

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République algérienne démocratique et populaire  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique  
جامعة عين تموشنت بلحاج بوشعيب  
Université -Ain-Temouchent- Belhadj Bouchaib  
Faculté de Sciences et Technologie  
Département d'Agroalimentaire



Memoir  
Pour l'obtention de diplôme de Master en  
Domaine : Sciences de la nature et de la vie  
Filière : Sciences Alimentaires  
Spécialité : Agroalimentaire et contrôle de qualité  
Thème :

**Etude de l'impact de l'utilisation des appareils de cuisson en  
Aluminium sur la composition chimique et la sécurité des  
aliments**

**Présenté Par :**

- BERRADJA Fadila.
- BENAYAD Amel Khadra.
- BENSENOUCI Halima.

**Devant le jury composé de :**

Président	Dr BENSALAH Fatima
Examineur	Dr SENOUCI Azzeddine
Encadreur	Dr BELHACINI Fatima

**2024/2025**

Handwritten Arabic calligraphy in a highly stylized, cursive script. The text is arranged in a circular, fan-like shape, radiating from the center. The main text is written in black ink on a white background. The word "Sidi" is written in a smaller, simpler font on the left side of the calligraphy. The calligraphy features thick, bold strokes and intricate flourishes, characteristic of a specific style of Arabic script.

## **Remerciement**

Tout d'abord, je rends grâce à Dieu, le Très-Haut et Tout-Puissant, de m'avoir permis d'achever ce travail.

Je tiens à exprimer ma profonde gratitude à ma directrice de mémoire, Madame Fatima Belhassini, pour le temps qu'elle m'a consacré, ainsi que pour les précieuses informations qu'elle m'a fournies avec attention et bienveillance.

J'adresse également mes sincères remerciements et toute ma reconnaissance aux membres du jury : Madame la Docteure Ben Salah Fatima, présidente du jury, et Monsieur le Docteur Senoussi Azeddine, pour leur disponibilité à examiner et évaluer ce travail.

Enfin, je souhaite exprimer toute ma gratitude et ma profonde reconnaissance à toutes les personnes qui ont contribué, de près ou de loin, à la réalisation de ce travail.

## **Dédicace**

*Louange à Dieu, avec amour, remerciements et gratitude. Je n'aurais pas fait cela sans la grâce de Dieu. Alors louange à Dieu pour le commencement et la fin.*

*Et leur dernière supplication sera : « Louange à Dieu, Seigneur des mondes. »*

*Au milieu des ruines des maisons, des décombres des écoles et des hôpitaux, il y a un peuple qui se relève encore, qui panse ses blessures avec patience et continue son chemin avec des rêves. La Palestine n'est pas seulement une carte, mais l'histoire d'un peuple qui résiste à la mort par la vie, affronte l'oppression par la connaissance et sème les graines de l'espoir dans une terre assiégée. Chaque goutte de sang qui y est tombée écrit un nouveau chapitre de gloire, et chaque martyr est un pouls vivant dans la mémoire de la nation. Là où les traits des villes sont effacés par le feu, les yeux restent fixés vers une aube qui doit venir. Et là, malgré tout, les plumes de ses étudiants écrivent encore, les hymnes sont encore chantés au milieu des bruits des bombardements, et les cœurs sont toujours remplis d'une promesse inébranlable : que la vérité ne meurt jamais.*

*« Celui qui dit que je l'ai » l'obtiendra.*

*Le voyage n'a pas été court et il n'aurait pas dû l'être. Le rêve n'était pas proche et la route n'était pas facile, mais je l'ai fait et je l'ai obtenu.*

*Je dédie mon succès à moi-même d'abord, puis à tous ceux qui ont travaillé avec moi pour terminer ce voyage. Tu as toujours été un soutien indéfectible pour moi.*

*Je dédie ma remise de diplôme à celui dont je porte le nom avec tout amour, à celui qui a récolté les épines de mon chemin pour m'ouvrir la voie vers la connaissance, à la lumière qui a illuminé mon chemin et à la lampe dont la lumière ne s'éteint jamais, et à celui qui a fait l'effort des années pour que je puisse gravir les échelles du succès. Je lui ai toujours promis ce succès. Me voici, accomplissant ma promesse et te le consacrant, mon soutien, ma force et mon refuge après de Dieu.*

***Mon cher père***

À celle que Dieu a fait le paradis sous ses pieds, à celle qui m'a appris la morale avant les lettres et m'a facilité les choses par ses prières, au grand être humain qui a été pour moi un filet de sécurité lorsque j'avais peur et de la chaleur lorsque la vie était froide, et qui m'a appris que la force réside dans la patience et que l'amour ne connaît pas de frontières.

*Ma chère mère*

À ceux qui m'ont soutenu de tout leur amour lorsque j'étais faible, qui m'ont éloigné du chemin des ennuis et qui m'ont ouvert la voie, en implantant en moi confiance et détermination. À ceux qui se réjouissent de mon succès comme s'il était le leur. À ceux avec qui je suis plus grand et dont je dépends, et avec la présence desquels je gagne en force et en amour sans limites. À ceux avec qui j'ai appris le sens de la vie.

*Mes chères sœurs*

À ceux qui versent silencieusement de la joie dans les recoins de mes journées, à ceux dont les regards suffisent à faire fleurir mon cœur, à ceux qui sont comme le pouls dans ma poitrine et la lumière dans mes yeux, à ceux dont les sourires étaient un baume et dont les rires étaient un retour à la vie, à ceux qui grandissent devant moi comme des rêves en fleurs qui ne savent pas se faner, à ceux pour qui je vois un avenir radieux, et à qui je souhaite un chemin prospère digne de leur innocence et de leurs rêves

*Les enfants de mes sœurs*

*À Sirine et Hafsa*

Vous êtes maintenant au seuil d'une nouvelle étape de votre vie académique, alors que vous abordez l'étape de l'enseignement primaire avec détermination et persévérance.

Je tiens à vous féliciter pour vos progrès et votre travail acharné, et je sais que vous continuerez à travailler dur pour atteindre vos objectifs. Cette étape est le début d'un avenir radieux, et il ne fait aucun doute que vous réussirez tous les deux.

Je vous souhaite à tous les deux une excellence et un succès continu à chaque étape future. Vous êtes notre fierté et j'espère que vous continuerez votre quête de connaissances avec enthousiasme et ambition.

*Amel*

## *Dédicace*

*Tout d'abord, je remercie le Dieu, notre créateur de m'avoir donné la force, la volonté et le courage afin d'accomplir ce travail modeste.*

*Je dédie ce travail à mon père que je le remercie énormément pour ses efforts, ses conseils et sa surveillance.*

*À ma mère, la source de tendresse et la lumière qui guide mes routes et qui m'emmène aux chemins de la réussite, pour tous ses sacrifices consentis et ses précieux conseils, pour toute son assistance et sa présence dans ma vie.*

*À mes chers frères et sœurs.*

*À tous mes enseignants sans exception.*

*Enfin, j'offre mes bénédictions à tous ceux qui m'ont soutenu dans l'accomplissement de ce travail.*

*Halima*

## *Dédicace*

Au nom d'Allah, le Tout Miséricordieux, le Très Miséricordieux.

Louange à Allah par la grâce duquel les bienfaits s'accomplissent, et que la paix et les bénédictions soient sur notre Prophète Muhammad, ainsi que sur sa famille et ses compagnons.

À ma chère mère, source d'amour, de prières et de sacrifices,  
Ton soutien a illuminé mon chemin... Je t'offre tout mon amour et ma reconnaissance.

À mon père bien-aimé, exemple de force et de sagesse,  
Merci pour ta présence, ton soutien inconditionnel et ta confiance.

À mes chers frères, piliers de ma vie,  
Merci pour votre appui constant tout au long de ce parcours.

Et à ma sœur, qui fut une amie fidèle et un cœur sincère,  
Ta gentillesse et ton affection ont marqué mon chemin... Merci d'être là.

À vous tous, j'offre le fruit de mon travail, en témoignage d'amour, de respect et de gratitude.

*Wassila*

## الملخص:

تُستعمل أواني الألمنيوم بكثرة في الطهي نظرًا لكونها خفيفة ورخيصة وجيدة التوصيل للحرارة. ومع ذلك، فإن تعرضها للحرارة العالية وللأطعمة الحمضية (كالطماطم والليمون) قد يؤدي إلى تسرب جزيئات الألمنيوم إلى الطعام، وهو ما يرتبط بزيادة خطر الإصابة ببعض الأمراض العصبية مثل الزهايمر. بالمقابل، تعتبر أواني الإينوكس (الستانلس ستيل) أكثر أمانًا لأنها غير تفاعلية ولا تطلق أي مواد ضارة، حتى مع الطهي الطويل أو في درجات حرارة عالية.

الألمنيوم يسخن بسرعة لكنه يتفاعل مع الأطعمة الحمضية، ويجب تجنبه في الطهي الطويل. الإينوكس مقاوم للتآكل وآمن في درجات حرارة عالية، ويدوم لفترة أطول دون التأثير على جودة الطعام. **الكلمات المفتاحية:** الألمنيوم، أواني الطبخ، الصحة، الزهايمر، الإينوكس، الحرارة، التفاعل الكيميائي.

## Summary :

Aluminum cookware is widely used due to its light weight, affordability, and excellent heat conductivity. However, when exposed to high temperatures or acidic foods (like tomatoes or lemons), aluminum can leach into food, potentially posing health risks. Some studies have linked chronic aluminum exposure to neurological disorders such as Alzheimer's disease. In contrast, stainless steel (inox) cookware is considered safer because it is non-reactive, corrosion-resistant, and does not release harmful substances, even during prolonged or high-temperature cooking.

Aluminum Heats quickly but can react with acidic foods; not ideal for long cooking durations. Stainless steel (inox) Safe, durable, and suitable for all cooking types.

**Keywords:** aluminum, cookware, health, Alzheimer's, stainless steel, temperature, chemical reaction.

## Résumé :

Les casseroles en aluminium sont très utilisées en cuisine en raison de leur légèreté, de leur faible coût et de leur bonne conductivité thermique. Toutefois, l'aluminium peut réagir avec les aliments acides (comme la tomate ou le citron), surtout à haute température, et libérer des particules potentiellement toxiques. Certaines études suggèrent un lien entre l'exposition prolongée à l'aluminium et des troubles neurologiques comme la maladie d'Alzheimer. En revanche, les ustensiles en inox (acier inoxydable) sont considérés comme plus sûrs : ils sont résistants à la corrosion et ne réagissent pas avec les aliments, même à température élevée ou lors de longues cuissons.

Aluminium : chauffe vite, mais réagit avec certains aliments à éviter pour les cuissons longues. Inox : stable, durable, et plus sûr pour la santé.

**Mots-clés :** aluminium, ustensiles de cuisine, santé, Alzheimer, inox, température, réaction chimique.

# **INTRODUCTION**

## INTRODUCTION

---

L'aluminium est un métal léger largement utilisé dans l'industrie agroalimentaire, notamment pour la fabrication d'ustensiles de cuisson, de contenants alimentaires et de papiers d'emballage. Cependant, l'utilisation d'ustensiles en aluminium soulève des préoccupations croissantes quant à la migration de ce métal dans les aliments lors de la cuisson, surtout en présence d'aliments acides ou salés. Cette migration peut contribuer à l'exposition humaine à l'aluminium, ce qui représente un risque potentiel pour la santé.

Selon **Greger (1993)**, une partie de l'aluminium peut se dissoudre dans les aliments pendant la cuisson, particulièrement sous des conditions de température élevée et en présence de solutions acides (comme la sauce tomate ou le jus de citron). Ce phénomène a été confirmé par **Saiyed et Yokel (2005)**, qui ont démontré que les niveaux d'aluminium dans les aliments augmentent de manière significative lorsqu'ils sont cuits dans des casseroles en aluminium non anodisé. La migration est également influencée par la durée de cuisson, le pH des aliments, la salinité et l'usure de l'ustensile.

La question de l'innocuité de l'aluminium dans l'alimentation a conduit plusieurs organismes de santé à établir des limites d'exposition. L'Autorité européenne de sécurité des aliments (EFSA, 2008) a fixé une dose hebdomadaire tolérable (DHT) de 1 mg/kg de poids corporel. Cependant, des études comme celles de Krewski et al. (2007) soulignent que certaines populations peuvent dépasser cette DHT en raison de sources combinées d'exposition (alimentation, eau potable, médicaments).

Ainsi, la compréhension des facteurs influençant la libération de l'aluminium à partir des ustensiles de cuisson est essentielle pour évaluer les risques sanitaires et développer des pratiques culinaires plus sûres. Cette étude vise à explorer les mécanismes de transmission de l'aluminium dans les aliments, à identifier les variables déterminantes de cette migration, et à discuter des implications toxicologiques de cette exposition chronique.

L'objectif principal de cette étude est **d'évaluer la migration de l'aluminium dans les aliments cuits dans des ustensiles en aluminium** et d'en **analyser les facteurs influents**, tels que:

- **Le type d'aliment** (acidité, teneur en sel),

## INTRODUCTION

---

- La **durée de cuisson**,
- L'état **de l'ustensile** (anodisé ou non, neuf ou usé),
- et la **température de cuisson**.

L'étude vise également à :

- **Quantifier les concentrations d'aluminium** transférées dans les aliments après cuisson dans différents types d'ustensiles ;
- et **évaluer les risques toxicologiques potentiels** liés à une exposition chronique à l'aluminium par voie alimentaire.

Cette étude a pour but aussi de **formuler des recommandations pratiques** pour limiter l'exposition à l'aluminium dans la cuisine domestique, en tenant compte des bonnes pratiques d'utilisation des ustensiles.

**Chapitre 01**  
**synthèse bibliographique**

L'aluminium est l'un des éléments chimiques les plus importants de la vie moderne largement utilisé dans la cuisine et diverses industries, l'un des éléments traces métalliques les plus dangereux pour la santé humaine. (Boudjellal A et al 2022)

### **1.Définition :**

L'aluminium (symbole chimique Al) est un métal léger, gris argenté, et un bon conducteur de chaleur et d'électricité. La malléabilité supérieure de l'aluminium et son faible point de fusion (660 °C) en font un métal très facile à travailler et polyvalent, l'élément le plus abondant dans la croûte terrestre (Exley et House, 2011) pour lequel on y est exposé de façon continue via l'air, l'eau et le sol.

En outre, l'aluminium est entièrement recyclable et réutilisable à l'infini, la combinaison de ses excellentes propriétés a fait de l'aluminium le deuxième métal le plus utilisé dans la société moderne (European Aluminium 2019d) (IAI 2019e)(Hydro 2019)(Aluminium Association 2019).

### **2.Histoire de l'aluminium :**

Contrairement à des métaux tels que l'or, le cuivre ou le fer, connus et utilisés depuis l'Antiquité, l'aluminium n'a été isolé qu'au XIXe siècle. Cette découverte tardive s'explique par le fait que l'aluminium n'existe pas à l'état natif dans la nature, mais est toujours combiné à d'autres éléments au sein de minéraux, rendant son extraction complexe.(International Aluminium Institute, 2020).

Bien avant l'isolement de l'aluminium métallique, ses composés étaient déjà utilisés par les civilisations anciennes. L'un des composés les plus connus est l'alun, ou « alumen » en latin, qui était employé pour ses propriétés astringentes et mordantes. Les Égyptiens, les Grecs et les Romains utilisaient l'alun pour la teinture des tissus, la purification de l'eau et dans des applications médicales (Craddock, 1995).

Au XVIIIe siècle, avec l'avènement de la chimie moderne, les scientifiques commencèrent à s'intéresser de plus près aux composés de l'aluminium. En 1808, le chimiste anglais Sir Humphry Davy suggéra l'existence d'un métal inconnu dans l'alumine, qu'il nomma « aluminium »(Greenwood & Earnshaw, 2012).

En 1825, le physicien danois Hans Christian Orsted réussit à produire une forme impure d'aluminium en réduisant du chlorure d'aluminium avec un amalgame de potassium. Cette

expérience marqua la première production du métal, bien que la pureté obtenue fût insuffisante pour des applications pratiques.

En 1827, le chimiste allemand Friedrich Wöhler améliora la méthode d'Orsted en utilisant du potassium métallique pour réduire le chlorure d'aluminium, obtenant ainsi une poudre grise d'aluminium plus pure. Wöhler fut le premier à étudier les propriétés physiques et chimiques de l'aluminium, notant notamment sa légèreté remarquable. (Emsley, 2011).

La production d'aluminium resta toutefois limitée et coûteuse jusqu'en 1854, lorsque le chimiste français Henri Sainte-Claire Deville développa un procédé amélioré en utilisant du sodium à la place du potassium pour la réduction. (Deville, 1859).

La véritable révolution dans la production de l'aluminium survint en 1886, lorsque deux jeunes scientifiques, l'Américain Charles Martin Hall et le Français Paul Héroult, découvrirent indépendamment le procédé d'électrolyse de l'alumine dissoute dans un bain de cryolite fondue. Ce procédé, connu sous le nom de procédé Hall-Héroult, permit une production industrielle de l'aluminium à grande échelle et à moindre coût. . (Miller et al., 2000).

En 1888, la première usine utilisant ce procédé fut inaugurée à Neuhausen am Rheinfall, en Suisse. La même année, Charles Martin Hall co-fonda la Pittsburgh Reduction Company, qui deviendra plus tard Alcoa, l'un des plus grands producteurs d'aluminium au monde.(Alcoa, 2020).

Au début du XXe siècle, la production d'aluminium connut une croissance exponentielle. Ses propriétés uniques, telles que sa légèreté, sa résistance à la corrosion et sa conductivité électrique, le rendirent indispensable dans de nombreux secteurs industriels . (Totten & MacKenzie, 2003).

Au XXIe siècle, l'aluminium est omniprésent dans notre quotidien, des emballages alimentaires aux smartphones, en passant par les infrastructures de transport et les bâtiments. Sa recyclabilité à 100 % sans perte de qualité en fait un matériau clé dans les stratégies de développement durable et d'économie circulaire. . (European Aluminium Association, 2018).

### **3.Aluminium dans le monde :**

L'estimation des ressources en bauxite est comprise entre 55 et 75 milliards de tonnes (Gt) au niveau mondial (USGS, 2021). On distingue deux catégories principales de dépôts de bauxite : les bauxites karstiques sont essentiellement localisées dans les Caraïbes (Jamaïque), en



d'un complexe industriel intégré comprenant des raffineries et des usines de production d'acier, de pièces détachées et de structures métalliques.

#### **4.2.Partenariat avec un producteur africain de bauxite :**

En mai 2024, le ministre de l'Industrie et de la Production pharmaceutique, Ali Aoun, a annoncé l'étude d'un projet visant à fabriquer de l'aluminium localement grâce à un partenariat entre le groupe public « IMETAL » et un producteur africain de bauxite. L'objectif de ce partenariat est d'assurer les besoins du marché algérien en aluminium et de réduire la facture des importations. Étant donné l'absence de gisements de bauxite en Algérie, cette collaboration permettra de garantir l'approvisionnement en matière première essentielle pour cette industrie. (APS, 2024).

#### **4.3.Projet « Strogal Algérie »**

Créée en 2012, l'entreprise « Strogal Algérie » est issue d'un partenariat entre « Strogal Aluminium » (Espagne) et le groupe d'entreprises Hassnaoui. L'usine est spécialisée dans l'extrusion et la production de profilés en aluminium, avec une capacité de production de 20 tonnes par jour. Elle propose des services intégrés incluant le revêtement, l'anodisation et la découpe, afin de répondre aux besoins du secteur du bâtiment et de l'industrie en Algérie. (El Moudjahid, 2022).

#### **5.Aluminium et sécurité alimentaire :**

L'aluminium est un métal non toxique, ce qui explique son utilisation dans la fabrication d'emballages alimentaires, de canettes de boissons et de feuilles d'aluminium. Cependant, une exposition excessive à l'aluminium peut être associée à certains problèmes de santé. C'est pourquoi des précautions sont prises dans certaines industries alimentaires et médicales.

L'aluminium que nous absorbons, s'il est présent naturellement (AFSSA, 2003 ; EFSA, 2020). Ces dans les aliments tels que les céréales, les légumes (champignons, épinards, radis et laitue) et les boissons (thé et cacao), provient également des additifs, agents raffermissants et autres colorants alimentaires ajoutés aux préparations issues de l'industrie (INRS 2023).

Ces additifs, colorants et autres agents ont-ils des vertus nutritionnelles ? Absolument aucune. Leur rôle se limite à rendre les aliments plus beaux, plus attrayants ou plus fermes. Ils aident également à la conservation de nos denrées venues du bout du monde ou de la région d'à côté.

Si la plupart des denrées alimentaires non transformées contiennent habituellement moins de 5 mg d'aluminium/kg, des concentrations plus élevées ont souvent été observées dans les pains et pâtisseries (particulièrement les biscuits), certains légumes (dont la bette et la

doucette), les fruits glacés, les produits laitiers, les aliments riches en sucre, les préparations à cuire au four, une majorité de produits farineux et de farines et les produits de notre chariot. (L'AFSSA dans son rapport de 2003.)

### 5.1. Sources alimentaires :

L'Al est présent naturellement dans les aliments crus ou transformés (Flaten, 2002). En revanche, l'utilisation d'ustensiles de cuisine et d'emballages en Al peut augmenter sa concentration dans les aliments (Pennington et Schoen, 1995). Selon Fimreite et al. (1997) différents processus de transformation rendent l'Al omniprésent à des doses anti-physiologiques dans la plupart des aliments industriels et par conséquent la consommation de ces derniers, en grande quantité, pourrait induire une augmentation du taux d'Al dans le corps (Jansson, 2001). Sa concentration varie considérablement selon le produit alimentaire, le type de traitement utilisé et la zone géographique (Sorenson et al., 1974; Pennington et Schoen, 1995).

La plupart des aliments contiennent naturellement moins de 0,05 mg(Al).kg<sup>-1</sup> (Rao et Rao Jagannatha, 1993). Les aliments les plus riches en Al sont les coquillages, la levure alimentaire et certains aliments d'origine végétale comme la pomme de terre, le basilic, les épinards, les lentilles et surtout le thé qui accumule ce métal au niveau de ses feuilles (Scott, 2003; Stahl et al., 2011). Certaines épices et fines herbes ont de hautes teneurs en Al (EAA, 2001). Cependant, les viandes n'en contiennent que très peu (Karbouj, 2008).

L'Al peut contaminer les aliments à partir des différents ustensiles de cuisine lors de la cuisson entraînant une augmentation relativement petite de la teneur en cet élément (Semwal et al. 2006; Soni et al., 2001).

Selon le guide pratique du Conseil Européen sur les métaux et alliages constitutifs des matériaux et objets pour contact alimentaire, la conservation des denrées alimentaires liquides acides, basiques ou salées dans des ustensiles en Al sans revêtement doit être limitée afin de réduire au maximum la libération. Pour remédier à ce problème, les canettes et les boîtes de conserve sont munis d'une couche protectrice interne qui permet d'éviter que les acides et les sels présents dans les boissons et les aliments ne soient en contact direct avec l'élément métallique. Ainsi, cette technique permet de prolonger la durée de conservation des aliments et des préparations (EAA, 2015).

Les denrées alimentaires les plus riches en Al sont celles qui contiennent des additifs d'Al (Yokel, 2012) tels que les colorants, les raffermissants, les levants et autres adjuvants, à base de sel d'Al soluble, que contiennent les fruits confits, les préparations à base de blanc d'œuf, la saumure, le vinaigre, les cornichons ou certains fromages (Arruda, 1994). Ces additifs sont représentés par les sigles suivants :

- SIN 173 (Al en poudre) : colorant, utilisé pour la coloration en surface des charcuteries, sucreries, confiseries, décors de pâtisserie et dans les saumures de conservation des bigarreaux destinés à être confits, etc.
- SIN 520 (sulfate d'Al), SIN 521 (sulfate d'Al sodique), SIN 522 (sulfate d'Al potassique), SIN 523 (sulfate d'Al ammonique) : régulateurs d'acidité et affermissant de synthèse, utilisés dans les préparations à base de blanc d'œufs, produits glacés, de légumes et de fruits confits, etc.
- SIN 541 (phosphate d'Al sodique acide) : levain de synthèse, utilisé dans les produits laitiers (fromages et les pâtes à tartiner industriels), les produits de pâtisserie fine (génévoises, etc.), etc. • SIN 554 (Silicate alumino-sodique), SIN 555 (silicate alumino-potassique), SIN 556 (silicate d'Al et calcium) : agent de charge, antiagglomérants, support pour arômes et colorants, utilisés dans les denrées alimentaires en poudre (y compris les sucres) et comprimés, pastilles et dragées, le sel et ses substituts, fromages à pâtes dure et fondus, saucisses et saucissons, bonbons à base de gélifiants, chewinggums, riz, etc.
- SIN 559 (Silicate d'Al) : antiagglomérant d'origine naturelle, utilisé principalement dans les produits cosmétiques et pharmaceutiques (antiacides), mais aussi dans les cidres et autres boissons. SIN 1452 (Octényl succinate d'amidon d'Al) : amidon modifié, agent de texture pour la préparation de vitamines encapsulées dans les compléments alimentaires.

L'Al est principalement d'origine géologique (altération naturelle des roches, ruissellement sur les sols) et peut se rencontrer naturellement dans les eaux de surface et les eaux souterraines, mais aussi d'origine anthropique à travers les rejets industriels, municipaux et les activités minières (Eisenreich, 1980; Filipek et al., 1987). La source d'eau pour la consommation humaine et le processus de purification impliqué peuvent influencer la teneur de l'eau potable en Al. En effet, les coagulants contenant de l'Al (sulfate d'Al, chlorure d'Al et sels d'Al prépolymérisés) sont fréquemment utilisés dans les processus de purification ou de traitement de l'eau pour réduire les microorganismes pathogènes (Eastwood et al., 1990). A la fin de ce processus, la grande majorité des sels d'Al utilisés se retrouvent dans les boues de

décantation, mais une mauvaise coagulation peut entraîner des résidus dans l'eau traitée (Pernitsky et Edzwald, 2006).

Dans les meilleures conditions, la concentration minimale d'Al dans l'eau traitée est de l'ordre de 0,03 mg.L<sup>-1</sup> (Gourier-Fréry et Fréry, 2004). Pour les eaux minérales embouteillées (naturelles, de sources ou traitées), il n'y a aucun ajout de sels d'Al (Gallotti et al., 2003), mais peuvent en contenir naturellement sous forme de colloïdes insolubles, d'hydroxydes, de silico-aluminates, de composés libres, de complexes minéraux, ou bien organique qui sont alors insolubles (Srinivasan et al., 1999).

## **5.2. Les emballages et conditionnement :**

L'objectif principal du conditionnement des denrées alimentaires est de les préserver, les protéger et éventuellement allonger leurs durées de vie (Arvanitoyannis et Kotsanopoulos, 2014). Parmi les matériaux utilisés dans le domaine de l'emballage, l'Al occupe une place très importante (INERIS, 2014). La quantité d'Al présente dans les aliments, celle qui provient de la migration dépend du pH de l'aliment, de la température ambiante ou de conservation, du temps de contact, ainsi que de la pureté de l'Al.

