

République Algérienne Démocratique et Populaire

Université Abdelhamid Ibn Badis
Mostaganem
Faculté des Sciences de la
Nature et de la Vie



جامعة عبد الحميد ابن باديس
مستغانم
كلية علوم الطبيعة و الحياة

DEPARTEMENT DES SCIENCES ALIMENTAIRES
MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES

Présenté par :

M.MECHROUM Oussama

Mlle MEBREK Fatima

Pour l'obtention du diplôme de

MASTER EN SCIENCES AGRONOMIE

Spécialité : biotechnologie et valorisation des plantes

THÈME

*Caractérisation des polyphénol de déchets
fermentés de l'industrie de la tomate*

Devant les membres du jury

Présidente	M.benabdelmoumene Djilali	M.C.A.	U. Mostaganem
Examineur	M.dahmouni saide	M.A.A.	U. Mostaganem
Encadreur	Ben Gharbi Zineb	M.A.B.	U. Mostaganem
Co-encadreur	Bentahar Mohamed cherif	Dr	U. Mostaganem

Travail réalisé au Laboratoire de Recherche physiologie animale
et microbiologie appliquée

Année universitaire : 2022-2023

Remerciements

Au début et avant tout, le remerciement et louange à Dieu le tout puissant, de nous avoir donné le courage, la santé de finaliser ce travail

Au terme de ce travail, nous tenons à exprimer toute nos reconnaissances et notre profond respect à notre encadreur, « Bengherbi Zineb » qui nous a proposé le thème de ce mémoire, pour sa gentillesse, son engagement ses précieux conseils

J'adresse aussi mes remerciement a mon co-encadreur «Mr, Bentahar Mohamed »pour avoir accepte de diriger ce travail, pour leur très grand patience encouragements, orientation et leur conseil très précieux durant la réalisation de ce travail

Nos remerciements s'adressent à M. «Dahmouni Saïd» qui a fait l'honneur de nous orienter judicieusement par ces précieux conseils et son aide efficace dans réalisation de ce mémoire, et d'avoir accepté d'examiner ce travail.

Nous sommes honorés de la présence de M. «Ben abdelmoumene Djilali» qui par ses conseils judicieux et sa bonne humeur communicative nous a permis d'atteindre ces résultats, et d'avoir accepté d'e présider ce jury .

Je voudrais remercier également le membre du jury, pour avoir accepté d'examiner ce travail ; mes sincères reconnaissances et remerciements et mes respectueuses gratitude.

Enfin, Nos sentiments de reconnaissance et nos remerciements vont également à toutes les personnes qui ont contribués de près ou de loin à la réalisation de ce travail

Merci....



C'est grâce à Dieu « الله », le tout puissant qui m'a donné le courage et la volonté pour achever ce modeste travail que je dédie :

A mon Père et ma très chère Mère que nulle dédicace ne puisse exprimer mes sincères sentiments, pour leur patience illimitée, leur encouragement continu, leur aide, en témoignage de mon profond amour et respect pour leurs grands sacrifices

A mes très chères sœurs Djamila, Wahiba et Chaima, et à mon Frère Ahmed, qui m'ont aidé et donné le courage et Abdelkader

A ma très chère amie Amine, Amel et Asma

Je dédie aussi ce mémoire à mon binôme et frère Oussama, à tous mes collègues de la promo SNV et à Amina et Manel ...

A tous les enseignants qui m'ont suivies au long de mon cursus universitaires

A toute personne m'ayant aidé de près ou de loin

En fin à tous ceux et celles qui m'aiment

Fatima Zohra



Dédicace

*Avant tout nous remercions **Allah** tout puissant qui nous a donné
le courage, la volonté et la force pour accomplir ce travail. Merci de nous
avoir éclairé le chemin de la réussite.*

*Ce n'est que des lignes à écrire, que des simples paroles à dire
pour toi ma chère maman, mon cher papa : je vous remercie
énormément d'être toujours à mes coté, de votre soutien
sempiternel.*

*J'ai atteint ce stade là c'est grâce à vous mes parents bien
aimés.*

*Sans oublier mon binôme Fatima pour son soutien dans ce
projet*

*A tous les enseignants qui m'ont suivies au long de mon
cursus universitaires A tous mes collègues de la promotion
2023 BVP*

A toute personne m'ayant aidé de près ou de loin.

*A tous ceux qui ont contribué à la réalisation de ce modeste
travail*

Oussama

Résumé

L'utilisation des résidus issus de l'industrie agroalimentaire, en particulier les peaux de tomate, est considérée comme précieuse car elle ajoute de la valeur aux exploitations agricoles et aux unités de transformation tout en réduisant les coûts liés à l'élimination des déchets. Les peaux de tomate contiennent des antioxydants, et des études ont suggéré que la consommation de tomates et de leurs dérivés peut réduire le risque de certains types de cancer.

Des tests ont été réalisés sur les résidus de peau de tomate pour mesurer le pH, le contenu en polyphénols et l'activité antioxydant, montrant une grande qualité des peaux de tomate séchées. De plus, l'accent a été mis sur la fermentation des résidus de pulpe de tomate par des bactéries lactiques, ce qui a enrichi leur valeur nutritionnelle et ajouté des composés fonctionnels d'origine biologique, les rendant utiles dans l'alimentation animale. Les analyses chimiques ont révélé une concentration élevée de composés phénoliques, y compris les polyphénols totaux et les flavonoïdes, confirmant ainsi la puissance élevée des peaux de tomate en tant qu'antioxydants. L'efficacité antioxydant a été mesurée en utilisant le test DPPH, montrant un taux d'inhibition de 42,25 %. Enfin, l'accent a été mis sur le processus de fermentation pour réduire les composés indésirables, améliorer la digestibilité des produits et favoriser la santé humaine. Ce processus de fermentation peut être stimulé par l'ajout de cultures de départ spécifiques.

Mots clé : Fermentation, les bactéries lactiques, les déchets de la tomate

خلاصة:

استخدام المخلفات من صناعة المواد الغذائية وخاصة قشور الطماطم, تعتبر ثمينة لأنها تضيف قيمة للمزارع ووحدات المعالجة مع تقليل تكاليف التخلص من النفايات. تحتوي قشور الطماطم على مضادات الأكسدة ، وقد اقترحت الدراسات أن استهلاك الطماطم ومشتقاتها قد يقلل من خطر الإصابة بأنواع معينة من السرطان.

تم إجراء اختبارات على بقايا قشرة الطماطم لقياس الأس الهيدروجيني (PH) ومحتوى البوليفينول (polyphénols) والنشاط المضاد للأكسدة ، اثبتت الجودة العالية لقشور الطماطم المجففة. بالإضافة إلى ذلك ، تم التركيز على تخمير بقايا لب الطماطم بواسطة بكتيريا حمض اللاكتيك ، مما أثرى قيمتها الغذائية وأضاف مركبات وظيفية ذات أصل بيولوجي. جعلها مفيدة في علف الحيوانات. كشفت التحليلات الكيميائية عن تركيز عال من المركبات الفينولية ، بما في ذلك البوليفينول الكلي والفلافونويد (flavonoïdes) ، مما يؤكد الفعالية العالية لقشور الطماطم كمضادات للأكسدة. تم قياس فعالية مضادات الأكسدة باستخدام اختبار DPPH ، مما يدل على معدل تثبيط 42.25%. وأخيرًا ، تم التركيز على عملية التخمير لتقليل المركبات غير المرغوب فيها وتحسين هضم المنتج وتعزيز صحة الإنسان. يمكن تحفيز عملية التخمير هذه بإضافة ثقافات بداية محددة.

الكلمات المفتاحية: التخمير ، بكتيريا حمض اللاكتيك ، نفايات الطماطم

Abstract

The use of residues from the agree-food industry, in particular tomato skins, is considered valuable because it adds value to farms and processing units while reducing the costs associated with waste disposal. Tomato skins contain antioxidants, and studies have suggested that consumption of tomatoes and tomato derivatives may reduce the risk of certain types of cancer.

Tests have been carried out on tomato skin residues to measure pH, polyphenol content and antioxidant activity, showing the high quality of dried tomato skins. In addition, emphasis was placed on the fermentation of tomato pulp residues by lactic acid bacteria, which enriched their nutritional value and added functional compounds of biological origin, making them useful in animal feed. Chemical analysis revealed a high concentration of phenolic compounds, including total polyphenols and flavonoids, confirming the high potency of tomato skins as antioxidants. Antioxidant efficacy was measured using the DPPH assay, showing an inhibition rate of 42.25%. Finally, emphasis was placed on the fermentation process to reduce undesirable compounds, improve product digestibility and promote human health. This fermentation process can be stimulated by the addition of specific starter cultures.

Keywords: Fermentation, lactic acid bacteria, tomato waste

Liste des figures	Pages
Premières images de tomate publiées. (A) Image publiée par Dodoens en 1553. Tiré de Daunay et al. (2007), (B) Planche de tomate dessinée par Mattioli en 1590, édition Dioscorides, Almagne	5
Évolution de la production et la superficie nationale de tomate (FAO, 2018).	8
Évolution de rendement national de tomate (FAO, 2018)	9
La production de tomate par wilaya en 2016 (MADRP, 2019).	10
Déchets issus de la fabrication du concentré de la tomate H.N.Roja,K.B.Munishamanna,R.Veena and V.Palanimuthu.(2017)	10
Structure chimique du phénol (Sobiesiak, 2017)	15
Classification des polyphénols (Atta ; 2018)	16
Structure de base des flavonoïdes (Nacoulma, 2013 ; Toubal, 2018)	18
Structures des squelettes de base des flavonoïdes (Benhammou, 2011)	19
Effet biologique des polyphénols (Martion S.,Andrantsitohania R. ;2002)	23
Bactéries lactiques sous forme de bacilles(A),(B),bacilles arrondis (c) (Fessard ,2017).	39
Structure du radical DPPH• et sa réduction par l'antioxydant AH (Brand-Williams et al., 1995 in Chehrit 2016)	44
Aspect des bactéries lactiques sur milieu MRS (origine,2023)	45
Aspect des bactéries lactiques sur gélose MRS (origine,2023)	46
Observation de la souche sous microscope Optique(Gx100). (origine.2023)	47
flacon d'échantillons de déchet de tomate fermenté (origine 2023)	48
Un graphique représentant les variations du pH sur une période de 3 jours.	48
courbe d'étalonnage de l'acide gallique	50
Teneur en polyphénols totaux (en mg EAG/g MS) de déchets fermentée et déchet normal	50
courbe d'étalonnage de quercétine	52
Teneur en flavonoïdes (en mg EQ/g) dans les déchets F et déchets N	52
teneur en sucre total	53
la courbe d'IC50 de déchets fermenté	54

Liste des tableaux:

Tableau 1 : Composition des déchets de tomate (Colonna <i>et al</i> ; 1995)	11
Tableau2: Les différentes souches des bactéries lactiques (lactobacillus)	33
Tableau3 les résultats obtenus des analyses physico- chimiques (matière sèche, matière minérale ,pH)	36
Tableau4 : Résultats de l'observation microscopique	39

Liste des abréviations

- %** : pourcentage
- °C** : degrés Celsius
- µl** : microlitre.
- Ab** : Absorbance
- CHS** : Chalcone Synthéase
- CO₂** : Dioxyde de carbone
- DPPH** : Diphényle -2-Picryl- Hydroxylé
- g** : gramme
- G+C** : Teneur en guanine et cytosine.
- GRAS** : Generally Recognized As Safe.
- h** : heure.
- H** : potentiel d'hydrogène
- J** : jours
- LAB** : Lactic acid bacteria
- Lb.** : Lactobacillus
- Mg** : Milligramme
- Min** : Minute.
- ml** : millilitre.
- ml** : milliliter.
- MRS** : Gloss de Man, Ragusa, Sharpe
- MRS** : Man Ragusa Sharp
- n°** : number
- NaCl** : Chlorure de Sodium.
- NaOH**: Hydroxyde de Sodium
- PAL** : Phénylalanine aminométhyltransférase
- PBS** : Phosphate saline
- T°** : Température.
- UV** : Ultra-violet

Remerciements	
Dédicace	
Résumé	
ملخص	
Abstract	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Introduction.....	1

Synthèse bibliographique

Chapitre 01 : Généralité sur la tomate

1.Généralité sur la tomate	5
1.1 Origine et Historique :	5
1.2 Classification botanique.....	5
1.3 Classification génétique de la tomate.....	6
1.3.1 Variétés fixées.....	6
1.3.2 Variétés hybrides.....	7
1.3.3 Variétés les plus cultivées en Algérie	7
1.4 Description botanique de la tomate	7
1.5 Importance médicinale.....	8
1.6 Évolution la superficie et la production de tomate en Algérie.....	8
1.6.1 Le rendement national de tomate.....	9
1.6.2 Production de tomate par wilaya.....	9
1.7 Les déchets de tomates	10
1.7.1 Composition des déchets de tomate.....	10
1.7.2 Pulpes de tomate.....	10
1.7.3 Les graines de tomate	11
1.8 Utilisation des déchets	11
1.9 Alimentation.....	11

1.9.1 Alimentation du bétail.....	11
1.9.2 Alimentation humaine	12
1.9.3 Traitement de la diarrhée.....	12
1.10 Valorisation des sous-produits.....	12
1.10.1 Lycopène :.....	12
1.10.2 Fibres de tomate	12
1.10.3 Huile des graines de tomate	13
Chapitre 02 :polyphénols	
2.Polyphenols.....	15
2.1 Généralité.....	15
2.2 Classification.....	15
2.3 Polyphénols simples.....	17
2.3.1 Les acides phénoliques.....	17
2.4 Les flavonoïdes.....	18
2.5 Alcools phénoliques.....	19
2.6 Polyphénols complexes.....	19
2.7. Influence de l'environnement sur la synthèse des composés phénoliques.....	20
2.8. Rôles et propriétés des composés phénoliques.....	22
Chapitre 03 : bactéries lactiques	
3 .bactéries lactiques.....	25
3.1 Caractéristiques principales des bactéries lactiques.....	25
3.2 Historique des bactéries lactiques.....	26
3.2.1 Habitat.....	26
3.2.3Classifications :.....	27
3.2. Culture des bactéries lactiques.....	28

3.3.Utilisation des bactéries lactiques.....	28
3.4. Bactéries lactiques et santé humaine.....	28
3.5.Utilisation industrielle des bactéries lactiques.....	29
3.6. Intérêt des bactéries lactiques	29
3.6.1 Dans l'industrie alimentaire.....	29
3.6.2 Dans le domaine thérapeutique.....	30
3.7. La fermentation.....	30
3.7.1 Types de ferments lactiques.....	31
Étude expérimentale	
Méthodologie	
1. Objectif.....	34
2. Cadre de l'étude.....	34
3. Matériel végétale.....	34
3.1Préparation d'échantillon.....	34
3.2Détermination de la teneur en matière sèche (Afnor ; 1985).....	34
3.3Détermination de la teneur en matière minérale (Afnor ; 1985).....	35
3.4 Détermination du pH.....	35
4. Analyse microbiologie :	35
4.1Choix et origine des souches bactériennes testées.....	35
4.2 Revivification et vérification de la pureté des souches bactériennes.....	36
4.3 Fermentation des déchets de la tomate.....	37
5. Analyses biochimiques.....	37
5.1 Dosage des composés phénoliques totaux.....	37
5.2 Dosage des flavonoïdes totaux	37
5.3 Détermination des sucres totaux par le phénol sulfurique (Dubois et al, 1956).....	38

5.4 Évaluation du pouvoir anti radicalaire.....	38
Résultats et discussion	
1. Analyses physico-chimiques.....	40
1.1Détermination de la matière sèche.....	40
1.2Détermination de la matière minérale.....	41
1.3PH :	41
2. Les souches lactiques.....	42
2.1L'aspect macroscopique.....	42
2.2Aspect microscopique.....	43
3. Fermentation.....	44
4. Polyphénols totaux	46
5. Flavonoïdes totaux :	48
6. Sucre total :.....	50
7. Activité antioxydant (Dpph) :.....	51
8. Discussion :	52
Conclusion :	55
Référence bibliographique :	57
Annexes.....	69

Introduction :

Les fruits et légumes sont des sources essentielles de vitamines hydrosolubles (vitamine C et groupe B), phytonutriments, fibres et minéraux. De nombreuses études ont mis en évidence que leur consommation au fil du temps aide à prévenir les maladies chroniques comme l'hypertension, les maladies vasculaires et cardiaques (**Annalisa et al.**, 2020).

La tomate est un fruit polyvalent qui se consomme à la fois frais et transformés. C'est un ingrédient de base du régime méditerranéen, principalement en raison de ses propriétés bénéfiques. Il fournit de bons niveaux de fibres alimentaires et des quantités variables de tous les minéraux essentiels et Vitamines le contenu nutritionnel de la tomate dépend de facteurs biotiques et abiotiques. En outre, l'état physiologique de la plante, le niveau d'humidité et de salinité du substrat, la qualité et l'intensité de la lumière, le stade de maturation, la température, la présence de métaux lourds, le type de cultivar, les conditions après récolte et les conditions de transformation et d'entreposage influence la biosynthèse et les concentrations des substances présentes dans la tomate la consommation élevée de tomates fraîches et transformées confère à ce fruit Rôle de la source primaire de molécules antioxydants (acide ascorbique, vitamine E, caroténoïdes, Flavonoïdes, acides phénoliques) impliquées dans la prévention d'un large éventail de maladies. (**Bianchi et al.**, 2023)

Les principaux défis sont de changer la perception dominante des "déchets en tant que problème" en "déchets en tant que ressource" en recherchant de nouvelles utilisations dans divers domaines tels que l'industrie cosmétique, les produits pharmaceutiques, la bioénergie et la récupération d'ingrédients utiles pour améliorer et préserver les aliments (**Kumar et al.** 2017).

Plus de 130 millions de tonnes sont converties chaque année, dont environ huit millions de tonnes sont estimées être des déchets selon les estimations (**WPTC**, 2021). En fait, de grandes quantités de tomates produites sont impropres à la consommation fraîche en raison de leur couleur, de leur maturité ou de leur forme inacceptable, ce qui constitue une perte économique pour les producteurs et un impact environnemental négatif. En outre, de grandes quantités de pelures de tomates sont générées comme sous-produits de l'industrie de la conversion de la tomate. Par conséquent, le recyclage des déchets de tomates est aujourd'hui un élément essentiel des grands défis environnementaux et des utilisations alternatives (**Løvdaal et al.**, 2019).

La conservation des aliments par fermentation est une ancienne technologie largement pratiquée, offrant aux aliments des propriétés sensorielles améliorées, un profil nutritionnel amélioré, une durée de conservation plus longue et des améliorations en matière de sécurité alimentaire. L'exploitation des sous-produits gaspillés dans la production d'aliments fermentés en utilisant des bactéries lactiques (LAB) et d'autres micro-organismes a été largement répandue. **(Pereira et al.,2023)**

Le processus de fermentation permet de réduire les composés indésirables qui pourraient affecter le taux et l'étendue des bioconversions essentielles, d'augmenter la digestibilité du produit et de contribuer à améliorer la santé humaine. Le processus de fermentation peut se produire naturellement (fermentation naturelle) ou être déclenché en ajoutant des cultures de départ. La fermentation contrôlée avec l'ajout de souches sélectionnées, contrairement à la fermentation naturelle, est considérée comme avantageuse pour la production commerciale de produits à base de plantes fermentées. Avec cette approche, il est possible d'accélérer le processus de fermentation, de réduire le risque de modifications indésirables des propriétés organoleptiques des produits (telles que les saveurs indésirables) et de fournir des produits de qualité uniforme. Les méthodes traditionnelles de préservation des matières premières ont favorisé la sélection de lignées bactériennes spécifiques bien adaptées aux produits fermentés. Les bactéries lactiques (LAB) font partie de la microbiote des tomates, et de nombreux chercheurs ont exploré l'utilisation potentielle de souches bactériennes autochtones dans le processus de fermentation. La sélection de souches LAB pour la fermentation des tomates s'est également révélée essentielle pour développer des produits fermentés avec un profil volatil approprié, ce qui influence directement la saveur des produits. **(Pereira et al.,2023).**

Cette étude visait à développer un composant probiotique à partir de la fermentation contrôlée (en utilisant des cultures de LAB) des déchets des usines de tomates, ainsi qu'à étudier son activité antioxydante, sa teneur en polyphénols et flavonoïdes, une ressource sous-exploitée dans la production industrielle de tomates.

Synthèse bibliographique

Chapitre 01 : Généralités sur les tomates

GÉNÉRALITÉ SUR LA TOMATE

GÉNÉRALITÉ SUR LA TOMATE

1.1 Origine et Historique :

La tomate est une plante herbacée originaire des Andes, d'Amérique du Sud. Il a été introduit en Europe par les Espagnols au XVI^e siècle et dans le reste du monde au XIX^e siècle (**Koley**, 1976). Ensuite elle s'est propagée en Asie du Sud et de l'Est, en Afrique et en Moyen Orient (**Shankara et al.**, 2005).

Parmi les noms communs utilisés pour désigner la tomate : tomate (Français et espagnol), tomate (Espagnol Mexicain), pomodoro (Italien), tomate (Afrique de l'Ouest), tomate (Indonésien), faanke'e (Chinois).

Il fut d'abord cultivé et amélioré par les Indiens du Mexique sous le nom aztèque de "tomate" avant d'être ramené en Europe par les conquérants.

Étymologiquement, le mot tomate est une variante du mot inca Tomato et Lycopersicum, qui signifie « pêche au loup » en latin, un nom peu attrayant qui était populaire au XVIII^e siècle en raison des propriétés gustatives du légume auquel s'ajoute l'adjectif esculentum (**Naika et al.**, 2005)(Figure1)



Figure 1 : Premières images de tomate publiées. (A) Image publiée par Dodone en 1553. Tiré de Daun ay et al. (2007), (B) Planche de tomate dessinée par Mattéoli en 1590, édition Discoïdes, Al magne

1.2 Classification botanique

La tomate est une plante herbacée annuelle de la famille des solanacées au port buissonnant. Elle classe les halophytes selon différents critères liés aux aspects botaniques, à la composition génétique et au type de croissance (**Gallis et Bannerot**, 1992).

