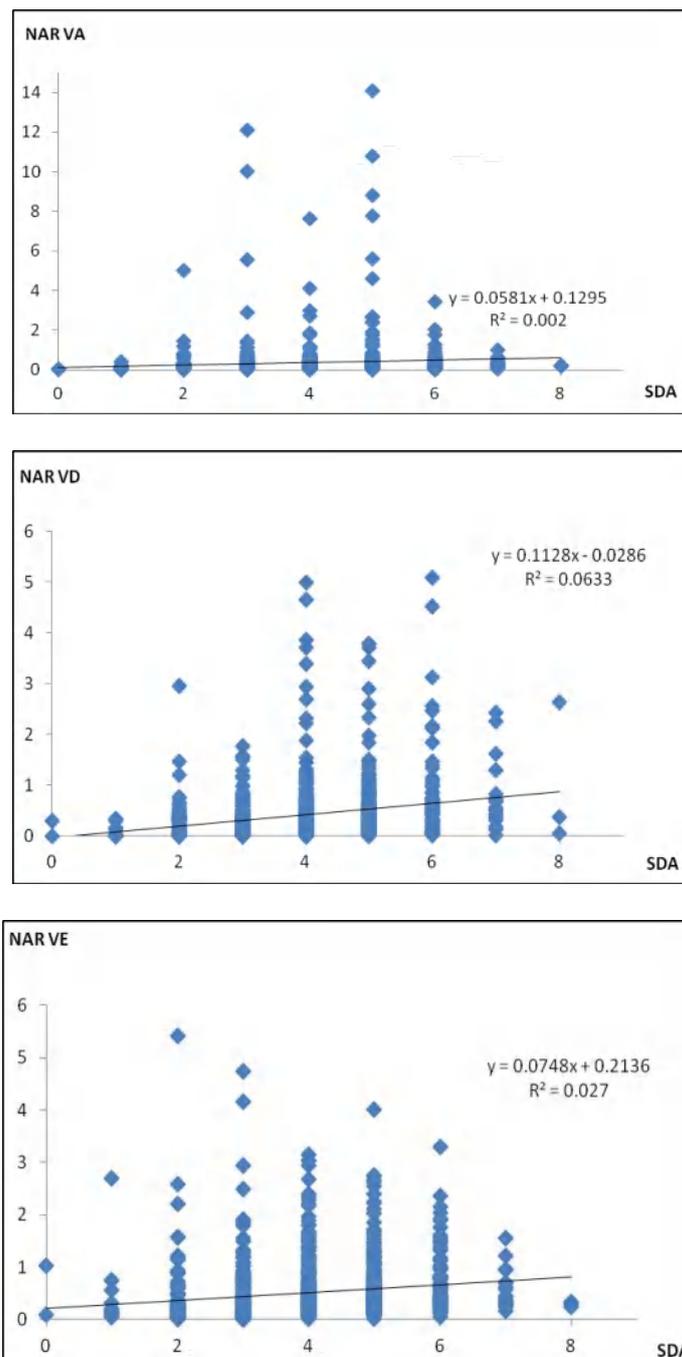


Figure 14 : Corrélation entre la diversité alimentaire et l'adéquation de la ration en vitamines liposolubles

VI.3. Adéquation aux ANC à différents niveaux de SDA

VI.3.1. SDA et Adéquation en macronutriments

Dans l'ensemble, les apports alimentaires des adolescents évalués par les NARs augmentent avec l'augmentation du SDA.

Pour les fibres et les protéines, les recommandations nutritionnelles ne sont atteintes qu'à partir de la consommation d'au moins 5 groupes d'aliments (**Figure 15**). Pour l'AET, les lipides et le cholestérol, elles ne sont atteintes qu'à partir de la consommation de 6 groupes d'aliments.

Les recommandations concernant les sucres simples sont largement dépassées même à des valeurs du SDA égales à 0. Cela correspond à une consommation monotone, d'aliments riches en calories vides. Une diminution de la valeur des NARs est notée à partir de la consommation de 7 groupes d'aliments pour tous les macronutriments excepté les protéines.

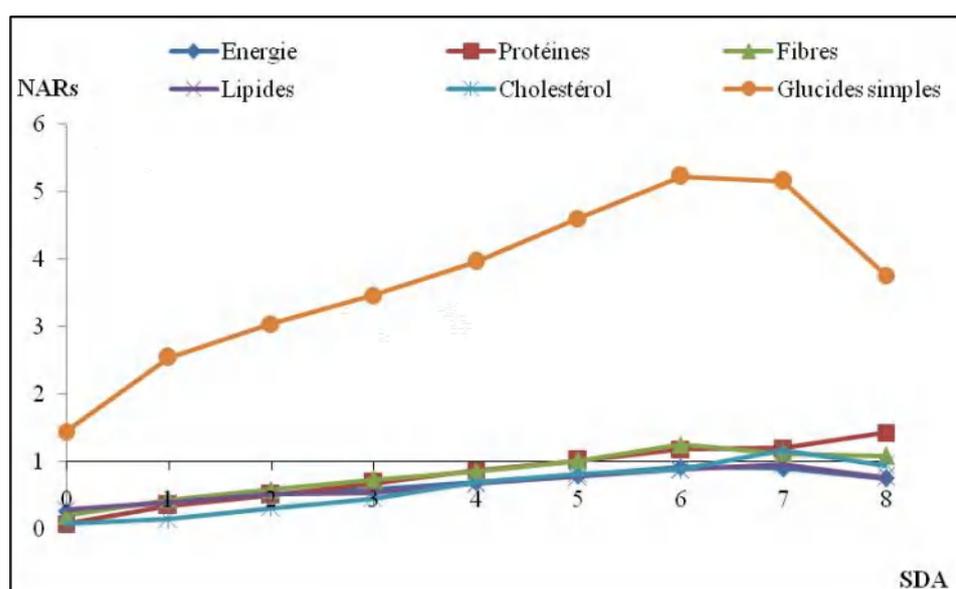


Figure 15 : Evolution de l'adéquation en macronutriments (NARs) pour différents niveaux du SDA

VI.3.2. SDA et adéquation en minéraux

Pour les minéraux, quelle que soient les valeurs du SDA, les apports restent en dessous des recommandations (**Figure 16**) mais ils augmentent avec le nombre de groupes d'aliments consommés. Néanmoins, même avec une consommation de 8 groupes d'aliments, les adolescents n'avaient pas atteint la valeur idéale de « un » pour les NARs du calcium et du fer. Ce n'est pas le cas pour le phosphore. Les recommandations relatives à ce dernier sont atteintes à partir de la consommation de trois groupes

d'aliments, puis elles sont dépassées pour atteindre un pic lors de la consommation de 6 groupes d'aliments où un déclin est noté pour tous les éléments minéraux.

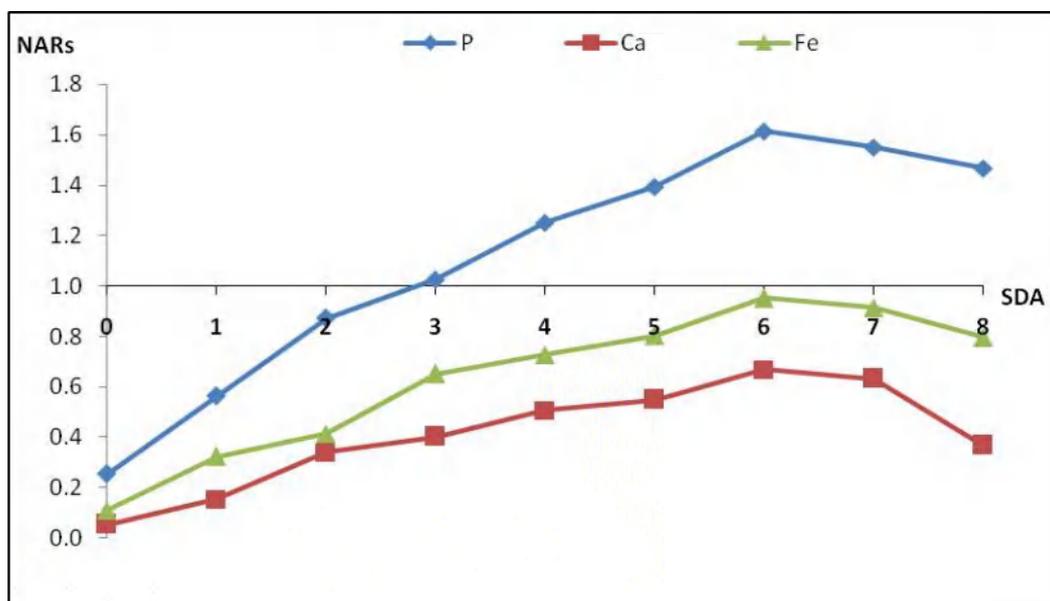


Figure 16 : Evolution de l'adéquation en minéraux pour différents niveaux du SDA

VI.3.3. SDA et adéquation en vitamines hydrosolubles

Ce qui est notable, c'est que les recommandations en vitamine C ne sont jamais atteintes même lors de la consommation de 8 groupes d'aliments malgré que les apports augmentent avec la progression du SDA jusqu'à des valeurs maximales à 7 groupes.

Les apports en vitamines B₆ et B₉ évoluent de la même manière jusqu'à une consommation de 7 groupes d'aliments. Leurs recommandations sont atteintes à partir d'une consommation de 5 groupes d'aliments. Pour la vitamine B₁₂, la consommation d'uniquement trois groupes d'aliments s'avère suffisante pour la couverture des ANC. A partir de 4 groupes, les recommandations pour cette vitamine sont largement dépassées. A partir d'une consommation de 7 groupes d'aliments, un déclin des apports en vitamine B₉ a été noté (Figure 17).

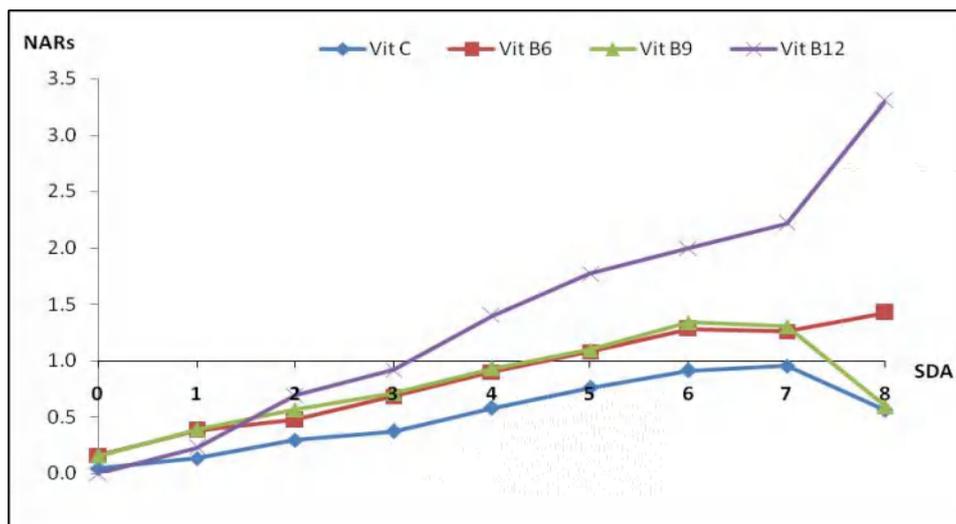


Figure 17 : Evolution de l'adéquation en vitamines hydrosolubles pour différents niveaux du SDA

VI.3.4. SDA et adéquation en vitamines liposolubles

Quelle que soit la diversité alimentaire de la ration, les adolescents restent loin des recommandations nutritionnelles relatives aux vitamines liposolubles. Les valeurs des NARs sont inférieures à « un » pour les vitamines A, D et E quel que soit le nombre de groupes d'aliments consommés (**Figure 18**).

Les apports en vitamine D se rapprochent des ANC avec l'augmentation du nombre de groupes d'aliments consommés pour atteindre à peine les recommandations à 8 groupes consommés. Les apports en vitamines A et E, malgré une augmentation du SDA, restent en dessous de la valeur idéale de « un ». Ce qui est notable est le déclin des apports après avoir atteint un pic après un minimum de 5 groupes. Ce déclin concerne les vitamines A et E à des valeurs du SDA respectivement égales à 5 et 6.

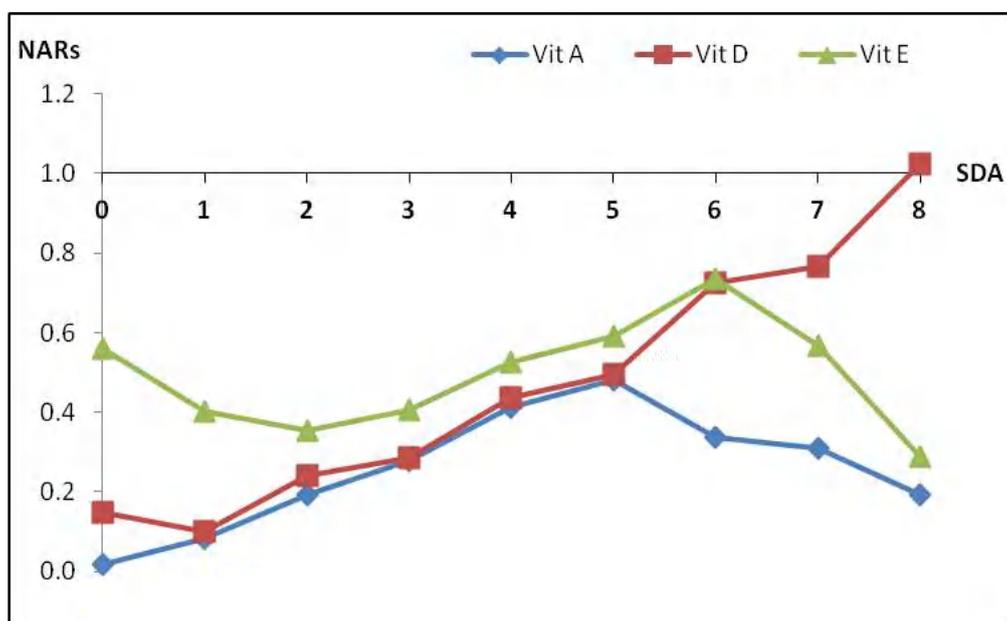


Figure 18 : Evolution de l'adéquation en vitamines liposolubles pour différents niveaux du SDA

DISCUSSION

L'objectif de cette étude est d'évaluer la qualité de l'alimentation des adolescents à Constantine par le calcul de scores alimentaires et nutritionnels. Pour cela, nous avons calculé un score de diversité alimentaire (SDA) qui reflète la diversité de la ration alimentaire des adolescents par le compte des groupes d'aliments consommés la veille de l'enquête. Un autre score nutritionnel a été estimé afin d'évaluer l'adéquation de l'alimentation de ces adolescents aux apports nutritionnels conseillés : Il s'agit du MAR basé sur le calcul des NARs pour chaque nutriment séparément. Des tests de corrélations ont été réalisés afin d'évaluer la force de corrélation entre le SDA et le MAR d'une part et le SDA et les NARs d'une autre part. Le SDA, le MAR et les NARs ont été aussi comparés en fonction de différentes variables jugées, par la littérature, prédictives de la qualité de l'alimentation, à savoir : l'âge, le genre, l'état staturo-pondéral et le niveau socio-économique.

I. LIMITES DE L'ETUDE

Notre étude comprend certaines limites qu'il est bon de rappeler :

- Dans les pays en développement, l'absence de recommandations locales est l'une des difficultés majeures pour l'établissement des scores mais rien n'interdit l'utilisation des recommandations établies pour des populations vivant dans les pays développés telles que celles destinées à la population française. Même si en théorie le choix des recommandations nutritionnelles de référence doit se faire sur la base des caractéristiques de la population étudiée et de ses habitudes alimentaires, il faut bien emprunter des recommandations à d'autres pays quand il n'y en a pas pour le pays concerné par l'étude. Les ANC français sont les plus exploités pour les études de consommation réalisées en Algérie. Le fait d'appartenir au bassin de la méditerranée, rend les populations plus ou moins proches : les mêmes types d'aliments, une même répartition saisonnière des fruits et légumes, une consommation plus ou moins importante de pain et de produits céréaliers et moins importante de viandes et du riz. Les caractéristiques des individus ne sont pas très différentes malgré les différences des conditions de vie. Pour ces raisons, nous avons estimé que les recommandations françaises sont les mieux adaptées pour notre population ;

- Les catégories d'aliments à inclure, la durée et la période de l'enquête peuvent aussi être discutées mais il n'y a pas une classification des aliments forcément meilleure qu'une autre. Nous avons utilisé une classification algérienne applicable pour la population locale tout en prenant en considération les directives de la FAO concernant le regroupement des

aliments et les options possibles pour une estimation optimale de la diversité alimentaire (voir partie méthodologie). Pour la période, il a été convenu, par la plupart des études ainsi que par le guide de la FAO (**Kennedy et al., 2013**) pour la création des scores de diversité alimentaire, que les dernières 24 heures représentent la durée de référence. Dans les pays en développement, un seul rappel des 24 heures est suffisant car il existe, au niveau de ces pays, une certaine monotonie des consommations et la diversité n'est pas une caractéristique majeure des régimes alimentaires (**Savy, 2006**) ;

- Ce travail a été réalisé auprès d'un échantillon non représentatif des adolescents de la commune de Constantine. Néanmoins cet échantillon a été sélectionné selon un choix raisonné justifié par les objectifs de l'étude d'une part et par les contraintes de terrain d'autre part (voir partie méthodologie). De plus, les établissements inclus dans l'étude se situent tous dans des zones urbaines. Des études ont montré que la diversité alimentaire est significativement plus faible en milieu rural (**Deschamps et Borys, 2004 ; Torheim et al., 2003 ; Aboussaleh and Ahami, 2009**). En effet, la disponibilité des aliments, le niveau de vie et les modalités d'accès à l'alimentation ne sont pas les mêmes. En Algérie, dans l'enquête nationale santé du projet TAHINA publié en 2005 (**Ouchfoun et al., 2007**), les seules consommations significativement plus élevées, en milieu rural, étaient celles du lait et des produits laitiers, des féculents et de la graisse végétale. Ce qui pourrait s'expliquer, notamment pour le lait, les produits laitiers et les féculents, par l'auto consommation importante des produits locaux.

II. APPORTS NUTRITIONNELS BRUTS DES ADOLESCENTS

Chez l'adolescent, les ANC sont fonction de l'âge et du genre. Nous avons utilisé comme ANC de référence pour notre population, ceux destinés à la population française publiés par **Martin (2001)**.

Comme définie par l'OMS (**1986**), l'adolescence concerne les âges de 10 à 19 ans. Pour cela, et pour toutes les analyses effectuées, trois classes d'âge ont été définies conformément à celles retenues pour les ANC français. Pour des raisons de faisabilité (les enfants de 10 ans sont encore en classes primaires), les adolescents âgés de 10 ans ont été exclus de notre étude. Pour cela les tranches d'âge retenues sont : 11-12 ans, 13-15 ans et 16-19 ans.

II.1. Energie et macronutriments

Pour notre population, la veille de l'enquête, l'apport énergétique total moyen est de l'ordre de $1\,846,3 \pm 900,1$ kcal pour la population totale. Quelle que soit la classe d'âge, l'AET reste toujours en dessous des ANC. Pour les filles, sa valeur moyenne est de $1\,670,8 \pm 830,5$ kcal vs $2\,061,5 \pm 944,8$ kcal chez les garçons. Pour les deux sexes, plus de 64% sont en dessous de 75% des ANC. Ces derniers proposent des apports qui passent de 2 365 kcal/j chez les garçons de 10 ans à 3 420 kcal/j chez ceux de 16-19 ans. Ces chiffres sont plus faibles chez les filles et passent de 2 080 kcal/j vers 10 ans à 2 700 kcal/j après 16 ans. Les apports des adolescents enquêtés sont toujours inférieurs aux chiffres recommandés quels que soient la tranche d'âge et le genre malgré leur augmentation avec l'âge.

Pour les autres macronutriments (protéines, lipides et fibres), les pourcentages des adolescents avec des apports en dessous des ANC augmentent significativement avec l'âge quel que soit le genre. Néanmoins ils restent toujours insuffisants pour couvrir les besoins accrus pendant la période d'adolescence.

Chez les filles, comme chez les garçons, malgré l'augmentation significative des apports en énergie, en protéines et en lipides en fonction de l'âge, il semble que cette augmentation ne soit pas compatible avec les besoins accrus pendant cette période de croissance maximale. Selon l'**OMS (1995)**, l'adolescence est une période de croissance rapide et significative. C'est pourquoi les besoins nutritionnels sont plus élevés pendant cette étape qu'à n'importe quel moment du cycle de vie. Si les besoins énergétiques ne sont pas couverts, il y'a une forte probabilité que les autres besoins ne soient pas couverts, ce qui a été en effet observé au sein de la population étudiée.

Nos résultats concernant l'énergie et les macronutriments concordent avec les observations faites sur des adolescents à l'Est algérien par **Oulamara (2006)**, **Taleb (2011)** et **Bechiri et Agli (2012)** pour les 10-12 ans.

En Tunisie, une étude menée auprès de 1 019 adolescents âgés de 15 à 19 ans a montré des niveaux de l'AET beaucoup plus élevés : de l'ordre de 3 341 kcal/j accompagnés par des apports aussi très élevés en protéines (103,3 g/j) et en lipides (136,0 g/j) ; ce qui dépasse énormément les apports recommandés (**Aounallah-Skhiri et al., 2011**). L'apport en fibres par contre était aux alentours des recommandations en vigueur dépassant légèrement les 36 g/j. Les auteurs expliquent ces excès par la méthodologie utilisée pour la collecte des données.

L'étude a été réalisée par un questionnaire de fréquence alimentaire semi-quantitatif responsable, entre autres, d'une surestimation importante des apports. Selon plusieurs auteurs (**Dop et al., 1994 ; Moghames et al., 2016**), les études basées sur des données collectées par un ou plusieurs rappels des dernières 24 heures sont plus précises et reflètent mieux la consommation plutôt réelle que les méthodes qualitatives ou semi quantitatives.

L'étude réalisée par **Tewelde (2015)** sur l'effet de la consommation alimentaire et d'autres facteurs sur l'état nutritionnel de 76 sujets de la République Démocratique du Congo, a donné des apports énergétiques de l'ordre de 2 079 kcal/j chez les garçons de 10 à 17 ans contre 1 987 kcal/j chez les filles. Les apports en protéines et en lipides totaux étaient encore plus faibles que ceux enregistrés pour notre population. L'auteur a estimé les apports en protéines à 27 g/j chez les garçons et 18 g/j chez les filles. En gros, les apports en macronutriments sont aussi en dessous des ANC et incompatibles avec la période de croissance exponentielle qui caractérise l'adolescence.

Au niveau des pays européens, l'étude HELENA (Healthy Lifestyle in Europe by Nutrition in Adolescence) réalisée sur les adolescents de 10 à 19 ans dans 10 pays européens a donné des apports énergétiques qui se situent entre 1 500 et 2 800 kcal/j (**Kersting et al., 2008**). En France, le rapport de l'**AFSSA** (Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments) en **2009** publiant les résultats de l'étude INCA2 (étude Individuelle Nationale des Consommations Alimentaires 2) réalisée entre 2006 et 2007 sur 1 444 enfants et adolescents, donnent des apports en énergie de l'ordre de 1 904,0 kcal/j chez les garçons et 1 641,2 kcal/j chez les filles âgés de 3 à 17 ans. Ces apports ne sont pas très loins de ceux observés chez les adolescents constantinois. Il en est de même pour les lipides totaux (79,9 g/j chez les garçons et 69,0 g/j chez les filles). Néanmoins, les apports en protéines sont légèrement plus élevés surtout chez les filles (61,8 g/j vs 55,3 g/j dans notre population). L'apport en fibre est légèrement en dessous des recommandations françaises, il était en moyenne de 12,6 g/j.

Chez des adolescents espagnols, les chiffres se situent dans la même fourchette (**Montero, 2006 ; Prado et al., 2009**). Ils évoluent de 1 980 à 2 040 kcal/j chez les garçons de 9 à 16 ans et de 1 930 à 1 760 kcal/j chez les filles. Pour les protéines par contre, les apports sont sensiblement plus élevés que les recommandations en vigueur. Dans tous les groupes, cet apport était supérieur aux valeurs recommandées. Les auteurs soulignent la diminution de l'apport protéique avec l'âge, alors que les besoins augmentent et sont maximaux à cette

période du cycle vital. L'apport moyen en fibre était de 13 g/j chez les 9-12 ans, ce qui reste aussi inférieur aux recommandations en vigueur. Ce constat a été aussi enregistré chez les adolescents que nous avons enquêté.

Ces constatations ont aussi été enregistrées chez les adolescents canadiens (**Camirand, 2011**). Les apports habituels en énergie avaient tendance à augmenter avec l'âge dans tous les groupes d'âge et pour les deux sexes. En effet, ces apports sont de l'ordre de 2 767 kcal/j chez les garçons et 2 183 kcal/j chez les filles avant 13 ans. Chez les plus grands et jusqu'à 19 ans, ils s'élèvent à 3 233 kcal chez les garçons et se stabilisent à 2 139 kcal/j chez les filles. Ces apports semblent nettement plus élevés que ceux observés chez nos adolescents. Cela est aussi vrai pour les autres macronutriments car la quantité d'énergie que procure l'alimentation des sujets dépend principalement de trois types de nutriments, soit les protéines, les lipides et les glucides. Par conséquent, les tendances des apports en protéines et lipides avaient les mêmes allures d'évolution en fonction de l'âge que celles observées au sein de notre population.

Ce n'est pas le cas pour les fibres qui étaient apportés à des niveaux de 16 g/j en moyenne chez les adolescents canadiens âgés entre 9 et 18 ans (**Camirand, 2011**). Ces chiffres étaient inférieurs aux recommandations canadiennes et aussi à ceux enregistrés chez nos adolescents.

En ce qui concerne les apports en cholestérol, sucres simples et AGS, la plupart des adolescents avaient des apports largement supérieurs aux ANC la veille de l'enquête. Pour le cholestérol, une augmentation significative des apports a été notée avec l'âge chez les garçons. Pour les sucres simples et les AGS, quels que soient la classe d'âge et le genre, les apports restent nettement supérieurs aux ANC. Ce qui est important à souligner, c'est l'apport en sucres simples qui était largement supérieur aux ANC chez toutes les filles de 11 à 12 ans et tous les garçons de 11 à 15 ans. Leur participation dans l'AET était autour de 60% quelque soit l'âge et le sexe.

Ces observations peuvent être expliquées par la consommation excessive des boissons et produits sucrés que nous avons prouvé par l'étude de la consommation des groupes et sous groupes d'aliments que nous allons discuter par la suite. Chez l'enfant et l'adolescent, il existe une importance particulière apportée au goût sucré qui se symbolise le plus souvent chez eux par la consommation de chocolat, boissons sucrées, biscuits, etc. En effet, la proportion des sucres simples que nous avons observé dans les apports énergétiques enregistrés la veille de l'enquête témoignent de cette consommation.

Il a été scientifiquement prouvé que l'excès de consommation des AGS a un rapport avec la mortalité coronarienne. En effet, de nombreuses études expérimentales sur l'animal, des études d'observation, des essais cliniques et des études épidémiologiques dans diverses populations humaines ont mis en évidence des associations solides et systématiques entre des apports élevés en AGS et cholestérol et l'incidence des pathologies coronariennes (**OMS, 1990 ; OMS, 2003 ; Potier de Courcy, 2003**). En effet, les AGS saturés et le cholestérol ne sont pas des nutriments essentiels et leur importance est directement liée aux effets qu'ils peuvent avoir en augmentant la cholestérolémie et en favorisant l'apparition des cardiopathies coronariennes (**OMS, 2003**).

Une étude bibliographique a montré des niveaux similaires en AGS de l'ordre de 9% de l'AET chez des adolescents algériens (10-12 ans) et une participation des sucres simples dans l'AET de l'ordre de 15,5% (**Bechiri et Agli, 2011**). Dans l'étude menée par **Taleb (2011)**, l'énergie fournie par les glucides simples représente 13 à 17% de l'AET et celle fournie par les AGS plus de 8%. Les pourcentages que nous avons enregistrés sont nettement supérieurs pour les sucres simples (60%) mais du même ordre pour les AGS (9%). Cela peut s'expliquer par la consommation excessive des aliments à forte densité énergétique et à faible densité nutritionnelle (boissons sucrées, chocolat, chips, fritures) que nous avons noté au sein de la population étudiée. En effet, la consommation de ces produits est en hausse dans les pays émergents qui traversent une transition épidémiologique et nutritionnelle accompagnée par une baisse de la consommation des fibres alimentaires (**Aounallah-Skhiri et al., 2011 ; CIHEAM/FAO, 2015 ; Serra-Majem et al., 2015**)

En Tunisie, chez les adolescents de 15 à 19 ans (**Aounallah-Skhiri et al., 2011**), les apports en AGS et en glucides simples étaient respectivement de 31,7 g/j et 89,5 g/j ce qui représente 8,5% et 10,7% respectivement de l'AET. Ces chiffres ne sont pas très loin des nôtres pour les AGS mais plus faibles pour ce qui concerne les glucides simples.

Ces excès ont été aussi observés dans l'étude INCA2 (**AFSSA, 2009**) concernant la consommation excessive des sucres simples et des AGS qui était significativement plus élevée chez les adolescents par rapport aux adultes. L'étude a enregistré des apports de 34,2 g/j en AGS et 98,6% en sucres simples pour les 11-17 ans ce qui est nettement inférieur aux apports observés au sein de notre population.

Conclusion sur les apports bruts en macronutriments

Pour conclure sur les apports en macronutriments, d'une manière générale, les apports en énergie, protéines, lipides et cholestérol sont inférieurs aux recommandations nutritionnelles (ANC) avec, en plus, une diminution avec l'âge sauf pour le cholestérol. En parallèle, ceux relatifs aux AGS se situent légèrement au dessus des recommandations. Ce qui est alarmant dans ces résultats est l'excès important des sucres simples et leur participation dans l'AET qui est en moyenne 5 fois plus élevée que celle suggérée par les ANC. Ces résultats concordent, globalement, avec ceux des autres études faites en Algérie et au niveau des pays voisins sauf pour les sucres et les apports en énergie des adolescents tunisiens.

Pour expliquer cela, un constat confirmé dans de nombreuses populations d'adolescents dans le monde, est l'attraction de ces derniers vers le goût sucré qu'ils retrouvent, dans la plupart des cas, dans les aliments industrialisés riches en sucres libres et en acides gras saturés. La consommation de ces derniers est de plus en plus importante surtout dans le contexte de transition nutritionnelle que traverse l'Algérie. Le rapport **CIHEAM/FAO (2015)** conclut que les mauvaises habitudes alimentaires qui se sont installées au niveau des pays de la rive Sud de la méditerranée se caractérisent, entre autres, par l'augmentation de la consommation des AGS et des glucides raffinés et la baisse des apports en fibres.

II.2. Micronutriments

II.2.1. Minéraux

Trois minéraux ont été inclus dans l'étude de la qualité de l'alimentation que nous avons réalisée dans la présente étude. Il s'agit du calcium, phosphore et fer. Ces trois éléments minéraux figurent parmi les éléments clés dans la nutrition des enfants et des adolescents afin de répondre aux besoins accrus liés à la croissance osseuse pour les deux premiers et à la croissance musculaire et la prévention des anémies par carence en fer pour le dernier.

Selon nos résultats obtenus, plus de 60% des adolescents sont en dessous des ANC pour le calcium et le fer. Pour le phosphore, l'inverse a été observé. Les ANC sont couverts pour plus de la moitié des adolescents quels que soient leur âge et leur genre. Il faut souligner que les apports en phosphore sont de l'ordre de 953 mg/j chez les filles et 1 008,0 mg/j chez les garçons ce qui dépasse les ANC fixés à un maximum de 830 mg/j (**Beaufrère et al., 2001**). Pour le calcium, nous avons enregistré 551,5 mg/j chez les filles et 615,5 mg/j chez les

garçons face à des recommandations fixées à un minimum de 1 200 mg/j pour toute la tranche d'âge de 10 à 19 ans. Par conséquent, le rapport phosphocalcique n'a pas atteint sa valeur minimale de « un » pour les adolescents enquêtés. Il se situe autour de 0,6 quels que soient le genre et la classe d'âge ce qui reste très loin du rapport recommandé de 1 à 1,5.

En Algérie, les chiffres sont du même ordre chez les 10-12 ans pour le calcium et le fer. **Bechiri et Agli (2011)** ont donné un rapport phosphocalcique de 0,6 et des apports en fer ne dépassant pas 8,7 mg/j. L'étude réalisée par **Taleb (2011)** a enregistré des apports en calcium de l'ordre de 700 mg/j accompagnés d'un apport aussi excédentaire en phosphore qui s'élève à 924 mg/j.

Chez les adolescents tunisiens, les apports en calcium sont du même niveau que ceux enregistrés chez les adolescents enquêtés. Ils étaient de 888 mg/j chez les 15-19 ans (**Aounallah-Skhiri et al., 2011**). Par contre, pour le fer, ils étaient de 22,4 mg/j chez les deux sexes, ce qui est pratiquement plus de deux fois plus élevés que les nôtres.

Au niveau des pays développés, les résultats de l'étude INCA 2 en France ont montré des apports de 806,6 mg/j, 1 036,1 mg/j et 10,2 mg/j respectivement pour le calcium, le phosphore et le fer chez les 3-17 ans (**AFSSA, 2009**). Au Canada, les résultats publiés par **Camirand (2011)** indiquent que pour les 9-18 ans, il semble que les apports habituels en calcium apparaissent du même ordre que la valeur de référence. Parallèlement, les apports en phosphore d'environ 29% des filles sont insuffisants.

En résumé, il semble que les apports en ces trois nutriments, très intéressants en période d'adolescence, ne sont pas compatibles aux besoins autant au niveau des pays développés que de ceux en voie de développement. L'OMS confirme dans son rapport sur la nutrition pendant l'adolescence que beaucoup d'études ont confirmé la non compatibilité des apports en ces éléments minéraux surtout chez l'enfant et l'adolescent au niveau des pays en voie de développement (**OMS, 2005a**).

Selon **Potier De Courcy et al. (2003)**, un excès en phosphore, si l'apport en calcium est insuffisant ($\text{Ca/P} < 1$), peut à la longue provoquer une hyperparathyroïdie secondaire et induire une perte de masse osseuse. La carence en calcium se rencontre chez les enfants et l'adolescent consommant une alimentation pauvre en calcium (produits laitiers) et/ou recevant des rations avec un rapport Ca/P trop bas. Puisque le maximum de la masse osseuse est acquis

pendant l'adolescence, le calcium déposé pendant cette période détermine la survenue de l'ostéoporose à l'âge adulte. Le déficit chronique peut conduire à une réduction de la densité de la masse osseuse chez l'enfant ce qui cause des fractures plus fréquentes. Il est donc d'autant plus important de veiller à ce que l'apport en calcium soit plus important, face aux niveaux élevés de phosphore alimentaire (produits carnés, produits laitiers et œufs, phosphates présents comme additifs technologiques) afin de garder un rapport satisfaisant ne dépassant pas 1,5 (**Potier de Courcy, 2003 ; OMS, 2005a**).

Le déséquilibre phosphocalcique peut s'expliquer par la consommation insuffisante ou inefficace des produits laitiers par les adolescents la veille de l'enquête. En effet, les produits laitiers ont été consommés par 80% d'adolescents comme il sera détaillé plus bas. Mais, il semble que la quantité n'était pas suffisante pour apporter ce qu'il faut en calcium.

En ce qui concerne le fer, nos résultats montrent qu'il est apporté à des niveaux qui n'ont pas dépassé les 9,5 mg/j en moyenne chez les deux sexes contre des recommandations qui vont de 10 à 16 mg/j chez les filles et de 10 à 13 mg/j chez les garçons entre 10 et 19 ans. Ces apports ne sont plus suffisants pour répondre aux besoins accrus en fer pendant cette période de croissance musculaire maximale. Chez les filles, vue les pertes menstruelles qui s'élèvent à 10 à 15 mg de fer par mois, les besoins sont accrus et les recommandations pour prévenir les anémies par carence en fer sont fixées à 16 mg/j. Ce chiffre n'est pas atteint chez les adolescentes enquêtées même à 19 ans.