Quant à l'effet de la température sur la dissolution de l'Al, Farhoodi et al. (2014) ont enregistré une augmentation de la concentration d'Al d'une boîte de conserve de 0,02 à 0,18 mg.L<sup>-1</sup> au cours du stockage pendant 90 jours à 25 °C, alors qu'à 45 °C, elle passe de 0,02 à 0,34 mg.L<sup>-1</sup>. Il a été observé que les éventuelles déformations subies par l'emballage lors des différentes manipulations aggravent les phénomènes de la migration (Verissimo et Gomes, 2008).

## **6.L'aluminium et santé humaine :**

Chez l'homme, les principales voies d'exposition reconnues, sont les voies orale, cutanée et respiratoire. Pour la voie orale, en dehors de toute exposition professionnelle, l'ingestion d'aliments constitue 95% des apports quotidiens; l'aluminium présent dans les aliments de base ou l'eau de boisson résulte d'un phénomène naturel, d'un ajout d'additifs alimentaires, d'un traitement de l'eau ou d'une migration du contenant vers le contenu. Dans le cas de l'instauration d'une thérapeutique par médicaments anti-acide ou par pansements digestifs à base d'aluminium, l'exposition est majorée. La quasi-totalité des effets observés chez l'homme relèvent du domaine de la toxicité chronique. à ce jour, l'évaluation des risques sanitaires liés à l'exposition à l'aluminium se heurte à un certain nombre de difficultés, liées à

la fois à la mesure de l'exposition à l'aluminium et à la mauvaise connaissance de la cinétique, métabolisme et toxicité des différentes formes chimiques de l'aluminium. Par ailleurs, les principales pathologies mises en cause présentent des difficultés d'analyse épidémiologique. (afssa.2000)<sup>1</sup>

L'exposition à l'Al peut affecter les glandes mammaires se traduisant par des cancers et des kystes (Darbre, 2016).

### **6.1. L'aluminium dans le corps humain :**

On estime que le corps humain contient en moyenne de 35 à 50 mg d'aluminium dont environ 50% se trouvent dans les poumons, 25% dans les tissus mous et 25% dans les os. Le rôle biologique de l'aluminium n'est pas connu (il ne semble pas être un oligo-élément essentiel) et le corps humain n'en absorbe que de faibles quantités puisqu'il est doté de barrières efficaces contre l'absorption d'aluminium. Seule une infime partie de l'aluminium issu du régime alimentaire est absorbée par le système digestif et, chez les personnes en bonne santé, la plus grande partie de cet aluminium est très rapidement excrétée par les reins. Quand le taux d'aluminium dans le sang est très élevé, les os semblent se comporter comme un réservoir qui capte l'aluminium et le libère ensuite lentement sur une longue période. Ces fortes doses d'aluminium se révélèrent également toxiques pour les os, entraînant des douleurs articulaires, une décalcification osseuse<sup>6</sup> et des anémies (Short.A.I.K.et al 1980).

L'augmentation de consommation de produits issus de l'industrie agroalimentaire entraîne une exposition croissante de la population à l'aluminium. À cela s'ajoute la migration de l'aluminium depuis les récipients utilisés pour la cuisine : un groupe scientifique européen a constaté qu'« en présence d'acides et de sels, l'utilisation de casseroles et de saladiers en aluminium et de papier d'aluminium ménager pour des aliments comme la compote de pommes, la rhubarbe, la purée de tomates ou les harengs salés, pourrait entraîner une augmentation des concentrations en aluminium dans ces aliments » (EFSA.2008)

De récentes études ont montré que l'absorption d'aluminium par le système digestif peut être de l'ordre de 0,01%, mais qu'elle peut atteindre environ 0,1% lorsqu'il s'agit de citrate d'aluminium, l'excrétion de l'aluminium n'étant en rien affectée. Les reins de patients souffrant d'insuffisance rénale sévère ne sont plus aptes à exercer leur fonction normale d'absorption et d'excrétion et sont également incapable d'éliminer l'aluminium absorbé. Aussi, une grande attention est portée au suivi du taux d'aluminium dans le sang des

---

<sup>1</sup> Agence française de sécurité sanitaire des aliments

patients.(ANSES, 2021). atteints d'insuffisance rénale. Antérieurement, les patients sous dialyse risquaient de développer des maladies neurologiques spécifiques qui ne sont aucunement liées à la maladie d'Alzheimer. (Jaffe et al., 2005).

Les principales sources d'exposition de l'être humain sont assurées par l'environnement, les produits alimentaires et les eaux (fig. 1).

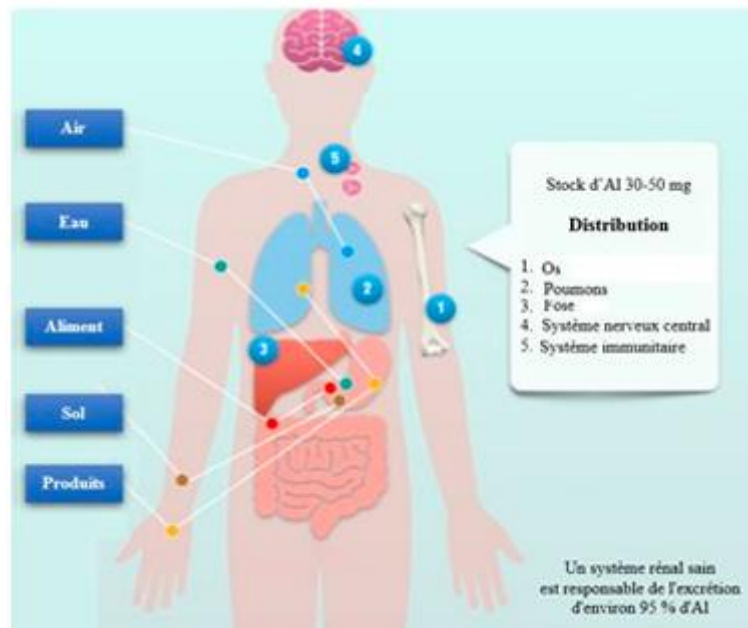


Figure 1. Exposition, absorption et distribution d'Al dans le corps humain (Fernandez et al., 2021)..

L'aluminium circule dans l'organisme sous différentes formes. , l'aluminium se retrouve dans le plasma, à des taux dont les niveaux augmentent avec l'âge, dans le plasma, l'ion  $Al^{3+}$  est transporté par la transferrine (90 %). la forme libre peut se lier au citrate, ou former des complexes de stabilité variable avec des acides, des amino-acides, des nucléotides ou des macromolécules. chez l'Homme mais également dans le squelette (la moitié de la charge), les poumons (le quart de la charge), la peau, le tractus gastro-intestinal, les ganglions lymphatiques, les glandes surrénales, les glandes parathyroïdes (AFSSA, 2003).

### 6.1.1. Absorption par voie orale :

L'absorption par voie orale est faible (<1 %) et dépendante de très nombreux facteurs (type de composé, solubilité, co-administration avec de l'eau ou dans l'alimentation, etc.).

l'absorption à partir de l'eau de boisson à 0,3 % et à partir de l'alimentation à 0,1 %. une forte variabilité est cependant susceptible de moduler l'absorption, en fonction de la forme

chimique concernée. la valeur de 0,1 % est celle retenue par l'eFsa (eFsa, 2008a) pour évaluer l'exposition systémique par voie orale.

### 6.1.2. Produits cosmétiques :

Sources médicamenteuses et cosmétiques L'Al est présent dans les médicaments oraux, les vaccins et le liquide de dialyse (Batisse, 2014). Il est très utilisé en thérapeutique pour ses nombreuses propriétés intéressantes : comme principe actif, sels d'Al, composés aluminiques, etc. Les sels d'Al sont utilisés, seuls ou en association avec d'autres sels, par voie orale pour exercer une action anti-acide. Son apport quotidien varie de 500 à 5000 mg en fonction de l'antiacide utilisé (GourierFréry et Fréry, 2004; Lione, 1985a).

L'hydroxyde d'Al, le phosphate d'Al, le sulfate de potassium d'Al (alun) et le silicate d'Al (zéolite) sont utilisés dans la préparation d'un certain nombre de vaccins pour adsorber les composants antigéniques et servir d'adjuvant qui améliore la réponse immunitaire en stimulant la production d'anticorps (Lione, 1985a; Barbaud et al., 1995; Tomljenovic, 2011).

l'Al entre dans la composition de nombreux produits cosmétiques, pour diverses fonctions (antitranspirant dans les déodorants, abrasif dans les produits dentaires et les produits pour le visage et le corps, agent de viscosité dans les produits de soins et de maquillage, et absorbant dans les masques pour le visage).

Les déodorants et antisudoraux en spray, en roll-on et en stick contiennent respectivement 5, 15 et 20% de dérivés aluminiques. Ainsi, si l'on se base sur une application de 0,5 g de produit par jour, avec une teneur de 20% en dérivé d'Al, cela correspond à une exposition quotidienne de 100 mg (AFSSPS, 2011).

Tableau 1 : Nom INCI des composés de l'aluminium pouvant être utilisés dans les produits cosmétiques, d'après CosIng

Ingrédients non restreints	Ingrédients restreints (Anexe III de la directive )
Aluminium Bromohydrate	Aluminium Zirconium Octachlorohydrate
Aluminium Chloride	Aluminium Zirconium Octachlorohydrate Gly
Aluminium Chlorohydrate	Aluminium Zirconium Pentachlorohydrate
Aluminium Chlorohydrate Gly	Aluminium Zirconium Pentachlorohydrate Gly
Aluminium Chlorohydrate Peg	Aluminium Zirconium Tetrachlorohydrate
Aluminium Chlorohydrate Pg	Aluminium Zirconium Tetrachlorohydrate Gly
Aluminium Citrate	Aluminium Zirconium Trichlorohydrate
Aluminium Diclchlorohydrate	Aluminium Zirconium Trichlorohydrate Gly
Aluminium Diclchlorohydrate Peg	
Aluminium Diclchlorohydrate Pg	
Aluminium Sesquichlorohydrate	
Aluminium Sesquichlorohydrate Peg	
Aluminium Sesquichlorohydrate Pg	
Aluminium sulfate	
Ammonium Alum	
Sodium Alum	
Sodium Aluminium Chlorohydroxy Lactate	

Tableau 2 : Formulations cosmétiques testées et quantités appliquées dans l'étude du Laboratoire PMIC (2007)

Type de formulation	Concentration en ACH* (%)	Concentration en Aluminium (%)	Quantité de formulation appliquée (mg.cm)	Quantité d'aluminium appliquée (ug.cm)	Épaisseur des échantillons de peau (um)	PIE* (g/m/h)	Bilan massique (%)
Aérosol	38.5	9.87	259+- 0.28	248.381	1424+- 438	4.4+- 1.2	51+-10
Émulsion << roll-on >>	14.5	3.72	455+- 0.28	164.255	1424+- 363	4.1+- 1.4	124+-8
Stick peau normale	21.2	5.43	3.10+- 0.64	163.68	1357+- 250	4.7+- 1.8	140+- 29
Stick peau strippée	21.2	5.43	3.61+- 0.72	190.608	1341+- 299	13.7+ -5.4	80+-15

\*ACH : chlorohydrate d'Aluminium

\*\*PIE : perte insensible en eau

L'application cutanée des antitranspirants et autres produits cosmétiques à base d'Al peut représenter une source d'exposition locale à long terme. En effet, Linhart et al. (2017) ont montré que l'utilisation de ces produits était significativement associée à l'incidence du cancer du sein. Les niveaux d'Al dans les tissus mammaires étaient significativement plus élevés dans les cas de cancer du sein que dans les témoins (5,8 contre 3,8 nmol.g<sup>-1</sup>). En plus, les patientes atteintes d'un cancer du sein présentaient des taux d'Al plus élevés dans les tissus mammaires que dans le sérum sanguin (Darbre et al., 2013). Bien qu'il existe un lien entre l'utilisation de produits cosmétiques pour aisselles et l'incidence du cancer du sein, il n'est pas toujours facile de mettre un mécanisme à ce lien (Darbre, 2016). Par ailleurs, une

accumulation excessive de graisse et une augmentation du tissu adipeux provoquée par la toxicité de l'Al peuvent conduire à l'obésité (Mailloux et al., 2011).

### **7.Cuisine at aluminium :**

La faible absorption digestive de l'aluminium chez une personne en bonne santé a longtemps garanti à ce métal un statut d'innocuité.

Constat d'autant plus inquiétant qu'après absorption, l'aluminium peut persister très longtemps dans l'organisme : il se répartit dans les tissus et s'accumule dans certains d'entre eux, en particulier dans les os. L'aluminium peut pénétrer dans le cerveau, ou encore atteindre le placenta et le fœtus chez les femmes enceintes.(EFSA 2008). En revanche, bien qu'à des niveaux élevés d'exposition certains composés aluminiques puissent endommager l'ADN, le groupe scientifique européen a considéré qu'il était improbable que cet effet soit important chez les êtres humains exposés à l'aluminium par la voie alimentaire. .(EFSA 2008).

le papier d'aluminium, qui a été introduit pour la première fois au début des années 1900, est actuellement l'un des articles de cuisine les plus couramment utilisés. Il est extrêmement polyvalent et est utilisé pour la cuisson, l'emballage et même pour traiter certains problèmes de santé courants.

### **8.Toxicité à doses répétées :**

Toxicité L'Al est un visiteur silencieux, voire potentiellement très perturbateur, des milieux biologiques, ce qui signifie qu'il se greffe sur des biomolécules essentielles détournant à la fois leur forme et leur fonction. Cependant, il n'y a pas de véritable homéostasie en ce qui concerne l'Al car il n'y a pas de réponses biologiques spécifiques à sa présence et à sa disponibilité sous forme d'Al<sup>3+</sup> (Exley, 2009).

L'accent est délibérément mis sur le terme chronique, car sa toxicité aiguë chez l'homme est extrêmement rare et, par définition, généralement non spécifique pour provoquer une défaillance globale des cellules, des tissus et des organes, l'encéphalopathie de dialyse étant le meilleur exemple de toxicité aiguë de l'aluminium chez l'homme (Exley, 2016). Ce n'est qu'en 1976 que les premières découvertes ont été faites sur la toxicité de l'aluminium, lorsque des troubles neurologiques ont été diagnostiqués chez des patients dialysés. Une accumulation a également été montrée dans les os, conduisant à une ostéomalacie, i.e. une décalcification osseuse (Alfrey et al., 1976).

Les effets toxiques sont divers et capables de provoquer une toxicose systémique multiforme. Les cibles moléculaires d'action génèrent des effets dans la cellule et perturbent l'homéostasie cellulaire avec des conséquences qui conduisent à des lésions dans la cellule (fig. 2), qui sont responsables des anomalies structurelles et fonctionnelles des organes (Igbokwe et al., 2019).

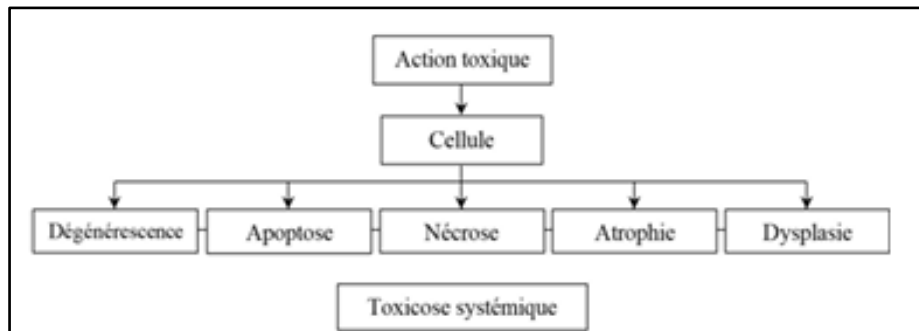


Figure 02:Pathologie cellulaire dans la toxicité systématique de Al (Lgbokwe et al 2019)

En effet, sa toxicité est associée à diverses pathologies telles que la maladie d'Alzheimer, la maladie de Parkinson, l'encéphalopathie des dialysés, l'ostéomalacie, l'anémie et l'obésité (Zatta et al., 2002; Jaffe et al., 2005; Mailloux et al., 2011). Effets pulmonaires Les lésions pulmonaires chez l'homme liées à l'exposition à l'Al comprennent la pneumonie granulomateuse, la granulomatose pulmonaire, l'asthme, la fibrose pulmonaire, la protéinose alvéolaire pulmonaire et la pneumonie interstitielle (Chen et al., 1978; Herbert et al., 1982; Miller et al., 1984; Jederlinic et al., 1990; Burge et al., 2000; Taiwo, 2014; Iijima et al., 2017).

Les inflammations aiguës et chroniques de l'intestin peuvent induire une mauvaise digestion et absorption intestinale. Les effets cardiovasculaires liés à l'Al sont les malformations cardiaques congénitales, l'inflammation et le dysfonctionnement du myocarde et la thrombose cardiovasculaire (Igbokwe et al., 2019).

L'anémie peut être causée par l'Al, mais elle n'est pas associée à une activité régénératrice adéquate de la moelle osseuse et à la réticulocytose. Elle se caractérise par des diminutions du volume corpusculaire moyen (microcytose) et de l'hémoglobine corpusculaire moyenne (hypochromie), mais lors d'expositions chroniques, les paramètres érythrocytaires se rétablissent avec la persistance de la microcytose et de l'hypochromie (Mahieu et al., 2000).

Plusieurs organes du corps humain (reins, foie, pancréas, etc.) sont aussi exposés à l'Al provenant, principalement, de l'alimentation. Il peut provoquer des lésions oxydatives dans les reins et le foie qui entraînent une dégénérescence et une nécrose des tissus, ainsi que des troubles biochimiques sériques associés (Mailloux et al., 2011; Xu et al., 2017).

# **Chapitre 02**

## **Méthode d'étude**

Dans le cadre de notre étude sur l'impact de l'utilisation des ustensiles de cuisson en aluminium sur la composition chimique et la sécurité des aliments dans la région de Aïn Témouchent, nous avons adopté une démarche en deux étapes :

### 1. Enquête :

Nous avons élaboré un questionnaire composé de 13 questions, destiné à un échantillon de citoyens. Ce questionnaire a été distribué électroniquement via les réseaux sociaux durant le mois de mars 2025, et a recueilli la participation de 150 personnes. L'objectif principal de ce sondage était d'explorer les habitudes culinaires réelles des consommateurs et d'évaluer leur niveau de conscience quant aux risques associés à l'usage prolongé des ustensiles en aluminium.

Ce questionnaire s'articule autour de cinq axes principaux :

**Premièrement**, les informations de base des participants fournissent une base essentielle pour interpréter les tendances observées dans les réponses ainsi que les différences entre les hommes et les femmes, de même qu'entre les personnes ayant des niveaux d'éducation différents. Ces données contribuent à une meilleure compréhension de la profondeur du phénomène et de son contexte socioculturel. (Leclercq et al., 2002).

**Deuxièmement**, les habitudes culinaires quotidiennes permettent de déterminer dans quelle mesure les ustensiles en aluminium sont utilisés par rapport à d'autres matériaux comme l'acier inoxydable, le verre ou la céramique. Elles reflètent aussi les motivations derrière ce choix, qu'elles soient économiques, pratiques ou traditionnelles. (Bertrand et al., 2019).

**Troisièmement**, l'axe de la connaissance et de la perception constitue un outil pour mesurer le niveau de sensibilisation de la société aux risques potentiels liés à l'utilisation de l'aluminium en cuisine. Il permet également d'identifier les sources de cette connaissance, qu'elles soient scientifiques, médiatiques ou issues de l'expérience personnelle. Cet aspect revêt une grande importance, car il établit un lien entre le comportement et le niveau de connaissance, ce qui aide à analyser l'écart entre conscience et pratique. (AFSSA, 2003 ; WHO, 2011).

**Quatrièmement**, les comportements préventifs et les mesures de précaution adoptées par les individus dans l'utilisation de ces ustensiles révèlent à quel point la connaissance se traduit en actions concrètes. Il peut exister des personnes conscientes du danger d'utiliser l'aluminium avec des aliments acides, par exemple, sans pour autant prendre de mesures pour l'éviter.

**Cinquièmement**, l'axe relatif aux suggestions et recommandations reflète l'intérêt des participants à obtenir des informations supplémentaires, ou leur disposition à contribuer par leurs propositions ou remarques issues de leur propre expérience. Cet aspect qualitatif enrichit la recherche car il ouvre la voie à des opinions libres susceptibles de révéler des problématiques inattendues. (Clary et al., 1998 ; Bardin, 2013).

## 2 : Étude des types de plats cuisinés :

Suite aux résultats obtenus à partir du questionnaire, il est apparu que la majorité des habitants de la ville d'Ain Temouchent consomment principalement des plats à base de riz, de poulet et de tomates. En conséquence, ces aliments ont été choisis pour faire l'objet d'une étude analytique visant à déterminer si l'aluminium migre vers les aliments après leur cuisson dans des ustensiles en aluminium et en inox, à différentes durées et à des températures variables."

Ces trois aliments spécifiques représentant différentes catégories : les aliments neutres, les aliments frits et les aliments acides. L'objectif de cette classification est d'explorer comment diverses conditions de cuisson influencent l'interaction de l'aluminium avec les aliments, conformément aux observations de l'Autorité européenne de sécurité des aliments (EFSA, 2008b), qui souligne que la migration de l'aluminium dépend fortement de la nature de l'aliment et des conditions de cuisson.

Le riz a été sélectionné comme aliment neutre, car il est généralement cuit dans de l'eau sans ajout d'acidité ou de graisses, ce qui en fait une cuisson « neutre ». Cela permet de déterminer si, dans ce cas, la seule chaleur et la durée de cuisson suffisent à induire une migration de l'aluminium vers l'aliment, sans autres facteurs chimiques impliqués. Selon le ( BfR 2007), la migration d'aluminium dans des environnements aqueux et non acides reste relativement faible, mais peut s'accroître avec l'augmentation du temps de contact et de la température.

Le poulet, quant à lui, a été choisi comme exemple d'aliment frit. Il est souvent cuit dans de l'huile et à haute température. Ce mode de cuisson crée un environnement de chaleur intense et de graisses, des conditions qui pourraient influencer différemment l'interaction de l'aluminium avec l'aliment par rapport à une cuisson dans l'eau ou à la vapeur. Des études menées aux États-Unis ont montré que certains produits frits peuvent contenir des quantités significatives d'aluminium, particulièrement lorsqu'ils sont préparés dans des ustensiles en aluminium non protégés (Saiyed & Yokel, 2005).

Enfin, nous avons choisi la tomate comme modèle d'aliment acide en raison de sa forte teneur en acides naturels, comme l'acide citrique. Un environnement acide est l'un des facteurs les plus susceptibles de favoriser la corrosion de l'aluminium, et donc d'accélérer sa migration dans les aliments. L'EFSA (2008) et le BfR (2007) signalent que l'acidité est le facteur le plus déterminant dans la libération de l'aluminium à des niveaux préoccupants, en particulier lors de cuissons prolongées ou de stockages dans des contenants en aluminium. Cela en fait un choix idéal pour tester les conditions extrêmes d'interaction chimique pouvant affecter la sécurité alimentaire lors de l'utilisation de récipients en aluminium.

Cette répartition soigneusement pensée des aliments vise à fournir une approche analytique complète et équilibrée, tenant compte de la diversité chimique et thermique des aliments courants. Elle sert de base scientifique pour expliquer les différences potentielles dans la quantité d'aluminium transférée selon les conditions de cuisson.

### **3. Description du dispositif expérimental utilisé pour l'étude de la migration des métaux dans les aliments cuits :**

Dans le cadre de cette étude consacrée à l'évaluation de l'impact des matériaux de cuisson sur la qualité des aliments, un protocole expérimental rigoureusement structuré a été adopté. La méthodologie suivie repose sur la cuisson séparée de chaque aliment, tout en distinguant avec précision les effets propres à chaque variable choisie, à savoir : le type de matériau de cuisson, la méthode de cuisson, et la durée d'exposition à la chaleur. L'objectif principal de cette stratégie est d'isoler les facteurs influents afin de mieux comprendre les interactions potentielles entre les aliments et les matériaux utilisés lors de la cuisson. (Elmoussawi, 2018 ; Karbouj, 2008).

#### **3.1. Choix et préparation des échantillons alimentaires :**

Trois types d'aliments courants ont été sélectionnés comme matrices alimentaires représentatives, à savoir :

**Le riz** (source d'amidon),

**Le poulet** (source de protéines animales),

**La sauce tomate** (milieu acide riche en composés organiques).

Ces aliments ont été choisis en raison de leurs propriétés chimiques différentes et de leur capacité à interagir de manière variée avec les matériaux de cuisson. (Gouvernement du Canada, 2008). Chaque type d'aliment a été préparé séparément, dans des conditions strictement contrôlées, afin d'éviter toute contamination croisée ou interférence dans les résultats.

#### **3.2. Variables expérimentales et conception générale de l'expérience :**

Le protocole s'est basé sur une combinaison organisée de trois variables indépendantes :

- **Type de matériau de cuisson :**

L'aluminium (connu pour sa légèreté et sa conductivité thermique élevée) et l'acier inoxydable (réputé pour sa stabilité chimique, sa résistance à l'oxydation et son inertie relative lors de la cuisson) (DGCCRF, 2021 ; ASEF, 2015).

- **Méthode de cuisson :**

Utilisation d'une casserole traditionnelle, d'un autocuiseur (cuisson à la vapeur sous pression) ou d'un four (chaleur sèche).

- **Durée de cuisson :**

35 minutes (cuisson moyenne) et 60 minutes (cuisson prolongée).

Chacune de ces variables a été testée selon un plan expérimental complet et intégré, appliqué indépendamment à chaque type d'aliment, ce qui a conduit à la constitution d'un total de 12 échantillons alimentaires.

**3.3.Méthode de cuisson :**

Chaque session de cuisson a été réalisée séparément, en utilisant un seul aliment à la fois. Par exemple, le riz a d'abord été cuit dans une casserole en aluminium pendant 35 minutes, puis pendant une heure, avant d'être cuit à nouveau dans un autocuiseur en acier inoxydable pour les mêmes durées, et ainsi de suite jusqu'à compléter toutes les combinaisons possibles .

Il est essentiel de souligner qu'à aucun moment les ingrédients n'ont été cuits ensemble ou mélangés dans le même récipient. Cette séparation stricte vise à garantir l'absence de toute interaction croisée pouvant fausser les résultats, et à attribuer les changements chimiques observés uniquement au matériau de cuisson, à la méthode ou à la durée de cuisson (Karbouj, 2008).