La tomate est une plante herbacée annuelle à port buissonnant appartenant à la famille des Solanacées. Elle est classée selon des critères différents liés à l'aspect botanique, la composition

GÉNÉRALITÉ SUR LA TOMATE

génétique et le type de croissance (**Gallis et Bannerot, 1992**) C'est une plante autogame, mais on peut avoir une proportion de fécondation croisée par laquelle la plante peut se comporter comme plante allogame (**Gallis et Bannerot, 1992**) et proposa la classification classique suivante :

- **Règne** : Plantae
- **Sous-règne** : Trachiobionta
- **Division** : Magnoliophyta
- **Classe** : Magnoliopsida
- **Sous-classe** : Astéride
- **Ordre** : Solanales
- **Famille** : Solanaceae
- **Genre** : Solanum

Ainsi, aucune classification n'est stable ; chacune peut toujours être affinée, voire modifiée, à la lumière de découvertes nouvelles ou d'interprétations différentes, pour cela le nom scientifique de la tomate présente plusieurs synonymes :

- Solanum lycopersicon Linné. 1753 ;
- Lycopersicon esculentum Mill Gardner . 1768 ;
- Lycopersicon pomumamoris Moench 1794 ;
- Lycopersicon lycopersicum Karst. 1882 (**Van Der Vossen et al, 2004**).

1.3 Classification génétique de la tomate

La tomate cultivée *Lycopersicon esculentum* est une espèce diploïde à $2n=24$ chromosomes, dans laquelle il existe de nombreux mutants monogéniques, dont certains sont très importants pour la sélection. C'est une plante autofécondée, mais on peut avoir un certain pourcentage de fertilisation croisée par lequel la plante peut se comporter comme un halophyte (**Gallis et Bannerot, 1992**). Selon la méthode de fertilisation, il existe deux types de variétés de tomates.

1.3.1 Variétés fixées

Il existe plus de cinq cents variétés (conservent les qualités parentales). Leurs fruits sont plus ou moins réguliers, sont sensibles aux maladies, mais donnent en général des fruits d'excellente qualité gustative (**Polese, 2007**).

1.3.2 Variétés hybrides

Les variétés hybrides sont plus nombreuses. Elles sont relativement récentes, puisqu'elles n'existent que depuis **1960 (Polese, 2007)**.

1.3.3 Variétés les plus cultivées en Algérie

S/S Multi chapelles et Tunnel : Panekra, Valouro, Kawa, Tofen, Tyerno, Timgad, Keylago, Agora, Zahra, ...

Plein champ : Zéralda, Halida

Tomate en grappe : Miracle Grappe (ITCMI, 2018)

1.4 Description botanique de la tomate

La racine de la tomate pivotante pousse jusqu'à une profondeur de 50 cm ou plus. La racine principale produit une haute densité de racines latérales et adventices. La tige présente un port de croissance entre érigé et prostré, elle pousse jusqu'à une longueur de 2 à 4 m, elle est pleine, fortement poilue et glandulaire. Les feuilles sont composées et velue. Elle répand une odeur caractéristique, due à la solanine, si on la froisse. Les folioles sont ovées à oblongues, couvertes de poils glandulaires (**Shankara et al. 2005**).

1.4.1 Système racinaire : La racine de la tomate pivotante pousse jusqu'à une profondeur de 50 cm ou plus. La racine principale produit une haute densité de racines latérales et adventives (**Naika et al., 2005**)

1.4.2 Tige : Le port de croissance varie entre ériger et prostré. La tige pousse jusqu'à une longueur de 2 à 4 m. La tige est pleine, fortement poilue et glandulaire (**Rahmouni, 2019**).

1.4.3 Feuillage : Les feuilles sont composées et velue. Elles répandent une odeur caractéristique, due à la solanine, si on les froisse. Les folioles sont ovées à oblongues, couvertes de poils glandulaires (**Shankara et al. 2005**)

1.4.4 Fleurs : bisexuées, régulières et entre 1,5 et 2 cm de diamètre. Elles poussent opposées aux - ou entre les feuilles. Le tube du calice est court et velu, les sépales sont persistants. En général il y a 6 pétales qui peuvent atteindre une longueur de 1 cm, qui sont jaunes et courbés lorsqu'elles sont mûres. Il y a 6 étamines et les anthères ont une couleur jaune vif et entourent le style qui a une extrémité stérile allongée. L'ovaire est supère avec entre 2 et 9 carpelles. En Synthèse bibliographique 5 générale, la plante est autogame, mais la fécondation croisée peut avoir lieu. Les abeilles et les bourdons sont les principaux pollinisateurs.

1.4.5 Fruit : Baie charnue, de forme globulaire ou aplatie avec un diamètre de 2 à 15 cm. Lorsqu'il n'est pas encore mûr, le fruit est vert et poilu. La couleur des fruits mûrs varie du jaune au rouge en passant par l'orange. En général les fruits sont ronds et réguliers ou côtelés.

GÉNÉRALITÉ SUR LA TOMATE

Graine : nombreuses, en forme de rein ou de poire. Elles sont poilues, beiges, 3 à 5 mm de long et 2 à 4 mm de large. L'embryon est enroulé dans l'albumen. 1000 graines pèsent approximativement 2,5 à 3,5 g (Rahmouni, 2019)

1.4.6 Graines : Les graines sont nombreuses, en forme de rein ou de poire. Elles sont poilues, beiges, 3 à 5 mm de long et 2 à 4 mm de large. L'embryon est enroulé dans l'albumen. 1000 graines pèsent approximativement 2,5 à 3,5 g (Shankara *et al.*, 2005)

1.5 Importance médicinale

La tomate aurait une utilisation traditionnelle de phytothérapie notamment grâce à sa teneur en pigments caroténoïdes antioxydants, et plus particulièrement en lycopène, connu pour ses propriétés anticancéreuses et de prévention contre les maladies cardiovasculaires, en particulier. Il est à noter que ce lycopène est plus facilement assimilé par la consommation de tomates cuites (FAO, 2020)

1.6 Évolution la superficie et la production de tomate en Algérie

En 2017, la croissance de la production mondiale dépasse de 182 million de tonnes de fruits frais sur une superficie croissante jusqu'à 5 million d'hectares. Selon les sources statistiques de la (FAO, 2018), l'évolution de la production et la superficie nationale qui consacrés pour la culture de tomate au cours des années 1987-2017 est présentée dans la (figure2) suivante :

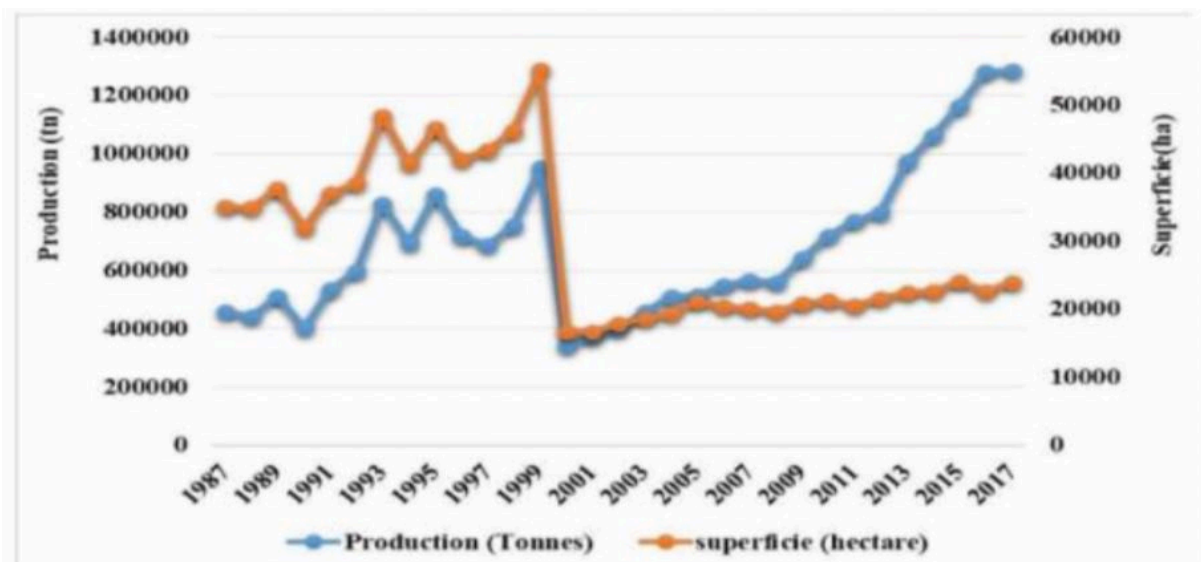


Figure 2 : Évolution de la production et la superficie nationale de tomate (FAO, 2018).

En 1987, la production de tomates augmente progressivement après l'application de loi n° 83-18 du 13 août 1983 relative à l'accession à la propriété foncière agricole (APFA). Avant 2000,

GÉNÉRALITÉ SUR LA TOMATE

la production de tomates était faible par rapport à la superficie, mais depuis les années 2000, la production de la tomate a amorcé une nouvelle phase de croissance, pendant la mise en œuvre du plan national du développement agricole (PNDA), depuis l'an 2000. Elle dépasse 1,2 million de tonnes en 2017. Au cours de ces 17 dernières années, la production de la tomate a augmenté entre 2000 et 2017 avec un taux de croissance de 276,71%.(FAO, 2018)

1.6.1 Le rendement national de tomate

En Algérie le rendement de tomate n'a pas connu une forte augmentation, entre 1987 et 2000. À partir de l'année 2000, nous constatons une augmentation jusqu'à l'année 2017. En 2017 le rendement de tomate dépasse 53 tonnes/hectare. (FAO,2018) (Figure3)

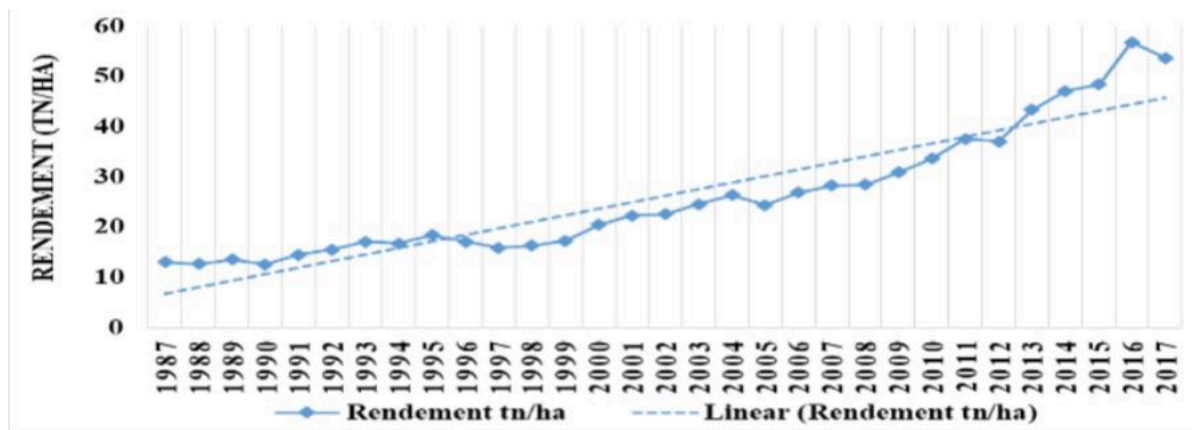


Figure3 : Évolution de rendement national de tomate (FAO, 2018)

1.6.2 Production de tomate par wilaya

La wilaya de Biskra vient en tête des 12 wilayas productives de tomate avec une production plus de 3 millions de quintaux, El-Oued est la secondaire région productrice avec une production plus de 1 million de quintaux et la troisième région est Mostaganem avec une production de 939128 de quintaux .Suivie de Tipaza avec une production de 848514 de quintaux. (MADRP, 2019) (Figure4)

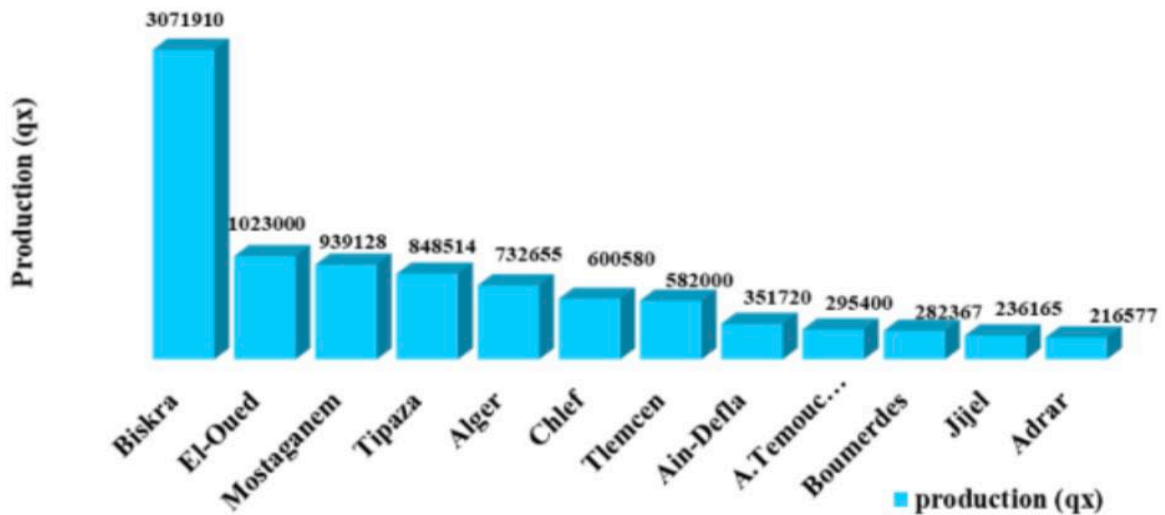


Figure 4 : La production de tomate par wilaya en 2016 (MADRP, 2019).

1.7 Les déchets de tomates

La transformation commerciale des tomates en jus de tomates, purées et/ou pâtes à tartiner génère de grandes quantités de déchets provenant de l'eau courante, du lavage, du tri sur table, des d'épulpateurs et des équipements de nettoyage (Sogi *et al.*, 2003). Les déchets de tomates constituent environ 10 à 30 % en poids de fruits frais (King et Zeidler, 2004) ; ils sont constitués de 33 % de pépins, 27 % de peau et 40 % de pulpe, des tomates vertes crues parfois mélangées à des feuilles. Les déchets de tomates séchées se composent de 44 % de graines et des 56 % restants de peau et de pulpe (Sogi et Bawa, 1998). Les déchets de tomates sont facilement séchés au soleil à l'extérieur (Katapodis *et al.*, 2006). Cependant, pour les applications alimentaires, un séchage immédiat est nécessaire pour réduire (Figure5)



Figure05 : Déchets issus de la fabrication du concentré de la tomate
H.N.Roja, K.B.Munishamanna, R.Veena and V.Palanimuthu. (2017)

GÉNÉRALITÉ SUR LA TOMATE

1.7.1 Composition des déchets de tomate

Les déchets de tomates constituent environ 10 à 30 % en poids de fruits frais (**King et Zeidler, 2004**) ; ils sont constitués de 33 % de pépins, 27 % de peau et 40 % de pulpe avec des tomates vertes crues parfois mélangées à des feuilles. Les déchets de tomates séchées contiennent 44 % de graines et les 56 % restants de peau et de pulpe (**FAO.2019**)

1.7.2 Pulpes de tomate

Ce résidu ne réagit pas bien et reste disponible pendant l'été (août-octobre). L'analyse composite de la paroi a montré une teneur élevée en cellulose brute et en lignine à 24,65 % de MS et 5 % de pectine (**Cotte, 2020**) La composition en acides aminés des protéines est proche de celle de la farine de soja, ce qui fait de la pulpe de tomate l'un des aliments à valeur protéique importante pour les ruminants. Par conséquent, la pulpe de tomate est une source raisonnable de vitamines B1, B2 et de vitamine A (**Aghajanzadeh-Golshani et al., 2010**).

1.7.3 Les graines de tomate

Les graines sont une excellente source de nutriments riches tels que les caroténoïdes, les glucides, les fibres et les protéines, avec un profil d'acides aminés similaire à celui du soja ou des graines de tournesol. La teneur en huile des graines de tomate est assez élevée, allant de 18% à 27% en poids (**Apria, 1969**). - Graines entourées de mucilage de tégument gélatinisé (**Polese, 2007**) Les graines sont nombreuses, réniformes ou piriformes (Tableau 1) ce sont des embryons poilus, beiges, de 3 à 5 mm de long et de 2 à 4 mm de large enroulés dans du blanc d'œuf. 1000 graines pèsent environ 2,5 à 3,5 grammes (**Shankara et al., 2005**). Les graines contiennent environ 40% de protéines. Par conséquent, les graines de tomates sont conseillées comme source de protéines dans les applications alimentaires pour l'homme (**Al-Wandawi Rahman et al., 2020**) (Tableau 1)

Tableau 1 : Composition des déchets de tomate (Colonna *et al* ; 1995)

	Protéines	Matière grasse
Graine 24,5% 28,1%	24,5%	28,1%
Peaux	10%	3,6%

1.7.4 Les pelures

La peau de tomate est constituée d'un hypoderme, d'un épiderme, et d'une cuticule. Concernant les tomates, récoltées généralement à un stade de maturité assez avancé, les Peaux sont donc

GÉNÉRALITÉ SUR LA TOMATE

essentiellement constituées de cellules à parois lignifiées (15 à 35 de Lignine). Elles sont recouvertes d'une cuticule constituée de produit d'excrétions lipidiques.

Désignées globalement sous le terme de cires ou de cutine. À l'instar de la lignine, les Constituants de la cuticule des tomates sont donc susceptibles de diminuer la digestibilité. Des sous- produits, notamment celle de la matière organique (**Cotte, 2000**).

1.8 Utilisation des déchets

Les sous-produits de l'industrie de la tomate sont peu ou pas utilisés (utilisation Directe). Ils sont soit détruits, soit revendus pour l'alimentation animale. Pour maximiser Ses profits, les déchets de tomates peuvent servir à de nombreuses utilisations. (**Bou khalfa , 2010**)

1.9 Alimentation

1.9.1 Alimentation du bétail

Les déchets de tomates sont principalement utilisés pour nourrir le bétail, en particulier les ovins et les bovins grâce à sa teneur élevée en fibres et grâce à la capacité des animaux à digérer ces fibres. Leur utilisation a également été évaluée pour l'alimentation des volailles, des vaches laitières, des chèvres et des moutons (**Denek et al., 2020**).

1.9.2 Alimentation humaine

Par ailleurs, les déchets de tomates peuvent représenter une source intéressante de Fibres pour la consommation humaine (**Alvarado et al., 2001**). Les graines contiennent environ 40% de protéines. Par conséquent, les graines de tomates sont conseillées comme source de protéines dans les applications alimentaires pour l'homme (**Al-Wandawi Rahman et al., 2020**).

1.10 Traitement de la diarrhée

Ont déterminé l'action pharmacologique spécifique des déchets de tomates sur l'intestin comme un recours efficace dans le traitement de nombreux types de diarrhées chez des sujets. (**Lester et Morrison, 1940**)

1.11 Valorisation des sous-produits

Un sous-produit est un produit résidu qui apparait durant la fabrication d'un produit fini. Il est non intentionnel et non prévisible, et est accidentel. Il peut être utilisé directement ou bien

GÉNÉRALITÉ SUR LA TOMATE

constituer un ingrédient d'un autre processus de production en vue de la fabrication d'un autre produit fini. (Ademe, 2020).

Le recyclage est la valorisation des déchets ou sous-produits alimentaires industriels dans le but de les remettre sur le marché en tant que nouvelles matières premières ou produits. (A.D.E.M.E, 2019) La transformation commerciale du jus, de la pâte et/ou du concentré de tomates génère de grandes quantités de déchets provenant des cours d'eau, du lavage, du tri sur banc, de l'affinage et du nettoyage des équipements (Sogi *et al.*, 2003).

1.11.1 Lycopène :

Le lycopène a un effet antioxydant et protège contre les maladies dégénératives. Il diminue le risque de maladie cardiovasculaire et de Cancer. Il a un effet stimulateur de l'immunité et soutient la santé des peaux et la protège contre les dangers des UV (Elvira *et al.*, 2006)

1.11.2 Fibres de tomate

Ces fibres présentent plusieurs effets métaboliques sont : (Elvira *et al.*, 2006)

- Effet positif lors des mécanismes de mastication
- Réduire la contribution énergétique des aliments, le taux de glycémie et le
- taux de cholestérol
- Stimuler la digestion

1.11.3 Huile des graines de tomate

Les résidus de tomate sont en quasi-totalité concentrés dans les graines, ces dernières contiennent environ 20% d'huile, dont 14.6 à 30.4% de la MS de graines. L'huile de graine de tomates a également été utilisée dans les produits cosmétiques tels que le savon, les lubrifiants, les peintures et les industries de vernis. Cette huile a un effet protecteur du système vasculaire, adoucissant et calmant sur la peau. (Elvira *et al.*, 2006).

Chapitre 02 : LES POLYPHENOLS

2-LES POLYPHENOLS

2.1 Généralité

Les composés phénoliques ou les polyphénols (Figure10) sont des métabolites secondaires largement répandus dans le règne végétal étant trouvé dans tous les fruits et les légumes. Ces Composés sont présents dans toutes les parties des plantes, mais avec une répartition quantitative qui varie entre les différents tissus. (Waksmundzka-Hajnos. et Sherma, J. 2011)

Ils participent aussi aux réactions de défense face à différents stress biotiques (agents pathogènes, blessures, symbiose) abiotiques (lumière, rayonnements ultraviolets, faible température, carences). Ces composés contribuent à la qualité organoleptique des aliments issus des végétaux (couleur, astringence, arôme). (Boubekri, 2014).