L'OMS (2005a) rapporte que l'anémie par carence en fer touche 27% des adolescents des pays en voie de développement contre uniquement 6% au niveau des pays industrialisés. Dans son rapport sur le profil nutritionnel de l'Algérie, la FAO rapporte qu'en 1999, les anémies légères touchaient 38% des enfants scolarisés et les anémies sévères 26% (**MSPRH, 2003 cité par FAO, 2005**). En 2015, **Bazoula** et **Moulla** ont enregistré une prévalence de 19,2% chez des sujets de plus de 18 ans à Constantine. Elle touche significativement plus de femmes (29,6% *vs* 5,0% chez les hommes). Les anémies sont d'origine diverses avec cependant une forte composante nutritionnelle. La composition du régime alimentaire joue un rôle fondamental dans l'absorption des micronutriments. Le régime alimentaire algérien est essentiellement basé sur les céréales, riches en fer non héminique mais aussi en phytates et en fibres, ce qui réduit encore la biodisponibilité du fer. Les aliments d'origine animale, riches en fer héminique sont de consommation restreinte en raison de leur coût (**FAO, 2005**). A ces

raisons s'ajoute la faible consommation observée au sein de la population étudiée quelque soit l'origine du fer alimentaire. Dans notre population, la veille de l'enquête, 50% des adolescents en moyenne ont consommé de la viande ou un produit dérivé. Il semble néanmoins que la quantité était aussi insuffisante.

II.2.2. Vitamines

Notre étude montre que, dans l'ensemble, les ANC sont plus couverts pour les vitamines hydrosolubles que pour celles liposolubles. Pour la vitamine C, au moins 74% des adolescents ont des apports inférieurs aux ANC quels que soient leur âge et genre. Ce pourcentage augmente significativement avec l'âge chez les deux sexes.

Pour les trois vitamines du groupe B (pyridoxine ou B₆, folates ou B₉ et cobalamine ou B₁₂), les apports diminuent significativement et restent insuffisants et en dessous des ANC pour la majorité des adolescents quels que soient leur âge et genre. Ils sont de l'ordre de 1,2 mg/j chez les filles et 1,5 mg/j chez les garçons la veille de l'enquête pour la B₆ contre des ANC qui évoluent de 1,3 mg/j à 1,5 mg/j chez les filles et de 1,3 à 1,8 mg/j chez les garçons entre 10 et 19 ans. Ces apports ne sont pas très loin des ANC mais restent insuffisants pour les couvrir. Il faut néanmoins signaler l'augmentation significative du nombre d'adolescents qui s'éloignent de ces repères, avec l'augmentation de l'âge.

Pour la vitamine B₉, les ANC exigent des apports de 250 à 330 µm/j chez les 10-19 ans quelque soit le genre. La veille de l'enquête, les adolescents enquêtés ont consommé des apports suffisants pour les filles âgées de 11 à 12 ans et les garçons de 11 à 15 ans. Ce n'est pas le cas pour les adolescentes de plus de 12 ans qui avaient des apports insuffisants comparativement aux recommandations. En plus, il a été statistiquement confirmé que ces apports diminuent significativement avec l'âge.

Pour la vitamine B₁₂, il semble que les ANC sont suffisamment couverts la veille de l'interview car les recommandations suggèrent un apport maximal de 2,4 µg/j à 19 ans contre des apports observés de l'ordre de 2,6 µg/j chez les filles et de 3,5 µg/j chez les garçons.

La diminution significative selon l'âge de la proportion des adolescents qui sont en dessous des ANC liée aussi à une diminution des apports pour toutes les vitamines hydrosolubles peut s'expliquer par la diminution de la consommation des fruits, légumes et légumineuses. Il

semble que les quantités consommées chez ces adolescents n'ont pas suivie le rythme d'accroissement des besoins surtout en vitamines et minéraux.

En Tunisie, chez les 15-19 ans, les apports vitamines excèdent ceux enregistrés chez nos adolescents. Ils sont respectivement pour les vitamines C, B₉ et B₁₂ de 158,4 mg/j ; 599,7 µg/j et 8,0 µg/j (**Aounallah-Skhiri et al., 2011**).

Chez les adolescents canadiens, **Camirand (2011)** confirme que les apports en vitamines sont, dans l'ensemble satisfaisants et équivalents aux ANC destinés à la population canadienne. En France, les apports en ces 4 vitamines hydrosolubles sont du même ordre de grandeur que ceux enregistrés au sein de notre population (**AFSSA, 2009**). Pour les 3-17 ans, ils sont de l'ordre de 77,3 mg/j pour la vitamine C ; 1,5 mg/j ; 227 µg/j et 3,9 µg/j respectivement pour les trois vitamines B₆, B₉ et B₁₂.

Dans son rapport d'une Consultation OMS/FAO d'experts sur la nutrition et la prévention des maladies cardiovasculaires, l'**OMS (2017)** reporte les résultats de certaines études qui ont prouvé que les folates et la vitamine B₆, apportés par l'alimentation ou par des suppléments à des doses nutritionnelles, protégeaient des cardiopathies coronariennes. Ces experts ajoutent qu'une méta-analyse a conclu qu'un apport assez élevé de folates réduirait le risque de cardiopathie ischémique à l'âge adulte de 16 % et le risque d'accident cérébro-vasculaire de 24 %.

Pour les trois vitamines liposolubles étudiées (rétinol ou vitamine A, cholécalférol ou vitamine D et tocophérol ou vitamine E), au moins 86,0% des adolescents enquêtés avaient des apports inférieurs aux ANC la veille de l'enquête quelque soit leur âge et genre. Il semble que les besoins en vitamines hydrosolubles étaient mieux couverts que ceux en vitamines liposolubles chez la population étudiée.

Les apports sont de l'ordre de 204,9 µg/j chez les filles vs 248,3 µg/j chez les garçons pour la vitamine A face à des ANC fixés entre 550 et 600 µg/j chez les filles et 550 et 800 µg/j chez les garçons. Pour la vitamine D, ils sont de 1,9 µg/j chez les filles et 2,4 µg/j chez les garçons contre des recommandations de l'ordre de 5 µg/j tout âge et sexe confondus. Enfin pour la vitamine E, les apports sont de l'ordre de 5,3 mg/j chez les filles et 6,6 mg/j chez les garçons contre des recommandations de 11 à 12 mg/j. L'insuffisance remarquable des apports est à souligner pour ces vitamines liposolubles.

On observe donc que, pour les vitamines liposolubles, la couverture des ANC est loin d'être atteinte quels que soient l'âge et le genre. Les apports sont alarmants et ne couvrent même pas la moitié des recommandations. Au niveau des pays industrialisés, la situation est différente. En France, l'étude INCA 2 a enregistré des niveaux plus élevés en vitamine A et E mais toujours en dessous des ANC. Ils sont de l'ordre de 446,5 µg/j de vitamine A et de 1,9 µg/j pour la vitamine E chez les 10-17 ans (AFSSA, 2009). Néanmoins les apports en vitamines D sont du même niveau que les nôtres (1,9 µg/j). Par contre au Canada, la médiane des apports habituels en vitamine D est du même ordre ou dépasse les recommandations en vigueur dans tous les groupes âge/sexe des adolescents. Cela suppose que le risque d'apports insuffisants demeure faible dans l'ensemble. La prévalence d'apports insuffisants en vitamine A semble non négligeable parmi les jeunes de 14 à 18 ans surtout chez les garçons (Camirand, 2011). Comparativement à ces valeurs, les apports enregistrés au sein de la population étudiée sont faibles et ne couvrent pas la moitié des apports recommandés. Ces taux s'expliquent par la faible consommation des sources de ces vitamines : matière grasse ajoutée, poissons et fruit de mer, foie, viandes et produits laitiers.

Conclusion sur les apports bruts en micronutriments

La veille de l'enquête, chez les adolescents enquêtés, les apports en micronutriments sont insuffisants et ne répondent pas aux ANC. Ce constat est accompagné par une diminution significative avec l'âge pour : le calcium chez les garçons, le fer chez les filles, toutes les vitamines hydrosolubles et la vitamine E aussi bien chez les garçons que chez les filles.

Les besoins en fer et en vitamines du groupe B sont accrus pendant la période d'adolescence et leur couverture, surtout chez les filles, est indispensable pour la prévention des anémies ferriprives pendant l'âge de procréation. La croissance aussi bien squelettique que musculaire ne peut être correctement achevée sans la contribution synergique du calcium et de la vitamine D pour la première et du fer, de la vitamine A et des folates pour la seconde. Le rôle antioxydant des vitamines C et E est connu dans la prévention des maladies dégénérative (Potier De Courcy *et al.*, 2003).

Selon l'OMS (2005a), le capital minéral et vitaminique doit être conçu et renforcé pendant l'enfance et l'adolescence pour améliorer les conditions de vie à l'âge adulte. La supplémentation doit être aujourd'hui une priorité au niveau des pays en voie de

développement. La malnutrition par carence en micronutriments représente un problème majeur de santé publique au niveau des pays en voie de développement. Les causes principales pour ces carences résident dans la consommation insuffisante des produits alimentaires sources des minéraux et vitamines (fruits et légumes et produits laitiers), comportement caractéristique de la période d'adolescence comme le reporte l'UNICEF dans son rapport relatif à la nutrition pendant l'adolescence (**UNICEF, 2011**).

III. DIVERSITE ALIMENTAIRE CHEZ LES ADOLESCENTS ET FACTEURS ASSOCIES

III.1. Diversité alimentaire

La diversité alimentaire dans notre étude est évaluée par le SDA : Score de Diversité Alimentaire. Le SDA que nous avons calculé représente le compte de tous les groupes d'aliments consommés la veille de l'enquête. Le calcul du SDA ainsi que la liste des groupes d'aliments utilisée ont été établis conformément aux recommandations de la FAO (**Kennedy, 2013**).

Le SDA calculé ne donne pas d'indication sur les quantités d'aliments consommées. L'évaluation est plutôt qualitative. La variabilité saisonnière a été prise en considération parce que l'enquête s'est déroulée pendant des périodes qui touchaient les 4 saisons. Les indices de mesure de la qualité globale de l'alimentation développés dans les pays industrialisés sont plus ou moins complexes, utilisant souvent, en plus des éléments qualitatifs, certains éléments quantitatifs. Ces indices s'appuient sur des repères de consommation ou des recommandations nutritionnelles propres à chaque pays (**Savy, 2006**).

La valeur moyenne du SDA calculé est de $3,97 \pm 1,25$. Elle est décalée vers les valeurs les plus basses par rapport à la valeur moyenne théorique (4,5). L'alimentation de la plupart des adolescents enquêtés est peu diversifiée car les scores insuffisants ($SDA \leq 4$) concernaient 65,0% des sujets contre 35,0% avec des SDA corrects ($SDA > 4$) sans différence significative selon le genre. Le SDA maximal de 9 points n'a jamais été atteint.

Pour considérer la diversité alimentaire, nous avons pris comme valeur seuil la valeur moyenne. Selon les recommandations de la FAO, tous les adolescents ayant des valeurs inférieures au SDA moyen ont une alimentation que l'on peut qualifier de mal équilibrée. Les scores supérieurs sont signes d'une alimentation suffisamment diversifiée.

Il est reconnu que l'adolescence représente une phase clé dans l'installation du comportement alimentaire adulte. En Algérie, des études ont montré que les adolescents algériens, comme leurs pairs dans les pays développés, cumulent des comportements alimentaires à risque (**Bechara-Karoune, 2007 ; Mekhancha et al., 2007 ; Allam et al., 2010 ; Bechiri et Agli, 2011 ; Mekhancha- Dahel et al., 2014 ; Sayed et al., 2014 ; Allioua et al., 2015 ; Assam, 2015 ; Karoune et Dahel-Mekhancha, 2015 et Dahel-Mekhancha et al., 2016**).

Plusieurs travaux ont confirmé que ces comportements existent aussi dans les pays en développement (OMS, 2005a ; Aounallah-Skhiri *et al.*, 2011 ; Delisle *et al.*, 2014 ; Torheim *et al.*, 2004 ; Mirmiran *et al.*, 2004 ; Vakili *et al.*, 2013 ; Singh *et al.*, 2016). Cette situation est plus alarmante au niveau des pays industrialisés (Stang and Story, 2005 ; Vereecken *et al.*, 2005 ; Kersting *et al.*, 2008 ; Hazel *et al.*, 2013 ; Arechavala *et al.*, 2016).

Les groupes d'aliments les moins consommés par les adolescents enquêtés sont : les poissons et fruits de mer, la matière grasse ajoutée et les œufs ; les plus consommés étant les produits céréaliers, lait et laitage, boissons sucrées et produits sucrés. La faible consommation des poissons peut s'expliquer, surtout, par le pouvoir d'achat des ménages algériens insuffisants au regard des prix pratiqués. Elle peut aussi s'expliquer par une méconnaissance des produits comme pour le cas des poissons d'eau douce bon marché mais délaissés pour leurs caractéristiques organoleptiques et l'ignorance de leurs modes de préparations culinaire.

La forte consommation des boissons et produits sucrés par les adolescents peut s'expliquer par l'abondance des produits manufacturés à fortes quantités de sucre ajouté et très bon marché (barres chocolatées à 5 DA, bonbons à 0,5 DA, petites boîtes de boissons sucrées jusqu'à 200 ml à 10 DA, etc.). Le sucre est, de surcroît, un produit subventionné par l'Etat. La consommation des produits céréaliers reste aussi très importante quel que soit le facteur étudié. Ce sont des aliments de base qui caractérisent le modèle de consommation de la population algérienne (FAO, 2005).

Une étude réalisée à Alger (Allam *et al.*, 2010) sur des adolescents de 12 à 17 ans notait que les produits sucrés étaient consommés au moins une fois par jour par plus de 60% d'entre eux. Nos résultats montrent une situation plus alarmante avec une consommation de ces produits par 70,6% des adolescents, la veille de l'enquête.

L'alimentation des adolescents tunisiens n'est pas très différente. Aounallah-Skhiri *et al.* (2011) ont montré une évolution de l'alimentation des adolescents de 15 à 19 ans vers la modernisation. Certains comportements sont plutôt favorables comme la consommation importante du lait et laitage et une variété alimentaire suffisante. Les autres comportements augmentent le risque de maladies chroniques : la faible consommation des fruits et légumes et la forte consommation des produits sucrés et des produits riches en acides gras saturés. Dans le cadre du projet TAHINA en Tunisie, une étude sur 1 200 adolescents âgés de 15 à 19 ans

(**Traissac et al., 2013**) a aussi montré une forte consommation des sucreries et une faible consommation des viandes.

Au Maroc, un SDA a été calculé pour 12 groupes d'aliments chez des adolescents marocains de 12 à 16 ans (**Aboussaleh et Ahami, 2009**). Le SDA moyen était de 10 sur un total de 12 points signe d'une alimentation diversifiée ce qui n'est pas le cas des adolescents constantinois. Concernant la consommation des groupes d'aliments, et conformément à nos observations, les produits céréaliers restent les plus consommés par les adolescents marocains. Les groupes les moins fréquemment consommés étaient les fruits et les poissons chez la majorité d'entre eux.

En Afrique subsaharienne, plusieurs travaux ont été consacrés à l'étude de la diversité alimentaire chez différents groupes de population surtout chez l'enfant et la femme en âge de procréer. **Torheim et al. (2004)** ont calculé un SDA pour les adolescents et les jeunes adultes (15-45 ans) sur une liste de 9 groupes d'aliments. Le SDA moyen était de $7,8 \pm 1,3$ pour une durée de 7 jours. Ce score est plus proche de la valeur idéale de 9.

Chez les adolescents iraniens de 10 à 18 ans, **Mirmiran et al., (2004)** ont enregistré un SDA de $6,25 \pm 1,08$ sur un maximum de 10. Ce score reflète une alimentation diversifiée par rapport à la valeur seuil de 6 définie par les auteurs. Une étude plus récente réalisée par **Vakili et al. (2013)** chez les adolescents iraniens (15-18 ans) a donné un SDA proche. Il était de $6,81 \pm 1,75$ sans donner une précision sur le nombre de groupes d'aliments inclus dans son calcul.

En France, les mêmes constatations étaient soulevées sur les consommations alimentaires de la population française. Les adolescents et les jeunes adultes (de 12 à 25 ans) présentaient quasi systématiquement les consommations les plus éloignées des repères du PNNS (Programme Nationale Nutrition Santé) par rapport aux autres classes d'âge. Ils avaient une moindre diversité alimentaire, des apports faibles en produits laitiers, poissons et fruits et légumes comparativement aux repères du PNNS. La consommation des fruits et légumes représentait le facteur limitant de la diversité alimentaire chez ce groupe de population (**Maire et al., 2009**). Ces observations ont été enregistrées aussi dans la plupart des pays de l'Union européenne. Les résultats de l'étude HELENA confirment aussi que les adolescents constituaient le groupe de population qui avait l'alimentation la plus loin des recommandations nutritionnelles (**Kersting et al., 2008**).

Les résultats d'un projet sur la modélisation de la consommation des fruits et légumes en France ont confirmé que la moitié de la population française ne respecte pas les recommandations. Le projet concluait que le respect de cette recommandation améliore la qualité nutritionnelle de l'alimentation évaluée par plusieurs indicateurs nutritionnels, augmente la diversité globale de la ration mais augmente aussi son coût (**Vieux, 2013**).

Une étude sur la relation entre la qualité de l'alimentation des adolescents de 9 à 18 ans et la croissance osseuse a montré un effet positif et significatif d'une consommation importante des fruits et légumes. En parallèle, les auteurs ont prouvé aussi l'effet néfaste sur la croissance osseuse d'une consommation excessive des boissons sucrées (**Whiting et al., 2004**).

Padilla (2010) confirme dans un rapport d'experts de l'INRA que les connaissances de l'enfant et de l'adolescent peuvent être biaisées par des stratégies marketing qui peuvent l'encourager à remplacer les fruits et légumes par d'autres produits dits nutritifs, mais qui en réalité sont nutritionnellement pauvres. Les aliments les plus lourdement « marketés », sont ceux qui sont surconsommés. La télévision pourrait toutefois être un instrument éducatif qui pourrait être exploité pour encourager les comportements sains. Mais ce sont les forces du marché qui déterminent le contenu des publicités.

Une large étude européenne a confirmé combien la disponibilité de fruits et légumes à la maison est déterminante des choix des enfants et des adolescents (**Padilla, 2010**). Cette disponibilité est strictement liée au pouvoir d'achat des ménages. Un gradient social de la consommation alimentaire, concernant tant les aspects quantitatifs que qualitatifs de l'alimentation est rapporté dans plusieurs études transversales (**Duran-Perrin, 2007**).

Il semble que les préoccupations alimentaires chez l'adolescent sont les mêmes. L'adolescent commence à prendre des distances avec ses parents, cherche des goûts différents, un plaisir de consommation et une identité à travers la consommation abusive des sucreries et des boissons sucrées. L'environnement social et la pression des pairs au sein des établissements scolaires, prennent alors une place centrale dans les orientations et les choix alimentaires des adolescents. L'environnement alimentaire à proximité des écoles a un impact énorme sur les habitudes alimentaires des écoliers. Il se présente comme un facteur de surconsommation des produits sucrés. Il existe aujourd'hui une panoplie de produits sucrés à bas prix sous forme de boissons, chocolat de différents formats, bonbons, biscuits, barres enrobées, etc. (**Robitaille et al., 2015 ; Thibault, 2017**).

La consommation des fruits par les adolescents enquêtés était indépendante du niveau de vie. Celle de la pomme de terre était très importante vu qu'elle était bon marché tout au long de l'année pendant laquelle nous avons réalisé l'enquête. En effet, elle figurait parmi les consommations de base des familles défavorisées avec les produits céréaliers et le lait. Ce dernier, encore subventionné par l'état, est largement disponible. En plus de la production étatique, la privatisation a permis d'augmenter l'offre afin de maintenir des prix raisonnables. L'augmentation significative de la consommation de ce groupe d'aliment avec le niveau de vie semble être liée à celle des produits laitiers. En effet, nous avons observé chez les adolescents issus des familles aisées, une citation plus fréquente des fromages de différents types et une consommation des yaourts et des préparations lactées (desserts lactés, mousses, yaourts à boire, etc.).

III.2. Facteurs influençant la diversité alimentaire

Entre filles et garçons de notre étude, aucune différence significative n'a été enregistrée quant à la qualité globale de la ration évaluée par le SDA ou par la consommation des groupes d'aliments. Il apparaît donc que le genre n'a pas d'effet sur les choix alimentaires.

Pour l'âge par contre, il a été statistiquement prouvé que l'alimentation des plus jeunes est plus diversifiée. Le SDA moyen est significativement plus élevé chez les 11-12 ans ($4,3 \pm 1,3$ vs $3,9 \pm 1,2$ et $3,8 \pm 1,2$ respectivement chez les 13-15 ans et 16-19 ans, $p < 0,0001$). Ils consomment significativement plus d'œufs ($p = 0,04$), de poissons et de produits de la mer ($p = 0,04$) mais aussi plus de boissons sucrées ($p = 0,03$).

L'état staturo-pondéral des adolescents enquêtés influence la consommation de certains groupes d'aliments. La comparaison entre les adolescents maigres et ceux avec une surcharge pondérale (en surpoids ou obèses) a permis de constater que ces derniers consomment significativement plus de tubercules, de fruits et de boissons sucrées. Par contre, la comparaison des SDA moyens n'a montré aucune différence liée à la corpulence de ces adolescents.

Le niveau de vie semble influencer la diversité alimentaire des adolescents que nous avons enquêtés. La diversité globale de la ration est significativement plus importante lorsque les conditions de vie sont meilleures ($p < 0,0001$). Cette diversité est accompagnée aussi par une augmentation significative de la consommation de légumes, de lait et de produits laitiers mais

aussi de sucreries et de boissons sucrées. Des conditions de vie défavorables par contre influencent significativement la consommation des tubercules (pomme de terre).

Quel que soit le facteur étudié, les produits céréaliers, les sucreries et les boissons sucrées restent les groupes les plus consommés la veille de l'enquête ; Les moins consommés étant les poissons et fruits de mer, les fruits et légumes, la matière grasse ajoutée (surtout huile d'olive) et les œufs.

A Alger, une étude a été réalisée par le SEMEP de Bouzaréah sur 2 832 adolescents de 12 à 17 ans. Les résultats ont montré que les produits laitiers, les légumes crus et les fruits sont consommés quotidiennement par au moins 50% des adolescents. Par contre, la consommation des légumes crus ou cuits était « rare » chez 5% d'entre eux. Les autres catégories d'aliments qui favorisent le déséquilibre alimentaire tels que les produits sucrés et les sodas étaient consommés tous les jours par au moins 60% des sujets. Plus de 43% d'entre eux fréquentent les *fast-food* au moins 3 fois par semaine (**Allam et al., 2011**).

Chez les adolescents tunisiens, la situation n'est pas meilleure. Les résultats de l'étude menée par **Aounallah-Skhiri et al. (2011)** sur 1 019 adolescents âgés de 15 à 19 ans a mis en évidence des différences en fonction du genre, de l'état pondéral et du niveau socio-économique. La consommation des produits et boissons sucrés est positivement associée à la surcharge pondérale. Celle des fibres (groupes des légumes et fruits) est par contre en corrélation négative. Ces pratiques sont d'autant plus importantes à un niveau socio-économique plus élevé. Quant au genre, une seule différence a été notée, pour cette étude, concernant le niveau des apports énergétiques significativement plus élevé chez les garçons. Pour la consommation des groupes d'aliments et conformément à nos résultats, aucune différence n'a été notée selon le genre.

En France, les résultats de l'étude INCA2 concernant les 3-17 ans, ont montré que la consommation du lait et des produits laitiers s'atténue avec l'âge. L'inverse était observé pour le pain et les biscottes. La consommation des produits salés de type « snacking » était plus prononcée chez les adolescents de plus de 15 ans. Ces comportements sont plus marqués chez les garçons pour les fruits, produits sucrés et snack (**AFSSA, 2009**). Ce même rapport ajoute que les garçons avaient des consommations plus conséquentes par rapport aux filles de point de vue quantité. Cette supériorité réside dans la consommation du pain et des produits

céréaliers, du lait et produits laitiers, des légumes secs et de la plus part des produits d'origine animale.

L'étude HBSC (Health Behaviour in School-aged Children) sur 7 023 collégiens en 2012 confirme que les fruits et légumes sont consommés tous les jours par 63,6% d'entre eux. Cette consommation est plus élevée chez les filles. Pour les deux sexes, elle est en baisse comparativement aux données 2010 (**Génolini, et al., 2015**). Les auteurs ajoutent que les filles consomment davantage de sucreries que les garçons (26,8% vs 23,1%) tandis que ces derniers consomment plus de boissons énergisantes (5% vs 1,6%). Les données 2006 de la même enquête ont confirmé en plus qu'une diminution significative de la consommation des fruits et légume avec l'âge a été notée. En parallèle, celle des sucreries augmente significativement avec l'âge et elle était significativement plus élevée chez les garçons (**Ahluwalia et al., 2008**).

Hoppu et al. (2010) ont donné les résultats d'une enquête sur 1 469 adolescents finlandais. Une faible consommation des fruits et légumes a été notée surtout chez les garçons. Comme pour les autres études, la consommation des produits et boissons sucrés était intéressante ainsi que celle des snacks. Concernant l'effet du genre, la salade était plus consommée par les filles alors que les garçons consommaient plus de produits laitiers.

Les résultats de l'étude HELENA publiés par **Kersting et al. (2008)** confirment que la consommation de la viande et des produits carnés, par des adolescents âgés de 13 à 15 ans, dépasse les recommandations en Allemagne. En Espagne, les enfants et les adolescents déclarent « détester » les légumes. L'étude n'a pas enregistré d'effets significatifs de l'âge et du genre sur la diversité globale de la ration alimentaire évaluée par un SDA. Néanmoins, ce dernier était négativement corrélé avec l'IMC.

La littérature a confirmé qu'une bonne qualité de l'alimentation est corrélée à un état staturo-pondéral normal (**Sofi et Gori, 2007 ; Jaime et al., 2010 ; Allam et al., 2011**). Par ailleurs, il faut admettre que l'aliment consommé aujourd'hui ne peut être considéré comme une cause du poids actuel. Il est plus intéressant d'examiner les habitudes alimentaires. L'étude des habitudes alimentaires d'une population d'adolescents au Martinique a mis en relief une conduite alimentaire particulière chez les adolescents à IMC élevé qui semble traduire deux phénomènes contradictoires : d'une part, leur alimentation paraît déséquilibrée et peu variée avec des consommations peu fréquentes de légumes, fruits, poissons, d'autre part, les

consommations de matières grasses (beurre, fritures) et de produits sucrés (sodas, biscuits, glaces et sucreries) étaient rarement citées. Cela suggère que ces jeunes avaient une certaine connaissance des aliments énergétiques mais pas de l'équilibre nutritionnel global de la ration (**Caïus et Benefice, 2004**).

Au Sud de l'Italie, une étude réalisée pour évaluer l'effet de l'alimentation sur la composition corporelle de 1 643 adolescents âgés de 11 à 16 ans a conclu que la consommation des légumes était négativement liée au surpoids et à l'obésité (**Mistretta et al., 2016**). En parallèle, une corrélation positive était enregistrée entre surpoids et obésité et la consommation des sucreries, produits sucrés et aliments type *fast-food*.

Par ailleurs, une autre étude en Belgique (**Patesson, 2006**) a confirmé que les adolescents minces consommaient plus de poissons et de produits light autres que les boissons alors que les sujets en surpoids consommaient plus de boissons light, de fromages, aliments frits et viandes. Les auteurs expliquaient ce résultat par l'image de soi et le suivi des régimes amaigrissants visant à garder une silhouette idéale, tendance caractéristique de l'adolescence. Les allégations nutritionnelles et la publicité sur certains produits sont fortement incriminées dans la hausse des consommations des produits snack et des boissons sucrées. **Kersting et al. (2008)** explique aussi que les adolescents européens, surtout les filles, pratique des régimes restrictifs et une préoccupation notable par une image corporelle « slim ».

L'effet des caractères socio économiques sur la qualité de l'alimentation a été démontré par plusieurs travaux (**Serra-Majem et al., 2004 ; Recours et al., 2006 ; Mullie et al., 2010 ; Laisney, 2013**). Dans notre étude, le niveau de vie du ménage avait un effet statistiquement significatif sur la diversité alimentaire des adolescents enquêtés. Néanmoins, l'évaluation du niveau socio-économique est loin de faire l'unanimité des auteurs. Il n'existe pas de définition unique du niveau socioéconomique et de nombreux indices ont été utilisés dans la littérature pour l'évaluer. Des index ont été développés pour prendre en compte simultanément plusieurs dimensions du niveau socio économique (**Currie et al., 2008 ; Lioret et al., 2009**).

En France, les conduites alimentaires, malgré les tendances à l'uniformisation ou à la «moyennisation» de la consommation, restaient conditionnées par l'appartenance à une catégorie sociale ou par un niveau de revenu. Elles continueront demain d'être de puissants marqueurs sociaux (**Laisney, 2013**). Une synthèse des travaux scientifiques sur les populations défavorisées a confirmé une sous-consommation des produits frais notamment de

fruits et légumes de produits laitiers et de viandes. A l'opposé, la consommation des produits riches en glucides et graisses est plus élevée (**Michaud, 2000**).

Bien que les méthodes d'évaluation du niveau de vie soient sensiblement différentes, la plupart des travaux disponibles mettent en évidence des disparités nettes concernant l'accès à l'alimentation et les choix alimentaires. En effet, la diversité et l'équilibre de l'alimentation sont moins observés chez les populations défavorisées. Par ailleurs, la comparaison de nos résultats avec d'autres travaux est un peu délicate. Cela est dû en fait à la définition du NSE et à la méthode avec laquelle ce dernier a été évalué. Ainsi, un NSE élevé dans un pays ne l'est pas forcément dans un autre pays, surtout si on veut comparer les résultats d'un pays en développement avec un pays développé. Cette constatation a été soulevée aussi par **Taleb (2011)**. L'auteur a trouvé des difficultés dans l'estimation du revenu du ménage. La profession du père ou de la mère était parfois peu précise et le revenu moyen correspondant peut varier d'un grade à l'autre du plus simple au plus élevé. D'autre part, les familles peuvent avoir d'autres revenus non déclarés.

Conclusion sur la diversité alimentaire chez l'adolescent

La diversité alimentaire des adolescents enquêtés est insuffisante. Cette insuffisance n'est pas toujours un manque. L'analyse de la consommation des différents groupes la veille de l'enquête a montré la coexistence d'excès notables surtout des produits responsables des déséquilibres déjà signalés dans l'étude des apports bruts. Les insuffisances concernent les poissons et fruits de mer, les fruits et légumes et la matière grasse ajoutée. Les excès touchent spécifiquement les sucreries, les boissons sucrées et les produits céréaliers. Ces constatations ont été notées quel que soit le facteur étudié. Par ailleurs, des différences ont été enregistrées selon l'âge, la corpulence et le niveau de vie. Le genre des adolescents n'a aucune relation avec leurs choix alimentaires.

L'âge diminue la consommation des œufs, poisson et des boissons sucrées. La surcharge pondérale augmente celle des produits sucrés, tubercules mais aussi des fruits. Le niveau de vie semble être le facteur le plus influant. Son augmentation favorise plus la consommation des légumes, lait et produits laitiers mais aussi des sucreries et boissons sucrées.

IV. ADEQUATION AUX RECOMMANDATIONS NUTRITIONNELLES ET FACTEURS ASSOCIES

IV. 1. Définition et utilisation du MAR

Le MAR a été utilisé dans notre étude comme indicateur d'évaluation nutritionnelle de l'alimentation des adolescents du point de vue quantitatif. Il a été calculé sur la base des apports nutritionnels bruts en macro et micronutriments. A plusieurs reprises, cet indice a été retrouvé positivement associé à d'autres indices qualitatifs utilisés pour l'évaluation de l'alimentation (**Roman-Vinas, 2009**). Après sa conception pour la première fois par **Madden et al. (1976, cité par Hatloy et al., 1998)**, le MAR a été largement utilisé pour évaluer l'adéquation nutritionnelle autant dans les pays industrialisés que ceux en voie de développement (**Savy, 2006**).

Le MAR reflète l'adéquation moyenne de l'alimentation des adolescents concernant l'énergie et les nutriments. Le nombre des nutriments inclus dans le calcul du MAR est très variable. Chez l'adolescent, **Torheim et al. (2003)** ont calculé un MAR pour les adolescents et les jeunes maliens âgés de 15 à 45 ans reposant sur l'énergie et 9 nutriments (protéines, lipides, vitamines A, B₁, B₂, B₃, C, calcium et fer). **Serra-Majem et al. (2006)** ont réalisé une estimation de l'adéquation globale de la ration alimentaire des enfants et des adolescents espagnols (2-24 ans) par un MAR reposant sur différentes associations de nutriments. Ils ont constaté que plus le nombre des nutriments inclus dans ce calcul augmente, plus le ratio s'éloigne de la valeur de « un » en baisse. Ils ont calculé un MAR pour 7 nutriments (protéine, Ca, Fe, vitamine B₁, B₂, C et A), pour 9 nutriments en ajoutant magnésium et vitamine B₁₂, pour 12 nutriments en complétant par les vitamines B₃ et B₉ et en fin, un MAR plus complet de 14 nutriments, en rajoutant les vitamines B₆ et E. En Iran, **Mirmiran et al. (2004)** ont calculé un autre pour les 10-18 ans reposant sur l'énergie et 12 nutriments (protéines, lipides, vitamine A, B₁, B₂, C, calcium, fer, zinc, phosphore, magnésium et potassium). Pour les adolescents indiens (10-12 ans), **Singh et al., (2016)** ont retenu l'énergie et 8 nutriments pour le calcul du MAR (protéines, vitamines A, B₁, B₂, C, calcium, fer et zinc).

Le principe de calcul du MAR repose sur le fait que l'adéquation globale de la ration est basée sur l'adéquation en chacun des nutriments qui la composent. Ces derniers sont sensés avoir un effet bénéfique sur la santé des individus enquêtés. Lorsque l'apport en un nutriment dépasse les ANC cela donne un NAR supérieur à « un ». Son inclusion dans le calcul du MAR peut

donc masquer ou compenser une insuffisance en un autre nutriment. Pour notre étude par exemple, si nous calculons un MAR pour le phosphore (NAR=1,22) et la vitamine A (NAR=0,36), il sera de 0,79 ce qui indique une bonne adéquation avec les ANC (si le NAR est supérieur à 75% des ANC on peut considérer l'adéquation comme suffisante selon **Hatloy et al., 1998**). Ce résultat a masqué le déficit alarmant en vitamine A par l'excès important en phosphore. En plus, il en résulte une sous estimation des excès surtout lorsqu'il s'agit de nutriments néfastes pour la santé. Pour cela, une réduction des NARs qui reflètent un excès d'apport à la valeur de « un » a été apportée comme correction dans la formule du MAR et prise en considération dans notre étude . Néanmoins, plus le nombre des NARs réduits à « un » augmente, plus la valeur moyenne (le MAR) est biaisée. Pour cela, une étude récente (**Habte and Krawinkel, 2016**) a conclu que l'utilisation et l'interprétation du MAR doivent tenir compte du caractère estimatif de cet indice. L'inclusion des nutriments dans son calcul doit être bien réfléchi pour minimiser les biais. Ces nutriments doivent avoir été jugés bénéfiques pour la santé de l'homme.

Pour cette raison, pour notre étude, nous avons exclu du calcul du MAR, les sucres simples, les lipides, le cholestérol et les AGS. Les résultats concernant la consommation de ces nutriments ont été analysés séparément conformément aux directives de la FAO (**Kennedy, 2013**) afin d'attirer l'attention sur un aspect caractéristique d'une alimentation déséquilibrée résultante d'une « modernisation » des pratiques alimentaires et du délaissement d'un style de vie plus sain en période d'adolescence (**CIHEAM/FAO, 2015**).

Comme nous l'avons expliqué, le calcul du MAR nécessite le calcul des NARs (les ratios d'adéquation en un nutriment donné) pour les nutriments que nous avons retenu pour l'évaluation de l'alimentation des adolescents. En effet, pendant cette période de croissance maximale, les besoins sont accrus et les risques de carences ou de surcharge sont énormes par défaut de compatibilité des apports. Le MAR que nous avons calculé repose sur les NARs de l'énergie et 12 nutriments à savoir : protéines, fibres, phosphore, calcium, fer, vitamines C, B₆, B₉, B₁₂, A, D et E.

Le pic de croissance qui marque l'adolescence est accompagné par des besoins élevés en énergie et en protéines. Le rôle des protéines est connu dans la synthèse des tissus et la croissance musculaire importante. En plus de leurs effets dans la régulation du transit intestinal, les fibres sont aussi connues pour leur rôle dans la prévention du cancer colorectal. Une corrélation négative a été scientifiquement prouvée entre l'ingestion de fibres et

l'incidence de la mortalité cardiovasculaire expliquée par l'effet hypotriglycéridémiant et hypocholestérolémiant des fibres (**Potier de Courcy *et al.*, 2003**). Ces derniers ont été retenus pour le calcul du MAR puisque à l'adolescence il existe une baisse de la consommation des aliments source de fibres (surtout fruits et légumes). La participation des fibres à l'adéquation moyenne du régime est intéressante avec tout ce qu'ils apportent comme vitamines et minéraux. Leur présence est associée aussi à une faible densité énergétique du régime alimentaire, une stimulation de la satiété et un faible gain de poids corporel (**Gil *et al.*, 2015**).

