



Université Mohamed Khider de Biskra
Faculté des sciences exactes et des sciences de la nature et de la vie
Département des sciences de la nature et de la vie
Filière : Sciences biologiques

Référence / 2022

MÉMOIRE DE MASTER

Spécialité : Biochimie Appliquée

Présenté et soutenu par :
Boulanouar Soumaya

Le: mardi 28 juin 2022

Thiogluco-side: niveau d'ingestion et effet sur la santé

Jury :

Mme.	BENGUERAICHI Fatiha	MAA	Université de Biskra	Président
M	AGLI Abdelnacer	Pr	Université de Biskra	Rapporteur
Mme.	YAACOUB Fadjeria	MAA	Université de Biskra	Examineur

Année universitaire:2021-2022

Remerciement

Avant tout, nous remercions Dieu tout puissant qui nous a donné la foi et le courage pour mener à terme le présent travail.

J'aimerais également remercier mes parents de m'avoir soutenu jusqu'au bout, et qui ont fait tout leur possible pour m'offrir les meilleures conditions pour réussir le travail

Mon promoteur Pr. ABDELNACER AGLI pour son aide, ses conseils, ses consultations et orientations ainsi que pour sa disponibilité qui ont été déterminants pour l'élaboration de ce mémoire.

Aux membres du jury pour avoir pris la peine d'évaluer ce modeste travail.

À tous les enseignants et le personnel technique et administratif du département de Biologie de l'HADJEB

Enfin, j'adresse mes sincères remerciements à ma famille, mes amis, et tous ceux qui m'ont aidé, soutenu et encouragé tout au long de la réalisation de ce mémoire.

Tous mes meilleurs vœux de succès et de paiement à nous tous.

Dédicace

Je dédie ce travail à mes parents pour leur soutien et leurs encouragements sans faille tout a long de mon parcours scolaire mais aussi personnel ; aucun mot ne serait exprimer tout mon amour et toute gratitude ; merci pour vos sacrifices le long de ses années merci pour vos présence rassurante ; et si j'en suis arrivée là s'est grâce à vous. J'espère que le bon Dieu les garde, le comble de santé et leur une langue vie.

A mon père "Saad "pour son patient avec moi et son encouragement.

A ma source de bonheur, la prunelle de mes yeux, ma mère "Mounira".

Que le bon allah vous garde en bonne santé.

A ma belle sœur "Dhikra"qui a toujours été présente avec moi en toutes circonstances merci et je te souhaite bonheur, réussite et prospérité.

A mon cher frère "Aymen" en gage de ma profonde estime pour l'aide que tu m'as apporté. Tu m'as soutenu, réconforté et encouragé, puissent nos liens fraternels se consolider et se pérenniser.

A mon fiancé "Imad" pour son soutien moral.

A mes très chers amis : Tasnim, Nesrine et Ilhem.

A toute ma famille oncles et tantes, cousins et cousines, petit et grande sans exception.

A mes précieuses amies d'enfance qu'ont toujours avec moi.

A mon cher Encadreur Pr.Agli abdelnacer merci pour votre patience, vos efforts intenses, et votre disponibilité permanente.

A toute personne que je connais de près ou loin.

Table des matières

Listes des tableaux	I
Listes des Figures	II
Liste des Abréviations	III
Introduction	2

Chapitre 01 : Glucosinolates

1. Glucosinolates.....	3
1.1 Définition.....	3
1.2 Structure des glucosinolates.....	3
1.3 Types de glucosinolates.....	5
1.3.1 Elongation de la chaîne latérale.....	5
1.3.2 Biosynthèse de la structure de base de glucosinolate.....	5
1.3.3 Modification de la chaîne latérale.....	6
1.4. Myrosinase.....	7
1.4.1. Structure.....	8
1.4.2 Localisation.....	8
1.4.3 Couple myrosinase-glucosinolates.....	8
1.5. Aliments contenant glucosinolates :.....	9
1.6. Quantité de glucosinolate dans les aliments.....	10

Chapitre 2 : Les effets de Glucosinolate

2 Effets des glucosinolates.....	11
2.1 Effets anti cancer.....	11
2.2 Effets sur goitre.....	11

Chapitre 03 : Matériel et méthodes

3.1 But de l'étude.....	12
3.2 Méthodologie de recherche.....	12
3.3 Lieu de la recherche, période et échantillons.....	12
3.4 Comment préparer l'enquête.....	12
3.5 Dépistage clinique de goitre.....	13
3.6 Consommation des crucifères.....	13
3.7 Estimation des quantités telles que consommés.....	13
3.8 Traitement des données.....	14

Chapitre 04 : Résultats et discussion

4. Résultats et discussion.....	15
---------------------------------	----

4.1 Population total (hypothyroïdien, hyperthyroïdien et sains) selon sexe et classe d'âge	15
4.2 Population totale (hypothyroïdien, hyperthyroïdien et sains) selon l'état et stade	16
4.3 Consommation des crucifères par les sujets.....	17
4.4 Consommation des glucosinolates (μ moles /semaine) par les sujets	18
4.5 Distribution les sujets (hyperthyroïdiens et sains) par les classes d'âge	18
4.6 Moyenne de consommation glucosinolates par sexe, âge, état et stade	19
4.7 Distribution pour sexe selon les classes de consommation glucosinolates (μ moles /semaines).....	20
4.8 Distribution pour âge selon les classes de consommation glucosinolates (μ moles /semaines).....	21
4.9 Distribution pour l'état selon les classes de consommation glucosinolates (μ moles /semaines).....	22
4.10 Distribution pour stade selon les classes de consommation glucosinolates (μ moles /semaines).....	23
Conclusion	25
Références bibliographiques	
Annexes	

Listes des tableaux

Tableau 1: Teneur en glucosinolates totaux des légumes frais et cuits (μ moles / 100g).....	10
Tableau 2: Quantité achetée et convertie en quantité consommé.	13
Tableau 3: Moyenne de consommation des crucifères par semaine et par mois.	17
Tableau 4: Moyenne de consommation des glucosinolate (μ moles /semaine).	18
Tableau 5: Moyenne de consommation de glucosinolates par sexe, âge, état et stade.	20

Listes des figures

Figure 1: Structure Glucosinolates a : la structur d'erreur, b : la structure correcte	4
Figure 2: Structure générale des glucosinolates	4
Figure 3: Étapes de biosynthèse glucosinolates	7
Figure 4: Système myrosinase/glucosinolate typique dans les tissus végétaux intacts	9
Figure 5: Répartition population total selon sexe et l'âge.....	15
Figure 6: Répartition les sujets total selon l'état et le stade.....	16
Figure 7: Distribution les stades (hyperthyroïdiens et sains) par sexe.....	19
Figure 8: Distribution pour sexe selon les classes de consommation glucosinolates	21
Figure 9 : Distribution pour âge selon les classes de consommation glucosinolates	22
Figure 10 : Distribution pour l'état selon les classes de consommation glucosinolates.	23
Figure 11 : Distribution pour stades selon les classes de consommation.....	24

Liste Des Abréviations

Asp	Aspartate
BAT	Transporteur Des Acides Biliaires
BCAT	Branched-Chain aminotransférase
ET	Ecartype
GGP	G-glutamate peptidase
GLs, GL	Glucosinolates
GST	Glutathione S-transérase
His	Histidine
HT	Hormones Thyroïdiennes
IPMDH	Inosine-5'-Monophosphate Dehydrogenase
IPMI	Isopropylmate
MAM	Méthylthioalkylmalate
Moy	Moyenne
OMS	Organisation Mondiale De La Santé
P	P de khi
pH	Potentiel <i>Hydrogène</i>
SOT	Thiotransférases
T₃	Triiodothyronine
T₄	Tétraïodothyronine (thyroxine)
TSH	Thyréostimulants
UGT	Glucosyltransérases
V	V de carmer
χ^2	Test de chi carré

Introduction

Introduction

Le goitre endémique est une maladie adaptative qui se développe en réponse à un apport insuffisant en iode. Lorsque cet apport est anormalement bas, une sécrétion appropriée des hormones Thyroïdiennes peut être maintenue grâce au développement des mécanismes adaptatifs agissant à différents niveaux (stimulation des mécanismes de captation d'iode et modification de son métabolisme intra-thyroïdien, avec augmentation de sécrétion de Triiodothyronine au dépend de Tétraiodothyronine (thyroxine)). Ces mécanismes sont déclenchés et maintenus par une sécrétion accrue de thyroïdostimulants. La surcharge du travail de la glande se traduit histologiquement par une hypertrophie des follicules thyroïdiens avec réduction de la lumière folliculaire, ce qui apparaît morphologiquement sous forme d'un goitre.

Bien que la relation entre le goitre endémique et la carence iodée soit bien établie, d'autres facteurs peuvent bien être impliqués. On a identifié tout une variété d'agents naturels, tels que les légumes de la famille des crucifères et sont connus en botanique sous le nom de Brassicales. Qui contient du glucosinolates, certains glucosinolates dans les légumes brassicas produisent du sulforaphane, du phénéthyle et des isothiocyanates indoliques qui possèdent une activité anticarcinogène. Les propriétés anti-cancérogènes des légumes crucifères et des composés isolés ont été étudiées dans plusieurs études (Graham et al., 1978; Graham & Mettlin, 1979). En revanche, la progoitrine et les glucosinolates indoliques se dégradent en goitrine et en thiocyanate, respectivement, et peuvent diminuer la production d'hormones thyroïdiennes par inhibée l'absorption d'iode radioactif dans la thyroïde. Du point de vue de la toxicologie, tous les produits d'hydrolyse des glucosinolates sont intéressants, ceux affectant la thyroïde ont été étudiés de façon plus approfondie. Dans la plupart des études réalisées dans le passé, la goitrogénicité induite par les produits dérivés des glucosinolates s'est révélée être limitée à des situations de déficience en iode. Dans une étude sur la fonction thyroïdienne aucun effet des glucosinolates n'a pu être retrouvé (McMillan *et al.*, 1986).

Le goitre endémique en Algérie constitue un problème de santé important. Cependant, la carence iodée considérée comme le facteur étiologique, est incomplètement démontrée jusqu'à présent. Notre objectif porte sur la consommation des aliments de la famille des crucifères, ainsi que la recherche d'une éventuelle relation entre l'ingestion des glucosinolates et le goitre endémique.