Structurellement, les composés phénoliques comprennent un ou plusieurs cycles aromatiques, portant un ou plusieurs groupements hydroxyles (-OH), et vont de simples molécules phénoliques à des composés hautement polymérisés. La plupart des composés phénoliques D'origine naturelle sont présents sous formes conjuguées ; des mono- et des polysaccharides liés à un ou plusieurs groupes phénoliques (Molino *et al.*, 2016)

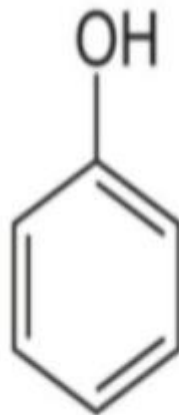


Figure 06 : Structure chimique du phénol (Sobiesiak, 2017)

2.2 Classification

Le terme composé phénolique couvre une très grande variété de molécules chimiques actuellement, près de 8000 polyphénols ont été identifiés dans le règne végétal. Ces molécules ont été classées selon la structure de leur squelette carboné : les acides phénoliques comprenant les acides hydroxy benzoïques et hydroxy cinnamiques , les flavonoïdes regroupant les

LES POLYPHENOLS

flavones, les isoflavones, les flavonols, les flavones, les flavanols, les Chalcones/di hydro chalcones, les anthocyanes, et les pro-anthocyanidines ; les Stilbènes, et les lignanes (Figure 11) (Pop *et al.*, 2021).

Bien que les polyphénols soient décrits chimiquement comme des composés ayant des propriétés structurales phénoliques, ce groupe de produits naturels est très diversifié et contient divers sous-ensembles de composés. (Tsao, 2010). Trois grandes classes sont distinguées et suscitent un intérêt particulier grâce à leurs propriétés fortes intéressantes dans les domaines agroalimentaire, et pharmaceutique, à savoir les acides phénoliques, les flavonoïdes et les tanins condensés

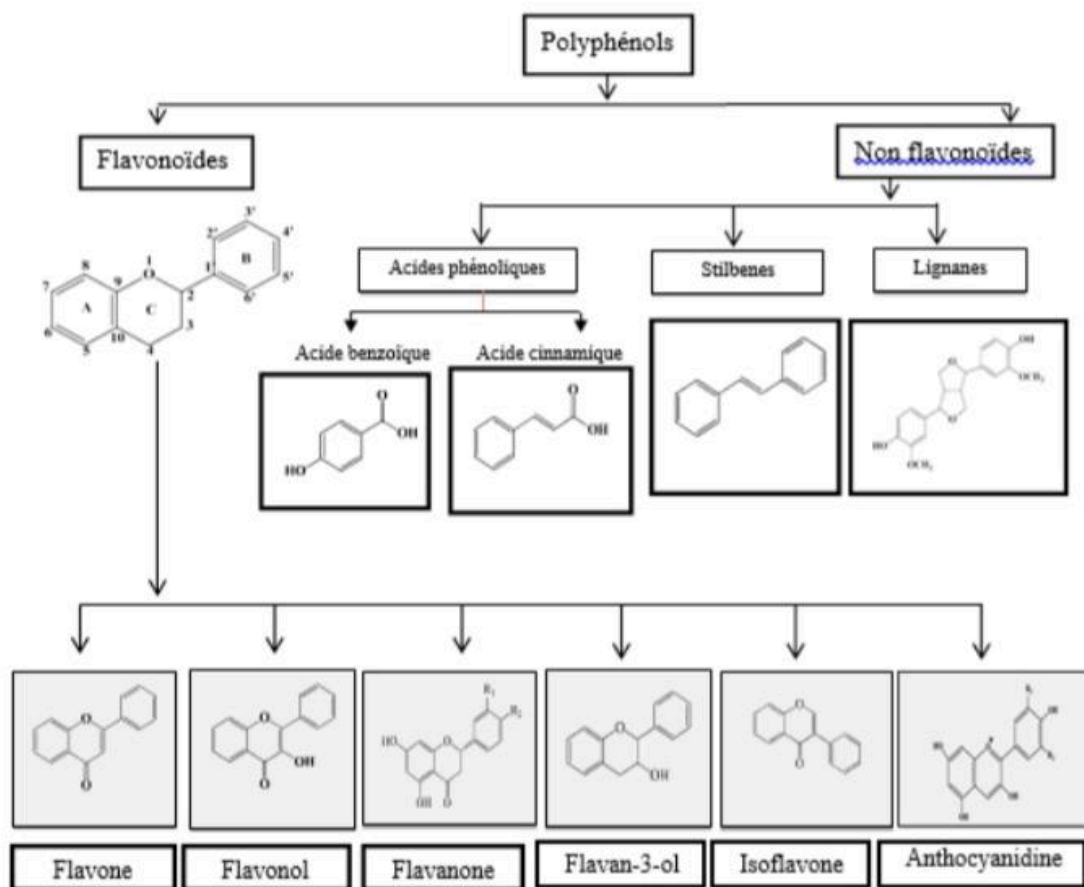


Figure 07: Classification des polyphénols (Atta ; 2018)

2.2.1 Polyphénols simples

2.2.1.1 Les acides phénoliques

Les acides phénoliques sont des composés photochimiques avec au moins un groupe carboxyle et hydroxyle phénolique (**Chanforan**, 2010). Ils sont nécessaires pour Les fonctions naturelles des plantes et Ses propriétés sensorielles et de prévention du stress oxydatif (**Kawsar et al.**, 2008 ; **Challacombe et al.**, 2012). Ces composés se trouvent principalement sous la forme d'acides hydroxy benzoïques et Un acide hydroxy cinnamique qui peut se présenter sous sa forme libre ou conjuguée (**Martins et al.**, 2011 ; **Garrido et Borges**, 2013).

a) Les acides hydroxy benzoïques

Ce sont des dérivés de l'acide benzoïque, ayant une structure basique générale du type (C6-C1) (Tableau 04). On le trouve principalement sous forme d'esters ou de glycoside (**Sarni-Manchado et Cheynier**, 2006

b) Les acides hydroxy cinnamiques

C'est un dérivé de l'acide cinnamique avec une structure de base générale C6-C3 (Tableau5). On le trouve souvent sous forme combinée avec des molécules organiques. Notes Catalyse d'hydroxylation et de méthylation du cycle benzénique sur une réaction chimique Important de ces molécules, par exemple l'acide caféique, l'acide férulique, l'acide coumarique et cinnamique

2.2.1.2 Les flavonoïdes

Les flavonoïdes sont la classe la plus représentative des composés phénoliques (Figure8). Largement distribué dans les feuilles, les fruits, les graines, l'écorce et d'autres parties des plantes, c'est presque un pigment végétal omniprésent. Ils sont également impliqués dans les processus de défense contre les rayonnements UV (ultraviolets), les herbivores, les micro-organismes, les attracteurs de pollinisateurs, et la signalisation et la communication (interactions légumineuses/rhizobiums), certains ont des propriétés anti-inflammatoires et antivirales et sont bien connus.

Les flavonoïdes peuvent être subdivisés en plusieurs classes dont les plus importantes sont est : les flavones, les isoflavonediols, les flavanols, les flavonediols, les aurones, les chalcones Les anthocyanes ont toutes le même squelette de base, avec 15 atomes de carbone (Figure 12), qui sont arrangés dans la configuration (C6-C3-C6) du diphenylpropane (**Nacoulma**, 2013 ; **Toubal**, 2018) (Figure13)

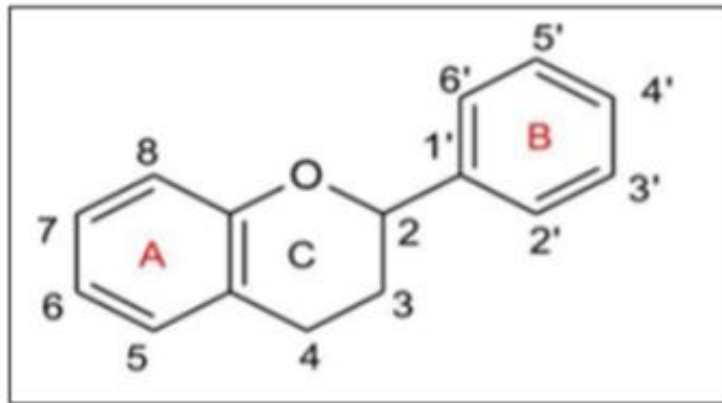


Figure 08 : Structure de base des flavonoïdes (Nacoulma, 2013 ; Toubal, 2018)

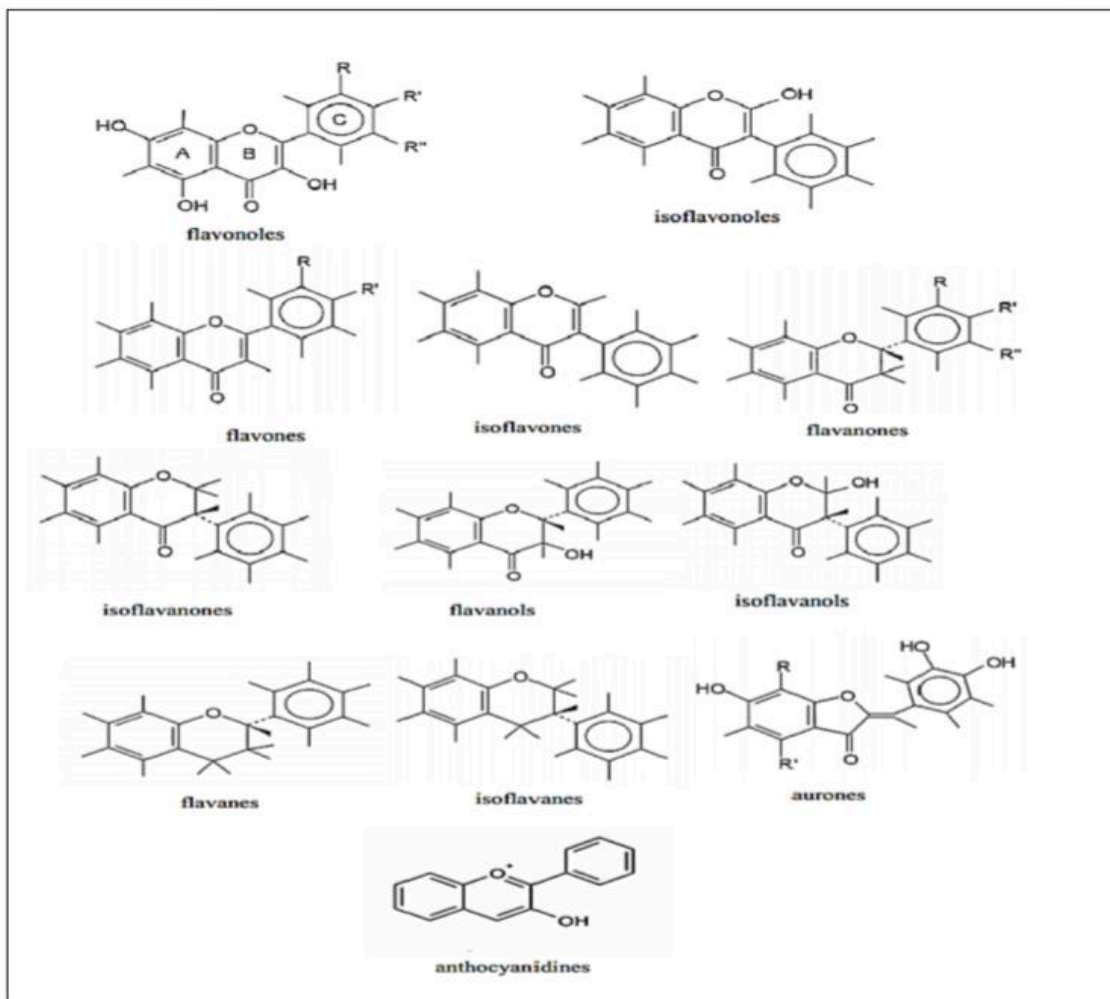


Figure 09: Structures des squelettes de base des flavonoïdes (Benhammou, 2011)

2.2.1.3 Alcools phénoliques

Un alcool phénolique est un composé organique possédant au moins un alcool aliphatique et un hydroxyle phénolique (Achat. S, 2013)

Le tyrosol (4-hydroxyphenylethanol) et l'hydroxy tyrosol (3,4-dihydroxyphenylethanol) sont les deux principaux alcools phénoliques. On les trouve principalement dans l'huile d'olive et dans les vins rouges (D'alessandro .LG, 2013)

2.2.2 Polyphénols complexes

2.2.2.1 Les tannins : Les tanins sont des substances d'origine organique que l'on trouve dans pratiquement tous les végétaux, et dans toutes leurs parties (écorces, racines, feuilles, etc.), caractérisées par leur astringence (sensation de dessèchement en bouche) (Messai .L, 2011)

Les tanins sont divisés en deux groupes :

a) Tanins hydrolysables

Ils sont divisés en deux sous-classes : les gallo tannins et les ellagitannins). Leurs noms proviennent du fait que leur hydrolyse à haute température ou en présence de tannase produit respectivement de l'acide gallique et de l'acide ellagique. Les tannins hydrolysables possèdent un noyau polyol (dans la plupart des cas le D-gluco pyranose mais le D-hamamélis, l'acide Shiki Mique ou l'acide quinique existent également) dont les fonctions hydroxyles sont estérifiées par des unités d'acide gallique (galloyles) (Malik. G, 2009.)

b) Les tanins condensés

Les tanins condensés, appelés pro anthocyanidines ou proxy andines, sont des polyphénols de masse molaire moléculaire élevée. Ils résultent de la polymérisation auto oxydative ou enzymatique des unités de flavan-3-ol et/ou de flavan-3,4- diol liées majoritairement par les liaisons C4-C8 (parfois C4-C6) des unités adjacentes, et se nomment ainsi pro anthocyanidines de type B (Kone. D, 2009)

2.3 Composés phénoliques de la tomate

Le fruit de la tomate renferme de nombreux métabolites, dont plusieurs dizaines

De polyphénols. L'équipe de (Mocco 2006) a effectué un important travail de détermination de ces composés par spectrométrie de masse. Ils ont par la suite complété leur étude en apportant des données de répartition des composés dans le fruit en tenant compte du stade de maturation du fruit (Moco *et al*, 2007).

En effet la composition phénolique des fruits de tomates évolue avec la maturation du fruit (Fleuriet et Macheix, 1981 ; Gautier *et al*, 2008), et elle varie également quantitativement et qualitativement suivant les cultivars étudiés, les tomates cerises étant généralement les plus

riches (**Raffo et al**, 2002). Les flavonoïdes sont majoritairement trouvés sur la partie externe du fruit (peau et péricarpe), et les principaux composés détectés sont la narin génine chalcone et des glucosides de la naringénine, des formes glycosides de la quercétine comme la rutine, et des dérivés glycosides du keampférol, les formes aglycones n'étant détectées qu'après hydrolyse. Cependant les feuilles renferment des quantités importantes de polyphénols totaux (**Stout et al**, 1998). L'acide chlorogénique et la rutine semblent être les composés les plus abondants (**Wilkens R T et al**, 1996).

2.4 Influence de l'environnement sur la synthèse des composés phénoliques

Les composés phénoliques interviennent dans de nombreux phénomènes pour permettre à la plante de s'adapter à son milieu (**Macheix et al**, 2005).

2.4.1 La lumière

La lumière agit de façon quantitative et qualitative et est corrélée à une augmentation des teneurs en composés phénoliques et plus particulièrement de flavonoïdes dans les tissus (**Macheix et al**, 2005).

L'activité de certaines enzymes de la voie de biosynthèse des polyphénols est stimulée par la lumière, c'est le cas, entre autres, de la PAL (**Flores et al**, 2005), de la C4H (**Bell-Lelong et al**, 1997) et de la CHS (**Feinbaum et Ausubel**, 1988). En cultivant des tomates sous une forte intensité lumineuse (**Wilkens et al**. 1996) ont quantifié environ deux fois plus de rutine et d'acide chlore génique que dans les plantes cultivées sous une faible intensité lumineuse. Il faut également rappeler le rôle de photo protection des flavonoïdes

2.4.2 Température

La température peut modifier les teneurs en polyphénols chez les fruits pendant la phase de croissance, mais également après la récolte, Pour les plantes de tomate, un stress thermique semblerait apparaître à partir de 35°C, causant l'accumulation de composés phénoliques tels que les flavonoïdes et les acides hydroxy cinnamiques. En effet, un stress thermique provoqué par des températures froides (4°C) ou élevées entraîne une augmentation des activités PAL et CHS qui a pour conséquence d'augmenter les teneurs en composés phénoliques (**Leyva et al**, 1995). En outre, l'oxydation des composés phénoliques par les polyphénols oxydases (PPO) et peroxydases (POD) est inhibée, ce qui maximise l'accumulation des polyphénols (**Rivero et al**, 2001).

2.4.3 Enrichissement en CO2

Les cultures sous enrichissement en CO2 vont modifier le statut carboné de la plante et augmenter la disponibilité en carbone (**Haukioja et al**, 1998).

Une augmentation de 30% des teneurs en composés phénoliques dans les feuilles peut être observée (**Penuelas et Estiarte, 1998**), mais ce comportement est très dépendant des plantes et des molécules étudiées.

En outre, la synthèse des tannins, des terpènes et de la lignine ne semble pas modifiée par un enrichissement en CO₂ (**Koricheva et al, 1998; Penuelas et Estiarte, 1998**).

L'équipe de (**Wang 2003**) a obtenu des teneurs en phényle paranoïdes et en flavonoïdes significativement plus importants chez des framboisiers cultivés sous enrichissement en CO₂ (**Wang S. Y. et al, 2003**).

2.5 Rôles et propriétés des composés phénoliques

2.5.1 Chez les végétaux

Les composés phénoliques participent à deux principaux processus de l'activité des plantes : la photosynthèse et la respiration. De plus, ils interviennent dans d'autres processus tels que : la croissance, la germination, la morphogénèse des tiges et dans le processus de lignification. On sait que les polyphénols agissent sur les auxines et les enzymes responsables de leur destruction catabolique, en particulier l'AIA (Acide B-indole acétique) oxydase, enzyme ayant un rôle dans la dégradation de l'auxine (**Merghem R., 2009**).

Les composés phénoliques jouent un rôle important dans l'interaction de la plante avec son environnement, en particulier contre les radiations UV, les attaques microbiennes. (**Moheb A. et al., 2011**). Les flavonoïdes sont reconnus par les pollinisateurs, par exemple les insectes, les oiseaux et les animaux, ainsi, l'une des propriétés majeures de ces composés est de contribuer à la couleur des plantes et notamment à celle des fleurs. Or, c'est par la couleur de ses fleurs que la plante exerce un effet attracteur sur les insectes et les oiseaux pollinisateurs, assurant par ce biais une étape fondamentale de sa reproduction. On peut noter que certains flavonoïdes, en repoussant certains insectes par leur goût désagréable, peuvent jouer un rôle dans la protection des plantes. Certains d'entre eux jouent également un rôle de phytoalexines, c'est-à-dire de métabolites que la plante synthétise en grande quantité pour lutter contre une infection causée par des champignons ou par des bactéries (**Havsteen B.H., 2002**).

2.5.2 Dans l'aliment

Dans l'aliment Dans les aliments, les composés phénoliques peuvent contribuer à l'amertume (principalement les flavanones), l'astringence, la couleur, la saveur, l'odeur et la stabilité de l'oxydation de l'aliment (**Shahidi F. et Naczk M., 2004**).

2.5.3 Chez l'homme

La consommation d'aliments riches en polyphénols réduit l'incidence de nombreuses pathologies, telles que le cancer, les maladies cardiovasculaires, les diabètes. Cela peut être expliqué par le fait que ces composés ont la capacité de modifier de nombreux facteurs impliqués dans la genèse de ces maladies (Hanhineva K., 2010).

Les polyphénols sont en effet :

- Capables d'abaisser la pression artérielle chez le rat, d'empêcher l'oxydation des LDL (lipoprotéines de faible densité), d'inhiber la prolifération des cellules musculaires lisses vasculaires, d'empêcher l'agrégation plaquettaire et de stabiliser les cellules immunitaires (Martin S., Andrantsitohaina R., 2002).

- Ils ont été décrits comme étant des antioxydants, des antiagrégants plaquettaires, des anti-inflammatoires, des anti-allergènes, des anti-thrombotiques et des **antitumoraux** (Hanhineva K., 2010) (Figure 14).

- Ils ont été décrits comme neuroprotecteurs, antiviral, chimio préventive et plus de preuves indiquent que les polyphénols ont une influence sur le métabolisme lipidique et glucidique (Hanhineva K., 2010).

