

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université de Ghardaia



Faculté des Sciences de la Nature et de Vie et Sciences de la Terre

Département de Biologie

Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de

MASTER

Filière : Science biologiques

Spécialité : Biochimie appliquée

Par : BAHMANE Touria
CHEBIHI Nawal Khadîdja

Thème

Etude de l'extraction des glycosides de stéviol à partir de *Stevia* et
évaluation de leur efficacité en tant qu'édulcorants naturels.

Soutenu publiquement, le **17 /06 /2025**, devant le jury composé de :

M.BENKHERARA S	MAA	Univ. Ghardaia	Président
M.KADRI Mouhamed	MCA	Univ. Ghardaia	Directeur de mémoire
M.BELGUIDOUMM	Maitre de conférences A	Univ. Ghardaia	Examineur

Année universitaire : 2024 2025

Remerciements

Je tiens à formuler ma profonde et sincère gratitude à tous ceux qui m'ont aidée de près ou de loin à réaliser ce travail.

Avant toute chose, nous remercions Dieu, le tout puissant, de nous avoir donné la force et la patience pour achever ce travail

Mes remerciements les plus sincères et chaleureux vont aussi à ma directrice de recherche Mr KADRI, pour son soutien, ses conseils et sa disponibilité inégalés.

Je remercie tous les enseignants du département de biologie, et plus particulièrement, les membres de jury M. BENKHERARA S et M. BELGUIDOUM M qui ont accepté de lire et d'évaluer ce travail.

Enfin, nous adressons notre profonde gratitude à nos familles qui nous ont toujours soutenues, et à tous les ami(e)s qui nous ont aidés de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail.

Dédicace

Je tiens à exprimer ma profonde gratitude à mes parents, pour leur soutien inébranlable, leurs sacrifices et leurs prières constantes. Leur amour et leur encouragement m'ont toujours poussé à donner le meilleur de moi-même. Merci à mon père et ma mère pour leur confiance et leur patience tout au long de mon parcours académique.

***À ma chère sœur, Radja,** merci pour votre amour et votre encouragement constant. Votre soutien m'a donné la force de surmonter les défis et d'atteindre mes objectifs.*

***À mon cher frère, Abderrahmane,** merci pour votre soutien, votre compréhension et vos encouragements. Vous avez source d'inspiration et de motivation inestimable. Votre présence dans ma vie a toujours été une grande bénédiction.*

*Je souhaite également remercier **mon binôme Nawal** pour leur aide précieuse, leur soutien moral et leurs encouragements. Vous avez su me remonter le moral dans les moments difficiles et célébrer avec moi chaque petite victoire. Merci pour votre amitié sincère et vos précieux conseils.*

TOURLA

Dédicace

À mes chers parents qui m'ont guidée dans les moments les plus difficiles de ce long chemin, Du fond du cœur, je dédie ce travail À l'âme de mon père Ibrahim, que Dieu ait son âme. Ton souvenir m'accompagne chaque jour et reste une source d'inspiration pour moi.

***À ma mère**, raison de ma réussite, le modèle parfait de la femme idéale, symbole d'amour, de tendresse, de compassion et de sacrifice, qui m'a toujours orientée vers le chemin du bonheur dans cette vie. Tu resteras toujours mon repère, la lumière qui éclaire mon chemin. Ce travail est le fruit de l'esprit de sacrifice dont vous avez fait preuve.*

***À mes frères** Moussa, Lakhdar, Mohamed, Mounir, Youssef et **à mes chères sœurs** Nacira, Fariha, Amina, Nour, et Fatiha que Dieu ait son âme. À nos petits enfants que Dieu les protège : Amra, Kawthar, Takwa, Ibrahim, Mohamed, Adel.*

À ma collègue Touria, qui a partagé ce travail avec moi, je prie Dieu de te préserver de tout mal.

À toutes les personnes chères à mon cœur, qui m'ont soutenue et encouragée dans les moments les plus difficiles, que Dieu les protège. À tous mes enseignants qui nous ont transmis leur savoir. Et enfin, merci à mes camarades de promotion.

Je vous dis merci, je vous aime tous. Je vous dédie ce travail avec tout l'amour, le respect et la gratitude que je porte dans mon cœur.

NAWAL

Liste des tableaux

Liste des tableaux

Tableau 1: Matérielle et produits utilisés dans l'étude.....	6
Tableau 2: gamme étalon de dosage des glucides totaux	10
Tableau 3: comparaison des méthodes d'extraction	15
Tableau 4: valeur nutritionnelle des feuilles de Stevia	16
Tableau 5: Evaluation de goût de stéviol.....	17
Tableau 6: Degré de douceur	21
Tableau 7 : degré d'amertume	21
Tableau 8: pourcentage de goût latéral	22
Tableau 9 : Analyse T-test	22
Tableau 10: analyse ANOVA	23
Tableau 11: Effet secondaire	24
Tableau 12: Acceptation des consommateurs.....	24

Liste des figures

Liste des figures

Figure 1: plante de <i>S. rebaudiana</i>	6
Figure 2:Extraction liquide-liquide.....	8
Figure 3:A: Filtration avec CaOH B : Filtration avec charbon actif.....	8
Figure 4: A : protocole d'électrocoagulation B : lyophilisateur	9
Figure 5: A : tubes contenant les complexes colorés B : spectromètre UV	10
Figure 6:tubes contenant les complexes colorés résultants de la condensation des dérivée H ₂ SO ₄ avec le phénol et <i>Stevia</i>	11
Figure 7: four à moufles.....	11
Figure 8: Appareil de Soxhlet	12
Figure 9: Etuve et feuille de <i>Stévia</i>	13
Figure 10: Courbe étalon du dosage des sucres totaux	15

Liste des annexes

Liste des annexes

Annexe 1: Description botanique (Lesniarek J, 2015).....	29
Annexe 2: Composition en glycosides de stéviol	30
Annexe 3: S. Glyc présent chez S. rebaudiana (Ceunen et Geuns, 2013).....	31
Annexe 4: Poudre de <i>Stevia</i>	32
Annexe 5: Teste de goût	32
Annexe 6: Les produits chimiques.....	33

Liste d'abréviations

Liste d'abréviations

S. Rebaudiana : *Stevia rebaudiana*

S. Glyc : glycosides de stéviol

ST : stéviolides

SV : stéviol

RA : Rébaudioside A

Déc : Décoction

Inf : Infusion

DJA : Dose journalière admissible

CaOH : Hydroxyde de calcium

H₂SO₄ : Acide sulfurique

Glu : Glucose

DT2 : Diabète type2

Table des matières

Remerciements.....	II
Liste des tableaux.....	V
Liste des figures	VI
Liste des annexes	VII
Liste d'abréviations.....	VIII
Table des matière	IX

Résumé

الملخص

Abstract

I. Introduction	1
II. Matériel et Méthodes.....	5
1. Présentation de la région	5
2. Matériel végétal.....	5
3.Etape de transformation	6
A. Traitement physique	7
préparation de l'échantillon.....	7
B. Traitement chimique	7
1.Extraction des glycosides de stéviol.....	7
1.1. La décoction.....	7
1.2.L'infusion.....	7
1.1.1. L'extraction par solvant.....	8
1.1.2. Electrocoagulation	9
2.Dosage des glycosides de stéviol	5
Préparation de la gamme étalon de dosage des glucides totaux.....	9
Dosage des glucides totaux dans l'échantillon de <i>Stevia</i>	10
3. Détermination de la valeur nutritionnelle des feuilles de <i>Stevia</i>	11
3.1. Taux de cendres.....	11

Table des matières

3.2. Taux de matière grasse.....	12
3.3. Taux d'humidité.....	12
4. Test de goût	13
5. Analyse statistique.....	13
III. Résultats et Discussion	15
A. Extraction et dosage des glycosides de stéviol.....	15
B. Evaluation de la composition nutritionnelle des feuilles de Stevia	16
C : Evaluation de goût de stéviol	16
D. Analyse statistique des données de goût (Sucre. Stéviol)	21
1. calcul de la moyenne et de l'écart type.....	21
2. Comparaison du sucre avec stéviol (T-test).....	22
3. Analyse de la variance (ANOVA).....	23
IV. Conclusion	26
Références Bibliographiques	27
Annexes.....	30

Résumé

La *Stevia rebaudiana*, plus connue sous le nom de *Stevia*, est une plante originaire d'Amérique du Sud. Elle se distingue par sa teneur élevée en glycosides de stéviol (Stévioside et Rebaudioside A), des composés au pouvoir édulcorant intense, ainsi que par la présence de nutriments essentiels bénéfiques pour l'organisme. Utilisée comme alternative naturelle au sucre, la *Stevia* constitue une solution zéro calorie permettant de limiter les effets néfastes liés à la surconsommation de sucre.

Dans cette étude, nous avons réalisé une extraction des glycosides de stéviol par décoction, infusion on commençons par lavage et séchage des feuilles de *Stévia*. Nous avons par ailleurs réalisé un dosage des sucres totaux. Nos résultats révèlent que la composition nutritionnelle des feuilles de *Stevia* était Comme suit : lipides 7%, cendres 12.39%, humidité 83.46%, Pour l'extraction du stévioside, nous avons utilisé les méthodes d'infusion et de décoction, ainsi que de l'eau distillée comme solvant. Pour l'infusion, nous avons trempé 150 g de la plante dans 4 L d'eau distillée à 80 °C. Ensuite, nous avons filtré et trempé une deuxième fois avec 2 L d'eau distillée. Ensuite, nous avons filtré et trempé une troisième fois avec 1 L d'eau distillée. Après trempage, nous avons obtenu : 4 litres à 16,16 mg/ml, 2 litres à 8,2 mg/ml et 1 litre à 1,08 mg/ml. Pour la décoction, nous avons fait bouillir 150 g de la plante dans 4 litres d'eau distillée à 80 °C, puis filtré et fait bouillir une deuxième fois avec 2 litres d'eau distillée, puis filtré et fait bouillir une troisième fois avec 1 litre d'eau distillée. A la décoction, nous avons obtenu : 4 litres 36 mg/ml, 2 litres 33,6 mg/ml, 1 litre 28 mg/ml. Pour l'électrocoagulation : infusion 1 litre de 10,22 mg/ml, 2 litres 33 mg/ml, 4 litres 39 mg/ml, décoction 1 litre 27 mg/ml, 2 litres 15 mg/ml, 4 litres 20 mg/ml. La quantité de stévioside après lyophilisation : infusion 1 litre 2,1412 %, 2 L 1,5812 %, 4 L 2,1410 %, décoction 1 L 2,6715 %, 2 L 2,6720 %, 4 L 2,6722 %. Pour l'électrocoagulation : infusion 1 L : 1,5511 %, 2 L : 0,3398 %, 4 L : 1,1214 %, décoction 1 L : 1,0664 %, 2 L : 0,6094 %, 4 L: 2,2147 %. Enfin, nous avons effectué un test de dégustation pour déterminer la sucrosité et l'acceptabilité de l'édulcorant stévioside stérilisé. Nous avons sucré deux composants : du café chaud et du yaourt nature froid. Quinze dégustateurs ont testé les niveaux de sucrosité (faible, moyen et élevé) et les ont comparés au sucre blanc pour déterminer l'acceptabilité. Les résultats ont été les suivants : le stéviol offre une sucrosité suffisante à faible dose. Doses optimales : 0,02 à 0,03 % pour le yaourt et 0,01 à 0,02 % pour le café. Goût secondaire : une saveur herbacée est prédominante (surtout dans le café). Acceptation des consommateurs : le stéviol a un taux d'acceptabilité de 75 à 82 %, contre 85 à 92 % pour le sucre.