Pour réaliser ce travail nous avons la devise en deux parties :

- partie théorique comprend un chapitre sur les glucosinolates et deuxième traitant les effets de glucosinolates.
- Deuxieme partie : partie pratique composée en deux chapitre. Chapitre 3 contient la méthodologie et chapitre 4 résultats et discussion

Partie Bibliographique

Chapitre 01 :

Glucosinolates

1. Glucosinolates

1.1 Définition

Les Glucosinolates (autrefois connus sous le nom de thioglucoside) les premières observations sur les propriétés uniques des glucosinolates (connus sous le terme d'huiles de moutarde) sont rapportées au début du XIX^{ème} siècle (Cerniauskaite, 2010) sont des produits phytochimiques contenant du soufre que l'on trouve dans les légumes crucifères ou brassica. Bien qu'environ 120 glucosinolates différents soient présents dans le règne végétal, seulement 10 environ sont présents dans les légumes brassicaux. On les trouve aussi dans d'autres aliments végétaux. Les produits de dégradation des glucosinolates comprennent d'autres composés organosulfurés, comme les isothiocyanates et les dithiothiols. Les produits de dégradation du glucosinolate comprennent également l'indole (Bischoff, 2021). est différent dans la structure de la chaîne latérale de l'aglycone, ils sont relativement biologiquement inactifs en soi, mais à la suite d'une perturbation tissulaire, ils subissent une hydrolyse pour former un large éventail de produits d'hydrolyse structurellement divers possédant des activités biologiques variables. Ces produits sont à la base des caractéristiques sensorielles typiques des brassicas mais aussi, par leurs effets biologiques, affectent leur valeur nutritionnelle. Certains des produits d'hydrolyse (goitrine, ion thiocyanate, plusieurs isothiocyanates et nitriles) peuvent avoir des effets antinutritionnels ou toxiques (Holst et Fenwick, 2003).

1.2 Structure des glucosinolates

La structure générale des glucosinolates a été proposée pour la première fois encore au XIX^{ème} siècle par Gadamer qui a supposé, que la chaîne latérale R est liée à l'atome d'azote (figure 1, a). Malgré de certaines difficultés, cette structure a été acceptée comme exacte jusqu'en 1956, date à laquelle, Ettlinger a trouvé des erreurs dans la structure de Gadamer et proposé la structure correcte (figure 1, b). (Cerniauskaite, 2010)

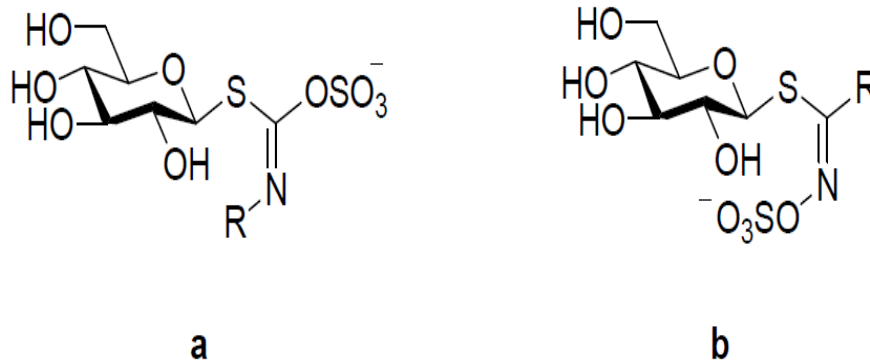


Figure 1: Structure Glucosinolates a : la structur d'erreur, b : la structure correcte (Cerniauskaite, 2010)

La constitution moléculaire des glucosinolates combine trois entités structurales remarquables (figure 2) (Possenti *et al.*, 2016)

- une partie glycosidique : unité 1-thio-D-glucopyranosyle, toujours de la configuration β
- une partie anionique : fonction anomérique thiohydroximate O-sulfatée, généralement associée à un cation de potassium pour les glucosinolates obtenus par extraction de source végétale
- une partie relativement hydrophobe : une chaîne latérale R.

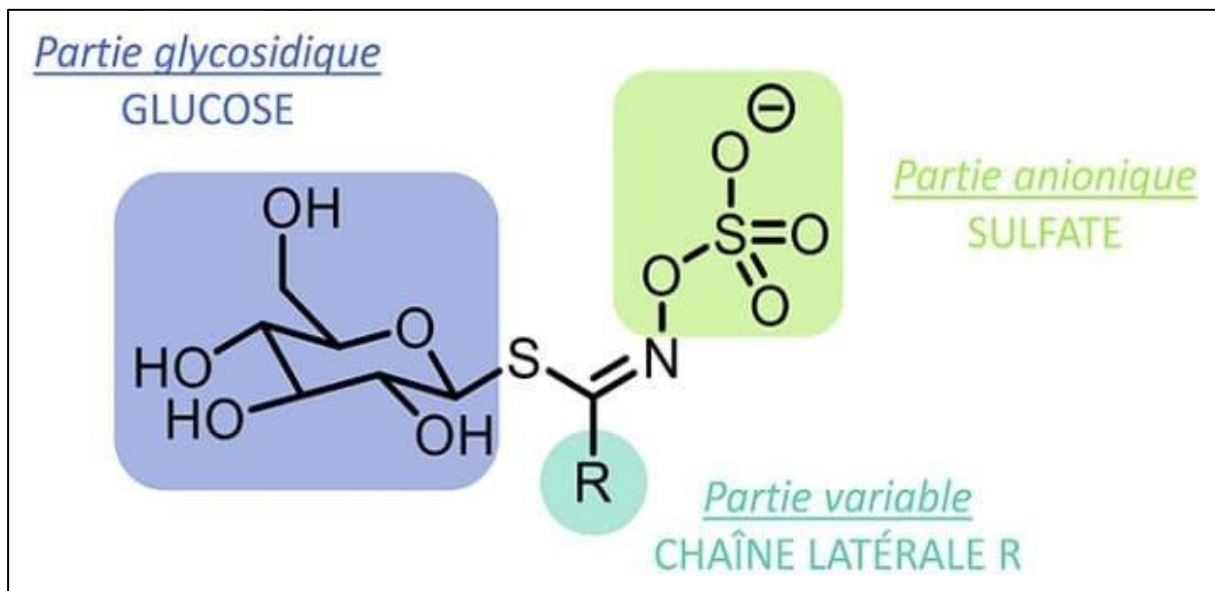


Figure 2: Structure générale des glucosinolates (site web1)

1.3 Types de glucosinolates

Les glucosinolates sont groupés en trois catégories selon les acides aminés à partir desquelles, ils sont bio-synthétisés (Sonderby *et al.*, 2010) :

- Les glucosinolates aliphatiques (synthétisés à partir acides aminés aliphatiques, le plus souvent la L-méthionine).
- Les glucosinolates aromatiques (synthétisés à partir de la phénylalanine ou la tyrosine).
- Les glucosinolates indoliques (synthétisés à partir du tryptophane).

Cela se fait en trois étapes (Ouassou *et al.*, 2019):

1.3.1 Elongation de la chaîne latérale

Cette première étape consiste en cinq modifications enzymatiques, partant du cytosol, désamination par une aminotransférase (branched-chain aminotransférase [BCAT]), et conduisant à la formation d'acides α -cétoacide, qui sont ensuite pénétrés par les acides α -cétoacide le transporteur des chloroplastes (transporteur des acides biliaires [BAT]) entre dans trois cycles successifs de transformation : condensation avec l'acétyl-CoA par la méthylthioalkylmalate synthase (MAM), isomérisation par l'isopropylmalate Enzyme (IPMI) isomérisation suivie de la décarboxylation oxydative déshydrogénase (IPMDH) à l'aide de fils de malate d'isopropyle à la synthèse d'acides α -cétoacide avec un seul groupe méthylène. Ce homocétoacide peut alors être à nouveau transféré dans le cytosol par la même protéine de transport et subir une transamination par le biais de BCAT avant d'entrer dans la seconde étape de synthèse.

1.3.2 Biosynthèse de la structure de base de glucosinolate

La deuxième étape de la biosynthèse des GL se déroule de la même manière quel que soit l'acide aminé précurseur et se subdivise selon sept modifications enzymatiques consécutives qui conduisent à la formation de la structure de base des glucosinolates. Les deux premières transformations se produisent au niveau de la membrane du réticulum endoplasmique et impliquent des enzymes du cytochrome P450 codées par deux familles distinctes de gènes, CYP79 et CYP83. Deux N-hydroxylations du précurseur, suivi de réactions de décarboxylation et de déshydratation, sont catalysées par des enzymes de la famille CYP79 conduisant à la formation d'aldoximes. Les aldoximes sont ensuite

transformées en composés actifs (oxydes de nitrile ou acides nitriques) par des enzymes de la famille des CYP83. Une modification supplémentaire de ces composés actifs se produit dans le cytosol, où ils se lient d'abord au glutathion, un donneur de soufre tripeptide qui contient cystéine. Le produit de cette réaction peut être catalysé par la glutathion S-transférase (GST) puis clivé par la G-glutamate peptidase (GGP) pour former le S-alkyl-thiohydroxamate, qui est ensuite clivé par l'action de la lyase convertie en thiohydroxamate (C-S lyase). L'intégration du glucose est la dernière partie des étapes de biosynthèse de la structure de base des glucosinolates. Elle est catalysée par les glucosyltransférases (UGT) et conduit à la formation de desthioglucosinolates, qui sont finalement sulfatés par les thiotransférases (SOT) pour former la structure de base des glucosinolates.

1.3.3 Modification de la chaîne latérale

La troisième et dernière étape de la biosynthèse de ces composés peut alors commencer, comprenant des modifications secondaires importantes de la chaîne latérale R et ces différents types de transformations sont à l'origine de l'essentiel de la diversité structurale observée. Bien que les chaînes latérales des glucosinolates aliphatiques puissent subir diverses modifications secondaires (oxydation, hydroxylation, alcénylation, benzylation), la conversion des glucosinolates d'indole est plus quantitativement affectée. Limitée (hydroxylation et méthylation), une seule étape dans la réaction d'hydroxylation du phénylglucosinolate a été observé durant cette période.