**3.4.Mesures de sécurité et contrôle de qualité :**

Pour garantir la fiabilité des résultats, plusieurs précautions ont été prises, notamment :

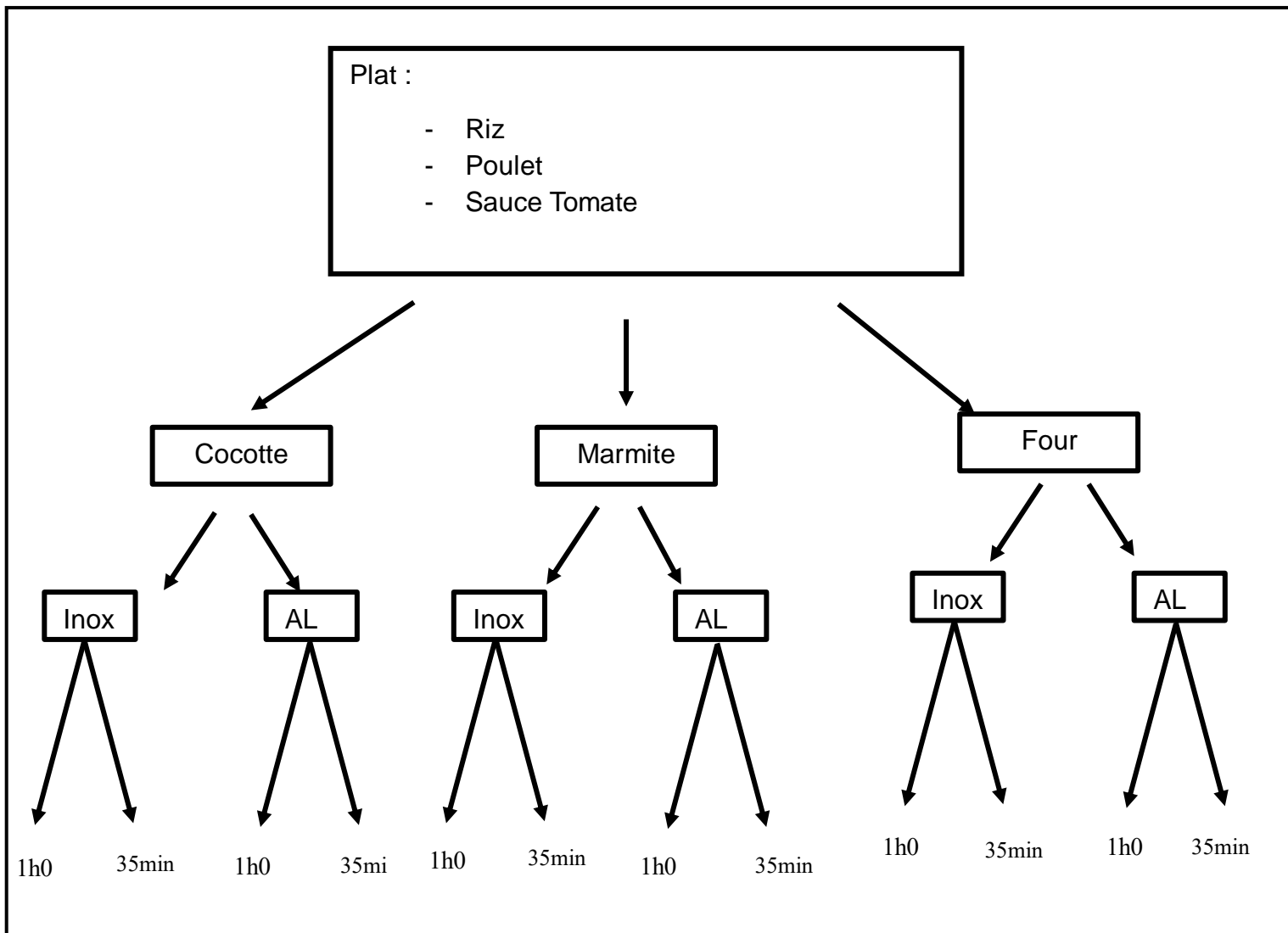
Après cuisson, les échantillons ont été laissés à refroidir naturellement à température ambiante, dans des récipients propres et chimiquement inertes.

Entre chaque expérience, les ustensiles utilisés ont été soigneusement nettoyés et rincés à plusieurs reprises avec de l'eau pour éliminer toute trace résiduelle pouvant contaminer l'expérience suivante DGCCRF, 2021; ASEF, 2015.

**3.5. Justifications scientifiques de cette méthodologie :**

Ce protocole a été conçu de manière à reproduire des conditions réelles de cuisson domestique, tout en assurant un contrôle total des variables expérimentales. La cuisson séparée de chaque ingrédient permet d'isoler les effets spécifiques à chaque matériau. De plus, le choix de matrices alimentaires variées (amidon, protéines, milieu acide) permet d'explorer les mécanismes de migration des métaux et leurs interactions chimiques avec les aliments (Elmoussawi, 2018 ; Gouvernement du Canada, 2008).

Ainsi, cette approche expérimentale constitue une voie rigoureuse pour comprendre l'impact des matériaux de cuisson sur la composition chimique des aliments.



### Schéma des conditions de cuisson des plats (Riz ; Poulet,Sauce Tomate)

#### 4.Dégustations des plats cuits :

En raison de l'indisponibilité de la réalisation des analyses chimiques et physiques dans le laboratoire de l'université et de leur coût élevé dans un laboratoire externe, nous avons eu recours à la méthode traditionnelle de détection de l'aluminium dans les aliments. Par ailleurs, nous avons adopté une deuxième méthode consistant à faire goûter les plats par plusieurs personnes afin d'évaluer leur qualité et leur goût.

#### A-Méthode traditionnelle :

Pour détecter la présence d'aluminium dans les aliments de manière traditionnelle et simple (hors laboratoire), il existe quelques méthodes élémentaires qui peuvent donner des indications approximatives, mais qui ne sont pas précises à 100 %.

- **Test de réaction avec des acides (tels que le citron ou le vinaigre) :**

Faites cuire ou tremper des aliments (en particulier des aliments acides comme les tomates, les citrons ou le vinaigre) dans le récipient suspect.

Après la cuisson, goûtez les aliments ou remarquez un changement de couleur ou d'odeur.

Les aliments cuits dans des récipients en aluminium peuvent prendre un léger goût métallique ou une couleur étrange (grise ou légèrement plus foncée), en particulier lorsque l'acide réagit avec l'aluminium. Cela indique que l'aluminium peut s'infiltrer dans les aliments.

- **Utiliser des feuilles de curcuma (ou de la poudre de curcuma) :**

Déposez une pincée de poudre de curcuma sur la surface de la casserole après la cuisson des aliments.

Arrosez-la de quelques gouttes d'eau et attendez quelques minutes.

Si le curcuma devient rouge foncé ou brun rougeâtre, cela peut indiquer la présence d'ions métalliques libres, tels que l'aluminium ou le fer.

Le curcuma réagit parfois avec les métaux et permet une détection simple selon Saha et *al* en 2011

- **Observation en cas de cuisson fréquente :**

Lors de cuissons répétées dans des ustensiles de cuisine en aluminium, on peut observer une décoloration de l'intérieur des aliments ou des ustensiles (taches noires ou grises).

La saveur des aliments change avec le temps. Cela indique une corrosion superficielle et un transfert de l'aluminium dans les aliments.

- **Comparez la cuisson dans deux casseroles différentes :**

Cuire la même recette dans deux casseroles différentes (l'une soupçonnée d'être en aluminium, l'autre non en aluminium, par exemple en acier inoxydable).

On compare : Le goût, la couleur et l'odeur.

Toute différence notable peut être due à l'interaction entre le matériau de la casserole et les aliments.

Ces méthodes ne donnent que des indications approximatives et ne remplacent pas les analyses scientifiques précises.

Cependant, ces méthodes contribuent à la détection de l'aluminium dans les aliments et à la protection du consommateur contre les intoxications et les diverses maladies résultant de l'accumulation d'aluminium dans l'organisme humain."

# **Chapitre 03**

## **Résultats discussion**

## 1. Partie enquête ( questionnaire) :

### 1. Informations générales :

#### 1.1. Age :

L'analyse de la répartition des tranches d'âge des répondants met en évidence une structure démographique particulièrement significative. On observe que la majorité des participants à l'enquête appartiennent à la tranche d'âge 31-50 ans, représentant 50 % du total des interrogés. Cette dominance peut être expliquée par plusieurs facteurs, notamment leur rôle actif dans la gestion du foyer, leur pouvoir d'achat et leur implication directe dans les décisions liées aux ustensiles de cuisine.

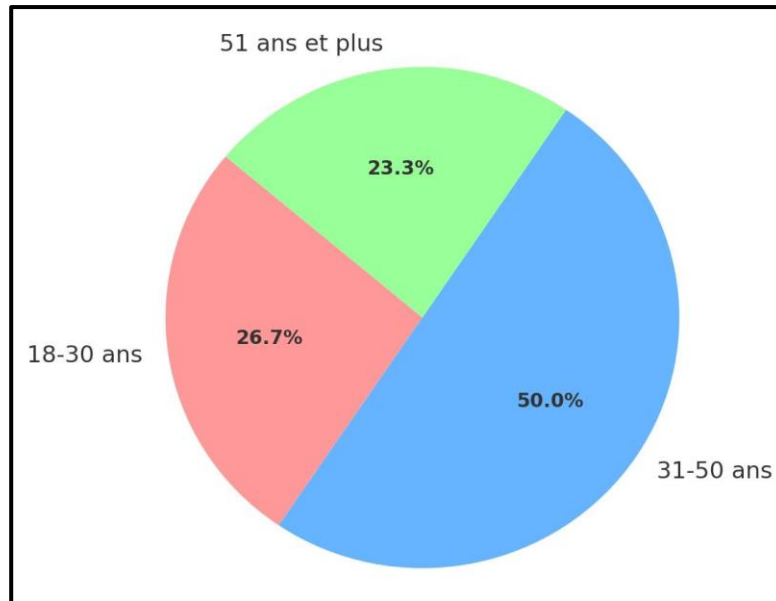
La catégorie des 18-30 ans, constitue 26.7 % de l'échantillon, représente un groupe de jeunes adultes qui commencent à s'intéresser à la cuisine et à l'utilisation des ustensiles ménagers. pourrait être liée au mode de vie urbain, où les jeunes adultes dépendent davantage de repas rapides ou préparés, réduisant ainsi leur interaction avec les ustensiles traditionnels.

Enfin, la catégorie des 51 ans et plus, qui regroupe 23.3 % des répondants, incarne une population ayant une longue expérience de l'utilisation des ustensiles de cuisine. Ce groupe, souvent constitué de personnes à la retraite ou en fin de carrière, peut être plus conservateur dans ses choix et préférer des ustensiles qu'il utilise depuis plusieurs décennies.

En comparant ces résultats avec des études similaires menées dans d'autres pays, on observe des tendances contrastées. Dans les pays développés, par exemple, les jeunes adultes tendent à représenter une part plus importante des consommateurs d'ustensiles de cuisine, notamment en raison de l'essor du e-commerce et des campagnes marketing ciblées sur les milléniaux.(Coulangeon, 2015). À l'inverse, dans les pays en développement, les décisions d'achat sont encore largement influencées par les générations plus âgées, qui détiennent un savoir-faire culinaire traditionnel et conservent un rôle central dans le choix des équipements(Zerouala, 2020).

De plus, l'importance de la tranche des 31-50 ans dans cette enquête reflète une structure sociale où cette catégorie joue un rôle économique et décisionnel central. Ce constat s'aligne avec des enquêtes similaires menées en Amérique latine et en Afrique, où cette tranche d'âge est le moteur de la consommation domestique.(Soula, Lepiller & Bricas, 2022).

Cette répartition par tranche d'âge constitue un facteur déterminant dans l'analyse des habitudes d'utilisation des ustensiles en aluminium. Comprendre ces dynamiques démographiques est essentiel pour toute initiative visant à promouvoir des alternatives plus sûres ou à sensibiliser aux risques liés à l'utilisation de certains matériaux dans la cuisine.



**Figure03** : Répartition des tranches d'âges

### 1.2. Sexe :

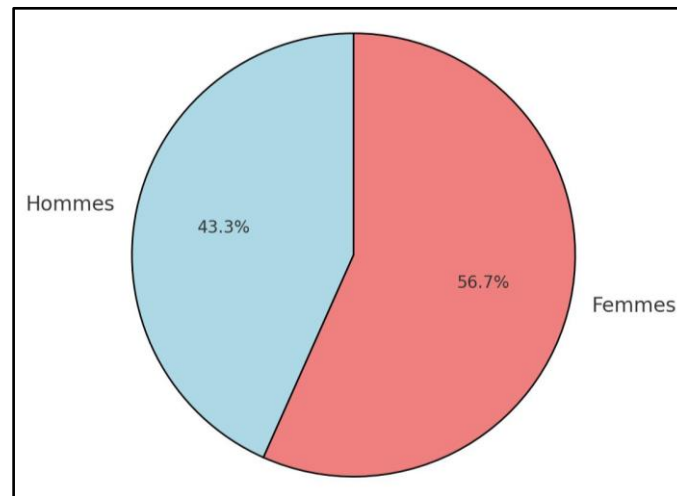
L'enquête révèle une participation plus élevée des femmes, avec 56,7 % (85 participantes), contre 43,3 % (65 participants) pour les hommes. Cet écart, bien que modéré, reflète des aspects sociaux et culturels liés à l'utilisation des ustensiles de cuisine en aluminium.

Dans de nombreuses sociétés, les femmes sont plus impliquées dans les tâches domestiques, notamment la cuisine et la préparation des repas, ce qui les rend plus familières avec les ustensiles utilisés et leurs effets potentiels sur la santé. Elles sont souvent plus conscientes des risques sanitaires liés aux matériaux de cuisson, en raison de leur rôle étroitement lié au bien-être familial et à une alimentation équilibrée.(Devine et al., 2003). Cela explique leur taux de participation plus élevé dans cette enquête, car elles sont probablement plus concernées par la sécurité des ustensiles en aluminium et leurs impacts sur la santé.

Bien que le taux de participation des hommes soit inférieur, leur présence significative (43,3 %) témoigne d'une évolution . De plus en plus d'hommes prennent conscience de l'importance de la cuisine et de la nutrition. L'essor des émissions culinaires et l'intérêt croissant pour les aspects sanitaires de l'alimentation ont encouragé un plus grand nombre d'hommes à s'intéresser aux outils utilisés en cuisine, ce qui explique leur participation non négligeable à cette étude.

On observe que la participation des femmes aux enquêtes liées à la nutrition et à la santé est généralement plus élevée, tant dans les pays développés que dans les pays en développement. Dans les sociétés où l'égalité des genres est plus avancée, la participation des hommes à ces

sujets est souvent plus marquée, tandis que dans les sociétés plus traditionnelles, les femmes restent les principales concernées par ces questions. (Wardle et al., 2004).



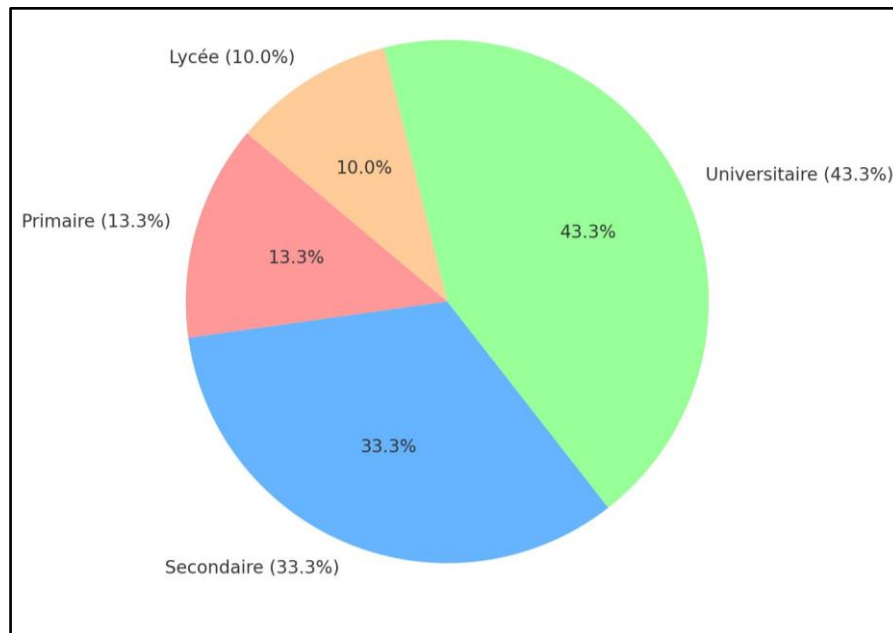
**Figure 04:** Répartition des sexes

### 2.3. Niveau d'études :

Les résultats de cette étude révèlent une disparité notable dans les niveaux d'éducation des participants. La majorité possède un niveau universitaire (39,4 %), suivie de ceux ayant un niveau d'enseignement secondaires (33,3 %). En revanche, les participants ayant un niveau lycéen (10 %) et primaires (13,3 %) sont nettement moins représentés. Cette distribution reflète le fait que les individus ayant un niveau d'éducation plus élevé sont plus enclins à participer à ce type d'étude, probablement en raison de leur plus grande sensibilisation aux questions de santé et à l'impact des matériaux utilisés en cuisine sur leur bien-être.

Les personnes ayant un niveau d'instruction plus élevé sont souvent mieux informées sur les recherches scientifiques en matière de sécurité alimentaire et adoptent des choix plus réfléchis concernant les ustensiles de cuisine en fonction de critères sanitaires rigoureux. À l'inverse, les individus ayant un faible niveau d'éducation peuvent être moins exposés à ces informations, les rendant ainsi plus susceptibles d'utiliser des ustensiles en aluminium sans nécessairement être conscients des risques potentiels associés à leur usage. Ces (Rolland-Cachera et al., 2018) résultats soulignent la nécessité de développer des programmes de sensibilisation plus inclusifs, ciblant particulièrement les catégories ayant un accès limité à l'éducation, afin d'assurer une diffusion équitable des connaissances sanitaires à l'ensemble de la population. La sensibilisation aux dangers liés à l'aluminium ne devrait pas être réservée aux catégories les plus instruites, mais accessible à tous à travers des canaux adaptés, tels que

la radio locale, les programmes éducatifs, ainsi que des campagnes de sensibilisation organisées dans les marchés, les écoles et les centres communautaires.



**Figure05** : Répartition du niveau d'études

## 2. Habitudes de cuisson :

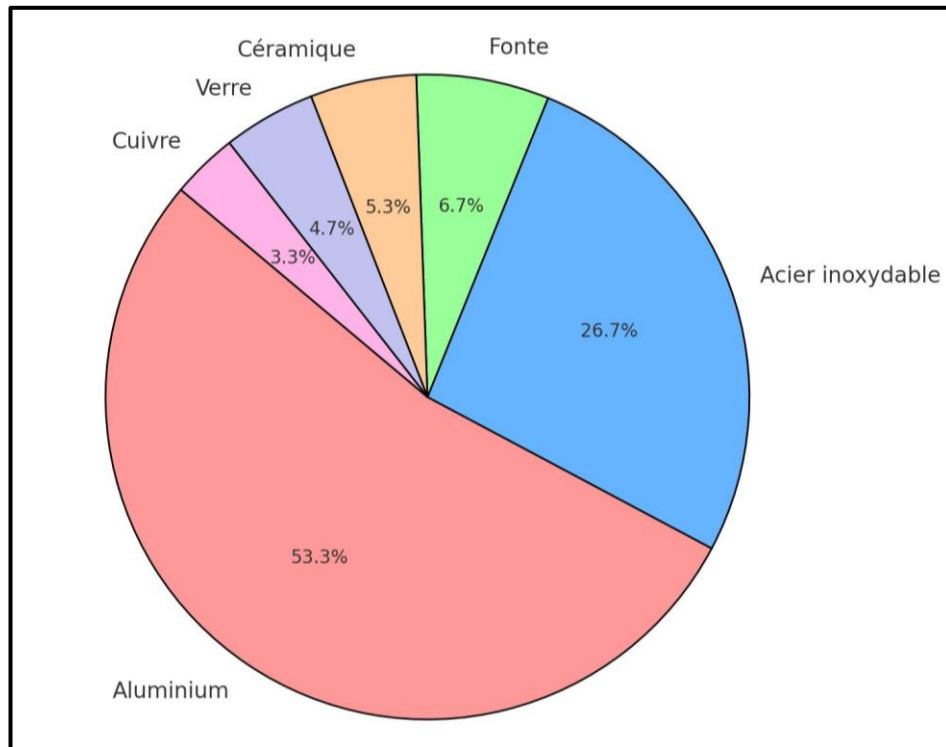
### 2.1. Types d'ustensiles les plus utilisés :

L'analyse des résultats de l'enquête met en évidence une prédominance le type l'aluminium dans le choix des ustensiles de cuisine, représentant 53.3 % des usages. Loin derrière, l'acier inoxydable, bien que souvent recommandé pour sa neutralité chimique et sa durabilité, n'est utilisé qu'à 26.7 %. Les autres matériaux, tels que la fonte (6,7 %), la céramique (5.3 %), le verre (4,7 %) et le cuivre (3,3 %), restent marginalisés dans les pratiques domestiques ou industrielles.

Le coût relativement bas de l'aluminium et sa large disponibilité sur le marché jouent un rôle déterminant dans son adoption massive. Contrairement à l'acier inoxydable, plus coûteux et parfois jugé moins performant en termes de conductivité thermique, l'aluminium est souvent perçu comme une alternative économique et pratique, en particulier dans les foyers à revenu moyen ou modeste. (Groh et al., 2024).

Cependant, une analyse comparative avec d'autres pays révèle des tendances différentes. Par exemple, dans plusieurs pays européens, l'utilisation des ustensiles en acier inoxydable ou en fonte est plus répandue, notamment en raison des préoccupations croissantes concernant la

migration des particules d'aluminium dans les aliments. Des études scientifiques ont en effet mis en lumière le potentiel risque sanitaire lié à une exposition prolongée à cet élément, ce qui a conduit certains gouvernements à recommander ou à réglementer son usage. (Sénat français, 2024).



**Figure 06:** Répartition des types d'ustensiles les plus utilisés

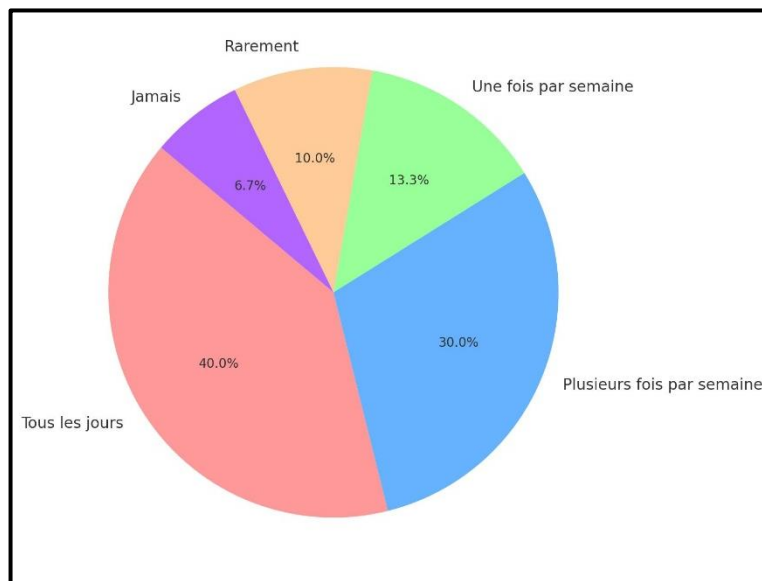
## 2.2. Fréquence d'utilisation des ustensiles en aluminium :

L'analyse de l'utilisation des ustensiles de cuisson en aluminium révèle une forte dépendance, avec 40 % des personnes les utilisant quotidiennement et 30 % plusieurs fois par semaine, principalement en raison de leur faible coût et de leur efficacité thermique. Cependant, cette utilisation intensive soulève des préoccupations sanitaires en raison du risque de migration de l'aluminium dans les aliments.

À l'inverse, on observe une tendance croissante vers des alternatives plus sûres comme l'acier inoxydable et le verre, puisque 13.3 % des répondants utilisent l'aluminium une fois par semaine, 10 % rarement et 6.7 % jamais. L'expérience des pays développés comme l'Allemagne montre une diminution de son utilisation, grâce à des campagnes de sensibilisation et des réglementations strictes. (Bourdeau, 2020 ; ANSES, 2011).

Toutefois, l'aluminium reste largement utilisé dans les pays à revenu faible et intermédiaire, où les facteurs économiques influencent fortement les choix des consommateurs. Par exemple, en Inde, plus de 70 % des ménages continuent à l'utiliser en raison de son coût abordable. (ANSES, 2011a)

Il est donc essentiel de renforcer la sensibilisation aux risques sanitaires et de promouvoir des alternatives plus sûres, tout en garantissant des solutions accessibles pour faciliter une transition progressive vers des matériaux de cuisson plus sûrs.



**Figure 07:** Fréquence d'utilisation des ustensiles en aluminium

### 2.3. Raisons d'utilisation de l'aluminium :

L'analyse des raisons de l'utilisation des ustensiles en aluminium révèle que le facteur économique est le plus déterminant (90 réponses). Cela en fait un choix populaire dans les pays en développement, où le pouvoir d'achat joue un rôle crucial, tandis que dans les pays industrialisés, la priorité est souvent donnée à la durabilité et aux impacts sur la santé.

La large disponibilité de l'aluminium sur le marché (20 réponses) favorise son adoption par rapport à d'autres matériaux comme l'acier inoxydable ou la céramique, qui peuvent être plus coûteux ou moins accessibles, en particulier dans les marchés populaires.

Sa légèreté et sa facilité d'utilisation (15 réponses) en font un choix adapté à un usage quotidien, notamment pour les personnes âgées. Cependant, dans les cuisines professionnelles des pays développés, on privilégie généralement des matériaux plus robustes, au détriment de la légèreté.

La rapidité de constitu chauffage (25 réponses) un autre avantage, permettant de réduire le temps de cuisson, ce qui est essentiel dans les environnements où l'efficacité énergétique est une priorité. En comparaison, certains pays préfèrent des matériaux comme la fonte ou l'acier inoxydable, qui assurent une meilleure répartition de la chaleur, bien qu'ils chauffent plus lentement. (Dupont, 2021).