Pour les minéraux, il est connu que l'apport en calcium est la clé d'une bonne minéralisation osseuse pendant cette période où le gain statural annuel passe de 5 cm avant la puberté à 7-9 cm durant le pic pubertaire (**Potier De Courcy *et al.*, 2003**). C'est la période idéale pour construire un capital osseux solide permettant de prévenir l'ostéoporose à l'âge adulte. Cette minéralisation ne peut se faire sans l'apport simultané de phosphore et de vitamine D.

Selon l'OMS (**2005a**), l'anémie est reconnue comme le problème majeur de carence nutritionnelle pendant l'adolescence surtout chez les filles. Sa fréquence est de l'ordre de 27% dans les pays en voie de développement (vs uniquement 6% dans les pays industrialisés). Cette carence martiale est fortement associée au statut en vitamine A. Les anémies peuvent être aussi dues à une carence en vitamine B₁₂ ou d'un moindre degré en vitamine B₉. L'OMS (**2003**) reporte que les folates et la vitamine B₆ protégeraient des cardiopathies coronariennes et que des apports assez élevés en folates réduiraient le risque de cardiopathie ischémique à l'âge adulte de 16 % et le risque d'accident cérébrovasculaires de 24 %. Pour les vitamines A, E et C, leurs propriétés anti oxydantes font de leur consommation une base de prévention contre les maladies dégénératives à l'âge adulte (cancers, maladies cardio vasculaires, etc.).

Pour notre étude, les sucres simples, le cholestérol et les AGS n'ont pas été inclus dans le calcul du MAR vu que leurs apports dépassaient largement les ANC. En effet, comme il a été discuté avant, le nombre des adolescents ayant des apports bruts excédentaires en ces nutriments est très important. La réduction de leurs valeurs des NARs à « un » et leur inclusion dans ce calcul engendra un grand biais dans l'interprétation des valeurs moyennes du MAR. Le MAR est sensé refléter l'adéquation en nutriments jugés, par les nutritionnistes, comme bénéfiques pour la santé.

IV.2. Adéquation globale aux apports nutritionnels conseillés

Le ratio d'adéquation moyenne de l'alimentation (MAR) des adolescents enquêtés est de $0,59 \pm 0,20$. Théoriquement, une alimentation qui couvre les besoins de l'organisme en tous les nutriments doit avoir un MAR de « un ». Ce résultat indique que l'alimentation des adolescents enquêtés est loin des recommandations nutritionnelles par manque. Uniquement 4 adolescents avaient une adéquation idéale (MAR=1) ce qui représente 0,35% du total.

La proportion des adolescents qui avaient des NARs inadéquats aux recommandations diffère selon les nutriments. Le NAR le plus élevé concernait les glucides simples. Leur consommation était 4 fois plus élevée que les ANC. Uniquement 1,06% des adolescents étaient en dessous des ANC relatifs aux glucides simples la veille de l'enquête.

En Algérie, aucune étude n'a été publiée sur l'évaluation de l'adéquation moyenne d'une ration alimentaire avec les recommandations nutritionnelles en utilisant le MAR. En 2015, **Allioua et al.** ont publié les résultats de leur étude sur l'analyse de la relation entre la consommation des acides gras et de certains nutriments et le surpoids et l'obésité chez des adolescents de 10 à 17 ans à Tlemcen (Ouest de l'Algérie). Les auteurs ont calculé des NARs pour 16 micronutriments (vitamines et minéraux) sans calculer un MAR.

Le MAR est largement utilisé dans les pays en développement. **Torheim et al. (2003)** ont calculé un MAR pour les adolescents et les adultes maliens de 15 à 45 ans reposant sur l'énergie et 9 nutriments (protéines, lipides, vitamines A, B₁, B₂, B₃, C, calcium et fer). Le MAR était de 0,93 reflétant une bonne adéquation avec les repères nutritionnels en vigueur.

Dans les pays industrialisés, les indices utilisés pour l'évaluation de la qualité de l'alimentation sont plus ou moins complexes, mêlant ou non des éléments quantitatifs aux aspects qualitatifs et s'appuyant éventuellement sur des seuils ou des recommandations. Bien qu'ayant tous l'ambition de refléter la qualité globale du régime, ces indices mettent en fait souvent l'accent sur un trait particulier ou un autre de l'alimentation, en fonction de leurs contextes et objectifs d'utilisation (**Savy, 2006**). Toutefois, le MAR est utilisé dans certaines études comme un indicateur quantitatif simple et fiable. En Espagne, il a été calculé pour les enfants, les adolescents et les jeunes de 2 à 24 ans (**Serra-Majem et al., 2006**). Le MAR dans cette étude était calculé pour 7, 9, 12 et 14 nutriments. Ses valeurs moyennes étaient de 0,91 ; 0,92 ; 0,86 et 0,85 respectivement. Quelque soit le nombre de nutriments inclus dans son calcul, le MAR des adolescents espagnols reste proche d'une adéquation optimale.

Pour les études que nous avons citées, le MAR n'a jamais atteint la valeur idéale de « un ». Celui calculé pour les adolescents constantinois dans notre étude semble être le plus faible. Dans le cas général, le MAR est calculé par les NARs, eux même calculés en se reposant sur les ANC destinés à chaque pays. Il est connu que les ANC sont de nature statistique et sont censés couvrir les besoins de 97,5 % de la population. Ils prennent en considération la variabilité interindividuelle par une marge de sécurité de plus deux écart-types.

Potier de Courcy *et al.*, (2003) nous enseignent que lorsque dans une population le niveau moyen d'apport en un nutriment donné est proche de l'ANC, les besoins de la population sont théoriquement couverts. S'il se trouve à 77 % des ANC, la loi des probabilités fait qu'un individu sur deux dans cette population est en dessous des besoins statistiques, et par conséquent 50 % de la population. Cette proportion passe à 84 % lorsque la moyenne est à 66% des ANC. Mais, à l'échelle de l'individu, si l'apport en un nutriment donné se situe entre 80 et 100 % de l'ANC, il peut être considéré comme satisfaisant.

Selon ces considérations, pour les adolescents enquêtés 99,6% avaient probablement des apports en dessous de leur besoin théorique. Leurs pratiques alimentaires sont certainement à l'origine de cette insuffisance. L'étude des fréquences de consommations des groupes d'aliments auprès de ces sujets a montré, en fait, une sous-consommation des légumes, poissons, huile d'olive, légumineuses et œufs. Ces groupes représentent des sources incontournables pour les minéraux, les vitamines et les fibres alimentaires qui constituent le MAR.

IV.3. Adéquation en énergie et en nutriments

Nos résultats montrent que les macronutriments dans l'alimentation des adolescents sont apportés à des quantités qui ne sont pas très loins des recommandations. En effet, tous les NARs relatifs aux macronutriments sont supérieurs à 0,67 (67% des ANC) pour l'énergie, protéines, lipides et fibres. Le NAR le plus faible correspond à l'apport en vitamine A, vitamine D puis calcium en parallèle celui du phosphore est supérieur aux ANC (1,22±0,63). Il apparaît que les apports en vitamines hydrosolubles sont mieux couverts que ceux des autres micronutriments sauf pour la vitamine C.

Les apports faibles enregistrés simultanément pour le calcium et la vitamine D accompagnés par un apport excédentaire en phosphore constituent un risque certain sur la croissance

osseuse exponentielle qui marque l'adolescence. L'excès en phosphore peut à la longue, si l'apport de calcium est insuffisant ($\text{Ca/P} < 1$), provoquer une hyperparathyroïdie secondaire et induire une perte de masse osseuse (**Potier de Courcy *et al.*, 2003**). Malgré que notre étude qualitative de la consommation alimentaire en termes de groupes d'aliments a confirmé une consommation satisfaisante du lait et produits laitiers la veille de l'enquête, il semble que les quantités n'étaient pas importantes pour répondre aux besoins en nutriments. Néanmoins, pour la vitamine D, la synthèse cutanée pourrait corriger le manque d'apport alimentaire. Une exposition du visage et des bras pendant 15 à 30 minutes par jour, dans un pays ensoleillé comme l'Algérie, est suffisante pour constituer les réserves nécessaires pour le reste de l'année.

Le ratio très élevé en sucres simples ($\text{NAR}=4,01$) est la conséquence de la consommation excessive de sucreries et de boissons sucrées. Ces excès auront des conséquences sur l'équilibre énergétique de la ration qui peut engendrer à court ou à long terme une prise de poids pouvant être évitable et qui aura des effets néfastes sur la santé de futurs adultes. Il ne faut pas oublier leur effet cariogène essentiellement dû aux glucides fermentescibles. L'apport en sucreries et boissons sucrées est le plus souvent accompagné par un apport non négligeable en édulcorants et additifs alimentaires.

Chez les adolescents maliens (**Torheim *et al.*, 2003**), il semble que les NARs soient sensiblement plus élevés que les nôtres indiquant une alimentation plus proche des recommandations nutritionnelles. Tous les NARs étaient supérieurs à la valeur optimale de « un » excepté pour le calcium (0,75) et la vitamine A, ces derniers constituaient le facteur limitant dans l'alimentation de ces adolescents. Inversement, un excès notable a été enregistré pour les protéines (2,30) et les vitamines B₁ (2,44) et B₂ (2,00). Les auteurs ont expliqué ces résultats par l'utilisation d'un questionnaire de fréquence sur 7 jours (effet de mémoire). En utilisant la méthode des pesés, ils ont enregistré des NARs inférieurs pour tous les nutriments mais toujours en adéquation avec les recommandations en vigueur pour le calcium et la vitamine A.

Pour les enfants et jeunes espagnols de 2 à 24 ans, les NARs semblent être plus faibles que les nôtres (**Serra-Majem *et al.*, 2006**). A l'exception des protéines, vitamine B₁ et B₃ qui avaient un $\text{NAR}=1$, tous les autres NARs relatifs à l'énergie et aux micronutriments étaient inférieurs à « un ». Les NARs variaient de 0,36 (vitamine D) à 0,98 (riboflavine). Pour ces adolescents aussi et conformément à ce que nous avons enregistré pour les adolescents à Constantine, il

paraît que les ANC en vitamines hydrosolubles sont mieux couverts que ceux en vitamines liposolubles.

En Inde, chez les filles de 10-12 ans, **Singh et al., (2016)** ont enregistré les NARs les plus élevés pour les vitamines B₁ et B₂. Le plus faible était celui du zinc. Néanmoins, tous les NARs étaient inférieurs à « un » ce qui reflète aussi des apports insuffisants.

Il paraît donc que les insuffisances observées ne concernent pas uniquement les adolescents constantinois. En utilisant la méthode du rappel des 24 heures, la plupart des ratios d'adéquation sont loin d'une couverture optimale des ANC. Les insuffisances sont prédominantes et concernent les vitamines liposolubles (surtout A et D) et certaines vitamines hydrosolubles. Pour les minéraux, c'est l'insuffisance d'apport en calcium qui a fait l'unanimité des études. Ce défaut peut avoir de grave conséquence sur la croissance osseuse chez les adolescents à court terme mais aussi un risque plus élevé de survenue d'ostéoporose à long terme.

IV.4. Facteurs associés à l'adéquation de l'alimentation aux recommandations

Des comparaisons ont été réalisées pour le MAR et les NARs relatifs à l'énergie et 16 nutriments et en fonction des facteurs associés à la qualité de l'alimentation. En plus de l'énergie et de 12 nutriments retenus pour le calcul du MAR, nous avons évalué aussi les différences d'adéquation selon les mêmes facteurs pour : lipides totaux, AGS, sucres simples et cholestérol

Pour l'adéquation globale de la ration évaluée par le MAR, tous les facteurs étudiés (âge, sexe, état staturo-pondéral, NSE) avaient un effet significatif. Ainsi, les garçons avaient une alimentation significativement plus adéquate aux recommandations nutritionnelles tandis que l'âge l'a influencé négativement. L'état staturo pondéral avait un effet significatif sur l'adéquation. Les normaux sont plus éloignés des recommandations que les maigres et ceux en surpoids. Le MAR est aussi significativement plus élevé chez les adolescents appartenant à un NSE élevé. Ce qui signifie que les adolescents d'un NSE bas ont une alimentation plus éloignée des recommandations nutritionnelles.

L'analyse des valeurs des NARs a donné des différences significatives quelque soit le facteur étudié mais avec des contrastes différents selon le cas. Le NAR des sucres simples était le plus élevé avec une diminution significative avec l'âge et une augmentation avec le niveau de

vie. Les plus faibles étant toujours ceux relatifs aux vitamines liposolubles (notamment A et D) et le calcium. La corpulence n'a aucun effet significatif sur les valeurs des NAR quel que soit le nutriment.

L'âge influence significativement les NARs relatifs aux macronutriments. Les NARs d'énergie, protéines et sucres simples diminuaient avec l'âge. Il en est de même pour les vitamines C et A. L'inverse a été enregistré pour le calcium qui augmentait significativement. Concernant l'effet du genre, l'alimentation des garçons a apporté significativement plus de fibres et de cholestérol la veille de l'enquête. Pour les micronutriments, Les NARs moyens sont significativement différents pour tous les éléments sauf pour la vitamine A. Ainsi, les filles sont plus loin des recommandations nutritionnelles concernant le calcium, le fer, les vitamines B₆, B₉, A, D et E alors que les garçons sont plus loin des ANC pour le phosphore et la vitamine B₁₂.

Les adolescents appartenant à un NSE bas ont une alimentation plus éloignée des recommandations nutritionnelles. Les NARs relatifs aux macronutriments sont tous significativement plus élevés chez les adolescents d'un NSE élevé excepté pour les lipides totaux et le cholestérol ($p \leq 0,0001$). Il paraît donc que plus le niveau de vie augmente, plus les adolescents s'approchent des recommandations nutritionnelles. Les adolescents issus des milieux aisés sont plus proches des recommandations relatives à l'apport en fer que ceux issus des milieux défavorisés ($p=0,04$) malgré que cet apport reste toujours insuffisant. Les apports en vitamines du groupe B, A et E sont significativement plus éloignés des recommandations nutritionnelles chez les adolescents des familles défavorisées.

Au niveau de la Région Ouest de l'Algérie, **Allioua et al.(2015)** ont enregistré une association entre l'augmentation des apports en lipides et celle de l'IMC chez les adolescents de 10 à 17 ans. Le ratio d'adéquation en lipides est significativement associé à une diminution de ceux relatifs aux vitamines B₃, B₆, B₉, fer et magnésium chez les deux sexes. Les NARs de la vitamine C et B₂ diminuent uniquement chez les filles en fonction de la corpulence. On parallèle, les auteurs ont soulevé une augmentation des NARs relatifs au phosphore et aux vitamines B₁ et E avec la corpulence par contre ceux des vitamines D et A et du calcium augmentent uniquement chez les garçons. Ils ont enregistré aussi une augmentation des ratios d'adéquation en lipides avec l'âge uniquement chez les filles.

Chez les adolescents espagnols, **Serra-Majem et al. (2006)** ont observé que les filles âgées de 14 à 17 ans présentaient le plus de risque des carences nutritionnelles. Ils rajoutent que plus de 45% d'entre elles avaient des apports inférieurs aux deux tiers des ANC en vigueur pour au moins cinq nutriments. Les insuffisances d'apport les plus observés sont celles concernant les vitamines D, A et E et la vitamine B₉ chez les filles de plus de 14 ans. Les auteurs concluaient que la majorité des différences observées sont fonction de l'âge. Un faible niveau de vie, évalué uniquement par le niveau d'instruction des parents, était associé à des ratios plus élevés en énergie et en lipides.

Dans les pays du nord de la méditerranée, **Grosso et Galvano (2016)** ont confirmé qu'une meilleure qualité de l'alimentation chez l'adolescent est inversement associée à l'âge. Elle est positivement liée au niveau de vie évalué par l'instruction des parents. Après analyse des résultats de plusieurs études, les auteurs ont conclu que le niveau de vie représente le déterminant majeur de la qualité de l'alimentation chez l'adolescent.

Pour conclure, le niveau de vie a une relation significative sur la qualité de l'alimentation, des adolescents enquêtés, évaluée par le MAR et les NARs. Cet effet a été déjà observé dans l'étude de la consommation des groupes d'aliments ou de la diversité globale de l'alimentation évaluée par le SDA. Bien que le MAR et les NARs augmentaient significativement avec l'amélioration du niveau de vie, ils restaient en dessous des recommandations de nutritionnistes. Le niveau de vie est étroitement lié au pouvoir d'achat des ménages. Plus les aliments sont disponibles, plus la probabilité de leur consommation augmente. Ce constat a été souligné par **Padilla et Schlich (2010)** dans un rapport d'expert de l'INRA où sont cités les résultats d'actions d'intervention dans certains pays industrialisés. Ils ont confirmé un lien très fort entre la disponibilité, par exemple, de fruits et légumes à la maison avec l'attitude et le niveau de consommation. Les familles fortes consommatrices de fruits et légumes sont aussi, de fervents agents de promotion. Ceci s'applique aussi pour les autres aliments surtout produits et boissons sucrés.

Contrairement à ce que nous avons observé, l'état staturo-pondéral des adolescents tunisiens n'a aucun effet sur leur consommation alimentaire (**Aounallah-Skhiri et al., 2011**). L'âge et le genre, sont aussi significativement associés à l'adéquation alimentaire évaluée par le MAR ou les NARs. Avec l'âge, la plupart des NARs diminuent, ce qui signifie que les adolescents tunisiens, en avançant dans l'âge, s'éloignent davantage des recommandations nutritionnelles.

Selon **Baril et al. (2012)**, l'adolescent construit son statut d'individu à travers un jeu d'essais et d'erreurs. La littérature scientifique reporte qu'une association existe entre le style d'autorité parentale et les habitudes alimentaires des adolescents. Ainsi, les enfants qui mangeraient régulièrement avec leurs parents ou d'autres membres de leur famille auraient tendance à s'alimenter plus sainement. Le détachement de l'adolescent de son milieu familial (pour aller à l'école pour une durée plus longue par exemple) crée des occasions pour fréquenter les *fast-foods*. Ces derniers offrent généralement une alimentation plus riche en gras et en sucre et plus pauvre en nutriments. Les auteurs ajoutent que les préadolescents qui continuaient de partager quotidiennement des repas avec leur famille jusqu'au milieu de l'adolescence avaient une meilleure diète alimentaire tout au long de cette période.

Quant aux différences selon le genre, l'effet de l'image du corps et le souci de grossir peut expliquer les NARs significativement plus éloignés des recommandations nutritionnelles chez les filles. Les quantités ingérées aussi peuvent avoir un impact direct sur les apports en nutriments. En effet, les garçons consomment nettement plus que les filles, constatation soulevée aussi par le rapport de l'AFSSA sur les résultats de l'enquête INCA 2 concernant l'adolescent (**AFSSA, 2009**).

Conclusion sur l'adéquation aux recommandations

L'étude de l'adéquation de l'alimentation des adolescents à Constantine aux recommandations nutritionnelles a montré beaucoup d'insuffisances. La ration globale est inadéquate par manque. Le MAR est inférieur à la valeur optimale ainsi que la presque totalité des NARs calculés pour l'énergie et 16 nutriments. Les NARs des sucres simples, du phosphore et de la vitamine B₁₂ dépassent les seuils recommandés. Les NARs les plus faibles ont concerné le calcium, les vitamines D et C.

Les comparaisons réalisées en fonction des différents facteurs liés à la qualité de l'alimentation ont montré beaucoup de différences significatives. L'adéquation globale est influencée par le genre, l'état staturo-pondéral, négativement par l'âge et positivement par le niveau socio économique. L'alimentation des garçons est significativement plus adéquate avec les recommandations que celle des filles. L'alimentation des adolescents issus des familles aisées est plus proche des recommandations comparativement à celle des autres bien que la valeur du MAR soit toujours loin de la valeur idéale de « un ».

Bien que les valeurs du MAR soient toujours insuffisantes pour les trois classes d'âge, ce dernier influence négativement et significativement l'adéquation en énergie, protéines, sucres simples, vitamines C et A. En revanche, il exerce un effet positif sur l'apport en calcium. Pour l'état staturo-pondéral, l'effet significatif observé entre les classes de l'IMC mérite d'être plus étudié afin de mettre l'accent sur ce qui caractérise l'alimentation de chaque catégorie d'adolescents.

V. DIVERSITE ALIMENTAIRE ET ADEQUATION AUX ANC

L'adéquation aux apports nutritionnels conseillés de l'alimentation des adolescents augmente avec la diversité alimentaire de leur ration globale. L'adéquation optimale (MAR=1) n'est pas atteinte chez ces adolescents même avec une consommation de plus de 8 groupes d'aliments. Le MAR enregistré pour les adolescents ayant un SDA correct (supérieur à la moyenne) est significativement plus proche de la valeur idéale de « un » que celui des adolescents ayant des SDA insuffisants. Les apports en macronutriments (énergie, protéines, sucres simples et fibres) sont significativement plus élevés chez les adolescents ayant des SDA corrects sauf pour les lipides et le cholestérol. Néanmoins, l'apport en sucres simples dépasse largement les recommandations malgré qu'il soit significativement plus élevé chez les adolescents avec un SDA correct. Les rations diversifiées comportent significativement plus de fer, toutes les vitamines hydrosolubles et seulement la vitamine A ($p=0,006$).

L'étude des corrélations et de l'évolution des valeurs des NARs à différents niveaux de diversité alimentaire de la ration a confirmé les résultats précédents. D'abord pour les caractéristiques des adolescents, il a été statistiquement prouvé que plus les adolescents grandissent moins ils mangent diversifié ($r = -0,15$; $p < 0,0001$). Nous avons noté l'inverse pour la relation avec le niveau de vie : une faible corrélation positive et significative a été notée entre le SDA et le SCSE. Cela signifie que plus le niveau de vie augmente, plus l'alimentation des adolescents est diversifiée. En revanche, l'IMC semble ne pas avoir de corrélation avec la diversité alimentaire chez ces adolescents. Certains de ces constats ont été enregistrés dans l'étude qualitative globale (**Tableau 11**). Cela signifie que le score qualitatif que nous avons calculé (SDA) reflète, en partie, la qualité de l'alimentation et peut être utilisé pour l'étude autant des pratiques alimentaires en fonctions de certains facteurs, que de celle de la qualité globale de l'alimentation. Cette conclusion a été reportée par plusieurs auteurs pour les adolescents (**Torheim et al., 2003 ; Mirmiran et al., 2004 ; Savy, 2006 ; Serra-Majem**

et al., 2006 ; Duran-Perrin, 2007 ; Acham *et al.*, 2012 ; Vakili *et al.*, 2013 ; Habte and Krawinkel, 2016 ; Singh *et al.*, 2016).

Dans l'étude réalisée par **Torheim *et al.* (2003)** sur les adolescents maliens, l'adéquation en nutriments a été estimée par le MAR et la qualité par deux scores qualitatifs : le SDA et le SVA (Score de Variété Alimentaire). Les auteurs ont ainsi pu mettre en évidence une association du MAR avec le SVA et le SDA, avec des coefficients de corrélation de 0,33 et 0,39 respectivement. Ils ont, par ailleurs, pu démontrer que le SDA était un déterminant plus fort de l'adéquation en nutriments, puisque l'augmentation du nombre de groupes d'aliments avait un impact plus important sur cette adéquation que l'augmentation du nombre d'aliments individuels (utilisé pour le calcul du SVA). Cette conclusion a été aussi confirmée par **Roman-Vinas *et al.* (2009)** qui ont réalisé une méta analyse des travaux réalisés sur les indices utilisés pour évaluer la qualité de l'alimentation. Les auteurs indiquent, que les indicateurs qualitatifs représentent des outils simples et efficaces pour évaluer l'adéquation de l'alimentation avec les conseils nutritionnels. Néanmoins, il a été noté que les vitamines E et B₁₂ sont les nutriments qui avaient la probabilité la plus faible d'être convenablement évalués en utilisant ces indices qualitatifs.

En 2004, **Mirmiran *et al.*** ont conclu aussi que l'utilisation du SDA pour évaluer l'alimentation des adolescents iraniens de 10 à 18 ans est une méthode appropriée pour estimer son adéquation aux recommandations nutritionnelles. Les auteurs ont noté un coefficient de corrélation de 0,42 ($p < 0,001$) entre le MAR et le SDA. L'analyse des corrélations respectives entre les NARs et le SDA a donné des associations positives et significatives pour l'énergie, protéines, vitamines A, B₂ et tous les éléments minéraux (calcium, zinc, phosphore, magnésium, potassium). Ils concluaient que, malgré son efficacité, l'utilisation d'indices plus complets, si possible, est souhaitables.

Chez les adolescents que nous avons enquêtés, la corrélation la plus forte du SDA a été observée avec le NAR des protéines. Concernant les micronutriments, toutes les corrélations avec le SDA sont inférieures à 0,5 malgré qu'elles soient significatives et positives. La corrélation la plus forte a été notée pour l'adéquation en vitamine B₆ ($r = 0,38$; $p < 0,001$) et la plus faible pour la vitamine A ($r = 0,04$; $p = 0,03$).

Le coefficient de corrélation que nous avons enregistré entre SDA et MAR était de l'ordre de 0,55. Ce qui signifie une corrélation de force moyenne. Malgré que toutes les associations

soient hautement significatives, les coefficients de corrélation sont néanmoins faibles et n'ont pas atteint la valeur de 0,5 pour tous les NARs.

Une revue bibliographique récente **Habte and Krawinkel (2016)** a fait un récapitulatif des résultats de travaux qui ont été consacrés à l'étude de la qualité de l'alimentation ou à la validation de ses méthodes d'évaluation. Les auteurs ont confirmé, après analyse, que le MAR ne peut, à lui seul, être une référence valide pour l'évaluation de l'alimentation puisqu'il résulte des ratios d'adéquation de tous les nutriments retenus dans l'étude en question par rapports aux ANC en vigueur. Cela peut masquer les niveaux réels des apports en ces nutriments. Ainsi, les auteurs concluaient que les scores de diversité des rations alimentaires sont efficaces pour caractériser les régimes sains et compatibles avec une bonne santé qui persiste. Par ailleurs, ils ne sont pas valides pour évaluer l'adéquation en nutriments avec les recommandations nutritionnelles.

L'adéquation aux recommandations en nutriments est en corrélation avec la diversité alimentaire de la ration. Cette diversité étant le nombre de groupes d'aliments consommés pendant une période donnée (souvent les dernière 24 heures) aura logiquement un effet sur l'apport en nutriments et par conséquent sur les indices quantitatifs. En effet, les aliments sont les vecteurs de nutriments. Plus le nombre de groupe augmente, plus l'apport en nutriments peut englober l'ensemble de tous les nutriments dont le corps humain a besoin en terme de qualité. Par ailleurs les quantités doivent être évaluées en parallèle que ce soit par des indices ou par calculs basés sur les données, encore une fois, de la littérature (tables de composition des aliments). Les progrès énormes dans l'industrie alimentaire font que la composition des aliments est très variable. Elle dépend, en plus de l'origine des aliments, leur transport, stockage, transformations, etc., des traitements que ces aliments subissent avant d'être consommés. A cela, s'ajoutent les interactions entre nutriments déjà connues mais encore difficile à maîtriser.

Les évolutions des ratios en nutriments que nous avons étudié à différents niveaux de diversité alimentaire ont toutes montré une même allure. L'adéquation continue à augmenter avec le nombre de groupes d'aliments consommés. Vers des valeurs du SDA généralement autour de 6 groupes, un déclin a été noté pour la plupart des nutriments excepté pour les protéines, les vitamines B₆, B₁₂ et D. Ce déclin peut s'expliquer par la quantité qui peut être

réduite quand il existe un choix plus large ou une disponibilité importante. Cela est d'autant plus marqué à l'adolescence.

Conclusion sur la relation entre diversité et adéquation alimentaire

Les scores de diversité ont été toujours utilisés comme des indicateurs simples et faciles à appliquer au niveau des pays en développement pour refléter l'adéquation des rations alimentaires aux recommandations nutritionnelles (**Habte and Krawinkel, 2016**). Au sein de la population étudiée, le SDA calculé a indiqué une alimentation peu diversifiée. Ce constat a été confirmé par les indices quantitatifs que nous avons calculé. Le MAR se situait en dessous de 0,75 (ce qui correspond à 75% des ANC) et très loin de la valeur idéale de « un » qui indique une adéquation optimale aux apports recommandés. L'étude des corrélations entre le SDA et le MAR d'une part et le SDA et les NARs correspondant à différents nutriments d'autre part a montré des associations significatives entre la diversité et l'adéquation.

En général, l'augmentation du nombre de groupes d'aliments consommés la veille de l'enquête est significativement et positivement associée à une adéquation meilleure aux recommandations nutritionnelles. Néanmoins la force de corrélation est faible. Ces observations ont été soulevées par la plupart des études comparables.

CONCLUSION

Les scores et les indices de la qualité de l'alimentation représentent des outils simples mais efficaces pour l'évaluation globale de l'alimentation. Ils sont très liés à l'adéquation nutritionnelle des régimes alimentaires aux recommandations nutritionnelles et ils reflètent correctement leur qualité. Ces indices se sont également avérés être de bons indicateurs de la sécurité alimentaire des ménages, ainsi que de l'état nutritionnel des enfants, en particulier de leur croissance. Dans ce contexte, nous avons calculé un SDA afin d'évaluer la qualité de l'alimentation des adolescents (10-19 ans) à Constantine. Cette évaluation a été complétée par le calcul d'indices quantitatifs (MAR et NARs) permettant de faire une évaluation quantitative de l'adéquation de l'alimentation de ces adolescents aux recommandations de nutritionnistes.

Notre étude nous a permis de :

1. Appliquer une méthodologie définie et standardisée par la FAO pour l'évaluation de la qualité globale de l'alimentation chez l'adolescent ;
2. Définir un SDA qui repose sur la consommation des groupes d'aliments ;
3. Evaluer la qualité globale de l'alimentation des adolescents à Constantine par le SDA ;
4. Estimer les apports alimentaires des adolescents en énergie et en 16 nutriments (NARs) ainsi que leur adéquation aux apports nutritionnels conseillés (MAR) ;
5. Etudier la corrélation des indices calculés (SDA, MAR et NARs) avec 4 facteurs associés à la qualité de l'alimentation : Age, genre, état statur pondéral et niveau socio-économique.

Nous avons pu conclure que l'alimentation des adolescents enquêtés était insuffisamment diversifiée d'une part et, d'autre part, éloignée des recommandations nutritionnelles. En effet, il existait une insuffisance d'apport pour la plupart des nutriments y compris l'énergie et un excès pour les sucres simples et le phosphore. De plus, les facteurs étudiés (genre, âge, état statur pondéral et niveau socio-économique) avaient un effet sur la qualité de l'alimentation.

Concernant les macronutriments, les apports en énergie, protéines, lipides et cholestérol étaient inférieurs aux recommandations nutritionnelles avec, en plus, une diminution avec l'âge (sauf pour le cholestérol). En parallèle, ceux relatifs aux AGS se situaient légèrement au dessus des recommandations. Ce qui est alarmant est l'excès important des sucres simples et de leur participation à l'AET qui est en moyenne 5 fois plus élevée que celle suggérée par les ANC. Les résultats de notre étude concordent, globalement, avec ceux d'autres études réalisées en Algérie et au niveau des pays voisins.

Les apports en micronutriments étaient insuffisants et ne couvraient pas les valeurs recommandées par les nutritionnistes. Il existait une diminution significative avec l'âge de ceux relatifs au calcium chez les garçons, au fer chez les filles et à toutes les vitamines hydrosolubles et la vitamine E chez les deux sexes.

La diversité alimentaire des adolescents enquêtés était insuffisante. En plus des manques, beaucoup d'excès ont été enregistrés. L'analyse de la consommation des différents groupes d'aliments la veille de l'enquête a montré la coexistence d'excès notables surtout des produits responsables des déséquilibres déjà signalés dans l'étude des apports bruts. Les insuffisances concernaient la consommation des poissons et fruits de mer, fruits et légumes et matière grasse ajoutée. Les excès touchaient spécifiquement les sucreries, les boissons sucrées et les produits céréaliers. Ces résultats ont été observés quel que soit le facteur étudié ; par contre, des différences de consommation ont été enregistrées selon l'âge, la corpulence et le niveau de vie alors que le genre n'avait aucun effet sur les choix alimentaires.

L'apport en œufs, poisson et boissons sucrées diminuait avec l'âge. La surcharge pondérale augmentait la consommation des produits sucrés, tubercules et des fruits. Le niveau de vie semble être le facteur le plus influant. Son augmentation favorisait la consommation des légumes, lait et produits laitiers mais aussi des sucreries et des boissons sucrées simultanément avec une moindre consommation des tubercules (pomme de terre).

L'étude de l'adéquation de l'alimentation des adolescents aux recommandations nutritionnelles a montré beaucoup d'insuffisances au niveau des apports. La ration globale était inadéquate par manque. Le MAR était inférieur à la valeur optimale ainsi que la presque totalité des NARs calculés pour l'énergie et 16 nutriments. Les NARs les plus faibles ont concerné le calcium, les vitamines D et C par contre ceux des sucres simples, du phosphore et de la vitamine B₁₂ dépassaient les seuils recommandés.

Les comparaisons réalisées en fonction des différents facteurs liés à la qualité de l'alimentation ont montré de nombreuses différences significatives. L'adéquation globale de la ration était influencée par le genre : L'alimentation des garçons était significativement plus adéquate aux recommandations que celle des filles. Le niveau socio économique avait une influence positive. En effet, l'alimentation des adolescents issus des familles aisées était plus proche des recommandations comparativement à celle des autres malgré que la valeur du MAR était toujours inférieure à « un ».

Bien que les valeurs du MAR soient du même ordre de grandeur quel que soit l'âge, celui-ci influençait négativement et significativement l'adéquation en énergie, protéines, sucres simples, vitamines C et A. En revanche, il exerçait un effet positif sur l'adéquation en calcium.

Selon l'état staturo-pondéral, aucun effet significatif n'a été enregistré que ce soit pour la ration globale ou pour l'adéquation en nutriments.

L'étude des corrélations entre le SDA et le MAR, d'une part, et les différents NARs, d'autre part, a montré des associations significatives entre la diversité et l'adéquation. Dans l'ensemble, l'augmentation du nombre de groupes d'aliments consommés la veille de l'enquête par les adolescents était

significativement et positivement associée à une adéquation nutritionnelle meilleure. Néanmoins la force de corrélation était faible.

Il ressort de notre étude que l'alimentation des adolescents était loin des recommandations nutritionnelles. Le déséquilibre de la balance énergétique était responsable d'un excès de poids. Cela a été observé chez les adolescents en surpoids ou obèses pour lesquels la consommation des glucides, simples ou complexes, était importante. Le manque d'apport en fibres, minéraux et vitamines a été noté. Il résulte d'une consommation insuffisante des fruits et légumes. Quant à la consommation des produits laitiers, malgré qu'elle fût bien présente la veille, les ANC n'étaient pas atteints.

RECOMMANDATIONS

Une proportion importante de la population étudiée est éloignée d'une diversité optimale de la ration alimentaire. La question réelle qui se pose face à cette situation est : comment changer ces pratiques alimentaires chez un adolescent en croissance ? Un adolescent qui traverse une période de changements assez profonds autant sur le plan physiologique et psychique que comportemental.

L'enfant en âge scolaire est encore lié à ses parents, ses choix alimentaire sont limités par ce que lui propose la maman autour de la table. Il est certain que même chez les enfants de moins de 11 ans, l'achat des produits malsains est présent, il reste néanmoins limité. C'est au début de l'adolescence où commence le chamboulement des pratiques alimentaires et c'est à cette période que l'éducation alimentaire, plutôt que nutritionnelle, doit s'impliquer.

Le rôle de la famille est primordial dans l'orientation des adolescents vers un choix alimentaire sain. Avant de faire une éducation nutritionnelle ou alimentaire pour les enfants ou les adolescents, il faut commencer par sensibiliser leurs parents. Ces adultes ont une part de responsabilité dans ce qui est offert à leurs enfants et ont tout avantage à leurs proposer une alimentation variée en évitant les aliments superflus. À cet âge, il s'agit de placer les jeunes dans des environnements favorables, que ce soit à la maison ou ailleurs, où ils pourront faire les meilleurs choix d'aliments pour leur santé.

La disponibilité des aliments à la maison est un facteur essentiel de consommation et d'installation des comportements vis-à-vis de la nourriture. Ce comportement est strictement lié aux options d'aliments existants. L'achat des boissons par exemple par le chef du ménage va inciter tous les membres de la famille à les consommer et au rythme de ces achats. Il est donc essentiel de sensibiliser aussi les parents à travers les médias, les réseaux sociaux, les associations, etc.