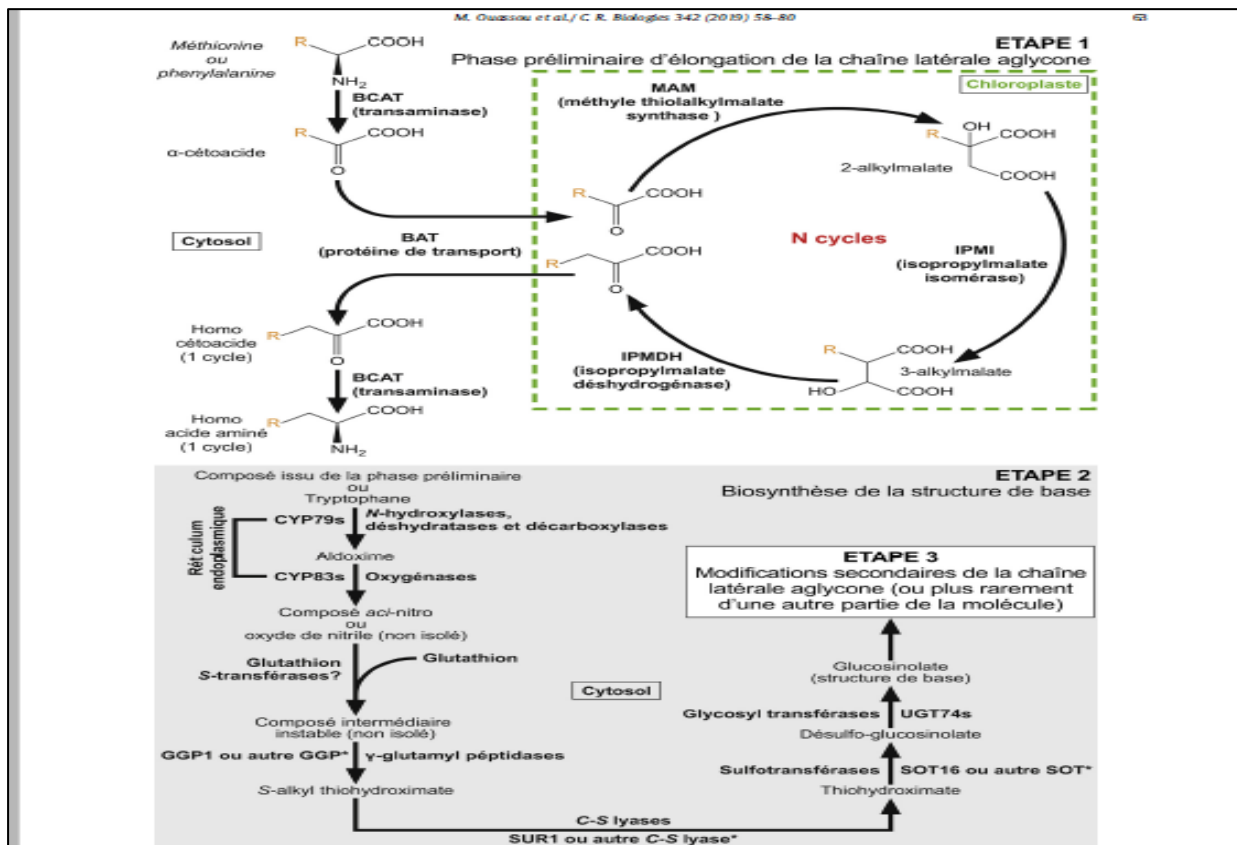


Figure 3: Etapes de biosynthèse glucosinolates (Ouassou *et al.*, 2019)

1.4. Myrosinase

La myrosinase (thioglycosidase, EC 3.2.1.147) a été découverte pour la première fois par (Bones et Rossiter, 1996) dans les graines de moutarde, et plus tard dans toutes les plantes contenant du LGS. Cette enzyme, appelée β-thioglycoside glucohydrolase ou sinigrase est l'enzyme responsable de l'hydrolyse des glucosinolates (GL). La myrosinase entre en contact avec les GL et catalyse l'hydrolyse de la liaison thioglycosidique dans la structure GL. Par conséquent, le glucose est détaché et un aglucon instable — thiohydroximate-O-sulfate — est libéré. Selon les GL d'origine, les conditions d'hydrolyse telles que le pH, la température, la présence d'ions Fe²⁺ et d'autres facteurs protéiques, l'aglucon est converti en différentes classes de produits de dégradation englobant : isothiocyanates, thiocyanates, nitriles, épithionitriles, hydroxynitriles, oxazolidine-2-thiones ou indoles.

1.4.1. Structure

La myrosinase est composée de deux polypeptides identiques de 55 à 65 kD à qui sont fortement glycosylés, ce qui donne un poids moléculaire natif de 120 à 150 kDa des protéines dimériques. Cette structure est maintenue par la coordination tétraédrique d'un Zn^{+2} par deux résidus conservés de chaque monomère (His 56 et Asp 70 dans le *Sinapis alba* myrosinase) contenant divers thiol, groupes sulfurés et 18 % de glucides (Wittstock *et al.*, 2016). La séquence principale de cette enzyme du chou (*Brassica oleracea*) est composée de 546 acides aminés, y compris une famille d'hydrolase glycoside 1 (Glyco_hydro_1) (41 à 522 acides aminés). Les myrosinases classiques sont caractérisées par un résidu de glutamine, essentiel pour la liaison au glucose des GLs aliphatiques, tandis que les myrosinases atypiques ont deux résidus de base par l'acide glutamique qui peut rompre la liaison entre le soufre et le glucose (Bhat et Vyas, 2019 ; Castro-Torres *et al.*, 2020).

1.4.2 Localisation

Dans les tissus végétaux, la myrosinase et le GLs se trouvent dans des compartiments cellulaires distincts; l'enzyme se trouve dans les cellules de myrosine, tandis que le GLs se trouve dans des vacuoles de divers types de cellules. Par conséquent, la conversion enzymatique de GLs en composés anti biologiques ne se produit qu'après la perturbation cellulaire, à la suite d'une attaque d'agent pathogène ou lors de la transformation pendant la préparation ou la mastication des aliments (Parchem *et al.*, 2020 ; Piekarska *et al.*, 2013).

1.4.3 Couple myrosinase-glucosinolates

La myrosinase catalyse l'hydrolyse de la liaison thioglucosidique des GLs, pour libérer un D-glucose et un intermédiaire instable, le thiohydroximate-O-sulfate. Cet aglycone est ensuite spontanément réarrangé pour former différents produits (isothiocyanates, thiocyanates, nitriles et soufre élémentaire) dérivés présentant potentiellement différentes activités biologiques en fonction de la structure de la chaîne latérale du glucosinolate impliqué, des conditions du milieu ainsi que de la présence de cofacteurs ou de protéines spécifiques (Bones et Rossiter, 1996 ; Winde, 2011 ; Ouassou *et al.*, 2019). Alors que les isothiocyanates constituent le groupe de produits d'hydrolyse le plus courant et que leur toxicité a été démontrée pour un large spectre d'organismes (Wittstock *et al.*, 2010).

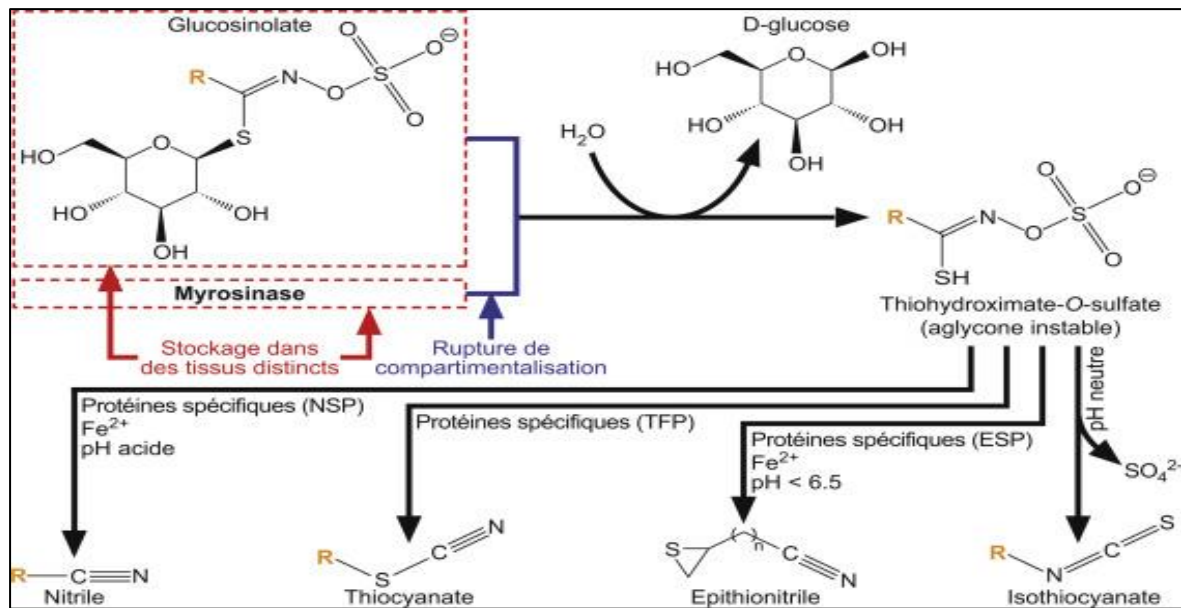


Figure 4: Système myrosinase/glucosinolate typique dans les tissus végétaux intacts (Ouassou *et al.*, 2019).

1.5. Aliments contenant glucosinolates

Les glucosinolates regroupent plus de 130 molécules issues du métabolisme secondaire des plantes de l'ordre des Brassicales (Chen et Andreasson, 2001). Parmi les familles appartenant à cet ordre, celle des Brassicaceae présente un intérêt agronomique et économique important, car elle regroupe de nombreuses espèces considérées comme denrées alimentaires pour l'Homme ou le bétail dont *Brassica oleracea* (choux divers dont chou-fleur et brocoli), *Raphanus sativum* (radis), *Brassica rapa* (navet) ou *Brassica napus* (colza). Les glucosinolates se trouvent également chez les plantes des familles des Cleomaceae, des Capparaceae et des Resedaceae (Ouassou *et al.*, 2019). Ils ont été détectés aussi dans des genres complètement indépendants, tels que dans un petit nombre de plantes du genre *Drypetes* de la famille des Euphorbiaceae, mais l'origine des glucosinolates est indépendante de celle des Brassicales (Halkier et Gershenzon, 2006). On peut aussi rencontrer une diversité importante à l'intérieur d'une même espèce et aussi entre espèces différentes comme cela a été montré par (Sang et Truscott, 1984) ayant souligné une variation de la concentration en glucosinolates entre les graines, les feuilles et les racines de différentes plantes. Ces métabolites secondaires diffèrent également par leur teneur au cours du cycle végétatif. En effet, il a été montré que la teneur en glucosinolates chez le colza s'avère maximale lors des périodes de croissance et diminue par la suite (Ouassou *et al.*, 2019).

Les niveaux de glucosinolates varient à différents stades de développement de la plante et sont affectés par plusieurs facteurs biotiques et abiotiques tels que les conditions de croissance, les infections fongiques ou bactériennes, les blessures causés par les insectes ou par d'autres formes de stress biotiques. D'autres facteurs indirects tels que le stress hydrique (sécheresse ou inondations) et thermique peuvent avoir également une influence sur la teneur en glucosinolates dans la plante. En général, les niveaux élevés de glucosinolates se trouvent dans les jeunes feuilles, les pousses, les siliques et dans les graines mûres (Bennett *et al.*, 1995). Les glucosinolates sont normalement hydrophiles, stables et stockés dans des vacuoles de la plupart des tissus végétaux (Brown *et al.*, 2003).

1.6. Quantité de glucosinolate dans les aliments

Les valeurs de glucosinolate pour les différents légumes varient de sorte que dans chaque type, nous trouvons la valeur de non-autres et la valeur diminue lorsque cuit et trouvé en retour dans des proportions élevées dans les verts frais.