Mots-Clés : *Stevia rebaudiana*, Glycosides de stéviol, Stéviolside, Rebaudioside A, Edulcorant, Zéro calorie.

الملخص

ستيفيا ريبوديانا، المعروفة أكثر باسم "ستيفيا"، هي نبتة أصلها من أمريكا الجنوبية. تتميز بمحتواها العالي من جليكوسيدات ستيفيول، وهي مركبات ذات قدرة تحليلية قوية، بالإضافة إلى احتوائها على عناصر غذائية أساسية مفيدة للجسم. وتستخدم كبديل طبيعي للسكر، حيث تعد حلا خاليا من السعرات الحرارية يمكن أن يساعد على الحد من الآثار السلبية الناتجة عن الاستهلاك المفرط للسكر.

في هذه الدراسة، قمنا باستخلاص جليكوسيدات ستيفيول عن طريق الغلي والنقع، بداية بغسل وتجفيف أوراق الستيفيا. كما قمنا أيضاً بإجراء تحليل لقياس السكريات الكلية

كشفت نتائجنا أن التركيب الغذائي لأوراق ستيفيا كانت كما يلي: الدهون 7%، الرماد 12.39 %، الرطوبة 83.46%، بالنسبة لعملية استخلاص الستيفيوسيد اعتمدنا طريقتي النقع والغلي واستخدمنا الماء المقطر كمذيب، بالنسبة للنقع قمنا بنقع 150 غ من النبتة مع 4 ل من الماء المقطر عند 80 درجة مئوية، ثم قمنا بالترشيح وإعادة النقع للمرة الثانية 2 ل من الماء المقطر، ثم الترشيح وإعادة النقع للمرة الثالثة 1 ل من الماء المقطر. تحصلنا عند النقع : 4 لتر 16.16 ملغ/مل، 2 لتر 8.2 ملغ/مل، 1 لتر 1.08 ملغ/مل، بالنسبة للغلي قمنا بغلي 150 غ من النبتة مع 4 ل من الماء المقطر عند 80 درجة مئوية، ثم قمنا بالترشيح وإعادة الغلي للمرة الثانية 2 ل من الماء المقطر ثم الترشيح وإعادة الغلي للمرة الثالثة 1 ل من الماء المقطر. تحصلنا عند الغلي : 4 لتر 36 ملغ/مل، 2 لتر 33.6 ملغ / مل، 1 لتر 28 ملغ/مل وبالنسبة للتخثير الكهربائي: النقع 1 لتر 10.22 ملغ/مل، النقع 2 لتر 33 ملغ/مل النقع 4 لتر 39 ملغ/مل، الغلي 1 لتر 27 ملغ/مل، الغلي 2 لتر 15 ملغ/مل، الغلي 4 لتر 20 ملغ/مل وكمية الستيفيوسيد بعد التجفيف بالتجميد: النقع 1 لتر 2.1412 %، النقع 2 لتر 1.5812 %، النقع 4 لتر 2.1410 %، الغلي 1 لتر 2.6715 %، الغلي 2 لتر 2.6720 %، الغلي 4 لتر 2.6722 % وبالنسبة للتخثير الكهربائي : الغلي 1 لتر 1.5511 %، الغلي 2 لتر 0.3398 %، الغلي 4 لتر 1.1214 %، النقع 1 لتر 1.0664 %، النقع 2 لتر 0.6094 %، النقع 4 لتر 2.2147 % . وأخيراً، قمنا بإجراء اختبار تذوق حلاوة ومدى تقبل طعم تحليلية الستيفيوسيد المستخرج بعد تعقيمه قمنا بتحلية مكونين قهوة ساخنة وياوورت طبيعي بارد كان عدد المتذوقين 15 شخص وقمنا بعمل درجات تحليلية مختلفة، منخفضة، متوسطة، مرتفعة ومقارنتها بالسكر الأبيض لمعرفة مدى التقبل وكانت النتائج كالآتي: يُوفر ستيفيول حلاوة كافية بجرعة صغيرة. الجرعة المثلى: 0.02-0.03 % بالنسبة للياوورت، و 0.01-0.02 % بالنسبة للقهوة. الطعم الثانوي: النكهة العشبية هي الأبرز (خاصة في القهوة). قبول المستهلك: نسبة قبول ستيفيول تتراوح بين 75-82 %، مقارنةً بـ 85-92 % للسكر.

الكلمات المفتاحية: ستيفيا ريبوديانا، جليكوسيدات ستيفيول، ستيفيوسيد، ريبوديوسايد أ، مُحلي، صفر سعرات حرارية.

Abstract

Stevia rebaudiana, better known as *Stevia*, is a plant native to South America. It is distinguished by its high content of steviol glycosides (Stevioside and Rebaudioside A), compounds with intense sweetening power, as well as the presence of essential nutrients beneficial to the body. Used as a natural alternative to sugar, Stevia is a zero-calorie solution that helps limit the harmful effects of overconsumption of sugar.

In this study, we performed an extraction of steviol glycosides by decoction, infusion, and starting with washing and drying of Stevia leaves. We also performed a dosage of total sugars.

Our results reveal that the nutritional composition of stevia leaves was As follows: lipids 7%, ash 12.39%, humidity 83.46, For the extraction of stevioside, we used the infusion and decoction methods, as well as distilled water as a solvent. For the infusion, we soaked 150 g of the plant in 4 L of distilled water at 80 °C. Then, we filtered and soaked a second time with 2 L of distilled water. Then, we filtered and soaked a third time with 1 L of distilled water. After soaking, we obtained: 4 liters at 16.16 mg/ml, 2 liters at 8.2 mg/ml and 1 liter at 1.08 mg/ml. For the decoction, we boiled 150 g of the plant in 4 liters of distilled water at 80 °C, then filtered and boiled a second time with 2 liters of distilled water, then filtered and boiled a third time with 1 liter of distilled water. In the decoction, we obtained: 4 liters 36 mg/ml, 2 liters 33.6 mg/ml, 1 liter 28 mg/ml. For electrocoagulation: infusion 1 liter of 10.22 mg/ml, 2 liters 33 mg/ml, 4 liters 39 mg/ml, decoction 1 liter 27 mg/ml, 2 liters 15 mg/ml, 4 liters 20 mg/ml. The amount of stevioside after lyophilization: infusion 1 liter 2.1412%, 2 L 1.5812%, 4 L 2.1410%, decoction 1 L 2.6715%, 2 L 2.6720%, 4 L 2.6722%. For electrocoagulation: infusion 1 L: 1.5511%, 2 L: 0.3398%, 4 L: 1.1214%, decoction 1 L: 1.0664%, 2 L: 0.6094%, 4 L: 2.2147%. Finally, we conducted a taste test to determine the sweetness and acceptability of the sterilized stevioside sweetener. We sweetened two components: hot coffee and cold plain yogurt. Fifteen tasters tested the sweetness levels (low, medium, and high) and compared them to white sugar to determine acceptability. The results were as follows: Steviol provides sufficient sweetness at a small dose. Optimal dose: 0.02-0.03% for yogurt, 0.01-0.02% for coffee. Secondary taste: grassiness is the most prominent (especially in coffee). Consumer acceptance: 75-82% acceptance rate for steviol, compared to 85-92% for sugar. Taste tests with different concentrations (0.01%, 0.02%, 0.03%) to determine the optimal percentage for each product.

Keywords: *Stevia rebaudiana*, Steviol glycosides, Stevioside, Rebaudioside A, Sweetener, Zero calories.

Introduction

I. Introduction

L'alimentation constitue un levier fondamental pour maintenir une bonne santé et prévenir l'apparition de nombreuses pathologies. Une surconsommation de sucre, en plus de son apport énergétique élevé, peut entraîner des effets délétères à long terme. C'est pourquoi il est crucial de contrôler rigoureusement sa consommation en sucres simples. Pour répondre à cette problématique, les chercheurs ont développé des substituts à faible valeur énergétique : les édulcorants (**RAHMANI et al., 2022**).

Le terme « édulcorant » provient du latin *edulcorare*, signifiant « rendre sucré ». Ces substances peuvent être classées en deux grandes catégories : les édulcorants nutritifs et non nutritifs. Bien qu'ils possèdent une capacité sucrante pouvant largement dépasser celle du sucre classique, les édulcorants ne font pas partie de la famille des glucides et n'apportent généralement aucune valeur nutritionnelle (**BENYAHOU, 2019**).

Les édulcorants naturels à forte intensité sont dépourvus de valeur calorique. Parmi ces substances figurent notamment le sucralose (connu sous le nom commercial Splenda) ainsi que le rébaudioside A, un composé extrait de la *Stévia*, également appelé stéviolside.

Depuis une cinquantaine d'années, les édulcorants intenses d'origine synthétique sont couramment employés, non seulement comme substituts du sucre ou sous forme de sucre glace, mais également en tant qu'additifs dans divers aliments tels que les produits laitiers, les boissons ou les confiseries. Leur consommation est particulièrement répandue chez les individus devant modérer leur ingestion de sucres ou de calories, notamment les personnes souffrant d'obésité ou de diabète (**Chattopadhyay et al., 2011**).

Les édulcorants sont largement utilisés dans l'industrie alimentaire. Ils contribuent à réduire la teneur en calories des aliments et des boissons en remplaçant le sucre. Le recours à ces édulcorants peut constituer une stratégie efficace pour les individus souhaitant maîtriser leur poids, en permettant une diminution de l'apport énergétique total ainsi qu'une réduction de la consommation de sucres traditionnels (**Goyal et al., 2010**).

Les polyols ainsi que les édulcorants intenses présentent également l'avantage de ne pas favoriser l'apparition de caries dentaires. La *stévia*, en tant qu'édulcorant d'origine naturelle, est souvent privilégiée comme substitut aux sucres synthétiques en raison de ses propriétés bénéfiques et de sa faible teneur en calorie (**CHIKH, 2020**).

Une consommation excessive de polyols peut entraîner des troubles gastro-intestinaux tels que des douleurs abdominales, des flatulences et des épisodes diarrhéiques.

Une exposition croissante aux saveurs sucrées peut entraîner une augmentation de la consommation d'aliments riches en sucres, tels que les desserts, les confiseries chocolatées ou les produits laitiers édulcorés (**Lorenzo et al., 2014**).

Même si cet effet est nettement moins prononcé que pour les produits sucrés classiques, la consommation d'aliments ou de boissons contenant des édulcorants intenses peut également induire une sécrétion d'insuline par le pancréas (**RAHMANI et al., 2022**).

Stevia rebaudiana Bertoni, communément appelée *Stevia* est une plante herbacée vivace et appartient à la famille des Astéracées, originaire des districts d'Amambay et d'Iguaçu, frontaliers du Brésil et du Paraguay (**Jentzer et al., 2015 ; Liliana et al., 2022**).