Une autre mesure de prévention et de lutte contre les pratiques alimentaires malsains est de gérer les risques relatifs à l'environnement alimentaire surtout à proximité des écoles. En effet, l'implantation des *fast-foods* et des boutiques spécialisées dans la vente des sucreries et boissons sucrées, visant le marché des adolescents, est un phénomène qui a pris de l'ampleur dans notre société. Cette disponibilité les encourage à acheter et à consommer d'avantage. Il n'y a que l'autorité de l'état qui peut gérer cette situation par le contrôle des activités commerciales des responsables de cette vente. Cette expérience a été déjà appliquée dans les pays industrialisés et a donné de bons résultats sur la réduction de la consommation des produits sucrés.

L'éducation nutritionnelle à l'école ou ailleurs est une forme d'intervention très largement utilisée par les professionnels de santé publique dans les pays industrialisés. Beaucoup d'études ont confirmé qu'il n'y a

aucun doute vis-à-vis de la performance de l'éducation nutritionnelle sur l'amélioration du niveau de connaissances des élèves en termes de pratiques alimentaires. Néanmoins l'effet sur les comportements est difficile à prouver. En Algérie, l'apport des livres scolaires semble encore inefficace. La nécessité d'une implication sérieuse de la santé scolaire représente dans ces circonstances une urgence qui doit commencer par le cycle primaire.

L'effet de la publicité sur les aliments préférés par les adolescents est certain surtout après l'envahissement des médias par les spots publicitaires notamment sur les boissons, les jus industrialisés, les aliments sujets de grignotage, etc. Le gouvernement doit prendre à l'échelle nationale des initiatives dont la priorité est d'augmenter l'accessibilité aux aliments caractéristiques d'une alimentation saine à savoir : fruits, légumes, poissons même congelés, surgelés ou en conserves, céréales complets, fruits oléagineux, huile d'olive, etc.

En se basant sur les résultats de notre étude, il semble intéressant de délivrer diverses formes de messages éducatifs sur l'alimentation à destination des adolescents et même des préadolescents. En plus des campagnes de communication au profit des adolescents et des jeunes, il faut par exemple créer des guides nutrition pour chaque tranche d'âge ciblée en utilisant un langage simple et adapté. Ces guides peuvent être diffusés par les médecins de santé scolaire, les médias et les réseaux sociaux qui sont très populaires auprès des jeunes. De même, des actions complémentaires en milieu scolaire doivent être proposées et concernent notamment l'amélioration de l'offre alimentaire dans les établissements scolaires et la mise en place d'actions pédagogiques dans le domaine de la nutrition.

Il ne faut jamais écarter les bénéfices de l'activité physique des plans de lutte contre les habitudes malsaines. Nous n'avons pas abordé ce volet dans notre étude mais cela ne veut pas dire qu'on le néglige. Les vertus prouvées de l'activité physique sur l'état de santé et de bien être ont été largement abordées par la littérature. Il sera donc élémentaire de promouvoir l'activité physique et de lutter contre les comportements sédentaires dès le plus jeune âge.

PERSPECTIVES DE L'ETUDE

Notre étude a permis de mettre le point sur des insuffisances dans l'alimentation des adolescents et de définir des axes d'intervention à leur profit afin de corriger les pratiques alimentaires malsaines qui ont été enregistrées. Des enquêtes à plus grande échelle, pourquoi pas à l'échelle nationale, seront toujours utiles pour évaluer l'ampleur du problème au niveau de différentes régions sur des échantillons représentatifs. L'inclusion dans l'échantillon des zones rurales sera très intéressante. Celle de jeunes adultes sera aussi d'une grande utilité afin d'estimer la persistance de ces pratiques à l'âge adulte.

Comme perspective de notre étude, nous comptons faire un *feed-back*, dans un premier temps, aux établissements enquêtés. Ce retour aura pour objectif de faire part, aux gestionnaires de ces établissements, de la réalité des pratiques alimentaires et le détail des apports alimentaires réels des adolescents qui ont participé à l'enquête. Dans une seconde étape, nous comptons suivre ce travail par une campagne de sensibilisation et d'éducation alimentaire auprès de tous les élèves des établissements scolaires des trois paliers d'éducation au niveau de la commune de Constantine. Ce pas ne peut être concrétisé sans l'appui des autorités locales à savoir : la Direction de l'éducation nationale et la Direction de la santé.

Cette sensibilisation peut aussi s'élargir aux gestionnaires des restaurants scolaires ou des cuisines centrales responsables de la livraison des repas froids distribués au niveau des écoles depuis quelques années. Ils peuvent, en effet, avoir une part de responsabilité. Enfin, proposer aux responsables de la restauration scolaire de distribuer, par exemple, des fruits ou des produits laitiers aux écoliers du cycle moyen et secondaire afin d'augmenter les apports en minéraux, vitamines et fibres.

REFERENCES
BIBLIOGRAPHIQUE
S

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Aboussaleh Y, and Ahami A. 2009.** Dietary determinants of stunting and anemia among preadolescents in morocco, *American Journal of Food Agriculture, Nutrition and Development*, Volume 9 N° 2 : 728-47.
- Acham H., Oldewage-Theron W.H. and Egal A.E. 2012.** Dietary diversity, micronutrient intake and their variation among black women in informal settlements in South Africa: A cross-sectional study. *International Journal of Nutrition and Metabolism* Vol. 4(2), pp. 24-39.
- AFSSA (Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments). 2009.** Etude Individuelle Nationale des Consommations Alimentaires INCA2 (2006-2007), AFSSA, France : 228p.
- Ahluwalia N., Somerset S., Dupuy M. et Vignes C., 2008.** Habitudes alimentaires. *In* : Godeau E., Arnaud C., Navarro F., 2008, La santé des élèves de 11 à 15 ans en France/2006. Données françaises de l'enquête internationale Health Behaviour in School-aged Children, éd. INPES : 274 p.
- Alexy, U., Sichert-Hellert, W., Kersting, M. Lausen B., Schoch G. 1999.** Development of scores to measure the effects of nutrition counselling on the overall diet: A pilot study in children and adolescents, *Eur J Nutr* 38, 4 : 196-200.
- Allam F., Sais Z., Ouchefoun A., Atek M., Smati L., Boudinar F. et al. 2011.** Étude du surpoids, de l'obésité et des facteurs associés au surpoids chez les élèves du cycle moyen scolarisés dans les collèges publics de l'EPSP Bouzaréah, SEMEP, Algérie : 69p.
- Allioua M., Djaziri R., Boucherit H. Moussa-Boudjemaa B. 2012.** Habitudes alimentaires et anthropométrie chez des adolescents à Tlemcen, *Nutrition et santé*, Vol. 01 N°00 : 1-100
- Allioua M., Djaziri R., Mahdad M.Y., Bechir S., Gaouar S., Derradji H., et al. 2015.** Dietary Fat Intake, Micronutrient and Obesity among Adolescent in Tlemcen (Western Algeria). *Food Nutr Sci*, 6 : 860-8.
- ANSES (Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail). 2012.** Disparités socioéconomiques et apports alimentaires et nutritionnels des enfants et adolescents, Avis de l'Anses, Rapport d'étude, édition scientifique : 253p.
- ANSES (Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail). 2013.** Composition nutritionnelle des aliments-TABLE Ciqual, version 2013 [En ligne] <https://pro.anses.fr/TableCIQUAL/index.htm>, consulté le 13/05/2016
- Aounallah-Skhiri H. Traissac P., El Ati J., Eymard-Duvernay S., Landais E. et al., 2011.** Nutrition transition among adolescents of a south-Mediterranean country: dietary patterns, association with socio-economic factors, overweight and blood pressure. A cross-sectional study in Tunisia, *Nutrition Journal*, 10 : 17p.
- Appel L.J., Moore T.J., Obarzanek E., Ivollmer W.M., Svetkey L.P. et al. 1997.** A clinical trial of the effects of dietary patterns on blood pressure. *N Engl J Med*. 336: 1117-24.
- Arechavala T., Contiente X., Pérez-Giménez A., Bartoll X., Sánchez-Martínez F. and López M.J. 2016.** Food consumption frequency and excess body weight in adolescents in the context of financial

crisis in Barcelona (Spain). *Gac Sanit.* [en ligne] <http://dx.doi.org/10.1016/j.gaceta.2016.03.013>, Consulté le 16/03/2017.

Arimond, M., Wiesmann, D., Becquey, E. et al. 2010. Simple food group diversity indicators predict micronutrient adequacy of women's diets in 5 diverse, resource-poor settings. *Journal of Nutrition*, 140(11) : p. 2059S-9S.

Assam S. 2015. Prévalence du surpoids chez les enfants scolarisés au cycle élémentaire et les facteurs associés, *Revue Sciences et Pratiques des Activités Physiques Sportives et Artistiques*, N°07/1 ; Mars : 36-43.

Aubin J., Donnars C., Supkova M., Dorin B. 2011. Panorama critique des méthodes d'évaluation de la durabilité pour l'alimentation, Rapport INRA, CIRAD : 162-91.

Ayzac L., Chapuis C., Savey A. et al. 2005. Epi Info version 3.3.2, un traitement de texte, une base de données et un ensemble de programmes statistiques pour la santé publique sur micro-ordinateur, Centers for Disease Control and Prevention, Atlanta, Georgia, USA.

Baali M. et Aboussad A. 2012. Etat nutritionnel et comportement alimentaire des adolescents de la ville de Marrakech [Thèse, extrait], Faculté de médecine et de Pharmacie-Marrakech, Maroc.

Baril G., Paquette M-C. 2014. Environnement socioculturel et habitudes de vie des adolescents : mieux comprendre pour mieux agir. Institut National de santé Publique, Québec, p.1-8.

Baril G., Ouimet A.M., Bergeron P., Séguin-Tremblay R. et Gauthier A. 2011. Ados 12-14 : les dimensions socioculturelles des pratiques alimentaires et d'activité physique des adolescents, recension des écrits, Direction du développement des individus et des communautés. L'Institut national de santé publique du Québec, [en ligne] <http://www.inspq.qc.ca>, consulté le 11/02/2017.

Bazoula M. et Moulla L. 2015. Etat des réserves en fer chez une population algérienne. Mémoire de Master en Sciences Biologiques, UFMC1 : 63p.

Beaufrère B., Bresson J.L., Briend A., Ghisolfi J., Goulet O., Putet G. et al. 2001. Nourrissons, enfants et adolescents. In : **Martin A., 2001**, Apports nutritionnels conseillés pour la population française, Lavoisier, Tec & Doc, 3^{ème} édition : 255-91 (605 p.).

Bechara-Karoune R., 2007. Comportement alimentaire d'une population d'adolescents scolarisés au niveau de la commune de Constantine (2006), mémoire de Magister en alimentation, nutrition et santé, INATAA, Université Mentouri, Constantine : 135 p.

Bechiri L. et Agli A. 2012. Food and nutrition education; elaboration of a guide for children of 6 to 12 years, *International Journal of Nutrition and Metabolism* Vol. 4(1), pp. 1-10.

Benetou V., Trichopoulou A., Orfanos P., Naska A., Laggiou P., Boffetta P., et al.. 2008. Conformity to traditional Mediterranean diet and cancer incidence: the Greek EPIC cohort, *British Journal of Cancer* 99(1) : 191-5.

Berentzen N.E., Beulens J.W., Hoevenaar-Blom M.P., Kampman E., Bueno-de-Mesquita H.B., Romaguera-Bosch D. et al. 2013. Adherence to the WHO's Healthy Diet Indicator and Overall Cancer Risk in the EPIC-NL Cohort. *PLoS ONE* 8(8) : e70535.

Blouza S. 2006. Profil épidémiologique et clinique de l'obésité en Tunisie, X congrès maghrébin Tunis 2006.

- Buyck J.F., Vincelet C., Chatignoux E., Grange D., Grémy I. 2009.** Typologie du comportement alimentaire dans la région Ile-de-France, Observatoire régional de santé d'Ile-de-France : 16p.
- Caïus N. et Benefice E. 2004.** Habitudes alimentaires, activité physique et surpoids chez des adolescents, *Rev Epidemiol Sante Publique*, 50 : 531-42.
- Callaway C.W., 1997.** Dietary guidelines for Americans: an historical perspective. *J Am Coll Nutr.* 1997 Dec, 16 (6): 510-6.
- Camirand H. 2011.** Les défis de l'alimentation des enfants et adolescents québécois (9-18 ans) : Enquête sur la santé dans les collectivités canadiennes, cycle 2.2, Nutrition (2004), institut de la statistique du Québec [en ligne], www.stat.gouv.qc.ca, consulté le 04/04/2016
- Cespedes M. and Hu F.B. 2015.** Dietary patterns: from nutritional epidemiologic analysis to national guidelines, *Am J Clin Nutr.* 101:899-900.
- Cheng G., Duan R., Kranz S., Libuda L., Zhang L. 2016.** Development of a Dietary Index to Assess Overall Diet Quality for Chinese School-Aged Children: The Chinese Children Dietary Index, *J Acad Nutr Diet.* 116 : 608-17.
- Chiplonkar S.A., Tupe R. 2010.** Development of a diet quality index with special reference to micronutrient adequacy for adolescent girls consuming a lacto-vegetarian diet. *J Am Diet Assoc.* 110(6) : 926-31.
- CIHEAM/FAO. 2015.** Mediterranean food consumption patterns: diet, environment, society, economy and health. A White Paper Priority 5 of Feeding Knowledge Programme, Expo Milan 2015. CIHEAM-IAMB, Bari/FAO, Rome.
- Clarys P., Deriemaeker P., Huybrechts I., Hebbelinck M. and Mullie P. 2013.** Dietary pattern analysis: a comparison between matched vegetarian and omnivorous subjects, *Nutrition Journal* 2013, 12 : 82.
- Collins C.E., Burrows T.L., Rollo M.E., Boggess M.M., Watson J.F., Guest M. et al. 2012.** The Comparative Validity and Reproducibility of a Diet Quality Index for Adults: The Australian Recommended Food Score. *Nutrients*, 7 : 785-98.
- Comité de nutrition de la Société Française de Pédiatrie. 2006.** La consommation des glucides chez l'enfant et l'adolescent. *Archives de Pédiatrie.* 13 : 1095-7.
- Currie C, Gabhainn SN, Godeau E, Roberts C, Smith R, Currie D, et al. 2008.** Inequalities in Young's people health. Health Behaviour in School-aged Children: International report from the 2005/2006 survey. WHO Europe. 224 p. [en ligne]
http://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0005/53852/E91416.pdf consulté le 13/12/2016
- Dahel-Mekhancha C.C, Karoune R., Yagoubi-Benatallah Ly., Badaoui B., Mekhancha D.E. et Nezzal L. 2016.** Statut pondéral et pratiques alimentaires des jeunes en Algérie, *Nutr. Santé*, 2016, Vol.05 N°02: 69-80.
- De Andrade S.C., Previdelli A.N., Galvão Cesar C.L., Marchioni D.M.L., Fisberg R.M. 2016.** Trends in diet quality among adolescents, adults and older adults: A population-based study. *Preventive Medicine Reports* 4 : 391-6.

- 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.
- De Saint Pol T. 2007.** Comment mesurer la corpulence et el poids « idéal » ? Histoire, intérêt et limites de l'indice de masse corporelle. Notes & Documents, 2007-01, Paris, OSC. 23 p.
- Dean AG, Arner TG, Sangam CG, Friedman R, Lantinga M, et al. 2000.** Epi Info 2000, A database and statistics program for public health professionals for use on Windows 95, 98, NT ans 2000 computers. [Computer program] version 3.3.2. Atlanta, Georgia, USA: Centers for disease control and prevention.
- Delisle H., Ledoux M. et Strychar I. 2014.** A Practical guide for planning obesity prevention programmes among school-age children and adolescents in developing countries : a TRANSNUT Initiative, OMS, 2014: 102p.
- Deschamps V, Borys JM. 2004.** Différences de mode de vie entre les filles et les garçons de 8 à 14 ans : résultats de l'étude FLVS II. *JPEP*; 17(2) : 75–82
- Direction de l'Education Nationale, Constantine. 2014.** Guide des établissements scolaires 2013/2014, bureau des statistiques et de la carte scolaire : 44p.
- Dop M.C., Milan Ch., Milan CI. and A. N'Diaye M. 1994.** The 24-hour recall for Senegalese weanlings: a validation exercise, *European Journal of Clinical Nutrition.* 48: 643-53.
- Dubot-Guais P. 2005.** La prévention de l'obésité chez l'enfant et l'adolescent [Thèse] Faculté mixte de médecine et de pharmacie de Rouen : T1-156.
- Duran-Perrin A.E. 2007.** Evolution des typologies alimentaires, influence des déterminants géographiques et socioéconomiques [Thèse], Université Louis Pasteur, Strasbourg : 1T-162p.
- Esnouf C., Russel M., Bricas N., Aubin J., Chemineau P., Colonna P. et al. 2011.** DuALine, Durabilité de l'alimentation face à de nouveaux enjeux, Question à la recherche, Rapport Inra-Cirad, France : 236p.
- Estaquio Dos Santos Pires C. 2011.** Scores nutritionnels : Méthodes, aspects socio-économiques et association avec l'état nutritionnel et la morbidité dans la cohorte SU.VI.MAX, Thèse de Doctorat, INSERM, INRA, CNAM, Paris : 213p.
- Etiévant P., Bellisle F., Dallongeville J., Etilé F., Guichard E. et al. 2010.** Les comportements alimentaires. Quels en sont les déterminants ? Quelles actions, pour quels effets ? Expertise scientifique collective, rapport, INRA (France), 275 p.
- EUFIIC. 2005.** un nouveau projet place les adolescents européens sur le devant de la scène, food today, Bulletin du conseil européen de l'information sur l'alimentation.
- FAO, 2005.** Profil nutritionnel de l'Algérie– Division de l'Alimentation et de la Nutrition, rapport FAO, 2005 : 41 p. [en ligne]
<http://www.fao.org/docrep/017/ap829f/ap829f.pdf> consulté le 14/10/2017
- FAO. 2007.** Guide pour mesurer la diversité alimentaire au niveau des individus et des ménages, FAO : 22p.
- Fardet A. et Boirie Y. 2005.** Association entre groupes d'aliments et risques de maladies chroniques : vers une nutrition préventive globale applicable à la santé ? *Cholé-Doc.* 143 janvier-février.

- Favier J. C., Ireland-Ripert J., Toque C. et Feinberg M. 1995.** Répertoire général des aliments-table de composition, CNEVA-CIQUAL-INRA, Lavoisier TEC & Doc, 2^{ème} édition : 897 p.
- Florence M.D., Asbridge M., Veugelers P.J. 2008.** Diet quality and academic performance. *J Sch Health*. 78: 209-15.
- Foote JA, Murphy SP, Wilkens LR, Basiotis P.P., Carlson A. 2004.** Dietary variety increases the probability of nutrient adequacy among adults. *J Nutr* 134, 1779–1785.
- Fransen H.P., Ocké, M.C. 2008.** Indices of diet quality. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*. Sep;11(5):559-65.
- Fung T.T., Willett W.C., Stampfer M.J., Manson J.E., Hu F.B. 2001.** Dietary patterns and the risk of coronary heart disease in women. *Arch Intern Med*, 161 : 1857-62.
- Génolini J.-P. et al. 2016.** La santé des collégiens en France/2014. Données françaises de l'enquête internationale Health Behaviour in School-aged Children (HBSC). Habitudes alimentaires, activité physique et sédentarité. Santé publique France, [en ligne] www.santepubliquefrance.fr consulté le 15/03/2017.
- Gerber M. 2016.** Alimentation méditerranéenne et cancer, *Nutr. Santé*, Vol.05 N°01 : 3-15
- Gharib N. and Rasheed P. 2011.** Energy and Macronutrient Intake and Dietary Pattern among School Children in Bahrain: a cross-sectional study. *Nutr J*. Jun 5;10:62.
- Ghomari H., Mekki K., Boualga A., Bouderbala S., Bouchenak M. 2011.** Comportement alimentaire et risque cardio-métabolique chez des adolescents en milieu scolaire de la ville d'Oran. Livre des résumés du Congrès International de Nutrition CIN, 22-23 Mai 2011, Oran : 59.
- Gil A., De Victoria E.M. and Olza J. 2015.** Indicators for the evaluation of diet quality. *Nutr Hosp*. 2015; 31(Supl. 3):128-144.
- Gillman MW, Pinto BM, Tennstedt S, et al. 2002.** Relationships of physical activity with dietary behaviors among adults. *Prev Med*. 32 : 295-301.
- Godeau E., Arnaud C., Navarro F. 2008.** La santé des élèves de 11 à 15 ans en France / 2006. Saint-Denis, INPES, coll. Études santé : 274 p.
- Gracia-Marco L., Ortega F.B., Casajûs J.A., Sioen I., Widhalm K., BÉghin L. et al. 2012.** Socioeconomic Status and Bone Mass in Spanish Adolescents. The HELENA Study. *Journal of Adolescent Health* 50 : 484-90.
- Grosso G., Galvano F. 2016.** Mediterranean diet adherence in children and adolescents in southern European countries. *NFS Journal* 3 : 13-9.
- Guenther P.M., Reedy J., Krebs-Smith S.M., Reeve B.B., Basiotis P.P. 2007.** Development and Evaluation of the Healthy Eating Index-2005: Technical Report. Center for Nutrition Policy and Promotion, U.S. Department of Agriculture. [en ligne] <http://www.cnpp.usda.gov/HealthyEatingIndex.htm> consulté le 14/10/2017
- Habte T.Y. and Krawinkel M. 2016.** Dietary Diversity Score: A Measure of Nutritional Adequacy or an Indicator of Healthy Diet? *J Nutr Health Sci* 3(3).

- Haines P. S., Siega-Riz A. M., and Popkin B.M. 1999.** The diet quality index revised : a measurement instrument for populations, *Journal of the American Dietetic Association*, vol. 99, no. 6 : 697-704.
- Hamchaoui F. 2016.** Besoins de santé et comportements à risque des adolescents scolarisés dans la wilaya d'Alger. [Thèse] Université Alger 1 Benyoucef Benkhedda : 167p.
- Hatloy A., Torheim L.E., Oshaug A. 1998.** Food variety-a good indicator of nutritional adequacy of the diet? A case study from an urban area in Mali, West Africa. *Eur J Clin Nutr* 52 : 891-8.
- Hazel A.B. Hiza, Guenther P. and Rihaneb C.I. 2013.** Diet quality of children age 2-17 years as measured by the healthy eating index-2010. Nutrition Insight 52, USDA Center for Nutrition Policy and Promotion, United States Department of Agriculture.
- Hoffmann K., Schulze M.B., Schienkiewitz A., Nöthlings U., and Boeing H. 2004.** Application of a New Statistical Method to Derive Dietary Patterns in Nutritional Epidemiology. *Am J Epidemiol*; 159 (10) : 935-44.
- Hofman P. 2003.** La prévention chez les jeunes, ça peut marcher, Cœur et santé, n°135: 38-40.
- <https://oldwayspt.org/history-mediterranean-diet-pyramid>, The traditional healthy Mediterranean diet pyramid, [en ligne] consulté le 15/11/2017
- Hu F.B., Rimm E.B., Stampfer M.J. et al. 2000.** Prospective study of major dietary patterns and risk of coronary heart disease in men. *Am J Clin Nutr.* 72 : 912-21.
- Hu F.B. 2002.** Dietary pattern analysis: a new direction in nutritional epidemiology. *Curr Opin Lipidol.*, USA, 13 : 3-9.
- Hudson GJ. 1995.** Food intake in west African village. Estimation of food intake from a shared bowl. *Br J Nutr* 73 : 551-69.
- Huijbregts P., Feskens E., Räsänen L., Fidanza F., Nissinen A., Menotti A. et al. 1997.** Dietary pattern and 20 year mortality in elderly men in Finland, Italy, and the Netherlands: longitudinal cohort study, *BMJ*; 315 : 13-7.
- Jacques P.F. and Tucker K.L. 2001.** Are dietary patterns useful for understanding the role of diet in chronic disease? *Am J Clin Nutr.* 73:1-2.
- Jaime P.C., Bandoni HD, Duran A, Fisberg RM. 2010.** Diet quality index adjusted for energy requirements in adults. *Cad. Saude. Publ. Rio de Janeiro* ; 26(11) : 2121-8.
- Jankovic N., Geelen A., Streppel M.T., CPGM de Groot L., Kiefte-de Jong J.C., Orfanos P. et al. 2015.** WHO guidelines for a healthy diet and mortality from cardiovascular disease in European and American elderly: the CHANCES project. *Am J Clin Nutr* 102 : 745-56.
- Kant AK, Schatzkin A, Ziegler RG & Nestle M. 1991** : Dietary diversity in the US population, NHANES II, 1976-1980. *J. Am. Diet. Assoc.* 91, 1526-31.
- Kant AK., 1996** Indexes of overall diet quality: a review. *J Am Diet Assoc.*, 96 (8) : 785-90
- Karoune R., Dahel-Mekhancha C.C. 2015.** Score de diversité alimentaire, un moyen pour une évaluation globale de l'alimentation chez l'adolescent. *Nutr. Santé*, Vol. 04 N°02:45-52.
- Karoune R., Mekhancha-Dahel C.C., Benlatreche C., Nezzal L., 2008,** Approche de réalisation d'un score de classification socio-économique, *Journal Algérien de Médecine (JAM) XVI, 2* : 57-62.

- Kennedy E. 2008.** Putting the pyramid into action: the Healthy Eating Index and Food Quality Score. *Asia Pac J Clin Nutr* 17 (S1):70-74.
- Kennedy E.T., Ohls J., Carlson S., Fleming K. 1995.** The Healthy Eating Index: design and applications. *J Am Diet Assoc.* 95 (10) :1103-8.
- Kennedy G., Ballard T. et Dop M.C. 2013.** Guide pour mesurer la diversité alimentaire au niveau du ménage et de l'individu. FAO : 56p.
- Kersting M., Sichert-Hellert W., Vereecken CA, Diehl J., Be'ghin L. 2008.** Food and nutrient intake, nutritional knowledge and diet-related attitudes in European adolescents, *International Journal of Obesity* (2008) 32, S35–S41.
- Kesse E. 2010.** Epidémiologie nutritionnelle, In : Etiévant P., Bellisle F., Dallongeville J., *et al.*, 2010, Comportements alimentaires, quels en sont les déterminants, quelles actions pour quels effets, Expertise scientifique collective, INRA : 29-38.
- Kim S., Haines P.S., Siega-Riz A.M., Popkin B.M. 2003.** The diet quality index-international (DQI-I) provides an effective tool for cross-national comparison of diet quality as illustrated by China and the United States. *J Nutr.* 133 : 3476-84.
- Kourlaba G., Panagiotakos D.B. 2009.** Dietary quality indices and human health : a review *Maturitas*, 62(1) : 1-8.
- Labayen I., Ruiz J.R., Ortega F.B., Huybrechts I., Rodríguez G., Jiménez-Pavón D. et al., 2013.** High fat diets are associated with higher abdominal adiposity regardless of physical activity in adolescents; the HELENA study. *Clin Nutr.* 2014 Oct;33(5):859-66.
- Laisney C. 2013.** Les différences sociales en matière d'alimentation. Centre d'études et de prospective ; Analyse n° 64.
- Lebouc-Coignard P. 2005.** Alimentation des ados, Conseils d'experts, 2005, [En ligne], www.nutrition-sante.com/bienetre_expert/dossier.html, consulté le 10/04/2016.
- Lioret S., Touvier M., Dubuisson C., Dufour A., Calamassi-Tran G., Lafay L. et al. 2009,** Trends in Child Overweight Rates and Energy Intake in France From 1999 to 2007: Relationships With Socioeconomic Status, *17 N 5* : 1092-1100.
- Lioret S., Touvier M., Lafay L., Volatier J.L., Maire B. 2008.** Dietary and Physical Activity Patterns in French Children Are Related to Overweight and Socioeconomic Status. *J. Nutr.* 138 : 101-7.
- Maimoun L. 2005.** Effet de l'alimentation et de l'exercice physique sur le développement pubertaire et sur l'acquisition du capital osseux chez de jeunes athlètes féminines – rôle croisé de la leptine, Institut Danone [en ligne], www.institutdanone.org/avenir/travaux_primes/prix_alimentation_et_sante/maimoun.php , consulté le 12/04/2016.
- Maire B., Tessier S., Delpeuch F., Gartner A., Holdsworth M., Lioret S. et Méjean C. 2009.** La nutrition, un défi pour la planète (2) - Transitions alimentaires et nutritionnelles, les dossiers thématiques de l'IRD : 10p.

- Mariscal-Arcas M., Romaguera D., Rivas A., Feriche B., Pons B., Tur J.A. et al. 2007.** Diet quality of young people in southern Spain evaluated by a Mediterranean adaptation of the Diet Quality Index-International (DQI-I). *British Journal of Nutrition*, 98 : 1267-73.
- Marshall S., Watson J., Burrows T., Guest M., Collins C.E. 2012.** The development and evaluation of the Australian child and adolescent recommended food score: a cross-sectional study. *Nutr J.* Nov 19; 11:96.
- Martinez M.E., Marshall J.R. Sechrest L. 1998.** Invited commentary: Factor analysis and the search for objectivity. *Am J Epidemiol.*, 148 : 17-9.
- Matthews V.L., Wien M. and Sabate J. 2011.** The risk of child and adolescent overweight is related to types of food consumed, *Nutrition Journal*, BioMed Central: 23p.
- McNaughton S.A., Ball K., Crawford D., Mishra G.D. 2008.** An Index of Diet and Eating Patterns Is a Valid Measure of Diet Quality in an Australian Population. *J. Nutr.* 138 : 86-93.
- Mekhancha D.E. 1998.** Procédure d'évaluation de suivi du potentiel nutritionnel des repas proposés par les restaurants universitaires, Thèse de magister en nutrition appliquée, INATAA, Université de Constantine, 1998 : 219 p.
- Mekhancha D.E., Yagoubi-Benatallah Ly., Aissaoui S., Karoune R., Mekhancha-Dahel C.C. 2007.** Food behavior of adolescents in Constantine (Algeria, 2006). *Ann Nutr Metab*, 51, Suppl.1 : 96.
- Mekhancha-Dahel C.C., Nouioua S., Adjali-Hassani W., Mekhancha D.E. 2014.** Which drinks consume the Algerian students? *Clinical Nutrition*, Volume 33, Supp. 1: S206.
- Mekhancha-Dahel C.C. 2005.** Unité de Dépistage et de Suivi : Cadre pour la surveillance nutritionnelle des enfants et adolescents Cas du Khroub (Constantine, Algérie) - 1996/97 - 1999/00 - 2001/02 [Thèse], Université Mentouri Constantine, 2005, 383 p.
- Metz W. 2000.** Three decades of dietary recommendations. *Nutr Rev.* 2000 Oct, 58 (10) : 324-31.
- Michaud C. 2000.** Alimentation des personnes en situation de précarité ou de grande pauvreté, *Cah. Nutr. Diét.*, 35 ; 3 : 269-74.
- Mirmiran P., Azadbaht L., Esmailzadeh A. and Azizi F. 2004.** Dietary diversity score in adolescents-a good indicator of the nutritional adequacy of diets: Tehran lipid and glucose study. *Asia Pacific J Clin Nutri* 13(1) : 56-60.
- Mistretta A., Marventano S., Antoci M., Cagnetti A., Giogianni G. et al. 2016** Mediterranean diet adherence and body composition among Southern Italian adolescents. *Obes. Res. Clin. Pract.* [En ligne] <http://dx.doi.org/10.1016/j.orcp.2016.05.007>, consulté le 03/06/2016.
- Moeller S.M., Reedy J., Millen A.E. et al. 2007.** Dietary patterns: challenges and opportunities in dietary patterns research an Experimental Biology workshop April 1, 2006. *J Am Diet Assoc.* Jul; 107(7):1233-9.
- Moghames P., Hammami N., Hwalla N., Yazbeck N. and Shoaib H. 2016.** Validity and reliability of a food frequency questionnaire to estimate dietary intake among Lebanese children. *Nutrition Journal*, 15, 4.

- Montero P. 2006.** Indicateurs de qualité de l'alimentation chez les enfants: l'indice KIDMED. *Antropo*, 11 : 189-197.
- Mullie P., Clarys P., Hulens M., Vansant G. 2010.** Dietary patterns and socio economic position. *Eur J Clin Nutr*; 64 : 231-8.
- Newby PK, Hu F.B., Rimm E.B., Smith-Warner S.A., Feskanich D., Sampson L. et al. 2003.** Reproducibility and validity of the Diet Quality Index Revised as assessed by use of a food-frequency questionnaire. *Am J Clin Nutr*, 78 : 941-9.
- Newby P.K., Muller D., Hallfrisch J., et al. 2004.** Food patterns measured by factor analysis and anthropometric changes in adults. *Am J Clin Nutr.*, 80 (2): 504-13.
- Ogle B.M., Hung P.H., Tuyet H.T. 2001.** Significance of wild vegetables in micronutrient intakes of women in Vietnam: an analysis of food variety, *Asia Pacific J Clin Nutr* 10(1): 21-30.
- OMS. 1986.** Charte d'Ottawa pour la promotion de la santé. Première Conférence internationale sur la promotion de la santé, Ottawa (Canada), 17-21 novembre 1986. 6p. [en ligne] http://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0003/129675/Ottawa_Charter_F.pdf?ua=1 consulté le 25/09/2017
- OMS. 2003.** Régime alimentaire, nutrition et prévention des maladies chroniques, rapport d'une consultation OMS/FAO d'experts : 128p.
- OMS. 2005a.** Nutrition in adolescence – Issues and Challenges for the Health Sector, Issues in Adolescent Health and Development, WHO discussion papers on adolescence : 115p.
- OMS. 2014.** La santé pour les adolescents du monde, une deuxième chance pour la deuxième décennie, WHO/FWC/MCA/14.05 : 14p.
- OMS. 2005b.** Mesure des facteurs de risque des maladies non transmissibles dans deux wilayas pilotes en Algérie (approche Step "wise" de l'OMS), Rapport final du Ministère de la Santé, de la Population et de la Réforme Hospitalière, Direction de la Prévention, Algérie, 2005 : 199 p.
- OMS. 2017a.** Adolescents: risques sanitaires et solutions, Aide-mémoire N°345 [En ligne] <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs345/fr>, consulté le 12/11/2017.
- OMS. 2017b.** Développement des adolescents, OMS [En ligne] http://www.who.int/maternal_child_adolescent/topics/adolescence/dev/fr/, consulté le 10/09/2017.
- OMS ; 2017c.** En 40 ans, les cas d'obésité chez l'enfant et l'adolescent ont été multipliés par dix [En ligne] <http://www.who.int/mediacentre/news/releases/2017/increase-childhood-obesity/fr/>, consulté le 12/11/2017.
- ONS (Office National des Statistiques), 2011,** Population [en ligne] <http://www.ons.dz/collections/population.html> 24/09/2017
- Ouchfoun A., Laid Y., Mezimeche N., Lebcir H., Boutekdjiret L. et al. 2007.** Transition épidémiologique et système de santé, projet TAHINA, Enquête nationale santé 2005, Institut National de Santé Publique Algérie. [en ligne] http://www.sante.dz/insp/DOC_ENS_Novembre_2007_tahina.pdf, consulté le 13/06/2016.