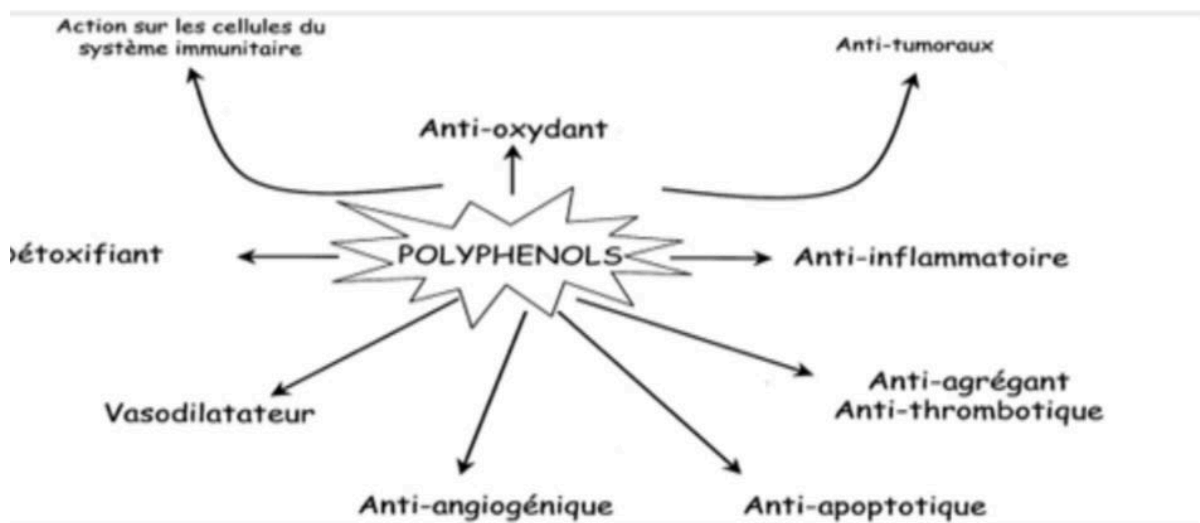


Figure 10 : Effet biologique des polyphénols (Martin S., Andrantsitohaina R. ;2002)

Généralités sur les bactéries lactiques

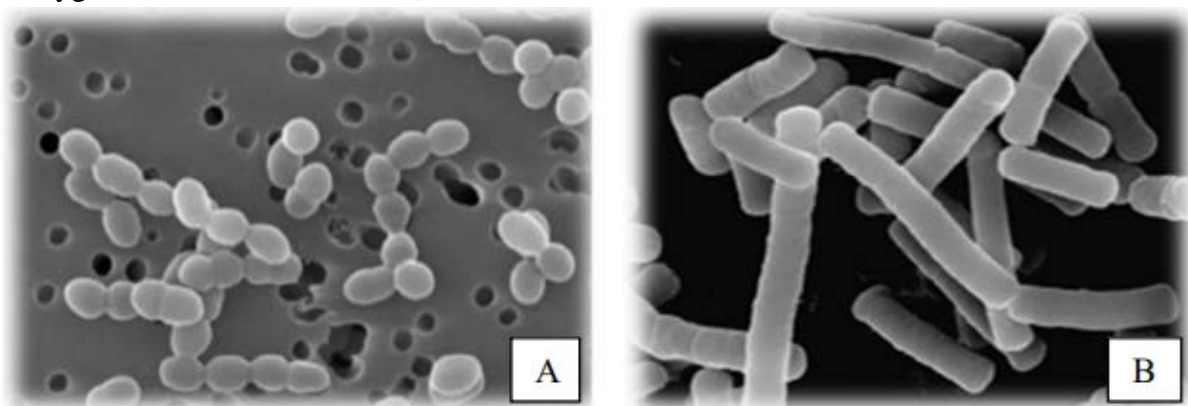
3.1 Généralités sur les bactéries lactiques

3.2 Caractéristiques principales des bactéries lactiques

Les bactéries lactiques sont des cellules procaryotes végétatives organiques qui forment une colonie Hétérogénéité composée de cocci et de bacilles (Fig. 1). Ce sont des bactéries à Gram positif et généralement immobile (**Pringsulaka et al., 2011**). la teneur en guanine et cytosine (G+C) est inférieure à 50%, capable de croître à des températures comprises entre 10°C et 45°C et à des pH allant de 4.0 à 4.5. Ces bactéries sont généralement immobiles et se caractérisent par la production d'acide lactique comme produit majeur du métabolisme. Leur division se déroule sur un seul plan à l'exception des genres : *Pediococcus*, *Aerococcus*, et *Tetragenococcus* (**Salminen et al., 2004 ; König et Frohlich, 2009. Pringsulaka et al., 2011**)

Ces bactéries sont capables de fermenter certains sucres comme le glucose, le fructose, le mannose, le galactose, le saccharose et le lactose sont convertis en acide lactique (**Kandler et Weiss, 1986**). Bactéries lactiques l'utilisation dans les aliments est considérée comme non pathogène et est désignée Qualificatifs anglo-saxons des organisations GRAS (**Aguirre et Collins, 1993 ; Adams et Marteau, 1995**). Cependant, certaines de ces espèces de *Streptococcus* et *Enterococcus* sont considérées comme un pathogène opportuniste (**Aguirre et Collins, 1993**).

Les bactéries lactiques (LAB) sont un groupe très diversifié de bactéries fermentatives et acido-tolérantes, présentent sous forme de coques, de bacilles ou de bacilles arrondis (Figure 14) Gram positifs, généralement non sporulant, caractérisées par l'absence du système de cytochrome (**Liu et al., 2014**). Il est intéressant de noter que lorsque de l'hème ou de l'hème plus de la ménaquinone sont présentes dans le milieu, certaines espèces peuvent respirer par voie aérobie en utilisant de l'oxygène comme accepteur final d'électrons. La respiration a un effet positif sur la croissance cellulaire, car la biomasse bactérienne augmente avec la résistance à l'oxygène (**Luciana et al., 2017**).



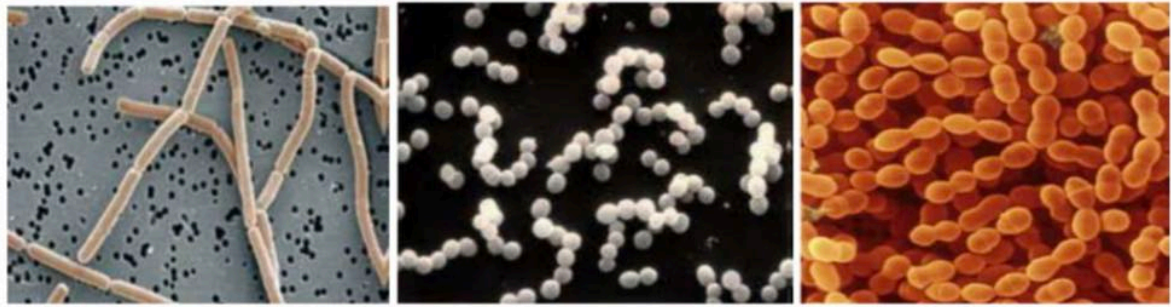


Figure 11 : Bactéries lactiques sous forme de bacilles(A),(B),bacilles arrondis (c) (Fessard ,2017).

Elles sont généralement catalase négative, mais certaines possèdent une pseudocatalase. Elles requièrent la présence d'acides aminés, d'acides gras, de vitamines et de minéraux pour leur croissance. Elles fermentent différents types de substrats : lait, fruits, légumes, céréales, poisson, viandes, etc. Elles peuvent être retrouvées dans l'estomac et les intestins d'animaux et des êtres humains ou dans l'environnement. Leur capacité d'adaptation et de survie à une grande variété d'environnement est sans doute à l'origine de leur grande diversité de métabolismes (Fessadr, 2017).

3.3 Historique des bactéries lactiques

Les bactéries lactiques ont été trouvées dans les sédiments il y a 2,75 milliards d'années, avant la présence d'oxygène dans l'atmosphère, ce qui pourrait expliquer leur caractère anaérobie. Par ailleurs, des études phylogénétiques bactériennes mentionnent leur émergence plus précoce que les cyanobactéries (Belyagoubi,2014). Aujourd'hui, les bactéries lactiques représentent le deuxième marché de production de biomasse après la levure. Il est principalement utilisé dans l'industrie alimentaire pour la production et la fermentation des aliments, mais aussi dans l'industrie chimique pour la production d'acide lactique et de biopolymères, qui a joué un rôle de plus en plus important dans la santé humaine et animale ces dernières années (Brahimi, 2015)

3.4 Habitat

Les bactéries lactiques très courantes habitent de nombreux habitats, principalement ceux riches en glucides solubles, en acides aminés, en vitamines et en aliments hypotenseurs. Oxygène (Bouguerra, 2012).) Parmi les matériaux pouvant fournir des hôtes aux animaux ou aux plantes ou pouvant eux-mêmes en être issus, nos organismes sont composés de microbiotes divers, notamment au niveau de la peau, de la cavité buccale et du vagin, mais le microbiote intestinal est le plus important. D'où viennent (Buhalfi, 2020)

3-5 Classifications :

La recherche scientifique tend à établir des différences et des interrelations entre les organismes afin de les caractériser et de les classer de manière rationnelle. Ces études incluent la taxonomie et nécessitent des observations écologiques, morphologiques, génétiques et moléculaires.

3.5.1 Classification classique

La taxonomie bactérienne classique s'appuie sur des caractères phénotypiques distinctifs de l'espèce et du genre. Elle est encore utilisée pour les isolats bactériens. En 1919, Orla-Jensen a établi la première classification des bactéries lactiques en se basant sur des critères morphologiques et physiologiques (la forme, type de fermentation, température optimale de croissance, activité catalase). Les critères phénotypiques qui permettent la classification des bactéries se sont ensuite étendus à la composition de la paroi et le type d'acide gras cellulaire (**Stiles et Holzapfel, 1997**)

3.5.2 Classification moderne

La taxonomie des bactéries lactiques révolutionnée par Woese et Fox en 1977 a introduit la phylogénie moléculaire basée sur la séquence des ARN ribosomiques, qui, a conduit à une reclassification importante des certaines espèces (**Penaud, 2006**). Plusieurs méthodes génotypiques (basée sur les acides nucléiques) sont aussi utilisées en classification tel que le pourcentage en GC ; qui est retenu comme élément de répartition des bactéries lactiques (**Holzapfel et al., 2001 ; Penaud, 2006**).

En 1997, Stiles et Holzapfel ont distingué quatre groupes phylogénétiques principaux au sein des bactéries lactiques :

- **Premier groupe** : constitué des genres *Streptococcus* et *Lactococcus*. Dans le genre *Streptococcus* une seule espèce (*St. thermophilus*) est utilisée comme ferment dans l'industrie alimentaire (**Stiles et Holzapfel, 1997**).
- **Deuxième groupe** : composé des genres *Oenococcus*, *Leuconostoc* et *Weissella* (**Collins et al., 1993**). Ces bactéries sont très utilisées dans l'industrie agroalimentaire pour la production de vin (*Oenococcus oeni*), la fermentation de certains légumes (*Leuconostoc citreum*) et la production de choucroute et de dextrane (*Leuconostoc mesenteroides* sp. *mesenteroides*) (**Collins et al., 1993**).
- **Troisième groupe** : celui des *Enterococcus*. Il comporte les genres *Enterococcus*, *Tetragenococcus*, *Melissococcus*, *Carnobacterium*, *Vagococcus*, *Aerococcus* et *Lactosphaera*. Certains de ces genres sont utilisés dans l'industrie agroalimentaire, par exemple *Carnobacterium piscicola* pour ses éventuelles capacités à inhiber la flore d'altération lors de la fabrication du saumon fumé (**Stiles et Holzapfel, 1997**).

- **Quatrième groupe** : comporte deux genres, *Lactobacillus* et *Pediococcus*. Selon des études phylogénétiques basées sur les ARN 16S, 5 sous-groupes ont été identifiés au sein du genre *Lactobacillus* : *Lb. acidophilus*, *Lb. salivarius*, *Lb. reuteri*, *Lb. buchneri* et *Lb. plantarum* (**Schleifer et al.**, 1995). De plus, la classification basée sur les profils fermentaires ne se croise pas systématiquement avec ces différents sous-groupes. Ainsi, ce type de classification ne distingue pas entre les deux genres *Pediococcus* et *Lactobacillus*, donc le genre *Pediococcus* est compris dans le groupe *Lactobacillus* (**Collins et al.**, 1991).

3.6 Culture des bactéries lactiques

Culture de bactéries lactiques : Les bactéries lactiques ont besoin d'un milieu riche en différents nutriments (sucres, acides aminés, acides gras, sels, vitamines) et pauvre en oxygène pour se développer (**Hammes et Hertel.**, 2006). Elles sont principalement cultivées en milieu Man Rogosa Sharpe (MRS) (**Annexe 1**). Le MRS est un milieu riche qui fournit différentes sources de carbone et d'azote telles que la peptone, le glucose et le Tween 80 pour les bactéries difficiles à cultiver. Le Tween 80 a d'abord été utilisé comme émulsifiant dans la préparation de milieux avant d'être reconnu comme source de carbone pour les bactéries.

3.7 Utilisation des bactéries lactiques

L'utilisation humaine de la fermentation remonte à des temps très anciens. Les ferments lactiques contenant des cultures pures d'une ou plusieurs bactéries lactiques différentes dans des proportions définies sont largement utilisés dans l'industrie agroalimentaire (**Holzappel**, 2002) pour les crèmes cuites, les laits fermentés (ex yaourts, fromages frais et affinés), mais aussi pour la vinification (mauvaise fermentation lactique), les plats cuisinés, la fermentation végétale (choucroute et ensilage) et la boulangerie artisanale (**Desmazeau**, 1998). Les bactéries lactiques jouent divers rôles dans la production de produits fermentés. Premièrement, les bactéries lactiques peuvent modifier le goût et la texture des aliments. Ces changements sont principalement dus à l'acide lactique produit pendant la croissance. Les bactéries lactiques, quant à elles, produisent des peptides et des molécules telles que l'acétoïne, l'acétaldéhyde, le diacétyle ou l'éthanol, qui sont importantes pour la saveur des aliments.

3.8 Bactéries lactiques et santé humaine

Dans le domaine de la santé, certaines bactéries lactiques sont utilisées comme probiotiques, c'est-à-dire des micro-organismes vivants, que l'on administre à l'homme ou à l'animal pour avoir un effet bénéfique sur celui-ci en améliorant les propriétés de la flore intestinale. Les espèces couramment utilisées sont *Lb. Acidophilus*, *Lb. Cassey*, *Lb. Lactobacillus johnsonii*, *Lactobacillus reuteri*, *Lb. delbrueckii*, une sous-espèce bulgare (**Salminen et al.**, 2004). Les souches d'acide lactique sont également utilisées pour traiter certaines conditions telles que la

diarrhée, les allergies alimentaires. D'autres effets tels que la prévention des gastro-entérites nosocomiales chez les nourrissons, des propriétés anticancéreuses, antihypercholestérolémie, contre *Clostridium difficile* et *Helicobacter pylori*, prévention des maladies inflammatoires chroniques de l'intestin.

3.9 Utilisation industrielle des bactéries lactiques

L'utilisation des bactéries lactiques pour une application industrielle donnée est déterminée par leurs propriétés fonctionnelles et technologiques. Celles-ci recouvrent les propriétés suivantes : activité acidifiante, propriétés enzymatiques (activité protéolytique, peptidasique et lipolytique), production de métabolites d'intérêt telle que la peroxyde d'hydrogène, les acides organiques et les bactériocines (**Belyagoubi, 2014**)

D'autres qualités ont depuis été associées aux bactéries lactiques lorsqu'elles sont associées aux produits alimentaires comme l'augmentation des valeurs nutritionnels des aliments, la réduction de la formation de produits toxiques et la propriété de probiotique. En plus de la propriété de bioconservation, plusieurs propriétés ont été attribuées aux bactéries productrices de bactériocines telles que la diminution des gaz dus à la fermentation ainsi qu'à l'amélioration du goût et de la qualité du produit fini (**Makhloufi, 2011**).

La fermentation lactique par ces bactéries est connue depuis longtemps et applicable pour la fabrication de différents aliments. Pendant de nombreux siècles, les LAB ont servi à fournir une forme efficace de préservation naturelle. De plus, ils déterminent fortement la texture et la saveur (**Guessas et al., 2004**).

L'action de la flore lactique sur la conservation d'un aliment est liée à l'abaissement du pH consécutif à la production d'acide lactique.

Elles ont une action déterminante sur les qualités organoleptiques des produits fermentés (texture et arôme, par exemple)

3.10 Intérêt des bactéries lactiques

Les bactéries lactiques jouent un rôle important que ce soit dans l'industrie alimentaire ou dans le domaine thérapeutique.

3.10.1 Dans l'industrie alimentaire

Les bactéries lactiques sont impliquées dans la fermentation et la bio conservation de différents aliments. Ainsi, les souches de *Lactobacillus bulgaricus*, *Streptococcus thermophiles* est utilisée pour la production du yaourt, des fromages et des laits fermentés (**Yateem et al., 2008**). Le vin, les poissons, les viandes, les charcuteries, le pain au levain entre autres sont aussi des produits de fermentation par des bactéries lactiques (**Badis et al., 2005**). L'utilisation de ces dernières a pour but l'amélioration des caractéristiques organoleptiques des produits

fermentés et l'augmentation de leur durée de conservation sans l'utilisation de conservateurs chimiques, et ce grâce aux substances antimicrobiennes qu'elles sécrètent (**Dortu et Thonart, 2009**).

Les souches utilisées en industrie alimentaire doivent répondre à certains critères : absence de pathogénicité ou activité toxique, capacité d'améliorer les caractéristiques organoleptiques, capacité de dominance, facilité de culture, de conservation, et maintenance des propriétés désirables durant le stockage (**Marth et Steele, 2001**).

3.10.2 Dans le domaine thérapeutique

Étant des probiotiques, les bactéries lactiques apportent des bénéfices à l'hôte en conférant une balance de la microflore intestinale, en jouant également un rôle important dans la maturation du système immunitaire (**Yateem et al., 2018**). Différentes études ont démontré le rôle préventif aussi bien que curatif de ces bactéries sur plusieurs types de diarrhées (**Mkrtychyan et al., 2010**). D'autres ont cité leur capacité de diminuer les allergies liées aux aliments grâce à leur activité protéolytique (**El-Ghaish et al., 2011**).

3.11 La fermentation

Définition des fermentations La fermentation est un processus produisant de l'énergie par oxydation de composés organiques, principalement des glucides, où un donneur d'électron, NADH cède ses électrons à un accepteur endogène, le pyruvate (Figure I. 2). Dans la respiration les électrons sont donnés à un accepteur exogène, l'oxygène pour la respiration aérobie et le nitrate ou le sulfate pour la respiration anaérobie. La fermentation ne nécessitant pas l'absence totale d'oxygène, certaines levures comme *Saccharomyces cerevisiae* (*S. cerevisiae*) et certaines bactéries comme *Lactobacillus plantarum* (*Lb. plantarum*) utilisent la fermentation en présence d'oxygène pour dégrader les sucres (**Prescott et al., 2003, Weiss et al., 1968**). Les sucres tels que le glucose, le fructose, le lactose ou le saccharose sont les substrats les plus utilisés pour la fermentation, engendrant la production d'énergie et de métabolites comme l'acide lactique et l'éthanol avec un dégagement de gaz (CO₂) dans certains cas. Cependant d'autres métabolites, moins communs comme l'acide butyrique et l'acétone sont produits au cours de la fermentation.

Les procédés biotechnologiques de transformation des aliments mettent en œuvre des microorganismes vivants dont l'activité métabolique permet des transformations biochimiques. La fermentation est le processus qui permet la décomposition de la matière organique par des microorganismes divers (bactéries, levures, et moisissure). En microbiologie industrielle, le terme fermentation désigne l'opération unitaire qui permet de produire de la biomasse ou de produits de bioconversions par la culture de microorganismes (**Frederic Marie-claire, 2014**).

3.11.1 Types de ferments lactiques

Les ferments lactiques peuvent être classés en se basant sur leur fonction, leur température de croissance, ou leur composition (**Carminati et al., 2010**).

3.11.1.1 Selon la composition

Selon la fédération internationale de laiterie (1997), les ferments lactiques peuvent être classés en trois catégories (**Wouters et al, 2002 ; Monnet et al., 2008**) :

- Les ferments purs : constitués d'une souche d'une seule espèce bien caractérisée, c'est-à-dire une culture provenant en principe d'une seule cellule bactérienne.
- Les ferments mixtes : ils sont formés d'un mélange de souches en nombre et en proportions indéfinies, ces souches appartiennent aux différents types lysotypiques et ont donc, en général, une bonne activité acidifiante.
- Les ferments mixtes sélectionnés : contiennent plusieurs souches bien définies, issues d'une ou de plusieurs espèces et les proportions entre les souches sont connues et définies selon le cahier des charges de l'utilisateur.

3.11.1.2 Selon la température de croissance

Les ferments lactiques sont, selon les productions industrielles à réaliser, des ferments mésophiles et des ferments thermophiles :

a) Ferments mésophiles

Les bactéries lactiques qui constituent ces ferments ont une température optimale de croissance qui varie selon les souches entre 25°C et 30°C et peuvent atteindre une température maximale de fermentation de 38°C à 40°C. Ils sont constitués essentiellement des espèces acidifiantes (*Lactococcus lactis* SSP. *lactis*, *Lc. lactis* SSP. *cremoris*) et des espèces aromatisants (*Lc. lactis* SSP. *lactés bio var. diacetylactis*, *Leuco nostoc mesenteroides* SSP. *cremoris*). Les ferments mésophiles sont habituellement utilisés dans la fabrication de plusieurs variétés de fromages, en particulier les fromages frais, de certains laits fermentés et du **beurre** (**Chamba, 2008 ; Carminati et al., 2010**)

b) Ferments thermophiles

Ils comprennent les lactobacilles, les bifidobacteriums et l'espèce *Streptococcus thermophilus*. Leur température optimale de croissance se situe entre 40°C et 50°C. Les ferments thermophiles sont souvent utilisés pour la fabrication des yaourts, certains laits fermentés et quelques fromages à pâte cuite tels que l'Emmental et le Gruyère (**Mäyrä-Mäkinen et Bigret, 2004 ; Carminati et al., 2010**).

ETUDE EXPÉRIMENTALE

Étude expérimentale**Méthodologie****1. Objectif**

La gestion des déchets de tomate est une question importante pour les entreprises de transformation des tomates. Notre objectif est de valoriser les déchets des usines de transformation de tomates en utilisant la fermentation comme méthode de préservation de ces déchets, et d'étudier leurs activités biologiques telles que les polyphénols, les flavonoïdes et le Pouvoir anti radicalaire Dpph, en vue de les utiliser comme alimentation pour les animaux.

2. Cadre de l'étude

Le travail a été réalisé au niveau du laboratoire de physiologie animale et du laboratoire de microbiologie Université de Mostaganem, durant la période allant du mois d'avril au mois de juin de l'année 2023.