Le genre *Stevia* doit son nom au Dr. Peter James Esteve, professeur espagnol de botanique du XVI^e siècle (**Jentezer, 2015**). La découverte des propriétés de la plante *Stevia rebaudiana* représente un jalon notable dans le domaine de la botanique. Cette espèce, originaire du Paraguay, a été mise en lumière en 1887 par le botaniste italo-suisse Dr Moisés Santiago Bertoni, à qui l'on attribue son identification initiale. Tout au long du XX^e siècle, la plante et ses constituants sucrés ont suscité un intérêt scientifique croissant, donnant lieu à un important corpus de recherches, comprenant à plus de 1 000 articles scientifiques et de brevets déposés. Sur le plan économique, la *Stevia* s'est imposée comme une ressource stratégique, notamment pour ses usages dans l'édulcoration naturelle et l'aromatisation. Le stéviolside, principal glycoside responsable de son goût sucré, a été isolé au début du XX^e siècle, tandis que sa structure moléculaire complète n'a été déterminée que plusieurs décennies plus tard.

Dans les années 1970, l'équipe du professeur Osamu Tanaka à l'Université de Hiroshima a réussi à isoler la rébaudioside A, un autre glycoside sucré prédominant présent dans les feuilles de *Stevia rebaudiana*. Par la suite, six autres glycosides, bien que présents en moindres quantités, ont été identifiés, parmi lesquels figurent la dulcoside A, les rébaudiosides B à E, ainsi que la stéviolbioside. La forte accumulation de métabolites secondaires comme la stéviolside et la rébaudioside A dans les feuilles de *Stevia rebaudiana* constitue un trait distinctif unique au sein du genre *Stevia*, aucune des quelque 230 autres espèces connues ne présentant une telle caractéristique (**Hossain et al., 2017**).

Les extraits dérivés de *Stevia rebaudiana*, en particulier le stéviolside (ST), ont été introduits sur le marché japonais dès 1968, en réponse à l'interdiction de plusieurs édulcorants artificiels. Cette plante a ainsi été adoptée comme solution naturelle pour sucrer et parfumer divers produits alimentaires et boissons. En 1987, ces composés représentaient environ 41 % du marché national des édulcorants intenses, une position dominante acquise avant l'émergence de l'aspartame. À ce jour, le Japon reste l'un des plus grands consommateurs de stéviolside, bien que son usage s'étende progressivement à d'autres pays asiatiques, notamment la Corée du Sud, où il est utilisé dans certaines boissons alcoolisées. En Amérique du Sud, le stéviolside est également approuvé en tant qu'édulcorant, notamment au Brésil, où son emploi est autorisé. **(MAHMOUDI et SAHLI, 2024).**

Son principal atout réside dans la concentration élevée d'édulcorants naturels présents dans ses feuilles. Cette plante constitue une alternative naturelle au sucre classique (saccharose), généralement extrait de la canne à sucre ou de la betterave sucrière. Elle offre l'avantage d'un apport calorique nul **(Moriniaux,2014).**

Outre la présence de glycosides, les feuilles de *Stevia* renferment également des composés majeurs tels que les rébaudiosides et le stéviolside, qui appartiennent à la famille des stéviolglycosides (S. Glys) diterpènes qui absorbé principalement dans l'intestin, pour une dose journalière admissible (DJA)de 4mg/kg poids corporel /jour **(Beroual et Berima, 2024).**

Au Paraguay, certaines communautés indigènes emploient les feuilles de *Stevia rebaudiana* Bertoni pour édulcorer leurs infusions, notamment le thé, et lui attribuent divers effets thérapeutiques, bien que certains demeurent empiriques. Cette plante, intégrée à la pharmacopée traditionnelle sud-américaine, est réputée, selon certaines tribus, pour ses vertus contraceptives, hypoglycémiantes et hypotensives **(Midmore et Rank,2002).**

Au Paraguay, les feuilles sont utilisées différemment selon les effets recherchés : une infusion permettrait de bénéficier de leurs propriétés contraceptives, tandis qu'une décoction serait employée pour ses vertus antidiabétiques. Les populations Guarani attribuent également à cette plante diverses fonctions thérapeutiques, telles que la prévention des caries, la réduction de la plaque dentaire, la facilitation de la digestion, la stimulation cognitive, une action bénéfique contre la séborrhée cutanée, ainsi que des effets antimicrobiens et antifongiques **(Lesniarek,2015).**

Le marché principal de la *Stévia* est actuellement dominé par l'industrie alimentaire et des boissons, où elle est principalement utilisée comme édulcorant. Ensuite, l'usage de la *Stévia* s'étend au secteur de la santé **(Ben assoula,2016)**.

Le stéviol et le rébaudioside A présentent plusieurs avantages en tant qu'édulcorants naturels. Ces composés ne sont pas métabolisés par l'organisme, ce qui les rend non caloriques, et ils ne sont pas fermentés, évitant ainsi la formation de caries dentaires. De plus, leur consommation est sans risque pour la santé humaine et leur utilisation est sécuritaire pour les personnes diabétiques. En tant que glycosides de stéviol, le stéviol et le rébaudioside A se distinguent comme des édulcorants naturels non caloriques, immédiatement disponibles et capables d'être produits de manière fiable à grande échelle. Ces substances ont également démontré des effets bénéfiques dans le cadre du traitement de l'hypertension et du DT2 **(GONZALEZ et al. ;2014)**.

Malgré l'intérêt croissant pour les édulcorants naturels comme alternatives saines au sucre, des défis subsistent concernant les méthodes d'extraction des glycosides de stéviol de la plante *Stévia* et leur efficacité en tant qu'édulcorants naturels en termes de goût, de stabilité chimique et d'effets sur la santé. Cela soulève la question : quelle est la meilleure méthode pour extraire les glycosides de stéviol de la *stévia* afin de garantir le rendement et la qualité les plus élevés, et quelle est leur efficacité en tant qu'édulcorant naturel par rapport aux édulcorants artificiels et traditionnels ?

Dans cette étude, nous avons employé deux méthodes principales : l'extraction par solvant et l'extraction par électricité. À la fin du processus, nous aurons l'occasion de savourer la douceur de produits tels que la confiture, le jus et le thé.

Notre mémoire est organisé en deux grands chapitres, le premier présenté le matériel et méthodes à suivre, le matériel végétal de laboratoire et en fin la méthodologie de travail. Le deuxième chapitre est concerné aux présentations et discussion des résultats que nous avons obtenus et enfin une conclusion générale et des perspectives d'avenir pour cette étude.

Chapitre I

Matériel et Méthodes

II. Matériel et Méthodes

1. Présentation de la région

En Algérie, plusieurs initiatives de recherche et des essais de culture de la *Stévia* ont été lancés dans différentes régions, y compris dans des zones au climat similaire à celui de la wilaya de Djelfa. Le climat semi-aride de Djelfa, avec des étés chauds et secs, est relativement adapté à la culture de la stévia, à condition de maîtriser l'irrigation et de choisir des sols appropriés (Belarouci et Chikh, 2022).

La *Stévia* préfère des sols sableux ou limoneux bien drainés avec une humidité constante sans excès d'eau pour éviter le pourrissement des racines et un faible taux de salinité du sol. (Belarouci et Chikh, 2022).

Notre travail, repose sur un échantillonnage des feuilles de *Stevia* récolté dans les champs de Djelfa.

2. Matériel végétal

L'intérêt croissant pour la *Stévia* comme alternative saine au sucre raffiné souligne l'importance d'analyser sa composition nutritionnelle ainsi que d'étudier l'extraction de ses glycosides de stéviol, afin de mieux comprendre ses bienfaits et son potentiel.

Le matériel végétal utilisé les feuilles vertes fraîches de *Stevia* (Figure1) ont été récoltées dans la région de Djelfa (un champ de culture) le (27/09/2025) se situant dans la wilaya de Djelfa. Les feuilles de *Stevia rebaudiana*, est largement étudiée pour son fort pouvoir sucrant. De nombreuses recherches scientifiques ont confirmé ses propriétés édulcorantes remarquables. (Kimi IS et al, 2011). Est classée dans la famille des Asteraceae, sous famille Asteroideae, tribu Heliantheae, et appartient au genre *Stevia*.



Figure 1: plante de *S. rebaudiana* (Origine 2025)

3. Etape de transformation de la *Stevia*

L'intérêt grandissant pour la *Stévia* comme alternative saine au sucre raffiné souligne l'importance d'analyser sa composition nutritionnelle ainsi que les méthodes d'extraction de ses glycosides de stéviol, afin de mieux comprendre ses bienfaits et son potentiel (**Hajihashemi et Geuns, 2013**).

La méthode suivie dans l'extraction de la *S. Glys* pour évaluer la valeur nutritionnelle de la *Stevia* dans cette étude a été adaptée à partir de plusieurs études antérieures, elle repose sur un protocole structuré en plusieurs étapes de traitements physiques et chimiques

Le protocole appliqué dans cette étude nécessite chacun des produits et matériaux énumérés dans le tableau I :

Tableau 1: Matérielles et produits utilisés dans l'étude.

Produits	Matériel
Ether de pétrole	Plaque chauffante
Hydroxyde de calcium	Ampoule à décanter
Glucose	Pompe de filtration
Charbon actif	Four à moufle
Acide sulfurique	Soxhlet
Phénol	Autoclave
	Etuve

A. Traitement physique

Préparation de l'échantillon

La préparation des feuilles de *Stévia* commence par les laver dans de l'eau distillée pour éliminer toutes les impuretés et la saleté, puis par les laisser sécher naturellement à température ambiante. Les échantillons ont ensuite été pesés pour l'extraction.

B. Traitement chimique

1.Extraction des glycosides de stéviol

Les glycosides de stéviol ont été extraits à l'aide de deux techniques : décoction et infusion.

1.1. La décoction

La décoction est une méthode d'extraction qui consiste à extraire par ébullition les substances chimiques et principe actifs contenus dans les herbes et autres végétaux.

Protocole : L'extraction par décoction est réalisée avec 150g d'échantillon avec différent volume d'eau distillée :4L, 2L, 1L pour garantir complètement que toutes les matières solubles dans l'eau sont éliminées.

Le mélange est porté à ébullition pendant 30 minutes. Après filtration, le filtrat est conservé à 4 °C (**Beroual et Berima, 2024**).

1.1. L'infusion

L'infusion est une méthode d'extraction qui consiste à verser les plantes à infuser dans l'eau chaude généralement bouillante, le temps d'infusion peut varier en fonction des plantes et des molécules à extraire (**Djezzar et Refraf, 2020**).

Protocole : L'extraction par infusion est réalisée avec 150g d'échantillon avec différent volume d'eau distillée 4L ,2L,1L chaude (à 80°C) pour garantir complètement que toutes les matières solubles dans l'eau sont éliminées (**Djezzar et Refraf, 2020**).

L'échantillon est placé sur une plaque chauffante à 80 °C pour maintenir la température stable pendant 30 minutes. Après filtration, les échantillons est conservé à 4 °C (Annegowda H et al, 2012).

Ensuite fait l'extraction par solvant et par électrocoagulation.

1.1.1. L'extraction par solvant

L'extraction liquide-liquide a été adoptée et le solvant d'extraction (éther de pétrole) a été ajouté à chaque volume d'extraction obtenu par décoction et infusion (la moitié de chaque volume d'extraction : 2 L, 1 L, 0.5 L) à l'aide d'une ampoule à décanter, puis dégazé, et le tout a été laissé décanter à température ambiante pendant 3 min. Nous avons observé la séparation des deux phases, et après décantation, la phase aqueuse a été récupérée et la phase organique pour réutilisée (Figure 2) (Lehout et Laib, 2015).