- Oulamara H. 2006.** Obésité et surpoids des enfants scolarisés à Constantine 1996-2004, facteurs de risque associés à Constantine et Jijel. [Thèse] Université de Constantine, 244 p.
- Oulamara H., Agli A., Frelut M.L. 2006.** Alimentation, activité physique et surpoids chez des enfants de l'Est algérien, *Cah. Nutr. Diét.*, Vol 41, N° 1, 2006 : 46-54.
- Padilla M et Schlich P. 2010.** Les interventions ciblées sur les sous-populations. *In* : Etiévant P., Bellisle F., Dallongeville J., Etilé F., Guichard E. *et al.* 2010. Les comportements alimentaires. Quels en sont les déterminants ? Quelles actions, pour quels effets ? Expertise scientifique collective, rapport, INRA (France), 275 p.
- Padilla M. 2010.** Disponibilité des produits sur les lieux de consommation. *In* : Etiévant P., Bellisle F., Dallongeville J., Etilé F., Guichard E. *et al.* 2010. Les comportements alimentaires. Quels en sont les déterminants ? Quelles actions, pour quels effets ? Expertise scientifique collective, rapport, INRA (France), 275 p.
- Patesson R. 2006.** Enquête sur les comportements et styles de vie associés à l'alimentation. Résultats de l'enquête, rapport final, Université Libre de Bruxelles [en ligne] <http://www.ulb.ac.be/soco/creatic/>, consulté le 13/06/2016.
- Patterson R. E., Haines P. S., and Popkin B. M. 1994.** Diet Quality Index : capturing a multidimensional behavior," *Journal of the American Dietetic Association*, vol. 94, no. 1 : 57-64.
- Potier De Courcy G. 2002.** L'alimentation des adolescents, BRITTA NUTRITION, n°58 : 2 p.
- Potier de Courcy G, Frelut ML, Fricker J, Martin A et Dupin H. 2003.** Besoins nutritionnels et apports conseillés pour la satisfaction de ces besoins. *Encycl Méd Chir* (Editions Scientifiques et Médicales Elsevier SAS, Paris, tous droits réservés), Endocrinologie-Nutrition, 10-308-A-10, 32 p.
- Prado, C., Fernández-Olmo, R., Françoise Rovillé-Sausse, F. 2009.** Évaluation comparée de l'Indice KidMed et suivi hebdomadaire de l'estimation de l'apport nutritionnel des enfants et des adolescents. *Antropo.* 18 : 1-7.
- Rathnayake K.M., Madushani PAE, Silva KDRR. 2012.** Use of dietary diversity score as a proxy indicator of nutrient adequacy of rural elderly people in Sri Lanka, *BMC Research Notes*, 5 : 469.
- Recours F., Hebel H., Chamaret C. 2006.** Les populations modestes ont-elles une alimentation déséquilibrée? *Cah Recherche* : 232.
- Regaieg S., Charfi N., Trabelsi L., Kamoun M., Feki H., Yaich S. et al. 2014.** Prévalence et facteurs de risque du surpoids et de l'obésité dans une population d'enfants scolarisés en milieu urbain à Sfax, Tunisie, *The Pan African Medical Journal*, 17, 57.
- Robitaille E., Paquette M.C., Cutumisu N. et Lalond B. 2015.** L'environnement alimentaire autour des écoles publiques et la consommation de malbouffe le midi par des élèves québécois du secondaire, Institut national de santé publique du Québec (INSPQ) : 24p.
- Rolls BJ. 2000.** The role of energy density in the overconsumption of fat. *J Nutr.* 130(Suppl. 2S) : 268S-71S.
- Roman-Vinas B., Barba L.R., Ngo J., Martinez-Gonzalez M.A., Wijnhoven T.M.A., Serra-Majem L. 2009.** Validity of dietary patterns to assess nutrient intake adequacy, *British Journal of Nutrition* 101, Suppl. 2 : S12–S20.

- Roman-Vinas B., Barba L.R., Ngo J., Martinez-Gonzalez M.A., Wijnhoven T.M.A. 2009.** Validity of dietary patterns to assess nutrient intake adequacy. *British Journal of Nutrition*, 101, Suppl. 2 : S12–S20.
- Ruel M.T. 2002.** Is dietary diversity an indicator of food Security or dietary quality? A review of Measurement issues and research needs, FCND discussion paper N° 140, International Food Policy Research Institute, USA : 58p.
- Ruel M.T. 2003.** Operationalizing Dietary Diversity: A review of measurement issues and research priorities. *J. Nutr.* 133 : 3911S-26S.
- Rumawas M.E., Dwyer J.T., Mckeown N.M., Meigs J.B., Rogers G., Jacques P.F. 2009.** The Development of the Mediterranean-Style Dietary Pattern Score and Its Application to the American Diet in the Framingham Offspring Cohort1–3. *J. Nutr.* 139 : 1150-6.
- Sahingoz S.A., Sanlier N. 2011.** Compliance with Mediterranean Diet Quality Index (KIDMED) and nutrition knowledge levels in adolescents. A case study from Turkey, *Appetite* 57 (2011) : 272–7.
- Santarelli R. 2010.** Charcuteries et cancérogénèse colorectale. Additifs alimentaires et procédés de fabrication inhibant la promotion chez le rat. [Thèse] Doctorat de l'Université de Toulouse : 187p.
- Santomauro F., Lorini C., Tanini T., Indiani L., Lastrucci V., Comodo N. et al. 2014.** Adherence to Mediterranean diet in a sample of Tuscan Adolescents, *Nutrition* 30 :1379-83.
- Savy M. 2006,** Indices de diversité alimentaire: mesure et utilisation chez des femmes en âge de procréer au Burkina Faso [Thèse] Université Paris 6, 2006 : T1-80.
- Savy M., Martin-Prével Y., Sawadogo P., Kameli Y., Delpeuch P. 2005.** Use of variety/diversity scores for diet quality measurement: relation with nutritional status of women in a rural area in Burkina Faso, *Eur J Clin Nutr* : 59:703-16.
- Sayed A., Daoudi H., Rouabah A., Khan N.A., Rouabah L. 2014.** Dietary Patterns among Overweight / Obese School Children of District of Constantine (Algeria) : A Longitudinal Study. *IJSR*; 3, 8 : 1975-9.
- Schlienger J.L. 2014.** Besoins nutritionnels et apports conseillés : adultes, femmes enceintes, personnes âgées, sportifs. *Nutrition clinique pratique*, Elsevier Masson : 43-56.
- Schulze M.B., 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(3):363-73.
- Schwerin H.S., Stanton J.L., Riley A.M., Schaefer A.E., Leveille G.A. Elliott J.G. et al. 1981.** Food eating patterns and health : a reexamination of the Ten-State and HANES I Surveys, *Am J Clin Nutr April* Vol. 34 n° 4 : 568-80.
- Serra-Majem L., Ribas L., Ngo J. Ortega R.M., Garcí'A. et al. 2004.** Food, youth and the Mediterranean diet in Spain. Development of KIDMED, Mediterranean Diet Quality Index in children and adolescents. *Public Health Nutrition*, 7 : 931-5.
- Seymour J.D., Calle E.E., Flagg E.W., Coates R.J., Ford E.S., Thun M.J. 2003.** Diet Quality Index as a Predictor of Short-term Mortality in the American Cancer Society Cancer Prevention Study II Nutrition Cohort. *Am J Epidemiol*; 157 : 980-8.

- Singh Z., Chaturvedi R., Gupta E. 2016.** Nutrient adequacy of school going children can be determined by dietary diversity scores within different food groups, *International Journal of Interdisciplinary and Multidisciplinary Studies (IJIMS)*, Vol 3, No.4 : 74-9.
- Slattery M.L., Boucher K.M., Caan B.J., Potter J.D., Ma K.N. 1998.** Eating patterns and risk of colon cancer. *Am J Epidemiol.* 148 : 4-16.
- Sofi F., Gori A.M., Marcucci R, Innocenti G, Dini C, Genise S. et al. 2007.** Adherence to a healthful life attenuates lipid parameters among a healthy Italian population. *Nutr.Metab.Cardiovasc.Dis.* 2007; 17: 642–8.
- Sommelet. 2006.** L'enfant et l'adolescent : un enjeu de société, une priorité du système de santé, Rapport de mission sur l'amélioration de la santé de l'enfant et de l'adolescent : 544p.
- Stang J. and Story M. 2005.** Guidelines for Adolescent Nutrition Services Minneapolis, MN: Center for Leadership, Education and Training in Maternal and Child Nutrition, Division of Epidemiology and Community Health, School of Public Health, University of Minnesota.
- StataCorp. 2009.** Stata: Release 11. Statistical Software. College Station, TX: StataCorp LP.
- Steyn N.P., Nel J.H., Nantel G., Kennedy G., Labadarios D. 2006.** Food variety and dietary diversity scores in children: are they good indicators of dietary adequacy? *Public Health Nutrition.* V 9: p. 644-50.
- Swindale A. et Bilinsky P. 2006.** *Score de Diversité alimentaire des Ménages (SDAM) pour la mesure de l'accès alimentaire des Ménages : Guide d'indicateurs.* Washington, D.C.: Projet d'Assistance technique en matière d'Alimentation et de Nutrition, l'Académie pour le Développement de l'Éducation
- Taleb S. 2011.** Obésité des enfants scolarisés à Tébessa (1995-2007) : prévalence, Comportement alimentaire et facteurs socio-économiques. [Thèse], Université Mentouri Constantine, 252p.
- Tewelde M.G. 2015.** Assessment of dietary intake and body mass index in a nutritionally deprived population in rural Democratic Republic of Congo. [Thèse] Centre for International Health, University of Bergen, Norway: 79p
- Thibault S. 2017.** Une meilleure offre alimentaire près des écoles pour prendre soin des dents. Étude sur la prévention buccodentaire INRS, [en ligne] https://www.eurekalert.org/pub_releases_ml/2017-10/indl-v102317.php consulté le 12/11/2017
- Thibault C. 2004.** Le régime crétois [Thèse] Université Henri Poincaré - Nancy 1 : T 1-122.
- Torheim L., Ouattara F, Diarra M.M., Thiam F.D., Barikmo I., Hatloy I., Oshaug A. 2004.** Nutrient adequacy and dietary diversity in rural Mali: association and determinants, *European Journal of Clinical Nutrition* 58, 594–604.
- Torheim LE, Barikmo I, Parr CL, Hatloy A, Ouattara F, Oshaug A. 2003.** Validation of food variety as an indicator of diet quality assessed with a food frequency questionnaire for Western Mali. *Eur J Clin Nutr* 57(10) : 1283-91.
- Torres A.C. 2012.** Revue bibliographique des outils pour la mesure des relations entre agrobiodiversité et nutrition [Thèse] Université Paris Sud, France : T1-72p.

- Traissac P., Aounallah-Skhiri H., El Ati J., Eymard-Duvernay S., et al. 2013.** alimentation des adolescents dans un contexte de transition nutritionnelle : modernisation vs qualité ? Séminaire d'animation scientifique UMR NUTRIPASS, IRD
- Trichopoulou A, Kouris-Blazos A, Wahlqvist ML, Gnardellis C., Lagiou P., Polychronopoulos E. et al. 1995.** Diet and overall survival in elderly people. *BMJ* 1995; 311: 1457-60.
- Trichopoulou A., Costacou T., Bamia C., Trichopoulos D. 2003.** Adherence to a Mediterranean diet and survival in a Greek population. *N Engl J Med* 348: 2599-608.
- Tur JA, Romaguera D, Pons A. 2005.** The diet quality index international (DQI-I): is it a useful tool to evaluate the quality of the Mediterranean diet. *Br J Nutr.* 93 : 369-76.
- UNICEF, 2011.** La situation des enfants dans le monde 2011 : l'adolescence, l'âge de toutes les possibilités. 138 p. [En ligne]
https://www.unicef.org/french/publications/files/SOWC_2011_Main_Report_FR_02092011.pdf consulté le 25/09/2017
- UNICEF, 2015.** La stratégie mondiale pour la santé de la femme, de l'enfant et de l'adolescent (2016-2030), Chaque femme Chaque enfant 2015.
- United States Department of Agriculture (USDA). 1995.** The Healthy Eating index, center for nutrition policy and promotion : 34p.
- Vakili M., Abedi P., Sharifi M., Hosseini M. 2013.** Dietary Diversity and Its Related Factors among Adolescents: A Survey in Ahvaz-Iran. *Global Journal of Health Science*, 5, 2: 181-6.
- Vereecken C.A., De Henauw S., Maes L. 2005.** Adolescents' food habits: results of the Health Behaviour in School-aged Children survey. *British Journal of Nutrition*, 94 : 423-31.
- Vidailhet M. 2000.** les besoins énergétiques et nutritionnels a l'adolescence, Objectif Nutrition, La Lettre de l'Institut Danone, hors série : 34-6.
- Vieux F. 2013.** Modélisation du respect de différentes recommandations de consommation de fruits et légumes, Rencontres Fondation Louis Bonduelle.
- Vyncke K., Fernandez E.C., Fajo´-Pascual P., Cuenca-Garc M., De Keyzer W., Gonzalez-Gross M. 2013.** Validation of the Diet Quality Index for Adolescents by comparison with biomarkers, nutrient and food intakes: the HELENA study. *British Journal of Nutrition*. 109 : 2067-78.
- Waijers PM, Feskens EJ, Ocke MC. 2007.** A critical review of predefined diet quality scores. *Br J Nutr.*, 97(2) : 219-31.
- Whiting S.J., Vatanparast H., Baxter-Jones A., Faulkner R.A., Mirwald R., Bailey D.A. 2004.** Factors that affect bone mineral accrual in the adolescent growth spurt. *J. Nutr.* 134 : 96S-700S.
- Whiting S.J., Vatanparast H., Baxter-Jones A., Faulkner R.A., Mirwald R., 2004.** Factors that Affect Bone Mineral Accrual in the Adolescent Growth Spurt *J. Nutr.* 134 : 696S-700S.
- Woodruff SJ, Hanning RM. 2010.** Development and implications of a revised Canadian Healthy Eating Index (HEIC-2009). *Public Health Nutr.* 13(6) : 820-5.

World Health Organization. 2010. Child and adolescent health and development: progress report 2009: highlights. Geneva. 41 p. [En ligne]
http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/44314/1/9789241599368_eng.pdf consulté le 24/09/2017

Yang J., Farioli A., Korre M., Kales S.N. 2014. Modified Mediterranean Diet Score and Cardiovascular Risk in a North American Working Population. PLoS ONE 9(2) : e87539.

ANNEXES

Annexe 1 : Autorisation d'accès aux établissements scolaires

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التربية الوطنية

مدير التربية
إلى



مديرية التربية لولاية قسنطينة
الأمانة العامة
رقم : 278 / أ.ع. / 2015/33
Sgeneralde 25@g mail . com

السيدات و السادة / رؤساء مؤسسات التعليم
المتوسط و الثانوي بلدية قسنطينة
السيد / مدير متوسط دار القلم الخاصة

الموضوع : ترخيص

المراجع : - طلب جامعة قسنطينة -1- بتاريخ : 2015/11/03
- طلب خطي بتاريخ : 2015/11/09
- موافقة مدير المؤسسة .

- تبعا للطلب المشار إليه في المرجع أعلاه ، الوارد الى مصالحنا
من معهد التغذية و التغذي و التكنولوجيا الغذائية - قسنطينة .

- يشرفني أن أرخص للطالبة الآتية /

* قارون ربيعة

بالدخول الى مؤسساتكم للقيام بـ : تربص ميداني

من : 2015/11/11 الى : 2016/05/30

- لذا ، المطلوب منكم مد يد المساعدة للمعنية وفق التشريع المعمول به

على أن يتم البحث تحت المسؤولية المباشرة لمدير المؤسسة .

عنوان البحث :- التغذية عند المراهقين .

يوم : 2015/11/11

مدير التربية و بتفويض منه
الأمين العام
ع . بهزي



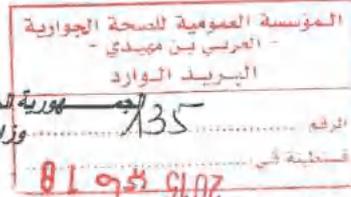
* مع ضرورة استظهار بطاقة التعريف الوطنية .

Annexe 2 : Autorisations d'accès aux UDS

Avis favorable
Mme Karoune
Président

Université Constantine 1

Institut de la Nutrition, de l'Alimentation
et des Technologies Agro-alimentaires



جامعة قسنطينة 1

معهد التغذية والتغذية

والتكنولوجيات الفلاحية الغذائية

Constantine le 14/05/2015

A Monsieur : Le Directeur de l'EPSP Larbi BEN MHIDI

Objet : Thèse de Doctora en Scienes

Monsieur,

Dans le cadre de la préparation de la thèse de Doctorat en Sciences, Mme KAROUNE Rabiâa doit accéder aux données des registres de la santé scolaire au niveau des UDS sur l'anthropométrie des élèves et ce pendant une durée de **un mois**.

A cet effet, nous vous prions de bien vouloir donner votre accord pour accéder au UDS suivants :

- UDS Hassen BOUDJENANA
- UDS TALBI Messaoud
- UDS RAHEM Rahem
- UDS Salah RIGHA

Thème : Alimentation des adolescents, identification d'un score de diversité alimentaire (Constantine 2015)

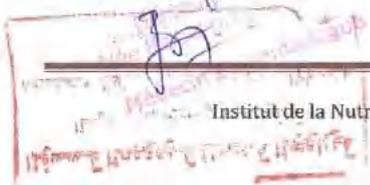
Comptant sur votre haute bienveillance collaboration, veuillez agréer Monsieur le Directeur, nos salutations les plus respectueuses.

Avis favorable de l'établissement d'accueil

le médecin chef du service
avis favorable

Responsable des stages

M^{me} BECILA-HIOUAL S.



Université Constantine 1

Institut de la Nutrition, de l'Alimentation et des Technologies Agro-Alimentaires

Tél : 031.661.883 Fax : 031.661.884

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Université des Frères Mentouri Constantine
Institut de la Nutrition, de l'Alimentation
et des Technologies Agro-Alimentaires
(INATAA)



جامعة الاخوة منتوري قسنطينة
معهد التغذية والتغذي
والتكنولوجيات الفلاحية الغذائية



Constantine le 11/11/2015
A Monsieur le Directeur de l'EPSP Bachir Mentouri
Constantine

Objet : Thèse de Doctorat en Science

Monsieur,

Dans le cadre de la préparation d'une thèse de Doctorat en Science, **Mme KAROUNE Rabiâa** doit accéder aux registres de santé scolaire au niveau des UDS rattachées à l'EPSP Bachir Mentouri durant l'année scolaire 2015/2016.

La doctorante récoltera les données anthropométriques des élèves. La Thèse en préparation est intitulée : Alimentation des adolescents, identification d'un score de diversité alimentaire (Constantine 2015).

Comptant sur votre haute bienveillance et collaboration, veuillez agréer Monsieur le Directeur, nos salutations les plus respectueuses.

Avis favorable de l'établissement d'accueil

Responsable des stages

Mme BECILA-HIOUAL S.

للواقعة



Université des Frères Mentouri- Constantine
Institut de la Nutrition, de l'alimentation et des technologies agro alimentaires
Tél : 031 661 883 Fax 031 661 884

Annexe 3 : Questionnaire d'enquête (version française)

Informations sur l'élève et son niveau socio-économique

N° du questionnaire : |_|_|_|_|_|_|_|_|

Date :

1. Identification

Numéro de l'élève : Sexe :

Date et lieu de naissance :

Etablissement : Classe :

Poids (kg) : Taille (m) :

2. Niveau socioéconomique

1. Combien de personnes vivent dans le ménage ? |_|_|_|_|

2. Dans le ménage, combien d'individus exercent une profession? |_|_|_|_|

3. Nombre de frères et sœurs |_|_|

4. Niveau d'instruction des parents ? (*Mettre une croix dans la case correspondante*)

	Niveau d'instruction	
	Père	Mère
Analphabète		
Ecole coranique ou primaire		
Moyen ou secondaire		
Supérieur		

5. Vos parents exercent-ils une profession ? Père : Oui Non

Mère : Oui Non

5.a. Si oui, précisez la profession des parents ainsi que le lieu d'exercice dans la case correspondante

	Quelle est la profession ?	Lieu d'exercice	
		Public	Privé
Père			
Mère			

5.b. Vos parents ont-ils une autre source de revenu ? Oui Non

6. Quel est le nombre de pièces du logement ? (Sans compter cuisine, salle de bain et W.C) : |_|_|_|_|

7. Avez-vous dans le logement familial ?

Climatiseur Machine à laver Chauffage avec chaudière
 Lave vaisselle Ordinateur Connexion Internet Véhicule

Merci pour votre collaboration ☺

Annexe 4 : Questionnaire d'enquête (version arabe)

معلومات عن التلميذ و مستواه الاجتماعي و الاقتصادي

رقم الاستمارة : اليوم :

1- معلومات خاصة بالتلميذ

رقم التلميذ : الجنس : ذكر أنثى
إسم المؤسسة : القسم : تاريخ ومكان الازدياد :
الوزن (كغ) : الطول (م) :

2- الحالة الاجتماعية والاقتصادية

- 1-كم عدد أفراد أسرتك؟ |
2-على مستوى أسرتك، كم عدد الأشخاص الذين يعملون؟ |
3-كم عدد الإخوة و الأخوات؟ |
4-ما هو المستوى الدراسي للوالدين؟ (ضع علامة× في الخانة المناسبة) :

المستوى التعليمي		
الأب	الأم	
		أمي
		مدرسة قرآنية أو ابتدائي
		متوسط أو ثانوي
		عالي (جامعي)

- 5-هل الوالدان يعملان؟ الأب: نعم لا متوفي الأم: نعم لا متوفية
5-1-إذا كانت الإجابة **نعم**، حدد نوع الوظيفة و مكان أدائها في الخانة المناسبة

مكان أدائها		الوظيفة	الأب الأم
قطاع عمومي	قطاع خاص		

- 5-2-هل للوالدين مصدر آخر للدخل؟ نعم لا
6-كم عدد الغرف في المسكن؟ (دون حساب المطبخ و الحمام و المرحاض) |
7-هل تمتلكون في منزلكم؟ آلة غسيل الملابس سخان ماء مدفئة مركزية (chaudière)
آلة غسيل الأواني كمبيوتر انترنيت سيارة مبرد الجو (climatiseur)

Annexe 5 : Rappel des 24 heures

Qualité de l'alimentation des adolescents

Rappel sur l'alimentation des dernières 24 heures

N° de l'élève :

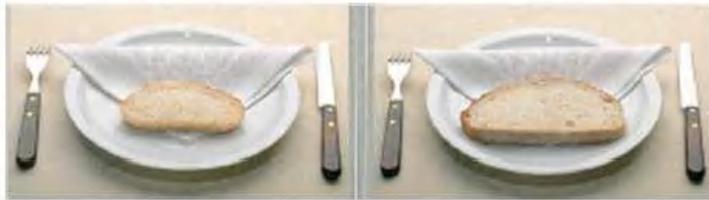
Sexe :

Préciser dans le tableau suivant la consommation alimentaire de la veille

Occasions de prise alimentaire		Consommation alimentaire	Quantité
Matin	- Petit-déjeuner (PD)	..... ..... ..... .....	..... ..... ..... .....
	- Entre PD et Déjeuner	..........	..........
Midi	- Déjeuner	..............................	..............................
	- Dans l'après midi	..............................	..............................
Soir	- Dîner	...................................	...................................
Nuit	Après le dîner	...............	...............

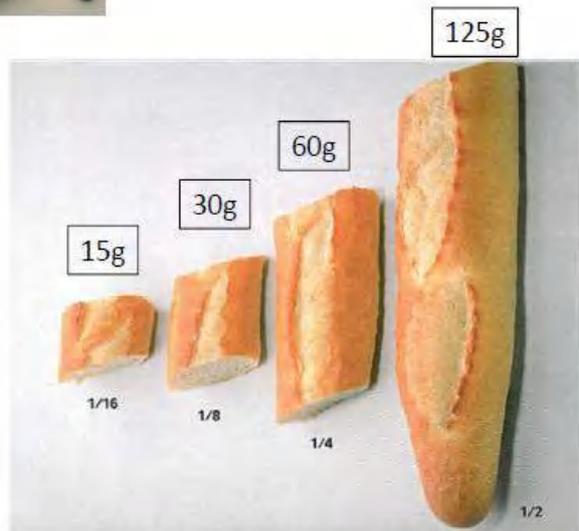
Annexe 6 : Manuel photos SUVIMAX – Extrait

Pain



20g

50g



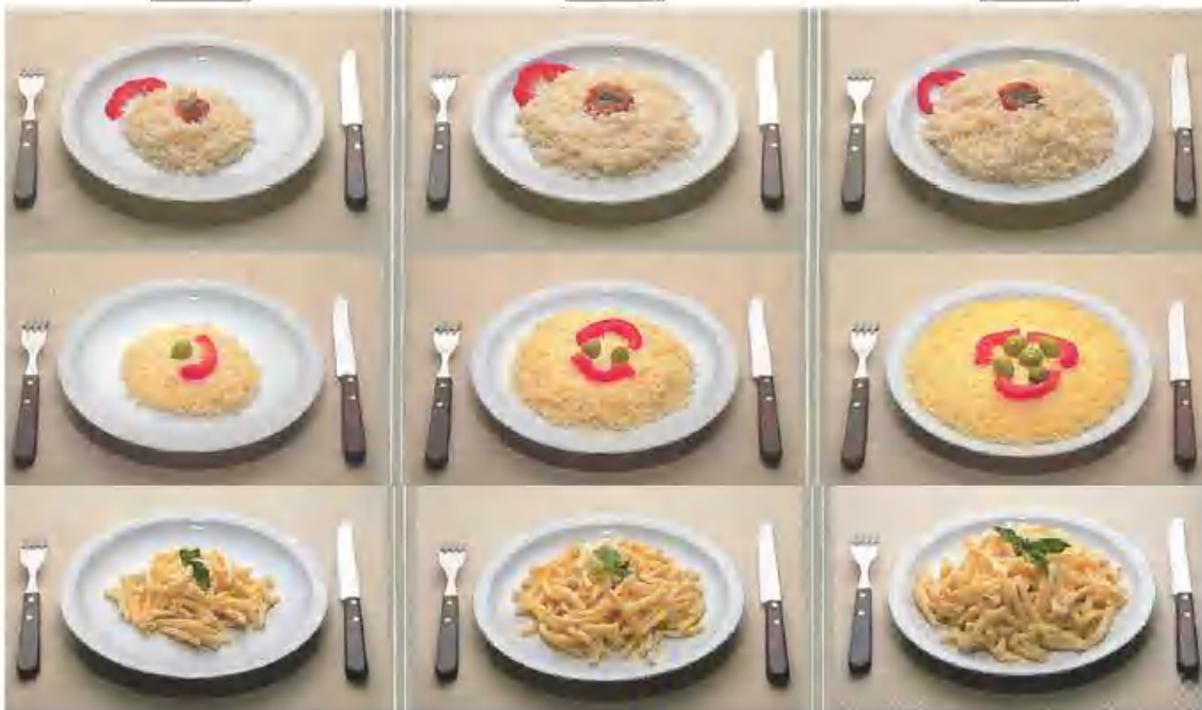
© Tous droits réservés - Etude SU.VI.MAX

Céréales

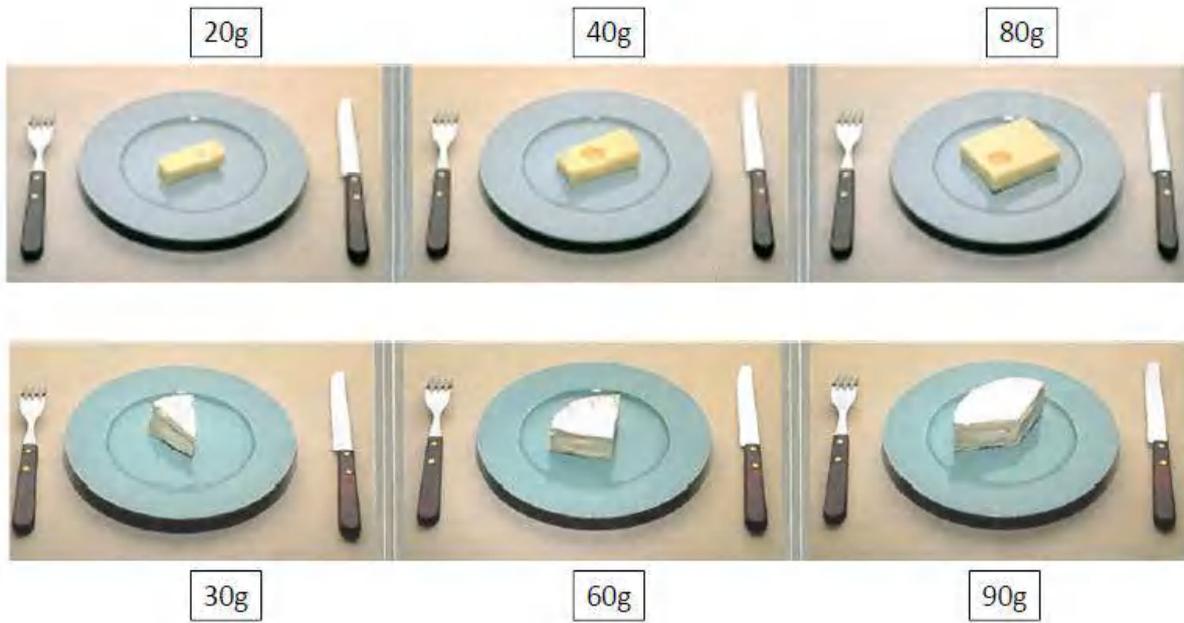
100g

200g

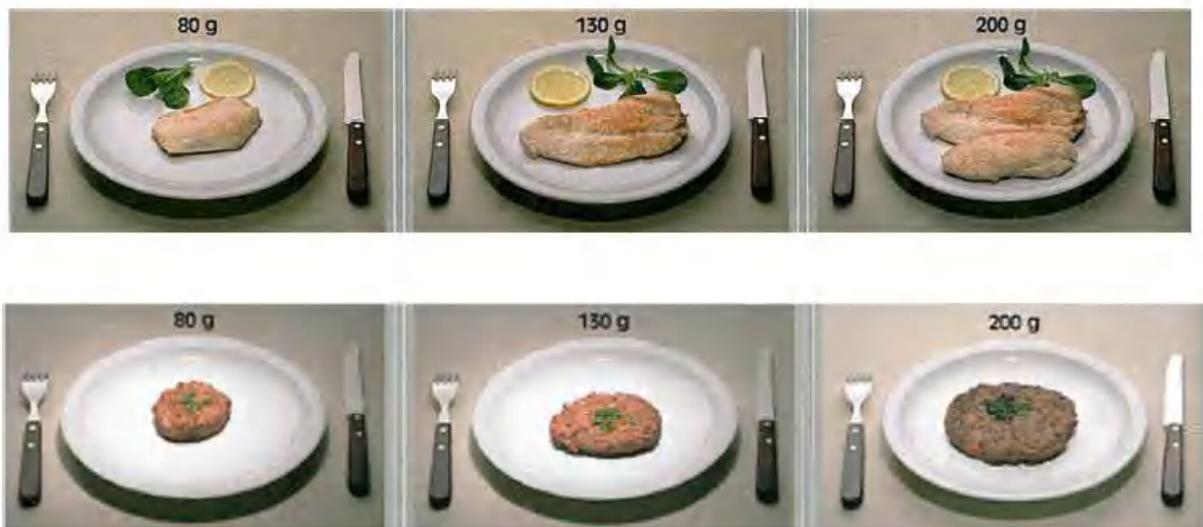
300g



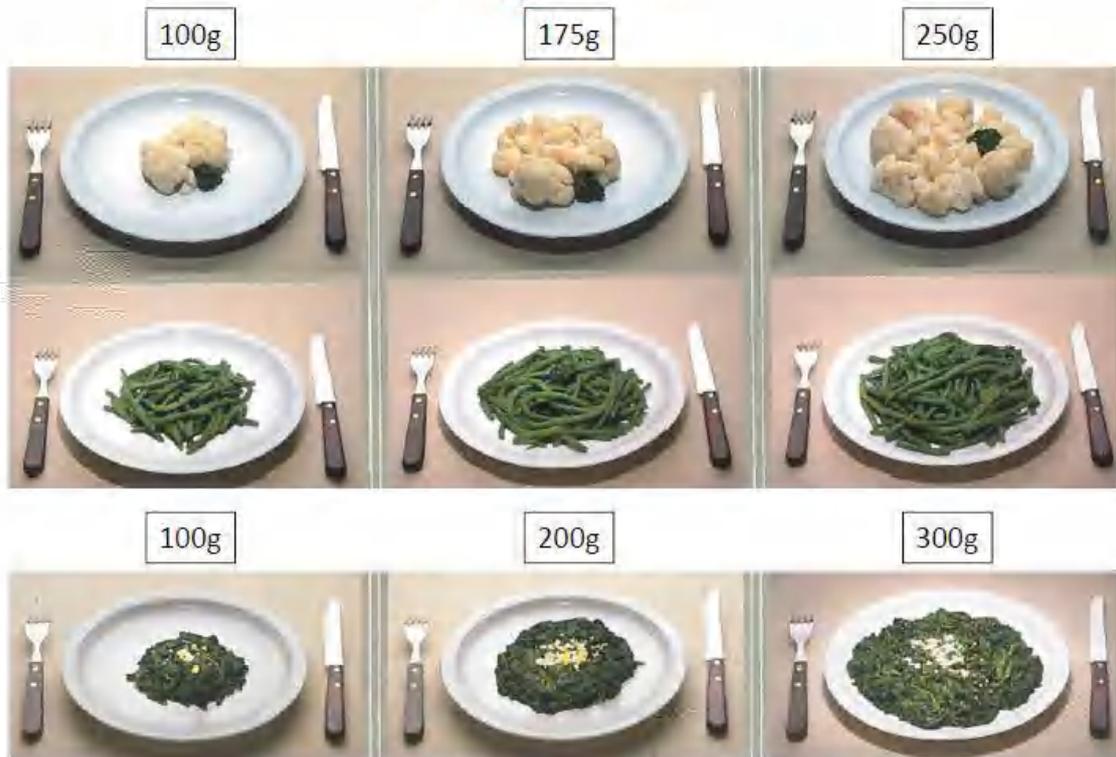
Fromage



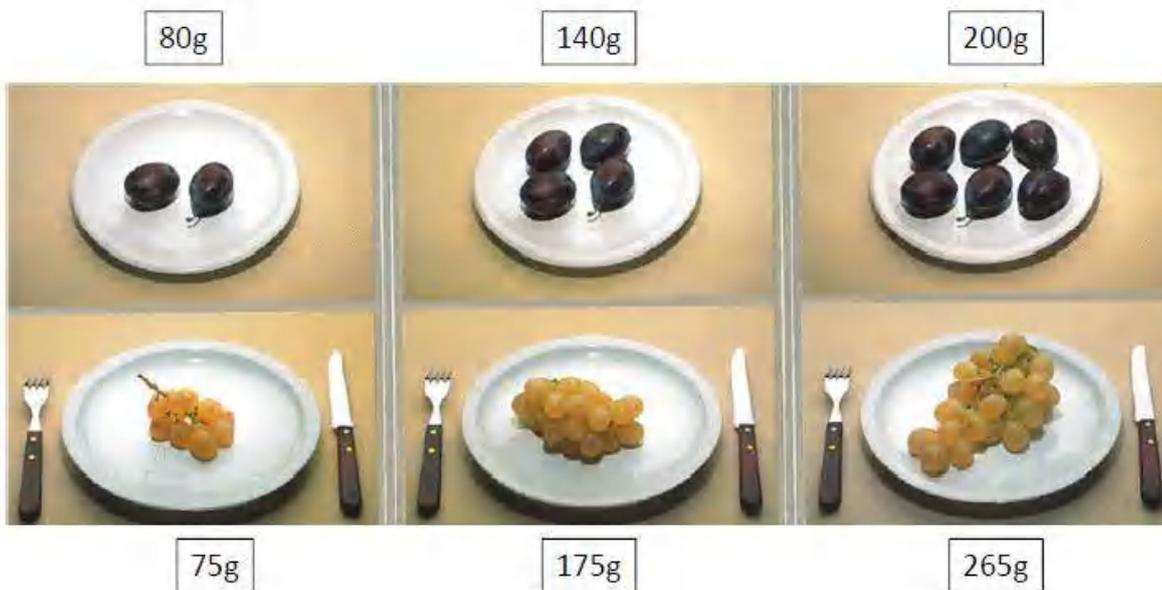
Viande



Légumes



Fruits



**Annexe 07 : Catégories Socio-Professionnelles
(ONS, 1998)**

0- Employeurs

Employeurs agricole
Employeurs non agricole

1- Indépendants

Agriculteurs
Commerçants
Artisans
Autres indépendants

2-Cadres Supérieurs et Professions Libérales

Cadres supérieurs
Professions libérales
Cadres moyens
Electricien
Enseignement fondamental
Techniciens de santé
Cadres administratif et de services

3- Ouvriers

Ouvriers non agricole
Ouvriers agricole

4- Employés

Employés de l'administration
Employés du commerce et des services
Employés des arts et de la culture

5-Manœuvre-Saisonniers

Manœuvre
Personne sans qualification
Saisonniers

6-Personnel en transition

Aides familiaux
Apprentis
Occupés partiels
Service national

7-Inactifs-Inoccupés

Retraités
Pensionnaires
Etudiants
Autres inactifs
Inoccupés

8-Non déclaré

CSP non déclarée

PUBLICATIONS



Article original

Évaluation de la qualité de l'alimentation d'adolescents algériens par le score d'adéquation aux recommandations nutritionnelles du PNNS (France)

Assessment of diet quality of Algerian adolescents by the food adequacy score with nutritional recommendations of the PNNS (France)

Rabiâa Karoune^{a,b,*}, Djamel Eddine Mekhancha^{a,b,1}, Cherifa Benlatreche^{a,c}, Brahim Badaoui^{a,d},
Lahcène Nezzal^{a,c}, Corinne Colette Dahel-Mekhancha^{a,b}

^a Laboratoire de recherche d'alimentation, nutrition et santé (ALNUTS), Constantine, Algérie

^b Institut de la nutrition, de l'alimentation et des technologies agro-alimentaires (INATA) (université Frères Mekouari Constantine 2, Site 11A, Topogenesis LSR, bâtiment 7, n° 1, Masselata, 25100 El Kumb, Constantine, Algérie)

^c Faculté de médecine, université Rabah Bitou Constantine 2, 25000 Ali Mendjeli, Constantine, Algérie

^d Faculté de sciences économiques, université Abdelhamid Mehri Constantine 2, 25000 Ali Mendjeli, Constantine, Algérie

Reçu le 25 juillet 2016 ; reçu sous la forme révisée le 5 novembre 2016 ; accepté le 9 décembre 2016

Disponible sur Internet le 10 janvier 2017

Résumé

Objectif – Évaluer la qualité de l'alimentation d'adolescents algériens par un score d'adéquation dérivé du Programme national Nutrition Santé-Guideline Score (PNNS-GS), dont la valeur maximale de 8 signait une adéquation aux recommandations du PNNS français.