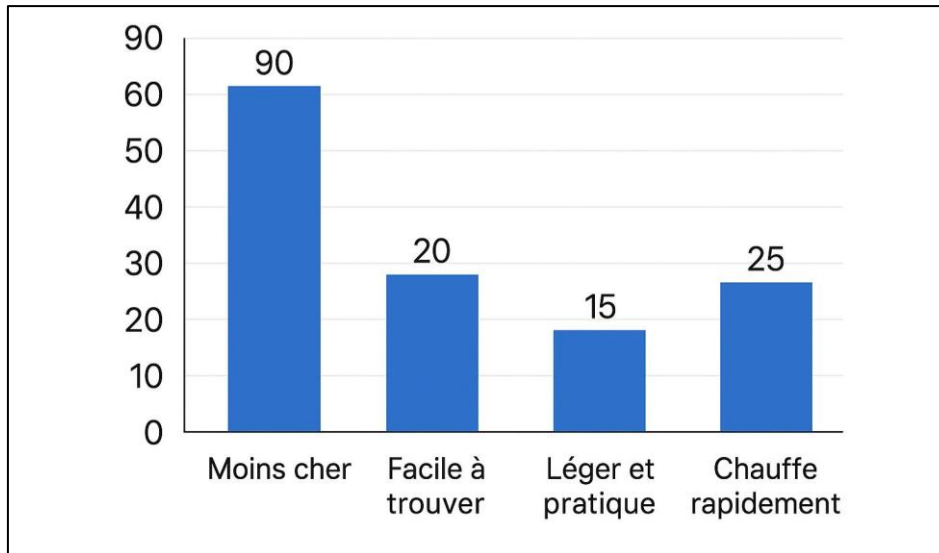


Figure 08: Raisons d'utilisation des ustensiles en Aluminium

2.4. Les Types de plats cuisinez dans des ustensiles en aluminium :

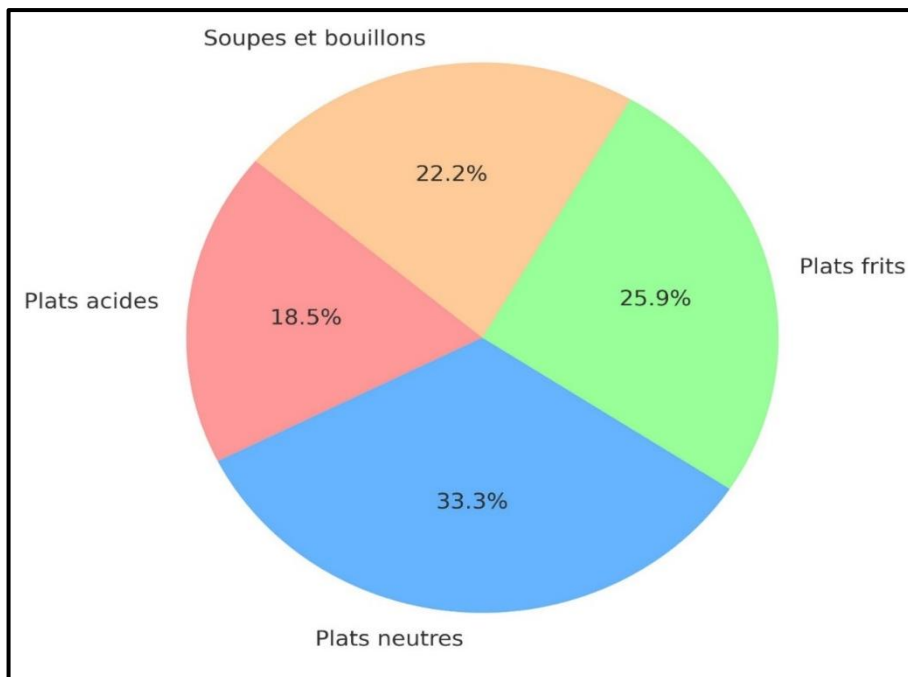


Figure 09: Répartition des types de plats cuisinés dans des ustensiles en Aluminium

Le diagramme circulaire précédent révèle que les plats neutres (riz, pâtes, légumes, etc.) représentent la catégorie la plus courante préparée dans des ustensiles en aluminium, avec un pourcentage de 33.3%. Cela peut s'expliquer par le fait que ces aliments font partie intégrante des habitudes culinaires quotidiennes, particulièrement dans des pays comme Haïti. De même, dans les pays arabes tels que l'Égypte, l'utilisation de l'aluminium pour la cuisson de plats neutres est largement répandue en raison de son coût abordable et de sa disponibilité sur le marché. Par exemple, une enquête menée en 2024 au Maroc a montré que 72 % des ménages utilisent encore des ustensiles en aluminium pour préparer des plats tels que le couscous ou le riz. (France Assos Santé, 2015) En revanche, les plats acides (comme les sauces à base de tomate, de citron ou de vinaigre) constituent la catégorie la moins courante, avec seulement 18.5%. Ce faible chiffre peut être attribué à une sensibilisation croissante des consommateurs aux risques potentiels liés à la migration de l'aluminium dans les aliments acides. En Europe, particulièrement en Allemagne, les campagnes de sensibilisation menées par des agences de santé publique ont contribué à réduire considérablement l'usage de l'aluminium pour les plats acides. En 2023, une étude réalisée en Allemagne a révélé que seulement 18 % des ménages utilisaient encore des casseroles en aluminium pour préparer des sauces acides, contre 35 % en 2018, illustrant une nette tendance à l'adoption de matériaux alternatifs comme l'acier inoxydable et le verre. (ASEF, 2015).

En comparaison, dans plusieurs pays arabes tels que la Tunisie et le Liban, la sensibilisation aux risques de l'aluminium demeure moins prononcée, bien que certaines initiatives commencent à émerger. Par exemple, en Tunisie, environ 60 % des ménages continuent d'utiliser l'aluminium pour la cuisson de plats acides, bien que des campagnes de sensibilisation aient récemment été lancées pour encourager des pratiques plus sûres. (ANSES, 2012).

Concernant les plats frits (viande, poisson, etc.) et les soupes ou bouillons, qui représentent respectivement 25 et 22 unités, leur préparation dans des ustensiles en aluminium reste courante en raison des propriétés de conductivité thermique de ce matériau. Cependant, des différences régionales sont observées. Dans les pays du Golfe comme l'Arabie Saoudite et les Émirats Arabes Unis, où les revenus sont plus élevés et où les normes sanitaires sont plus strictes, une transition progressive vers l'acier inoxydable et la céramique est en cours. Une étude menée à Dubaï en 2024 a révélé que 55 % des ménages utilisent désormais de l'acier inoxydable pour la friture, contre 40 % seulement en 2020.

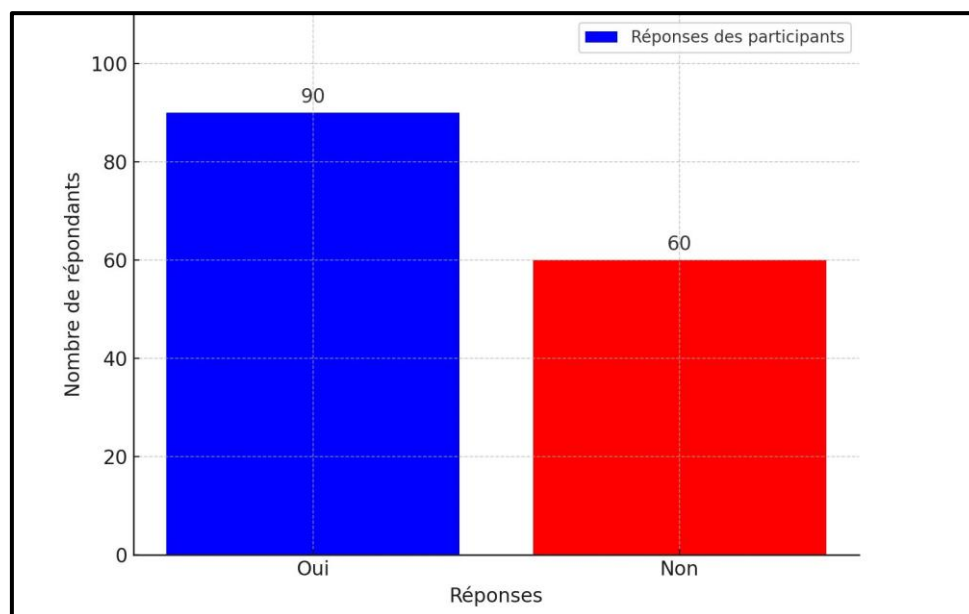
En comparaison, l'Europe affiche des résultats plus avancés en matière de remplacement de l'aluminium. Par exemple, en Suisse, seulement 30 % des ménages continuent d'utiliser des ustensiles en aluminium, surtout pour des plats neutres, tandis que les pays nordiques comme la Suède et la Norvège ont quasiment abandonné cet usage au profit de matériaux plus sûrs. (EFSA, 2008).

### 3. Connaissances et perceptions :

#### 3.1. Les risques liés à l'utilisation des ustensiles en aluminium :

L'enquête révèle que 90 des participants sont conscients des risques liés à l'utilisation des ustensiles en aluminium, tandis que 60 les ignorent. Cela indique un niveau de sensibilisation relativement élevé, mais met également en évidence un manque d'information au sein d'une partie importante de la population, nécessitant ainsi des efforts accrus en matière de sensibilisation.

En revanche, dans certains pays en développement, ce taux ne dépasse pas 30 %, en raison du manque d'études locales et de la faiblesse des initiatives de sensibilisation (Kebede & Woldetsadik, 2018).



**Figure 10:** Connaissances des risques liés à l'utilisation des ustensiles en Aluminium

#### 3.2. Les effets de l'aluminium sur la santé

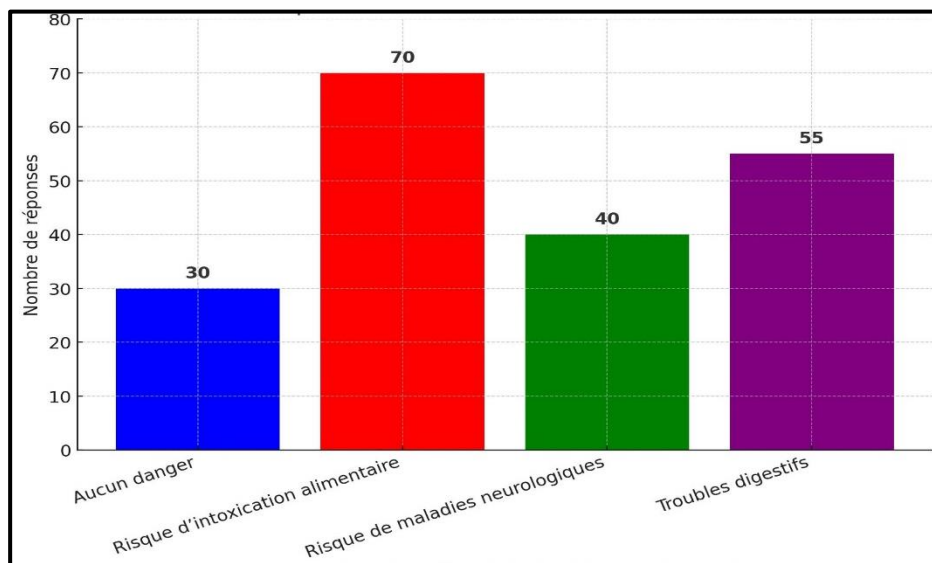
Les résultats de l'enquête révèlent une diversité de perceptions concernant les effets de l'aluminium sur la santé. Soixante-dix (70) participants estiment qu'il représente un risque d'intoxication alimentaire en raison de sa migration vers les aliments, notamment lors de la cuisson à haute température.

Par ailleurs, cinquante-cinq (55) participants pensent que l'aluminium peut entraîner des troubles digestifs, une observation corroborée par des études menées en Afrique du Nord et (Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail,

2015) et en Asie du Sud, où son usage est associé à une incidence accrue de problèmes gastro-intestinaux. De (Boisson al., 2021).

et plus, quarante (40) participants associent l'aluminium aux maladies neurologiques, telles que la maladie d'Alzheimer, en raison de recherches suggérant une accumulation de ce métal dans le cerveau.

En revanche, trente (30) participants considèrent que l'aluminium ne présente aucun danger, ce qui pourrait témoigner d'un manque d'information. Dans des pays tels que l'Allemagne et la Suède, où la sensibilisation aux risques liés aux matériaux de cuisson est plus développée, cette perception est moins répandue. (France Assos Santé, 2015).

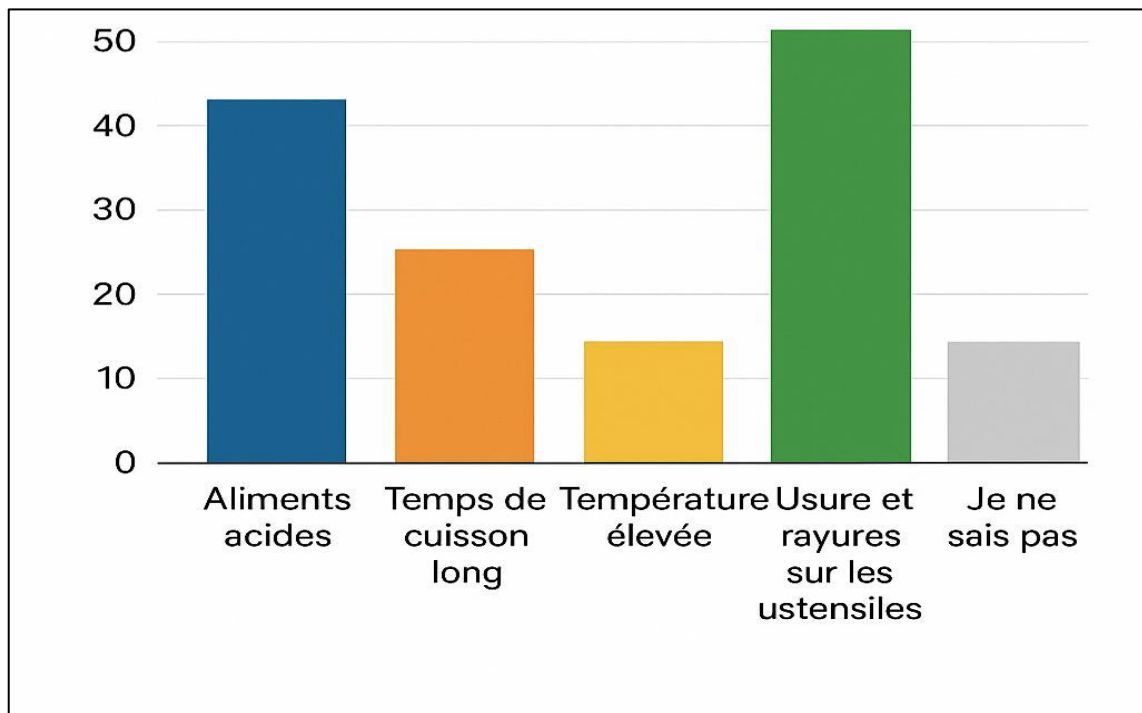


**Figure 11:** Perceptions des effets de l'aluminium sur la santé

### 3.3. Les facteurs qui favorisent la migration de l'aluminium dans les aliments :

L'étude révèle une forte prise de conscience des facteurs favorisant la migration de l'aluminium dans les aliments. L'usure et les rayures des ustensiles sont perçues comme le facteur le plus influent (50 personnes), suivies par l'acidité des aliments (45 personnes), la durée de cuisson prolongée (30 personnes) et les températures élevées (15 personnes). Les recherches confirment que les ustensiles endommagés et les aliments acides accélèrent la dissolution de l'aluminium, en particulier lors de cuissons longues ou à haute température. (Karbouj, 2008). En revanche, (10 personnes) des participants ne sont pas conscients de ces facteurs. Comparé aux études internationales, le niveau de conscience semble élevé. Par exemple, une étude menée au Burkina Faso a montré que la migration de l'aluminium à partir d'ustensiles artisanaux était significative, notamment en présence

d'aliments acides et lors de cuissons prolongées, révélant une sensibilisation encore limitée dans cette région (Sawadogo et al., 2015).



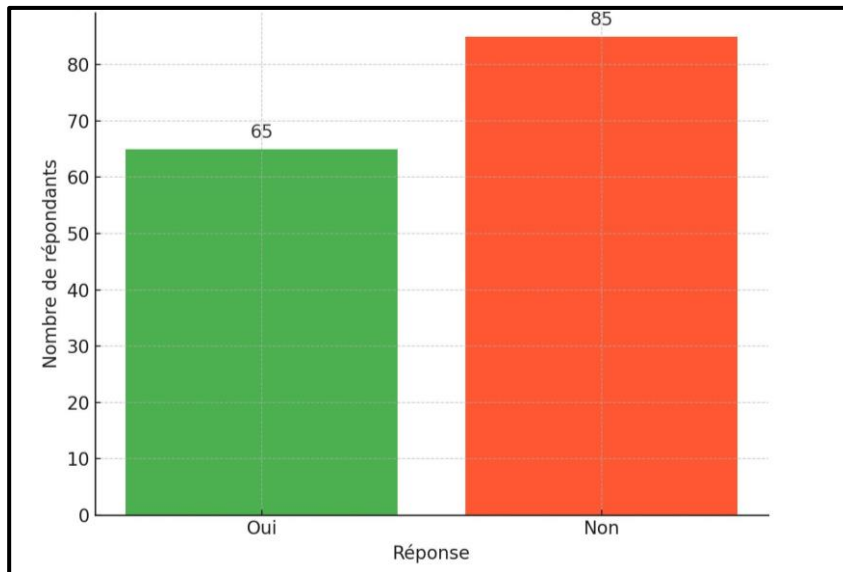
**Figure 12:** Facteurs favorisant la migration de l'aluminium dans les aliments

#### 4.Pratiques et prévention :

- Avez-vous déjà essayé de remplacer les ustensiles en aluminium par d'autres matériaux ?

Les résultats de l'enquête révèlent que 65 des participants ont tenté de remplacer les ustensiles en aluminium, tandis que 85 continuent de les utiliser. Cette disparité s'explique par plusieurs facteurs, notamment le faible coût de l'aluminium par rapport à des matériaux comme l'acier inoxydable ou le verre, ainsi que par des habitudes et traditions profondément ancrées dans certaines sociétés.

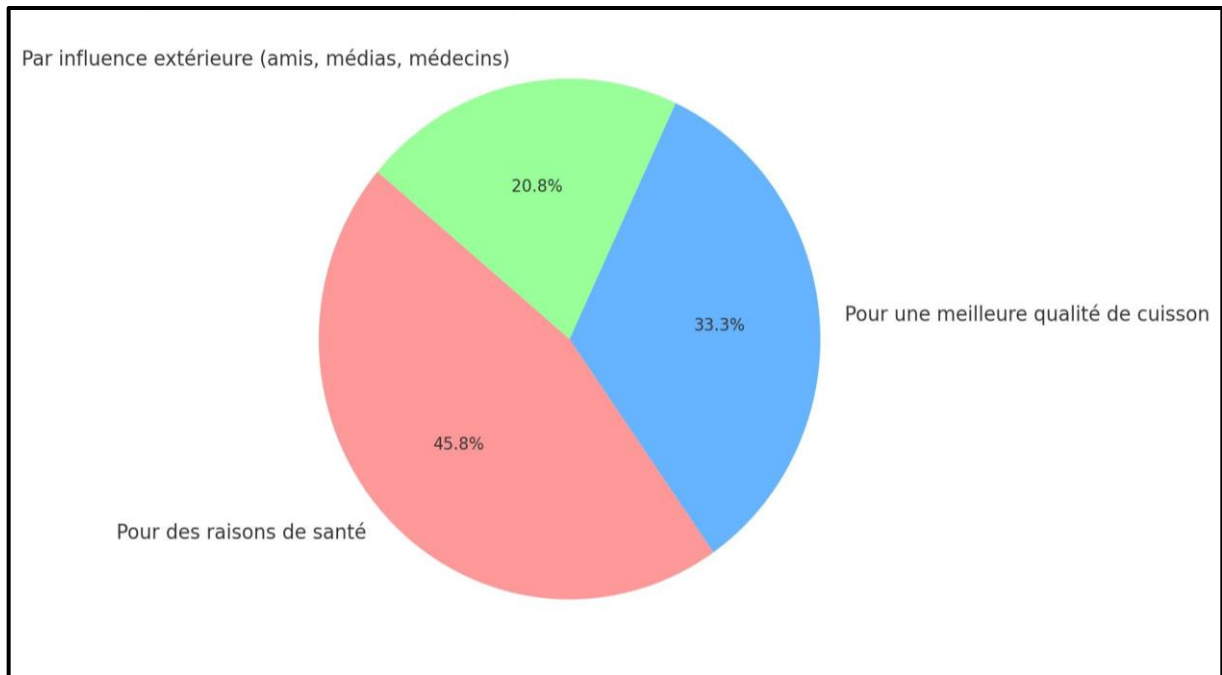
Les pays ayant mis en place des réglementations strictes ont connu une transition rapide vers des matériaux plus sûrs, l'aluminium reste largement utilisé dans les régions où les campagnes de sensibilisation sont insuffisantes. (Arrêté du 27 août 1987 relatif aux matériaux et objets en aluminium ou en alliages d'aluminium au contact des denrées, produits et boissons alimentaires).



**Figure 13:** Remplacement des ustensiles en aluminium par d'autres matériaux

L'enquête révèle que 45.8 % des participants ont remplacé leurs ustensiles en aluminium pour des raisons de santé, 40 % pour améliorer la qualité de la cuisson, et 20.8 % sous l'influence de facteurs extérieurs comme les médias et les médecins.

Des pays comme l'Allemagne et la Suisse imposent des restrictions sur l'utilisation de l'aluminium en cuisine, tandis que de nombreux pays en développement continuent de l'utiliser en raison d'un manque d'information et de son faible coût.(ANSES, 2011b) Certains consommateurs préfèrent des matériaux comme l'acier inoxydable, qui garantissent une cuisson plus homogène et plus sûre que l'aluminium, susceptible d'altérer le goût des aliments. En France et en Italie, des matériaux plus durables sont privilégiés pour assurer une meilleure qualité culinaire, alors que l'aluminium reste répandu en Afrique et en Asie, principalement pour son accessibilité et son prix abordable.(Le Monde, 2024)



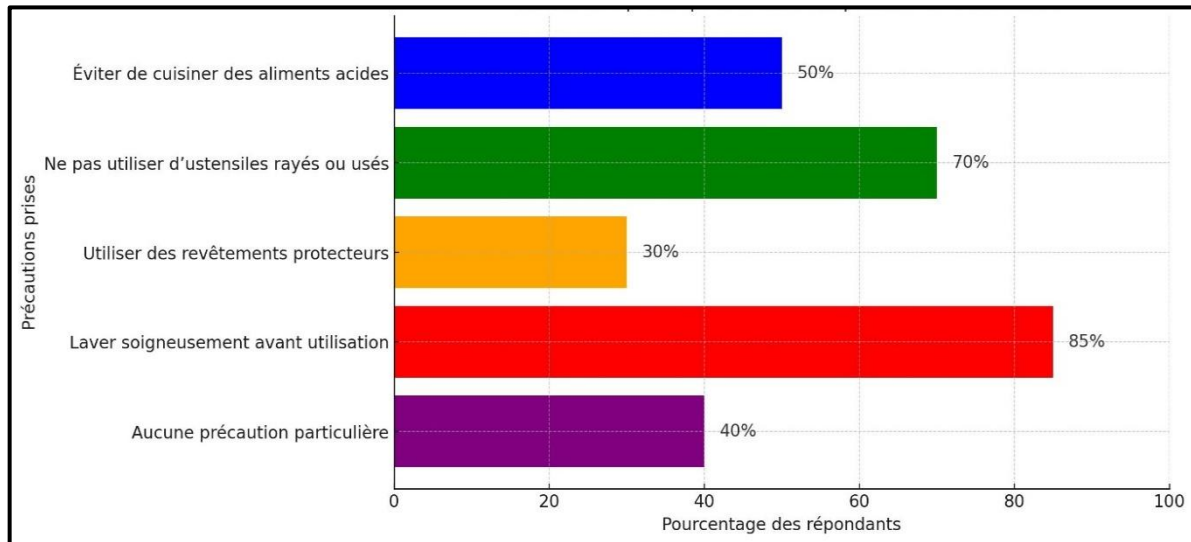
**Figure 14:** Répartition des raisons du remplacement des ustensiles en aluminium

#### 3.4. Quelles précautions prenez pour limiter l'exposition à l'aluminium :

Le graphique montre que les précautions les plus courantes pour limiter l'exposition à l'aluminium sont le lavage soigneux des ustensiles avant utilisation (85 personnes), suivi de l'évitement des ustensiles rayés ou usés (70 personnes) et de l'interdiction de cuisiner des aliments acides dans ces ustensiles (50 personnes). De plus, (30 personnes) ont déclaré utiliser des revêtements protecteurs tels que de l'huile ou du papier sulfurisé pour réduire le contact direct avec l'aluminium, ce qui indique un intérêt croissant pour l'adoption de pratiques visant à réduire l'exposition.

Comparé aux pays européens, où les ustensiles en aluminium sont souvent remplacés par des alternatives plus sûres, certaines régions en développement privilégient des mesures simples comme le lavage minutieux. En Amérique du Nord, les ustensiles en aluminium endommagés sont remplacés plus rapidement, tandis que dans les zones aux ressources limitées, ils continuent d'être utilisés avec des précautions supplémentaires (OMS, 2007 ; ANSES, 2012b).

En France, éviter la cuisson des aliments acides dans l'aluminium est une pratique plus répandue grâce à une sensibilisation accrue des autorités sanitaires (INC, 2020) En revanche, seuls 40 des répondants à cette enquête adoptent cette précaution, évite de cuisiner des aliments acides pour limiter l'exposition à l'aluminium. ^26 (INC,2020)



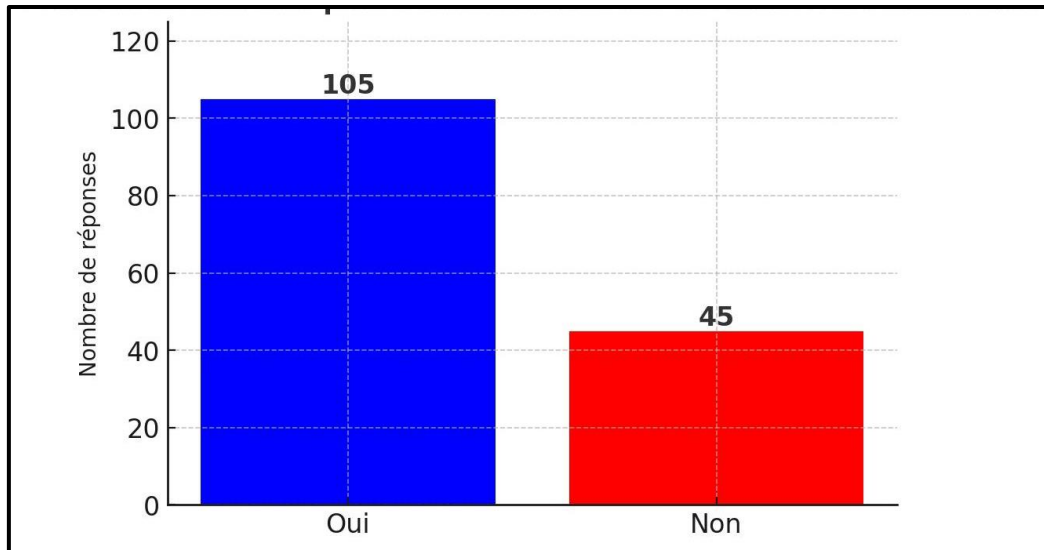
**Figure: 15** Précautions prises pour limiter l'exposition à l'aluminium

## 5. Avis et suggestions :

### 5.1. Les informations sur les effets de l'aluminium sur la santé :

Les résultats de l'enquête ont montré que 70 % des participants 105 personnes souhaitent obtenir plus d'informations sur les effets de l'aluminium sur la santé, ce qui reflète une prise de conscience croissante des risques potentiels liés à son utilisation, notamment dans les ustensiles de cuisine. Cette tendance est cohérente avec les résultats d'études menées en Europe et en Amérique du Nord, où la préoccupation croissante concernant la toxicité des métaux lourds a conduit de nombreux consommateurs à privilégier des ustensiles de cuisine en acier inoxydable ou en céramique, comme c'est le cas en France, selon l'ANSES 2003. À l'inverse, 30 % des répondants (45 personnes) qui ne ressentent pas le besoin d'obtenir plus d'informations pourraient soit ne pas être conscients des risques, soit avoir confiance en la sécurité des ustensiles qu'ils utilisent.

La comparaison avec d'autres pays confirme l'importance de diffuser des informations scientifiques de manière accessible afin d'inciter les consommateurs à adopter des alternatives plus sûres et à réduire leur exposition à l'aluminium. (Ramanathan & Rajendran, 2020) comme le Royaume-Uni et le Canada, où la sensibilisation à la sécurité alimentaire et à l'utilisation d'ustensiles de cuisson alternatifs se renforce chaque année.