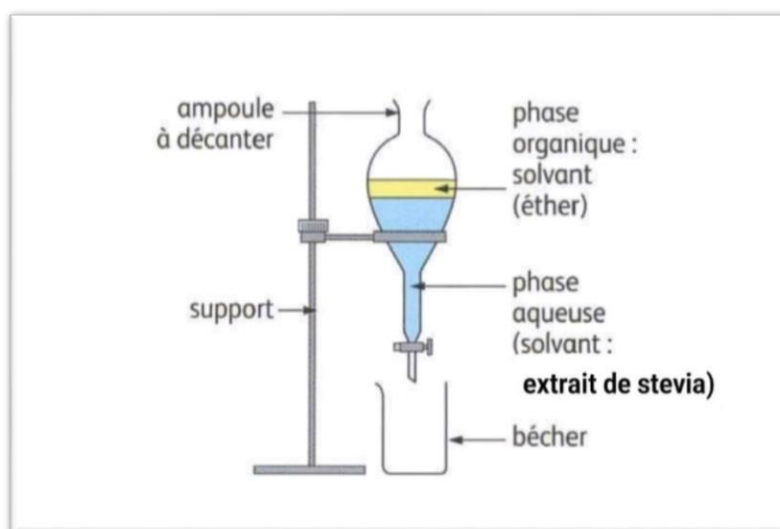


Figure 2:Extraction liquide-liquide

Pour éliminer la chlorophylle et les substances indésirables, de l'hydroxyde de calcium (CaOH) est ajouté à la phase aqueuse puis filtré (Figure 3, A), la filtration suivie d'une couche de charbon actif sur le papier filtre à l'aide d'une pompe filtrante (Figure 3, B).

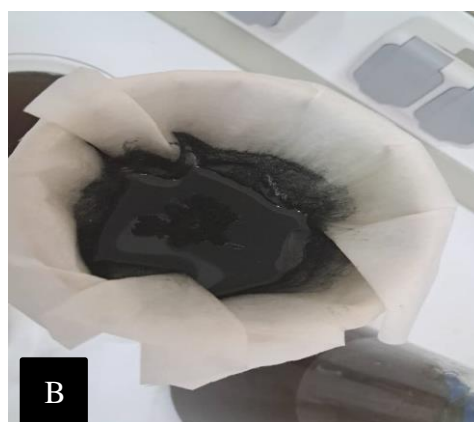
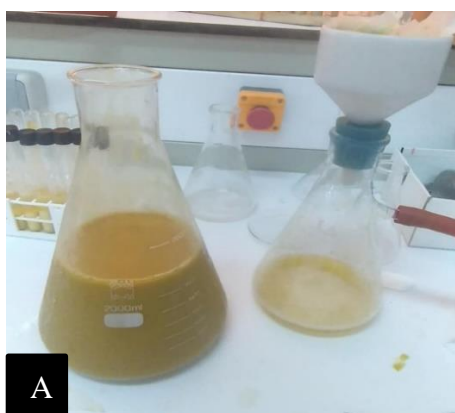


Figure 3:A: Filtration avec CaOH_2 B : Filtration avec charbon actif

Le mélange a été placé dans un bain-marie à 80°C puis placé dans un lyophilisateur.

1.1.2. L'extraction par électrocoagulation

L'électrocoagulation est une méthode de traitement qui utilise l'électricité pour coaguler des tissus, en utilisant des électrodes pour produire des agents coagulants qui agglomèrent les impuretés, facilitant leur séparation.

L'expérience a été réalisée en mode électrocoagulation., comme le montre la figure (figure4). Le dispositif expérimental consistait en une boîte en plastique contenant le solvant (extrait résiduel de décoction et d'infusion) avec quatre morceaux d'aluminium à l'intérieur pour accélérer la coagulation , qui était continu avec des électrodes (**Raspe et al. ; 2021**). Laisser extraire jusqu'à obtention du caillé puis filtrer chaque mélange. Le mélange a été placé dans un bain-marie à 80°C puis placé dans un lyophilisateur .



Figure 4: protocole d'électrocoagulation

2.Dosage des glycosides de stéviol

Les glycosides de stéviol extrait selon les quatre méthodes ont été soumis à une détermination des sucres totaux. Cette méthode permet de déterminer la teneur en sucres totaux en présence d'acide sulfurique concentré (H_2SO_4). Les sucres sont déshydratés en composés de la famille de l'acide fulfurique ($C_5H_6O_2$). Ces composés se condensent avec le phénol pour former un complexe jaune-orange. La densité optique est mesurée à 490 nm (**Beroual et Berima, 2024**).

Préparation de la gamme étalon de dosage des glucides totaux (figure 5)

1. Préparer une solution de glucose à 20mg/ml.
2. Préparer une gamme étalon avec un intervalle de 0-1.2mg/ml selon le tableau 2 suivant :

Tableau 2: gamme étalon de dosage des glucides totaux

	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
Solution de glucose(ml)	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
H₂O	1	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.4	0.3	0.2	0.1	0
Solution phénol(ml)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Solution H₂SO₄(ml)	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Concentration glucose mg/ml	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.2

Dosage des glucides totaux dans l'échantillon de *Stevia*

Préparez un mélange réactionnel composé de 1 ml d'extrait de *Stévia* dilué 40 fois dans de l'eau distillée, 1 ml de solution de phénol à 5 % et 5 ml d'acide sulfurique concentré (H₂SO₄) (98 %). Après avoir agité doucement le mélange pour l'homogénéiser, le tube a été placé dans un bain-marie à 30°C pendant 30 min (figure 6) et l'absorbance à 490 nm a été mesurée. (Beroual et Berima, 2024).

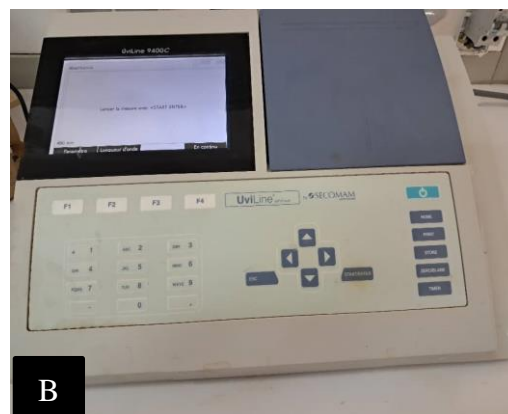


Figure 5: A : tubes contenant les complexes colorés B : spectromètre UV



Figure 6: tubes contenant les complexes colorés résultants de la condensation des dérivés H_2SO_4 avec le phénol et *Stevia*

3. Détermination de la valeur nutritionnelle des feuilles de *Stevia*

3.1. Taux de cendres

Le contenu en cendres reflète la quantité de minéraux présents dans les feuilles de *Stevia* après combustion totale. Ce paramètre est essentiel pour évaluer la qualité des éléments nutritifs dans la plante et pour comprendre son adaptation aux conditions du sol (Goyal et al. ;2010).

Protocole :

La détermination de la teneur en cendres est réalisée en plaçant 1 g de *Stévia* dans un creuset, puis en le chauffant dans un four à moufle (figure 7) à 540 °C pendant 6 heures, jusqu'à obtention de cendres de couleur blanche.

Le pourcentage de cendres est déterminé à partir de l'équation suivante :

$$\% \text{ Cendres} = (P_1/P_2) \times 100$$



Figure 7: four à moufles

3.2. Taux de matière grasse

La matière grasse contenue dans les feuilles de *Stévia* a été extraite en utilisant un appareil de Soxhlet (Figure 8), permettant de réaliser automatiquement plusieurs cycles d'extraction à partir d'un seul échantillon. Le solvant est d'abord évaporé, puis condensé et collecté dans une chambre en verre. Une fois que son niveau atteint la ligne de la cellule photoélectrique, il est automatiquement transféré dans le bécher, où il s'évapore à nouveau, poursuivant ainsi le cycle d'extraction (Giuffre *et al.* ;2013).

On dissout 1 g de *Stévia* dans 250 ml d'éther de pétrole, puis le mélange est placé dans un appareil de Soxhlet pendant 6 heures. Le pourcentage de matière grasse est ensuite déterminé à partir de la formule suivante :

$$\% \text{ MG} = [(P_{c2}-P_{c1}) / P_2] \times 100$$

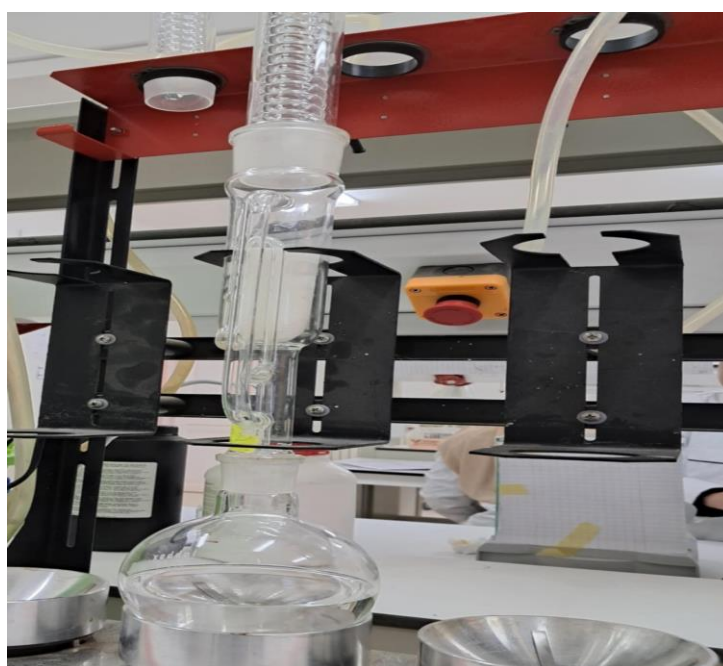


Figure 8: Appareil de Soxhlet

3.3. Taux d'humidité

L'humidité dans les feuilles de *Stevia* représente la quantité d'eau présente dans le matériau végétal. Elle joue un rôle crucial dans les procédés de séchage et d'extraction. Une humidité excessive peut entraîner une perte de composés bioactifs (comme les glycosides de stéviol) lors de l'extraction, ou altérer la qualité des extraits obtenus (Cabanne *et al.* ; 2022).

Le taux d'humidité est déterminé en utilisant 1 g de *Stévia*, placé dans un creuset puis introduit dans une étuve à 65 °C pendant 24 heures pour déshydratation. Après ce temps, les creusets sont transférés dans un dessiccateur afin de les refroidir avant d'être pesés (Figure 9). Le taux d'humidité est ensuite calculé à l'aide de la formule suivante :

$$\% \text{ Humidité} = [(P1 - P2) / P1] \times 100$$

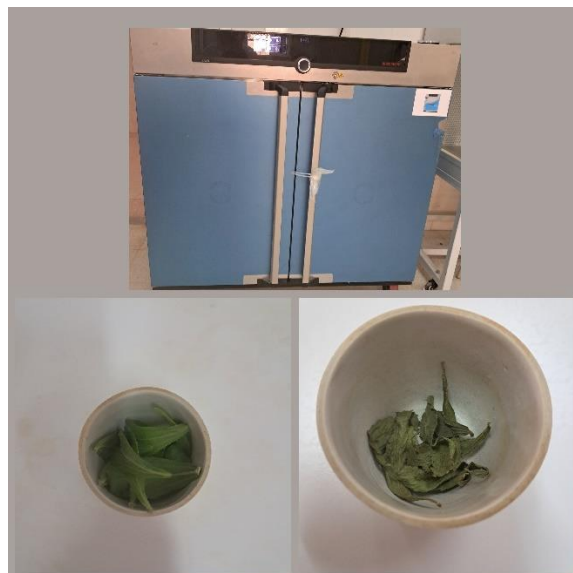


Figure 9: Etuve et feuille de *Stévia*

4. Test de goût

1. Dissoudre 300 mg de *Stevia* stérilisé dans 50 ml d'eau distillée. Chaque solution est secouée jusqu'à dissolution et maintenue à 4°C et utilisée après une semaine

2. Utiliser la solution avec une boisson chaude : café, en faible, moyen et forte douceur

Utiliser la solution dans le yaourt froid, en faible, moyen et forte douceur pour confirmer le goût.