Tableau 1: Teneur en glucosinolates totaux des légumes frais et cuits ($\mu\text{moles} / 100\text{g}$) (agli *et al.*, 2022).

Légumes	Frais Moy \pm ET	Cuits Moy \pm ET
Chou	113,70 \pm 4,60	42,00 \pm 1,60
Chou-fleur	104,10 \pm 4,20	101,50 \pm 4,00
Navet	188,10 \pm 7,50	115,80 \pm 5,10
Radis	256,00 \pm 10,20	/

Chapitre 2 :
Les effets de
Glucosinolate

2 Effets des glucosinolates

2.1 Effets anti cancer

Les légumes crucifères sont uniques en ce qu'ils sont de riches sources de composés contenant du soufre connus sous le nom de glucosinolates. Hacher ou mâcher des légumes crucifères entraîne la formation de produits bioactifs d'hydrolyse de glucosinolate, comme les isothiocyanates et l'indole-3-carbinol (Melim *et al.*, 2022). Une consommation élevée de légumes crucifères a été associée à un risque plus faible de cancer du poumon et colorectal dans certaines études épidémiologiques, mais il est prouvé que les polymorphismes génétiques peuvent influencer l'efficacité des légumes crucifères sur le risque de cancer humain. Bien que les produits d'hydrolyse du glucosinolate puissent modifier le métabolisme ou l'activité des hormones sexuelles de manière à inhiber le développement des hormones. Cancers sensibles, la preuve d'une association inverse entre l'apport en légumes crucifères et le cancer du sein ou de la prostate chez l'homme est limitée et incohérente. De nombreux organismes, y compris l'Institut national du cancer, recommandent la consommation quotidienne de 5 à 9 portions (2½ à 4 ½ tasses) de fruits et légumes, mais aucune recommandation distincte n'a été établie pour les légumes crucifères (Soundararajan *et al.*, 2018).

2.2 Effets sur goitre

La grosse consommation des végétaux de la famille crucifères, contenant des peut induire une hypertrophie de la thyroïde. Ce sont les 1,3-oxazolidine-2-thiones, issues de la cyclisation spontanée des isothiocyanates, qui sont responsables de ce phénomène (Heaney et Fenwick, 1995 ; Tripathi et Mishra, 2007). L'hypertrophie constitue en réalité une réponse due à un blocage de la fonction thyroïdienne. Une telle réponse permet de compenser une diminution de la quantité d'hormones dont la production peut être perturbée de deux manières:

- L'iode nécessaire à la synthèse des précurseurs se trouve en compétition avec des ions thiocyanates. Dans ce cas, une supplémentation en iode fait disparaître ce phénomène.
- La formation des précurseurs des hormones est inhibée par des 1,3-oxazolidine-2-thiones ou des isothiocyanates issus de l'hydrolyse des glucosinolates. La solution thérapeutique adaptée à ce cas de figure est l'apport d'hormones thyroïdiennes.

Partie experimentale

Chapitre 03 :

Matériel et méthodes

3.1 But de l'étude

➤ Objectif principal

L'objectif principal de cette étude est de savoir si la consommation de glucosinolates est liée à une maladie thyroïdienne.

➤ Objectif secondaire :

L'objectif secondaire est de connaître les quantités de glucosinolates consommées par les personnes et le type le plus consommé.

3.2 Méthodologie de recherche

- Etude prospective.
- Approche : Mixte.
- Type d'étude : Exploratoire explicative.

3.3 Lieu de la recherche, période et échantillons

- Nous avons été étudiés dans un hôpital militaire à Constantine et hôpital Tolga.
- La période du 04/04/2022 au 25/05/2022.
- Nous avons pris 60 personnes comme échantillon.

3.4 Comment préparer l'enquête

Le formulaire du questionnaire de l'enquête (Annexe 1) se divise en trois parties permettant de récolter des informations portant sur les quantités consommées par les crucifères.

- L'informant : âge, sexe, lieu.
- L'information sur le cas de sujet :
 - malade: oui /non
 - hypothyroïdie / hyperthyroïdie
 - hyperthyroïdie: stade1/stade2/stade3
- quantité de consommation des crucifères g /jour ou semaine:-chou /chou-fleur/radis/navets.

3.5 Dépistage clinique de goitre

Nous avons mené des recherches dans les régions de Biskra et de Constantine. L'enquête a été menée au niveau de l'endocrinologie du 4 mai 2022 au 25 juin 2022. 60 sujets, dont 24 hommes et 36 femmes, ont été examinés pour détecter la présence d'un goitre et classés selon les lignes directrices des critères de l'Organisation mondiale de la santé, (1979), stade 0 : pas de goitre, stade I : thyroïde palpable Gonflé mais non visible avec hyperextension de la tête, stade II : goitre visible en position normale de la tête, stade III : goitre visible de loin.

3.6 Consommation des crucifères

Nous avons reçu 60 répondants au questionnaire sur la consommation alimentaire. Les personnes atteintes de thyroïde font tous partie de cet échantillon. Une personne est interrogée sur sa consommation de radis, navets, chou et chou-fleur en particulier. Les valeurs sont placées dans un tableau pour le suivi de l'enquête.

3.7 Estimation des quantités telles que consommés

A part le radis par fois le chou consommé on crut, les aliments sont consommé cuits, à cette effet nous avons converti les aliments telle que acheté brute on quantité telle que consommé pour chou-fleur et navets nous-même estimé ses quantités et pour le chou et radis selon étudié (andaloussi, 2022) on a préparait le tableau suivant:

Tableau 2:Quantité achetée et convertie en quantité consommé.

Les aliments :	telle que acheté	telle que consommé	Pourcentage de la quantité nette
chou	1000g	920g	92%
Chou-fleur	1000g	600g	60%
Radis	1000g	600g	60%
navets	1000g	700g	70%

3.8 Traitement des données

Les données consignées dans les documents d'enquête ont été traitées de façon à convertir la quantité achetée en quantité consommée par gramme le tableau 2 (Annexe2), puis convertie en un tableau qui comprend l'information de chaque personne, puis converti la quantité consommée des légumes verts (gramme) en glucosinolate (μ moles /semaine) par le tableau 1 (Annexe3), et l'a entré dans le programme SPSS. L'analyse des données a utilisé des méthodes simples de métadonnées. Ainsi, les variables quantitatives sont décrites à l'aide des variables qualitatives.

Chapitre 04 :

Résultats et discussion

4. Résultats et discussion

4.1 Population total (hypothyroïdien, hyperthyroïdien et sains) selon sexe et classe d'âge

La figure 05 montre la répartition des personnes ayant répondu au questionnaire selon l'âge et le sexe, où nous avons constaté que le groupe le plus important est celui des personnes âgées de plus de 50 ans parce que le risque de contracter la maladie augmente avec l'âge et parce qu'ils ont souvent d'autres troubles ainsi et ont pris beaucoup de quantités de médicaments, où la proportion de femmes (34.21%) est plus élevée que la proportion d'hommes (27.27%) parce que les femmes sont plus susceptibles que les hommes en raison du fait que le corps d'une femme est plus sensible aux déséquilibres hormonaux que son homologue masculin, en particulier à la puberté, à l'accouchement ou à la ménopause, les femmes sont plus sensibles aux changements hormonaux et tout signe de carence en iode peut compliquer davantage le système thyroïdien féminin (Koumaré *et al.*, 2016) et que le groupe le moins présent est celui des jeunes. Les résultats observés sont presque conformes à l'observation antérieure de (Hetzl, 1987), qui a montré que le taux de goitre augmente avec l'âge et que les femmes ont une prévalence plus élevée que les hommes.

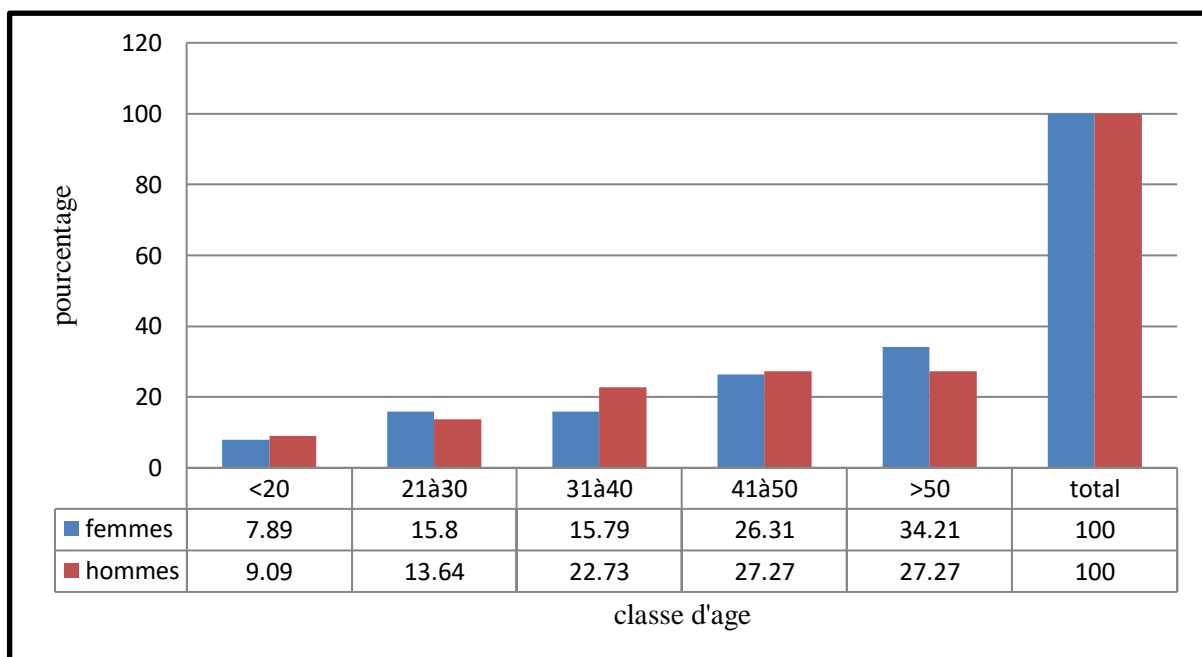


Figure 5: Répartition population total selon sexe et l'âge.

4.2 Population totale (hypothyroïdien, hyperthyroïdien et sains) selon l'état et stade

Après avoir recueilli les questionnaires, nous avons divisé les patients en trois catégories les sujet sains, hyperthyroïdiens et hypothyroïde où nous avons constaté que la plupart d'entre eux avaient une hyperthyroïdie, qui à son tour a été divisée en trois stades, qui ont été classés en fonction du degré de la maladie et sont classés conformément aux directives standard de l'OMS (1979), stade I: goitre palpable mais non visible avec la tête en hyper extension, stade II: goitre visible avec la tête en position normale, stade III : goitre visible à distance.. Il faut signaler que la majorité (28%) de stade 2, stade 1 (13%) et le plus faible stade 3 (12%) (fig.6). Suivie par des sains et la moindre de celles souffrant d'hypothyroïdie.