Matériel et méthodes – Une enquête par questionnaire de fréquence alimentaire était réalisée auprès de 327 adolescents (11–19 ans) dans deux villes de l'Est algérien. Les données anthropométriques des adolescents étaient enregistrées ainsi que la profession et le niveau d'instruction de leurs parents. Les analyses étaient réalisées par rapport aux terciles (T) du score (T1 représentant les sujets les plus éloignés des objectifs du PNNS). Le test de Student et le test du Chi² étaient utilisés.

Résultats – Le score moyen était de 3,19 ± 1,10. Il différait selon le genre (3,1 ± 1,0 pour les filles vs 3,3 ± 1,2 pour les garçons, $p=0,03$). Les adolescents du groupe T1 représentaient 19,6 % de la population, vs 9,2 % pour le groupe T3 ($p=0,000$). Les notes attribuées par groupe d'aliments montraient que les recommandations concernant les poissons et fruits de mer étaient les moins souvent atteintes (77 % des adolescents en consommait moins d'une fois/semaine). Les produits sucrés étaient consommés plus de 3 fois/jour par 67 % des sujets et les fruits et légumes moins de 3 fois/jour par 59 % d'entre eux.

Conclusion – La qualité de l'alimentation des adolescents algériens enquêtés n'était pas conforme aux recommandations nutritionnelles. Des actions d'éducation nutritionnelle sont nécessaires pour orienter les choix alimentaires des adolescents vers une consommation saine.

© 2016 Association pour le développement de la recherche en nutrition (ADREN). Publié par Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

Mots clés – Adolescent ; Alimentation ; PNNS ; Algérie

Abstract

Objective – To assess the diet quality of Algerian adolescents by an adequacy score derived of the Programme National Nutrition Santé-Guideline Score (PNNS-GS) which the maximum value 8 signied an adequacy with French PNNS recommendations.

Materials and methods – A food frequency questionnaire survey was conducted among 327 teenagers (11–19 years) in two towns in eastern Algeria. Adolescent's anthropometric data were recorded as occupation and education level of their parents. The analyzes were performed with respect to terciles (T) score (T1 representing the most distant subjects of PNNS objectives). Student's test and Chi² test were used.

* Auteur correspondant.

Adresse e-mail : rabiak.karoune@univ-constantine2.dz (R. Karoune).

¹ Ces deux auteurs ont contribué de manière similaire au présent travail.

Results. – The average score was 3.72 ± 1.10 ; it differed by gender (3.1 ± 1.0 vs 3.3 ± 1.2 , $P=0.03$). Teenagers T1 group represented 19.6% of the population vs 9.2% for the T3 group ($P=0.000$). The ratings-by food group showed that the recommendations concerning fish and seafood% were the least affected (77% of adolescents consumed less than once/week). Sugary products were consumed more than 3 times/day by 67% of subjects and fruits and vegetables less than 3 times/day by 59% of them.

Conclusion. – Food quality of investigated Algerians teenagers does not meet the nutritional recommendations. Nutrition education actions are needed to guide food choices adolescents towards healthy eating.

© 2016 Association pour le développement de la recherche en nutrition (ADREN). Published by Elsevier Masson SAS. All rights reserved.

Keywords: Adolescents; Diet; PNNS; Algeria

1. Introduction

L'adolescence, transition entre l'enfance et l'âge adulte, est l'une des périodes les plus dynamiques dans le développement de l'être humain. Elle se caractérise par des changements aussi bien physiologiques et psychiques que cognitifs et comportementaux recherchant l'indépendance et l'identité. L'alimentation de l'adolescent est cruciale car elle doit couvrir ses besoins afin de grandir, bouger et se développer physiquement et intellectuellement. Ces besoins, de même que les choix alimentaires, varient entre filles et garçons mais aussi selon les catégories socioéconomiques [1].

L'adolescence est une occasion renouvelée pour forger de bons comportements et habitudes alimentaires qui pourraient perdurer jusqu'à l'âge adulte [2]. L'explication de ces comportements est complexe. Elle a commencé, historiquement, par l'étude de la relation entre la consommation alimentaire et l'apparition des maladies.

L'effet des aliments ou des nutriments est parfois trop faible pour être mis en évidence [3]. Depuis quelques années, plusieurs méthodes d'évaluation qualitative de la consommation alimentaire ont été proposées à l'aide d'outils simples. Certains travaux [3–6] ont signalé l'intérêt de considérer l'alimentation dans son ensemble en identifiant des typologies alimentaires. Les méthodes d'évaluation se répartissent entre des méthodes fondées sur l'observation de la consommation alimentaire spontanée et celles qui comparent les données de la consommation à un « référentiel santé », en utilisant des scores et des indices. L'objet de ces méthodes est l'évaluation de profils de consommation alimentaire [6]. Une méta-analyse [7] réalisée en 2009, a identifié 25 scores développés dans le monde. Ces scores concernent majoritairement l'alimentation de l'adulte. Leur utilisation pour l'enfant et l'adolescent est limitée [7,8]. En Algérie, très peu de scores ont été publiés. Abla et al [9] ont calculé un score de diversité alimentaire pour les femmes obèses et Ouchefoune et al. [10], un autre pour la population générale.

L'objectif de notre étude est d'évaluer la qualité de l'alimentation d'adolescents algériens en utilisant un score d'adéquation dérivé du Guideline Score du Programme national nutrition-santé (PNNS-GS). Le score PNNS-GS a été conçu pour évaluer la qualité de l'alimentation des français en mesurant leur adhésion aux repères de consommation du PNNS [11].

2. Matériel et méthodes

2.1. Cadre de l'étude

Constantine et Mila sont deux villes situées au Nord-Est de l'Algérie. Elles représentent les pôles d'urbanisation des deux Wilayas (préfectures). Constantine fait partie des 13 Wilayas qui regroupent 60 % des entités économiques à l'échelle nationale. Dans la région Est, trois Wilayas dominent, il s'agit de Constantine qui comptabilise 25 729 entités, suivie par Skikda (21 701) et Mila avec 21 354 entités [12]. Selon le dernier recensement général de la population et de l'habitat [13], les communes (chefs lieu des Wilayas) de Constantine et Mila ont compté respectivement 448 374 et 69 052 habitants en 2008 (soit un ensemble de 517 426 habitants). En 2014, les communes de Constantine et Mila comptaient 70 établissements moyens et 28 lycées. Le taux de scolarisation des 6–15 ans était respectivement de 94,1 % et 93,3 % [14,15].

2.2. Échantillon

Plusieurs directeurs d'établissements ont refusé de collaborer, ce qui ne nous a pas permis de réaliser un échantillonnage représentatif et nous avons été contraint de travailler au niveau des établissements ayant accepté notre demande d'accès. Pour cette raison, notre enquête descriptive n'a concerné que 7 établissements scolaires (4 collèges et 3 lycées), un centre de formation professionnelle et un complexe sportif, des deux villes (Constantine et Mila). Au sein de chaque établissement retenu, une classe par niveau d'éducation a été choisie au hasard, soit 18 classes avec un effectif moyen par classe de $21 \pm 1,9$ élèves. Tous les élèves des classes sélectionnées ont été enquêtés. L'enquête a été réalisée du 20 mars au 17 mai 2014 et les classes ayant des examens de passage ont été exclues (4^e année moyenne et de 3^e année secondaire). Les critères de non-inclusion étaient la présence d'une maladie ou le suivi d'un régime alimentaire particulier. Nous n'avons pas retenu les élèves de plus de 19 ans.

Sur un total de 379 questionnaires, nous en avons exclu 52 de l'analyse : 36 questionnaires incomplets, 9 concernant des élèves malades et 7 concernant des élèves sous régime alimentaire particulier. En fin de compte, 327 questionnaires ont été analysés.

2.3. Choix des repères de consommation alimentaire

Nous avons utilisé comme base de travail le PNNS-GS pour évaluer la qualité de l'alimentation d'adolescents algériens en se référant aux recommandations nutritionnelles destinées à la population française et diffusées par le PNNS depuis 2001 [16]. En effet, ce programme a donné des résultats positifs surtout concernant la prévalence du surpoids et de l'obésité qui s'est stabilisée en France et reste inférieure à la moyenne européenne. La consommation des fruits et légumes a progressé et même dépassé les objectifs prévus en plus de l'augmentation de la pratique de l'activité physique quotidienne [17]. Il n'y a pas de recommandations nutritionnelles « algériennes » mais le fait que le PNNS concernant la population française soit très exploité par les nutritionnistes algériens nous a amené à l'adopter dans le cadre de notre étude.

2.4. Description du PNNS-GS

Le PNNS-GS développé par Dos Santos Pires [11] était un score d'adéquation alimentaire. Il se basait sur la comparaison des fréquences de consommation des groupes et sous groupes d'aliments avec les recommandations nutritionnelles du PNNS [16]. Il correspondait à la somme des points accordés aux fréquences journalières de consommation des groupes ou sous groupes d'aliments.

Le principe retenu pour l'attribution des points était le suivant :

- un point était attribué aux sujets ayant une alimentation adéquate avec les repères du PNNS ;
- un demi-point était attribué à ceux dont l'alimentation n'était pas en adéquation avec les repères du PNNS mais qui en était proches ;
- aucun point n'était attribué aux sujets très loin des repères.

Dans le présent travail, nous avons utilisé le PNNS-GS conçu pour l'évaluation des résultats du PNNS mené en France depuis 2001. Le manque de données quantitatives, difficiles à collecter (absence de manuel pour l'enregistrement des quantités réellement consommées), nous a amené à modifier certaines composantes du PNNS-GS (Tableau 1). Nous nous sommes contentés d'une évaluation purement qualitative de l'alimentation. Les données quantitatives manquantes ont été remplacées, par des fréquences journalières. Il s'agissait de :

- la participation de la matière grasse ajoutée et des produits sucrés dans l'apport énergétique total ;
- la quantité des boissons sucrées consommées par jour exprimée en mL.

Trois composantes du PNNS-GS n'ont pas été prises en considération puisqu'elles n'ont pas pu être évaluées. Il s'agissait de l'activité physique, la consommation de sel et la consommation des boissons alcoolisées. Nous pouvons d'ailleurs considérer comme nulle la consommation de boissons alcoolisées pour cette population et dans le contexte socioéconomique algérien.

Le score que nous avons calculé comportait alors 8 composantes au lieu de 13 dans le PNNS-GS. Sa valeur maximale était donc de 8 points. Plus le score était élevé, plus le sujet était proche des repères d'une consommation alimentaire saine et équilibrée. Nous désignerons par PNNS-GSR, le PNNS-GS réduit à 8 composantes.

2.5. Collecte des données

Le questionnaire d'enquête comportait trois parties. En plus de l'identification des enquêtés, des informations visant à caractériser le niveau socioéconomique du ménage ont été recueillies. Il s'agissait de la profession des parents et de leur niveau d'instruction. Nous avons utilisé la classification des professions de l'Office national des statistiques (ONS, Algérie) [15].

Les données alimentaires ont été collectées par un Questionnaire de fréquence alimentaire (QFA) qui s'intéressait à la fréquence de consommation des aliments au cours du mois précédant l'enquête [18]. Les données recueillies par le QFA ont servi pour le calcul du score. Les données anthropométriques : poids (kg) et taille (cm) ont été collectées selon les recommandations internationales [20]. La mesure du poids a été réalisée avec une balance SOEHNLE (portée 150 kg, précision 100 g). La taille a été mesurée avec une toise SECA (2 m de longueur, précision 0,2 cm). Ces mesures ont servi pour le calcul de l'indice de masse corporelle (IMC en kg/m²). La minceur, le surpoids et l'obésité ont été définis par rapport aux valeurs de référence de l'OMS (2007) [21].

2.6. Traitements et analyses statistiques

La saisie des données et leur analyse ont été réalisées avec le logiciel Epi Info version 3.3.2, [22]. Les analyses se faisaient par rapport aux terciles du PNNS-GSR [19] et séparément selon le genre, les données socioéconomiques et l'état staturopondéral ;

- le 1^{er} tercile du score englobait les adolescents avec les valeurs les plus basses (T1, PNNS-GSR < 2,6), loin des repères du PNNS. Ces valeurs qualifient l'alimentation de mal équilibrée ;
- le 3^e tercile regroupait les adolescents avec les valeurs les plus élevées du score (T3, PNNS-GSR > 5,2). L'alimentation de ce groupe était la plus proche des repères du PNNS.

Nous avons utilisé le test de Student pour la comparaison des moyennes et le test Chi² pour la comparaison des pourcentages. Le seuil de significativité retenu était de 0,05.

3. Résultats

3.1. Description de la population

La population étudiée se composait de 327 adolescents (60,6 % de filles) de deux villes de la région Est de l'Algérie (Constantine et Mila). L'âge moyen était de 15,3 ± 2,3 ans et l'IMC moyen de 20,7 ± 3,7 kg/m². Le PNNS-GSR calculé s'étendait de 0,0 à 7,0 avec une moyenne de 3,2 ± 1,1.

Tableau 1
Description du PNNS-GS et du PNNS-GSR.

Aliments	Repères du PNNS	Seuils pour le calcul du PNNS-GS ^a	Seuils pour le calcul du PNNS-GSR ^b	Note
<i>Produits amylacés</i> Produits céréaliers, légumineuses, pomme de terre	À chaque repas et selon l'appétit	[0,1]	[0,1]	0
		[1,3]	[1,3]	0,5
		[3,6]	[3,6]	1
<i>Fruits et légumes</i>	Au moins 5 par jour	[0,3]	[0,3]	0
		[3,5]	[3,5]	0,5
		≥ 5	≥ 5	1
<i>Produits animaux protéiques</i> Viandes, volaille et œufs	1 à 2 fois par jour	0	0	0
		[0,1]	[0,1]	0,5
		[1,2]	[1,2]	1
Poissons et fruits de mer	Au moins 2 fois/semaine	< 2 fois/semaine	< 2 fois/semaine	0
Lait et laitage	3 à 4 fois par jour	≥ 2 fois/semaine	≥ 2 fois/semaine	1
		[0,1]	[0,1]	0
		[1,3]	[1,3]	0,5
<i>Produits à forte densité énergétique</i> Matière grasse ajoutée	limiter la consommation	[3,4]	[3,4]	1
		MGA ^c > 16 % des AESA/jour	< 2 fois/jour	1
		MGA ^c ≤ 16 % des AESA/jour	≥ 2 fois/jour	0
Produits sucrés	limiter la consommation	SS ^c 10 à 15 % des AESA/jour	< 2 fois/jour	1
		SS ^c < 10 % des AESA/jour	≥ 2 fois/jour	0
<i>Boissons</i> Boissons sucrées	limiter la consommation 1 verre par jour	< 250 mL de boissons sucrées	≤ 1 verre	1
		≥ 250 mL de boissons sucrées	≥ 2 verres	0

PNNS-GS : Programme national nutrition santé – Guideline Score ; PNNS-GSR : Programme national nutrition santé – guideline score réduit ; MGA : matière grasse ajoutée ; AESA : apport énergétique sans alcool ; SS : sucres simples.

^a Fréquence par jour, le cas échéant la précision est apportée.

^b Fréquence par jour.

^c Définies d'après les apports nutritionnels conseillés.

Tableau 2
Caractéristiques de la population étudiée.

	Filles	Garçons	Valeur de <i>p</i>	Total
<i>n</i> (%)	198 (60,6 %)	129 (39,4 %)		327
Âge en années (Moy. ± ET)	15,5 ± 2,3	15,0 ± 2,1	0,06 ^a	15,3 ± 2,3
IMC en kg/m ² (Moy. ± ET)	20,8 ± 3,6	20,5 ± 3,6	0,46 ^a	20,7 ± 3,6
État nutritionnel (%) ^c				
Mince	6,6	7,9	0,68 ^b	7,1
Normal	76,0	76,4	0,83 ^b	76,2
En surpoids	14,3	11,0	0,38 ^b	13,0
Obèse	3,1	4,7	0,64 ^b	3,7
PNNS-GSR (Moy. ± ET)	3,1 ± 1,0	3,3 ± 1,2	0,03 ^a	3,2 ± 1,1
T1 : PNNS-GSR < 2,6 (%)	20,8	18,0	0,53 ^b	19,6
T2 : PNNS-GSR de 2,6 à 5,2 (%)	72,1	69,5	0,62 ^b	70,6
T3 : PNNS-GSR > 5,2 (%)	7,1	12,5	0,10 ^b	9,2

N : effectif ; Moy. : moyenne ; ET : écart-type ; IMC : indice de masse corporelle ; PNNS-GSR : Programme national nutrition santé – guideline score réduit ; T1 : tercile 1 ; T2 : tercile 2 ; T3 : tercile 3.

^a *t*-Test de Student.

^b Test Chi².

^c Selon les références OMS (2007) [21].

Tableau 3

Pourcentage des adolescents atteignant les repères du PNNS¹ selon les terciles du PNNS-GSR et le sexe.

PNNS-GSR	Filles				Garçons			
	T1	T2	T3	Total	T1	T2	T3	Total
n	42	142	14	198	23	89	17	129
Produits céréaliers	17,1	26,2	35,7	24,7	26,1	28,1	73,3	33,1
F & L	2,4	17,6	64,3	18,2	8,7	13,5	66,7	18,9
Viandes et dérivés	12,2	19,0	57,1	20,7	8,7	19,3	60,0	25,2
Lait et dérivés	14,6	27,5	64,3	27,8	17,4	30,3	46,7	29,9
Poissons	0,0	16,2	14,3	12,6	4,3	7,9	40,0	11,0
Matières grasses	19,5	53,5	78,6	48,5	26,1	58,4	73,3	54,3
Produits sucrés	0,0	17,7	35,7	15,2	0,0	41,6	40,0	33,9
Boissons	17,1	35,2	57,1	32,8	17,4	39,3	33,3	31,5

N : effectif ; PNNS-GSR : national nutrition santé – guideline score réduit ; T1 : tercile 1 ; T2 : tercile 2 ; T3 : tercile 3 ; F & L : fruits et légumes.

^a Ayant la note maximale de 1.

(Tableau 2). Les filles avec un âge moyen de $15,5 \pm 2,3$ ans avaient des scores allant de 0,0 à 6,0 avec une moyenne de $3,1 \pm 1,0$. Les garçons âgés en moyenne de $15,0 \pm 2,1$ ans avaient des scores allant de 0,5 à 7,0 avec une moyenne de $3,3 \pm 1,2$. Les adolescents classés au groupe T1 représentaient 19,6 % du total contre 9,2 % de ceux du groupe T3 ($p=0,0001$). Le score était décalé vers les valeurs les plus basses. En effet, 54 % des adolescents avaient un score inférieur à la valeur médiane (vs 46 %, $p=0,07$). Les pourcentages de minceur, d'obésité et de surpoids étaient respectivement de 7,1 %, 3,7 % et 13,0 %.

Les parents de 29,2 % des adolescents enquêtés étaient inactifs alors que 52,2 % avaient des parents ouvriers ou employés et 13,2 % avaient des parents cadres supérieurs ou exerçant une profession libérale. Les mères et les pères avaient un niveau d'instruction moyen dans 52,0 % et 47,5 % des cas. Les pourcentages de parents de niveau d'instruction supérieur étaient de 18,2 % pour les mères et de 20,7 % pour les pères.

3.2. Fréquences de consommation des groupes d'aliments

Les notes attribuées par groupe et sous groupe d'aliments montraient que les recommandations nutritionnelles concernant la consommation des poissons et fruits de mer étaient celles qui étaient le moins souvent atteintes (Tableau 3). En effet,

76,7 % des adolescents enquêtés avaient une note de « 0 » pour ce groupe, ce qui signifiait une consommation de moins de deux fois par semaine. Les produits sucrés étaient consommés au moins deux fois par jour par 66,5 % des adolescents. Les viandes et les produits carnés moins d'une fois par jour par 60,3 % des sujets et les fruits et légumes moins de 3 fois par jour par 58,6 % des adolescents.

3.3. PNNS-GSR et genre

Le PNNS-GSR moyen différait significativement selon le genre ($p=0,03$). Les différences de consommation des groupes d'aliments entre filles et garçons étaient les suivantes (Tableau 4) :

- lait et dérivés : 31,3 % des filles vs 12,6 % des garçons ne prenaient pas de produits laitiers ou en prenaient moins d'une fois par jour ($p=0,0001$) ;
- produits sucrés : 73,1 % des filles en prenaient plus de deux fois par jour vs 56,7 % des garçons ($p=0,002$) ;
- fruits et légumes : 68,5 % des garçons prenaient uniquement un ou deux fruits ou légumes par jour vs 52,5 % des filles ($p=0,003$).

Tableau 4

Pourcentage des adolescents ayant le point minimum « 0 » et le point maximum « 1 » selon l'état statur pondéral.

	Adolescents ayant « 0 »				Adolescents ayant « 1 »			
	Mince n=23	En surpoids n=42	Obèse n=12	Valeur de p ^a	Mince n=23	En surpoids n=42	Obèse n=12	Valeur de p ^a
Produits céréaliers	8,7	21,4	16,7	0,42	26,1	21,4	50,0	0,14
F & L	65,2	69,0	75,0	0,83	13,0	11,9	8,3	0,91
Viandes et dérivés	60,9	64,3	66,7	0,93	21,7	14,3	16,7	0,70
Lait et dérivés	8,7	21,4	50,0	0,01	34,8	40,5	33,3	0,85
Poissons	69,6	85,7	91,7	0,17	26,1	2,4	8,3	0,01
Matières grasses	43,5	26,2	16,7	0,19	43,5	52,4	50,0	0,78
Produits sucrés	65,2	63,4	50,0	0,62	21,7	24,4	50,0	0,62
Boissons	39,1	23,8	41,7	0,30	43,5	40,5	33,3	0,84

N : effectif ; F & L : fruits et légumes.

^a Test Chi².

Tableau 5

Pourcentage des pères d'adolescents en fonction de la profession et du niveau d'instruction (comparaison entre T1 et T3).

	Mères			Pères		
	T1	T3	<i>p</i> ^a	T1	T3	<i>p</i> ^a
Profession						
Employeur/cadre supérieur	3,1	0,0	—	10,9	13,3	0,99
Employé/ouvrier	17,2	13,3	0,46	51,6	30,0	0,04
Sans salaire permanent	78,1	86,7	0,32	32,8	43,3	0,32
Niveau d'instruction						
Analphabète	7,4	20,0	0,17	14,1	13,3	0,92
Primaire	18,8	20,0	0,88	20,3	23,3	0,73
Secondaire	54,7	43,3	0,30	42,2	46,7	0,68
Supérieur	18,8	16,7	0,90	23,4	16,7	0,47

T1 = tercile 1 ; T2 = tercile 2 ; T3 = tercile 3.

^a Test Chi².

3.4. PNNS-GSR et état statur pondéral

Chez les adolescents enquêtés, la minceur représentait 7,1 % vs 13,0 % de surpoids et 3,7 % d'obésité. L'état statur pondéral semblait être lié à la fréquence de consommation des poissons et fruits de mer où 26,1 % des minces en consommaient au moins deux fois par semaine vs uniquement 2,4 % des adolescents en surpoids et 8,3 % des obèses ($p=0,01$).

3.5. PNNS-GSR et données socioéconomiques

Le niveau d'instruction des parents semblait ne pas avoir d'effet statistiquement significatif sur l'adéquation de l'alimentation des adolescents enquêtés avec les recommandations du PNNS (Tableau 5). Néanmoins, pour la profession, les adolescents avec pères employés ou ouvriers étaient plus nombreux dans le groupe T1 où la diversité alimentaire est plus faible (51,6 % vs 30,0 % pour le groupe T3, $p=0,04$).

4. Discussion

4.1. Utilisation du score

Les scores de mesure de la qualité globale de l'alimentation développés dans les pays industrialisés sont plus ou moins complexes. Ils utilisent souvent, en plus des éléments qualitatifs, certains éléments quantitatifs. Ces scores s'appuient sur des repères de consommation ou des recommandations nutritionnelles propres à chaque pays. Dans les pays en développement, les enjeux ne sont pas les mêmes. La mesure de la qualité globale de l'alimentation est particulièrement difficile. Le calcul des scores nécessite la quantification des nutriments ou aliments ingérés chose très difficile vue l'absence d'outils standardisés (mesures standardisées, manuels photos validés pour faciliter l'estimation des quantités ingérées, recommandations alimentaires locales). De plus, la prise de repas dans des plats communs rend les méthodes quantitatives particulièrement lourdes et complexes à mettre en œuvre [27]. Pour ces raisons, les études dans ces pays se sont contentées d'une approche réductrice de la qualité de l'alimentation à travers sa seule composante

« diversifié », qui est supposée être la plus importante dans ces pays en raison des problèmes de sécurité alimentaire, entre autres [29].

D'une manière générale, la plupart des scores développés dans le monde concernaient l'adulte [10, 11, 25–27]. Néanmoins, des scores destinés à des groupes particuliers de la population ont fait l'objet de certains travaux : chez l'enfant non-allaité [28–31] et chez la femme en âge de procréer [9, 25].

Les scores développés pour l'évaluation de l'alimentation des adolescents concernaient généralement la diversité : nombre de groupes d'aliments consommés sur une période donnée [32, 33]. Les scores d'adéquation aux recommandations nutritionnelles étaient des adaptations du Diet Quality Index-International (DQI-I) [34, 35]. Ces adaptations se référaient aux recommandations propres à chaque pays. L'Algérie ne dispose pas de recommandations propres pour sa population. Les quelques études sur l'évaluation de l'alimentation de populations algérienne reposaient sur les recommandations françaises ou celles de l'OMS [9, 11, 25, 36–38].

4.2. Qualité de l'alimentation des adolescents

Le score que nous avons calculé évalue l'adéquation de l'alimentation des adolescents avec les repères de consommation du PNNS. En effet, cette tranche d'âge représente une phase clé dans l'installation du comportement alimentaire adulte. En Algérie, certaines études ont montré que les adolescents algériens, comme leurs pairs dans les pays développés, cumulaient des comportements alimentaires à risque [10, 36–38].

Dans la présente étude, le score maximal de 8 points n'était jamais atteint. Les repères les plus difficiles à atteindre concernaient les poissons, les produits sucrés, les viandes et dérivés et les fruits et légumes. Les faibles consommations des poissons, viandes et fruits peuvent s'expliquer, surtout, par le pouvoir d'achat des ménages algériens insuffisants au regard des prix pratiqués. Elles peuvent aussi s'expliquer par une méconnaissance des produits comme pour le cas des poissons d'eau douce bon marché mais délaissés pour leurs caractéristiques organoleptiques et l'ignorance de leurs préparations culinaires. La forte consommation des produits sucrés s'explique par les nombreuses préparations ménagères à base de sucre et les nombreux produits manufacturés à fortes quantités de sucre ajouté et très bon marché (boissons sucrées, confiseries, barres chocolatées, ...) et le sucre est, de surcroît, un produit subventionné par l'État. Pour les fruits, la période de l'enquête est déterminante car la disponibilité, le prix et leur consommation sont liés à la saison.

Dans l'enquête nationale santé (2005) portant sur la population générale algérienne (TAHINA) [10], un score de diversité était calculé pour cinq groupes d'aliments, par la fréquence de consommation de chacun durant la semaine précédant l'enquête. Dans cette enquête, le score moyen était de 2,8 sur un total de 5. Ce qui reflétait une qualité moyenne de l'alimentation alors que le score que nous avons calculé était décalé vers les valeurs les plus basses par rapport à la valeur médiane de quatre (3,2 sur 8). Cela peut s'expliquer par les changements des pratiques alimentaires pendant la phase d'adolescence qui tendent vers une

alimentation moins équilibrée que celle de l'adulte (enquête TAHINA). Une autre étude réalisée à Alger [10] sur des adolescents de 12 à 17 ans notait que les produits sucrés étaient consommés au moins une fois par jour par plus de 60 % des adolescents. Nos résultats montrent une situation plus alarmante avec la consommation des produits sucrés plus de trois fois par jour chez 66,5 % des adolescents. Ceci peut s'expliquer par le grignotage important, signalé en période d'adolescence, des aliments à forte densité énergétique : confiserie, barres chocolatées et gâteaux [36–37].

En France, les mêmes constatations étaient citées par le rapport de l'AFSSA-INPES [40] sur les consommations alimentaires de la population française. Les adolescents et les jeunes adultes (de 12 à 25 ans) présentaient quasi systématiquement les consommations les plus éloignées des repères du PNNS par rapport aux autres classes d'âge. Ils avaient une moindre diversité alimentaire, des apports faibles en produits laitiers, poissons et fruits et légumes comparativement aux repères du PNNS. Ces derniers représentaient le facteur limitant de la diversité alimentaire chez ce groupe de population. Ce rapport conclut aussi que les adolescents constituaient le groupe de population qui avait l'alimentation la plus éloignée des recommandations nutritionnelles.

Dans notre étude, le genre semblait avoir un effet important sur la consommation des différents groupes d'aliments. Les différences significatives observées au sein de la population étudiée étaient confirmées par la littérature qui a mis en évidence des différences dans les préférences alimentaires entre filles et garçons dès le début de l'adolescence. En effet, [20,41] rapportent que les filles consomment plus de fruits que les garçons mais moins de produits laitiers et de viandes.

La littérature a montré qu'une bonne qualité de l'alimentation, évaluée par des scores, est corrélée à un état statur pondéral normal [42–44]. Par ailleurs, il faut admettre que l'aliment consommé aujourd'hui ne peut être considéré comme une cause du poids actuel. Il est plus intéressant d'examiner les habitudes alimentaires. Une étude en Belgique [45] a confirmé que les sujets minces consommaient plus de poisson et de produits light autres que les boissons alors que les sujets en surpoids consommaient plus de boissons light, de fromages, aliments frits et viandes. Dans notre étude les minces consommaient significativement plus de poissons et fruits de mer que les adolescents en surpoids ou obèses.

L'effet des caractères socioéconomiques sur la qualité de l'alimentation a été démontré par plusieurs travaux [46–48]. Dans notre étude, la profession des parents avait un effet statistiquement significatif sur l'adéquation de l'alimentation des adolescents enquêtés avec les repères du PNNS. Cela confirme le fait que ce sont les repères liés aux produits onéreux (poissons, viandes et fruits) qui sont les moins atteints. Néanmoins, l'évaluation du niveau socioéconomique doit être plus précise. Le niveau d'instruction et la profession peuvent être insuffisants pour pouvoir le caractériser [48]. Il n'existe pas de définition unique du niveau socioéconomique et de nombreux indices ont été utilisés dans la littérature pour l'évaluer. Récemment, des index ont été développés pour prendre en compte simultanément plusieurs dimensions du niveau socioéconomique [49,50].

En France, les conduites alimentaires, malgré les tendances à l'uniformisation ou à la « moyennisation » de la consommation, restaient conditionnées par l'appartenance à une catégorie sociale ou par un niveau de revenu. Elles continueront demain d'être de puissants marqueurs sociaux [48].

Bien que les méthodes d'évaluation du niveau de vie soient sensiblement différentes, la plupart des travaux disponibles mettent en évidence des disparités nettes concernant l'accès à l'alimentation et les choix alimentaires. En effet, la diversité et l'équilibre de l'alimentation sont moins observés chez les populations défavorisées. Dans notre étude, cela n'a pu être vérifié que pour la profession.

4.3. Limites de l'étude

Dans les pays en développement, l'absence de recommandations locales est l'une des difficultés majeures pour l'établissement des scores mais n'interdit l'utilisation des recommandations établies pour des populations vivant dans les pays développés telles que celles du PNNS français. Même si en théorie le choix des recommandations nutritionnelles de référence doit se faire sur la base des caractéristiques de la population étudiée et de ses habitudes alimentaires, il faut bien emprunter des recommandations à d'autres pays quand il n'y en a pas pour le pays concerné. Les catégories d'aliments à inclure, la durée et la période de l'enquête peuvent aussi être discutées mais il n'y a pas une classification des aliments forcément meilleure qu'une autre et il est difficile de réaliser une étude sur une longue période couvrant plusieurs saisons.

Nous n'avons pas pu constituer un échantillon représentatif des adolescents des régions choisies. Le niveau d'instruction des parents et leur profession sont les données utilisées par l'ONS pour caractériser le niveau socioéconomiques des ménages et des individus algériens en plus du type d'habitat et de l'équipement domestique [18]. Ces données manquantes dans notre échantillon pourraient être des biais pour l'interprétation de nos résultats. Néanmoins, l'analyse des données concernant le niveau d'instruction des parents et leur profession a montré des différences statistiquement non significatives par rapport aux données de la population algérienne totale : le taux d'activité dans la population totale est de 70,5 % pour les hommes (vs 72,5 % dans notre étude, $p=0,43$) et de 18,1 % pour les femmes (vs 19,7 % dans notre étude, $p=0,48$). Il en est de même pour le niveau d'instruction : l'analphabétisme dans la population générale représente 11,4 % et 19,3 % respectivement chez les hommes et les femmes (vs 9,3 %, $p=0,20$ et 15,4 %, $p=0,06$ pour notre étude).

Par contre, les établissements inclus se situent dans des zones urbaines et des études ont bien montré que la diversité alimentaire est significativement plus faible en milieu rural [44,51]. En effet, la disponibilité des aliments, le niveau de vie et les modalités d'accès à l'alimentation ne sont pas les mêmes. En Algérie, dans l'enquête nationale santé [10], les seules consommations significativement plus élevées, en milieu rural, étaient celles du lait et des produits laitiers, des féculents et des matières grasses végétales. Ces différences pourraient s'expliquer par l'autoconsommation importante des produits locaux en zones

rurales, notamment pour le lait, les produits laitiers et les féculents.

5. Conclusion

La qualité de l'alimentation des adolescents algériens enquêtés, évaluée par un score mesurant l'adéquation de l'alimentation avec les repères du PNNS français, n'était pas conforme à ces recommandations. Des actions d'éducation nutritionnelle sont nécessaires pour orienter les choix alimentaires des adolescents algériens vers une alimentation saine. Afin de confirmer les constatations soulevées par cette étude, nous avons comme perspective de poursuivre avec un échantillonnage urbain et rural, représentatif des catégories socioprofessionnelles des parents.

Déclaration de liens d'intérêts

Les auteurs déclarent ne pas avoir de liens d'intérêts.