3. Comparaison avec sucre.

5. Analyse statistique

Chaque analyse a été effectuée en 15 répétition. La comparaison entre *Stevia* a été réalisée à l'aide d'une analyse de variance (ANOVA et (T-test)). Les différences ont été considérées comme statistiquement significatives.

Conclusion

Ce chapitre présente une étude pour évaluer l'extraction des glycosides de stéviol à partir des feuilles de *Stevia* et d'évaluer leur potentiel en tant qu'édulcorants naturels. Grâce à cette étude, nous avons pu

démontrer que la stévia est une plante intéressante non seulement pour ses propriétés sucrantes naturelles.

Chapitre II

Résultats et Discussion

III. Résultats et Discussion

A. Extraction et dosage des glycosides de stéviol

Chaque extrait a été obtenu par décoction et infusion ; la teneur en sucres totaux de ces extraits a été calculée selon la méthode de Dubois, 1956 (Ursula W-R, 2018), basée sur l'équation de régression linéaire de la courbe standard (Figure 10). Ces résultats sont répertoriés dans le tableau 3 :

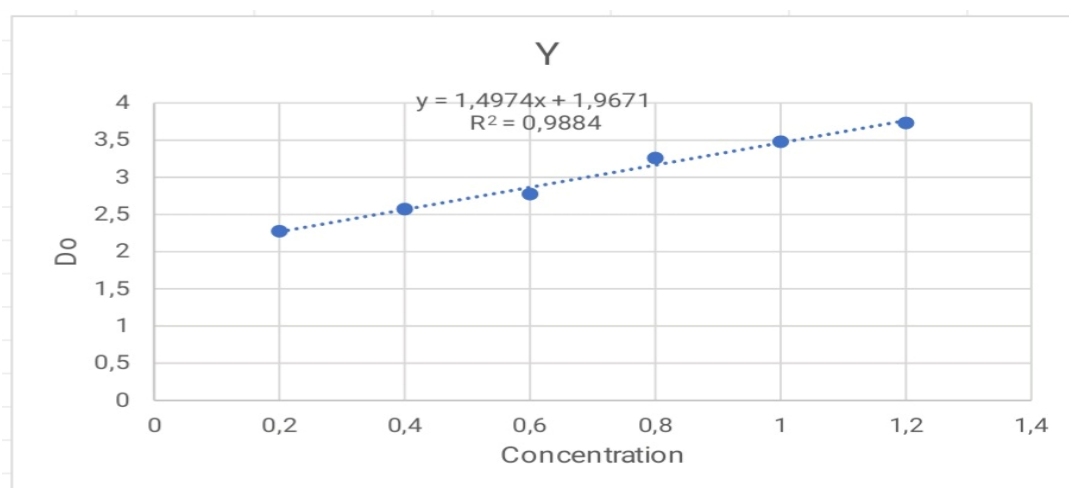


Figure 10: Courbe étalon du dosage des sucres totaux

Tableau 3: comparaison des méthodes d'extraction

	Extraits	Rendement de l'extrait (%)	Concentration de l'extrait (mg/ ml)
SOLVANT	Décoction 1L	2.6715	28
	Décoction 2L	2.6720	33.6
	Décoction 4L	2.6722	36
	Infusion 1L	2.1412	31.08
	Infusion 2L	1.5821	15.2
	Infusion 4L	2.1410	16.16
Electricité	Décoction 1L	1.5511	15
	Décoction 2L	0.3398	27
	Décoction 4L	1.1214	20
	Infusion 1L	1.0665	10.22
	Infusion 2L	0.6094	33
	Infusion 4L	2.2147	46.84

Dans le but de comparer les méthodes d'extraction, quatre techniques ont été évaluées en termes de rendement d'extraction et de concentration en sucres totaux. Les résultats obtenus

montrent que la méthode d'extraction n'a pas d'influence significative ni sur le rendement, ni sur la concentration en sucres obtenus.

Une étude réalisée par Jaitak sur l'extraction de *S. Glys* montre que l'extraction par infusion présente le meilleur rendement.

B. Evaluation de la composition nutritionnelle des feuilles de *Stevia*

Les données relatives à la composition nutritionnelle des feuilles de *Stevia* sont présentées dans le tableau 4ci-après :

Tableau 4: valeur nutritionnelle des feuilles de *Stevia*

La composition	Résultats
Matière grasse%	7
Cendres%	12
Humidité%	83.46

Les feuilles de *Stévia* analysées présentent les caractéristiques nutritionnelles suivantes (Tableau4) : une teneur en lipides de 7%, en cendres de 12% est un indicateur de la qualité de minéraux peuvent être bénéfiques pour la nutrition, en humidité de 83.46% elle joue un rôle dans les procédés de séchage et d'extraction.

Les résultats obtenus indiquent que la *Stévia* constitue une source intéressante de cendres, et humidité, ainsi que de nutriments essentiels favorables à la santé du consommateur.

Les feuilles de *Stévia* analysées sont plus riches en cendres, et en humidité. En revanche, elles sont moins riches en matières grasse généralement négligeable.

C : Evaluation du goût du stéviol

Pour déterminer la sucrosité et l'acceptabilité de l'édulcorant stéviol stérilisé. Nous avons sucré deux composants : du café chaud et du yaourt nature froid. Quinze dégustateurs ont testé les niveaux de sucrosité (faible, moyen et élevé) et les ont comparés au sucre blanc pour déterminer l'acceptabilité. Les résultats ont été les suivants : le stéviol offre une sucrosité suffisante à faible dose.

Tableau 5: Evaluation de goût de stéviol

Participant	Produit	Edulcorant	Douceur	Amertume	Goût	Note
1	Yaourt-faible	Sucre	2	1	Métalique	acceptable
1	Yaourt-moyen	Sucre	3	1	métalique	acceptable
1	Yaourt-fort	Sucre	4	0	métalique	acceptable
1	Yaourt-faible	stéviol	3	2	Herbacé	Acceptable
1	Yaourt-moyen	stéviol	3	1	Herbacé	acceptable
1	Yaourt- fort	Stéviol	4	1	herbacé	acceptable
1	Café-faible	Sucre	1	3	herbacé	acceptable
1	Café-moyen	Sucre	3	2	herbacé	acceptable
1	Café-fort	Sucre	5	1	herbacé	acceptable
1	Café-faible stéviol		2	3	herbacé	acceptable
1	Café-moyen	stéviol	1	4	herbacé	acceptable
1	Café- fort	Stéviol	1	5	herbacé	acceptable
2	Café-faible	Sucre	1	1	métalique	acceptable
2	Café-moyen	Sucre	2	2	herbacé	acceptable
2	Café-fort	Sucre	4	1	métalique	acceptable
2	Café-faible stéviol		2	2	métalique	inacceptable
2	Café-moyen	stéviol	1	3	herbacé	inacceptable
2	Café- fort	Stéviol	2	2	herbacé	acceptable
2	Yaourt-faible	Sucre	2	0	métalique	acceptable
2	Yaourt-moyen	Sucre	2	0	herbacé	acceptable
2	yaourt-fort	sucre	3	0	herbacé	acceptable
2	yaourt-faible stéviol		1	3	étrange	acceptable
2	yaourt-moyen	stéviol	4	2	étrange	acceptable
2	yaourt- fort	stéviol	5	5	étrange	inacceptable
3	Café-faible	sucre	1	5	herbacé	acceptable
3	Café-moyen	sucre	2	1	herbacé	acceptable
3	Café-fort	sucre	4	1	herbacé	acceptable
3	Café-faible stéviol		1	2	herbacé	acceptable
3	Café-moyen	stéviol	2	2	herbacé	acceptable
3	Café- fort	stéviol	1	2	étrange	acceptable
3	Yaourt-faible	sucre	2	1	étrange	acceptable
3	Yaourt-moyen	sucre	5	0	étrange	acceptable
3	yaourt-fort	sucre	3	0	étrange	acceptable
3	yaourt-faible stéviol		2	0	étrange	acceptable
3	yaourt-moyen	stéviol	3	4	étrange	acceptable
3	yaourt-fort	stéviol	5	5	étrange	inacceptable
4	Yaourt-faible	sucre	2	1	étrange	acceptable
4	Yaourt-moyen	sucre	4	0	étrange	acceptable
4	yaourt-fort	sucre	5	0	étrange	acceptable
4	yaourt-faible stéviol		2	1	étrange	acceptable
4	yaourt-moyen	stéviol	3	1	étrange	acceptable
4	yaourt- fort	stéviol	4	2	étrange	inacceptable
4	Café-faible	sucre	1	4	étrange	inacceptable

4	Café-moyen	sucré	3	2	herbacé	acceptable
4	Café-fort	sucré	4	0	herbacé	acceptable
4	Café-faible stéviol		1	4	étrange	inacceptable
4	Café-moyen	stéviol	4	2	étrange	inacceptable
4	Café- fort	stéviol	2	3	herbacé	acceptable
5	Yaourt-faible	sucré	0	0	herbacé	acceptable
5	Yaourt-moyen	sucré	0	1	herbacé	inacceptable
5	yaourt-fort	sucré	4	1	herbacé	acceptable
5	yaourt-faible stéviol		0	1	herbacé	acceptable
5	yaourt-moyen	stéviol	2	0	herbacé	acceptable
5	yaourt- fort	stéviol	3	0	herbacé	acceptable
5	Café-faible	sucré	2	1	métallique	acceptable
5	Café-moyen	sucré	3	2	métallique	acceptable
5	Café-fort	sucré	5	2	métallique	acceptable
5	Café-faible stéviol		4	0	métallique	acceptable
5	Café-moyen	stéviol	5	0	métallique	acceptable
5	Café- fort	stéviol	5	2	métallique	acceptable
6	yaourt-faible	sucré	3	2	étrange	inacceptable
6	yaourt moyen	sucré	4	0	étrange	acceptable
6	yaourt-fort	sucré	5	0	étrange	acceptable
6	yaourt-faible stéviol		2	1	étrange	acceptable
6	yaourt-moyen	stéviol	2	1	étrange	acceptable
6	yaourt-fort	stéviol	4	0	étrange	acceptable
6	Café-faible	sucré	1	1	étrange	acceptable
6	Café-moyen	sucré	3	1	étrange	acceptable
6	Café-fort	sucré	4	1	étrange	acceptable
6	Café-faible stéviol		2	1	herbacé	acceptable
6	Café-moyen	stéviol	4	2	herbacé	acceptable
6	Café- fort	stéviol	5	2	herbacé	acceptable
7	yaourt-faible	sucré	2	1	herbacé	acceptable
7	yaourt-moyen	sucré	2	1	herbacé	acceptable
7	yaourt-faible	sucré	4	0	herbacé	acceptable
7	yaourt-faible stéviol		2	1	herbacé	acceptable
7	yaourt-moyen	stéviol	3	1	herbacé	acceptable
7	yaourt-fort	stéviol	4	1	herbacé	acceptable
7	Café-faible	sucré	2	2	herbacé	acceptable
7	Café-moyen	sucré	3	1	herbacé	acceptable
7	Café-fort	sucré	4	1	herbacé	acceptable
7	Café-faible stéviol		1	2	herbacé	acceptable
7	Café-moyen	stéviol	3	2	herbacé	acceptable
7	Café- fort	stéviol	4	1	herbacé	acceptable
8	yaourt-faible	sucré	1	3	étrange	inacceptable
8	yaourt-moyen	sucré	3	2	étrange	inacceptable