Nos résultats correspondent à (kaita *et al*, 2007) où il a également constaté que le ratio d'hyperthyroïdie est plus élevé. Il y a la conclusion inverse que l'hypothyroïdie est plus fréquente (Wiersinga, 1995). Pour les stades selon OMS, les stades 2 et 3 plus fréquente parce que la thyroïde n'est parfois détectée que lorsqu'elle devient le stade 2, selon (Saïdou, 2022) le stade 3 le plus fréquent.

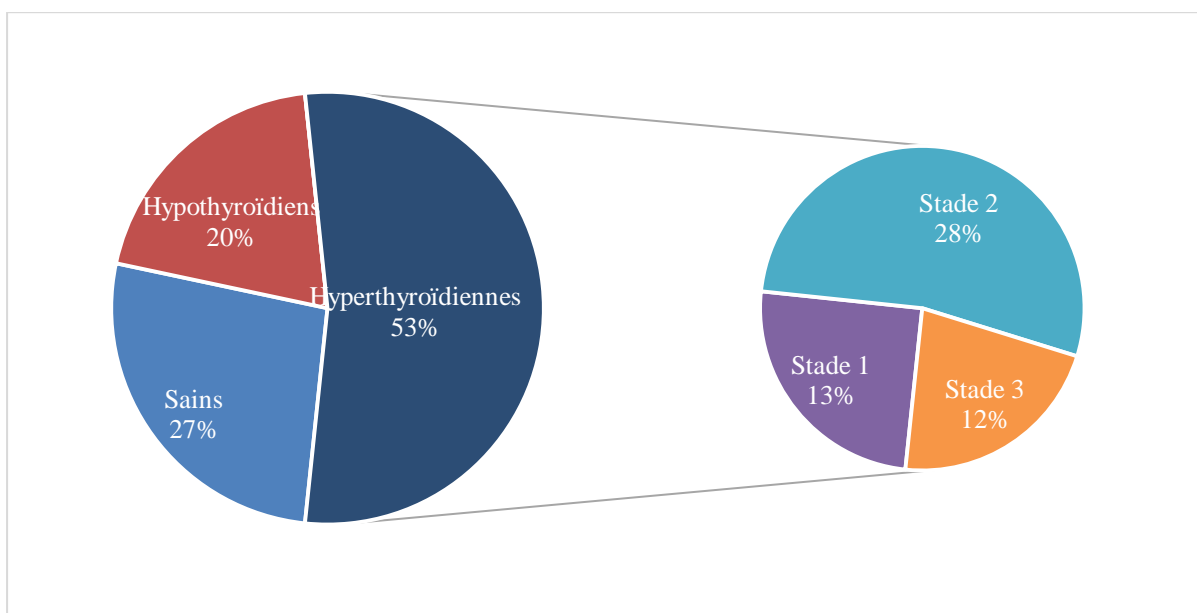


Figure 6: Répartition des sujets totaux selon l'état et le stade.

4.3 Consommation des crucifères par les sujets

La moyenne de consommation des crucifères est de 323 g par personne en une semaine soit 46.14 g par personne en un jour. Dans le tableau 3 sont présentées les moyennes de l'ingestion de crucifères étudiées par l'ensemble des sujets en une semaine. Des résultats ont été rapportés dans une étude sur l'ingestion de crucifères (CIRC, 2004) montrant une consommation variable en Europe allant de 5 à 30g/jour et la consommation la plus importante a été rapportée en Chine, supérieure à 100g/jour, alors que des apports journaliers relativement faibles de 15 g ou moins sont rapportés pour l'Afrique du Sud et certains pays.

La quantité consommé aux Pays-Bas 36 grammes par jour (jonjen, 1996). Nous constatons que la consommation globale des crucifères est relativement élevée dans les régions Biskra et Constantine. En général, le navet prend la première place suivi du chou-fleur et du chou, puis vient le radis. Le navet principalement, fait partie des préparations culinaires de la région d'étude, de façon beaucoup plus grande que les autres régions d'Algérie (agli *et al.*, 2022).

Tableau 3: Moyenne de consommation des crucifères par semaine et par mois.

Légume	Quantité consommée en une semaine (g, %)	
	Moy ± ET(g)	Pourcentage (%)
Chou	31.20± 30	9.65%
Chou-fleur	101.45± 20	31.40%
Radis	10.86± 0,00	3.36%
Navet	180.40± 0,00	55.85%
Total des crucifères	323± 20	100%

4.4 Consommation des glucosinolates (μ moles /semaine) par les sujets

Le tableau 4 montre La moyenne de consommation des glucosinolates est de 736.67 μ moles par personne par semaine, soit 105.23 μ moles par jour. L'ingestion des glucosinolates en Grande-Bretagne est estimée par (Sones *et al.*, 1984), à 165,9 μ moles par semaine en un jour. Au Canada par (Mullin et Sahasrabudhe, 1978), ont rapporté une consommation journalière moyenne de 17,5 μ moles de glucosinolates. Elle a montré que la consommation moyenne des glucosinolates à Biskra et Constantine est une fois et demie inférieure à celle du Grande-Bretagne, mais six fois supérieure à celle Canada.

Tableau 4: Moyenne de consommation des glucosinolate (μ moles /semaine).

Légume	Quantité consommée en une semaine (μ moles/personne/semaine)	
	Moy \pm ET (μ moles/ semaine)	Pourcentage (%)
Chou	85.12 \pm 30	11.55%
Chou-fleur	202.56 \pm 20	27.90%
Radis	50.66 \pm 0,00	6.87%
Navet	398.32 \pm 0,00	54.07%
Total des glucosinolates	736.67 \pm 20	100%

4.5 Distribution les sujets (hyperthyroïdiens et sains) par les classes d'âge

Pour mieux comprendre la relation entre sexe et le taux du goitre, nous avons étudié la prévalence du trouble en fonction de sexe. La figure 7 montre la relation entre le sexe et les stades. Nous avons constaté que les pourcentages sont proches chez les deux sexes en les stades, et la situation d'hypothyroïdie n'est pas prise en compte. Les stades ne pas différents selon le sexe ($\chi^2_{1, 5}$, $p = 0.28$).

Cela signifie que la distribution sexuelle est la même chez les stades. mais, il y a ceux qui constatent que la proportion de femmes infectées est plus élevée que celle des hommes en raison de facteurs tels que la grossesse, l'accouchement et la ménopause (Borson et Caron, 2017) et la cause la plus fréquente de l'hyperthyroïdie chez les femmes est une condition auto-immune appelée maladie de Graves au cours de laquelle des anticorps ciblent la glande pour y stimuler la production hormonale (Bougnères et Chanson, 2002).

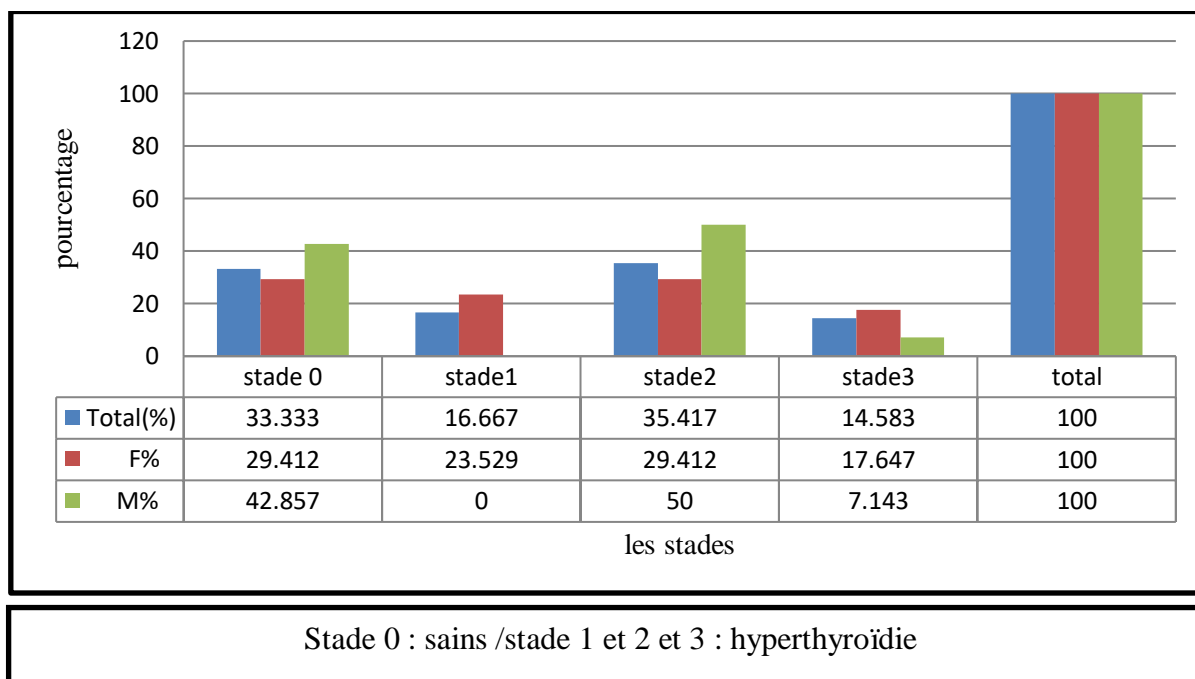


Figure 7: Distribution les stades (hyperthyroïdiens et sains) par sexe.

4.6 Moyenne de consommation glucosinolates par sexe, âge, état et stade

Glucosinolates est consommé par différentes catégories par la consommation de verts crucifères. Le tableau 5 représente le taux de consommation de glycosinolate selon le sexe, l'âge, l'état et le stade. Nous avons constaté que le taux de consommation chez les hommes et les femmes est le même selon la loi ($\chi^2_{1, 3}, p = 0.46$). Pour les âges, la catégorie la plus consommatrice sont les adultes âgés de 50 à 60 ans. Les moins consommés sont les jeunes (≤ 20) ($\chi^2_{1, 6}, p = 0.02$). Il n'y a pas de différence dans le taux de consommation lors de la comparaison des cas ($\chi^2_{1, 3}, p = 0,76$) signifie que les non-patients et l'hyperthyroïdie consomment à peu près les mêmes quantités. Dans différents stades, nous avons constaté qu'ils avaient consommé à peu près la même quantité ($\chi^2_{1, 5}, p = 0.52$).

Tableau 5: Moyenne de consommation de glucosinolates par sexe, âge, état et stade.