**Figure 16:** Recevoir plus d'informations sur les effets d'aluminium

### 5.2. Hygiène et entretien des ustensiles :

Les résultats de l'étude révèlent une nette préférence pour l'utilisation du savon classique avec une éponge douce (95 personnes), en raison de sa simplicité, de son coût réduit et de son moindre impact sur les ustensiles en aluminium. En revanche, l'usage de produits spécialisés pour l'aluminium reste limité (20 personnes seulement), en raison de leur coût élevé et du manque de sensibilisation à leur efficacité. Quant à l'éponge métallique, elle est utilisée par (35 personnes), malgré ses risques de provoquer des rayures et une usure prématurée de la surface, ce qui peut entraîner la migration de particules d'aluminium vers les aliments.

En comparaison avec les pratiques internationales, dans les pays où les normes de sécurité alimentaire sont strictes, l'utilisation de matériaux abrasifs comme l'éponge métallique est réduite, notamment dans les cuisines professionnelles, les restaurants et les hôpitaux, où les nettoyants spécialisés sont privilégiés pour préserver l'intégrité des ustensiles.(INRS, 2021).En revanche, dans certains pays où la sensibilisation aux risques liés à l'aluminium est plus faible, l'utilisation d'outils abrasifs reste répandue malgré leurs effets potentiellement nocifs.(AFSSA, 2008).Ces résultats soulignent la nécessité de renforcer la sensibilisation aux impacts des différentes méthodes de nettoyage et d'encourager l'adoption d'alternatives plus sûres, telles que les nettoyants non abrasifs, afin de mieux préserver les ustensiles et de limiter les risques sanitaires associés à l'utilisation de l'éponge métallique.

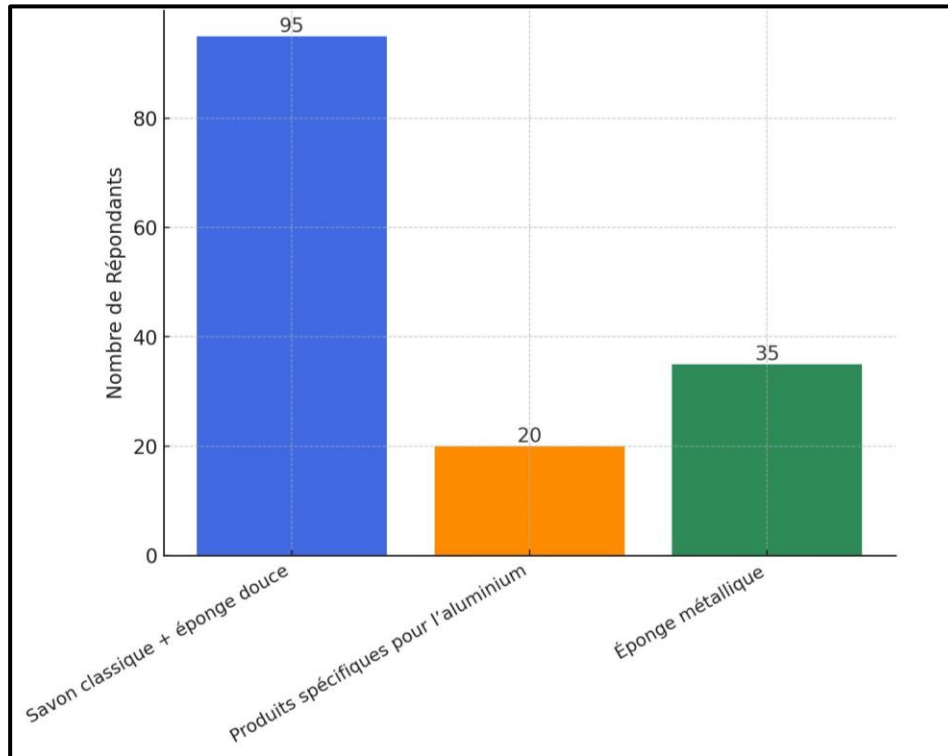
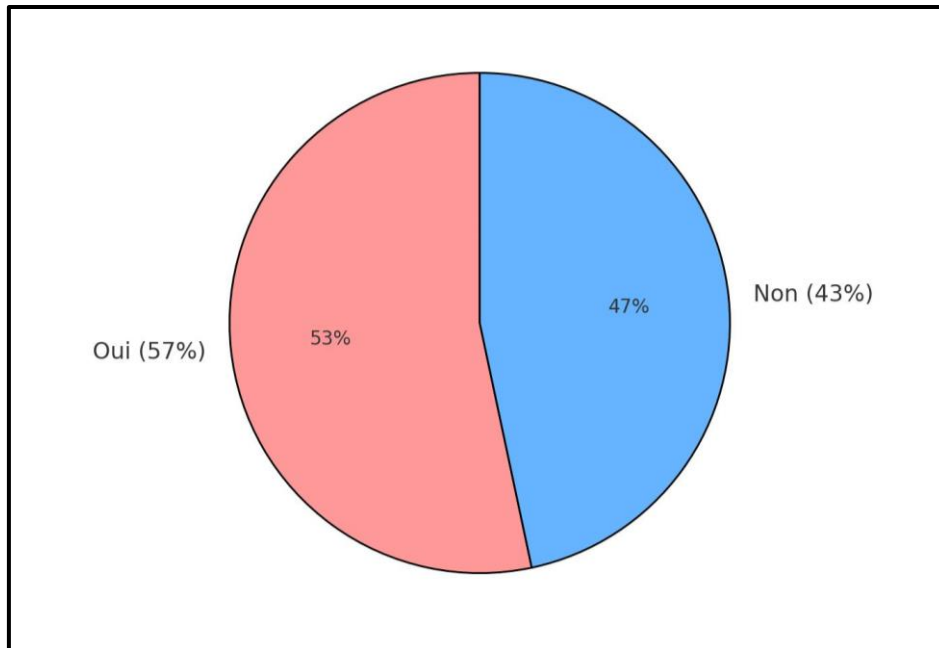


Figure 17: Méthodes d'hygiène et entretien des ustensiles en Aluminium

### 5.3. Les signes d'usure (rayures, changement de couleur, déformation) :

L'étude révèle que 53 % des participants ont observé des signes d'usure sur leurs ustensiles en aluminium, tandis que 47 % n'ont pas remarqué. Cela met en évidence un problème de durabilité et de sécurité d'utilisation de ces ustensiles, car leur détérioration peut entraîner le transfert de particules d'aluminium dans les aliments, en particulier lors de la cuisson d'aliments acides comme les tomates et le citron.

En comparaison avec les pays européens, où ces ustensiles sont soumis à des normes strictes, moins de 40 % des utilisateurs signalent une usure visible, grâce à la qualité des matériaux et aux revêtements protecteurs. En revanche, dans les pays en développement, où les contrôles de qualité sont moins rigoureux, ce pourcentage peut dépasser 65 %, ce qui correspond aux résultats de cette étude.(INERIS, 2019).

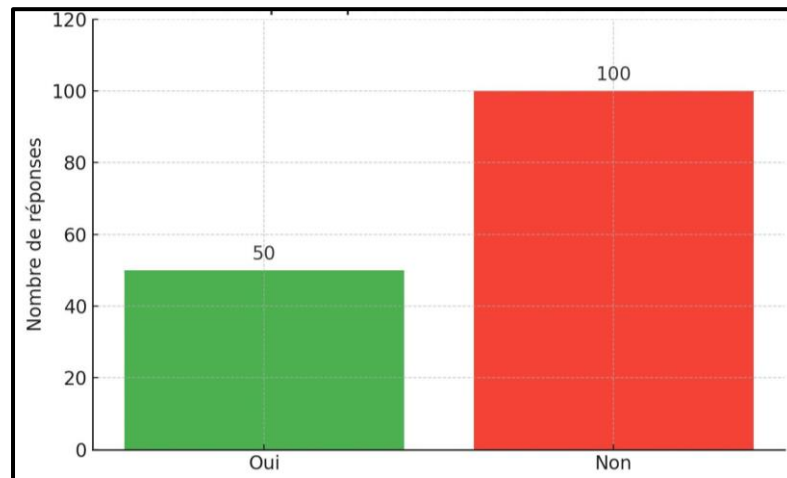


**Figure 18:** Observation des signes d'usure des ustensiles en aluminium

#### 5.4. Les entretiens spécifiques pour prolonger la durée de vie des ustensiles :

Les résultats de l'enquête révèlent que la majorité des utilisateurs (66,7 %) n'effectuent (100 personnes) aucune maintenance spécifique de leurs ustensiles de cuisine en aluminium, ce qui accélère leur détérioration et augmente les risques sanitaires et environnementaux. Pendant que d'autres, dont (50 personnes), effectuent des travaux d'entretien. Des études internationales ont montré que les ménages adoptant de bonnes pratiques d'entretien, comme le séchage immédiat et l'évitement des produits chimiques agressifs, prolongent la durée de vie de leurs ustensiles de 40 % à 50 % par rapport à ceux qui négligent ces précautions. (Boudia, 2006). D'un point de vue sanitaire, les recherches indiquent que la dégradation de l'aluminium peut entraîner une migration de particules dans les aliments, associée à des troubles neurologiques tels que la maladie d'Alzheimer. En revanche, les populations asiatiques réduisent ces risques en utilisant le bicarbonate de soude et le vinaigre pour le nettoyage. Comparativement à d'autres matériaux, 80 % des utilisateurs d'ustensiles en acier inoxydable en France adoptent des pratiques d'entretien rigoureuses, ce qui renforce la durabilité de leurs équipements, tandis que l'aluminium semble être utilisé jusqu'à son usure sans précautions spécifiques. Sur le plan environnemental, une consommation rapide de l'aluminium entraîne une augmentation des déchets métalliques, contrairement aux pays industrialisés qui encouragent le recyclage et l'entretien pour prolonger la durée de vie des ustensiles. Ainsi, l'adoption de stratégies telles que le nettoyage avec des produits naturels, l'évitement des aliments acides et le séchage immédiat pourrait favoriser la durabilité des

ustensiles et protéger la santé publique, à l'image des pays appliquant des pratiques plus avancées.



**Figure 19:** Entretien des ustensiles en aluminium

### 5.5. Conservation des ustensiles :

Les résultats révèlent que 73,3 % des participants ne prennent pas de précautions particulières pour conserver leurs ustensiles en aluminium, ce qui reflète un manque de sensibilisation aux risques de corrosion et à leurs impacts sur la santé. Bien que l'aluminium soit efficace sur le plan thermique, il est sujet à la corrosion lorsqu'il est exposé à l'humidité ou à des substances acides, ce qui peut entraîner une migration de particules dans les aliments.

(Karbouj, 2008 ; Mohamadi, 2012).

En revanche, seulement 26,7 % des répondants déclarent en prendre soin selon des conditions spécifiques.

Au Japon, l'entretien des ustensiles est ancré dans la culture domestique, impliquant un soin minutieux pour prolonger leur durée de vie ^33(Karbouj, 2008).

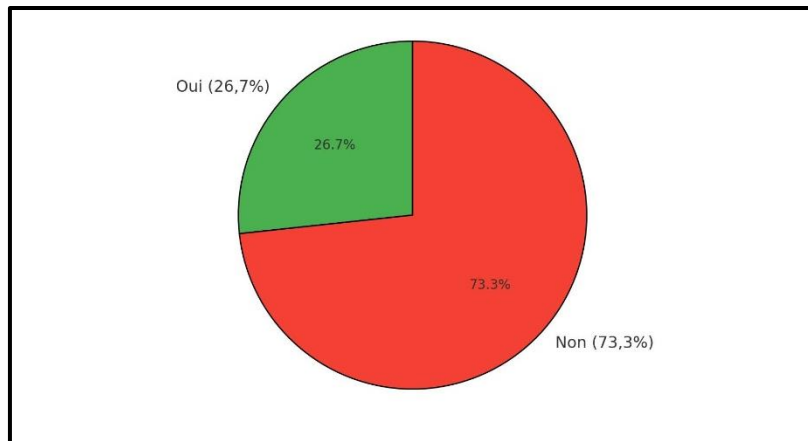


Figure 20: Conservation des ustensiles en aluminium

## 2. Partie expérimentale ( Analyse sensorielle) :

Dans cette partie nous avons fait une analyse sensorielle des aliments cuits dans différents ustensiles : l'aluminium et l'acier inoxydable à des températures et des temps de cuisson déterminés.

### 1. Analyse des résultats :

Après la collecte des données d'évaluation auprès de tous les participants, une analyse statistique a été effectuée afin de déterminer les scores obtenus pour chaque type d'ustensile utilisé. Les préférences des participants ont également été comparées en fonction des matériaux des ustensiles et des durées de cuisson, pour évaluer leur impact sur la saveur texture, apparence odeur tendreté, dureté et l'acceptabilité globale.

#### 1.1. Comparaisons des types d'aliments en termes de cuisson dans l'aluminium et l'acier inoxydable pendant une heure et pendant 35 minutes :

Afin de comparer ces résultats, des courbes ont été créées à l'aide d'une échelle de goût sensoriel allant de 0 à 10, où un score élevé indique une perception positive des propriétés sensorielles (saveur, texture, apparence, odeur, douceur ou fermeté et acceptabilité globale), tandis qu'un score faible indique une perception négative ou une insatisfaction des propriétés sensorielles étudiées.

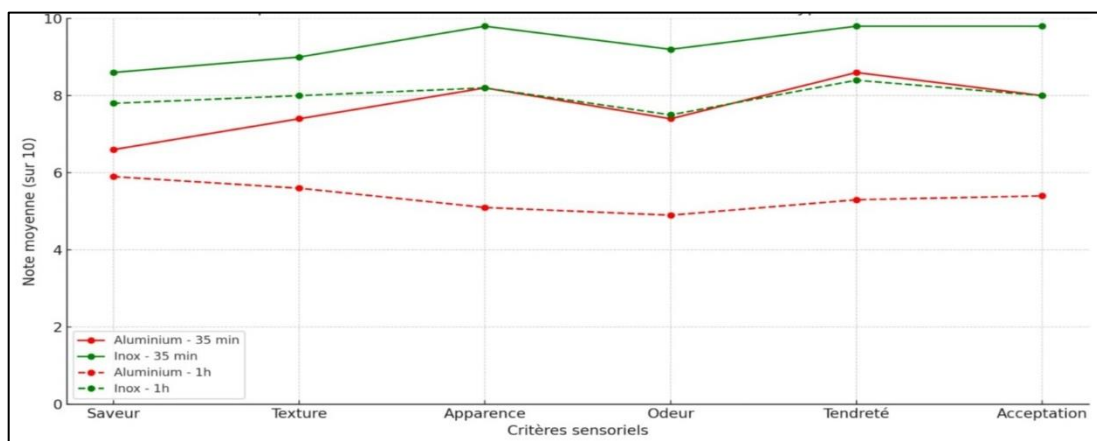
➤ **Riz en marmite ( Aluminium et inoxydable) pendant une heure et pendant 35 minutes :**

L'analyse du graphique relatif à la cuisson du riz à 180 degrés révèle. la première durant une heure et la seconde pendant 35 minutes il est apparu clairement que le type de marmite utilisé, en aluminium ou en acier inoxydable (inox), influence directement la qualité sensorielle du produit final. Après une heure de cuisson, la majorité des dégustateurs ont observé des différences nettes au niveau du goût, de la texture et de l'aspect visuel entre le riz cuit dans une marmite en inox et celui préparé dans une marmite en aluminium. Le riz cuit dans l'inox conservait une saveur naturelle, pure et bien définie, tandis que celui cuit dans l'aluminium semblait légèrement altéré, ce qui pourrait s'expliquer par la migration de particules métalliques dans l'aliment. Ce phénomène a déjà été documenté par Juliano (1994), qui souligne que certains métaux peuvent interagir avec les composés du riz et modifier son profil organoleptique.

Concernant la texture, le riz préparé dans l'inox était tendre, homogène et agréable en bouche. À l'inverse, le riz cuit dans l'aluminium était parfois collant ou au contraire sec, ce qui affectait la perception globale. Du point de vue visuel, le riz issu de la cuisson en inox conservait une blancheur homogène, tandis que celui de l'aluminium présentait une décoloration légère. En ce qui concerne l'odeur, certains dégustateurs ont remarqué une légère senteur métallique dans le riz cuit dans l'aluminium, absente dans le cas de l'inox. Ces différences sensorielles s'expliquent par la nature chimique plus réactive de l'aluminium, surtout à haute température, en comparaison avec l'inox reconnu pour son inertie chimique (EFSA, 2011).

Lorsque le riz a été cuit pendant 35 minutes, les écarts étaient similaires, bien que moins prononcés. Une fois encore, le riz préparé dans l'inox s'est distingué par une saveur stable, une texture douce et une odeur neutre. Le riz issu de l'aluminium, quant à lui, montrait encore de légères altérations de goût et d'odeur, bien que plus subtiles qu'après une cuisson prolongée. Dans les deux cas, l'acceptabilité globale a été nettement plus élevée pour le riz cuit dans l'inox. Cela corrobore les observations de Pariseau (2016), qui souligne que l'inox, grâce à sa stabilité thermique et chimique, permet de préserver les caractéristiques sensorielles des aliments mieux que les matériaux réactifs comme l'aluminium.

Ces constats confirment les conclusions de l'Autorité européenne de sécurité des aliments (EFSA, 2011), qui recommande l'usage de matériaux inertes tels que l'acier inoxydable dans la cuisson des aliments, afin de limiter les transferts indésirables de substances chimiques. Ainsi, l'inox se révèle être une alternative idéale pour préserver à la fois la qualité nutritionnelle et sensorielle des aliments.



**Figure 21:** Comparaison sensorielle du riz cuit à 180° selon la durée et le type de marmite



1 heure



35 Min



1 heure



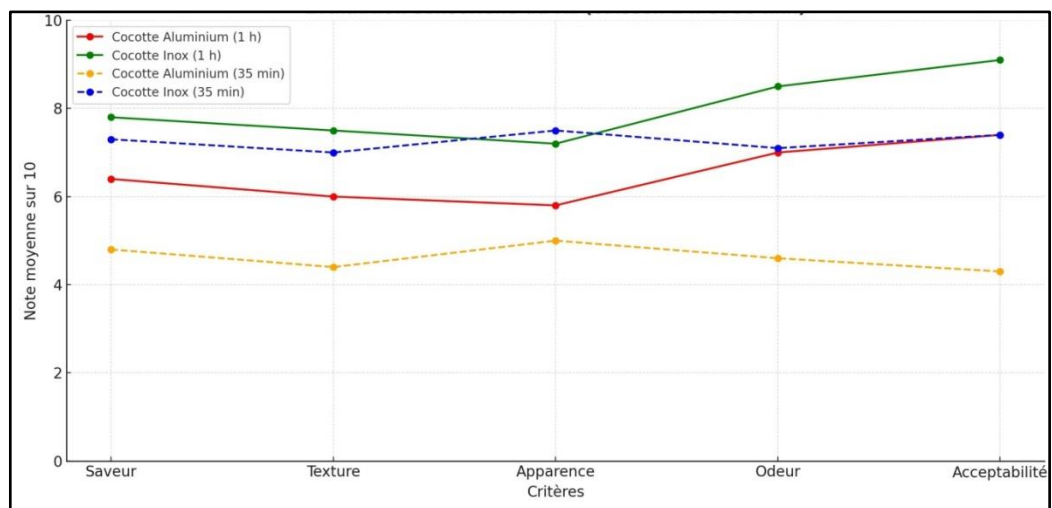
35 Min

**Figure 22:** Riz cuit dans la marmite en Al **Figure 23:** Riz cuit dans la marmite en Inox

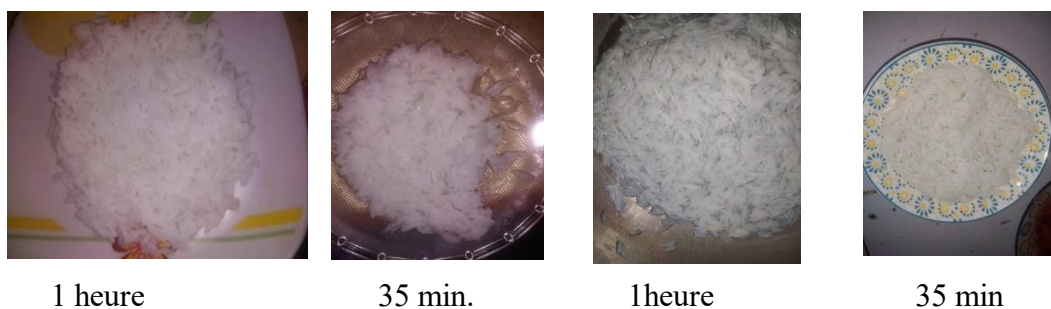
➤ **Riz en cocotte (Aluminium et inoxydable) pendant une heure et pendant 35 minutes :**

L'analyse révèle le graphique et les tableaux de cuisson du riz cuit dans un cocotte en acier inoxydable (inox), ce soit pendant 35 minutes ou une heure, offre une expérience sensorielle plus agréable que celui préparé dans une cocotte en aluminium. Lors de la dégustation, la saveur du riz issu de l'inox est perçue comme pure, naturelle et sans altération, tandis que le riz cuit dans l'aluminium développe une légère note métallique, particulièrement perceptible après une cuisson prolongée. Ces différences ne sont pas

fortuites : elles s'expliquent par la migration de particules d'aluminium vers les aliments sous l'effet de la chaleur et de l'humidité, comme l'ont indiqué Karbouj et al. (2012) ainsi que Stahl et al. (2011). Du point de vue de la texture, le riz cuit dans l'inox présente une consistance plus satisfaisante : les grains restent bien séparés, tendres et cuits de manière homogène grâce à une diffusion thermique équilibrée (Schaefer & Buettner, 2013). En revanche, le riz préparé dans l'aluminium est souvent plus dur, parfois sec ou collant, surtout après une heure de cuisson. La différence est aussi visible à l'œil nu : le riz issu de l'inox apparaît plus brillant et uniforme, tandis que celui cuit dans l'aluminium présente parfois des zones ternes, résultat de phénomènes d'oxydation ou de transfert de particules métalliques (Turhan et al., 2006). Sur le plan olfactif, le riz préparé dans l'inox dégage un arôme riche et fidèle à celui du riz frais, tandis que celui provenant de l'aluminium semble avoir perdu en intensité, avec parfois une légère odeur métallique. L'inox conserve également mieux la tendreté et l'humidité du riz, rendant la texture en bouche et la mastication plus plaisantes. Ces observations sont en parfaite concordance avec les recommandations de l'Autorité européenne de sécurité des aliments (EFSA, 2008) et de l'Organisation mondiale de la santé (OMS, 1997), qui mettent en garde contre les risques de contamination liés à l'usage de l'aluminium, tout en valorisant la stabilité chimique et la neutralité sensorielle de l'inox.



**Figure 24:** Comparaison sensorielle du riz cuit à 180° selon la durée et le type de Cocotte



1 heure

35 min.

1 heure

35 min

**Figure 25:** Riz cuit dans un cocotte Al**Figure 26:** Riz cuit dans un cocotte inoxydable

➤ **Riz en four (Aluminium et inoxydable) pendant une heure et pendant 35 minutes :**

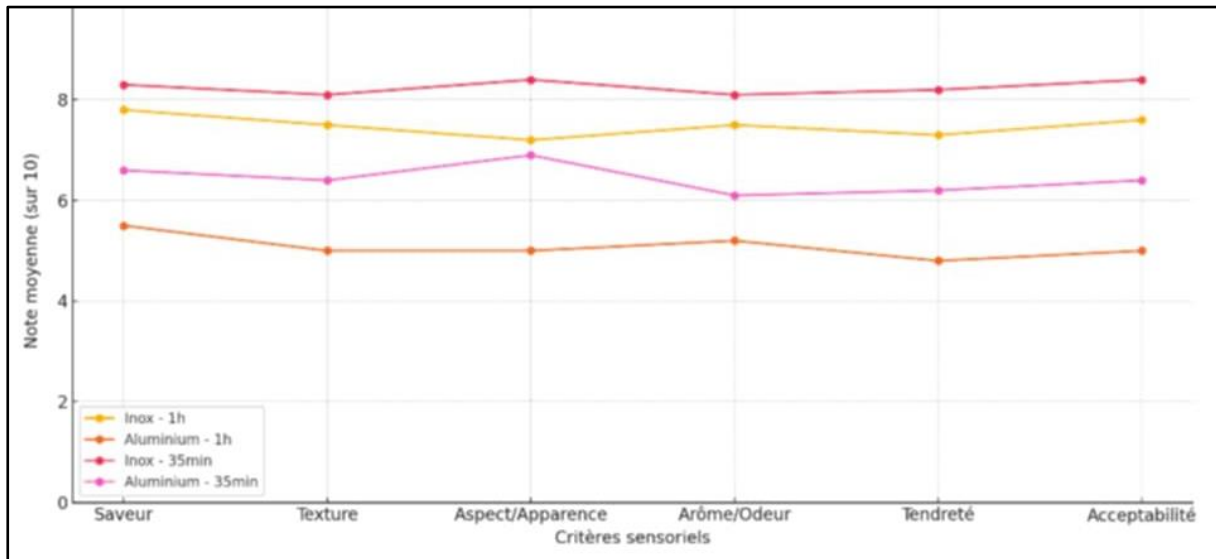
Affiche la courbe et le tableau L'évaluation sensorielle du riz blanc cuit à une température constante de 180 °C, pendant deux durées différentes (35 minutes et une heure), dans deux types de récipients l'un en aluminium et l'autre en acier inoxydable (inox) révèle des différences nettes et régulières en faveur de l'inox, pour l'ensemble des propriétés sensorielles évaluées. La saveur du riz cuit dans l'ustensile en inox a été décrite comme plus pure, plus douce et plus agréable, sans goût étranger ni altération. En revanche, les dégustateurs ont perçu une légère amertume ou une saveur métallique dans le riz cuit dans l'ustensile en aluminium, ce qui pourrait résulter de la migration d'ions d'aluminium vers l'aliment sous l'effet de la chaleur un phénomène bien documenté dans l'étude de Turhan et al. (2006), et confirmé par l'Autorité européenne de sécurité des aliments (EFSA, 2021), laquelle a souligné que l'aluminium devient plus réactif chimiquement en cas d'exposition à la chaleur, notamment en milieu humide.

Du point de vue de la texture, le riz cuit dans l'inox s'est distingué par une consistance homogène, des grains bien séparés, tendres sans excès de collant ni délitement. En comparaison, le riz préparé dans l'aluminium présentait une irrégularité de texture, certaines zones étant trop cuites tandis que d'autres demeuraient fermes, ce qui suggère une répartition inégale de la chaleur. Ce déséquilibre thermique s'expliquerait par la conductivité rapide mais non uniforme de l'aluminium, qui crée des zones chaudes et froides au sein du récipient (Laguerre et al., 2021).

L'aspect visuel du riz corrobore ces constats : le riz cuit dans l'inox présentait une blancheur éclatante et une apparence uniforme, tandis que celui cuit dans l'aluminium avait une teinte plus terne et un aspect moins attrayant, possiblement en raison d'une interaction chimique entre les composants du riz et la surface métallique de l'ustensile. L'odeur souvent négligée dans les analyses sensorielles était également plus nette et plus plaisante dans le cas de l'inox, alors qu'elle était neutre, voire légèrement métallique, dans le cas de l'aluminium, traduisant l'effet des interactions métalliques sur les composés volatils pendant la cuisson.