8	yaourt-fort	sucré	3	1	herbacé	acceptable
8	yaourt-faible	stéviol	1	4	herbacé	inacceptable
8	yaourt-moyen	stéviol	3	2	herbacé	acceptable
8	yaourt-fort	stéviol	4	1	herbacé	acceptable
8	Café-faible	sucré	3	2	herbacé	acceptable
8	Café-moyen	sucré	4	1	herbacé	acceptable
8	Café-fort	sucré	5	1	herbacé	acceptable
8	Café-faible	stéviol	1	2	herbacé	acceptable
8	Café-moyen	stéviol	2	2	herbacé	acceptable
8	Café- fort	stéviol	3	1	herbacé	acceptable
9	yaourt-faible	sucré	3	2	métallique	acceptable
9	yaourt-moyen	sucré	3	3	métallique	acceptable
9	yaourt-fort	sucré	3	3	métallique	acceptable
9	yaourt-faible	stéviol	2	3	herbacé	acceptable
9	yaourt-moyen	stéviol	2	2	herbacé	inacceptable
9	yaourt-fort	stéviol	1	1	herbacé	inacceptable
9	Café-faible	sucré	2	1	herbacé	acceptable
9	Café-moyen	sucré	4	1	herbacé	acceptable
9	Café-fort	sucré	5	1	herbacé	acceptable
9	Café-faible	stéviol	2	1	herbacé	acceptable
9	Café-moyen	stéviol	4	2	herbacé	acceptable
9	Café- fort	stéviol	5	2	herbacé	acceptable
10	yaourt-faible	sucré	0	5	métallique	inacceptable
10	yaourt-moyen	sucré	2	0	métallique	acceptable
10	yaourt-fort	sucré	5	0	métallique	acceptable
10	yaourt-faible	stéviol	1	3	herbacé	inacceptable
10	yaourt-moyen	stéviol	0	1	étrange	inacceptable
10	yaourt-fort	stéviol	4	2	herbacé	acceptable
10	Café-faible	sucré	0	1	herbacé	acceptable
10	Café-moyen	sucré	1	0	herbacé	acceptable
10	Café-fort	sucré	2	1	herbacé	acceptable
10	Café-faible	stéviol	3	1	herbacé	acceptable
10	Café-moyen	stéviol	4	1	herbacé	acceptable
10	Café- fort	stéviol	4	0	herbacé	acceptable
11	yaourt-faible	sucré	0	3	métallique	inacceptable
11	yaourt-moyen	sucré	1	1	métallique	acceptable
11	yaourt-fort	sucré	2	0	métallique	acceptable
11	yaourt-faible	stéviol	1	1	herbacé	acceptable
11	yaourt-moyen	stéviol	2	0	herbacé	acceptable
11	yaourt-fort	stéviol	3	0	étrange	acceptable
11	Café-faible	sucré	0	1	herbacé	acceptable
11	Café-moyen	sucré	1	0	herbacé	acceptable
11	Café-fort	sucré	2	1	herbacé	acceptable
11	Café-faible	stéviol	3	1	herbacé	acceptable

11	Café-moyen	stéviol	4	1	herbacé	acceptable
11	Café- fort	stéviol	4	0	herbacé	acceptable
12	Yaourt- faible	sucres	0	2	herbacé	acceptable
12	Yaourt- moyen	sucres	1	2	métallique	acceptable
12	yaourt-fort	sucres	3	3	métallique	acceptable
12	yaourt-faible	stéviol	2	1	métallique	acceptable
12	yaourt-moyen	stéviol	1	0	métallique	acceptable
12	yaourt-fort	stéviol	3	0	métallique	acceptable
12	Café-faible	stéviol	3	0	métallique	acceptable
12	Café-moyen	sucres	1	0	herbacé	acceptable
12	Café-fort	sucres	3	0	herbacé	acceptable
12	Café-faible	stéviol	1	1	herbacé	acceptable
12	Café-moyen	stéviol	2	0	herbacé	acceptable
12	Café- fort	stéviol	1	0	herbacé	acceptable
13	yaourt-faible	sucres	0	0	métallique	inacceptable
13	yaourt-moyen	sucres	1	0	métallique	acceptable
13	yaourt-fort	sucres	3	0	métallique	acceptable
13	yaourt-faible	stéviol	1	1	herbacé	acceptable
13	yaourt-moyen	stéviol	2	0	métallique	acceptable
13	yaourt-fort	stéviol	1	0	métallique	acceptable
13	Café-faible	sucres	0	3	herbacé	acceptable
13	Café-moyen	sucres	1	1	herbacé	acceptable
13	Café-fort	sucres	2	0	herbacé	acceptable
13	Café-faible	stéviol	1	1	herbacé	acceptable
13	Café-moyen	stéviol	2	0	herbacé	acceptable
13	Café- fort	stéviol	3	0	herbacé	acceptable
14	yaourt-faible	sucres	0	1	métallique	acceptable
14	yaourt-moyen	sucres	1	0	métallique	acceptable
14	yaourt-fort	sucres	2	1	métallique	acceptable
14	yaourt-faible	stéviol	3	1	métallique	acceptable
14	yaourt-moyen	stéviol	4	1	étrange	acceptable
14	yaourt-fort	stéviol	4	0	étrange	inacceptable
14	Café-faible	sucres	0	5	herbacé	acceptable
14	Café-moyen	sucres	2	0	herbacé	acceptable
14	Café-fort	sucres	5	0	herbacé	acceptable
14	Café-faible	stéviol	1	3	herbacé	acceptable
14	Café-moyen	stéviol	0	1	herbacé	acceptable
14	Café- fort	stéviol	4	2	herbacé	acceptable
15	yaourt-faible	sucres	2	1	étrange	acceptable
15	yaourt-moyen	sucres	4	1	étrange	acceptable
15	yaourt-fort	sucres	5	1	étrange	acceptable
15	yaourt-faible	stéviol	2	1	herbacé	acceptable
15	yaourt-moyen	stéviol	4	0	herbacé	acceptable
15	yaourt-fort	stéviol	5	1	herbacé	acceptable

15	Café-faible	sucré	1	3	herbacé	acceptable
15	Café-moyen	sucré	3	2	herbacé	acceptable
15	Café-fort	sucré	5	1	herbacé	acceptable
15	Café-faible	stéviol	2	3	herbacé	acceptable
15	Café-moyen	stéviol	1	4	herbacé	acceptable
15	Café-fort	stéviol	1	5	herbacé	acceptable

D.Analyse statistique des données de goût (Sucre. Stéviol)

Les données ont été divisées par en : type de produit, type d'édulcorant et degré de sucrosité

1. calcul de la moyenne et de l'écart type

Tableau 6: Degré de douceur

Produit	Edulcorant	Degré de douceur	Moyenne	Ecart type
Yaourt	Sucre	Faible	1.8	0.9
		Moyen	2.9	1.1
		Fort	3.9	0.9
	Stéviol	Faible	1.9	1
		Moyen	2.7	1.2
		Fort	3.6	1.3
Café	Sucre	Faible	1.3	0.9
		Moyen	2.8	1.2
		Fort	4.1	1.1
	Stéviol	Faible	1.9	1.2
		Moyen	2.6	1.4
		Fort	3.2	1.6

Tableau 7 : degré d'amertume

Produit	Edulcorant	Degré de d'amertume	Moyenne	Ecart type
Yaourt	Sucre	Faible	0.9	0.8
		Moyen	0.7	0.7
		Fort	0.3	0.5
	Stéviol	Faible	1.8	1.1
		Moyen	1.3	1
		Fort	1.2	1.4
Café	Sucre	Faible	2.7	1.5
		Moyen	1.6	1.1
		Fort	0.9	0.8
	Stéviol	Faible	2.5	1.3
		Moyen	2.3	1.2
		Fort	1.8	1.4

Tableau 8: pourcentage de goût latéral

Goût secondaire	Yaourt (sucre)	Yaourt (stéviol)	Café (sucre)	Café (stéviol)
Métalique	35%	15%	20%	10%
Herbacé	25%	65%	50%	60%
Etrange	40%	20%	30%	40%

2.Comparaison du sucre avec stéviol (T-test)

Le T-test a été appliqué pour comparer les moyennes entre les deux niveaux

Tableau 9 : Analyse T-test

Variable	Produit	Valeur t	Degrés dev liberté	P-value	Différence statistique	Interprétation
Douceur	Yaourt	1.62	28	0.12	Non significative	Pas de différence significative entre sucre et stéviol
Douceur	Café	2.23	28	0.03	Significative	Le sucre donne une douceur supérieure ou stéviol
Amertume	Yaourt	2.78	28	0.01	Significative	Le stéviol augmente l'amertume
Amertume	Café	1.17	28	0.25	Non significative	Amertume similaire entre sucre et stéviol

Le T-test a été appliqué pour comparer les moyennes entre les deux édulcorant :

Douceur : Yaourt, il n'y a pas de différence significative (p-value= 0.12). Donc le stéviol donne une douceur similaire au sucre dans le yaourt. Pour le café différence significative (p-value = 0.03). Donc le sucre a donné une plus grande douceur que le stéviol dans le café, en particulier dans les notes fortes.

Amertume : Yaourt, différence significative (p-value = 0.01). Donc stéviol a considérablement augmenté l'amertume par rapport au sucre. Pour le café, il n'y a pas de différence significative (p-value= 0.25). Donc les deux ont donné une amertume étroite dans le café.

3. Analyse de la variance (ANO

VA)

ANOVA été appliqué pour comparer le douceur et l'amertume entre les trois niveaux

Tableau 10: analyse ANOVA

Variable	Produit	Edulcorant	Valeur F	DDL	P-value	Différence statistique	Interprétation
Amertume	Yaourt	Stéviol	4.21	(2.42)	0.02	Significative	L'amertume a diminué avec l'intensité sucrée.
Amertume	Café	Sucre	7.89	(2.42)	0.001	Significative	L'augmentation du sucre réduit l'amertume.
Douceur	Yaourt	Stéviol	1.32	(2.42)	0.27	Non significative	Pas de différence entre les niveaux de douceur
Douceur	Café	Stéviol	1.05	(2.42)	0.35	Non significative	Douceur similaire entre les niveaux

Yaourt (stéviol), différence significative (p-value = 0.02). Donc au degré fort de stéviol, l'amertume a diminué par rapport aux faibles. Café (sucre) différence significative (p-value = 0.001). Donc l'augmentation du sucre réduit l'amertume. Yaourt (stéviol), il n'y a pas de différence significative (p-value=0.27). Donc pas de différence entre les niveaux de douceur. Café (stéviol), il n'y a pas de différence significative (p-value=0.35). Donc douceur similaire entre les niveaux. Le stéviol donne une douceur similaire au sucre dans le yaourt, mais moins efficace dans le café. Le stéviol augmente l'amertume dans le yaourt, tandis que dans le café ; la différence n'est pas perceptible. Le stéviol est associé à un goût herbacé (65-70%), tandis que le sucre augmente le goût métallique (35%).