Les catégories	Moyenne (μ moles /semaines)	écartype
Total	353.92	166.446
HOMMES	365.279	162.279
FEMMES	326.256	179.256
≤ 20	189,035	176.446
20à30	366,067	165.91
30à40	330,813	162.631
40à50	290,08	161.029
50à60	444.676	108.24
60à70	434.606	174.429
Hyperthyroïdie	359.243	171.760
Sains	343.293	160.177
Stade 0	343.293	160.177
Stade 1	319.256	130.302
Stade 3	377.37	157.056
Stade 3	360.878	252.533

4.7 Distribution pour sexe selon les classes de consommation glucosinolates (μ moles /semaines)

Selon (Agudo *et al.*, 2008), les hommes sont trouvés à être plus consommateurs de verts croisés que les femmes. C'est ce que nous avons également trouvé dans nos résultats. La figure 8 montre que le sexe qui consomme le plus en grandes quantités (500 à 750 μ moles /semaines) est celui des hommes et le sexe qui consomme le plus en petites quantités (0;250 μ moles /semaines) est celui des femmes (V de carmes =0,20).

Selon l'étude de l'Université Cornell, les hommes mangent plus et significativement plus que les femmes pour diverses raisons, y compris leur grande taille, et ont donc besoin de plus de femmes et morphologie différents (site web1). C'est-à-dire que les quantités

des crucifères représente les glucosinolates consommés à par de hommes plus que les femmes.

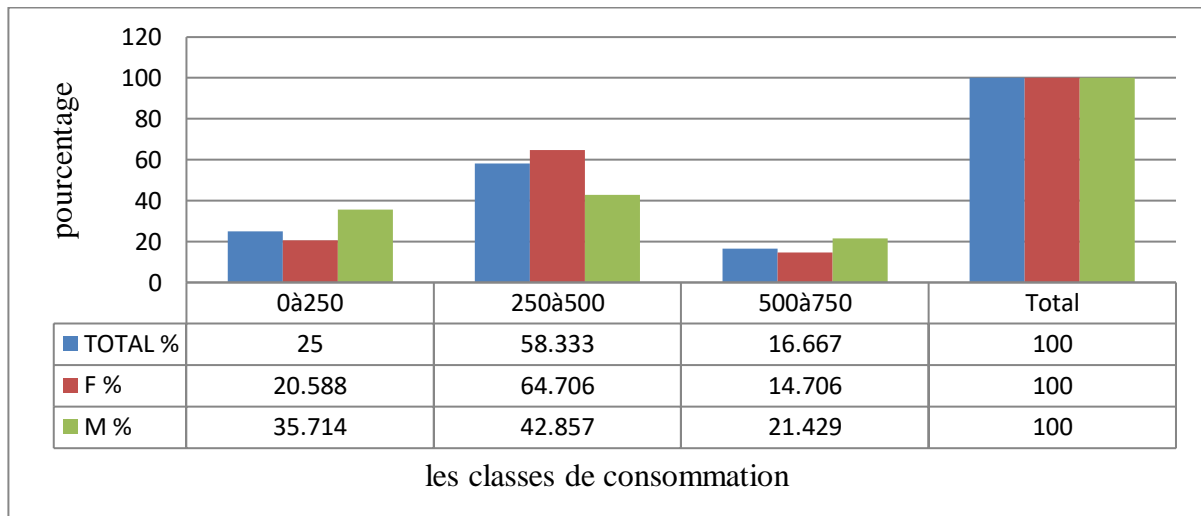


Figure 8: Distribution pour sexe selon les classes de consommation glucosinolates

4.8 Distribution pour âge selon les classes de consommation glucosinolates (μ moles /semaines)

La figure 9 montre la répartition par catégories de consommation selon l'âge, où nous trouvons la plus grande quantité consommée fortement par les adultes (60 à 70) où le ratio était de 37,5% ou pour la plus petite quantité consommée fortement par les jeunes (moins 20) (66,667%) ($V=0.20$).

Ce résultat correspond ceux (Jungo, 1999 ; Filloi, 2011), montrent le lien entre âge et consommation des crucifère est similaire. Révèle également un lien positif entre consommation de glucosinolate et l'âge parce que les adultes consomment des crucifère afin d'éviter de nombreuses maladies. ils ont tendance à manger de la restauration rapide et ont acquis une certaine indépendance dans leurs goûts ainsi que dans leurs habitudes alimentaires.

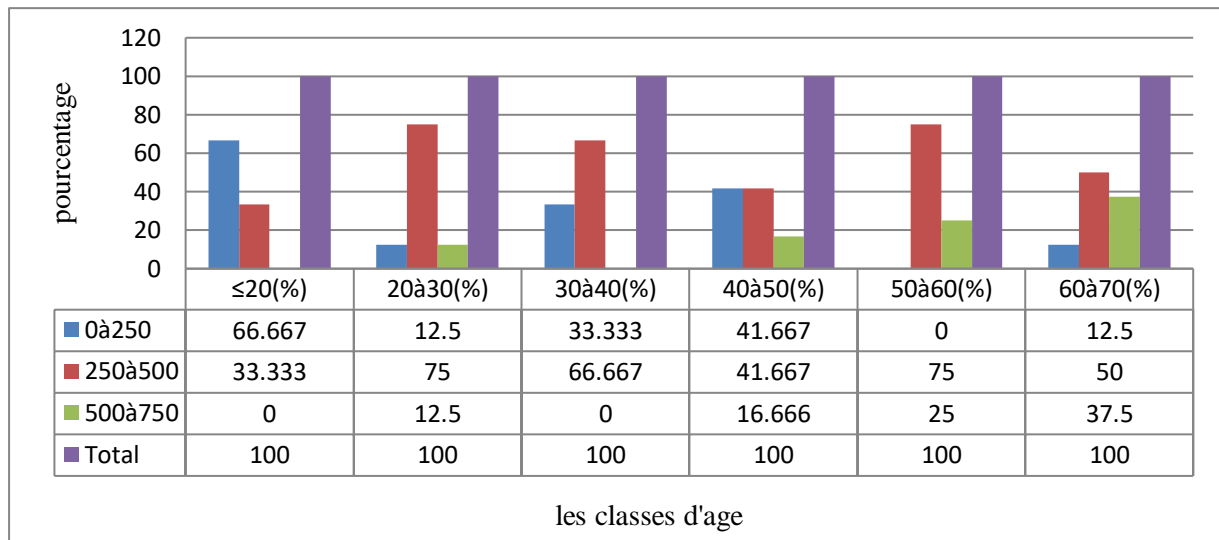


Figure 9 : Distribution pour âge selon les classes de consommation glucosinolates

4.9 Distribution pour l'état selon les classes de consommation glucosinolates (µmoles /semaines)

Dans la figure 10, qui représente la consommation de patients et de non-patients pour les 3 classes de consommateurs de glucosinolate, où il n'y a pas de différence de consommation entre eux dans chaque classe (V=0.082).

(Bordeaux et al., 1978) ont trouvé le contraire, c.-à-d que les patients consomment plus de glucosinolate en comparant l'analyse urinaire des patients et les sains . Ces grandes quantités sont les causes de maladies de la thyroïde où la thiocyanate, un produit de la dégradation du glucosinolate par la myrosinase, réduit l'absorption de la glande. Franwick a soutenu cela en disant que l'ion thiocyanate exerce son effet en rivalisant avec l'iode pour transférer la glande thyroïde et réduit ainsi l'absorption de l'iodure et la formation de l'hormone, et est maintenant connu pour être l'agent responsable de la glande thyroïde.

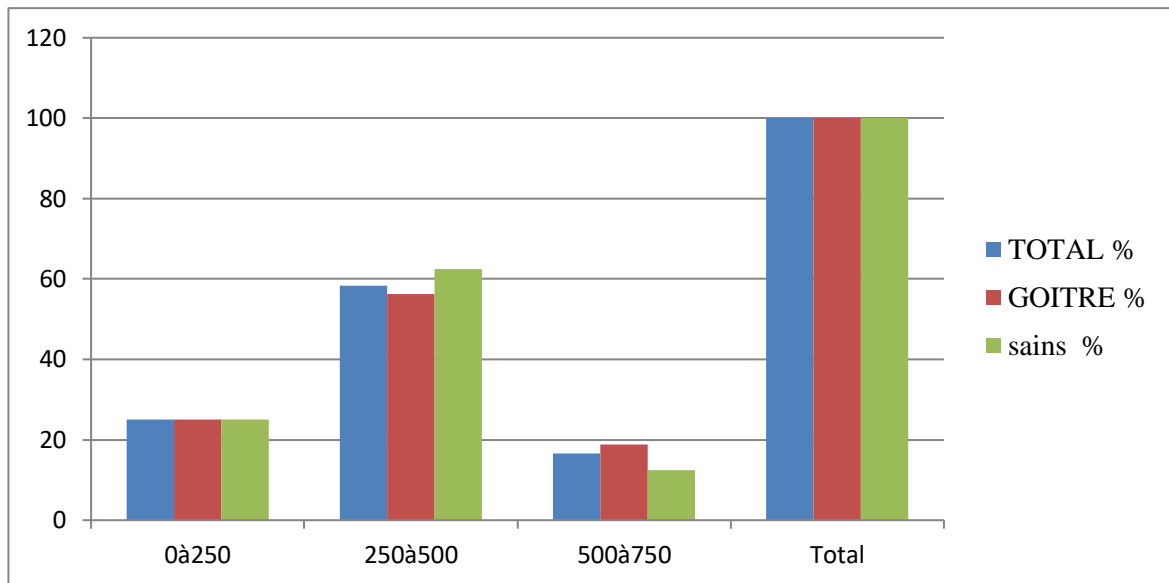


Figure 10 : Distribution pour l'état selon les classes de consommation glucosinolates.

4.10 Distribution pour stade selon les classes de consommation glucosinolates (µmoles /semaines)

La figure 11 représente la consommation des personnes à différents stades (stade 1, stade 2 et stade 3) pour les 3 groupes de consommateurs de glucosinolates. Nous avons constaté que le groupe qui ingère le plus (>500 mMol) est du stade 3 ($V=0.24$), où leur consommation de quantités a entraîné une aggravation de leur état de santé et cela a été confirmé par (Chandra, 2010), qui a déclaré que les produits de dégradation des glucosinolates entraînent le développement d'une maladie thyroïdienne. Selon (ISHIZUKI *et al.*, 1991), un faible taux circulant de T4 et de T3 stimule la sécrétion de TSH par l'hypophyse par un mécanisme de rétroaction et si cette condition se poursuit pendant une durée plus longue, une hypertrophie de la glande thyroïde se produit.