3. Matériel végétale**3.1 Préparation d'échantillon**

Les fruits de tomate étudiée proviennent de la région (stadia– Mostaganem), récoltés durant La période d'avril 2023. Les tomates ont été mises dans de l'eau chaude pour quelques secondes afin de récupérer la pelure plus facilement. Les tomates ensuite ont été vidées de leur contenu afin de récupérer. Les pelures de tomate ont été séchées à l'air libre et pendant quelques jours, une fois séchés, ils ont été réduits en poudre à l'aide d'un mortier (ou hachoir) et mis dans des bocaux hermétiquement fermés pour utilisations ultérieures. (Amal *et al.*, 2013)

3.2 Détermination de la teneur en matière sèche (Afnor ; 1985)

La teneur en eau est déterminée par déshydratation. Des échantillons de 5g, ont été placés dans des creusets en porcelaine puis laissés déshydrater pendant 24 heures dans une étuve à $105^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$. Après le refroidissement des récipients dans le dessiccateur pendant 45 minutes, la matière sèche restante est alors pesée par différence avec la masse initiale, la quantité d'eau évaporée est ainsi déduite. La matière sèche (M.S.) de l'échantillon est calculée par l'expression suivante :

$$\% \text{ MS} = \text{M2} / \text{M1} \times 100$$

Avec :

M1 : Poids de la prise d'échantillon avant dessiccation.

M2 : Poids de la prise d'échantillon après dessiccation.

3.3 Détermination de la teneur en matière minérale (Afnor ; 1985)

Les échantillons déshydratés (décrits dans le paragraphe précédent), sont portés à 700°C dans un four à moufle jusqu'à l'obtention des cendres blanches. La montée en température des échantillons est progressive pour éviter les débordements. Les creusets sont retirés du four et mis dans un dessiccateur. Lorsqu'ils sont à température ambiante, ils sont pesés. La teneur en matières minérales de l'échantillon est calculée par la relation suivante :

$$MM (\%) = (M2 - M0 / M1 - M2) \times 100$$

Avec :

M0 : Masse du creuset vide (en gramme).

M1 : Masse totale du creuset contenant la prise d'essai (en gramme).

M2 : Masse totale du creuset et les minéraux bruts (en gramme).

3.4 Détermination du pH

Dans un bécher, une quantité de la poudre des grains/pelures est mélangée avec un Volume d'eau distillée. Chauffez le contenu dans un bain-marie pendant 30 minutes, puis le Mélange est broyé par un mortier. (Afnor, 1982). Après filtration, les résultats sont lus directement par un pH-mètre.

4. Analyse microbiologie

4.1 Choix et origine des souches bactériennes testées

Les souches, mises à notre disposition par le laboratoire Pédagogique de biologie moléculaire de l'université Abdelhamid Ibn Badis Mostaganem (UMAB).

Tableau2: Les différentes souches des bactéries lactiques (lactobacillus) :

Souches	Milieu de culture	Température de croissance	Nom de la souche
Les bactéries lactiques	Mrs	37°C	Souche1 (DC-OB)
			Souche2 (DC-O1A)
			Souche3 (DC-O2)
			Souche4 (DC-10)
			Souche5 (DC-O6)
			Souche6 (DC-O9)
			Souche7 (DC-O4)

4.2 Revivification et vérification de la pureté des souches bactériennes

4.2.1 Revivification des bactéries

Les souches d'acide lactique ont été stockées sur des géloses inclinées (MRS) à 4 °C avant la sous-culture répéter 5 fois dans 5 ml de bouillon MRS et incubé à 37°C/24h avant de servir. Des semis ont été semés pour divers tests de recherche.

4.2.2 Vérification de la pureté des souches utilisées

La pureté de la souche doit être vérifiée avant utilisation. Après greffe inoculer ensuite sur gélose MRS. Par conséquent, un test simple et rapide est basé sur l'observation macroscopique de l'apparence de la colonie ; l'apparence microscopique (forme et coloration de Gram) ; test à la catalase.

4.2.3 Observation macroscopique

Cette observation a été faite pour décrire l'aspect des colonies obtenues sur gélose MRS. Les caractéristiques considérées sont : taille, couleur, aspect (collant, mucus), odeur, l'apparition de transparence et de contours. L'examen microscopique est effectué à l'aide d'un microscope Grossissement optique (X100). Il peut observer la forme des cellules : leurs motifs Regroupement. Coloration de Gram de cultures fraîches de 24 heures l'étude la morphologie bactérienne nécessite la préparation de frottis colorés. Ce dernier comprend les colonies à étudier sont étalées sur des lames de verre propres, puis séchées, fixées et Un coloriage

4.2.4 Coloration de Gram

Le but de la coloration de Gram est de classer les bactéries selon leur Gram (G-, G+), leur forme (coques , bacilles), et comment ils s'associent (chaîne, libre, grappe) Il se fait à l'aide de colorants, à commencer par l'utilisation du violet de gentiane maintenez la position pendant 30 secondes à 1 minute. Après couverture directe au Lugol de ce frottis, on procède verser goutte à goutte de l'éthanol à 96% sur la lame inclinée pour changer de couleur, rincer ensuite à l'eau distillée. Enfin, recolorez avec du fuchsia (30 secondes à 1 minute). Après ça colorez, rincez et séchez avec de l'eau distillée et du papier absorbant. Pour une observation microscopique au grossissement (X100), une goutte d'huile à immersion et ajoutée.

4.2.5 Test de catalase

Une goutte d'eau oxygénée H₂O₂ à 10V est déposée sur une colonie développée pendant 24h à 48h sur gélose MRS. Le résultat est immédiat et se caractérise par un dégagement gazeux ou Effervescence. (Marchal *et al.*, 1991).La catalase accélère la décomposition du peroxyde D'hydrogène (H₂O₂) en eau et oxygène cette réaction est évidente par la formation rapide de bulles : 2H₂O₂+(un goutte de souche) 2H₂O + O₂

4.3 Fermentation des déchets de la tomate

Préparer les déchets de tomates, composés de peaux de tomates, de graines et d'une petite quantité de pulpe. Bien laver pour éviter la contamination, puis sécher cette dernière. Préparer une solution PBS (isolateur de phosphate salé) (supplément) ajoutée 80 ml de solution PBS à 10% aux déchets de tomates dans une bouteille de 200 ml. Commencez le processus de stérilisation en autoclave pendant 20 minutes. Après cela, ajoutez 1% de la culture des bactéries lactobacilles pour accélérer le processus de fermentation, car cette souche a la capacité d'accélérer la fermentation et le milieu conduit à sa croissance. Placer les échantillons dans un four à la bonne température, 37 °C, et surveiller le pH pendant trois jours jusqu'à ce que le pH se stabilise. (H.N. Roja *et al.*, 2017 avec modification).

5. Analyses biochimiques

5.1 Dosage des composés phénoliques totaux

➤ **Principe**

La détermination de la teneur en phénols totaux de l'extrait a été déterminée en utilisant la méthode de Folin-Ciocalteu décrite par (Singleton *et al.*, 1999).

➤ **Mode opératoire**

Brièvement, une quantité de 1 ml de l'extrait a été ajoutée à 1 ml du réactif de Folin-Ciocalteu. Le mélange a été incubé pendant 5 min et mélangé avec 0,8 ml de carbonate de sodium Na₂SO₄ (7,5 %). Le mélange a été incubé à l'obscurité pendant 1h. L'absorbance a été mesurée à 765 nm. Les phénols totaux sont exprimés en mg équivalent d'acide gallique/g de matière sèche, les données sont exprimées en un moyen ± SD en trois fois. (Barbouchi *et al.*, 2018).

5.2 Dosage des flavonoïdes totaux

➤ **Principe**

La quantité de flavonoïdes contenue dans les extraits est déterminée selon la méthode colorimétrique de (QUETTIER-DELEU *et al.* 2000). Cette méthode est basée sur la capacité des flavonoïdes à se complexer avec le chlorure d'aluminium AlCl₃. Il résulte de cette réaction une coloration jaunâtre avec un maximum d'absorption à 430 nm.

➤ **Mode opératoire**

Une quantité de 1 ml de chaque échantillon et de standard (préparés dans le méthanol) a été ajoutée à 1 ml de la solution d'AlCl₃ (2 % dissous dans le méthanol). Après 10 minutes, l'absorbance a été mesurée par rapport au blanc préparé de réactif au $\lambda_{\text{max}} = 430$ nanomètres. Les concentrations des flavonoïdes ont été déduites à partir de la gamme de la courbe d'étalonnage établie avec la quercétine. Réalisées par même procédure du dosage, toutes les

mesures sont répétées 03 fois, les résultats sont exprimés en mg équivalent en quercétine / g d'extrait.

5.3 Détermination des sucres totaux par le phénol sulfurique (Dubois *et al*, 1956)

Cette technique consiste à prélever 1 ml d'échantillon + 1 ml de phénol (5%) + 5 ml de l'acide sulfurique ; homogénéisation légère pendant 30 secondes pour provoquer la réaction ainsi le mélange devient chaud ; refroidissement immédiat dans l'eau glacée ; lecture au Spectre à 490 nm de longueur d'onde.

5.4 Évaluation du pouvoir anti radicalaire

➤ **Principe**

Le 2,2'-diphényle-1-picrylhydrazyle (DPPH°) est un radical libre stable centré sur l'azote, dont la couleur change du violet au jaune après réduction par le processus de donation, soit d'hydrogène au bien d'électron.

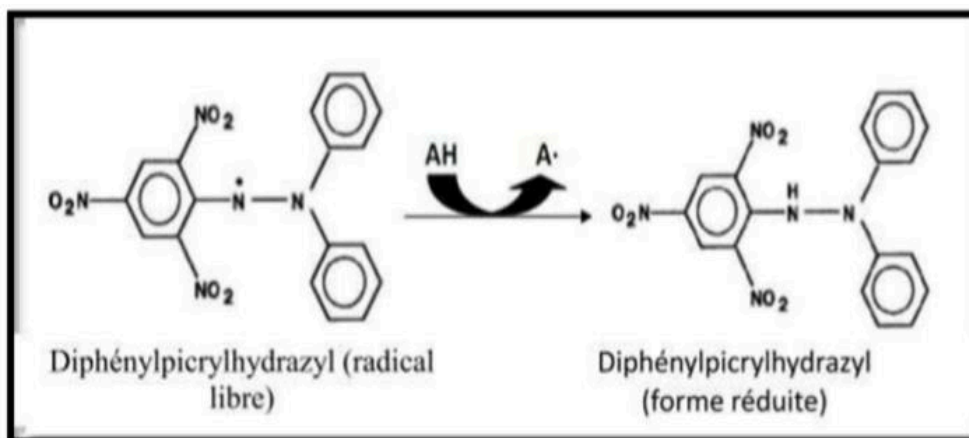


Figure12 : Structure du radical DPPH• et sa réduction par l'antioxydant AH (Brand-Williams *et al.*, 1995 in Chehrit 2016)

➤ **Mode opératoire**

La capacité des échantillons d'essai de donneur d'hydrogène a été examinée en présence du radical DPPH (1,1- diphényl-2 – picrylhydrazyl) en utilisant la méthode décrite par (Braca *et al.*, 2001). 3 ml d'une solution méthanolique 0,004 % du DPPH ont été ajoutés à différentes concentrations (1, 2, 3, 4, 5, 10 µg / ml) des échantillons d'essai. Après 30 minutes d'incubation à température ambiante, l'absorbance a été mesurée à 517 nm. Le pourcentage d'inhibition de radical DPPH (I%) a été calculé comme suit :

$$I\% = (DO \text{ contrôle} - DO \text{ échantillon} / DO \text{ contrôle}) \times 100 .$$

L'acide ascorbique a été utilisé comme contrôle.

1. Analyses physico-chimiques

D'après nos résultats nous avons noté que le déchet de tomate a une valeur de pH estimée A 4.2 ± 0.02 , ce qui est conforme aux normes entre 4 et 4.5, une teneur en matière sèche, en matière minérale estimée à (14.88 ± 0.018 , 1.06 ± 0.3) respectivement les résultats obtenus des analyses physico- chimiques (matière sèche, matière minérale ,pH) sont représentés dans le tableau

	Pelures
Taux de pH	$4,2 \pm 0,02$
Taux de matières sèches %	14.88 ± 0.018
Taux de matière minérale %	1.06 ± 0.3

1.1 Détermination de la matière sèche**Mesure du poids avant la déshydratation**

La prise des poids des échantillons et des creusets a donné les résultats présentés dans le tableau suivant :

Creuset	1	2	3
Poids vide (g)	29.497	26.574	28.970
Poids final (g)	34.476	31.583	34.027

Mesure du poids après la déshydratation

La déshydratation des échantillons est interprétée par les résultats suivants :

Creuset	1	2	3
Poids	31.236	27.339	29.700

Matière sèche :

Creuset	1	2	3
Poids g	0.739	0.765	0.730

Suivant à la formule donnée :

$$\% \text{ MS} = \text{M2} / \text{M1} \times 100$$

$$\text{Moyenne de la matière sèche en \%} \longrightarrow \mathbf{14.88 \pm 0.018}$$

La M.S constitue le poids sec d'un aliment, elle représente généralement 5% de la masse du fruit, composée majoritairement de 48% de sucres (Saccharose, glucose, fructose et polysaccharides), de lipides, de protéines, de vitamines et de micronutriments. C'est un critère de base à titre comparatif entre deux produits alimentaires. Elle est en rapport avec la teneur en

eau. La teneur en matière sèche varie en fonction de stade de maturité, de variétés, de pratiques culturales et de la région (Grasselly *et al.*, 2000)

1.2 Détermination de la matière minérale

La tomate est d'une grande importance dans la contribution de l'apport alimentaire de l'homme en minéraux, car elle nous procure beaucoup de potassium, du sodium, du Magnésium, du phosphore, du calcium, etc. Les minéraux sont considérés comme des Éléments régulateurs clés du métabolisme humain (Gharibzahedi et Jafari, 2017). La valeur théorique de la teneur en M.M est de 0,6% du poids du fruit (Grasselly *et al.*, 2000), La prise des poids des échantillons et des creusets a donné les résultats présentés dans Le tableau suivant :

Creuset	1	2	3
Poids g	47.90	50.66	47.39
Après 2h	47.97	50.71	47.43
MM. g	0.07	0.05	0.04

Moyenne de la matière minérale en %. ➡ 1.06 ± 0.3

1.3 PH

La tension d'hydrogène est l'une des variables utilisées pour caractériser les propriétés. Relativement facile à mesurer le pH dans de nombreux domaines, tels qu'En tant que variable opérationnelle, elle distingue le produit final ou pour contrôler Qualité. De nombreuses études ont porté sur le lien entre leur valeur et les lois motrices d'Interactions organiques ou qualités de produits ou activités enzymatiques (Buchaar, 2009), le pH des extraits d'eau est mesuré pour permettre l'interprétation. Quelques résultats de l'activité biologique (Amyor, 2009) Les résultats obtenus pour la pelure séchée de tomate à un pH de 4,2 . Des résultats similaires en été trouvés par d'autres auteurs Qui ont travaillé sur la pelure de tomates, la valeur de 4,2 entre dans les normes (ph entre 4 et 4,5)

2. Les souches lactiques

Les résultats de vérification de la pureté des souches réalisés par la coloration de Gram et le test de catalase sur les colonies des bactéries lactiques obtenues sur gélose MRS montrent clairement Qu'ils sont purs.

2.1L'aspect macroscopique

Après 24h d'incubation, le résultat sur milieu liquide bouillon MRS apparait sous forme d'un Trouble cependant, sur milieu solide la croissance apparait sous forme de petites colonies blanchâtres crémeuses (figure)



Figure 13 : Aspect des bactéries lactiques sur milieu MRS (origine,2023)

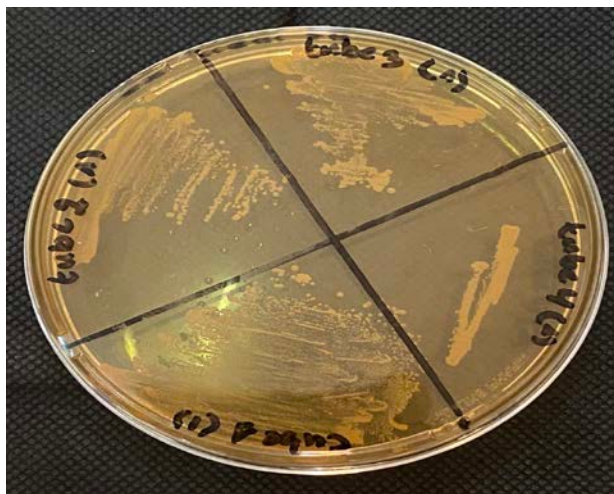


Figure 14 : Aspect des bactéries lactiques sur gélose MRS (origine,2023)

2.2Aspect microscopique

L'étude microscopique est basée sur la coloration de Gram qui nous a permis de confirmer que les Bactéries étudiées sont Gram positif , et se présentent sous forme de bacilles (les Lactobacilles) avec différents modes d'associations. Les résultats sont illustrés dans la (figure3.)



Figure15 : Observation de la souche sous microscope Optique(Gx100). (origine.2023)

Tableau4 : Résultats de l'observation microscopique

Souche	Gram	Catalase	Forme	Mode de regroupement
Souche1(DC-OB) Souche2(DCO1A) Souche3 (DC-O2) Souche4 (DC-10) Souche5 (DC-O6) Souche6 (DC-O9) Souche7(DC-O4)	+	-	Bacilles, courte, allongé, bâtonnet, filamenteuses	Isolé, en paires ou en chaînette

3. Fermentation

Dans ce test de fermentation, nous avons suivi le pH du milieu tout en suivant les méthodes de prévention contre l'infection bactérienne dans le centre de stérile



Figure 16 : flacon d'échantillons de déchet de tomate fermenté (origine 2023)

La souche de lactobacilles Venus a montré une capacité de fermentation rapide, avec une durée de fermentation de trois jours consécutifs, soit 72 heures au total. Nous avons observé que le niveau d'acidité diminuait progressivement jusqu'à se stabiliser le troisième jour (Figure 5), ce qui indique la fin du processus de fermentation. La souche de lactobacilles Venus a montré une capacité de fermentation rapide, avec une durée de fermentation de trois jours consécutifs, soit 72 heures au total. Nous avons »observé que le niveau d'acidité diminuait progressivement jusqu'à se stabiliser le troisième jour (Figure 5), ce qui indique la Fin du processus de fermentation.(**N. Rojaet *al.*,2017**).

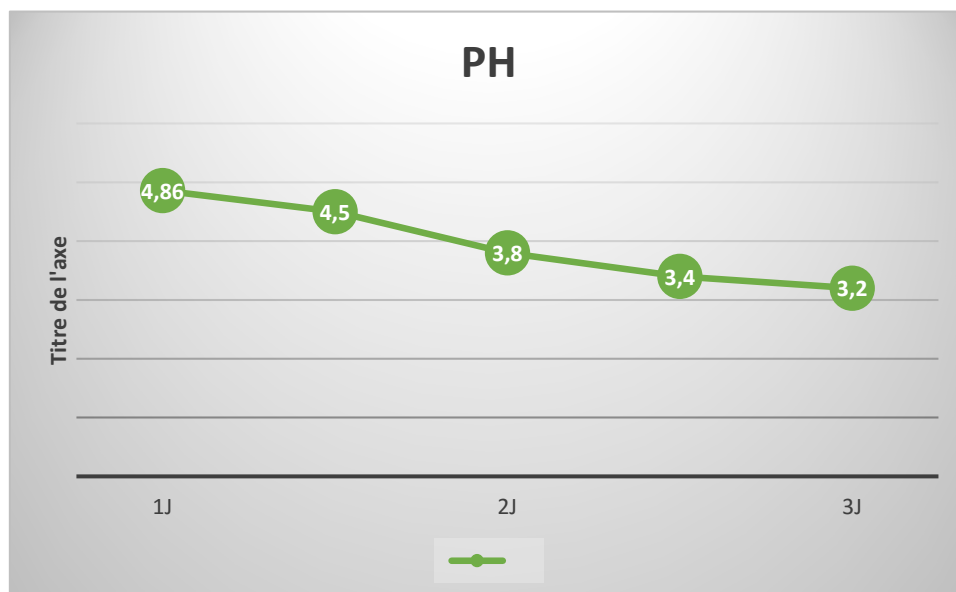


Figure 17: "Un graphique représentant les variations du pH sur une période de 3 jours."

Les résultats ont révélé que le pH initial de la pelure tomate était 4,86 (contrôle). Après 3 jours de fermentation par différentes souches de LAB le changement du pH des pelures de tomate fermenté variait de 4,2 à 3,2 respectivement.

La diminution du pH lors de la fermentation des tomates est principalement due à l'activité des bactéries lactiques. Pendant le processus de fermentation, ces bactéries convertissent les glucides présents dans les tomates en acide lactique par fermentation lactique. Cette conversion des glucides en acide lactique abaisse le pH de la solution, la rendant plus acide.

L'abaissement du pH est une caractéristique commune de la fermentation lactique et est souvent utilisé comme un moyen de préserver les aliments, car un pH bas inhibe la croissance des micro-organismes indésirables, tels que les bactéries pathogènes. De plus, cette acidité accrue peut également contribuer à la saveur et à la stabilité des produits fermentés, ainsi la diminution du pH dans la fermentation de la tomate est un processus naturel résultant de l'activité des bactéries lactiques impliquées dans le processus de fermentation lactique. (Annalisa *et al.*, 2019)

Les bactéries lactiques (LAB) se sont révélées plus efficaces dans la fermentation de la pelure de tomate, préservant ainsi la qualité du produit. La diminution du pH est un indicateur de la fermentation du substrat, et il est attendu que les glucides, des composés organiques, produisent des acides organiques tels que l'acide lactique. La production d'acide augmente la teneur en acide, ce qui entraîne ainsi une réduction de la valeur du pH. (H.N. Roja *et al.*, 2017).

4. Polyphénols totaux

Les analyses quantitatives des données ont été déterminées à partir de l'équation de la Régression linéaire ($y = 0.0131x$) et le coefficient de corrélation ($R = 0.997$) de la courbe D'étalonnage exprimée en mg équivalent acide gallique par gramme de matière sèche (mg EAG/g).