Références

- [1] Chandon P, Lalle P. Composés alimentaires et politiques de santé nutritionnelle : prix, information, marketing, «quelles réglementations ? Working Paper ALISS 2010-05». INRA.
- [2] Camirand H. Les dens de l'alimentation des enfants et des adolescents québécois (9-18 ans). Enquête sur la santé dans les collectivités canadiennes, cycle 2.2, Nutrition (2004). Institut de la statistique du Québec, 2011.
- [3] Hoffmann K, Schulze MB, Schienkiewitz A, Nödlings U, Boeing H. Application of a new statistical method to derive dietary patterns in nutritional epidemiology. *Am J Epidemiol* 2004;159(10):925–44.
- [4] De Bourdenudhui J, van Oost P. A cluster-analytical approach toward physical activity and other health related behaviours. *Med Sci Sports Exerc* 1999;31:605–12.
- [5] Gillman MW, Pinto BM, Temstedt S, Glanz K, Marcus B, Friedman RH. Relationships of physical activity with dietary behaviors among adults. *Prev Med* 2002;32:295–301.
- [6] Aubin J, Donnat C, Supkova M, Dorn B. Panorama critique des méthodes d'évaluation de la durabilité pour l'alimentation. In: Estroff C, Russel M, Briau N, editors. Durabilité de l'alimentation face à de nouveaux enjeux, question à la recherche. France: Rapport INRA-CIRAD; 2011, p. 162–91.
- [7] Ocké MC. Evaluation of methodology for assessing the overall diet: dietary quality scores and dietary pattern analysis. *Proc Nutr Soc* 2013;72:191–5.
- [8] Kourlaba G, Demosthenes B, Panagiotakos DB. Dietary quality indices and human health: a review. *Mauritas* 2009;62(1):1–6.
- [9] Abl K, Mankoucha F, Mekhancha-Dahel CC, Mekhancha DE. Profil et diversité alimentaire chez 100 femmes obèses à Constantine (1999). *J Alger Med* 2000;17(X):30–5.
- [10] Ouchifou A, Laïd Y, Mezimeche N, Lebcir H, Bouabdjalil L, et al. Transition épidémiologique et système de santé, projet TAHNA. Enquête nationale santé 2005. Algérie: Institut National de Santé Publique; 2007 [consulté le 13/09/2016]. http://www.institut-sante.dz/DOC_ENS_Novembre_2007_ultima.pdf.
- [11] Des Santos Pires C. Scores nutritionnels : méthodes, aspects socioéconomiques et association avec l'état nutritionnel et la morbidité dans la cohorte SU.VI.MAX (Thèse). France CNAM 2011, p. 1–2137.
- [12] ONS. Premier recensement économique 2011 résultats préliminaires de la première phase. Collections statistiques no 168, Office National des Statistiques, Algérie; 2012. Disponible en ligne - http://www.ons.dz/IMG/pdf/Publication_HE2011.pdf, consulté le 11/09/2016.
- [13] ONS. Résultats exhaustifs du recensement général de la population et de l'habitat, 2008. Disponible en ligne - <http://www.ons.dz/collections/w43-p2.pdf>, consulté le 11/09/2016.
- [14] Direction de l'éducation nationale, Constantine. Guide des établissements scolaires 2013/2014. Niveau des maîtres et de la carte scolaire; 2014: 44 p.
- [15] Direction de l'éducation nationale, Mila. Guide des établissements scolaires 2013/2014. Niveau des maîtres et de la carte scolaire; 2014: 35 p.
- [16] Hercberg S, Chau-Yong S, Chauliac M. The French national nutrition and health program: 2001–2006–2010. *Int J Public Health* 2008;53(2):68–77.
- [17] Lacroix E. Nutrition et santé, les nouvelles mesures. *Nutri-Doc CERIN* 2008;72.
- [18] Karroumi R, Mekhancha-Dahel CC, Bentareche C, Nczal L. Approche de réalisation d'un score de classification socioéconomique. *J Alger Med* 2008;XVI(2):57–62.
- [19] Kennedy G, Ballard T, Dop MC. Guide pour mesurer la diversité alimentaire au niveau du ménage et de l'individu. FAO 2013.
- [20] OMS. Utilisation et interprétation de l'anthropométrie. Rapport d'une unité d'experts 854. Genève: OMS; 1995.
- [21] World health organization. Growth reference 5–19 years. 2007 Available from: URL: <http://www.who.int/growthref/who2007-bm-for-ages/en/>, consulté le 19/05/2014.
- [22] Dean AG, Arner TG, Sangam CO, Friedman R, Lantinga M, et al. Epi-Info 2000, a database and statistics program for public health professionals for use on Windows 95, 98, NT and 2000 computers. [Computer program]. Version 2.3.2. Atlanta, Georgia, USA: Centers for disease control and prevention; 2000.
- [23] Hudson GJ. Food intake in West African village: Estimation of food intake from a shared bowl. *Br J Nutr* 1995;75:551–69.
- [24] Savy M. Indicateur de diversité alimentaire : mesure et utilisation chez des femmes en âge de procréer au Burkina Faso (Thèse). Université Paris 6; 2006, p. 1–156T.
- [25] Ogle HM, Hung PH, Tuyet HT. Significance of wild vegetables in intermittent intakes of women in Vietnam: an analysis of food variety. *Asia Pacific J Clin Nutr* 2001;10(1):21–30.
- [26] Foster JA, Murphy SR, Wilkens LR, Bandura PP, Carlson A. Dietary variety increases the probability of nutrient adequacy among adults. *J Nutr* 2004;134:1770–85.
- [27] Rumawas ME, Dwyer JT, Mckcown NM, Meigs JR, Rogers G, Jacques PF. The development of the Mediterranean-style dietary pattern score and its application to the American diet in the Framingham offspring cohort. 1–5. *J Nutr* 2000;130:1150–5.
- [28] Hallay A, Torheim LE, Ushaug A. Food variety—a good indicator of nutritional adequacy of the diet? A case study from an urban area in Mali, West Africa. *Am J Clin Nutr* 1998;52:891–8.
- [29] Ruel MT. Operationalizing dietary diversity: a review of micronutrient issues and research priorities. *J Nutr* 2002;132:3911–26.
- [30] Steyn NP, Nel JH, Nantel G, Kennedy G, Labadarios D. Food variety and dietary diversity scores in children: are they good indicators of dietary adequacy? *Public Health Nutr* 2006;9(5):644–50.
- [31] Kennedy GL, Pedro MR, Seghier C, Nantel G, Browner I. Dietary diversity score is a useful indicator of micronutrient intake in Non-Breast-Feeding Filipino children. *J Nutr* 2007;137:472–7.
- [32] Yakh M, Abedi P, Shari M, Hossein M. Dietary diversity and its related factors among adolescents: a survey in Ahvaz-Iran. *Global J Health Sci* 2013;5(2):181–6.
- [33] Mirzaman E, Azadkhah L, Esmailzadeh A, Azizi F. Dietary diversity score in adolescents—a good indicator of the nutritional adequacy of diets. Tehran lipid and genome study. *Asia Pacific J Clin Nutr* 2004;13(1):56–60.
- [34] Mantecón-Arcas M, Romaguera D, Rivas A, Fariña B, Pom A, Tur JA, et al. Diet quality of young people in southern Spain evaluated by a Mediterranean adaptation of the Diet Quality Index-International (DQI-I). *Br J Nutr* 2007;98:1267–73.
- [35] Krauss EB, McCabe GR. Examination of the five comparable component scores of the diet quality index HEI-2005 and RC-DQ) using a nationally representative sample of 2–18-year-old children. *NHANES 2003–2006*. *J Obes* 2013 [articleID 376314, 12 p].
- [36] Sayed A, Daoudi H, Rouabah A, Kham NA, Rouabah L. Dietary patterns among (overweight/obese school) children of district of Constantine (Algeria): a longitudinal study. *DSR* 2014;3(8):1075–9.

- [37] Mekhancha DE, Yagoubi-Benattallah LY, Aïssaoui S, Karoune R, Mekhancha-Dahel CC. Food behavior of adolescents in Constantine (Algeria, 2006). *Ann Nutr Metab* 2007;51(Suppl. 1):36.
- [38] Karoune R, Dahel-Mekhancha CC. Score de diversité alimentaire, un moyen pour une évaluation globale de l'alimentation chez l'adolescent. *Santé Nutr Rev S Alger Nut (SAN)* 2015;4(2): 45–52.
- [39] Aïboua M, Djaziri R, Mahdad MY, Bechir S, Gaoutar S, Derradj JF, et al. Dietary fat intake, micronutrient and obesity among adolescent in Tlemcen (Western Algeria). *Food Nutr Sci* 2015;6:880–8.
- [40] Lioret S, Dubuisson C, Gantier A, Perrin-Escalon H, Gilbert C, Yolaire JL, et al. Comparaison de deux enquêtes nationales de consommation alimentaire auprès des adolescents et des adultes – Baromètre santé nutrition (2002) et INCA (1998–1999) : éléments de méthode et résultats. Rapport AFSSA-INPES; 2004.
- [41] Deschamps V, Borys JM. Différences de mode de vie entre les filles et les garçons de 9 à 14 ans – résultats de l'étude PLVS II. *JEPH* 2004;17(2): 75–82.
- [42] Sofi F, Govi AM, Mannucci R, Innocenti G, Di Ciaia G, Cerone S, et al. Adherence to a healthy life attenuates lipid parameters among a healthy Italian population. *Nutr Metab Cardiovasc Dis* 2007;17:642–8.
- [43] Jaime PC, Wanders HD, Duran A, Fisberg RM. Diet quality index adjusted for energy requirements in adults. *Cad. Saúde Publ Rio de Janeiro* 2010;26(11):2121–8.
- [44] Allam F, Sais Z, Ouchetoun A, Auel M, Smaï L, Boudinar F, et al. Étude de surpoids, de l'obésité et des facteurs associés au surpoids chez les élèves de cycle moyen scolarisés dans les collèges publics de l'ORSO Bouzaregh (Algérie- SEMEP; 2011).
- [45] Patesson R. Enquête sur les comportements et styles de vie associés à l'alimentation. Résultats de l'enquête, rapport final. Université Libre de Bruxelles, 2006, en ligne.: <http://www.ulb.ac.be/soc/eresoc/Rapport%20VB8fr.pdf>, consulté le 09/09/2016.
- [46] Reavurs F, Hebel H, Chamaret C. Les populations modestes ont-elles une alimentation déséquilibrée ? *Cah Recherche* 2006;232.
- [47] Muffie P, Clarys P, Hulens M, Vanant G. Dietary patterns and socioeconomic position. *Eur J Clin Nutr* 2010;64:231–8.
- [48] Laisney C. Les différences sociales en matière d'alimentation. Centre d'études et de prospective 2013; Analyse n° 64.
- [49] Currie C, Gubbuni SN, Godeau E, Roberts C, Smith R, Clancy D, et al. Inequalities in Young's people health. *Health Behaviour in School-aged Children: international report from the 2005/2006 survey*. WHO Europe, 2008.
- [50] Lioret S, Traouar M, Dubuisson C, Defour A, Calzavara-Tan G, Lafay L, et al. Trends in child overweight rates and energy intake in France from 1997 to 2007: relationships with socioeconomic status. *Obesity (Silver Spring)* 2009;17:1092–100.
- [51] Abuscaïeb Y, Ahari A. Dietary determinants of stunting and anemia among preschoolers in Morocco. *AJFAND* 2009;9(2):726–47.



Comportement alimentaire

Score de diversité alimentaire, un moyen pour une évaluation globale de l'alimentation chez l'adolescent

Score of food diversity, a method for overall assessment of diet in adolescents

Rabiâa KAROUNE¹, Corinne C. DAHEL-MEKHANCHA

Institut de la Nutrition, de l'Alimentation et des Technologies Agro-Alimentaires (INATAA), Université Frères Mentouri, Route de Ain El Bey, 25000 Constantine, Algérie. Laboratoire de recherche Alimentation, Nutrition et Santé, Université Constantine 3 Rabah Bitat, Ali Mandjéli, 25000 Constantine, Algérie.

Reçu le 10 décembre, Accepté le 13 décembre 2015

¹Auteur correspondant: rabiâa.karoune@umc.edu.dz

Résumé Introduction. L'utilisation des Scores de Diversité Alimentaire (SDA) est devenue la méthode de choix pour l'évaluation de la qualité de l'alimentation. **Objectif.** Définition et utilisation d'un SDA pour l'évaluation de l'alimentation des adolescents. **Matériel et méthodes.** Une enquête descriptive transversale est réalisée auprès de 327 adolescents (11-19 ans) dans l'Est algérien. Un questionnaire de fréquence alimentaire a été utilisé. Un SDA est calculé pour évaluer l'adéquation de l'alimentation avec les recommandations du Programme National Nutrition Santé : PNNS (France, 2011). **Résultats.** Le SDA s'étend de 0 à 7. Plus il est élevé, plus l'alimentation est diversifiée. Les SDA > 4,6 concernent autant les filles que les garçons (46,6% vs 53,3%, p=0,21). Les adolescents maigres représentent 6% contre 25% en surpoids ou obèses. Les fruits et les légumes sont consommés moins de 3-fois/jour par 69% des filles et 53% des garçons (p=0,003). Plus de 31% des filles prennent moins d'un seul produit laitier/jour vs 12% des garçons (p=0,0003). Les produits sucrés sont consommés plus de 2-fois/jour surtout par les filles (73% vs 57%, p=0,002). **Conclusion.** Comparativement aux repères du PNNS, l'alimentation des adolescents présente beaucoup de lacunes. La faible consommation des fruits et légumes et des produits laitiers et la forte consommation des sucreries peuvent avoir des conséquences néfastes sur le développement et la corpulence des adolescents. Cela peut provoquer des problèmes de santé à l'âge adulte.

Mots clés : *Qualité de l'alimentation, Score, Diversité, Adoléscent, Enquête, Algérie*

Abstract Introduction. The use of Food Diversity Score (SDA) has become the choice method for the overall evaluation of the diet. **Objective.** Definition and use of SDA for food assessment in adolescents. **Material and Methods.** A descriptive cross-sectional survey was conducted among 327 teenagers (11-19 years) in eastern Algeria. A food frequency questionnaire was used. SDA was calculated to assess adequacy of diet with the recommendations of the National Nutrition and Health Program (PNNS, France). **Results.** The SDA was 0 to 7. More it was high, more the diet was healthy. SDA > 4.6 was found in both girls and boys (46.6% vs 53.3%, $p = 0.21$). Lean teenagers represented 6% against 25% of overweight or obesity. Fruits and vegetables consumption less than 3 times/day was noted in 69% of girls versus 53% of boys ($p = 0.003$). Over 31% of girls consumed less than one dairy product / day against 12% of boys ($p = 0.0003$). Sweeteners were consumed more than twice / day mainly by girls (73% vs 57%, $p=0.002$). **Conclusion.** Compared with PNNS benchmarks, adolescents feeding has many shortcomings. The low consumption of fruits, vegetables and dairy products, and high consumption of sweeteners can have adverse consequences on the development and corpulence of adolescents. This can have health problems in adulthood.

Keywords: *Food Quality, Score, Diversity, Teenager, Survey, Algeria*

Introduction

Les nutriments essentiels, pour répondre aux besoins nutritionnels des personnes, ne sont pas tous présents dans un seul aliment. Une variété d'aliments est nécessaire pour couvrir l'ensemble des besoins nutritionnels. La qualité nutritionnelle de l'alimentation s'améliore avec l'augmentation du nombre de produits alimentaires et/ou de groupes d'aliments. C'est pour cette raison qu'une alimentation plus variée est plus saine. Il a été démontré que des régimes diversifiés sont nécessaires pour un bon état de santé et assurent une bonne adéquation des quantités de nutriments avec les besoins de l'organisme [1, 2]. Ils sont associés à un meilleur état nutritionnel [3, 4]. Néanmoins, il faut considérer plutôt le comportement alimentaire des individus, vu les interactions entre aliments consommés au niveau d'un même sujet et celles de l'ensemble des individus au sein d'une société, une culture, une religion, ... L'explication de ce comportement, étant com-

pliquée, elle a commencé par l'étude de la relation entre la consommation alimentaire et l'apparition des maladies basée traditionnellement sur l'évaluation de l'effet isolé des nutriments ou des aliments. Néanmoins, ces effets sont parfois très minimes pour être mis en évidence [5]. C'est pour cela que depuis quelques années, plusieurs méthodes d'évaluation qualitative de cette consommation, à l'aide d'outils simples, ont été proposées. Dans ce contexte, certains travaux [6, 7, 8] ont souligné l'intérêt de considérer l'alimentation dans son ensemble en identifiant des typologies alimentaires. Les méthodes d'évaluation se répartissent entre des méthodes qui comparent les données de la consommation à un « référentiel santé » à travers le calcul de scores et d'indices reflétant la qualité de l'alimentation. Les autres méthodes sont fondées sur l'observation de la consommation alimentaire spontanée au sein de la population. L'objet de ces méthodes est l'évaluation de profils de consommation alimentaire [9].

Durant l'adolescence, la qualité et la variété de l'alimentation est une occasion renouvelée de forger de bonnes habitudes qui pourraient perdurer jusqu'à l'âge adulte [10]. Le passage à l'adolescence semble aussi apporter des changements dans les préférences alimentaires ou les comportements. Décrire et évaluer la qualité de l'alimentation à cet âge permet de mettre en évidence ses insuffisances afin de pouvoir les corriger le plus tôt possible.

L'objectif de cette étude est de définir un score de diversité alimentaire permettant d'évaluer la qualité de l'alimentation des adolescents algériens par rapport aux recommandations nutritionnelles.

Matériel et méthodes

Collecte des données

Nous avons réalisé une enquête transversale à visée descriptive par un Questionnaire de Fréquence Alimentaire (QFA) qui s'intéresse à la fréquence de consommation des aliments au cours des 15 derniers jours précédant l'enquête [11]. Il s'agit d'un tableau où l'adolescent indique combien de fois l'aliment a été consommé. La liste des aliments est regroupée en groupes et sous groupes d'aliments [12].

L'enquêté doit inscrire, dans une colonne prévue à cet effet, un chiffre indiquant la fréquence avec laquelle l'aliment a été consommé à un rythme quotidien, hebdomadaire ou mensuel. Une colonne est prévue pour le cas où l'aliment n'a jamais été consommé.

Le QFA a servi pour l'élaboration d'un Score de Diversité Alimentaire (SDA). Ceci a permis de comparer l'alimentation des adolescents enquêtés avec les recommandations alimentaires et nutritionnelles du Plan National Nutrition Santé (PNNS) qui a été appliqué en France depuis 2001 [13].

Le poids et la taille ont été mesurés pour tous les adolescents enquêtés. Les mesures se faisaient à 0,1kg près pour le poids à l'aide d'une balance de type SOEHNLE de portée de 150kg et à 0,1cm près pour la taille avec une toise SECA de 2 mètres de longueur. Les adolescents étaient légèrement vêtus.

Déroulement de l'enquête

L'enquête s'est déroulée durant l'année scolaire 2014/2015 au niveau de 9 établissements à l'Est algérien (Constantine et Mila). Il s'agit de 7 établissements scolaires (4 CEM et 3 Lycées), un centre de formation professionnelle et un complexe sportif. Après la démarche administrative pour l'autorisation d'accès, les objectifs de l'enquête ont été expliqués aux directeurs des établissements concernés. Le questionnaire a été distribué aux élèves. Des explications ont été fournies aux adolescents au fur et à mesure du renseignement des questionnaires. A la fin, le poids et la taille des adolescents ont été déterminés. L'Indice de Masse Corporelle (IMC) a été calculé. La maigreur, le surpoids et l'obésité ont été définis pour les adolescents par rapport aux valeurs de référence de l'OMS (2007) [14].

Définition du score de diversité alimentaire

Un SDA fondé sur les données de la littérature [15] a été défini en se référant aux recommandations du PNNS. Le score a pour objectif de tester l'adéquation de l'alimentaire des adolescents enquêtés avec les recommandations nutritionnelles pour une alimentation saine. Le SDA est donc la somme des points accordés aux fréquences de consommation des groupes ou sous groupes d'aliments.

Le principe retenu pour l'attribution des points est le suivant : 1 point est attribué aux personnes atteignant le repère défini dans le PNNS ; un demi-point aux sujets qui n'atteignent pas le repère attendu mais qui en sont proches et aucun point n'est attribué aux autres situations.

Le score maximum est de 7 points. Plus le score est élevé, plus l'alimentation de l'adolescent est diversifiée.

Traitements et analyses statistiques

La saisie des données est faite par le logiciel Epi Info (3.3.2). Les analyses ont été réalisées par rapport aux terciles du SDA [11] et séparément selon le sexe et l'état staturo-pondéral.

Le 1^{er} tercile (T1) est défini par les valeurs les plus basses du SDA (SDA < 2,3). Les adolescents

appartenant à ce tercile sont ceux dont l'alimentation est qualifiée de peu diversifiée. À l'inverse, le 3^{ème} tercile (T3) est défini par les valeurs les plus élevées du SDA (SDA > 4,6). L'alimentation des adolescents de ce groupe est la plus diversifiée et proche des repères du PNNS. Au 2^{ème} tercile (T2) se trouvent les adolescents dont l'alimentation est en adéquation moyenne avec les recommandations du PNNS.

Resultats

Description des adolescents

La population étudiée se compose de 325 adolescents (dont 60,6% de filles). Le SDA suit une distribution de loi normale (Fig. 1). Il s'étend de 0 à 7 avec une moyenne de $3,19 \pm 1,10$ et un mode de 3,0. Les filles ont un âge moyen de 15 ± 2 ans. Leur score s'étend de 0,0 à 6,0 avec une moyenne de $3,08 \pm 1,04$ et un mode de 3,0. Les garçons sont âgés en moyenne de 15 ± 2 ans. Leur SDA s'étend de 0,5 à 7 avec une moyenne de $3,34 \pm 1,16$ et un mode de 3,5.

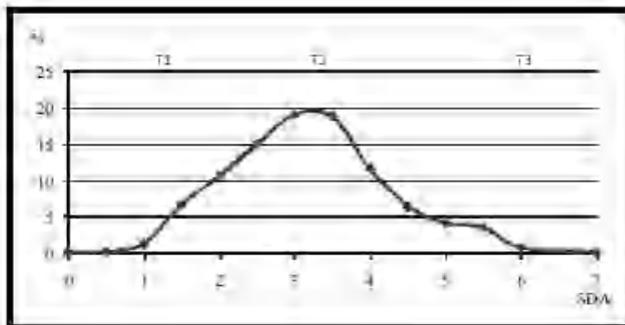


Fig. 1. Distribution des adolescents selon les valeurs du SDA

Les adolescents classés au T1 représentent 19,6% du total contre uniquement 9,2% au T3 ($p=0,0001$). La maigreur représente 7,1% contre 13% de surpoids et 3,7% d'obésité.

Les notes attribuées par groupe et par sous groupe d'aliments montrent que les recommandations nutritionnelles concernant la consommation de poissons et de fruits de mer sont loin d'être atteintes (Tableau I). En effet, 77% des adolescents enquêtés ont eu une note de « 0 » pour ce groupe ce qui signifie une consommation de moins d'une fois par semaine. Les produits sucrés sont consommés plus de 5 fois par jour par 67%, les viandes et

dérivés moins d'une fois par jour par 60% et les fruits et légumes moins de 2 fois par jour par 59% des adolescents.

Tableau I. Note attribuée aux adolescents selon les groupes d'aliments

	Note attribuée					
	0		0,5		1	
	N	0%	N	0%	N	0%
Produits céréaliers	44	13,5	191	58,6	91	27,9
Fruits et légumes	191	58,6	73	22,4	61	18,7
Viandes	196	60,3	60	18,5	69	21,2
Poissons	250	76,7	35	11,3	39	12,0
Laitages	78	23,9	151	46,3	94	28,8
Matières grasses	114	35,0	46	14,1	166	50,9
Produits sucrés	216	66,5	35	10,8	74	22,8
Boissons	132	40,5	89	27,3	105	32,2

SDA et sexe

Au T1, les filles sont plus présentes que les garçons (64% vs 35,9%, $p=0,02$). Il existe autant de filles que de garçons au T3 (46,5% vs 43,3%, $p=0,24$). La différence entre les filles et les garçons dans la consommation des différents groupes d'aliments est significative (Tableau II et Tableau III). Les filles (31,3%) et les garçons (12,6%) ne prennent pas de produits laitiers ou en consomment moins d'une fois par jour ($p=0,0001$). Pour les produits sucrés, 73% de filles prennent des produits riches en sucres simples plus de deux fois par jour vs 57% de garçons ($p=0,002$). Les garçons sont plus nombreux que les filles à prendre uniquement un ou deux fruits ou légumes par jour (68,5% vs 52,5%, $p=0,003$).

Tableau II. Pourcentage des adolescents atteignant les repères du PNNS selon les terciles du SDA

	T1	T2	T3
Groupes d'aliments	%	%	%
Produits céréaliers	10,9	36,8	43,3
Fruits et légumes	4,7	16	66,7
Viandes	10,9	19,1	56,7
Poissons	1,6	13	26,7
Laitages	15,6	46,3	56,7
Matières grasses	21,9	55,4	76,7
Produits sucrés	6,3	27	40
Boissons	10,9	36,8	43,3

* Test χ^2 pour la comparaison des pourcentages

Des différences non significatives ont été obser-

Comportement alimentaire

vées pour la consommation des autres groupes d'aliments. La consommation des boissons sucrées plus de 3 fois par jour a été notée chez 42,5% de garçons vs 39,4% de filles ($p=0,61$). La prise d'au moins 3 produits céréaliers par jour a été notée chez 33% de garçons vs 24,7% ($p=0,11$). La consommation de matières grasses ajoutées plus de 2 fois par jour est retrouvée chez 38% de filles vs 31% des garçons ($p=0,20$).

Tableau III. Pourcentage des adolescents loin des repères du PNNS selon les terciles du SDA et le sexe

Groupes d'aliments	Filles		Garçons		P*
	n	%	n	%	
Céréales	28	14,1	16	12,6	0,87
Fruits et légumes	104	52,5	24	18,4	0,003
Viandes	118	59,6	77	61,1	0,84
Poissons	153	177,3	97	76,4	0,91
Laitages	62	31,3	16	12,6	0,0001
Matières grasses	75	37,9	39	70,3	0,21
Produits sucrés	144	73,1	72	56,7	0,002
Boissons	78	39,4	54	42,5	0,61

* Test χ^2 pour la comparaison des pourcentages

SDA et état statur pondéral

Chez les adolescents enquêtés, la maigreur représente 7,1%, le surpoids 13% et l'obésité 3,7%. Les filles sont significativement plus touchées par le surpoids que les garçons (67% vs 33%, $p=0,000$). L'état statur pondéral semble être lié à la fréquence de consommation de certains groupes d'aliments (Tableau IV et Tableau V). C'est le cas du poisson et des fruits de mer où 26% des maigres en consomment au moins deux fois par semaine vs uniquement 2,4% des adolescents en surpoids et 8,3% d'obèses ($p=0,01$). La consommation de moins de deux fruits ou légumes par jour concerne 65% des maigres, 69% des adolescents en surpoids et 75% des obèses ($p=0,83$). La consommation de moins d'une fois par jour de viande et de produits carnés concerne 61% maigres, 64% des adolescents en surpoids et 67% des obèses ($p=0,70$). Les matières grasses ajoutées sont consommées plus de 4 fois par jour par 43% des maigres, 26% des adolescents en surpoids et 17% des obèses ($p=0,19$).

Tableau IV. Pourcentage des adolescents atteignant les repères du PNNS selon les terciles du SDA et le sexe

Groupes d'aliments	Filles		Garçons		P*
	n	%	n	%	
Produits céréaliers	28	14,1	42	33,1	0,0006
Fruits et légumes	36	18,2	24	18,9	0,89
Viandes	41	20,7	28	22,2	0,8
Poissons	25	12,6	14	11,0	0,64
Laitages	55	27,8	38	29,9	0,7
Matières grasses	96	48,5	69	54,3	0,27
Produits sucrés	30	15,2	43	33,9	0,0009
Boissons	65	32,8	40	31,5	0,76

* Test χ^2 pour la comparaison des pourcentages

Tableau V. Pourcentage des adolescents atteignant les repères du PNNS selon les terciles du SDA et l'état statur pondéral

Groupes d'aliments	Maigre	Surpoids	Obèse	P*
Produits céréaliers	26,1	21,4	50	0,14
Fruits et légumes	13	11,9	8,3	0,83
Viandes	21,7	14,3	16,7	0,70
Laitages	34,8	40,5	33,3	0,76
Poissons	26,1	2,4	8,3	0,01
Matière grasse	43,5	52,4	50	0,19
Produits sucrés	21,7	24,4	50	0,62
Boissons	43,5	40,5	33,3	0,84

* Test χ^2 pour la comparaison des pourcentages

Discussion

L'objectif de cet étude est de définir et utiliser un score de diversité alimentaire afin d'évaluer la qualité de l'alimentation des adolescents algériens. En nous inspirant des données de la littérature, le SDA a été calculé en se référant aux recommandations nutritionnelles destinées à la population française et diffusées par le PNNS depuis 2001. Vu le succès du PNNS au sein de la population française et comme l'Algérie ne dispose pas de recommandations nutritionnelles, nous avons estimé que ces recommandations sont les plus adaptées à la population étudiée. Elles nous ont servi au calcul d'un SDA.

Le SDA défini est calculé à partir des fréquences de consommation des groupes ou sous groupes d'aliments. Cette fréquence a été précisée par l'adolescent sur le QFA d'une manière journalière, hebdomadaire ou mensuelle. Reposant sur des

données déclaratives, l'interprétation du SDA doit tenir compte des points suivants [16] : ce score ne donne pas d'indication sur les quantités d'aliments consommées et la variabilité saisonnière n'est pas prise en considération.

Les indices de mesure de la qualité globale de l'alimentation, développés dans les pays industrialisés, sont plus ou moins complexes, utilisant souvent, en plus des éléments qualitatifs, certains éléments quantitatifs. Ces indices s'appuient sur des repères de consommation ou des recommandations nutritionnelles propres à chaque pays.

En Algérie comme dans tout les pays en développement, les enjeux ne sont pas les mêmes. La mesure de la qualité globale de l'alimentation est particulièrement difficile. Le calcul des indices nécessite la quantification des nutriments ou des aliments ingérés, ce qui est difficile, vu l'absence d'outils standardisés (mesures standardisées, manuels photos validés pour faciliter l'estimation des quantités ingérées, références pour les recommandations alimentaires locales). De plus, la prise de repas dans des plats communs pour certains rend les méthodes quantitatives particulièrement lourdes et complexes à mettre en œuvre [17].

Pour ces raisons, les études, dans les pays en développement, se sont contentées d'une approche réductrice de la qualité de l'alimentation à travers sa seule composante « diversité », supposée être la plus importante dans ces pays en raison des problèmes surtout de sécurité alimentaire [4].

Le score que nous avons calculé évalue l'adéquation de l'alimentation des adolescents avec les repères de consommation du PNNS. En effet, l'adolescence est une phase clé dans l'installation du comportement alimentaire adulte. Elle est marquée par des changements aussi bien physiologiques, et psychiques que comportementaux. En Algérie, certaines études ont montré que les adolescents algériens, comme leurs pairs dans les pays développés, cumulent des comportements alimentaires à risque [18-20].

Le SDA que nous avons calculé s'étend de 0 à 7 avec un mode de 3,0. L'alimentation des adolescents enquêtés n'est pas très loin des recommandations nutritionnelles du PNNS d'une manière globale. Les repères les plus difficiles à atteindre concernent les produits sucrés, les viandes et dérivés et

les fruits et légumes. L'enquête nationale santé (2005) [21] a soulevé les mêmes constatations dans la population totale. Un score de diversité a été calculé pour les 5 groupes d'aliments (classification de l'Institut national de santé publique) dans la population algérienne. Le score moyen est de 2,8. Ce score est identique dans les deux sexes, il est plus élevé chez les moins de 40 ans (2,95). La consommation des fruits et légumes est de 0,53 fois/jour, celles des viandes de 1,15 fois/jour et des produits sucrés de 2,70 fois/jour.

L'alimentation des adolescents tunisiens n'est pas très différente. Les résultats d'une enquête de consommation alimentaire [22] montrent une évolution de l'alimentation vers la modernisation. Certains comportements sont plutôt favorables : diminution des lipides totaux, augmentation du calcium et de la variété des aliments. Les autres augmentent le risque de maladies chroniques : accroissement de l'énergie totale, des sucres simples, de la proportion d'acides gras saturés et diminution des fibres et de vitamine C. Dans le cadre du projet TAHINA, une étude sur 1200 adolescents âgés de 15 à 19 ans [23] a montré une forte consommation de sucreries significativement plus élevée chez les filles (136g/j) et une faible consommation des viandes (70g/j).

Un score d'adéquation avec l'alimentation méditerranéenne (KIDMED) chez les enfants et les adolescents a été développé en Espagne par Serra-Majem *et al.*, [24]. Plus de 4% ont un KIDMED <3, 49,4% entre 3 et 7 et 46,4% >8, ce qui reflète une adhésion bonne à moyenne au régime méditerranéen chez les adolescents espagnols.

Conclusion

Les scores et les indices de qualité de l'alimentation représentent des outils simples mais efficaces pour l'évaluation globale de l'alimentation. Il a été montré qu'ils sont très liés à l'adéquation nutritionnelle des régimes alimentaires et qu'ils reflètent correctement leur qualité. Ces indices se sont également avérés être de bons indicateurs de la sécurité alimentaire des ménages, ainsi que de l'état nutritionnel des enfants, en particulier de leur croissance [25].

La considération du régime alimentaire dans sa

globalité a remplacé l'étude quantitative détaillée et souvent lourde et compliquée. La définition d'un score de diversité alimentaire pour évaluer l'alimentation des adolescents est d'un intérêt certain pour une meilleure prise en charge des comportements alimentaires à risque caractéristiques de cette période. Dans ce contexte, nous avons défini un score qualitatif. En effet, ce score n'utilise aucune valeur quantitative pouvant préciser les quantités réellement consommées par les adolescents. Or, les indices de diversité, calculés à partir de données uniquement qualitatives, comportent beaucoup de limites. La consommation des produits sucrés et de matières grasses (très fréquente chez les adolescents) nécessite par exemple une étude quantitative afin de pouvoir se prononcer sur sa gravité. Beaucoup d'indices s'intéressent aussi à certaines valeurs d'équilibre reflétant le statut nutritionnel chez les sujets, concernant notamment les lipides saturés et les lipides totaux, les protéines animales et végétales, le calcium et le phosphore, etc. Ces indices sont généralement plus précis que les indices basés uniquement sur des données qualitatives. Cette étude a permis de définir et d'appliquer un score adapté à l'alimentation des adolescents algériens. Elle va être suivie d'une enquête à plus grande échelle afin de compléter l'étude amorcée en 2015 et aboutir à un score plus précis utilisant aussi des données quantitatives. L'objectif est la standardisation d'un outil adapté pour l'évaluation de la qualité de l'alimentation au sein la population algérienne afin de pouvoir établir des comparaisons entre pays.

Conflits d'intérêts

Aucun

Références

- Kennedy G., Ballard T., Dop M.C., Guide pour mesurer la diversité alimentaire au niveau du ménage et de l'individu, FAO, 2013, 53p.
- Steyn, NP., Nel JH., Nantel G., Kennedy G., Labadarios D. Food variety and dietary diversity scores in children: are they good indicators of dietary adequacy? *Public Health Nutr* 2006; 9(5) : 644-50
- Arimond M., Ruel M. Dietary diversity is associated with child nutritional status: evidence from 11 demographic and health surveys. *J Nutr* 2004;134:2579-85.
- Savy M., Martin-Prével Y., Sawadogo P., Kameli Y., Delpeuch P. Use of variety/diversity scores for diet quality measurement: relation with nutritional status of women in a rural area in Burkina Faso, *Eur J Clin Nutr* 2005; 59:703-16
- Hoffmann K., Schulze MB., Schlenkewitz A., Nöthlings U., Boeing H. Application of a New Statistical Method to Derive Dietary Patterns in Nutritional Epidemiology. *Am J Epidemiol* 2004; 159(10):935-44.
- De Bourdeaudhuij I., Van Oost P., A cluster-analytical approach toward physical activity and other health related behaviors. *Med Sci Sports Exerc* 1999; 31, 605-12.
- 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.
- Torheim LE., Ouattara F., Diarra FF., Thiam FD., Barikmo I., Hatl A., Oshaug A. Nutrient adequacy and dietary diversity in rural Mali: association and determinants. *Eur J Clin Nutr* 2004; 58:594-604.
- Aubin J., Donnar's C., Supkova M., Dorin B. Méthodes d'évaluation, panorama critique. In: Esnouf C., Russel M. et Bricas N., DuAline, durabilité de l'alimentation face à de nouveaux enjeux, question à la recherche, Rapport INRA-CIRAD, France, 2011 :164-84.
- Etiévant P., Bellisle F., Dallongeville J. Les comportements alimentaires : quels en sont les déterminants ? Quelles actions pour quels effets ? Synthèse de l'expertise scientifique collective réalisée par l'INRA à la demande du ministère de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Pêche, Rapport ; INRA, 2010, 06, 66 p.
- FAO, Guide pour mesurer la diversité alimentaire au niveau des individus et des ménages, FAO : 2007, 22p.
- Mekhanchá DE., Yagoubi-Benatallah L., Bahchachi N., Sersar I., Bencharif M., Khaldi TEM. et al. Table de composition des aliments

- algériens, MENA2011, Marrakech, 21-23/10/2011, <http://www.congress.smn.ma>
13. Ministère du travail, de l'emploi et de la santé, France, 2011. Programme national nutrition santé 2011-2015, 66p. www.inpes.sante.fr/reperes_nutritionnels/pdf/pnns-201162015
 14. OMS, 2009. L'Organisation Mondiale de la Santé publie de nouvelles normes de croissance de l'enfant, OMS, 2009, http://www.who.int/childgrowth/standards/bmi_for_age/en/
 15. Estaquio C., Kesse-Guyot E., Dechamps V., Bertrais S., Dauchet D., Gala P. et al. Adherence to the French Programme National Nutrition Santé Guideline Score is associated with better nutrient intake and nutritional status, *J Am Diet Assoc* 2009; 190:1031-41.
 16. Kennedy E., Dietary diversity, diet quality, and body weight regulation. *Nutr Rev* 2004; 62:578-81.
 17. Hudson GJ., Food intake in west African village, Estimation of food intake from a shared bowl. *Br J Nutr* 1995; 73:551-69.
 18. Karoune R., Dahel-Mekhancha CC. Score de diversité alimentaire chez l'adolescent: effet du niveau de vie (Algérie, 2014), JFN 2015, Livre des résumés p581. <https://b-com.mci-group.com/Abstract/Statistics/AbstractStatisticsViewPage.aspx?AbstractID=287548>
 19. Mekhancha D.E., Yagoubi-Benatallah Ly., Aissaoui S., Karoune R., Mekhancha-Dahel C.C. Food behavior of adolescents in Constantine (Algeria, 2006). *Ann Nutr Metab* 2007;51 (suppl1): 96p.
 20. Ghomari H., Mekki K., Boualga A., Bouderbala S., Bouchenak M. Comportement alimentaire et risque cardio-métabolique chez des adolescents en milieu scolaire de la ville d'Oran, Congrès International de Nutrition, Oran 22-23 Mai 2011, Publications de l'Université d'Oran PUO, CIN 2011 Actes, p. 59. <http://www.univ-oran.dz/revues/puo/puo.html>
 21. Ministère de la santé, de la population et de la réforme hospitalière, Institut National de Santé Publique, Algérie, Transition épidémiologique et système de santé, projet TAHINA, Contrat n° ICA3-CT-2002-10011, Enquête nationale santé 2005, INSP, 2007 : 305p. www.and.s.dz/insp/DOC_ENS_Novembre_2007_tahina.pdf
 22. Aounallah-Skhiri H., Traissac P., El Ati J., Eymard-Duvernay S., Landais E., Achour N., et al. Nutrition transition among adolescents of a south-Mediterranean country: dietary patterns, association with socio-economic factors, overweight and blood pressure. A cross-sectional study in Tunisia. *Nutr J* 2011; 10:38.
 23. Traissac P., Aounallah-Skhiri H., El Ati J. Alternatives to principal component analysis to derive dietary patterns : the case for multiple correspondence analysis. *Ann Nutr Metab* 2015;67(Suppl 1): 222. <http://www.karger.com/article/pdf/440895>
 24. Serra-Majem L, Ribas L, Ngo J, Ortega RM, Garcia A, Pérez-Rodrigo C. et al., Food, Youth and the Mediterranean diet in Spain. Development of KIDMED, Mediterranean Diet Quality Index in children and adolescents. *Public Health Nutr* 2004; 7:931-5.
 25. Arimond M., Wiesmann D., Becquey E. Carriquiry A., Daniels MC., Deitchler M. et al. Simple food group diversity indicators predict micronutrient adequacy of women's diets in 5 diverse, resource-poor settings. *J Nutr* 2010; 140(11): 2059S-69S.