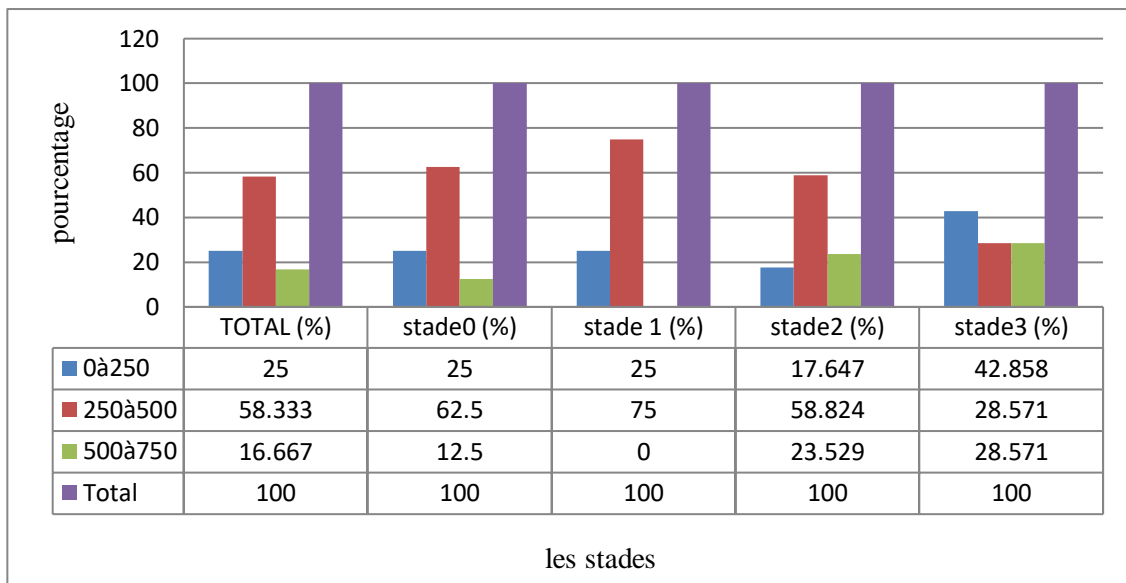


Figure 11 : Distribution pour stades selon les classes de consommation.

Conclusion

Conclusion

Les glucosinolates sont des produits naturels qui libèrent les thiocyanates que l'on trouve dans les légumes crucifères, choux chou-fleur, radis, navets.... La consommation de légumes crucifères fait partie des habitudes alimentaires courantes en Algérie.

Nous avons constaté dans notre étude que l'ingestion des glucosinolates et la fréquence de la maladie ne progressent pas dans le même sens ($V=0.082$) et que le goitre de stade 3 est positivement corrélé à la consommation de glucosinolates ($V=0.24$). Ces résultats montrent que le niveau de consommation de glucosinolates n'est pas associé à l'apparition de la maladie en général, mais tend plutôt à aggraver l'état des personnes déjà atteintes de goitre.

Ce travail mérite d'être suivi sur un échantillon plus important pour confirmer nos résultats.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

1. Borson-Chazot, F., & Caron, P. Thyroïde et grossesse. Médecine Clinique endocrinologie & diabète n.
2. Bougnères, P., & Chanson, P. (2002). Microchimérisme d'origine fœtale probable dans des échantillons de thyroïde chez des femmes: une étude cas-témoin. Médecine thérapeutique/Endocrinologie, 4(1).
3. Keita, M., Diango, D., Traoré, C., Kamaté, B., & Mohamed, A. A. (2007). Les goitres bénins en orl aspects épidémiologiques et anatomocliniques: Etude de 97 cas. Journal Tunisien d'ORL et de Chirurgie Cervico-Faciale, 18, 16-19.
4. Wiersinga, W. M. (1995). Subclinical hypothyroidism and hyperthyroidism. I. Prevalence and clinical relevance. The Netherlands journal of medicine, 46(4), 197-204.
5. Saïdou, A. (2022). Quelle prise en charge pour les gros goitres ? expérience de l'Hôpital National de Niamey. Journal De Chirurgie Et Spécialités Du Mali, 1(1), 1-7. Consulté à l'adresse <http://revues.ml/index.php/jcsm/article/view/2245>
6. Chen, S., & Andreasson, E. (2001). Update on glucosinolate metabolism and transport. Plant physiology and biochemistry, 39(9), 743-758.
7. Bones, A. M., & Rossiter, J. T. (1996). The myrosinase-glucosinolate system, its organisation and biochemistry. Physiologia Plantarum, 97(1), 194-208.
8. Agudo, A., Ibáñez, R., Amiano, P. et al. Consumption of cruciferous vegetables and glucosinolates in a Spanish adult population. Eur J Clin Nutr 62, 324-331 (2008). <https://doi.org/10.1038/sj.ejcn.1602750>
9. Agudo, A., Amiano, P., Barcos, A. et al. Dietary intake of vegetables and fruits among adults in five regions of Spain. Eur J Clin Nutr 53, 174-180 (1999). <https://doi.org/10.1038/sj.ejcn.1600694>.
10. Fillol, F., Dubuisson, C., Lafay, L., Dufour, A., Bertin, M., Touvier, M., ... & Lioret, S. (2011). Accounting for the multidimensional nature of the relationship between adult obesity and socio-economic status: the French second National Individual Survey on Food Consumption (INCA 2) dietary survey (2006-07). British journal of nutrition, 106(10), 1602-1608.
11. Koumaré, S., Soumaré, L., Sacko, O., Camara, M., Koïta, A., Keïta, S., ... & Sangaré, D. (2016). Prise en charge des goitres en chirurgie «A» du CHU du Point G. Mali Médical, 31(1).
12. Baye, M., Diedhiou, D., Dieng, P., Diop, S. N., Dour, M., Ka Cisse, M., ... & Sow, A. M. (2007). Les goitres nodulaires toxiques. Dakar miç ½d.
13. Podoba, J., & Langer, P. (Eds.). (1964). Naturally occurring goitrogens and thyroid function. Publishing House of the slovak Academy of Sciences.
14. Andaloussi, H. (2022, February 24). Comment fonctionne la variation de poids d'un article ? | Melba website: <https://melba.io/fr/help/variation-poids>.
15. Chandra, A. K. (2010). Goitrogen in food: cyanogenic and flavonoids containing plant foods in the development of goiter. In Bioactive foods in promoting health (pp. 691-

- 716). Academic Press.
16. Ishizuki, Y., Hirooka, Y., Murata, Y., & Togashi, K. (1991). The effects on the thyroid gland of soybeans administered experimentally in healthy subjects. *Nihon Naibunpi Gakkai Zasshi*, 67(5), 622-629.
 17. Bennett, R. N., Hick, A. J., Dawson, G. W., & Wallsgrove, R. M. (1995). Glucosinolate biosynthesis (further characterization of the aldoxime-forming microsomal monooxygenases in oilseed rape leaves). *Plant physiology*, 109(1), 299-305.
 18. Bhat R, Vyas D. Myrosinase: insights on structural, catalytic, regulatory, and environmental interactions. *Crit Rev Biotechnol*. 2019 Jun;39(4):508-523. doi: 10.1080/07388551.2019.1576024. Epub 2019 Apr 2. PMID: 30939944.
 19. Bischoff, K. L. (2021). Glucosinolates. In *Nutraceuticals* (pp. 903-909). Academic Press.
 20. Bones, A. M., & Rossiter, J. T. (1996). The myrosinase-glucosinolate system, its organisation and biochemistry. *Physiologia Plantarum*, 97(1), 194-208.
 21. Brown, P. D., Tokuhisa, J. G., Reichelt, M., & Gershenzon, J. (2003). Variation of glucosinolate accumulation among different organs and developmental stages of *Arabidopsis thaliana*. *Phytochemistry*, 62(3), 471-481.
 22. Castro-Torres, I. G., Castro-Torres, V. A., Hernández-Lozano, M., Naranjo-Rodríguez, E. B., & Domínguez-Ortiz, M. Á. (2020). Glucosinolates and metabolism. In *Glucosinolates: properties, recovery, and applications* (pp. 107-141). Academic Press.
 23. Cerniauskaite, D. (2010). Glucosinolates-myrosinase: synthèse de substrats naturels et artificiels, inhibiteurs et produits de transformation enzymatique (Doctoral dissertation, Université d'Orléans).
 24. Halkier, B. A., & Gershenzon, J. (2006). Biology and biochemistry of glucosinolates. *Annual review of plant biology*, 57(1), 303-333.
 25. Heaney, R. K., & Fenwick, G. R. (1995). Natural toxins and protective factors in Brassica species, including rapeseed. *Natural toxins*, 3(4), 233-237.
 26. Holst, B., & Fenwick, G. R. (2003). Glucosinolates.
 27. Melim, C., Lauro, M. R., Pires, I. M., Oliveira, P. J., & Cabral, C. (2022). The role of glucosinolates from cruciferous vegetables (Brassicaceae) in gastrointestinal cancers: from prevention to therapeutics. *Pharmaceutics*, 14(1), 190.
 28. Ouassou, M., El Amrani, A., & Mukhaimar, M. (2019). Mécanismes de biosynthèse et de régulation des glucosinolates. *Eur. Sci. J*, 15(3), 313.
 29. Ouassou, M., Mukhaimar, M., El Amrani, A., Kroymann, J., & Chauveau, O. (2019). Biosynthèse des glucosinolates indoliques et rôle écologique de leurs modifications secondaires. *Comptes Rendus Biologies*, 342(3-4), 58-80.
 30. Parchem, K., Piekarska, A., & Bartoszek, A. (2020). Enzymatic activities behind degradation of glucosinolates. In *Glucosinolates: Properties, Recovery, and Applications* (pp. 79-106). Academic Press.
 31. Piekarska, A., Kusznierevicz, B., Meller, M., Dzedziul, K., Namieśnik, J., &

- Bartoszek, A. (2013). Myrosinase activity in different plant samples; optimisation of measurement conditions for spectrophotometric and pH-stat methods. *Industrial Crops and Products*, 50, 58-67.
32. Possenti, M., Baima, S., Raffo, A., Durazzo, A., Giusti, A. M., & Natella, F. (2016). Glucosinolates.
33. Sang, J. P., Minchinton, I. R., Johnstone, P. K., & Truscott, R. J. W. (1984). Glucosinolate profiles in the seed, root and leaf tissue of cabbage, mustard, rapeseed, radish and swede. *Canadian Journal of Plant Science*, 64(1), 77-93.
34. Sønderby, I. E., Geu-Flores, F., & Halkier, B. A. (2010). Biosynthesis of glucosinolates—gene discovery and beyond. *Trends in plant science*, 15(5), 283-290.
35. Soundararajan, P., & Kim, J. S. (2018). Anti-carcinogenic glucosinolates in cruciferous vegetables and their antagonistic effects on prevention of cancers. *Molecules*, 23(11), 2983.
36. Tripathi, M. K., & Mishra, A. S. (2007). Glucosinolates in animal nutrition: A review. *Animal feed science and technology*, 132(1-2), 1-27.
37. Winde, I., & Wittstock, U. (2011). Insect herbivore counteradaptations to the plant glucosinolate–myrosinase system. *Phytochemistry*, 72(13), 1566-1575.
38. Wittstock, U., & Burow, M. (2010). Glucosinolate breakdown in Arabidopsis: mechanism, regulation and biological significance. *The arabidopsis book*, 8, e0134. <https://doi.org/10.1199/tab.0134>
39. Wittstock, U., Kurzbach, E., Herfurth, A. M., & Stauber, E. J. (2016). Glucosinolate breakdown. In *Advances in botanical research* (Vol. 80, pp. 125-169). Academic Press.
40. Site web
1 :https://www.google.com/search?q=glucosinolate&sxsrf=ALiCzsbS5UKg4kx9blCpw6gokxUtjWlvqQ:1655718081948&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=2ahUKEwi5IP3A3rv4AhUxiP0HHRJhCewQ_AUoAXoECAIQAw&biw=1366&bih=657&dpr=1#imgrc=LpG2yNhflDls3M