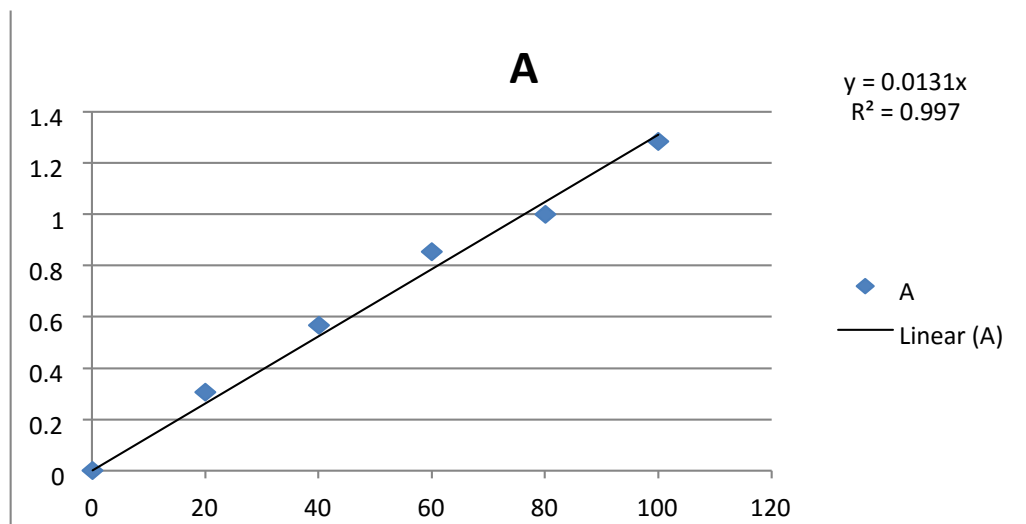


Figure 18 : courbe d'étalonnage de l'acide gallique

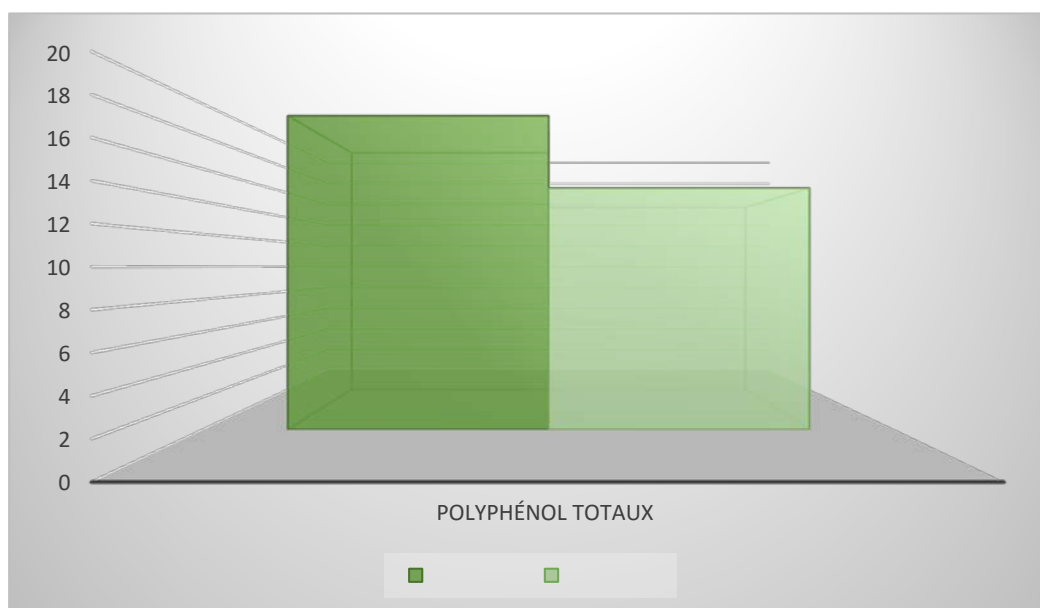


Figure 19 : Teneur en polyphénols totaux (en mg EAG/g MS) de déchets fermentée et déchet normal

Nous avons trouvées une valeur de $(14.82 \pm 0.8 \text{ mg EAG/g MS})$ pour Le déchet N et $(19.27 \pm 0.83 \text{ mg EAG/g MS})$ pour le déchet F.

Les teneurs en polyphénols enregistrées sont largement inférieures à celles rapportées Par (Larid, 2012) $(52.82 \text{ mg EAG/g MS})$, qui sont-elles mêmes largement inférieures à celles

rapportées par (**Navarro et al**, 2011) et (**Zidani**, 2009) respectivement 158.1et 462Mg EAG/100g (MS).

Il est possible aussi de comparer la teneur en polyphénols des pelures de tomate à celle D'autres fruits qui sont respectivement de 1.54, 0.273, 0.2, 0.425, 0.217, 0.217,0.311/100g pour les sureaux, le kiwi, les prunes, les pamplemousses, les pommes , L'orange , la datte noire et la fève (**Cieslik et al**, 2006), on peut considérer les pelures de Tomate comme une source d'antioxydants naturels et de ce fait, un aliment fonctionnel (**Zidani**, 2009).

Les concentrations de polyphénols rapportées par (**Chandra et Ramalingam** ,2011) sont supérieures aux nôtres, avec des valeurs de polyphénols dans les pelures de différentes variétés de tomates commerciales variant entre 27,92 mg/100g et 44,1 mg/100g.

Différences entre les échantillons liés à notre processus de fermentation sur les déchets de tomates Le processus de fermentation améliore la teneur en antioxydants Il économise les antioxydants dans les déchets de tomates (**H.N. Roja et al.**,2017).

En plus d'être riche en nutriments, la pulpe de tomate contient également des niveaux élevés d'antioxydants. La teneur en phénols totaux variait de 94,5 à 213,4 mg d'équivalent acide gallique (GAE) par gramme, avec une moyenne de 161,8 mg GAE/g. (**Shengyong Lu et al.**,2022).

Les teneurs en polyphénols enregistrées sont largement inférieures à celles rapportées Par (**Shengyong Lu et al.**,2022). Différence dans les teneurs peut être expliquée par les facteurs extrinsèques (tels que les facteurs géographiques et climatiques), la période de récolte ainsi que par les facteurs génétiques et les conditions expérimentales.

5. flavonoïdes totaux

Les analyses quantitatives des données ont été déterminées à partir de l'équation de la régression linéaire ($y = 0.0103x$) et le coefficient de corrélation ($R = 0.9969$) de la courbe d'étalonnage exprimée en mg équivalent quercétine par gramme de matière sèche (mg EAG/g).

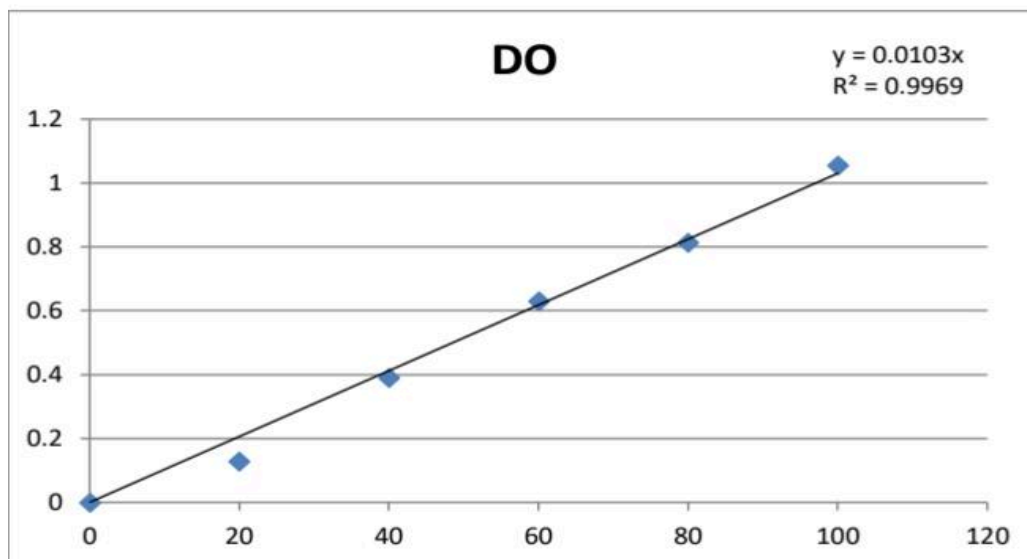


Figure 20: courbe d'étalonnage de quercétine

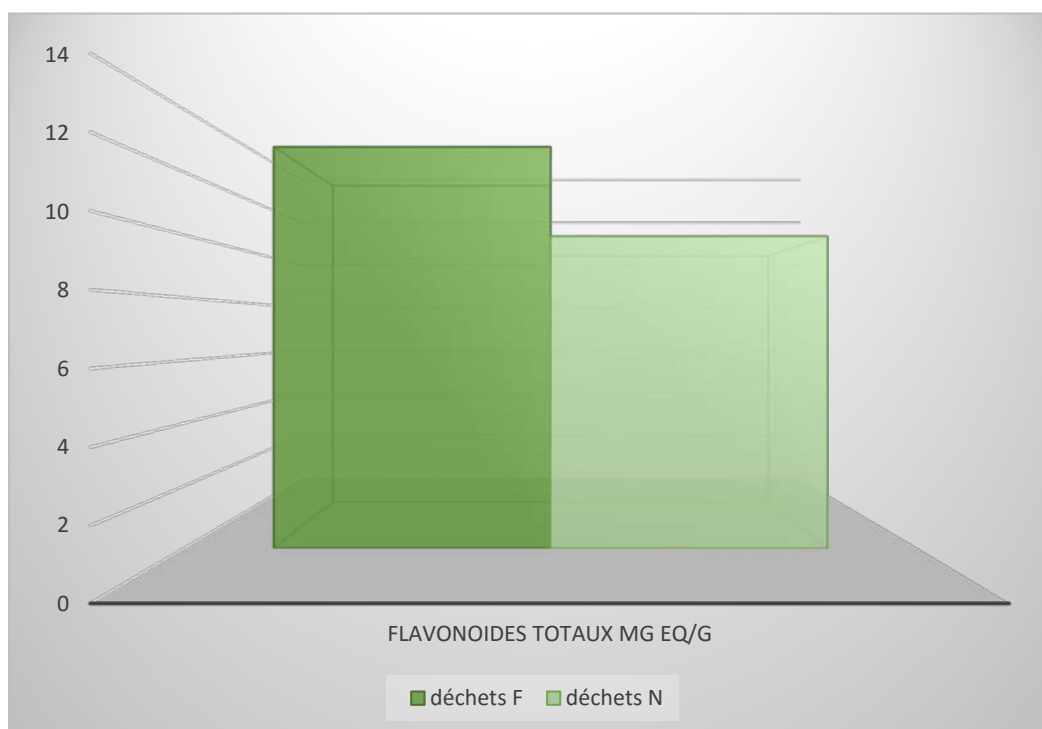


Figure 21 : Teneur en flavonoïdes (en mg EQ/g) dans les déchets F et déchets N

Les flavonoïdes totaux contenus dans la pelure de tomate a été déterminé à partir de la Courbe d'étalonnage en utilise le quercétine comme une référence. Les résultats obtenus sont exprimés en mg EQ /g de MS. Nous avons trouvées une valeur de $(9.8\pm 0.53\text{mg EQ/g Ms})$ pour le déchet N et $(12.8\pm 0.59\text{ mg EQ/ g MS})$ pour le déchets F, la teneur en flavonoïde variait de 30,6 à 378,7 mg QE/g, avec une moyenne de 124,4 mg QE/g (**Shengyong Lu et al., 2022**). Notre résultat est largement inférieur a celle rapportée par (**Shengyong Lu et al., 2022**).

Les résultats obtenus par (**Toor et Savage, 2005**) sont supérieur à nos Résultats (20mg rutine q/100g). La teneur de flavonoïdes 14.33 mg/g , 7.70 mg/g, respective de (**Sladjana .M ,2010**) et rapproche a notre résultat

Les différences entre les échantillons peuvent être liées aux conditions climatiques (la Température élevée, exposition solaire, sécheresse et salinité), qui stimulent la biosynthèse des Métabolites secondaires tels que les flavonoïdes (**Fallah et al., 2018**), la région et la date de la Récolte, la méthode d'extraction et les solvants utilisés (**Trichine, 2010**).

Les flavonoïdes se trouvent principalement dans la partie externe du fruit, y compris la peau et l'enveloppe externe. En ce qui concerne l'acide hydroxy cinnamique (qui est lié au glucose et à l'acide qu'inique ou au glucoside formé avec l'acide caféique, l'acide férrique et l'acide paracoumarique), il est plus présent dans la chair, les graines et le gel qui les entourent. Les concentrations de la rutine et des dérivés de l'acide caféique augmentent dans le fruit mûr (**Brigitte et al., 2011**).

(**Navarro-Gonzalez et al., 2011**), montrent que la fibre de peau de tomate contient plusieurs flavonoïdes ayant des effets bénéfiques pour la santé des personnes.

6. Sucre total

Les valeurs de sucres totaux trouvées pour les déchets (N) et déchets (F) sont illustrées par la (figure)

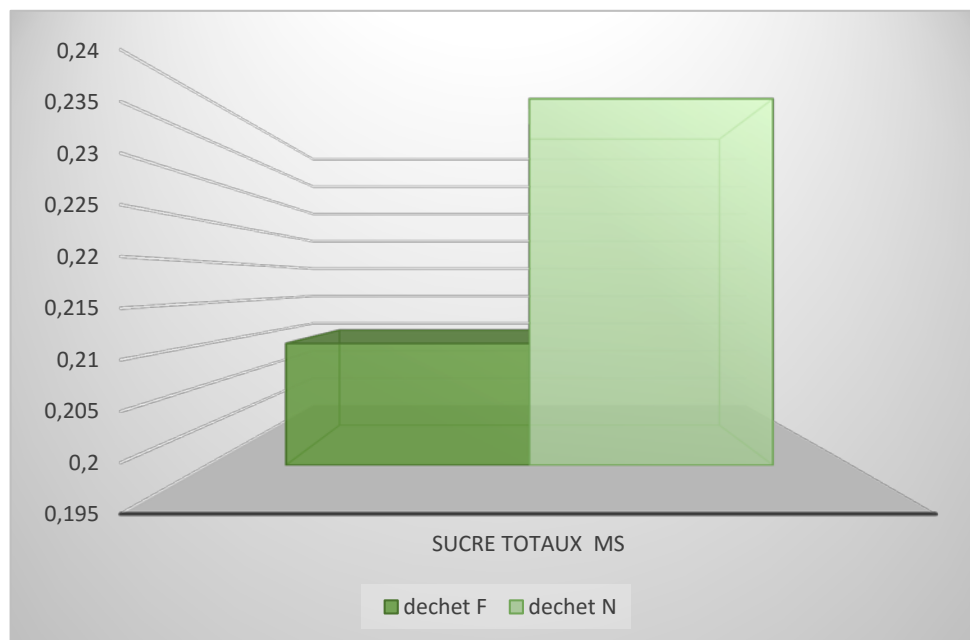


Figure22 : teneur en sucre total

Les sucres représentent 40 à 65% de la teneur en M.S des dérivés de tomates, principalement du glucose et du fructose , La teneur en sucres dépend de la luminosité ; la température ; l'irrigation ; la saison ; le sol, et les pratiques culturales (**Salunkhe et al.**, 1974). Nous observons de très faibles valeurs en sucres totaux dans le déchet de tomate 0.24 ± 0.026 g/100g MS ,et déchet fermentés 0.21 ± 0.005 g/100g MS ces valeurs et largement inférieure a le résultat de (**Georgelis et al**, 2006 ; **Mehdi Ghiafeh et al** ,2006). 1.13 g/100g .

La diminution du sucre dans les déchets de tomates après la fermentation est également due à l'activité des micro-organismes, en particulier des bactéries lactiques. Pendant le processus de fermentation, ces bactéries utilisent les glucides, y compris les sucres, comme source d'énergie pour leur croissance et leur métabolisme. Les bactéries lactiques fermentent les glucides en produisant principalement de l'acide lactique, du dioxyde de carbone et de l'eau. Cette fermentation des glucides entraîne la dégradation des sucres présents dans les déchets de tomates, ce qui se traduit par une réduction significative de la teneur en sucre dans le produit fermenté. En conséquence, la diminution du sucre est un indicateur de l'activité microbienne pendant la fermentation. Cela peut également influencer le goût du produit fermenté, car la réduction des sucres peut rendre le produit moins sucré et plus acide, ce qui peut être souhaitable

dans certaines applications alimentaires, comme les produits de la fermentation lactique (**H.N. Roja et al.**,2017).

7. Activité antioxydant (Dpph)

Le pouvoir antioxydant est déterminé par la méthode de DPPH (2-2-diphényl 1-picrylhydrazil), est un test anti radicalaire mesurant le pourcentage de neutralisation du radical DPPH' par les différents extraits. Le DPPH est un radical libre nous permettant de déterminer le potentiel de piégeage de nos extraits de tomate grâce à sa sensibilité à détecter les composants actifs à de basses Concentrations (**Bozin et al.**, 2008)

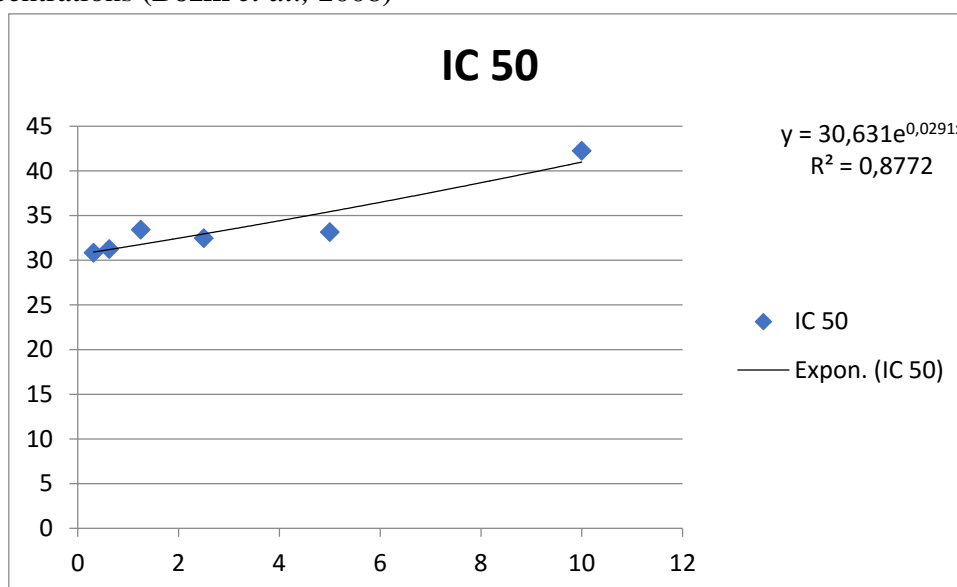


Figure23 : la courbe de IC50 de déchets fermenté

Le pourcentage d'inhibition du radical stable DPPH de déchet fermenté séché est de **42.25%** selon (**Chouhaira et al.**, 2016), l'activité antioxydant de l'extrait issu de la tomate variait entre 45,74% et 60,12% ces valeurs sont supérieures à celles obtenues dans cette étude.

Selon (**Bhat et al.**, 2012) ; (**Naczk et Shahidi**, 2006), la récupération des polyphénols et d'autres composés antioxydants de la matière végétale dépend considérablement de la solubilité de ces composés dans un solvant donné, de la polarité des solvants et de la viscosité. Ainsi, des solvants tels que le méthanol ou l'acétone peuvent facilement atteindre les endroits intracellulaires pour extraire au maximum les constituants actifs. Parmi les différents facteurs qui ont contribué aux résultats divers, on trouve la nature chimique des composés, les solvants d'extraction utilisés et la méthode d'analyse employée.