- L'efficacité du stéviol à donner de la douceur

Stéviol est beaucoup plus fort que le sucre, mais sa douceur est étroite (la dose accrue montre une amertume).

Pour atteindre une douceur acceptable :

Yaourt : 0.02-0.03% de stéviol

Café : 0.01-0.02 % de stéviol

- Effet secondaire sur le goût

L'effet secondaire a été calculé sur la base de résultat (herbacé, métallique ou étrange) :

Tableau 11: Effet secondaire

Goût secondaire	Yaourt %	Café %	Facteurs d'influence
Herbacé	65	70	Il apparaît plus dans le café en raison de son acidité. Lié à des concentrations de < 0.05%.
Métallique	15	10	Moins courant chez le stéviol.
Etrange	20	20	Augmenté avec : forte concentration, température de préservation

- Acceptation des consommateurs

Le taux d'acceptation a été calculé sur la base de la colonne résultat (acceptable ou inacceptable) :

Tableau 12: Acceptation des consommateurs

Produit	Edulcorant	Taux d'acceptation (%)	Raisons courantes de rejet
Yaourt	Sucre	92	Douceur excessive en forte concentration.
	Stéviol	78	Goût herbacé (65%). Amertume à fortes concentration.
Café	Sucre	88	Douceur insuffisante à faible concentration.
	Stéviol	82	Douceur

Le stéviol donne suffisamment de douceur à la petite dose. Dose optimale : 0.02-0.03% pour le yaourt, 0.01-0.02% pour le café. Le goût herbacé c'est la plus important (surtout dans le café). Le taux d'acceptation de 75 à 82 % pour le stéviol, contre 85-92% pour le sucre. Tests de goût avec différentes concentrations (0.01%,0.02%,0.03%) pour déterminer le pourcentage optimal de chaque produit.

Conclusion

Conclusion

IV. Conclusion

A la fin de l'étude, nous avons pu répondre aux questions posées la *Stévia* (*Stevia rebaudiana* Bertoni) est une plante couramment utilisée dans différentes régions du monde comme édulcorant naturel sans calories, bien que ses usages et effets à long terme ne soient pas encore pleinement étudiés.

L'un de ses composants actifs, le stéviol, présent dans les feuilles, suscite un intérêt croissant. Grâce à son pouvoir sucrant élevé sans apport énergétique, il pourrait jouer un rôle dans la prévention des caries dentaires ainsi que dans la réduction des risques d'obésité liés à une consommation excessive de sucre.

Au cours de notre étude, nous avons analysé la composition nutritionnelle des feuilles de *Stévia* en mesurant leur teneur en lipides, glucides, cendres, humidité. Les résultats obtenus indiquent que la *Stévia* est une source notable de nutriments essentiels, ce qui permet de la considérer comme un aliment nutritif contribuant au bon fonctionnement de l'organisme.

Nous avons exploré l'extraction des glycosides de stéviol à l'aide de deux techniques différentes ainsi que test de goût montre que : douceur : stéviol donne une douceur similaire au sucre dans le yaourt, mais moins efficace dans le café. Amertume : stéviol augmente l'amertume dans le yaourt, tandis que dans le café ; la différence n'est pas perceptible. Goût secondaire : le stéviol est associé à un goût herbacé (65-70%), tandis que le source augmente le goût métel (35%). L'analyse des extraits obtenus a révélé que chacune de ces méthodes permet d'obtenir un taux de sucres élevé.

Dans une perspective d'avenir, la stévia est susceptible de devenir une source majeure d'édulcorant naturel, à la fois puissant et peu calorique, pour le marché alimentaire. Il en résulte qu'il est pertinent de :

- ✓ Production de *Stevia* à grande échelle en Algérie.
- ✓ Découvrir des édulcorants alternatifs bons pour la santé.
- ✓ Remplacer les édulcorants synthétiques par des alternatives naturelles.

Références Bibliographiques

- Anbazhagan, M., Kalpana, M., Rajendran, R., Natarajan, V., & Dhanavel, D. (2010). In vitro production of *Stevia rebaudiana* Bertoni. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 22(3), 216.
- Annegowda, H. V., Mordi, M. N., Ramanathan, S., Hamdan, M. R., & Mansor, S. M. (2012). Effect of extraction techniques on phenolic content, antioxidant and antimicrobial activity of *Bauhinia purpurea*: HPTLC determination of antioxidants. *Food analytical methods*, 5, 226-233.
- BEROUAL C, et BERIMA., 2024. Evaluation de la valeur nutritionnelle des feuilles de *Stevia rebaudiana* cultivée en Algérie. Mémoire master. Université Constantine 1 Frères Mentouri.
- Belarouci, M. H., & Chikh Salah, Z. (2022). Étude de l'adaptabilité de *Stevia* (*Stevia rebaudiana* Bertoni) dans les conditions édapho-climatiques de l'exploitation de l'université Kasdi Merbah Ouargla.
- BEN ASSOULA F, 2016. Extraction des stéviolides, caractérisation physicochimique et évaluation de quelques activités biologiques de *stevia rebaudiana*. Mémoire master. Université SAAD DAHLEB-Blida.
- BENYAHOU R, 2019. L'étiquetage et la traçabilité des quelques denrées alimentaires édulcorés commercialisés dans la commune de Biskra. Mémoire de master. Université Mohamed Khider de Biskra.
- Celaya, L., Ferreyra, D. J., Kolb, E., & Koslobsky, N. K. (2022). Extraction of steviolide and rebaudioside A from *Stevia rebaudiana* by percolation with ethanol-water solvents. *Revista de Ciencia y Tecnología : RECyT*, 38(1), 55-62.
- Cabanne, M., de Lima, M. T. A., Khezzane, M., Baillon, F., Hastoy, C., Boutie, P., & Espitalier, F. (2022, November). Purification de jus extraits de feuilles de *Stevia rebaudiana* par précipitation de sels. In *SFGP2022-18e Congrès de la Société Française de Génie des Procédés* (Vol. 379, p. 05005).
- CHIKH, S. Z. *Etude de l'adaptabilité de Stevia (Stevia rebaudiana Bertoni) dans les conditions édapho-climatiques de l'exploitation de l'université Kasdi Merbah Ouargla* (Doctoral dissertation, UNIVERSITE KASDI MERBAH OUARGLA).
- Chattopadhyay, S., Raychaudhuri, U., & Chakraborty, R. (2014). Artificial sweeteners—a review. *Journal of food science and technology*, 51, 611-621.
- Ceunen, S. & Geuns, J. M. (2013). Steviol glycosides: chemical diversity, metabolism, and function. *Journal of Natural Products*, 76, 1201-

- González, C., Tapia, M., Pérez, E., Pallet, D., & Dornier, M. (2014). Main properties of steviol glycosides and their potential in the food industry: a review. *Fruits*, 69(2), 127-141.
- Giuffre, L., Romaniuk, R., & Ciarlo, E. (2013). Stevia, ka'a he'e, wild sweet herb from South America-An overview. *Emirates Journal of Food & Agriculture (EJFA)*, 25(10).
- Goyal, S. K., Samsher, N., & Goyal, R. (2010). Stevia (*Stevia rebaudiana*) a bio-sweetener: a review. *International journal of food sciences and nutrition*, 61(1), 1-10
- Hossain, M. F., Islam, M. T., Islam, M. A., & Akhtar, S. J. A. J. F. (2017). Cultivation and uses of stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni): A review. *African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Développment*, 17(4), 12745-12757.
- Hajhashemi, S. & Geuns, J. M. (2013). Free radical scavenging activity of steviol glycosides, steviol glucuronide, hydroxytyrosol, metformin, aspirin and leaf extract of *Stevia rebaudiana*. *Free Radicals and Antioxidants*, 3, S34-S41.
- Jentzer, J. B., Alignan, M., Vaca-Garcia, C., Rigal, L., & Vilarem, G. (2015). Response surface methodology to optimise Accelerated Solvent Extraction of steviol glycosides from *Stevia rebaudiana* Bertoni leaves. *Food chemistry*, 166, 561-567.
- Jentzer, J. B. (2015). *Etude d'un procédé d'extraction en continu des glycosides de stéviol à partir des feuilles de Stévia (Stevia rebaudiana Bertoni)* (Doctoral dissertation, Institut National Polytechnique de Toulouse-INPT).
- Kimi, I.S., Yang, M., Lee, O.H., Kang, S.N. (2011). The antioxidant activity and the bioactive compound content of *Stevia rebaudiana* water extracts. *LWT - Food Science and Technology*, 44, 1328-1332
- Lorenzo, C., Serrano-Díaz, J., Plaza, M., Quintanilla, C., & Alonso, G. L. (2014). Fast methodology of analysing major steviol glycosides from *Stevia rebaudiana* leaves. *Food chemistry*, 157, 518-523.
- Lesniarek, J. (2015). *Stevia rebaudiana B. : réels enjeux de santé publique ou campagne marketing ?* (Doctoral dissertation, PhD thesis, Grenoble Alpes).
- MAHMOUDI Saadia, S. R. (2024). *Étude bibliographique sur Stevia rebaudiana* (Doctoral dissertation).
- Moriniaux, V. (2014). Les édulcorants : une autre histoire du sucré, une nouvelle étape dans l'histoire du sucre ? Le sucre, entre tentations et réglementation, p-133.

Références Bibliographiques

Midmore, D. J., & Rank, A. H. (2002). A new rural industry-Stevia-to replace imported chemical sweeteners (pp. 1-23). Wagga Wagga, Australia: Rural Industries Research and Development Corporation.

RAHMANI A, 2022. Edulcorants et diabète évaluation l'état des connaissances chez les consommateurs enquête type questionnaire en officine chez la population diabétique. Mémoire de master. UNIVERSITE SAAD DAHLAB - BLIDA 1.

Ursula, Wölwer-Rieck. (31 oct.2018). Steviol Glycosides: Cultivation, Processing, Analysis and Applications in Food. Royal Society of Chemistry.