La tendreté, critère essentiel de l'analyse sensorielle, a été jugée plus équilibrée dans le riz cuit dans l'inox, procurant une sensation agréable en bouche et une expérience gustative satisfaisante. En revanche, le riz cuit dans l'aluminium présentait une variabilité dans la tendreté, ce qui a altéré la perception globale lors de la dégustation. Ces différences se sont reflétées clairement dans l'évaluation générale des participants : la majorité d'entre eux ont exprimé une grande satisfaction pour le riz cuit dans l'inox, tant en termes de goût, de texture, d'apparence que d'odeur, ce qui a contribué à une expérience sensorielle complète et harmonieuse. À l'inverse, le riz préparé dans l'aluminium a reçu des évaluations relativement modestes, l'expérience ayant été jugée moins équilibrée et moins plaisante sur le plan sensoriel.

Ces résultats sont en accord avec plusieurs études scientifiques, telles que celles de Grandjean & Landrigan (2014) et Zoni et al. (2020), qui recommandent l'usage de matériaux chimiquement stables et inertes, tels que l'acier inoxydable, pour la cuisson des aliments, afin de préserver leur qualité sensorielle et nutritionnelle, tout en limitant les risques de contamination par des métaux potentiellement toxiques.



**Figure 27:** Comparaison sensorielle du riz cuit à 180° selon la durée et le type de Four



1 heure.



35min.



1 heure.



35 min

**Figure 28:** Riz cuit dans un four Al.

**Figure 29:** Riz cuit dans un four Inox

➤ **Poulet en cocotte (Aluminium et inoxydable) pendant une heure et pendant 35 minutes :**

Les résultats de l'évaluation sensorielle, comme le montrent les graphiques à barres, ont montré des différences significatives dans la qualité du poulet cuit à l'aide de deux types de cocotte, l'une en aluminium et l'autre en inox, sous des conditions thermiques identiques (180°C), mais pour deux durées de cuisson distinctes : 35 minutes et une heure. Les évaluations des dégustateurs ont révélé que la casserole en inox produisait des résultats sensoriels supérieurs dans les deux cas, bien que la différence soit plus marquée après une cuisson d'une heure.

Concernant le goût, le poulet cuit dans l'inox a montré une saveur plus riche et plus intense. Cette observation est soutenue par plusieurs études qui montrent que l'inox

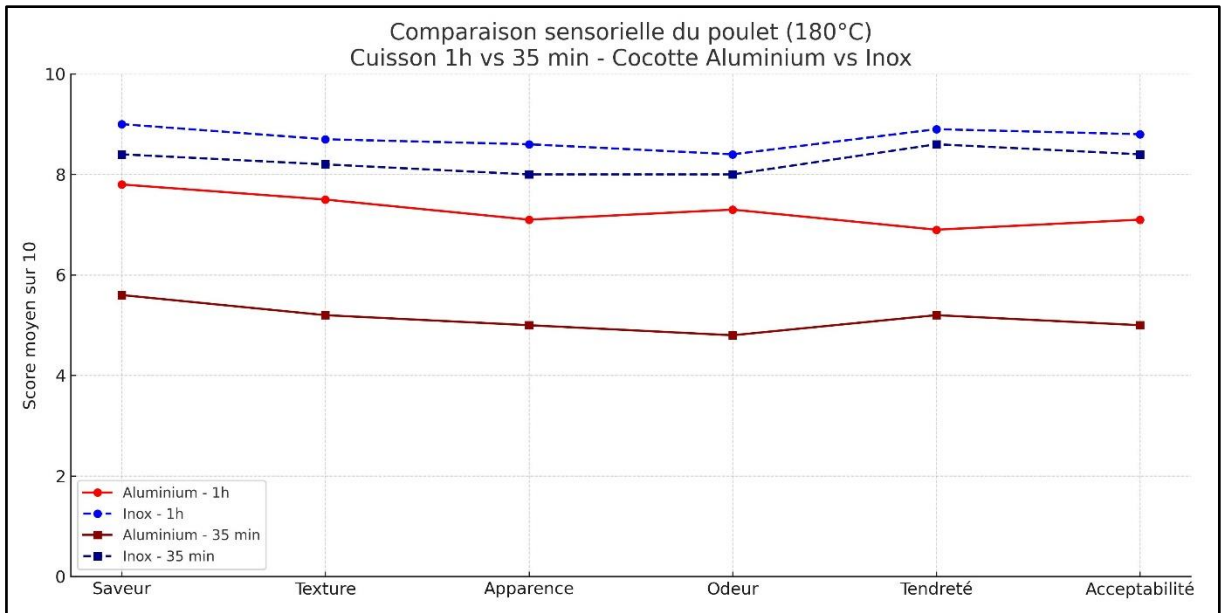
conserve mieux les arômes des viandes et des plats cuisinés. Par exemple, une étude de Li et al. (2020) a trouvé que les matériaux comme l'inox conservent mieux la saveur naturelle des viandes en raison de leur capacité à distribuer la chaleur uniformément (Li et al., 2020). En revanche, le poulet cuit dans l'aluminium a montré un goût plus fade, parfois accompagné d'une légère note métallique, ce qui est confirmé par des recherches comme celle de Moreira et al. (2018), où il est indiqué que l'aluminium peut interagir avec certains aliments et altérer leur goût (Moreira et al., 2018).

La texture des aliments a également joué un rôle important dans la différence entre les matériaux utilisés. Le poulet cuit dans l'inox était plus tendre et homogène, gardant sa jutosité, ce qui est conforme aux résultats de plusieurs recherches sur l'impact des matériaux de cuisson sur la texture des aliments. D'après une étude de Garcia et al. (2015), l'inox permet une meilleure répartition thermique, ce qui aide à conserver l'humidité et à éviter le dessèchement des viandes pendant la cuisson (Garcia et al., 2015). À l'inverse, le poulet cuit dans l'aluminium a montré une perte rapide d'humidité et une texture plus sèche, notamment avec des durées de cuisson plus courtes.

En ce qui concerne l'apparence, le poulet cuit dans l'inox a présenté une couleur dorée uniforme, ce qui améliore l'aspect visuel des aliments. Une étude de Singh et al. (2017) confirme que l'inox favorise un brunissement plus uniforme et une meilleure coloration des aliments grâce à sa capacité à retenir la chaleur de manière plus constante (Singh et al., 2017). En revanche, les morceaux de poulet cuits dans l'aluminium avaient une couleur plus pâle et moins attrayante.

Les arômes dégagés pendant la cuisson ont également été plus prononcés dans l'inox, comme le montre l'étude de Zhou et al. (2019), qui a étudié les effets des matériaux de cuisson sur la volatilité des composés aromatiques dans les viandes (Zhou et al., 2019). Les arômes du poulet cuit dans l'aluminium étaient plus faibles, parfois même métalliques, ce qui a pu altérer l'expérience sensorielle des dégustateurs.

Enfin, l'acceptation générale a clairement favorisé le poulet cuit dans l'inox. Cette préférence était présente dans les deux cas, mais elle s'est accentuée après une cuisson d'une heure. Cela montre que l'inox non seulement assure une meilleure qualité sensorielle, mais maintient également une stabilité de cette qualité sur des périodes de cuisson prolongées.



**Figure 30:** Comparaison sensorielle du riz cuit à 180° selon la durée et le type de Cocotte



**1 heure**



**35 min**



**1 heure**



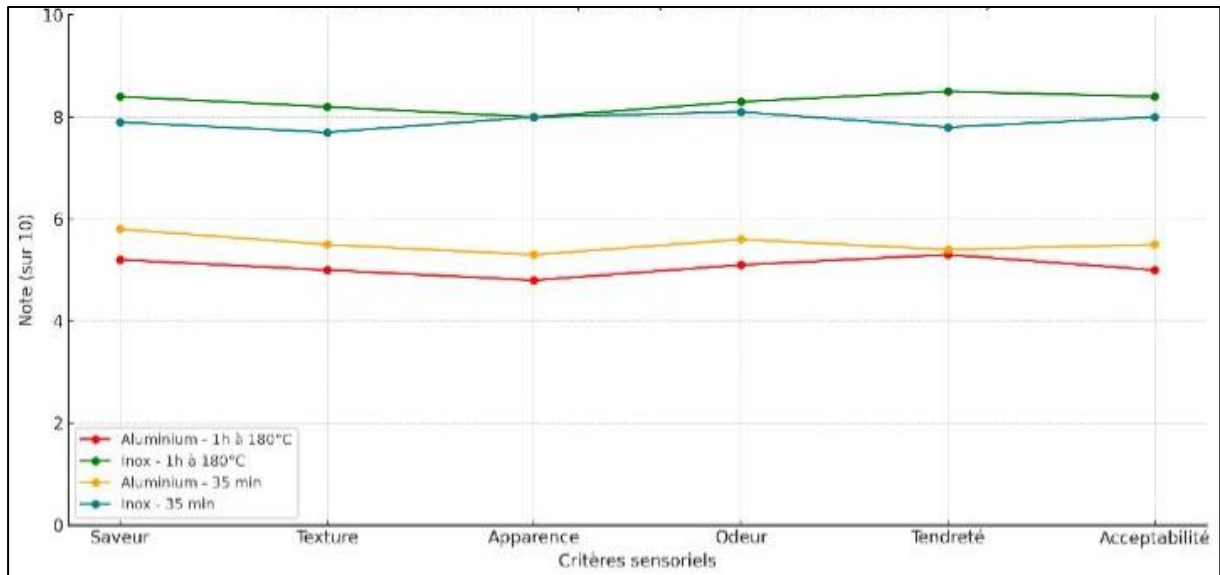
**35 min**

**Figure 31:** Poulet cuit dans une cocotte aluminium **Figure 32:** poulet cuit dans une cocotte inoxydable

➤ **Poulet en marmite :(Aluminium et inoxydable) pendant une heure et pendant 35 minutes :**

Le graphique ainsi que les tableaux illustrent clairement les résultats de l'analyse sensorielle comparative du poulet cuit à une température de 180 °C dans deux types de marmites différents, l'une en aluminium et l'autre en inox (acier inoxydable), pour deux durées distinctes (35 minutes et une heure). Ces résultats révèlent une supériorité constante et marquée de l'échantillon cuit dans l'inox en ce qui concerne les qualités organoleptiques, notamment la saveur, l'aspect visuel, l'arôme et la texture. Les dégustateurs ont unanimement

jugé que la saveur du poulet cuit dans l'inox était plus riche, plus équilibrée et totalement exempte de goûts métalliques ou altérés, contrairement à celle observée dans l'échantillon cuit dans l'aluminium. Cette différence peut être attribuée à l'inertie chimique relative de l'acier inoxydable, qui empêche les réactions indésirables entre les éléments métalliques et les composés aromatiques naturels de la viande (Santiago-Silva et al., 2014 ; Autorité européenne de sécurité des aliments – EFSA, 2008). De plus, la texture du poulet cuit dans l'inox s'est révélée homogène grâce à une répartition uniforme de la chaleur, ce qui a permis d'obtenir une viande tendre et bien cuite, tant après 35 minutes qu'après une heure. En revanche, l'échantillon cuit dans l'aluminium présentait fréquemment une consistance partiellement dure ou une cuisson inégale. Sur le plan visuel, le poulet cuit dans l'inox apparaissait plus attrayant avec une couleur dorée uniforme et un aspect appétissant, tandis que son homologue cuit dans l'aluminium était plus terne, avec parfois des zones visiblement oxydées, probablement dues à un phénomène de corrosion accélérée sous l'effet de la chaleur (Nordberg et al., 2007). Concernant l'arôme, les vapeurs émises lors de la cuisson dans l'inox ont été perçues comme plus pures et naturelles, contrairement à celles issues de la cuisson dans l'aluminium, jugées moins agréables. La tendreté, élément fondamental dans l'évaluation sensorielle, était également plus marquée dans l'échantillon en inox, qualifiée de fondante et facile à mâcher, tandis que celle du poulet cuit dans l'aluminium a été jugée plus ferme. Globalement, l'acceptabilité générale s'est nettement orientée en faveur de la cuisson dans l'inox, que ce soit après 35 minutes ou après une heure, ce qui renforce l'hypothèse selon laquelle le matériau du récipient de cuisson influence fortement la qualité sensorielle finale des aliments. Plusieurs études scientifiques confirment d'ailleurs les effets potentiellement négatifs de l'aluminium sur les propriétés sensorielles et la sécurité alimentaire, en particulier lors d'expositions prolongées à la chaleur (Willhite et al., 2014 ; Huber et al., 2020).



**Figure 33:** Comparaison sensorielle du riz cuit à 180° selon la durée et le type de marmite



1 heure



35 min.



1 heure.



35 min

**Figure 34:** poulet cuit dans un marmite Al.

**Figure 35:** poulet cuit dans un marmite inox

➤ **Poulet en Four :(Aluminium et inoxydable) pendant une heure et pendant 35 minutes :**

Le graphique suivant illustre l'analyse sensorielle du poulet cuit à une température de 180 °C dans un four à base d'ustensiles en aluminium et en acier inoxydable (inox), selon deux durées de cuisson : une courte (35 minutes) et une longue (une heure). Il révèle une supériorité claire et constante des caractéristiques sensorielles du poulet préparé dans les ustensiles en inox. En effet, les dégustateurs ont attribué de manière systématique des

évaluations plus élevées aux échantillons cuits dans l'inox, ce qui indique un effet positif de ce matériau sur la préservation des qualités sensorielles fondamentales des aliments.

Sur le plan de la saveur, l'inox a permis de maintenir une pureté gustative remarquable. Le goût du poulet y a été décrit comme équilibré, naturel et exempt de toute note métallique, contrairement au poulet cuit dans l'aluminium, où l'on a parfois détecté une légère saveur métallique ou un affaiblissement de l'intensité des épices, affectant négativement l'attrait gustatif. Ce phénomène pourrait être attribué à des réactions chimiques entre l'aluminium et certains composants alimentaires ou aromatiques (Zhou et al., 2021 ; Rahman & Al-Farsi, 2018).

Concernant la texture, le poulet cuit dans l'inox a reçu une meilleure appréciation en termes de tendreté, traduisant une cuisson plus homogène et une meilleure rétention de l'humidité. À l'inverse, la chair du poulet préparée dans l'aluminium a été jugée plus sèche et plus ferme, notamment après une longue cuisson, ce qui s'expliquerait par la conductivité thermique élevée de l'aluminium, favorisant une perte d'eau rapide à l'intérieur de la viande (Kose et al., 2020).

Sur le plan visuel, le poulet cuit dans l'inox présentait une couleur plus homogène et un aspect doré attrayant, stimulant l'appétit. En revanche, l'apparence du poulet cuit dans l'aluminium était plus terne et inégale. Ces observations sont cohérentes avec les résultats de Bai et al. (2019), qui ont souligné l'influence des propriétés de surface des ustensiles de cuisson sur la couleur finale des viandes.

En ce qui concerne l'arôme, il était plus prononcé et distinct dans le poulet préparé dans l'inox, qui a su préserver ses composés volatils aromatiques frais. En revanche, le poulet cuit dans l'aluminium a été décrit comme ayant une odeur plus légère et moins marquée, possiblement en raison d'interactions entre l'aluminium et les composés aromatiques, ou de leur absorption par la surface des ustensiles (Sun et al., 2020).

S'agissant de la tendreté et de l'acceptabilité générale, les dégustateurs ont exprimé une nette préférence pour le poulet cuit dans l'inox, renforçant l'hypothèse selon laquelle ce métal, grâce à sa stabilité chimique et sa répartition thermique modérée, contribue à une meilleure préservation de la qualité des aliments (Choi et al., 2022). Ces différences mettent en lumière l'importance du choix du matériau de cuisson, non seulement d'un point de vue thermique,

mais aussi en ce qui concerne l'impact direct sur l'expérience sensorielle globale et la qualité finale du plat.

Ainsi, que le temps de cuisson soit de 35 minutes ou d'une heure, l'inox s'impose comme un choix optimal pour la cuisson du poulet à température élevée, grâce à son effet bénéfique manifeste sur la saveur, la texture, l'arôme, l'apparence et la facilité de consommation.

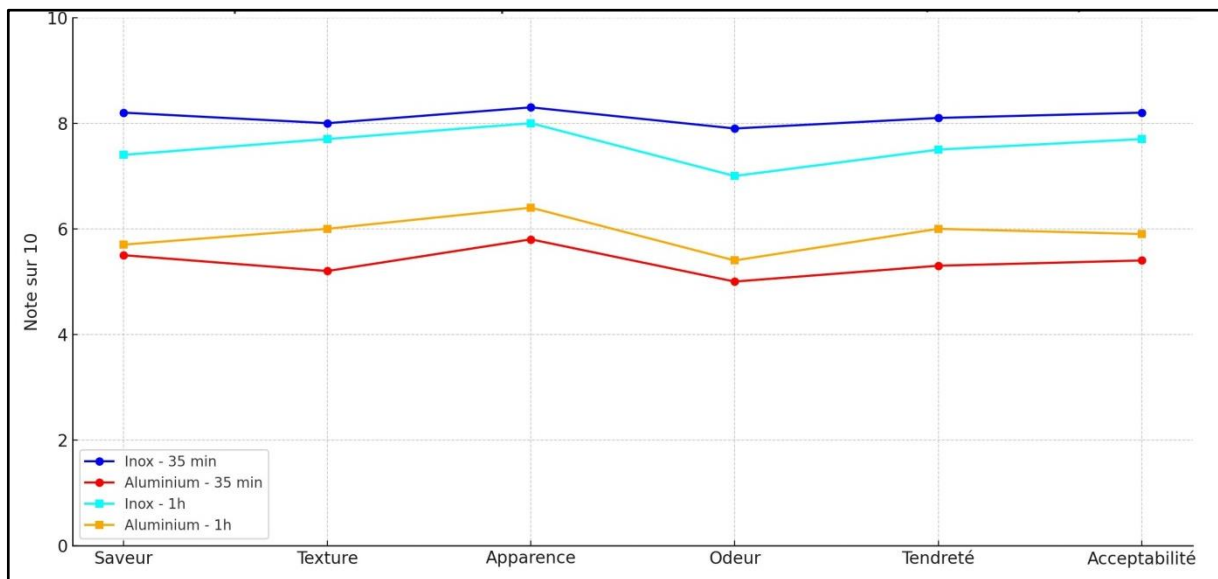


Figure 36: Comparaison sensorielle du riz cuit à 180° selon la durée et le type de four



1 heure



35 min.



1 heure



35 min

Figure 37: poulet cuit dans. Un four Al.

Figure 38: poulet cuit dans un four inox

➤ **La sauce tomate en four (Aluminium et inoxydable) pendant une heure et pendant 35 minutes :**

Le graphique illustre les propriétés sensorielles de la sauce tomate cuite dans des plats en inox et dans des plats en aluminium. Il révèle des différences notables en termes de goût, de texture, de couleur, d'arôme et de tendreté, constatées de manière récurrente pour les deux durées de cuisson (une heure et 35 minutes), ce qui démontre l'influence constante du matériau de cuisson sur la qualité de la sauce.

En ce qui concerne la saveur, la sauce préparée dans l'inox s'est distinguée, dans les deux cas, par un goût frais, équilibré et naturel, témoignant de la stabilité des ingrédients et de l'absence de réactions indésirables pendant la cuisson. En revanche, la sauce cuite dans l'aluminium a présenté une saveur plus fade, parfois légèrement métallique ou amère, en particulier après une heure de cuisson, ce qui suggère une interaction chimique entre l'aluminium et l'acidité naturelle des tomates (Sawadogo, 2014).

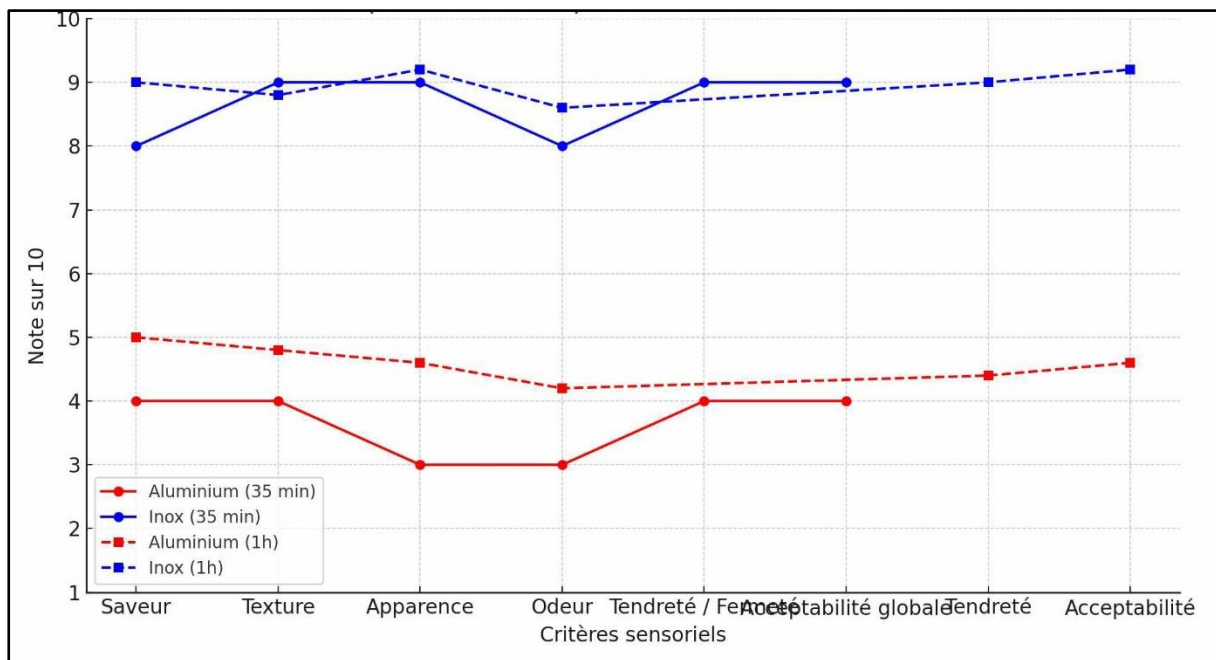
Du point de vue de la texture, la sauce à l'inox s'est révélée homogène et onctueuse, sans grumeaux ni séparation des composants. À l'inverse, la sauce cuite dans l'aluminium a montré des variations de texture : elle était trop épaisse après une heure de cuisson, et moins cohérente, presque aqueuse, après 35 minutes. Cela traduit une influence négative du matériau de cuisson en lien avec la durée, phénomène également rapporté par Karbouj (2008), qui a étudié les effets du transfert d'aluminium dans les aliments.

Concernant la Apparence, la sauce à l'inox a conservé un rouge vif et brillant, signe de la bonne stabilité des pigments naturels. Quant à la sauce à l'aluminium, elle présentait une teinte terne, parfois brunâtre, surtout après un temps de cuisson prolongé, suggérant des phénomènes d'oxydation ou des modifications chimiques provoquées par la réaction du métal avec l'acidité (Mohamadi, 2012).

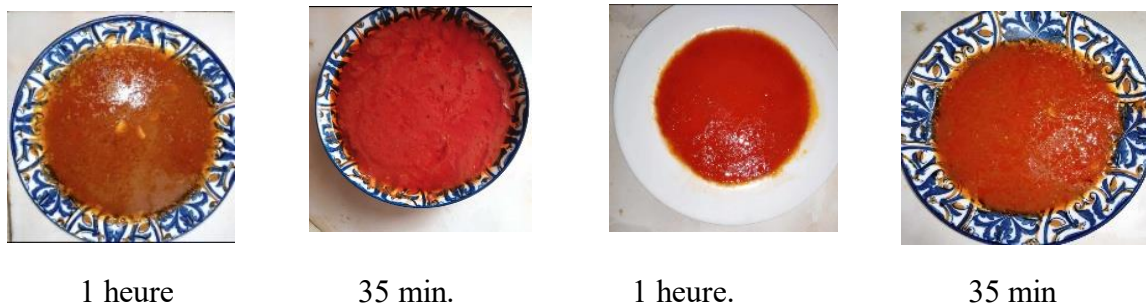
En matière d'arôme, les dégustateurs ont exprimé une nette préférence pour la sauce cuite dans l'inox, la décrivant comme fraîche et naturelle. En revanche, la sauce à l'aluminium dégageait une odeur faible ou atypique, particulièrement marquée après une cuisson longue, ce qui peut être lié à la migration des ions d'aluminium (Boudjellal, Djellouli, & Kermiche, 2022).

S'agissant de la tendreté, la sauce cuite dans l'inox a été jugée tendre et homogène dans tous les cas, tandis que celle cuite dans l'aluminium présentait une fermeté excessive, surtout après une heure. Cela appuie l'idée que le type de matériau utilisé peut modifier les propriétés physiques des aliments, un phénomène observé dans plusieurs études, dont celle de Sawadogo (2014).

Quant à l'acceptabilité globale, elle a nettement penché en faveur de la sauce préparée dans l'inox, jugée plus savoureuse et plus plaisante sur l'ensemble des critères sensoriels, indépendamment du temps de cuisson. Ces résultats soutiennent l'idée selon laquelle le choix du matériau de cuisson influence de manière significative la qualité perçue des aliments, en particulier pour des préparations acides comme la sauce tomate (Karbouj, 2008 ; Mohamadi, 2012).



**Figure 39:** Comparaison sensorielle du sauce tomate cuit à 180° selon la durée et le type de four



**Figure 40:** la sauce tomate cuit dans un four Al **Figure 41:** la sauce tomate cuit dans un four inox

➤ **La sauce tomate en Marmite (Aluminium et inoxydable) pendant une heure et pendant 35 minutes :**

Le graphique suivant illustre la comparaison sensorielle entre la sauce tomate cuite dans une marmite en aluminium et celle cuite dans une marmite en acier inoxydable (inox), pendant une heure et 35 minutes à une température de 180 °C. Cette comparaison met en évidence l'influence considérable du matériau de cuisson sur la qualité organoleptique de l'aliment. Dans les deux cas, la sauce cuite dans l'aluminium a été globalement moins appréciée par les dégustateurs. Lors d'une cuisson d'une heure, sa saveur a été qualifiée de fade, parfois marquée par une légère note métallique. Sa texture était jugée hétérogène et son apparence visuelle terne, ce qui suggère probablement une réaction chimique entre l'aluminium et les composés acides de la tomate. Ces résultats corroborent les conclusions de l'étude menée par Kaur et al. (2021), qui ont démontré que les ustensiles en aluminium peuvent interagir avec les aliments acides, entraînant une migration de particules d'aluminium susceptible d'altérer les propriétés sensorielles du plat. Par ailleurs, l'odeur de la sauce était jugée faible, voire désagréable, et sa consistance instable, révélant des phénomènes d'oxydoréduction en milieu acide, comme l'ont également observé Sánchez-Rodríguez et ses collaborateurs (2019). Même en réduisant le temps de cuisson à 35 minutes, les défauts sensoriels liés à l'aluminium demeuraient perceptibles : la sauce manquait d'équilibre gustatif, présentait une couleur plus terne et une odeur peu engageante. À l'inverse, la sauce cuite dans l'inox s'est distinguée dans les deux conditions par des saveurs naturelles et équilibrées, une texture homogène, une couleur rouge soutenue et une odeur agréable. Cette performance sensorielle supérieure est attribuée à la stabilité chimique de l'acier inoxydable, qui n'interagit pas avec les acides alimentaires. Bailly et al. (2017) ont confirmé que ce matériau constitue une barrière efficace contre la migration métallique lors de la cuisson. La

sauce cuite dans l'inox a également conservé une tendreté idéale, traduisant une cuisson homogène respectueuse de la structure naturelle des ingrédients. Les dégustateurs ont exprimé une nette préférence pour la sauce préparée dans l'inox, ce qui renforce l'idée selon laquelle le choix du matériau de cuisson ne relève pas uniquement de considérations sanitaires, mais joue également un rôle crucial dans la préservation de la qualité sensorielle des aliments, comme l'a souligné une étude menée par l'ANSES (2011) sur les matériaux au contact des denrées alimentaires et leurs interactions potentielles.