TYPOLOGIE ALIMENTAIRE, APPROCHE EPIDEMIOLOGIQUE POUR L'EVALUATION GLOBALE DE L'ALIMENTATION.

KAROUNE R^{1,2}, DAHEL-MEKRANCHA C. C^{1,2}

1) Laboratoire de Recherche Alimentation, Nutrition et Santé (ALNUTS), Université Constantine 2, Ali Mendjeli, Constantine.

2) Institut de la Nutrition, de l'Alimentation et des Technologies Agro-Alimentaires, Université 1 des Frères Mentouri de Constantine.

RÉSUMÉ :

La relation entre l'alimentation et l'apparition des maladies chroniques a été bien établie. L'épidémiologie nutritionnelle est l'une des disciplines les plus récentes en épidémiologie. Elle a permis à travers l'approche analytique une 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. Pour palier à ce type de contraintes, il s'est avéré plus intéressant de considérer l'alimentation dans son ensemble par l'identification des typologies alimentaires qui ont pour objectif de décrire le profil alimentaire des consommateurs. Malgré qu'elle a prouvé sa pertinence, cette approche globaliste comporte une certaine subjectivité de la part de l'investigateur. La diversité des comportements alimentaires et leur constante évolution, ainsi que la complexité des facteurs qui interviennent dans leur formation, rendent difficile l'identification des typologies. Au-delà des variables nutritionnelles, des facteurs sociaux, économiques, psychologiques peuvent brouiller en effet l'interprétation des relations causales entre l'alimentation et l'état de santé.

Mots clés : Typologie alimentaire, Méthodes à priori, Méthodes à posteriori.

ABSTRACT : TYPES OF DIETARY PATTERNS, AN EPIDEMIOLOGICAL APPROACH FOR ASSESSING GLOBAL FOOD.

The relationship between diet and the appearance of chronic diseases has been well established. Nutritional epidemiology is one of the newest disciplines in epidemiology. It allowed through the analytic approach evaluating the contribution of food and nutrients. The consumption of various nutrients are interdependent, it is difficult in practice to examine the role of a particular nutrient. To overcome such constraints, it was more interesting to consider the diet as a whole by the identification of dietary patterns types that aim to describe the nutritional profile of consumers. Although, she has proven its relevance as a holistic approach involves some subjectivity on the part of the investigator. The diversity of food behaviors and their constant evolution, and the complexity of the factors involved in their formation, make it difficult to identify typologies. Beyond the nutritional variables, social, economic, psychological, can blur effect in the interpretation of causal relationships between diet and health.

Key words : Dietary patterns types, A priori methods, A posteriori methods.

JAN

INTRODUCTION

L'importance de l'alimentation comme déterminant de santé était déjà connue en Grèce Antique, ainsi que le suggèrent les écrits d'Hippocrate : « 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 » [1]. L'acte alimentaire et les goûts sont soumis à de très fortes déterminations sociales, représentations symboliques, pensée magique, etc. Même si les acquis des sciences sociales et humaines appliquées à l'alimentation sont nombreux et non négligeables, ils sont loin d'avoir épuisé la question centrale de la nutrition humaine qui est de comprendre ce que manger veut dire. Un champ de recherche nouveau s'ouvre, à l'interface des sciences de la nutrition et de la socio-anthropologie de l'alimentation, dont l'objet est de comprendre la complexité des décisions alimentaires [2]. L'état des connaissances actuelles invite donc à la prudence et suggère de passer de l'éducation nutritionnelle à l'éducation alimentaire.

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 [1]. D'après certains auteurs [3, 4], l'utilisation de l'épidémiologie nutritionnelle dans l'étude des typologies alimentaires serait plus appropriée à l'analyse des relations de l'alimentation avec des données de morbi-mortalité. En effet, la prévention des maladies chroniques passerait 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 écologiques ou environnementaux. Depuis plusieurs années, on observe un intérêt croissant de l'usage de typologies alimentaires en épidémiologie. Une telle approche peut être particulièrement pertinente, vue la complexité et la diversité des données alimentaires [3-5].

L'objectif de cet article est de faire une revue de littérature sur l'intérêt et les méthodes d'identification des typologies alimentaires ainsi que quelques exemples des typologies développées dans le monde.

TYPOLOGIE ALIMENTAIRE NOUVELLE APPROCHE EN ÉPIDÉMIOLOGIE NUTRITIONNELLE

Les méthodes de mesure quantitative de la consommation alimentaire sont longues, coûteuses et difficiles à mettre en œuvre. Depuis quelques années, plusieurs méthodes d'évaluation qualitative de cette consommation, à l'aide d'outils simples, ont donc été proposées.

Dans ce contexte, certains travaux [6,7] 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.

Une typologie est une démarche méthodique consistant à définir ou étudier un ensemble de types, afin de faciliter l'analyse, la classification et l'étude de réalités complexes. Par extension, le terme typologie désigne parfois la liste des types propres à un domaine d'étude. Le terme doit alors s'employer au singulier : la typologie détaille un ensemble de types [8].

INTÉRÊT DES TYPOLOGIES ALIMENTAIRES

Lorsqu'il s'agit d'évaluer les facteurs nutritionnels intervenant dans l'installation des pathologies chroniques, l'attention peut

se porter sur deux niveaux [9] :

- À l'échelle du nutriment ;
- À l'échelle des groupes alimentaires.

À ces deux échelles, une des difficultés majeures d'interprétation des données réside dans le fait qu'un régime alimentaire ne peut être considéré comme une simple addition d'apports en divers nutriments ou aliments, mais plutôt comme une combinaison complexe de ceux-ci où de nombreuses interrelations entrent en jeu, parfois synergiques, parfois antagonistes, et tantôt bénéfiques pour la santé, tantôt néfastes. Mettre en relation chacun de ces apports avec l'état de santé d'une population, en vue d'établir des recommandations nutritionnelles, peut alors s'avérer complexe, et parfois hasardeux.

Les typologies du comportement alimentaire permettent de contourner en partie ces difficultés. En effet, ces méthodes d'analyse ont pour principe de résumer la masse d'informations apportée par toutes les composantes du comportement alimentaire (types de consommations alimentaires principalement, mais aussi modes de déroulement des repas, habitudes de restauration et d'achats alimentaires, etc.) en quelques indicateurs synthétiques plus à même d'être mis en relation avec la survenue ou non de pathologies [3]. De plus, les enseignements fournis par ces typologies s'avèrent très utiles dans le cadre de campagnes de prévention nutritionnelle, qui pour être efficaces doivent être les plus ciblées possibles vers les groupes de populations identifiés comme présentant un comportement préjudiciable pour leur santé.

La connaissance de ce type de données peut être particulièrement utile pour l'adaptation de futures campagnes de prévention nutritionnelle régionales ou nationales. 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 [8]. 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 [1].

METHODES DE DÉTERMINATION DES TYPOLOGIES ALIMENTAIRES

Les études récentes visant l'évaluation globale de l'alimentation ont suivi trois directions de recherche (tableau 1) [10] :

- Les scores alimentaires qui explorent des combinaisons entre aliments à partir de l'observation des consommations alimentaires dans une population ;
- Les analyses factorielles qui évaluent l'adéquation des consommations alimentaires à des référentiels « santé » notamment ;
- Les méthodes de classification ou de partitionnement qui étudient certaines pratiques particulières, telles que le fractionnement des repas ou la taille des portions, etc.

Ces approches sont souvent déclinées en deux catégories [11] :

« Les méthodes à posteriori (théoriques ou empiriques) qui extraient l'information à partir des données collectives, via une modélisation statistique [3, 12], la méthode statistique la plus souvent utilisée étant l'analyse factorielle [13, 14].

« Les méthodes à priori permettent l'établissement de scores sur la base des recommandations de santé publique et des connaissances épidémiologiques existantes [15, 16, 17]. Elles regardent la distance entre des comportements alimentaires et des recommandations définies à priori.

1. Typologie analytique : méthodes à posteriori

Une première approche méthodologique consiste à mettre en

évaluation des combinaisons « spontanées » d'aliments dans des enquêtes en population générale. Des méthodes statistiques mesurent les corrélations entre les consommations de groupes d'aliments et identifient a posteriori des typologies de consommations, dont les relations avec l'état de santé peuvent être évaluées secondairement. Cette approche repose sur des techniques d'analyse statistique multidimensionnelle permettant de définir empiriquement des typologies alimentaires qui extraient l'information à partir des données collectives, via une modélisation statistique [3, 12]. Les méthodes les plus couramment utilisées sont : l'analyse en composantes principales, l'analyse factorielle au sens strict et l'analyse en cluster ou partition. L'analyse de correspondances multiples a parfois été également utilisée. L'objectif de l'analyse en composantes principales et de l'analyse factorielle est d'identifier un nombre réduit de patterns, à partir d'un large jeu de données corrélées, facilement interprétables et non corrélés entre eux. [18].

1.1. Analyser factorielles et en clusters

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. Les membres d'un cluster ont des comportements alimentaires proches qui les distinguent des membres des autres clusters [19]. La dénomination des typologies dérivées de l'analyse factorielle est souvent fonction de la variable ayant les coordonnées factorielles 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, hyper énergétique, etc.). 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 (raffinée, sautéogène, etc.) ou à la description culturelle ou géographique de l'alimentation : traditionnelle, cosmopolite, méditerranéenne, etc. La typologie prudente (prudent pattern), indiquant une faible consommation de graisses et une forte consommation de fruits, légumes et céréales complètes. La typologie occidentale (western pattern), caractérisée par une forte consommation de graisses, de viandes et de céréales raffinées, ont été documentées en 1998 [20]. 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 [19] et la Nurses' Health Study [21], ayant servi à la rédaction de nombreux articles consacrés aux typologies alimentaires [1].

1.2. Limites des analyses factorielles et en cluster

Les principales limites des analyses factorielles et en cluster tiennent aux décisions subjectives requises à chaque étape de la procédure [22] :

- Le nombre de variables à introduire dans l'analyse ;
- Le nombre de facteurs à extraire ;
- La labellisation des facteurs en vue de leur interprétation.

La subjectivité inhérente aux analyses factorielles et en cluster explique la difficulté de reproductibilité des résultats de ce type d'analyse et peut rendre délicate l'interprétation de leurs résultats en terme de recommandations nutritionnelles [1].

2. Typologies comparatives : Les méthodes à priori

Ces méthodes ont pour objectif de construire des indices de

qualité et de variété de l'alimentation ou encore des scores d'adéquation à des recommandations nutritionnelles ou à un type d'alimentation tel que le régime de type méditerranéen. La construction de ces scores repose sur des connaissances ou hypothèses scientifiques dans le domaine de la nutrition, ce qui leur confère ce caractère à priori ou « knowledge-based » [18]. La valeur maximale (ou minimale) du score décrit l'alimentation « idéale », ainsi conceptualisée sur la base des meilleures preuves scientifiques disponibles [1]. Une revue récente de littérature a fait état d'une vingtaine de scores existants, dont beaucoup sont dérivés de quatre scores principaux [11, 16] :

- Le Diet Quality Index (DQI) élaboré par Patterson en 1994 ;
- Le Healthy Eating Index (HEI) élaboré par Kennedy en 1995 ;
- Le Mediterranean Diet Score (MDS) élaboré par Trichopoulos en 1995 ;
- Le Healthy Diet Indicator (HDI) élaboré par Huiljweg en 1997 ;

Les composantes de ces scores sont basées sur les consommations d'aliments ou de groupes d'aliments, les apports en nutriments, voire d'autres indicateurs tels que des indices de variété alimentaire, la prise de compléments alimentaires ou l'activité physique (tableau I) [23]. Parfois, l'exploration des habitudes alimentaire tend vers des comportements particuliers (grignotage, restauration hors foyer, taille des portions alimentaires, consommation accrue de boissons sucrées). Ces comportements ont été étudiés en Amérique du Nord [17-26].

EXEMPLE DE TYPOLOGIE ALIMENTAIRE DANS LE MONDE

Les caractéristiques des typologies varient selon les données et les individus. Cependant, deux types émergent de manière récurrente dans la plupart des bases de données [10]

- Le premier est caractérisé par de fortes consommations en produits laitiers maigres, fruits, légumineuses, poisson et eau. Ce profil de consommation est qualifié de régime « prudent » (prudent pattern ou encore healthy pattern), du fait de ses caractéristiques qui sont en général plus favorables à la santé. Il est ainsi appelé régime méditerranéen.
- L'autre profil type est marqué par des consommations élevées en viandes rouges, pommes de terre, margaines, sauces, boissons. Il caractérise le régime occidental (western pattern) ou régime américain standard (Standard of American Diet), dont certaines composantes sont plutôt associées de façon défavorable à la santé (facteurs de risque des maladies cardiovasculaires, cancers, obésité).

3. Exemples de typologies analytiques

En France, L'INPES en 2002, donne les typologies alimentaires issues des méthodes analytiques à posteriori suivantes :

- Les hedonistes : associent l'alimentation au plaisir gustatif ;
- Les utilitaires : l'alimentation est un acte indispensable pour vivre ;
- Les appliqués : ont une consommation moyenne, sans surconsommation spécifique ;
- Les pratiqués : frange jeune (18 à 39 ans) ayant une alimentation peu équilibrée ;
- Les traditionnels : plus de 60 ans, vivent souvent dans de petites agglomérations ;
- Les avertis : qui respectent le plus les recommandations nutritionnelles ;
- Les petits consommateurs : déclarent consommer peu de tous les aliments.

Le CREDOC [10], dresse régulièrement des typologies pour

Tableau I. Principaux types de scores développés à l'échelle internationale [10].

Score	Composantes	Valeur	Typologie
Diet Quality Index (DQI) par Patterson et al en 1994	Recommandations USDA 8 composantes : aliments et nutriments Graisses totales, graisses saturées, cholestérol, fruits, légumes, graines et légumes secs, protéines, sodium, calcium	0 (max) à 16 (min)	3 partitions 0, 1,2 points 0 atteint 2 non atteint 1 intermédiaire
Mediterranean Diet Score (MDS) par Trichopoulos en 1995	Adhérence à l'alimentation méditerranéenne traditionnelle 8 composantes : aliments et nutriments : graines, légumes, fruits et noix, lait et produits laitiers, viandes et produits dérivés, légumes secs, alcool, poisson	0 (min) à 8 (max) Puis 9 (max)	1 point par composante
Healthy Eating Index (HEI) par Kennedy en 1995 et Guenther en 2008	Recommandations USDA Dietary Guidelines for Americans (1990) 10 composantes : aliments, nutriment et variété fruits, légumes, graines, lait et viande, graisses totales, graisses saturées, cholestérol, sodium, variété USDA 2005-Dietary Guidelines for Americans (2008) Mise à jour sur 12 composantes avec composante calorie « vide»	0 (min) à 100 (max)	10 points par composante (proportionnalité par rapport à l'atteinte fixée à 10)
Healthful Diet Indicator (HDI) par Huijbregts en 1997	Recommandations OMS 9 composantes : aliments et nutriments graisses saturées, graisses polyinsaturées, protéines, glucides complexes, fibres, fruits, légumes, noix et légumes secs, mono et disaccharides, cholestérol	0 (min) à 9 (max)	1 point par composante

éclairer l'évolution des comportements alimentaires dans le temps. Ils font apparaître deux nouveaux groupes de consommateurs sensibles à la dimension santé de l'alimentation :

- Les adeptes de nutrition ont une alimentation saine et équilibrée sans négliger le plaisir ;
- Les obsédés de la balance, non exempts de contradictions : adeptes des produits allégés ;
- Les innovants font également irruption : traqueurs de nouveautés.

1. Exemples des typologies comparatives

Beaucoup de scores ont été développés pour évaluer l'adéquation de l'alimentation à des référentielles santé (tableau II).

a. Score méditerranéen

Un score de qualité de l'alimentation basé sur les recommandations de l'American Heart Association et du National Research Council (Med-DQI) a été développé et publié en 2006 [27]. Il

inclut des composantes relatives aux apports en acides gras saturés, cholestérol, viande, huile d'olive, poisson, céréales et fruits et légumes.

b. Score basé sur les recommandations nutritionnelles

En France, trois scores basés sur les recommandations nutritionnelles ont été spécifiquement développés [18, 8] :

- Deux scores ont été développés pour traduire les recommandations du PNNS (Programme national Nutrition Santé). Le PNNS-GS (Guidelines Score) s'appuie sur 9 repères portant sur l'alimentation et l'activité physique [8].

Le FSIPO (French score of indicators of PNNS objectives) est basé sur une dizaine de composantes portant sur les consommations alimentaires, certains apports en nutriments, des indicateurs intermédiaires (pression artérielle, cholestérolémie et indice de masse corporelle) et l'activité physique. Les sujets présentant un score élevé étaient plus âgés, appartenaient à une catégorie socioprofessionnelle plus favorisée, étaient plus sou-

Tableau II. Exemple de Typologie a priori dans les études françaises [8, 10].

Exemple de Typologie	
Etude Héralut 964 sujets Représentatifs de l'Hérault	Score méditerranéen : Med-DQI : Recommandations de l'American Heart Association et du National Research Council (Med-DQI)
INCA 1 1 440 sujets (15 ans et plus)	IAS : score basé sur : l'équilibre alimentaire (45%), la variété sur 3 jours (25%), la modération (20%) et le rythme alimentaire (10%)
SU.VI.MAX 4 976 sujets (femmes : 35-60 ans, hommes : 45-60 ans)	FSIPO basé sur les 9 objectifs du PNNS : Niveau de consommation Apports en nutriments Indicateurs du statut nutritionnel (pression artérielle, cholestérolémie, indice de masse corporelle) Activité physique
SU.VI.MAX 5 500 sujets (femmes : 35-60 ans, hommes : 45-60 ans)	PNNS-GS : adéquation aux recommandations du PNNS Basé sur les principes d'adéquation et de modération Niveau de consommation Activité physique Apports en nutriments

vent non-fumeurs et avaient une corpulence normale (IMC <25) [8, 10]. Le FSIPO corrèle la distance de la consommation de nutriments et de micronutriments aux recommandations du PNNS et l'occurrence de pathologies classiques du syndrome métabolique. Une réduction de 36% du risque de « maladies chroniques » a été observée chez les sujets respectant davantage les recommandations en nutriments et micronutriments du PNNS.

c. Indice d'alimentation saine

Un Indice d'Alimentation Saine (IAS) a été développé par le CREDOC (Centre de Recherche pour l'Etude et l'Observation des Conditions de vie) [10]. L'IAS combine plusieurs paramètres liés aux notions d'équilibre, de modération, de diversité et de rythme alimentaires. L'analyse de l'échantillon INCA a montré que la moyenne de l'IAS est identique dans les deux sexes ; d'abord stable, elle augmente avec l'âge. L'IAS est plus élevé chez les cadres que chez les chômeurs, les ouvriers et les employés. Il diminue avec l'augmentation de l'IMC.

LIMITES DES TYPOLOGIES ALIMENTAIRES

Les typologies alimentaires permettent d'explorer les relations entre l'alimentation considérée dans son ensemble et la santé. La qualité de cette recherche dépend des capacités à identifier précisément des typologies alimentaires, or la construction de ces typologies comporte une certaine part de subjectivité, notamment en ce qui concerne le choix des données sources, leur regroupement en variables alimentaires et l'interprétation des caractéristiques. Cette subjectivité transparait dans le nom qualifiant le régime type : prudent, occidental, méditerranéen..., qui

renvoie aux hypothèses privilégiées par l'investigateur. L'interprétation des résultats est aussi limitée par la qualité du recueil des données alimentaires dans les enquêtes d'envergure en population générale et par la durée du suivi qui doit être suffisamment longue pour obtenir une puissance statistique satisfaisante au regard des effets attendus. La part de la variance des consommations alimentaires expliquée par les typologies est dans la plupart des études relativement faible [10]. Au-delà des variables nutritionnelles, des facteurs sociaux, économiques, psychologiques peuvent brouiller en effet l'interprétation des relations causales entre l'alimentation et l'état de santé [1].

CONCLUSION

Actuellement, le rôle de l'alimentation dans le déterminisme des pathologies non transmissibles a été bien mis en évidence. Toutefois, il est difficile, en pratique, d'isoler le rôle de tel ou tel nutriment ou aliment. Certains facteurs socioéconomiques orientent l'alimentation. Tous ces éléments incitent à une évaluation globale des comportements alimentaires [10].

L'intérêt des typologies alimentaires ne se limite pas à l'étude des relations entre alimentation et santé mais peut également avoir des implications en termes de santé publique. Elles 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.

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 [8,3].

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 [28, 29].

Peu d'études dans le monde sont allées jusqu'à comparer des typologies alimentaires, ce qui doit supposer l'utilisation de méthodologies communes, notamment pour le recueil des données alimentaires. Cependant, les types « prudent » et « occidental » apparaissent dans la majorité des études dans le monde.

REFERENCES

1. Duran-Perrin A.E. Evolution des typologies alimentaires, influence des déterminants géographiques et socioéconomiques, thèse de Doctorat, Université Louis Pasteur, Strasbourg, 2007: 161.
2. Poulain J.P. Education au bien manger, éducation alimentaire : les enjeux, Dossier d'information « Enfants et adolescents : alimentation et éducation au bien-manger », [en ligne] www.lemangeur-ocha.com, consulté le 25/04/2010. 2001.
3. Hu FB. Dietary pattern analysis: a new direction in nutritional epidemiology. *Curr Opin Lipidol*, USA, 2002; 13 : 3-9.

4. Savy M., Sawadogo P., Kameli Y., Martin-Prével Y. Mesure de la qualité du régime alimentaire à l'aide de scores de variété/diversité: relation avec l'état nutritionnel des mères en milieu rural Burkina Faso. 2ème Atelier international, voies alimentaires d'amélioration des situations nutritionnelles, Ouagadougou, 23-28/11/2003 : 303-16.
5. Kant AK. Indexes of overall diet quality: a review. *J Am Diet Assoc*. 1996; 96, 8: 785-90.
6. 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.
7. Gillman MW, Pinto BM, Tennstedt S, et al. Relationships of physical activity with dietary behaviors among adults. *Prev Med*. 2002; 32 : 295-301.
8. Estaquio Dos Santos Pires C. Scores nutritionnels : Methodes, aspects socio-économiques et association avec l'état nutritionnel et la morbidité dans la cohorte SU-VIMAX, Thèse de Doctorat, INSERM, INRA, CNAM, Paris. 2011: 213.
9. Bayck J.F., Vincelet C., Chatignoux E., Grange D., Grémy I. Typologie du comportement alimentaire dans la région Ile-de-France, Observatoire régional de santé d'Ile-de-France, 2009: 16.
10. Etiévant P., Bellisle F., Dallongeville J., et al. Comportements alimentaires : quels en sont les déterminants ? Quelles actions pour quels effets ? Rapport d'expertise scientifique collective, INRA. 2010: 242.
11. Aubin J., Donnars C., Suplcova M., Dorin B. Panorama critique des méthodes d'évaluation de la durabilité pour l'alimentation, Rapport INRA, CIRAD. 2011: 162-91.
12. 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, 3: 563-73.
13. Moeller SM, Reedy J, Millen AE et al. Dietary patterns: challenges and opportunities in dietary patterns research: an Experimental Biology workshop. 2006.
14. Newby PK, Muller D, Hallfrisch J, et al. Food patterns measured by factor analysis and anthropometric changes in adults. *Am J Clin Nutr*. 2004; 80, 2: 504-13.
15. McNaughton S.A., Ball K., Crawford D., Mishra G.D. An Index of Diet and Eating Patterns: Is a Valid Measure of Diet Quality in an Australian Population. *J Nutr*. 2008; 138: 86-93.
16. Waijers FM, Feskens EJ, Ocke MC. A critical review of predefined diet quality scores. *Br J Nutr*. 2007; 97, 2: 219-31.
17. Kourlaba G, Panagiotakos DB. Dietary quality indices and human health : a review *Maturitas*. 2009; 62, 1: 1-8.
18. Kesse E. Epidémiologie nutritionnelle, *In* : Etiévant P., Bellisle F., Dallongeville J., et al. Comportements alimentaires, quels en sont les déterminants, quelles actions pour quels effets, Expertise scientifique collective, INRA. 2010: 29-38.
19. Hu FB, Rimm EB, Stampfer MJ, et al. Prospective study of major dietary patterns and risk of coronary heart disease in men. *Am J Clin Nutr*. 2000; 72: 912-21.
20. Slattery ML, Boucher KM, Caan BJ, Potter JD, Ma KN. Eating patterns and risk of colon cancer. *Am J Epidemiol*. 1998; 148: 4-16.
21. 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.
22. Martinez ME, Marshall JR, Sechrest L. Invited commentary: Factor analysis and the search for objectivity. *Am J Epidemiol*. 1998; 148: 17-9.
23. Fraumeni, Heidi P; Oclò, Marga C. Indices of diet quality. *Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care*. 2008; 11. Issu5: 559-65.
24. Kumawar M.E., Dwyer J.T., McKeown N.M., Meigs J.B., Rogers G., Jacques P.E. The Development of the Mediterranean-Style Dietary Pattern Score and its Application to the American Diet in the Framingham Offspring Cohort-3. *J Nutr*. 2009; 139: 1150-6.
25. Schwerin H.S., M.A., M.S., Stanton J.L., Ph.D. et al. Food eating patterns and health: a reexamination of the Ten-State and HANES I Surveys. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 1981; 34: 568-80.
26. Hoffmann K., Schulze M.B., Schienkiewitz A., Nöthlings U., and Boeing H. Application of a New Statistical Method to Derive Dietary Patterns in Nutritional Epidemiology. *Am J Epidemiol*. 2004; 159, 10: 935-44.
27. Gerber M. Qualitative methods to evaluate Mediterranean diet in adults. *Public Health Nutr*. 2006; 9. 1A: 147-51.
28. Haut Comité de la Santé Publique. Pour une Politique Nutritionnelle de Santé Publique en France. Enjeux et propositions. Paris. ENSP Ed. 2000: 103.
29. Organisation Mondiale de la Santé. Stratégie mondiale pour l'alimentation, l'exercice physique et la santé, Rapport du secrétariat, Genève. 2004: 122.

Abstract

The objective of our study is to evaluate dietary diversity and adequacy to nutritional recommendations in adolescents (Constantine, 2016) by nutritional scores.

We conducted a descriptive cross-sectional survey in Constantine in 2016 in 1 126 adolescents aged 11 to 19 (55.6% girls) attending 13 middle and high schools. Anthropometric data were collected from the registers of screening and monitoring units of school health. A Food Diversity Score (SDA) was calculated by counting the number of food groups consumed the day before. We have defined 9 food groups (FAO, 2013). In order to assess adequacy to nutritional recommendations, we calculated the Mean Adequacy Ratio (MAR) which is the average of Nutrient Adequacy Ratio (NAR) calculated for energy and 16 nutrients (Hatloy *et al.*, 1998). The SDA was interpreted in relation to the mean value : above-average scores reflect a diverse diet. The reference value for MAR and NARs is "one". These scores were analyzed according to 4 factors associated with the quality of the diet: age, gender, state-weight status and socio-economic level (NSE).

The average SDA is 3.97 ± 1.25 . It is shifted to the lowest values compared to the theoretical average value of 4.5. Inadequate scores ($SDA \leq 4$) concern 65.0% of subjects. The average MAR is 0.59 ± 0.20 . Adolescents with values below "one" represent 79.1%. The highest NAR is for simple carbohydrates (4 times > ANC). The lowest NAR is the intake of vitamins A and D and calcium. The phosphocalcic ratio is low. The dietary diversity of adolescents decreases significantly with age and increases with NSE. It influences positively the adequacy to nutritional recommendations that is higher in boys. BMI increases consumption of sweet products, tubers and fruits. A positive and significant correlation was recorded between SDA and MAR ($r = 0.55$, $p < 0.0001$).

The diet of the adolescents surveyed is insufficiently diversified and far from nutritional recommendations for most nutrients, for simple sugars and phosphorus. An awareness of teenagers to reduce the consumption of empty calories and encourage that of fruits and vegetables is necessary.

Key words : *Food Diversity Score (SDA), Mean Adequacy Ratio (MAR), BMI, Socio-economic level, Adolescent, Algeria.*

الملخص

الهدف من دراستنا هو تقييم التنوع الغذائي درجة تغطية التوصيات التغذوية لدى المراهقين (قسنطينة، 2016) بمؤشرات غذائية. أجرينا دراسة وصفية عرضية في قسنطينة في عام 2016، مع 1126 مراهق تتراوح أعمارهم بين 11 و 19 عاما (55.6% من الفتيات) في 13 مدرسة متوسطة وثانوية. تم جمع البيانات الأنثروبومترية من سجلات وحدات الفحص المتابعة في الصحة المدرسية. وقد حسبت درجة التنوع الغذائي (SDA) من خلال حساب عدد المجموعات الغذائية المستهلكة في اليوم السابق. وقد حددنا 9 مجموعات غذائية (منظمة الأغذية والزراعة، 2013). ومن أجل تقييم مدى تغطية التوصيات التغذوية، قمنا بحساب متوسط نسبة الكفاية (MAR)، وهو متوسط معدل كفاية كل عنصر غذائي و المحسوبة للطاقة و 16 عنصر غذائي (NARS). تم تفسير SDA بالقيمة المتوسطة : درجات فوق المتوسط تعكس نظام غذائي متنوع. القيمة المرجعية ل MAR و NARS هي "واحد". تم تحليل هذه النتائج وفقا لأربعة عوامل مرتبطة بنوعية النظام الغذائي: العمر، الجنس، حالة وزن و الطول والمستوى الاجتماعي والاقتصادي (NSE).

متوسط SDA هو 1.25 ± 3.97 . يؤول إلى أدنى القيم مقارنة بالمتوسط النظري للقيمة 4.5. وتتعلق النتائج غير الكافية ($SDA \leq 4$) بنسبة 65.0 في المائة من المراهقين. متوسط MAR هو 0.59 ± 0.20 ويمثل المراهقون الذين لديهم قيم أقل من "واحد" 79.1 في المائة. أعلى NAR هو للكربوهيدرات البسيطة (4 مرات $ANC <$). أقل NAR يتعلق بالفيتامينات A و D والكالسيوم. نسبة الفسفور إلى الكالسيوم منخفضة. ينخفض التنوع الغذائي للمراهقين بشكل ملحوظ مع التقدم في السن ويزيد مع NSE. ويؤثر هذا الأخير تأثيرا إيجابيا على تغطية التوصيات التغذوية الأعلى لدى المراهقين. مؤشر كتلة الجسم يزيد من استهلاك المنتجات الحلوة والدرنات والفواكه. تم تسجيل ارتباط إيجابي وكبير بين SDA و MAR ($p < 0.0001, r = 0.55$).

النظام الغذائي للمراهقين الذين شملهم الإسد بديان غير متنوع بما فيه الكفاية وبعيدا عن التوصيات التغذوية لمعظم العناصر الغذائية، والسكريات البسيطة والفسفور. توعية المراهقين للحد من استهلاك السعرات الحرارية الفارغة وتشجيع تناول الفواكه والخضروات أمر ضروري.

الكلمات الدالة : درجة التنوع الغذائي (SDA)، متوسط نسبة الكفاية (MAR)، مؤشر كتلة الجسم، المستوى الاجتماعي والاقتصادي، المراهق، الجزائر.

Résumé

L'objectif de notre étude est d'évaluer la diversité alimentaire et l'adéquation aux recommandations nutritionnelles chez les adolescents (Constantine, 2016) par des scores nutritionnels.

Nous avons réalisé une enquête transversale descriptive à Constantine en 2016, sur 1 126 adolescents âgés de 11 à 19 ans (55,6% filles) scolarisés au niveau de 13 établissements moyens et secondaires. Les données anthropométriques ont été collectées des registres des unités de dépistage et de suivi de la santé scolaire. Un Score de Diversité Alimentaire (SDA) a été calculé par le compte du nombre de groupes d'aliments consommés la veille. Nous avons défini 9 groupes d'aliments (FAO, 2013). Afin d'évaluer l'adéquation aux recommandations nutritionnelle, nous avons calculé le « Mean Adequacy Ratio » (MAR) qui représente la moyenne des « Nutrient Adequacy Ratio » (NAR) calculé pour l'énergie et 16 nutriments (Hatloy *et al.*, 1998). Le SDA a été interprété par rapport à la valeur moyenne : les scores supérieurs à la moyenne reflètent une alimentation diversifiée. La valeur de référence pour le MAR et les NARs est « un ». Ces scores ont été analysés en fonction de 4 facteurs associés à la qualité de l'alimentation : âge, genre, état staturo-pondéral et Niveau Socio-Economique (NSE).

Le SDA moyen est de $3,97 \pm 1,25$. Il est décalé vers les valeurs les plus basses par rapport à la valeur moyenne théorique de 4,5. Les scores insuffisants ($SDA \leq 4$) concernent 65,0% des sujets. Le MAR moyen est de $0,59 \pm 0,20$. Les adolescents avec des valeurs inférieures à « un » représentent 79,1%. Le NAR le plus élevé concerne les glucides simples (4 fois > Apports Nutritionnels Conseillés). Le NAR le plus faible correspond à l'apport en vitamines A et D et calcium. Le rapport phosphocalcique est faible. La diversité alimentaire des adolescents diminue significativement avec l'âge et augmente avec le NSE. Ce dernier influence positivement l'adéquation aux recommandations nutritionnelles qui est plus élevée chez les garçons. L'IMC augmente la consommation des produits sucrés, tubercules et fruits. Une corrélation positive et significative a été enregistrée entre le SDA et le MAR ($r=0,55$; $p<0,0001$).

L'alimentation des adolescents enquêtés est insuffisamment diversifiée et éloignée des recommandations nutritionnelles par manque pour la plupart des nutriments et par excès pour les sucres simples et le phosphore. Une sensibilisation des adolescents visant à diminuer la consommation des calories vides et à encourager celle des fruits et légume est nécessaire.

Mots clés : *Score de Diversité Alimentaire (SDA), Mean Adequacy Ratio (MAR), IMC, Niveau socio-économique, Adolescent, Algérie.*