8. Discussion

La fermentation est connue pour être l'une des plus anciennes technologies utilisées par l'homme à diverses fins telles que prolonger la durée de conservation des aliments, augmenter la sécurité alimentaire et améliorer les caractéristiques nutritionnelles et sensorielles des produits finaux. Une caractéristique des bactéries lactiques, d'intérêt industriel est leur capacité à produire des métabolites antimicrobiens utiles dans la préservation des aliments. Comme on le sait, les LAB peuvent exprimer une activité antimicrobienne contre les microorganismes pathogènes et altérants, en produisant des acides organiques tels que l'acide lactique, le peroxyde d'hydrogène, le dioxyde de carbone, ainsi que des peptides ou des protéines tels que les bactériocines. De plus, certains composés phénoliques, présentant une activité antimicrobienne, peuvent être augmentés ou produits ex-nova au cours de la fermentation lactique. Certaines études ont signalé la production d'acides phényle lactiques par des LAB et l'activité antimicrobienne de ces composés a été largement documentée contre les microorganismes pathogènes. (**Annalisa et al.,2019**)

Différents auteurs ont rapporté la fermentation de la tomate à différentes fins. Certains d'entre eux utilisent la fermentation comme une stratégie pour récupérer les sous-produits de la tomate afin de produire différents composés tels que des antimicrobiens et des enzymes en utilisant des bactéries lactiques pour le processus de fermentation. D'autres auteurs se sont concentrés sur la lacto fermentation du jus de tomate en utilisant des souches autochtones ou des souches de référence comme démarreurs pour la fermentation. Dans toutes ces études, les bactéries lactiques ont démontré leur capacité à s'adapter aux substrats de tomates (**Annalisa et al.,2020**) Les bactéries lactiques (LAB) font partie des microorganismes présents dans les fruits de tomate, et de nombreux chercheurs ont exploré l'utilisation de souches bactériennes dans le processus de fermentation. La sélection de souches bactériennes d'acide lactique pour la fermentation des tomates s'est avérée essentielle pour développer des produits fermentés avec une formule répulsive appropriée, affectant directement la saveur des produits. (**Pereira et al ., 2023**) ,Le processus de fermentation permet la Réduction des composés indésirables qui peuvent affecter la vitesse et l'étendue des bio transférées de base, augmenter la digestibilité des produits, et contribuer à la promotion de la santé humaine. Le processus de fermentation peut se stimuler par l'ajout de cultures de départ.(**Pereira et al ., 2023**)

La culture de départ de *Lactobacillus* a démontré une grande efficacité de fermentation lactique dans la pulpe de tomates immatures et a également montré une tolérance appropriée aux conditions adverses dans le modèle de digestion in vitro. Son utilisation comme culture de

départ permet la valorisation des tomates non mûres en développant un ingrédient alimentaire probiotique sain et attrayant, ajoutant ainsi une valeur économique à des ressources alimentaires qui étaient autrefois considérées comme des déchets. Des avantages supplémentaires peuvent résulter de l'utilisation de cette culture comme culture autochtone ; elle permet la préservation de la biodiversité indigène des micro biomes alimentaires en tant qu'option plus durable. De plus, elle est déjà adaptée à la matière première et à l'environnement de transformation, réduisant ainsi le risque de contamination par des micro-organismes pathogènes pendant la fermentation. De plus, elle peut fournir des résultats de fermentation plus cohérents, réduisant la variabilité du produit final, ce qui est essentiel pour une production commerciale évolutive. **(Pereira, et al., 2023)**

La différence entre la teneur en polyphénols et flavonoïdes dans les déchets de tomates et les déchets de tomates fermentées expliquée comme suit :

Cette section aborde la façon dont les pelures de tomates se décomposent et explique potentiellement l'augmentation de la capacité antioxydante au cours des processus de fermentation, ce qui conduit à une meilleure décomposition des pelures de tomates. Le texte suggère que cette décomposition pourrait libérer certains composés phénoliques importants, qui pourraient augmenter la capacité antioxydante des substances résultant de ces processus. Ainsi, il est suggéré qu'il existe un lien entre les processus de fermentation et l'augmentation de l'efficacité antioxydante des substances extraites des tomates. **(Sulhattin, 2020)**

L'analyse de l'activité antioxydante a montré une légère augmentation. La modification de l'activité antioxydante des jus de tomates après fermentation a déjà été signalée par Di Cano et d'autres. Ils ont noté que l'utilisation de souches locales peut mieux retenir ou augmenter l'activité antioxydante, l'utilisation de souches de lait peut affecter positivement la capacité antioxydante et la concentration totale de phénol dans certaines conditions. Comme indiqué dans des études précédentes, la fermentation peut avoir un effet positif sur les propriétés nutritionnelles, modifiant la teneur en phénol et la teneur en acides. **(Annalisa et al., 2020)**

Conclusion

L'utilisation des sous-produits des industries agroalimentaires est excellente Valeur de flux. Apporte une valeur ajoutée aux exploitations Unités agricoles et de transformation, avec la possibilité de réduire les coûts associés Élimination et élimination des déchets.

Les pelures de tomate ne finissent pas de nous étonner par les multiples usages qu'elles pourraient avoir grâce à leur richesse en antioxydants. Des études épidémiologiques ont montré que la consommation de tomates, et de produits dérivés, est Associée à une diminution du risque de développer certains cancers, en particulier les cancers des voies aérodigestives supérieures et le cancer de la prostate .La particularité de la tomate et de ses produits dérivés repose sur son contenu en divers micro constituants antioxydants

concernant les pelures de tomate, les paramètres étudiés ont été : le pH, les polyphénols, l'activité antioxydant. Les résultats obtenus ont montré que la pelure séchée possède une qualité indéniable.

La fermentation des déchets de pulpe de tomate par les bactéries lactique a conduit à un enrichissement des qualités nutritionnelles et à l'ajout de certains composés biologiquement fonctionnels. Les déchets de tomate fermentés, avec leurs qualités nutritionnelles améliorées, présentent un grand potentiel dans l'alimentation des animaux de ferme.

Les résultats obtenus des Analyses biochimiques ont montré que nos échantillons analysés sont riches en composés phénoliques pour le déchet de tomate présente un taux en polyphénols totaux élevé (19.27 ± 0.83 mg EAG/g MS). La teneur en flavonoïdes du déchet fermenté (12.8 ± 0.59 mg EQ/g MS). Ce qui confirme leur pouvoir élevé en Antioxydant de tomate. Ces résultats confirment les données de la littérature, qui ont classé la Tomate dans la catégorie des antioxydants naturels.

L'étude du pouvoir antioxydant contenu dans le déchet de tomate fermenté est réalisée par le Pouvoir anti radicalaire utilisant le radical stable DPPH (2-2-diphényl 1-picryl-hydrazil) qui présente un pourcentage d'inhibition de 42.25%.

Le processus de fermentation permet la Réduction des composés indésirables qui peuvent affecter la vitesse et l'étendue des bio transférées de base, augmenter la digestibilité des produits, et contribuer à la promotion de la santé humaine. Le processus de fermentation peut se stimuler par l'ajout de cultures de départ.

Référence bibliographique :

A

- Achat, S., (2013)** .Polyphénols de l'alimentation : extraction, pouvoir antioxydant et interactions avec des ions métalliques. Thèse de Doctorat. Université de Béjaia, Université d'Avignon et des pays Vaucluse.
- Adem, (2000)**. Comité national des coproduits. Fiche n°15 – Ecarts de fruits et Légumes et coproduits de conserverie. Pulpe de tomate, Institut de l'Élevage.
- Afnor (Association Française de Normalisation) (1985)**. Aliments des animaux,
- Aghajanzadeh-Golshani., A., Martinez- Lopez, A.L., Carvajal-Millan, E., Ponce de León-Renova, N., Marquez- Escalante, J., a,dRomo-Chacon, A., (2009)**. Handbook of analysis of active compound in FunctionalFoods.
- Aguirre, M., Collins, M. D. (1993)** Lactic acid bacteria and human clinical infection. JAppl Bacteriol.75: 95-107
- Alvarado A., Pacheco-Delahaye E., Hevia P., 2001**. Value of a tomato byproduct As a source of dietary fiber in rats. Plant Foods Hum. Nutr., 56 ; 335–348
- Amalou et al., (2013)**. Amalou D., Air Ammour M., Ahishaykiye B., AmmoucheA , 2013 .valorisation des dous-produits de conserveris : cans des graines de tomates.
- Annalisa Ricci ,Martina Marrella Jasmine Hadj Saadoun Valentina Bernini Francesco Godani Franco Dameno Erasmo Neviani and Camilla Lazzi ,(2020)**.Development of Lactic Acid-Fermented Tomato Products
- Annalisa Ricci, Valentina Bernini, Antonietta Maoloni, Martina Cirlini , Gianni Galaverna ,Erasmo Neviani and Camilla Lazzi .(2019)** Vegetable By-Product Lacto-Fermentation as a New Source of Antimicrobial Compounds
- Apria : Association pour la promotion Industrie Agriculture, (1969)**. Utilisation des déchets végétaux. 53031/082, 180-186p

B

- Badis, A., Laouabdia-Sellami, N., Guetarni, D., Kihal, M., Ouzrout, R. (2005)**. Caractérisation phénotypique des bactéries lactiques isolées à partir de lait cru de chèvre de deux populations caprines locales «Arabia et Kabyle». Sci. Technol., 23:30-37.
- Barbouchi, M., Elamrani, K., El Idrissi, M., Choukrad M. (2018)**. A comparative study on phytochemical screening, quantification of phenolic contentsand antioxidant properties

of different solvent extracts from various parts of *Pistacia lentiscus* L. *Journal of King Saud University-Science*. 32 (2020): 302-306.

Bell-Lelong D. A., Cusumano J. C., Meyer K., Chapple C. (1997). Cinnamate-4-hydroxylase expression in *Arabidopsis*. Regulation in response to development and the environment. *Plant Physiology* 113: 729-738

Belyagoubi L., (2014). Antibiotiques produits par des bactéries (actinomycètes et bactéries lactiques) issus de différents écosystèmes naturels Algériens. Thèse de Doctorat en Biologie. Université Aboubakr Belkaïd-Tlemcen.

Belyagoubi, L. (2014). Antibiotiques produits par des bactéries (actinomycètes et bactéries lactiques) issus de différents écosystèmes naturels algériens, Aboubakr Belkaïd-Tlemcen. Doctorat: 209.

Bianchi, A.R.; Vitale, E.; Guerretti, V.; Palumbo, G.; De Clemente, I.M.; Vitale, L.; Arena, C.; De Maio, A. Antioxidant Characterization of Six Tomato Cultivars and Derived Products Destined for Human Consumption. *Antioxidants* (2023), 12, 761. [https:// doi.org/10.3390/antiox12030761](https://doi.org/10.3390/antiox12030761)

Bouguerra, A Caractérisation des bactéries lactiques du lait de chamelle . - SETIF : magistere en microbiologie, UNIVERSITE FERHAT Abbas, (2012.)

Boukhalfa H .(2010). Valorisation des sous-produits de la filière tomate transformée : optimisation de la production de la protéase par *Aspergillus* sur un milieu à base de déchets de tomates.

Boukhalfi, F. (2020). contribution a l'évaluation de quelques caractères probiotiques et technologiques du Bifidobactéries isolées à partir des selles de nourrissons et lait maternel. - Biskra : memoire de master, Université Mohamed Khider de Biskra.

Bouzaata C et al (2006) .valuation of four industrial tomato varieties grown in Annaba (Eastern Algeria). 10.p52-58

Brahimi, S. (2015). Isolement et caractérisation biotechnologique des bactéries lactiques isolées à partir des margines d'olives « AMORDJ » fermenté, Oran 1 Ahmed ben Bella. Magister: 203

Bruneton J. (1999). Pharmacognosie et Phytochimie, Plantes médicinales, 3^o édition. Lavoisier

C

Carminati D., Giraffa G., Quiberoni A., Binetti A., Suárez V. et Reinheimer J., (2010). Advances and trends in starter cultures for dairy fermentations. In: *Biotechnology of*

lactic acid bacteria: Novel Applications (Mozzi F., Raya R.R. ET Vignolo G. M.). 177-192.

Celma A.R., Cuadros F., López -Rodríguez F., (2009). Characterisation of Industrial tomato by-products from infrared drying process. Food Bioproducts Proc., 87 ; 282

Chamba F.J., (2008). Application des bactéries lactiques lors des fabrications fromagères. In: Bactéries lactiques de la génétique aux ferments (Corrieu G. et Luquet F. M.). Tec & Doc, Lavoisier. Paris. 787-813.

Chehrit-Hacid, F. (2016). Etude de la variabilité biochimique, physiologique et évaluation des activités biologiques des polyphénols de deux espèces du genre Pistacia (P. lentiscus L. et P. atlantica Desf.). Thèse de Doctorat. Université Mouloud Mammeri Tizi Ouzou.

Collins M D., Samelis J., Metaxopoulos J and Wallbanks S., (1993). Taxonomic studies on 189 some leuconostoc-like organisms from fermented sausages: description of a new genus Weissella for the Leuconostocparamesenteroides group of species. J. Appl.Bacteriol. 75(6), 595-603.

Colonna P ; Buleon A ; Leloup V ; Thibault JF ; Renard C ; Lahaye M ; Viroben G. (1995). Constituants de céréales, des graines, des fruits et de leurs sous produits. INRA, Paris 83-123pp.

Cotte F,(2000). Etude de la valeur alimentaire de pulpe de tomate chez les Ruminants. Thèse Docteur vétérinaire, université Lyon 1

D

D’ALESSANDRO .LG,(2013).Eco-procédés pour la récupération sélective d’antioxydant à partir d’Aronia melanocarpa et ses co-produits. Thèse de Doctorat .Université Lille 1

Denek N., Can A.,(2006). Feeding value of wet tomato pomace ensiled with wheat Straw and wheat grain for Awassi sheep. Small Ruminant Res., 65 ; 260–265.

Desmazeaud, M. (1998) Bactéries lactiques et qualité des fromages. Laboratoire de recherches laitières, INRA Jouy-en-Josas. France.

Dortu, C. et Thonart, P. (2009). Les bactériocines des bactéries lactiques : caractéristiques et intérêt pour labioconservation des produits alimentaires. Biotechnol. Agron. Soc. Environ. , 13:143-154.

Dubois m., mc coven l.d, schotcht.j, rebersp.a et smithf, (1956). Analytical chemistry. 28, 250p

E

El-Ghaish, S., Ahmadova, A., Hadji-Sfaxi, I., El-Mecherfi, K.E., Bazukyan, I., Choiset, I., Rabesona, H., Sitohy, M., Popov, Y. G., Kuliev, A. A., Mozzi, F., Chobert, J. M., Haertlé, T. (2011). Potential use of lactic bacteria for reduction of allergenicity and for longer conservation of fermented foods. *Trends in Food Sci. Technol.* ,509-516.

Elvira Casas, Marianna Faraldi and Marie Bildstein.,(2006). HANDBOOK on BIOACTIVE COMPOUNDS from TOMATO PROCESSING RESIDUES». [Www.bioactive-net.com](http://www.bioactive-net.com) 44P.

F

Fallah, et al., (2018). Falah S, Suzuki T, Katayama T. 2018. Chemical constituents from *Swietenia macrophylla* bark and their antioxidant activity. *Pak J Biol Sci* 11:2007-2012

FAO (2019). <http://www.fao.org/faostat/fr/#/data/OC>

Feinbaum R. L. Ausubel F. M (1988). "Transcriptional regulation of the

Fleuriet A. Macheix J. (1981). "Quinyl ester and glucose derivatives of hydroxycinnamic acids during growth and ripening of tomato fruit." *Phytochemistry* 20: 667-671.

Flores F. B., Oosterhaven J., Martinez-Madrid M. C. Romojaro F (2005). "Possible regulatory role of phenylalanine ammonia-lyase in the production of anthocyanins in asparagus (*Asparagus officinalis* L)." *Journal of the Science of Food and Agriculture* 85: 925-930.

FLORIANES., (2010)- L'ail, une plante aux multiples vertus. Haut école de Genève, 6 P. le 15/05/2018

Frederic M. C. (2014) Ni cru ni cuit. Histoire et civilisation de l'aliment fermenté, Alma Editeur, 360 p.

G

Gallais. A, et Bannerot . H, (1992). Amélioration des espèces végétales cultivées objectif et critères de sélection. INRA, Paris. 765p.

Gallais. A, et Bannerot . H, 1992). Amélioration des espèces végétales cultivées objectif et critères de sélection. INRA, Paris. 765p

Gálvez A., Abriouel H., Ben Omar N., et Lucas R., (2011). Food Applications and Régulation In: Drider D., et Rebuffat S. (eds). *Prokaryotic Antimicrobial Peptides: From Gene s to Applications*. Springer Verlag. Jaen, Spain. pp, 253-390

Gautier H., Diakou-Verdin V., Benard C., Pfeiffer F., Reich M., Buret M., Bourgaud F., Poëssel

Gerd Neumann.Axel Schäfer.Werner Mendling(2014). Phasenkontrast-Mikroskopie in der Frauenarztpraxis

Ghartbzahedi et Jafari., (2017). L'importance des minéraux dans la nutrition humaine : biodisponibilité, enrichissement des aliments, effets de transformation et nanoencapsulation. Tendances en science et technologie alimentaires. Volume 62, PP 119-132

H

H.N. Roja , K.B. Munishamanna, R. Veena and V. Palanimuthu .(2017)

H.N. Roja , K.B. Munishamanna, R. Veena and V. Palanimuthu .(2017) Solid state fermentation of tomato pomace waste By different lactic acid bacteria and yeast strains for Quality and nutritional improvement.

Hammes, W. P., and Hertel, C. (2006) The genera Lactobacillus and Carnobacterium. In: Dworkin, M., Falkow, S., Rosenberg, E., Schleifer, K.-H., and Stackebrandt, E. (Eds). The prokaryotes, Vol. (4). Springer Science and Business Media. New York, USA. pp 320-403.

Hanhineva K, Törrönen R, Bondia-Pons I, Pekkinen J, Kolehmainen M, Mykkänen H and Poutanen H. (2010). Impact of Dietary Polyphenols On Carbohydrate Metabolism. Int. J. Mol. Sci, 11: 1365-1402

Haukioja E., Ossipov V., Koricheva J., Honkanen T., Larsson S.Lempa K (1998). "Biosynthetic origin of carbon-based secondary compounds: cause of variable responses of woody plants to fertilization?" Chemoecology 8: 133-139.

Holzapfel W H., Haberer P., Geisen R., Björkroth J et Schillinger U.,(2001). Taxonomy and important features of probiotic microorganisms in food and nutrition. Am. J. Clin. Nutr. 73(2 Suppl), 365S-373S.

Holzapfel, W. H. (2002). Appropriate starter culture technologies for small-scale fermentation in developing countries. Int. J. Food Microbiology. 75: 197-212.

<http://ebiblio.univmosta.dz/bitstream/handle/123456789/21060/TALEB%20ALI%20M2%20micriobiologie%20f.pdf?sequence=1>)

<https://www.memoireonline.com/11/13/7937/Dosage-des-polyphenols-de-la-tomate-et-etude-de-leur-pouvoir-anti-oxydant.html>

Itemi. DZ, (2018) index de tomate industrielle

J

J. L., Caris-Veyrat C.Génard M. (2008). "How does tomato quality (sugar, acid and nutritional quality) vary with ripening stage, temperature and irradiance?" *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 56: 1241-1250

J.DeVos C. H. R. (2006). "A liquid chromatography-mass spectrometry-based metabolomedatabase for tomato." *Plant Physiology* 141:1205-1218

K

Kandler, O., Weiss, N. (1986). Genus *Lactobacillus* Beijerinck 1901, 212AL. In: Sneath, P. H. A., Mair, N. S., Sharpe, M. E., and Holt, J. G. (Eds). *Bergey's manual of systematic bacteriology* (8nd ed.). Baltimor. pp 208-1234

King A.J., ZeidlerG (.2004). Tomatopomacemaybea good source of vitamin E in broilerdiets. *California Agriculture* 58.59-62.

King A.J., ZeidlerG (.2004). Tomatopomacemaybea good source of vitamin E in broilerdiets. *California Agriculture* 58.59-62.

Kolev.N. ,(1976). Les cultures maraichères en Algérie .Tome I .Légumes fruits .Ed. Ministre de l' Agriculture et des Reformes Agricoles. 52p.

Kolev.N. ,(1976). Les cultures maraichères en Algérie .Tome I .Légumes fruits .Ed. Ministre de l' Agriculture et des Reformes Agricoles. 52p

KONE. D, (2009). Enquête ethnobotanique de six plantes médicinales maliennes - extraction, identification d'alcaloïdes -caractérisation, quantification de polyphénols : étude de leur activité antioxydant. Thèse de Doctorat. Université de Bamako.

Koricheva J., Larsson S., Haukioja E.Keinanen M (1998). "Regulation of woody plansecondary metabolism by resource availability: hypothesis testing by means of metaanalysis.". *Oikos* 83: 212-226

Kumar, R., et. Al. (2017) *Black Tea: The Plants, Processing / Manufacturing and Production*, Tea

Kumar, R., et. al. (2017) *Black Tea: The Plants, Processing / Manufacturing and Production*, Tea,

L

Lester M., Morrison M.D., (1946). The control of diarrhea by tomato pomace. *American J. Digestive Diseases*, 13(6) ; 196-198

Leyva A., Jarillo J. A., Salinas J.Martinez-Zapater J. M (1995). "Low temperature inducesthe accumulation of Phenylalanine Ammonia-Lyase and Chalcone Synthase

mRNAs of *Arabidopsis thaliana* in a light-dependent manner." *Plant Physiology* 108: 39-46.

Lorenzo, et al., (2018) (Løvdaal T et al 2019). . Løvdaal T., Van Droogenbroeck B., Eroglu EC, Kaniszewski S., Agati G., Verheul M., Skipnes D. **Valorization of Tomato Surplus and Waste Fractions: A Case Study Using Norway, Belgium, Poland, and Turkey as Exemples. *Nourriture*. 2019 ; 8 : 229. doi : 10.3390/aliments8070229.**

Lorenzo, et al., (2018) (Løvdaal T et al 2019). . Løvdaal T., Van Droogenbroeck B., Eroglu EC, Kaniszewski S., Agati G., Verheul M., Skipnes D. **Valorization of Tomato Surplus and Waste Fractions: A Case Study Using Norway, Belgium, Poland, and Turkey as Exemples. *Nourriture*. 2019 ; 8 : 229. doi : 10.3390/aliments8070229.**

M

Macheix J. J., Fleuriet A. Jay-Allemand C (2005). Les composés phénoliques des végétaux : Un exemple de métabolites secondaires d'importance économique .*Bio ed.* 54-65

MADR . (2009). Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural , Direction des Statistiques.62.

MADR, (2017). Ministère de l'Agriculture, du développement rural 2017

Makhloufi K.M, (2011). Caractérisation d'une bactérie produite par une bactérie lactique *Leuco nostoc pseudomesenteroides* isolée du boza. Thèse de Doctorat en Microbiologie, Biochimie. Université Pierre et Marie Curie-Paris 6. France. 200p.

MALIK. G, (2009). Vers la Synthèse Totale d'Ellagitannins C-arylglucosidiques Une Approche Biomimétique Visant la Vescaline. Thèse de Doctorat. Université Bordeaux 1.

Mansoori B., Modirsanei M., Radfar M., Kiaei M.M., Farkhoy M., Honarзад J., (2008). Digestibility and metabolisable energy values of dried tomato pomade for Laying and meat type cockerels. *Animal Feed Sci. Technol.*, 141 ; 384–390.

Marth, E. H. et Steele, J. L. (2001). *Applied dairy microbiology*. Marcel Dekker, Inc., New York.

Martin Set Andriantsitohaina R. (2002). Mécanismes de la protection cardiaque et vasculaire des polyphénols au niveau de l'endothélium. *Annales de cardiologie et d'angiologie* 51, 304-315.