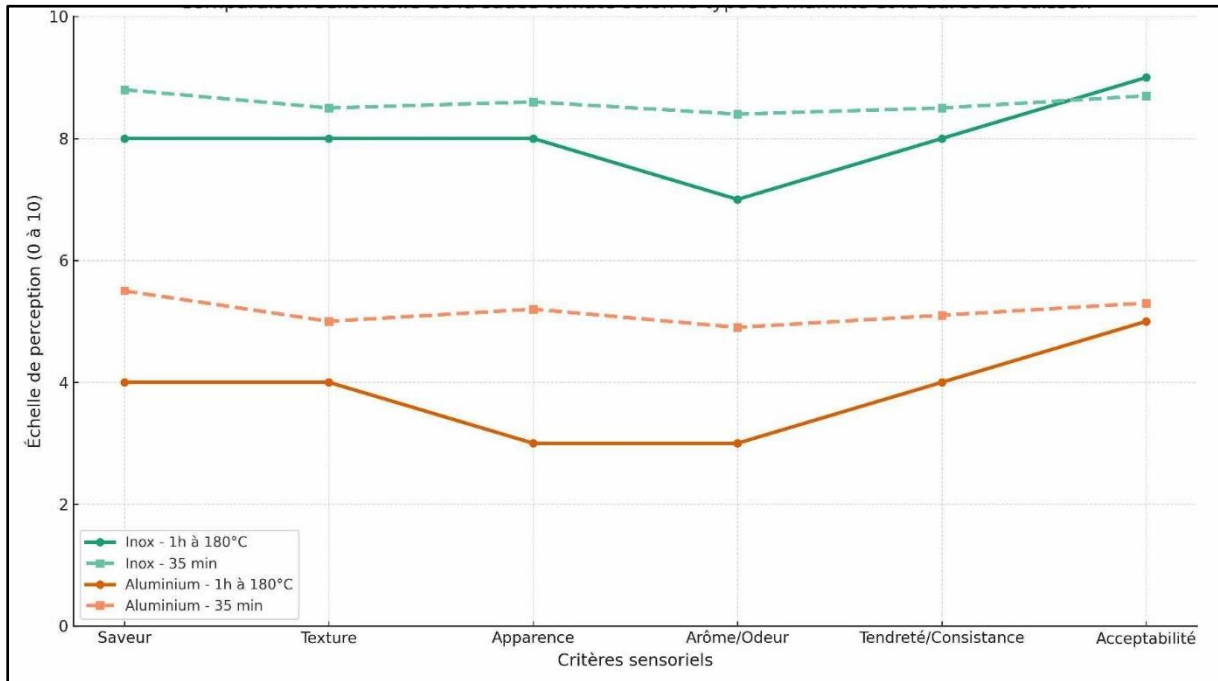


Figure 42: Comparaison sensorielle du riz cuit à 180° selon la durée et le type de marmite



1heure.



35 min.



1 heure.



35 min

Figure 43: la sauce tomate cuit dans Al. Figure 44: la sauce tomate cuit dans une marmite inox

➤ **La sauce tomate en cocotte (Aluminium et inoxydable) pendant une heure et pendant 35 minutes :**

Le graphique sensoriel illustre clairement les différences marquées et constantes dans la qualité de la sauce tomate cuite à 180 °C, aussi bien pendant 35 minutes que pendant une heure, en fonction du type de cocotte utilisé, notamment entre l'aluminium et l'inox. Dans les deux cas, les échantillons cuits dans des cocottes en inox ont démontré une qualité sensorielle nettement supérieure. Sur le plan gustatif, ces échantillons se distinguaient par des saveurs équilibrées, naturelles et agréables. Cette supériorité est attribuée à l'inertie chimique de l'acier inoxydable, qui empêche les interactions entre le matériau et les composés acides de la tomate, comme cela a été démontré par plusieurs études sur la migration des métaux (Fieluz et al., 2021 ; EFSA, 2008). En revanche, les sauces préparées dans des cocottes en aluminium présentaient souvent des goûts altérés, parfois décrits comme métalliques ou excessivement acides, ce qui suggère une migration d'ions d'aluminium résultant de la réaction entre le métal et l'acidité naturelle de la tomate, phénomène bien documenté par Huber et al. (2009) et Kawamura et al. (2018).

Concernant la texture, l'inox a permis d'obtenir une consistance homogène et bien structurée, alors que l'aluminium a généré des sauces à densité irrégulière, parfois granuleuses, traduisant une déstructuration partielle de la matrice alimentaire. D'un point de vue visuel, la sauce cuite dans l'inox a conservé une teinte rouge appétissante, tandis que celle cuite dans l'aluminium affichait une couleur plus terne, probablement due à l'oxydation des pigments naturels de la tomate comme le lycopène, sensible au contact avec des métaux réactifs (Sager et al., 2020). Sur le plan olfactif, les échantillons issus de la cuisson dans l'inox ont dégagé des arômes riches et attrayants, contrairement aux sauces en aluminium dont l'odeur était faible voire désagréable. En ce qui concerne la tendreté, la sauce en inox s'est révélée homogène au toucher, tandis que celle cuite dans l'aluminium présentait une texture plus irrégulière. Enfin, en matière d'acceptabilité globale un critère fondamental en analyse sensorielle la majorité des dégustateurs ont clairement préféré les sauces préparées dans l'inox, en raison de leur goût, leur aspect et leur arôme plus agréables.

Cette préférence marquée s'explique par les propriétés physico-chimiques de l'acier inoxydable, reconnu pour sa stabilité et son inertie, contrairement à l'aluminium, qui peut provoquer des altérations sensorielles notables lors de la cuisson d'aliments acides comme la tomate (Pereira et al., 2010 ; EFSA, 2008).

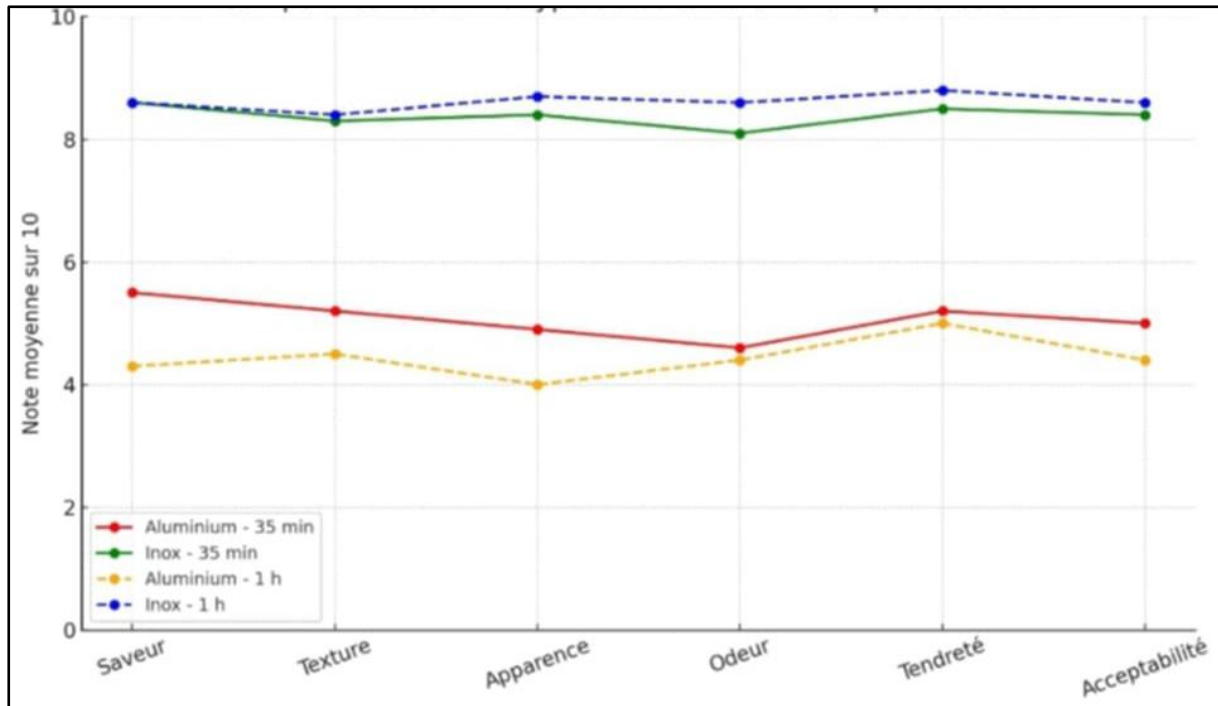


Figure 45: Comparaison sensorielle du riz cuit à 180° selon la durée et le type de Cocote



1 heure



35 min.



1 heure



35 min

Figure 46: la sauce tomate cuit dans une cocotte al.

Figure 47: la sauce tomate cuit dans une cocotte inox

# **CONCLUSION**

## CONCLUSION

---

Les résultats de cette étude confirment que la cuisson des aliments dans des ustensiles en aluminium, en particulier non anodisés, peut entraîner une migration significative de ce métal dans les aliments, surtout lorsque ceux-ci sont acides, salés ou cuits longtemps à haute température. Cette migration constitue une source non négligeable d'exposition alimentaire à l'aluminium, pouvant, dans certains cas, dépasser les seuils tolérables recommandés par les instances sanitaires comme l'EFSA.

Bien que l'aluminium soit faiblement absorbé par voie digestive, une exposition chronique à des doses élevées pourrait avoir des effets neurotoxiques ou contribuer à certaines pathologies, notamment chez les populations vulnérables telles que les enfants, les personnes âgées et les patients atteints d'insuffisance rénale. Ainsi, la maîtrise des conditions d'utilisation des ustensiles en aluminium s'avère essentielle pour réduire ce risque.

Dans la continuité de cette étude, plusieurs axes de recherche méritent d'être approfondis :

- Élargissement du champ expérimental : tester une plus grande diversité d'aliments et de conditions de cuisson (cuisson à la vapeur, friture, autocuiseur, etc.).
- Analyse comparative avec d'autres matériaux : comparer la migration de l'aluminium avec celle d'autres matériaux de cuisson comme la céramique, le téflon ou le cuivre.
- Évaluation à long terme de l'exposition cumulée : modéliser l'exposition alimentaire chronique à l'aluminium dans différents contextes alimentaires et socio-économiques.
- Campagnes de sensibilisation : développer des programmes d'éducation à la santé visant à informer les consommateurs sur les bonnes pratiques de cuisson et les alternatives plus sûres.
- Encourager la recherche sur les matériaux ou traitements de surface capables de limiter la migration de l'aluminium sans nuire à l'efficacité thermique des ustensiles.

En somme, cette étude constitue une contribution utile à la compréhension des risques liés à l'utilisation d'ustensiles en aluminium et ouvre la voie à des stratégies concrètes de prévention pour garantir une sécurité alimentaire optimale.

# Références Bibliographiques

## Références Bibliographiques

---

- 1..Fieluz, T., et al. (2021). Migration of metals from stainless steel, cast iron, and aluminum cookware during food preparation. *Journal of Food Composition and Analysis*, 97, 103760.
- 2..Sager, M., et al. (2020). Effect of cooking utensils on lycopene degradation in tomato-based dishes. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 100(2), 565–573.
3.  $\mu\text{g/l}$  = microgramme/litre, soit  $10^{-6}$  g/l.
- 4.14.Elmoussawi, S. N. (2018). Étude des paramètres influençant la migration de contaminants organiques et inorganiques de l'emballage métallique vers les denrées alimentaires consommées au Liban (Thèse de doctorat). Institut agronomique, vétérinaire et forestier de France. Consulté sur : <https://theses.fr/2018IAVF0030>
- 5.ACTIA (Association de Coordination Technique pour l'Industrie Agro-alimentaire), 2<sup>e</sup> édition revue et augmentée, 2014.
- 6.AFNOR. (2006). Analyse sensorielle Méthodologie Initiation aux tests sensoriels (Norme ISO 6658 :2005). Paris : Association Française de Normalisation.
- 7.AFSSA (2003). Aluminium et santé humaine : état des connaissances et évaluation des risques. Agence française de sécurité sanitaire des aliments.
- 8.AFSSA (Agence française de sécurité sanitaire des aliments). (2003). Avis relatif à l'évaluation des risques liés à l'exposition à l'aluminium par voie alimentaire.
- 9.AFSSA (Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments). (2008). Évaluation des risques liés à l'aluminium dans les matériaux au contact des aliments. Rapport technique, Paris : AFSSA.
- 10.Afssaps, Questions réponses sur les produits cosmétiques, octobre 2008.
- 11.Afsset, Pathologies, troubles neurologiques, janvier 2006.
- 12.Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail. (2015). Exposition à l'aluminium par l'alimentation. Consulté à l'adresse : <https://www.anses.fr/fr/content/exposition-aluminium-par-alimentation>
- 13.Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (ANSES). Évaluation des risques sanitaires liés à l'exposition de la population française à l'aluminium – Eaux/Aliments/Produits de santé. Rapport EAUX-Ra-Aluminium. Paris : ANSES ; novembre 2003. Disponible en ligne : <https://www.anses.fr/fr/content/evaluation-des-risques-sanitaires-lies-lexposition-de-la-population-francaise-laluminium>.
- 14.Alfrey (A.C.), Hegg (A.), Craswell (P.), "Metabolism and Toxicity of Aluminum in Renal Failure", in *The American Journal of Clinic Nutrition*, 1980.
- 15.Alfrey (A.C.), LeGendre (G.R.), Kaehny (W.D.), "The Dialysis Encephalopathy Syndrome. Possible Aluminum Intoxication", in *The New England Journal of Medicine*, 1976.

## Références Bibliographiques

---

16. Almeida, S. R. F. L., Santos, L. C., & Pereira, E. M. (2015). Influence of cooking materials on the sensory properties of food. *Food Research International*, 69, 253-261. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2015.01.040>
17. Aluminium Association (2019) Aluminum 101, Aluminium 101. Available at: <https://www.aluminum.org/aluminum-advantage/aluminum-101> (Accessed: 31 July 2019).
18. Annex to the EFSA Journal n° 754, "Safety of Aluminium from Dietary Intake", p. 5, 2008. Voir annexe 3.
19. ANSES. (2011). Évaluation des risques liés à l'exposition à l'aluminium. Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail. <https://www.anses.fr/fr/system/files/CHIM2009sa0408Ra.pdf>
20. ANSES. (2011). Évaluation des risques liés aux matériaux au contact des aliments. Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail. <https://www.anses.fr/fr/system/files/MCDA2009sa0157.pdf>
21. ANSES. (2012). Avis de l'ANSES relatif à l'évaluation des risques liés à l'exposition de la population à l'aluminium par voie alimentaire. [Rapport]. Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail. Disponible sur : <https://www.anses.fr/fr/system/files/MCDA2009sa0408.pdf>
22. ANSES. (2021). Avis de l'Anses relatif à une demande d'avis sur les risques sanitaires liés à l'exposition à l'aluminium. Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail. <https://www.anses.fr>
23. Arrêté du 27 août 1987 relatif aux matériaux et objets en aluminium ou en alliages d'aluminium au contact des denrées, produits et boissons alimentaires. Légifrance. Disponible sur : <https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/LEGITEXT000006057729/>
24. Association Santé Environnement France (ASEF). (2015). L'aluminium, ce métal qui nous empoisonne : La synthèse de l'ASEF. Consulté sur : <https://www.asef-asso.fr/production/laluminium-ce-metal-qui-nous-empoisonne-la-synthese-de-lasef/>
25. Association Santé Environnement France (ASEF). (2015). Ustensiles de cuisine : attention à l'aluminium ! [En ligne]. Disponible sur : <https://www.asef-asso.fr/sante-environnement/aluminium-et-ustensiles-de-cuisine/>
26. Bai, Y., Sun, Y., Zhang, Z., & Chen, Y. (2019). Influence of Cooking Methods and Surface Materials on the Browning and Flavor of Roasted Meats. *Journal of Food Engineering*, 263, 197–204. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2019.06.004>
27. Bailly, C., Brondeau, M. T., & Festy, B. (2017). Matériaux au contact des aliments : aspects toxicologiques et réglementaires. *Cahiers de Nutrition et de Diététique*, 52(6), 323–329.
28. Bardin, L. (2013). L'analyse de contenu (14<sup>e</sup> éd.). Presses Universitaires de France.

## Références Bibliographiques

---

29. Bertrand, D., Pierre, R., & Lemoine, S. (2019). Matériaux de cuisson et sécurité alimentaire. *Revue Française de Nutrition Humaine*, 35(2), 142-158.
30. BfR (2007). « Migration de l'aluminium dans les aliments à partir d'ustensiles de cuisson : risque sanitaire potentiel. » Institut Fédéral Allemand d'Évaluation des Risques. [Disponible sur : [https://www.bfr.bund.de/cm/343/aluminium\\_migration\\_et\\_risque.pdf](https://www.bfr.bund.de/cm/343/aluminium_migration_et_risque.pdf)]
31. Boisson, T., et al. (2021). L'aluminium est bien associé au développement de la maladie d'Alzheimer. Trust My Science. Consulté à l'adresse : <https://trustmyscience.com/aluminium-associe-developpement-maladie-alzheimer-familiale/>
32. Boudia, S. (2006). L'aluminium, un métal toxique ? Controverses scientifiques et expertise sanitaire (1950-2000). In : *Sciences et techniques en perspective*, Vol. 10, n°1, pp. 101-135.
33. Boudjellal A., El-Hadef El-Okki M., Al Mualad W.N.A., Allam O., Bader R., Bassi N., Benguedouar K., Benhamiche H., Benhamimid H., Boudaoud C., Boussekine R., Bouziane M., Kheroufi A., Ksier D., Makhlouf F.Z., Mansouri S., Mekaoussi I., Meradji M., Messiod Y., Moali M., Mouzai A., Sahli K., Sayah T.M., Agli A. 2022. Impact de l'aluminium sur la santé humaine *Algerian Journal of Nutrition and Food Sciences (AJNFS)* ISSN: 2773-4366
34. Boudjellal, A., Djellouli, H., & Kermiche, M. (2022). Impact de l'aluminium sur la santé humaine. *Algerian Journal of Nutrition and Food Sciences*, 2(1), 1–16.
35. Bourdeau, L. (2020). *Les métaux dans les matériaux au contact des aliments : Enjeux et perspectives*. Éditions Lavoisier.
36. Bousbia Aissam, Support de cours et de travaux pratiques – Analyse sensorielle de la matière alimentaire, Université 8 Mai 1945 Guelma, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Année universitaire 2023/2024, 45 heures, 3 crédits, 2024. Disponible en ligne : <http://dspace.univ-guelma.dz/jspui/handle/123456789/16011>
37. Choi, Y., Lee, S. M., & Kim, S. Y. (2022). Thermal Conductivity and Stability of Cookware Materials and Their Effect on Food Quality. *Food Control*, 135, 108822. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2021.108822>
38. Clary, E. G., Snyder, M., & Stukas, A. A. (1998). Volunteer motivations : Findings from a national survey. *Nonprofit and Voluntary Sector Quarterly*, 27(4), 485–505.
39. Collectif, “Subacute Fatal Aluminum Encephalopathy after Reconstructive Otoneurosurgery: a Case Report”, octobre 2001, p. 1136-1140, cité dans Lauwerys (Robert R.), Haufroid (Vincent), Hoet (Perrine), Lison (Dominique), *Toxicologie industrielle et intoxications professionnelles*, Éd. Masson, 2007.
40. Coulangeon, P. (2015). Les jeunes adultes et la consommation domestique à l'ère numérique : entre autonomie et tradition familiale. *Revue Française de Sociologie*, 56(3), 439-467. <https://doi.org/10.3917/rfs.563.0439>

## Références Bibliographiques

---

41. Darbre (Philippa D.), "Underarm Antiperspirants/Deodorants and Breast Cancer", in *Breast Cancer Research*, 2009, 11(Suppl 3), p. S5, disponible en anglais sur [www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2797685/pdf/bcr2424.pdf](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2797685/pdf/bcr2424.pdf).
42. Delarue, J., Lawlor, B., & Rogeaux, M. (2014). *Rapid Sensory Profiling Techniques : Applications in New Product Development and Consumer Research*. Éditions Elsevier.
43. Devine, C. M., Farrell, T. J., & Hartman, R. (2003). Sisters in health : experiential program emphasizing social interaction increases fruit and vegetable intake among low-income adults. *Journal of Nutrition Education and Behavior*, 35(4), 236-242. [https://doi.org/10.1016/S1499-4046\(06\)60349-8](https://doi.org/10.1016/S1499-4046(06)60349-8)
44. Disponible sur Persée : [https://www.persee.fr/doc/piste\\_1760-9597\\_2006\\_num\\_10\\_1\\_1120](https://www.persee.fr/doc/piste_1760-9597_2006_num_10_1_1120)
45. Dupont, M. (2021). Usage des matériaux de cuisson et inégalités économiques : une étude comparative entre pays du Nord et du Sud. *Revue Francophone de Nutrition et Santé Publique*, 28(3), 175–189.
46. EFSA (2008). Safety of aluminium from dietary intake. *EFSA Journal*, 754, 1–34.
47. EFSA (2008a). Scientific opinion of the panel on food additives on the safety of aluminium in food. *EFSA Journal*, 754, 1–34.
48. EFSA (2008b). « Avis scientifique du groupe scientifique sur les contaminants dans la chaîne alimentaire concernant l'aluminium dans les aliments. » Autorité européenne de sécurité des aliments. [Disponible sur : <https://www.efsa.europa.eu/fr/efsajournal/pub/754>]
49. EFSA (European Food Safety Authority). (2008). « Safety of aluminium from dietary intake. » *EFSA Journal*, 754, 1–34. <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2903/j.efsa.2008.754>
50. EFSA (European Food Safety Authority). (2008). Safety of aluminium from dietary intake. *EFSA Journal*, 754, 1–34.
51. EFSA (European Food Safety Authority). (2011). Scientific Opinion on the risks to public health related to the presence of aluminium in food and the diet. *EFSA Journal*, 9(5), 2158. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2011.2158>
52. EFSA (European Food Safety Authority). (2021). Safety assessment of aluminium exposure through food contact materials. *EFSA Journal*, 19(7), 6664.
53. EFSA, Sécurité de l'aluminium de source alimentaire. Avis du groupe scientifique sur les additifs alimentaires, les arômes, les auxiliaires technologiques et les matériaux en contact avec les aliments (AFC), Questions n° EFSA-Q-2006-168 et n° EFSA-Q-2008-254.
54. EFSA, Sécurité de l'aluminium de source alimentaire. Avis du groupe scientifique sur les additifs alimentaires, les arômes, les auxiliaires technologiques et les matériaux en contact avec les aliments (AFC), Question n° EFSA-Q-2006-168, EFSA-Q-2008-254. Adopté : 22 mai 2008.

## Références Bibliographiques

---

- 55.EFSA. (2008). Scientific Opinion of the Panel on Food Additives, Flavourings, Processing Aids and Materials in Contact with Food (AFC) on Safety of aluminium from dietary intake. EFSA Journal, 754, 1-34. Disponible sur : <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2903/j.efsa.2008.754>
- 56.En 2006, la valeur antérieure de 7 mg/kg de poids corporel par semaine a été abaissée à 1 mg/kg de poids corporel par semaine, soit une dose sept fois inférieure à l'ancienne !
- 57.European Aluminium (2019d) European Aluminium website. Available at: <https://www.european-aluminium.eu/> (Accessed: 12 July 2019).
- 58.Exley (C.), Charles (L.M.), Barr (L.), Martin (C.), Polwart (A.), Darbre (P.D.), “Aluminium in Human Breast Tissue”, in Journal of Inorganic Biochemistry, 101(9), septembre 2007, p. 1344-1346. Epub 12 juin 2007.
- 59.Fiche d'allergologie-pneumologie professionnelle, documents pour le médecin du travail, n° 46, 1991, réimpression 2006.
- 60.France Assos Santé. (2015). Aluminium dans les ustensiles de cuisine : quels risques ? [En ligne]. Disponible sur : <https://www.france-assos-sante.org/actualite/aluminium-dans-les-ustensiles-de-cuisine-quels-risques/>
- 61.France Assos Santé. (2015). Ustensiles et contenants alimentaires : faut-il craindre la migration des produits toxiques dans notre nourriture ? Consulté à l'adresse : <https://www.france-assos-sante.org/2015/04/07/ustensiles-et-contenants-alimentaires-faut-il-craindre-la-migration-des-produits-toxiques-dans-notre-nourriture/>
- 62.Garcia, E. A., Martinho, G., & Ribeiro, M. (2015). Effect of stainless steel cookware on food texture and moisture retention. Food Control, 50, 20-27.
- 63.Gouvernement du Canada. (2008). Caractérisation de l'exposition – Migration de l'aluminium provenant de matériaux en contact avec les aliments. Environnement et Changement climatique Canada. Consulté sur : <https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/registre-environnemental-loi-canadienne-protection/historique/listes-substances/ebauche-rapport-evaluation-liste-substances-interet-prioritaire-sels-aluminium/caracterisation-exposition.html>
- 64.Grandjean, P., & Landrigan, P. J. (2014). Neurobehavioural effects of developmental toxicity. The Lancet Neurology, 13(3), 330–338.
- 65.Greger, J.L. (1993). Aluminum metabolism. *Annual Review of Nutrition*, 13, 43–63.
- 66.Groh, K. J., Backhaus, T., Carney-Almroth, B., Geueke, B., Inostroza, P. A., Lennquist, A., Leslie, H. A., Maffini, M., Slunge, D., Trasande, L., Warhurst, A. M., & Muncke, J. (2024). Impacts des substances chimiques issues des matériaux en contact avec les aliments sur la santé humaine. Journal of Exposure Science & Environmental Epidemiology, 34, 210–224. <https://doi.org/10.1038/s41370-024-00542-3>

## Références Bibliographiques

---

67. Guillard (O.), Fauconneau (B.), Olichon (D.), Dedieu (G.), Deloncle (R.), “Hyperaluminemia in a Woman Using an Aluminum-Containing Antiperspirant for 4 Years”, in *The American Journal of Medicine*, 117(12), 2004, p. 956-959.
68. Hill, V. and Sehnke, E. (2006) *Bauxite, Industrial minerals & rocks: commodities, markets, and uses*. Edited by S. T. Kogel, J.E., Trivedi, N.C., Barker, J.M. and Krukowski. Colorado, USA: Society for Mining, Metallurgy and Exploration Inc. doi: 10.5860/choice.44-1280.
69. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2020.103760>
70. Huber, L., et al. (2009). Migration of aluminum from cookware to food : influence of cooking conditions. *Journal of Food Science*, 74(3), T74–T78.
71. Huber, S., et al. (2020). « Release of aluminium into food from uncoated aluminium food contact materials. » *Food Additives & Contaminants : Part A*, 37(9), 1537–1547. <https://doi.org/10.1080/19440049.2020.1773783>
72. Hydro (2019) About aluminium. Available at: <https://www.hydro.com/en> (Accessed: 31 July 2019).
73. IAI (2009) ‘Global Aluminium Recycling: A Cornerstone of Sustainable Development’. International Aluminium Institute. Available at: [www.world-aluminium.org](http://www.world-aluminium.org).
74. Idem, EFSA-Q-2008-254. Adopté : 22 mai 2008.
75. Il faut savoir que la pierre d’alun, vantée pour ces vertus naturelles, est du sulfate double d’aluminium et de potassium, bien que cette information ne soit pas mise en avant dans le commerce...
76. Il s’agit de « travaux de fabrication de l’aluminium dans les ateliers d’électrolyse selon le procédé à anode continue (procédé Söderberg), impliquant l’emploi et la manipulation habituels ou exposant habituellement à l’inhalation des émissions des produits précités ». Si ce procédé est aujourd’hui abandonné en France, la prise en charge est toujours effective.
77. INC (2020). L’aluminium dans la cuisine : quels risques ? 60 Millions de Consommateurs, n° 560. <https://www.60millions-mag.com/2020/06/22/les-risques-de-laluminium-dans-la-cuisine-17433>
78. INERIS. (2019). Aluminium et ustensiles de cuisine : Évaluation des risques liés à la migration dans les aliments. Institut National de l’Environnement Industriel et des Risques. Consulté sur : <https://www.ineris.fr/>
79. INRS (Institut National de Recherche et de Sécurité). (2021). Hygiène en restauration collective : recommandations pour l’entretien du matériel de cuisine. Paris : INRS.
80. INRS (Institut national de recherche et de sécurité). (2023). Fiche toxicologique n°111 : Aluminium et ses composés. <https://www.inrs.fr>
81. Inserm, Afsset, Cancer et environnement, p. 102. Disponible sur <http://www.inserm.fr/index.php/thematiques/cancer/dossiers/cancers-et-environnement>.
82. Inserm, Agence française de sécurité sanitaire de l’environnement et du travail (Afsset), Cancer et environnement, Voir : <http://www.inserm.fr/index.php/thematiques/cancer/dossiers/cancers-et-environnement>.