Annexes

Annexe 01 :

Enquête en vue de l'obtention

Du diplôme de master en biochimie appliquée

Ce questionnaire s'inscrit dans le cadre de la réalisation de notre mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du Diplôme de master en biochimie appliquée intitulé : thioglucoside : niveau d'ingestion et effet sur la santé

No :	Nom :	sexe : F/M
Age :		Lien :
Goitre : Hyperthyroïdie /hypothyroïdie		Stade :
Les aliments :	Quantité par jour :	Quantité par semaine:
chou		
chou-fleur		
radis		
moutarde		
navets		

Annexe 02 :

sujet	sex	age	goitre	stade	chou	chou-fleur	radis	navets	total
1	F	35	1	1	23	0	0	0	23
2	F	21	0		0	85,2	24,6	233,1	342,9
3	M	32	1	3	0	50	0	0	50
4	M	69	1	2	0	0	0	300	300
5	M	22	0		0	150	0	175	325
6	F	60	1	3	92	150	30	280	552
7	M	45	1	2	230	240	0	0	470
8	F	42	0		0	0	0	80	80
9	F	17	1	1	0	120	0	210	330
10	M	46	2		0	199,8	0	175	374,8
11	F	65	1	2	30,36	0	0	350	380,36
12	M	84	2		0	150	60	350	560
13	F	49	0		10,12	60	0	168	238,12
14	M	38	1	1	0	120	0	175	295
15	F	58	1	1	0	199,8	56	0	255,8
16	F	58	1	3	0	150	0	175	325
17	F	51	0		0	152,72	0	233,1	385,82
18	F	52	1	2	92	120	0	280	492
19	F	45	1	1	20	90	0	140	250
20	F	20	1	1	0	120	0	280	400
21	M	34	2		50	0	0	350	400
22	M	13	1	1	25	0	0	140	165
23	F	67	0		100	0	175	0	275
24	M	27	2		100	150	0	70	320
25	F	49	2		0	150	0	105	255
26	F	41	1	2	50	24	0	175	249
27	F	32	1	1	0	150	0	262,5	412,5
28	M	54	2		0	240	75	0	315
29	F	29	1	1	0	0	0	350	350
30	F	66	1	3	230	75	0	350	655
31	F	50	2		92	120	0	420	632
32	M	36	0		0	300	48	100	448
33	F	28	1	1	37,72	199,8	0	58,331	295,851
34	M	30	2		0	300	0	350	650

35	F	48	1	1	0	30	0	175	205
36	M	19	1	1	0	0	0	10	10
37	F	42	1	3	0	0	0	175	175
38	F	23	0		92	150	0	140	382
39	F	61	0		0	99,6	0	233,1	332,7
40	M	45	2		184	120	0	140	444
41	F	23	1	2	18,4	0	120	210	348,4
42	F	37	1	3	0	0	0	175	175
43	M	48	0		32,2	171	0	0	203,2
44	M	69	1	1	0	120	21	299,6	440,6
45	M	16	2		0	150	0	175	325
46	F	35	1	1	0	0	0	350	350
47	F	54	0		0	0	0	350	350
48	M	39	1	2	115	150	0	175	440
49	M	42	0		0	150	0	175	325
50	F	46	1	1	0	0	0	35	35
51	F	56	1	2	0	150	0	350	500
52	M	74	2		92	60	12	175	339
53	F	44	0		46	120	0	199,5	365,5
54	F	22	0		0	0	0	0	0
55	F	63	1	3	0	150	0	140	290
56	M	66	0		46	120	0	233,1	399,1
57	F	58	1	2	18,4	150	0	0	168,4
58	M	34	2		0	60	30	210	300
59	M	48	0		46	150	0	350	546
60	F	32	1	2	0	120	0	14	134

Annexe 03 :

sujet	chou(GSL)	chou- fleure(GSL)	radis(GSL)	navets(GSL)	total	goitre	stade
1	491,4114	0	0	0	491,4114	1	2
2	0	86,478	62,976	269,9298	419,3838	0	
3	0	50,75	0	0	50,75	1	3
4	0	0	0	347,4	347,4	1	2
5	0	152,25	0	202,65	354,9	0	
6	104,604	152,25	76,8	324,24	657,894	1	3
7	261,51	243,6	0	0	505,11	1	2
8	0	0	0	92,64	92,64	0	
9	0	121,8	0	243,18	364,98	1	1
10	0	202,797	0	202,65	405,447	2	
11	37,521	0	0	405,3	442,821	1	2
12	0	152,25	153,6	405,3	711,15	2	
13	11,37	60,9	0	194,544	266,814	0	
14	0	121,8	0	202,65	324,45	1	2
15	0	202,797	143,36	0	346,157	1	1
16	0	152,25	0	202,65	354,9	1	3
17	0	155,0108	0	269,9298	424,9406	0	
18	104,604	121,8	0	208,44	434,844	1	2
19	22,74	91,35	0	162,12	276,21	1	2
20	0	121,8	0	324,24	446,04	1	1
21	56,85	0	0	405,3	462,15	2	
22	28,425	0	0	162,12	190,545	1	2
23	113,7	0	448	0	561,7	0	
24	113,7	152,25	0	81,06	347,01	2	
25	0	152,25	0	121,59	273,84	2	
26	56,85	24,36	0	202,65	283,86	1	2
27	0	152,25	0	303,975	456,225	1	2
28	0	243,6	192	0	435,6	2	
29	0	0	0	405,3	405,3	1	1
30	261,51	76,125	0	405,3	742,935	1	3
31	104,604	121,8	0	486,36	712,764	2	
32	0	304,5	0	115,8	420,3	0	
33	42,2964	202,797	0	67,547298	312,640698	1	1
34	0	304,5	0	405,3	709,8	2	
35	0	30,45	0	202,65	233,1	1	1
36	0	0	0	11,58	11,58	1	2
37	0	0	0	202,65	202,65	1	3
38	104,604	152,25	0	162,12	418,974	0	
39	0	101,094	0	269,9298	371,0238	0	
40	209,208	121,8	0	162,12	493,128	2	
41	20,9208	0	307,2	243,18	571,3008	1	2
42	0	0	0	202,65	202,65	1	3
43	36,6114	173,565	0	0	210,1764	0	

44	0	121,8	53,76	346,9368	522,4968	1	2
45	0	152,25	0	0	152,25	2	
46	0	0	0	405,3	405,3	1	1
47	0	0	0	405,3	405,3	0	
48	130,755	152,25	0	202,65	485,655	1	2
49	0	152,25	0	202,65	354,9	0	
50	0	0	0	40,53	40,53	1	1
51	0	152,25	0	405,3	557,55	1	2
52	104,604	60,9	30,72	202,65	398,874	2	
53	52,302	121,8	0	231,021	405,123	0	
54	0	0	0	0	0	0	
55	0	152,25	0	162,12	314,37	1	3
56	52,302	121,8	0	0	174,102	0	
57	20,9208	152,25	0	202,65	375,8208	1	2
58	0	60,9	76,8	243,18	380,88	2	
59	52,302	152,25	0	405,3	609,852	0	
60	0	121,8	0	16,212	138,012	1	2

ملخص

الخضروات الصليبية هي مكونات شائعة في النظام الغذائي ولها آثار صحية مفيدة وربما ضارة. بسبب التحلل الإنزيمي، يشمل محتواه الجلوكوزينولات وهي منتجات طبيعية غنية بالكبريت تنتج، بعد التحلل بواسطة الثيوغلوكلوسيداز المسمى myrosinase، العديد من النواتج المختلفة (isothiocyanate و thiocyanate و nitrile)، تتمتع نواتج التحلل بالعديد من الخصائص البيولوجية. قد تتحلل بعض الجلوكوزينولات السامة إلى ثيوسيانات على التوالي وقد تقلل من إنتاج هرمون الغدة الدرقية وتسبب خللاً في وظائف الغدة الدرقية. هدفنا هو معرفة ما إذا كانت هذه المعلومات صحيحة وأن الجلوكوسينولات مسؤولة على الغدة الدرقية عن طريق الإجابة على الاستبيان من طرف المرضى حيث وجدنا أن استهلاك الجلوكوزينولات ليس له علاقة بمرض الغدة الدرقية.

الكلمات المفتاحية: كروسيفيرا ، جلوكوزينولات ، ميروسيناز ، ثيوغلوكلوسيداز ، ثيوسيانات الغدة الدرقية ، تضخم الغدة الدرقية.

Résumé:

Les légumes crucifères sont des ingrédients courants dans l'alimentation et ont des effets bénéfiques et potentiellement nocifs sur la santé. En raison de la dégradation enzymatique, son contenu comprend du glucosinolates et sont des produits naturels riches en soufre qui, après hydrolyse par thioglucosidases appelé myrosinase, produisent plusieurs produits différents (isothiocyanate, thiocyanate et nitrile), ces produits d'hydrolyse ont de nombreuses propriétés biologiques. Certaines glucosinolates toxiques peuvent se dégrader en thiocyanate respectivement et peuvent réduire la production d'hormones thyroïdiennes et provoquer un dysfonctionnement de la thyroïde. Notre objectif est de savoir si ces informations sont correctes et que les glucosinolates sont responsables de la glande thyroïde en répondant au questionnaire des patients, où nous avons constaté que la consommation de glucosinolates n'est pas liée à goitre mais est responsable de son développement.

Mots clé: Crucifères, Glucosinolate, Myrosinase, Thioglucosidases, Thiocyanate Thyroïde, Goitre.

Abstrat:

Cruciferous vegetables are common ingredients in the diet and have beneficial and potentially harmful effects on health. Due to enzymatic degradation, its contents include glucosinolates and are sulfur-rich natural products that, after hydrolysis by thioglucosidases called myrosinase, produce several different products (isothiocyanate, thiocyanate and nitrile), these hydrolysis products have many biological properties. Some toxic glucosinolates can degrade to thiocyanate respectively and can reduce thyroid hormone production and cause thyroid dysfunction. Our aim is to find out if this information is correct and that glucosinolates are responsible for thyroid gland by answering the patients' questionnaire, where we found that glucosinolate consumption is not related to goiter.

Key words: Cruciferous, Glucosinolate, Myrosinase, Thioglucosidases, Thiocyanate Thyroid, Goiter.