Webographie :

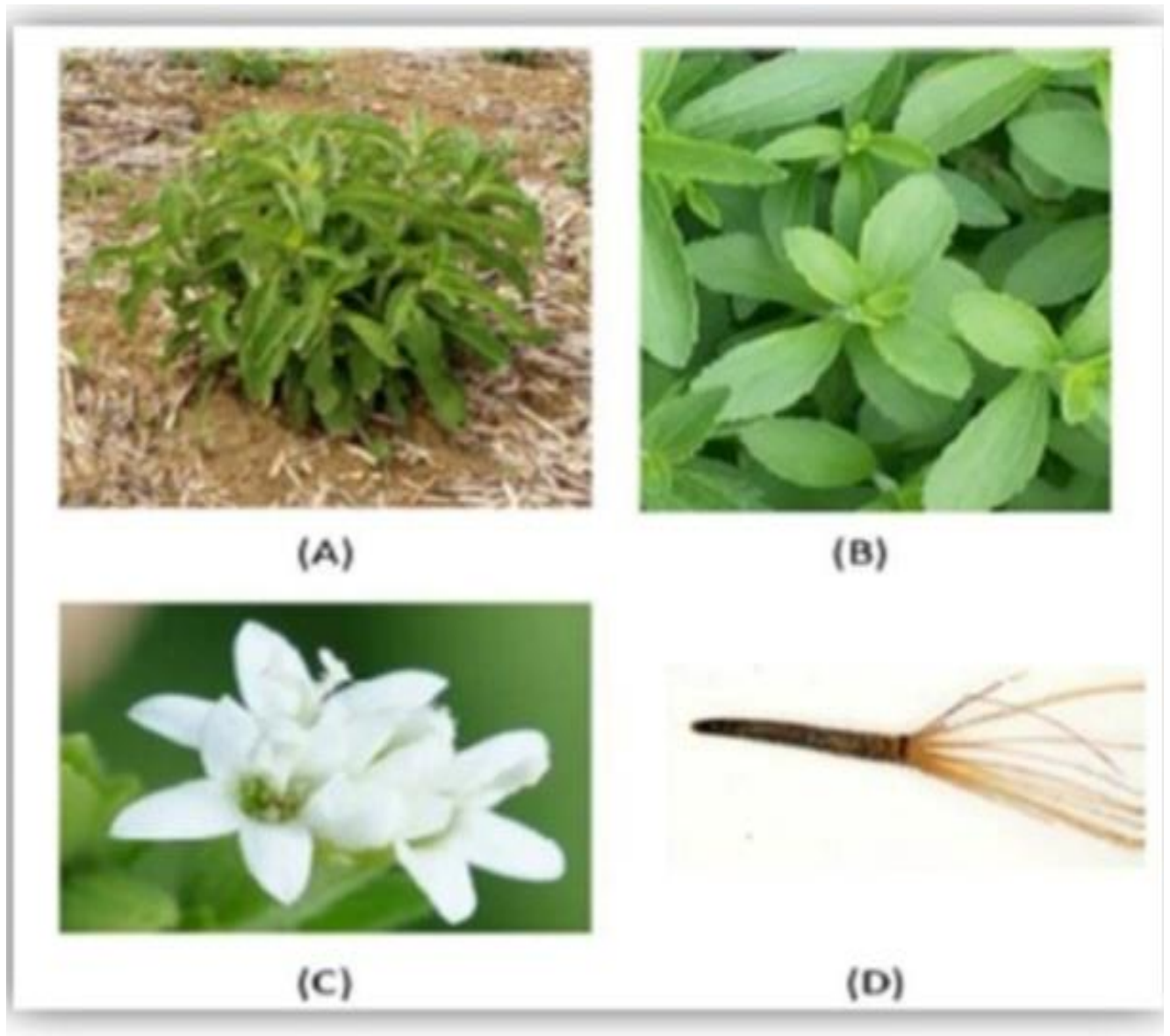
[1] : Centre National de Ressources Textuelles et Lexicales. Consulté le [15/03/2025]. Récupéré sur <https://www.cnrtl.fr/lexicographie/d%C3%A9coction>.

[2] : SCDPHA_T_2001_THINES_ANNE_CLAIRE.pdf. Consulté le [04/04/2025]. Récupéré sur https://docnum.univlorraine.fr/public/SCDPHA_T_2001_THINES_ANNE_CLAIRE.df

Annexe

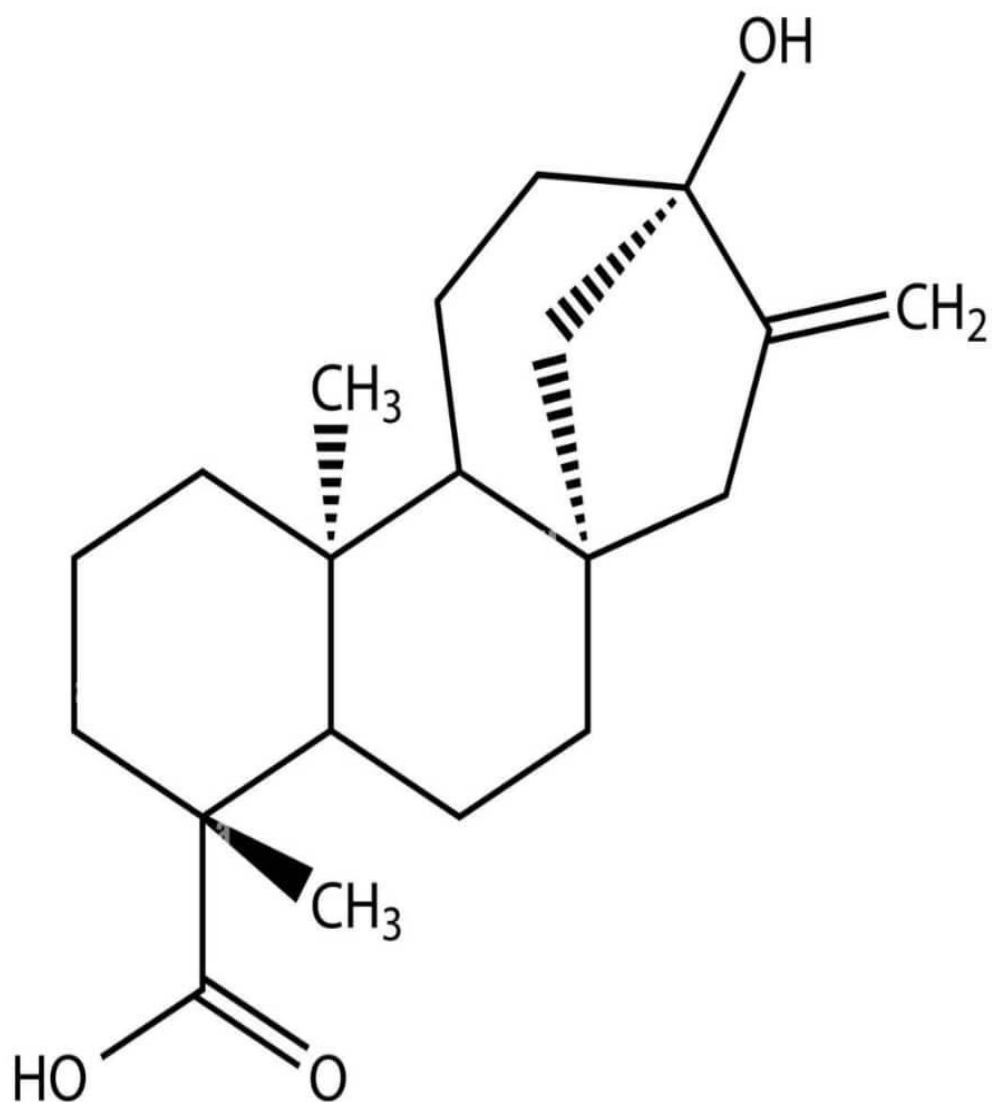
Annexes

Annexe 1: description botanique (Lesniarek J, 2015).



- (A) Pied en reprise de végétation à la sortie de l'hiver ;
- (B) Feuilles ;
- (C) Fleurs ;
- (D) Akène fertile de *S. rebaudiana*

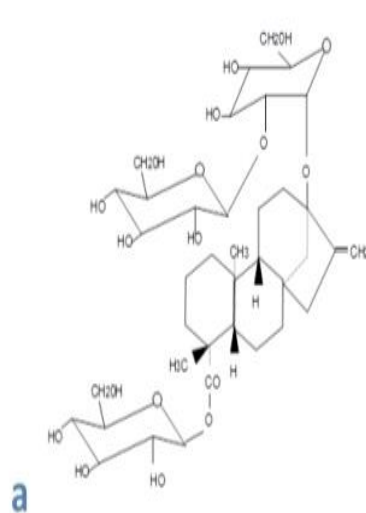
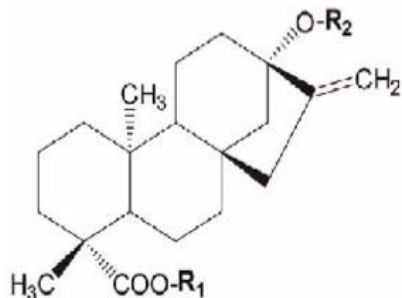
Annexe 2 : Composition en glycosides de steviol



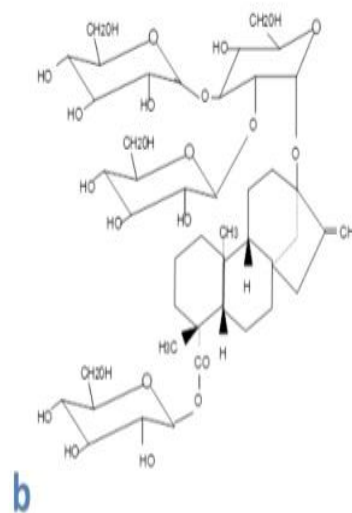
Annexe 3 S. Glycs présents chez *S. rebaudiana* (Ceunen et Geuns, 2013)

Compound	R ₁	R ₂	MW
Stevioside	Glc(β)-	Glc(β1-2)Glc(β)-	804.9
Rebaudioside A	Glc(β)-	Glc(β1-2)Glc(β)- Glc(β1-3) ↓	967.0
Rebaudioside B	H-	Glc(β1-2)Glc(β)- Glc(β1-3) ↓	804.9
Rebaudioside C	Glc(β)-	Rha(α1-2)Glc(β)- Glc(β1-3) ↓	951.0
Rebaudioside D	Glc(β1-2)Glc(β)-	Glc(β1-2)Glc(β)- Glc(β1-3) ↓	1129.2
Rebaudioside F	Glc(β)-	Xyl(β1-2)Glc(β)- Glc(β1-3) ↓	937.0
Steviolbioside	H-	Glc(β1-2)Glc(β)-	642.7
Dulcoside A	Glc(β)-	Rha(α1-2)Glc(β)-	788.9
Rubusoside	Glc(β)-	Glc(β)-	642.7

Glc: D-glucose, Rha: L-rhamnose, Xyl: D-xylose

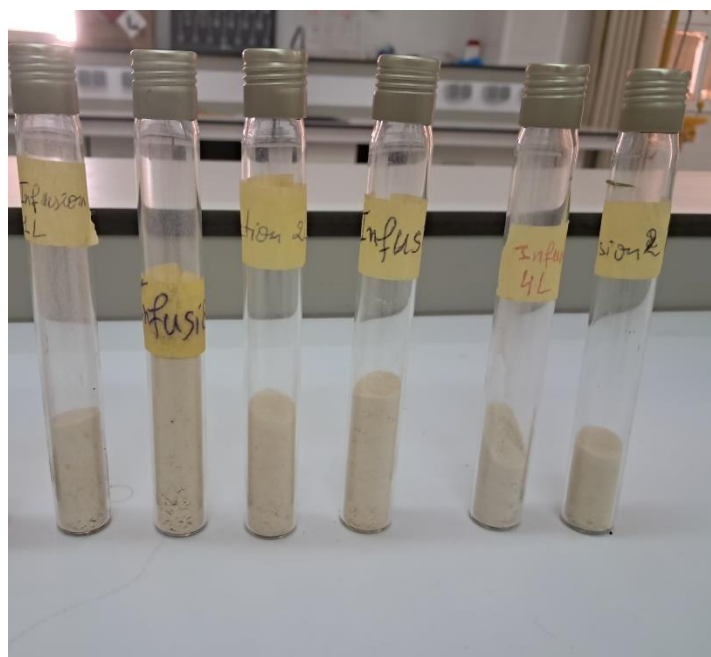


Stévioside



Rébaudioside

Annexe 4 poudre de Stevia



Annexe 5 Test de goût



Annexe 6 Les produits chimique