- Mäyrä-Mäkinen A. et Bigret M., (2004).** Industrial use and production of lactic acid bacteria. In: Lactic acid bacteria: microbiology and functional aspects (Salminen S., Wright A.V. et Ouwehand A.). 3e Ed., Marcel Dekker, Inc. New York. 73-102
- MESSAI .L., (2011).** Etude phytochimique d'une plante médicinale de l'est Algérien (ARTEMISIA HERBA ALBA).Thèse de Doctorat. Université Mentouri de Constantine.
Méthodes d'analyses françaises et communautaires. 2^{ème} édition, 200 p.
- Mkrtchyan, H., Gibbons, S., Heidelberger, S., Zloh, M., Limaki, H.K. (2010).** Purification, characterization and identification of acidocin LCHV, an antimicrobial peptide produced by *Lactobacillus acidophilus* n.v. Er 317/402 strain narine. *Int.J. Antimicrobial Agents.*, 35:255-260
- Moco S., Bino R. J., Vorst O., Verhoeven H. A., De Groot J., Van Beek T. A., Vervoort Moco S., Capanoglu E., Tikunov Y., Bino R. J., Boyacioglu D., Hall R. D., Vervoort J. Vos C. H. R. (2007).** "Tissue specialization at the metabolite level is perceived during the development of tomato fruit." *Journal of Experimental Botany* 58: 41-314-146.
- Monnet V., Latrille E., Béal C. et Corrieu G., (2008).** Croissance et propriétés fonctionnelles des bactéries lactiques. In: Bactéries lactiques de la génétique aux ferments (Corrieu G. et Luquet F.M.). Tec & Doc, Lavoisier. Paris. 512-592.
- Naïka S., De Jeud J.V.L., De Jefeau M., Hilmi M. et Vandam B.,(2005).** La culture de tomate, production, transformation et commercialisation. Ed. Wageningen, Pays-Bas. 105p.
- Naïka S., de Jeude J. L., de Goffau M., Hilmi M. et Dam B., (2005).** La culture de la tomate : production, transformation et commercialisation. Ed. Fondation Agromisa et CTA, Wageningen. 105 p.

P

- Penaud, (2006).** Analyse de la séquence génomique et étude de l'adaptation à l'acidité de *Lb. delbruekiissp. Bulgaricus* ATCC 11842. Thèse de Doctorat. Institut National Agronomique de Paris-Grignon
- Penuelas J.Estiarte M. (1998).** "Can elevated CO₂ affect secondary metabolism and ecosystem function?" *Trends in Ecology & Evolution* 13: 20-24
- Pereira, N.; Farrokhi, M.; Vida, M.; Lageiro, M.; Ramos, A.C.; Vieira, M.C.; Alegria, C.; Gonçalves, E.M.; Abreu, M. Valorisation of Wasted Immature Tomato to**

Innovative Fermented Functional Foods. Foods (2023), 12, 1532. <https://doi.org/10.3390/foods12071532>

Polese J.M. ,(2007).La culture de la tomate. Ed Artémis .95p

Prescott, L., Harley, J., and Klein, D. (2003) Le métabolisme: la libération et la conservation de l'énergie. In: Boeck, d., and Larcier (Eds). Microbiologie. Bruxelles, Belgium. pp 172-203.

Pringsulaka O., Thongnam N., Suwannasai N., Atthakor W., Pothivejkul K.,Rangsiruji A., (2011)- Partial characterization of bacteriocin produced by lactic acid Regulation In: Drider, D., and Rebuffat, S. (Eds). Prokaryotic Antimicrobial Peptides: From Genes to Applications. Springer Verlag. Jaen, Spain. pp 253-390.

Pringsulaka O., THOONGAM N., Suwannasan N., Atthakor W., PothivejkulK. AND (2011). Partial characterization of bacteriocins produced by lactic acid bacteria isolated from Thai fermented meat and fish products. Food Control, 23: 547-55

Quettier-Deleu C., Gressier B., Vasseur J., Dine T., Brunet C., Luyckx M., Cazin M., Cazin J. C., Bailleul F., Trotin F.. (2000). Phenolic Compounds and Antioxidant Activities of Buckwheat. (*Fagopyrum esculentum* Moench) Hulls and Flour. J. Ethnopharmacol 72 (1-2): 35–42. doi: 10.1016/s0378-8741(00)00196-3

R

Raffo A., Leonardi C., Fogliano V., Ambrosino P., Salucci M., Gennaro L., Bugianesi R.,Giuffrida F.Quaglia G(2002). "Nutritional value of cherry tomatoes (*Lycopersicon esculentum* Cv Naomi F1) harvested at different ripening stages." Journal of Agricultural and Food Chemistry .22: 6550-6556.

Rivero R. M., Ruiz J. M., Garcia P. C., Lopez-Lefebvre L. R., Sanchez E.Romero L. (2001)."Resistance to cold and heat stress: accumulation of phenolic compounds in tomato and watermelon plants." Plant Science 160: 315-321

S

Salminen. S, Wright. A, et Ouwehand. A. (2004). Lactic acid bacteria, Microbiological and Functional Aspect. Third Edition. Marcel Dekker.

SalminenS., Wright A.V. AND Ouwehand A., (2004). Microbiological and functional aspects. Marcel Dekker. Inc., U.S.A .p 628

Schleifer, K.-H., Ehrmann, M., Beimfohr, C., Brockmann, E., Ludwig, W., Amann, R., (1995).Application of molecular methods for the classification and identification of lactic acid bacteria. International Dairy Journal. 5(8), 1081-1094

Shankara N., Joep van Lidt de Jeude., De Goffau M., Hilmi M. et Van Dam B.,(2005).La culture de la tomate : production, transformation et commercialisation 5ème édition AgromisaFoundation, 105p.

Shankara, Naika, ; Van, ; Lidit , De Jeudi, Mardja ,Martin ;(2005) : La culture de la tomate production, transformation et commercialisation,6,18,19 ;p20

Shankara,Naika.,Joep, Van., Lidt,DE Jeude., Marja,DE Goffau., Martin,Hilmi.,Barbara,Van Dam.,(2005).La culture de la tomate production, transformation et commercialisation

ShankaraN., Joep Van Lidtde Jeudi, Gauffou M., Hilmi M. et VanDam B.,(2005). La culture de la tomate : production, transformation et commercialisation. Pays Bas : PROTA : 105p.

Sogi D. S., Bawa A. S. (1998). Studies on dehydration of tomato processing waste. Indian Food Packer, 52(2) ; 26–29.

Sogi D.S., Bhatia R., Garg S.K., Bawa A.S.,(2005). Biological evaluation of Tomato waste seed meals and protein concentrate. Food Chem., 89 ; 53–56

Sogi D.S., Shivhare U.S., Garg S.K., Bawa A.S., (2003). Water Sorption Isotherm And Drying Characteristics of Tomato Seeds. Biosystems Eng.,

Solid state fermentation of tomato pomace waste By different lactic acid bacteria and

Stiles M E et Holzapfel W H.,(1997).Lactic acid bacteria of foods and their current taxonomy. Int.J. Food Microbiol.36: Acidification improves cryotolerance of lactobacillus delbrueckii subsp. Bulgaricus. CFIIJ Biotechnol. 128: 659-667

T

Trichine, (2010). Tirichine HS. 2010. Etude ethnobotanique, activité antioxydante et analyse phytochimique de quelques cultivars de palmier dattier (Phoenix dactylifera L.) du Sud-Est Algérien: Université Ahmed Ben Bella d'Oran1 Es Senia.

Trichpoulou A. et LAGIO P.,(1997). Healthy traditional Mediterranean diet: an expression of culture, hystory and lifesly.65p

v

Ventura M.R., Pieltain M.C., Castanon J.I.R., (2009). Evaluation of tomato crop by-products as feed for goats. Anim. Feed Sci. Technol., 154; 271–275.

W

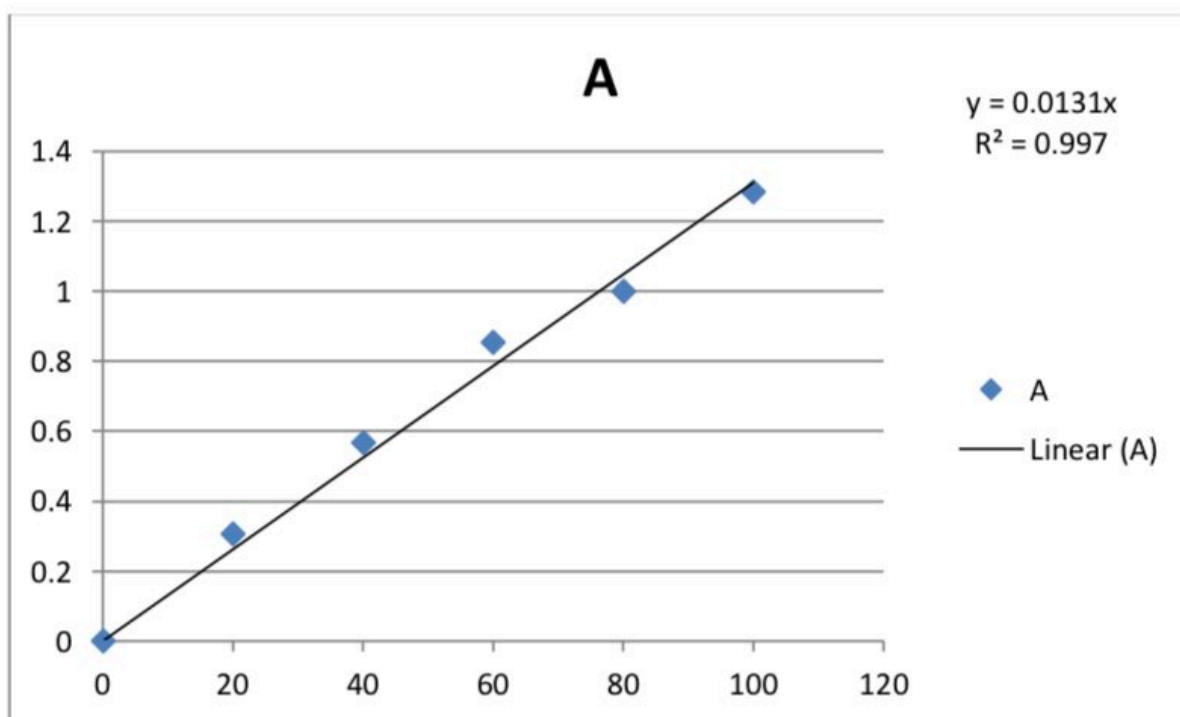
- Wang S. Y., Bunce J. A., Maas J. L. (2003).** "Elevated carbon dioxide increases contents of antioxidant compounds in field-grown strawberries." *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 51: 4315-4320.
- Weiss W.P., Frobose D.L., Koch M.E., (1997).** Wet tomato pomace ensiled with Corn plants for dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 80 ; 2896–2900
- Weiss, wN., Busse, M., and Kandler, O. (1968)** The origin of fermentation by-products in the lactic acid fermentation of *Lactobacillus acidophilus*. *Arch Mikrobiol.* 62: 85-93.
- Wilkens R. T., Spoerke J. M., Stamp N. E. (1996).** "Differential responses of growth and two soluble phenolics of tomato to resource availability." *Ecology* 77: 247-258
- Wouters J. T. M., Ayad E. H. E., Hugenholtz J. ET Smit G., (2002).** Microbes from raw milk for fermented dairy products. *Int. Dairy J.* 12: 91-109
- WPTC (2021).** World Processing Tomato Council (WPTC) Annuaire 2020 des tomates transformées. [(consulté le 30 juin 2021)] ; 2020 Disponible en ligne <http://www.tomatonews.com/pdf/yearbook/2020/index.html#48>

γ

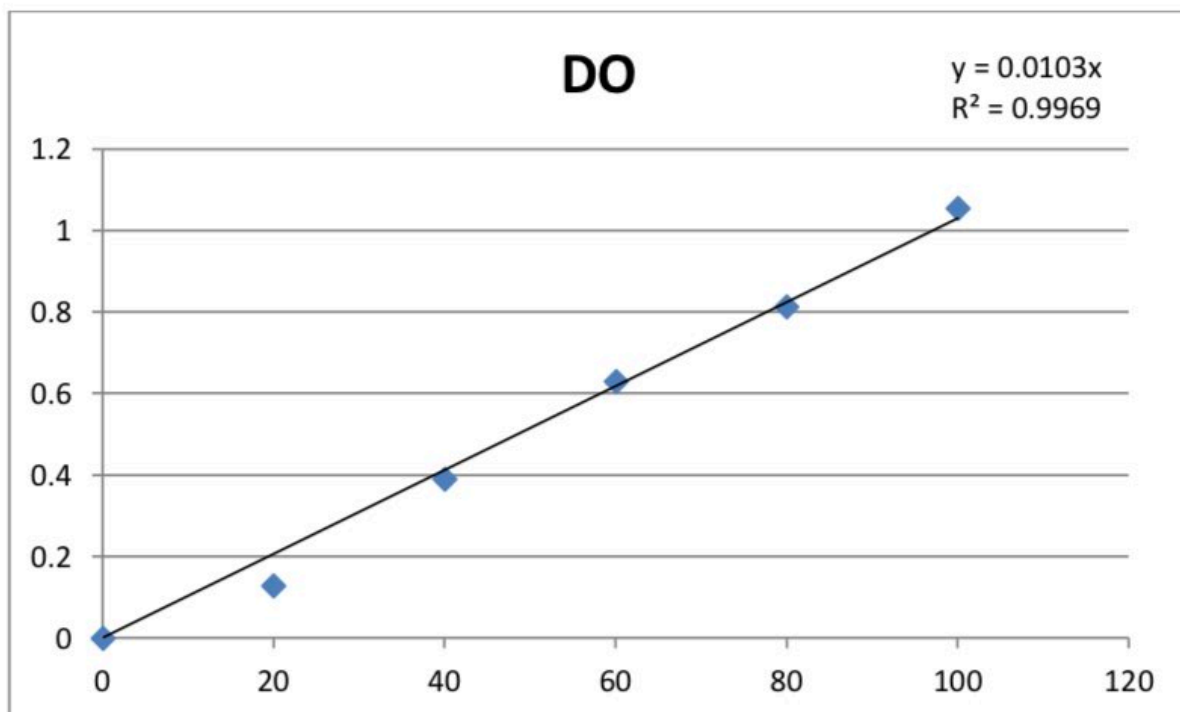
- Yateem, A., Balba, M. T., Al-Surrayai, T., Al-Mutairi, B., Al-Daher, R. (2008).** Isolation of lactic acid bacteria with probiotic potential from camel milk. *Int. J. Dairy Sci.*, 3:194-199
- Yateem, A., Balba, M. T., Al-Surrayai, T., Al-Mutairi, B., Al-Daher, R. (2008).** Yeast strains for Quality and nutritional improvement.

<http://ebiblio.univmosta.dz/bitstream/handle/123456789/21060/TALEB%20ALI%20M2%20micriobiologie%20f.pdf?sequence=1>)

Annexes



Acide gallique



Quarcitine

Milieu MRS

Peptone.....	10g
Extrait de viande	10g
Extrait de levure.....	5g
Tween	80mL
Phosphate dipotassique.....	2g
Acétate de sodium	5g
Citrate d'ammonium.....	2g
Sulfate de magnésium	2 g
Sulfate de manganèse.....	0,005g
Agar-agar.....	5 g
Eau distillée	1000mL

pH= 6,5



Figure 13 : Aspect des bactéries lactiques sur milieu MRS (origine,2023)



Figure 14 : Aspect des bactéries lactiques sur gélose MRS (origine,2023)

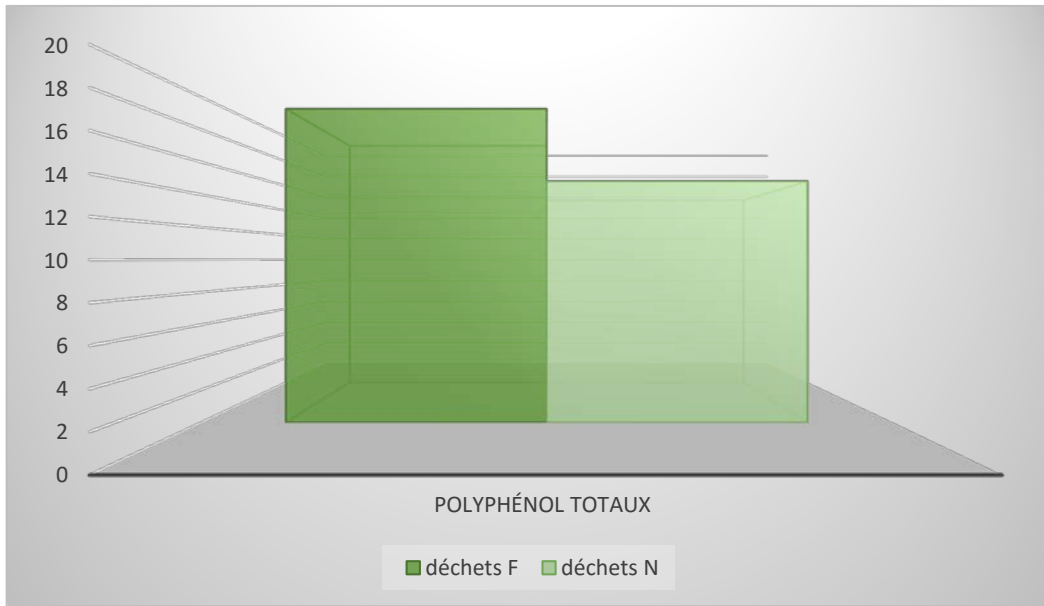


Figure 20 : Teneur en polyphénols totaux (en mg EAG/g MS) de déchets fermentée et déchet normal

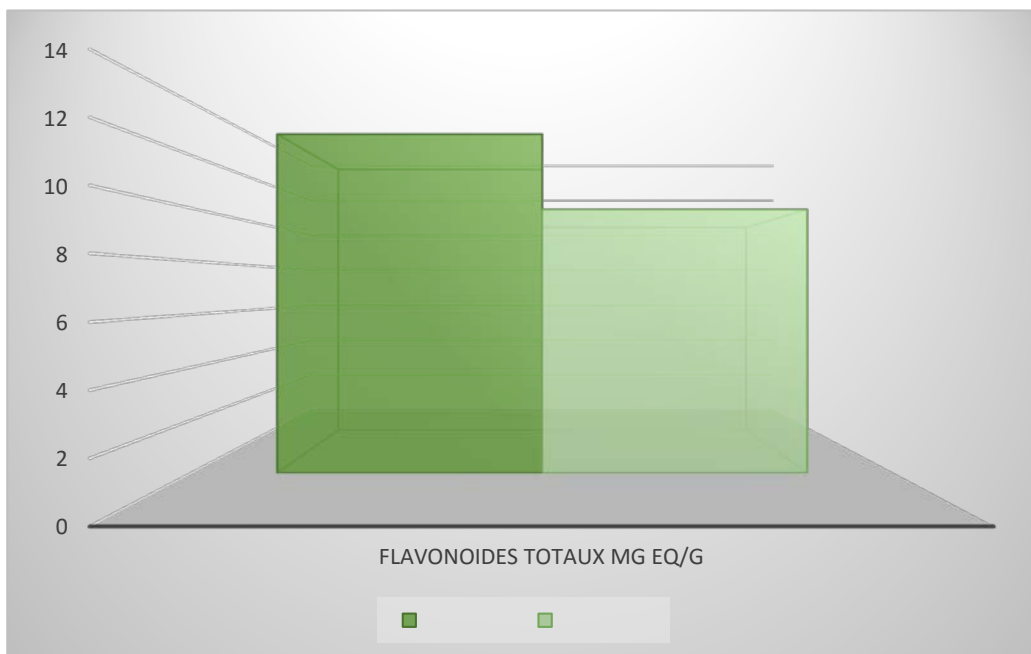


Figure 21 : Tenure en flavonoides totaux (en mg EAG/g MS) de déchets fermenter et déchet normal

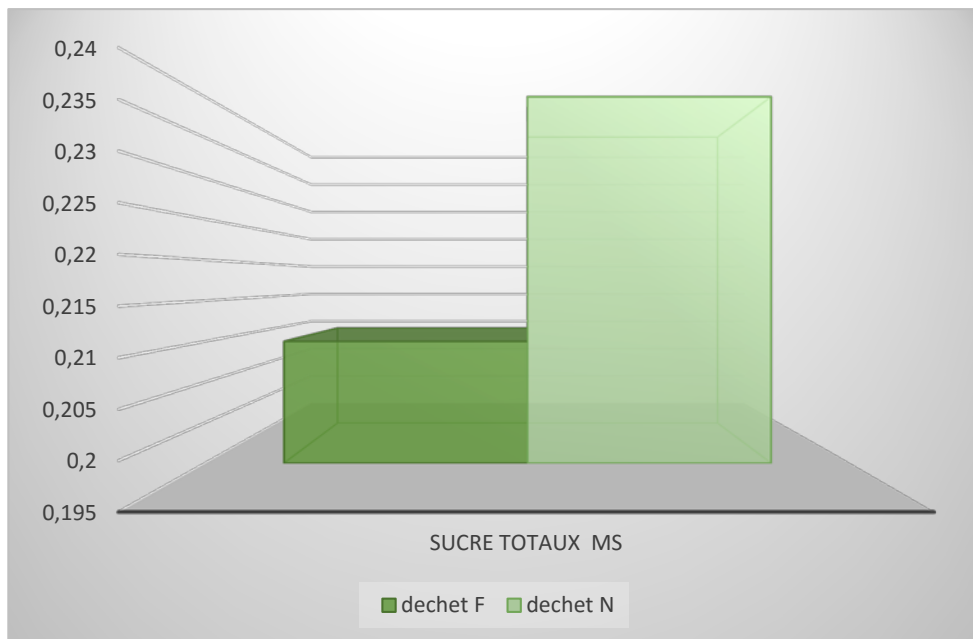


Figure 22: teneur en sucre total