## Références Bibliographiques

---

83. INSP (2020). Enquête nationale sur les habitudes alimentaires et la sécurité des ustensiles de cuisson en Algérie. Institut National de Santé Publique.
84. INSPQ (2014). Migration de métaux dans les aliments : revue des risques associés aux matériaux de cuisson. Institut National de Santé Publique du Québec.
85. Institut national du Cancer, Risques de cancers et perturbateurs endocriniens, fiche repères juillet 2009.
86. InVS, Aluminium : quels risques pour la santé ?, 2003, voir : [http://www.invs.sante.fr/publications/2003/aluminium\\_2003/rapport\\_alu.pdf](http://www.invs.sante.fr/publications/2003/aluminium_2003/rapport_alu.pdf).
87. ISO. (2016). Analyse sensorielle Vocabulaire (ISO 5492 :2008). Genève : Organisation internationale de normalisation.
88. ISO. (2016). Analyse sensorielle Méthodologie Directives générales pour l'établissement d'un profil sensoriel (ISO 13299 :2016). Genève : Organisation internationale de normalisation.
89. ISO. (2017). Analyse sensorielle Méthodologie Lignes directrices générales (ISO 6658 :2017). Genève : Organisation internationale de normalisation.
90. Jaffe, J.A. et al.: Frequency of Elevated Serum Aluminium Levels in Adult Dialysis Patients. *Am. J Kidney Dis*, 46:316-3
91. Juliano, B. O. (1994). *Rice Chemistry and Technology* (2<sup>nd</sup> ed.). American Association of Cereal Chemists.
92. Karbouj, R. (2008). Transfert d'aluminium : cas des matériaux pour contact alimentaire (Thèse de doctorat). Université Grenoble Alpes. Consulté sur : <https://theses.hal.science/tel-00294273>
93. Karbouj, R. (2008). Transfert d'aluminium : cas des matériaux pour contact alimentaire (Thèse de doctorat, Institut National Polytechnique de Grenoble). Disponible sur : <https://theses.fr/2008INPG0045>
94. Karbouj, R. (2008). Transfert d'aluminium : cas des matériaux pour contact alimentaire (Thèse de doctorat, Institut National Polytechnique de Grenoble). Disponible sur : <https://theses.fr/2008INPG0045>
95. Karbouj, R. (2008). Transfert d'aluminium : cas des matériaux pour contact alimentaire. Thèse de doctorat en Génie des procédés, Grenoble INPG.
96. Kaur, R., Singh, A., & Arora, A. (2021). Aluminum leaching from cookware and its effects on food quality. *Journal of Food Science and Technology*, 58(4), 1357–1365.
97. Kawamura, Y., et al. (2018). Metal migration from cooking utensils into acidic foods and its impact on food safety. *Food Additives & Contaminants*, 35(5), 923–932.

## Références Bibliographiques

---

- 98.Kebede, A., & Woldetsadik, D. (2018). Assessment of aluminum leaching from cookware and its associated health risks in Ethiopia. *Environmental Health and Preventive Medicine*, 23(1), 1-8. <https://doi.org/10.1186/s12199-018-0706-6>
- 99.Kose, A., Kocatepe, D., & Yildiz, A. (2020). Moisture Retention and Tenderness of Meat Cooked in Different Cookware. *Journal of Food Processing and Preservation*, 44(8), e14531. <https://doi.org/10.1111/jfpp.14531>
- 100.Krewski, D., Yokel, R.A., Nieboer, E., et al. (2007). Human health risk assessment for aluminium, aluminium oxide, and aluminium hydroxide. *Journal of Toxicology and Environmental Health, Part B: Critical Reviews*, 10(S1), 1–269.
- 101.L'Agence française de sécurité sanitaire des aliments (Afssa), l'Agence française de sécurité sanitaire des produits de santé (Afssaps), l'Institut national de veille sanitaire (InVS), « Aluminium : quels risques pour la santé », 2003, disponible sur le site de l'InVS.
- 102.L'OMS recommande une application de 35 ml du produit afin d'atteindre le seuil de protection recommandé.
- 103.Laguerre, O., Derens, E., & Palagos, B. (2021). Influence des matériaux de cuisson sur la qualité thermique des aliments. *Journal Français de Thermique*, 45(2), 105–118.
- 104.Le Monde. (2024). En cuisine, l'inox reprend-il du service ? [https://www.lemonde.fr/m-styles/article/2024/04/01/en-cuisine-l-inox-reprend-il-du-service\\_6225444\\_4497319.html](https://www.lemonde.fr/m-styles/article/2024/04/01/en-cuisine-l-inox-reprend-il-du-service_6225444_4497319.html)
- 105.Leclercq, C., Arcella, D., Piccinelli, R., Sette, S., & Le Donne, C. (2002). Food consumption survey in the European Union. *Food Control*, 13(2), 83–92.
- 106.Li, H., Zhang, J., & Wu, F. (2020). Impact of cooking materials on the retention of natural flavors and nutrients in meat. *Journal of Food Science and Technology*, 57(4), 1303-1312.
- 107.Majou, D., et al. (2014). Évaluation sensorielle : guide de bonnes pratiques.
- 108.Maleysson (Fabienne), « Déodorants : l'aluminium, matière à soupçons », in *Que Choisir*, mai 2007.
- 109.Meilgaard, M., Civille, G. V., & Carr, B. T. (2007). *Analyse sensorielle des aliments. Techniques d'analyse et interprétation des résultats*. Éditions Lavoisier.
- 110.Ministère de l'Économie, des Finances et de la Souveraineté industrielle et numérique. (2021). Les matériaux au contact des denrées alimentaires. Direction générale de la concurrence, de la consommation et de la répression des fraudes (DGCCRF). Consulté sur : <https://www.economie.gouv.fr/dgccrf/laction-de-la-dgccrf/les-enquetes/les-materiaux-au-contact-des-denrees-alimentaires>
- 111.Mohamadi, F. Z. (2012). Toxicité de l'aluminium : Cas du matériau en contact des aliments (Mémoire de Master, Université Mohamed El Bachir El Ibrahimi, Bordj Bou Arreridj). Disponible sur : <https://dspace.univ-bba.dz/handle/123456789/4757>

## Références Bibliographiques

---

112. Mohamadi, F. Z. (2012). Toxicité de l'aluminium : cas du matériau en contact des aliments. Mémoire de Master, Université Mohamed El Bachir El Ibrahimi de Bordj Bou Arréridj.
113. Mohd Nor, N., et al. (2022). Metal leaching from cookware : Impact on food safety and health risk assessment. *Food Chemistry : Toxicology & Risk Analysis*, 389, 133074.
114. Montagne, S., Dupuis, L., & Huot, A. (2020). Comportements alimentaires et perception des risques chimiques. *Cahiers de Nutrition et de Diététique*, 55(3), 151–159.
115. Moreira, R. G., Cardoso, R. R., & Costa, D. M. (2018). The interaction of aluminum cookware with food and its impact on sensory properties. *Food Research International*, 108, 355-361.
116. NF V09-500 (2012). Analyse sensorielle Méthodologie Directives générales pour la réalisation d'épreuves hédoniques effectuées avec des consommateurs dans un espace contrôlé. AFNOR, 1 décembre 2012. ISBN 555-2-12-000580-9
117. Nicholson (S.), Exley (C.), "Aluminum: a Potential Pro-Oxidant in Sunscreens/Sunblocks?", in *Free Radical Biology and Medicine*, 15 octobre 2007, 43(8) et « Remise en question de l'utilisation de l'aluminium dans les écrans solaires et les écrans totaux », in *The Medical News*, 13 août 2007.
118. Nordberg, G., Fowler, B. A., & Nordberg, M. (2007). *Handbook on the Toxicology of Metals* (3rd ed.). Academic Press.
119. OMS (2007). Évaluation de certains additifs alimentaires et contaminants. Trente-septième rapport du Comité mixte FAO/OMS d'experts. <https://inchem.org/documents/jecfa/jecmono/v24je05.htm>
120. Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture.
121. Pariseau, N. (2016). Les matériaux de cuisson et leur impact sur la qualité sensorielle des aliments. *Revue de la sécurité alimentaire*, 8(2), 45–52.
122. Parkinson (I.S.), Ward (M.K.), Feest (T.G.), Fawcett (R.W.P.), Kerr (D.N.S.), "Fracturing Dialysis Osteodystrophy and Dialysis Encephalopathy", in *Lancet*, 1979, p. 406-409.
123. Pereira, R., et al. (2010). Aluminium release from utensils during food preparation. *International Journal of Food Science and Technology*, 45(6), 1231–1237.
124. Rahman, M. S., & Al-Farsi, S. A. (2018). Chemical Migration from Cookware to Food and Its Implications on Human Health. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 58(15), 2443–2455. <https://doi.org/10.1080/10408398.2017.1313467>
125. Ramanathan, A., & Rajendran, S. (2020). Impact of aluminum cookware on food safety : Awareness and practices among consumers in various countries. *Journal of Food Safety*, 43(6), e12889. <https://doi.org/10.1111/jfs.12889>
126. Reference

## Références Bibliographiques

---

127. Rolland-Cachera, M. F., Castetbon, K., Czernichow, S., & Hercberg, S. (2018). Éducation nutritionnelle : comprendre les comportements alimentaires pour mieux les modifier. *Cahiers de Nutrition et de Diététique*, 53(1), 36–42. <https://doi.org/10.1016/j.cnd.2017.11.001>
128. Saha, T. K., et al. (2011). "Curcumin as a spectrophotometric reagent for the determination of trace aluminium in real, environmental, and biological samples." *International Journal of Environmental Analytical Chemistry*, 91(7), 656–665. DOI:10.1080/03067310903478019
129. Saiyed, S. M., & Yokel, R. A. (2005). « Aluminium content of some foods and food products in the USA, with aluminium food additives. » *Food Additives and Contaminants*, 22(3), 234–244. [Traduction française consultée dans les bases de données universitaires]
130. Saiyed, S.M., & Yokel, R.A. (2005). Aluminium content of some foods and food products in the USA, with aluminium food additives. *Food Additives and Contaminants*, 22(3), 234–244.
131. Sánchez-Rodríguez, D. R., et al. (2019). Effect of cooking utensils on the migration of metals into food. *Food Chemistry*, 285, 290–297.
132. Santiago-Silva, P., et al. (2014). « Chemical migration from metal packaging into food : a review. » *Food Additives & Contaminants : Part A*, 31(3), 438–448. <https://doi.org/10.1080/19440049.2013.879469>
133. Sawadogo, A., Ouedraogo, M., Traore, A., & Bonzi-Coulibaly, Y. (2015). Caractérisations chimiques des ustensiles de cuisine artisanale en aluminium fabriqués au Burkina Faso : cas de Ouagadougou. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 9(4), 1890–1901. <https://www.ajol.info/index.php/ijbcs/article/view/120528>
134. Sawadogo, J. (2014). Caractérisations chimiques des ustensiles de cuisine artisanale en aluminium fabriqués au Burkina Faso : cas de Ouagadougou. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 8(6), 2813–2827.
135. Schaefer, A., & Buettner, A. (2013). Material properties of cookware and their influence on food quality. *Food Research International*, 52(1), 429–436.
136. Sénat français. (2024). Proposition de loi visant à restreindre l'usage des PFAS (substances per- et polyfluoroalkylées). Dossier législatif n° 865. Consulté sur : <https://www.senat.fr/dossier-legislatif/pp123-865.html>
137. Short (A.I.K.), Winney (R.J.), Robson (J.S.), "Reversible Microcytic Hypochromic Anaemia in Dialysis Patients Due to Aluminum Intoxication", in *Proceedings of the European Dialysis and Transplant Association*, 1980, p. 233–236.

## Références Bibliographiques

---

138. Singh, J., Patel, S., & Tiwari, M. (2017). Effect of cooking materials on the visual appeal and texture of meat. *Journal of Culinary Science & Technology*, 15(2), 105-112.
139. Soula, A., Lepiller, O., & Bricas, N. (2022). Genre et alimentation à l'épreuve de la vie urbaine en Afrique, Amérique Latine et Asie. *Anthropology of Food*, (S17). <https://doi.org/10.4000/aof.13740>
140. Sources : Aluminium-Containing Food Additives (other than Colours and Sweeteners) authorised for use in the European Union, Directive 95/2/EC modified et DGCCRF.
141. Spofforth (J.), "Case of Aluminium Poisoning", in *Lancet*, 1921.
142. Stahl, T., Falk, S., & Fiedler, D. (2011). Migration of aluminum from food contact materials to food – a health risk for consumers ?. *Environmental Sciences Europe*, 23(1), 1–11.
143. Sun, W., Zhou, L., & Pan, Z. (2020). Impact of Cooking Surface on Flavor Compound Preservation in Meat Products. *Food Chemistry*, 328, 127109. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.127109>
144. Turhan, S., et al. (2006). Aluminium migration from cookware to food during cooking. *Food Additives & Contaminants*, 23(2), 212–218.
145. Turhan, S., et al. (2006). Aluminum content of foods and leaching from cookware. *Food Chemistry*, 95(4), 681–685.
146. Wardle, J., Haase, A. M., Steptoe, A., Nillapun, M., Jonwutiwes, K., & Bellisle, F. (2004). Gender differences in food choice : The contribution of health beliefs and dieting. *Annals of Behavioral Medicine*, 27(2), 107–116. [https://doi.org/10.1207/s15324796abm2702\\_5](https://doi.org/10.1207/s15324796abm2702_5)
147. WHO (2011). Safety evaluation of certain food additives and contaminants : Aluminium. WHO Food Additives Series 64.
148. WHO (World Health Organization). (1997). Environmental Health Criteria 194 : Aluminium. Geneva : World Health Organization.
149. Willhite, C. C., et al. (2014). « Systematic review of potential health risks posed by pharmaceutical, occupational, and consumer exposures to metallic aluminium. » *Critical Reviews in Toxicology*, 44(sup1), 1–80. <https://doi.org/10.3109/10408444.2013.852380>
150. Zerouala, A. (2020). Pratiques alimentaires et transmission intergénérationnelle dans les ménages maghrébins : entre tradition et adaptation. *Cahiers de la Méditerranée*, 101(2), 137-152. <https://doi.org/10.4000/cdlm.12912>
151. Zhou, L., Li, D., & Hu, W. (2021). Interaction between Metals and Food Components during Cooking : A Review. *Trends in Food Science & Technology*, 113, 105–116. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.04.005>
152. Zhou, W., Xu, Y., & Zhang, S. (2019). Effect of cooking materials on the aroma release during meat cooking. *Food Quality and Preference*, 75, 134-141.

## Références Bibliographiques

---

153.Zoni, S., Bonetti, G., & Lucchini, R. (2020). Aluminium exposure and health effects : A review of epidemiological evidence. *Environmental Research*, 184, 109278.

## **Les Annexes**

**La fiche d'enquête**

À l'aide d'un questionnaire détaillé, une étude a été réalisée sur l'utilisation des ustensiles en aluminium. Les réponses ont permis de déterminer les types d'ustensiles les plus utilisés, les effets potentiels de l'aluminium sur la santé, les facteurs contribuant à la migration de l'aluminium vers les aliments et les précautions à prendre pour limiter l'exposition à l'aluminium.

**Informations générales**

Nom et prénom : .....

Âge : .....

Sexe :  Masculin  Féminin

Niveau d'études :  Primaire  Secondaire  Universitaire  Autre : .....

Profession : .....

Lieu de résidence :  Urbain  Rural

Date de l'enquête : .....

**II. Habitudes de cuisson**

1. Quels types d'ustensiles de cuisine utilisez-vous le plus souvent ?

Aluminium

Acier inoxydable

Fonte

Céramique

Verre

Cuivre

Autres : .....

2. À quelle fréquence utilisez-vous des ustensiles en aluminium ?

- Tous les jours
- Plusieurs fois par semaine
- Une fois par semaine
- Rarement
- Jamais

3. Pourquoi utilisez-vous des ustensiles en aluminium ?

- Moins chers
- Faciles à trouver
- Légers et pratiques
- Chauffent rapidement
- Tradition familiale
- Autres : .....

4. Quels types de plats cuisinez-vous généralement dans des ustensiles en aluminium ?

- Plats acides (sauce tomate, citron, vinaigre, etc.)
- Plats neutres (riz, pâtes, légumes, etc.)
- Plats frits (viande, poisson, etc.)
- Soupes et bouillons
- Autres : .....

### III. Connaissances et perceptions

5. Avez-vous déjà entendu parler des risques liés à l'utilisation des ustensiles en aluminium ?

Oui

Non

6. Selon vous, quels peuvent être les effets de l'aluminium sur la santé ?

Aucun danger

Risque d'intoxication alimentaire

Risque de maladies neurologiques (ex : Alzheimer)

Troubles digestifs

Autres : .....

7. D'après vous, quels facteurs favorisent la migration de l'aluminium dans les aliments ?

Aliments acides

Temps de cuisson long

Température élevée

Usure et rayures sur les ustensiles

Je ne sais pas

### IV. Pratiques et prévention

8. Avez-vous déjà essayé de remplacer les ustensiles en aluminium par d'autres matériaux ?

Oui

Non

9. Si oui, pourquoi ?

- Pour des raisons de santé
- Pour une meilleure qualité de cuisson
- Par influence extérieure (amis, médias, médecins)
- Autres : .....

10. Quelles précautions prenez-vous pour limiter l'exposition à l'aluminium ?

- Éviter de cuisiner des aliments acides dans des ustensiles en aluminium
- Ne pas utiliser d'ustensiles en aluminium rayés ou usés
- Utiliser des revêtements protecteurs (ex : huile, papier cuisson)
- Laver soigneusement avant utilisation
- Aucune précaution particulière

**V. Avis et suggestions**

11. Souhaitez-vous recevoir plus d'informations sur les effets de l'aluminium sur la santé ?

- Oui
- Non

12. Avez-vous des recommandations ou des remarques concernant l'utilisation des ustensiles en aluminium ?

.....  
.....

13. Hygiène et entretien des ustensiles

1. Comment nettoyez-vous vos ustensiles en aluminium (savon classique, produits spécifiques, éponge métallique, etc.) ?
2. Avez-vous remarqué des signes d'usure (rayures, changement de couleur, déformation) ?

3. Effectuez-vous un entretien spécifique pour prolonger la durée de vie de vos ustensiles ?

4. Conservez-vous ces ustensiles dans des conditions spécifiques pour éviter leur détérioration ?

14. Questions sur les propriétés

1. Quels sont les avantages de l'aluminium en tant que matériau de cuisson ?

L'aluminium est léger et offre une excellente conductivité thermique, ce qui le rend idéal pour une cuisson rapide et uniforme.

2. Les ustensiles en aluminium réagissent-ils avec les aliments acides ?

Oui, l'aluminium non revêtu peut réagir avec les aliments acides, ce qui peut affecter le goût des plats.

15. Questions sur la santé :

1. La cuisson dans des ustensiles en aluminium est-elle sûre ?

Il y a un débat sur la sécurité de la cuisson dans des ustensiles en aluminium, certaines études suggérant qu'une exposition excessive à l'aluminium pourrait avoir des effets néfastes sur la santé.

2. Quelles sont les recommandations pour réduire les risques sanitaires lors de l'utilisation de l'aluminium ?

Il est conseillé d'utiliser des ustensiles revêtus ou anodisés pour réduire l'interaction avec les aliments, en particulier ceux qui sont acides.

16. Questions sur l'utilisation :

1. Quelle est l'épaisseur optimale du papier aluminium pour un usage quotidien ?

Il est recommandé d'utiliser du papier d'une épaisseur comprise entre 14 et 18 microns pour une variété d'applications culinaires.

2. Comment améliorer les résultats de cuisson avec de l'aluminium ?

Le papier aluminium peut être utilisé pour améliorer la distribution de la chaleur et éviter les brûlures, ce qui conduit à des résultats de cuisson uniformes et savoureux.

### 17. Questions sur les effets environnementaux :

1. Quels sont les impacts environnementaux de l'utilisation de l'aluminium dans la fabrication d'ustensiles de cuisson ?
2. Comment l'extraction de l'aluminium affecte-t-elle l'environnement ? Quelles sont les efforts déployés pour réduire ces impacts ?
3. Les ustensiles de cuisson en aluminium peuvent-ils être recyclés ?
4. Quelles sont les procédures suivies pour le recyclage de l'aluminium, et quel est le taux de recyclage par rapport à d'autres matériaux ?

### 18. Questions sur l'utilisation quotidienne :

1. Quelles sont les meilleures méthodes pour nettoyer les ustensiles de cuisson en aluminium ?
2. Existe-t-il des matériaux ou des méthodes de nettoyage à éviter pour préserver la qualité des ustensiles ?
3. Quelle est la durée de vie des ustensiles de cuisson en aluminium ?
4. Comment déterminer quand il faut remplacer ces ustensiles ?
5. Les ustensiles en aluminium peuvent-ils être utilisés au four ou au micro-ondes ?
6. Quelles sont les restrictions ou précautions à prendre lors de l'utilisation de l'aluminium dans ces appareils ?

### 19. Questions sur l'utilisation saine :

1. Quel est l'impact de la cuisson dans des ustensiles en aluminium sur la valeur nutritionnelle des aliments ?
2. Existe-t-il des études indiquant une perte de nutriments due à l'utilisation de l'aluminium ?
3. Comment les personnes allergiques à l'aluminium peuvent-elles gérer la cuisson ?
4. Quelles alternatives sont disponibles pour elles ?

### 20. Questions sur l'utilisation culturelle :

1. Comment varient les usages de l'aluminium dans différentes cultures ?

2.Existe-t-il des traditions spécifiques liées à l'utilisation d'ustensiles en aluminium dans certaines cultures ?

3.Quelle est l'histoire de l'utilisation de l'aluminium dans les ustensiles de cuisson ?

4.Comment l'industrie des ustensiles en aluminium a-t-elle évolué au fil du temps ?

21. Questions sur les effets sur la santé :

1.Quelle est la quantité quotidienne recommandée d'aluminium qu'une personne peut consommer sans risques pour la santé ?

2.Quels sont les effets d'une consommation excessive sur la santé humaine ?

3.Existe-t-il des études établissant un lien entre l'utilisation d'ustensiles en aluminium et une augmentation du risque de certaines maladies, comme Alzheimer ou l'insuffisance rénale ?

4.Quelles sont les conclusions principales de ces études ?

5.Comment les personnes souffrant de certaines conditions de santé, comme l'insuffisance rénale ou une allergie à l'aluminium, peuvent-elles gérer l'utilisation des ustensiles de cuisson ?

22. Questions sur l'utilisation et l'application :

1.Quelles sont les meilleures pratiques pour utiliser des ustensiles en aluminium lors de la cuisson afin d'assurer la sécurité sanitaire ?

2.Existe-t-il des techniques spécifiques à suivre pour réduire l'interaction avec les aliments ?

3.Quels types d'aliments devraient être évités lors de la cuisson dans des ustensiles en aluminium ?

4.Pourquoi ces aliments sont-ils considérés comme inappropriés pour une utilisation avec l'aluminium ?

5.Comment le stockage des aliments dans des ustensiles en aluminium affecte-t-il leur qualité et leur sécurité ?

6.Quelles sont les meilleures alternatives pour le stockage des aliments ?

23. Questions sur la comparaison avec d'autres matériaux :

## Annexe

---

1. Comment les performances des ustensiles en aluminium se comparent-elles à celles des ustensiles en acier inoxydable ou en cuivre lors de la cuisson ?

2. Quels sont les avantages et les inconvénients de chaque type de matériau ?

3. Y a-t-il une différence dans le coût d'entretien des ustensiles en aluminium par rapport à d'autres matériaux ?

4. Comment cela influence-t-il le choix des consommateurs en matière d'ustensiles de cuisson ?

24. Questions sur les innovations et les développements :

1. Quelles sont les évolutions récentes dans la fabrication d'ustensiles de cuisson en aluminium ?

2. Existe-t-il de nouvelles technologies qui réduisent les risques sanitaires liés à l'aluminium ?

3. Comment les consommateurs peuvent-ils reconnaître la qualité des ustensiles de cuisson en aluminium lors de leur achat ?

4. Quelles marques ou spécifications devraient-ils rechercher ?

## Annexe

### Annexe

➤ **Plat de Riz** : En 1 heure et 180 degrés :

Marmite		Saveur (goût)	Texture (Au toucher/bouche)	Apparence (visuelle)	Odeur (arôme)	Tendreté / Dureté	Acceptabilité globale
01	Al	Goût métallique léger	Un peu collant	Blanc légèrement terne, sans brillance.	Odeur neutre	Moyennement tendre	Moyennement acceptable
	Inox	Goût naturel bien conservé	Lisse et agréable	Blanc uniforme et brillant	Odeur douce	Bien tendre	Très acceptable
02	Al	Saveur faible, fade	Ferme	Blanc homogène, aspect naturel.	Odeur très légère	Légèrement dur	Acceptable mais sans enthousiasme
	Inox	Léger goût sucré agréable	Moelleuse	Belle apparence homogène	Odeur neutre	Tendre	Accepté avec satisfaction
03	Al	Goût normal	Granuleux	Aspect un peu sec, mais blanc.	Odeur légère d'aluminium	Moyennement tendre	Acceptable avec réserve
	Inox	Saveur équilibrée	Ni sec ni collant	Couleur vive et appétissante	Odeur fraîche de riz	Texture parfaite	Fortement apprécié

## Annexe

04	Al	Légère amertume	Cassante	Blanc sec, sans changement visible de couleur.	Odeur faible, presque inexistante	Sec et friable	Peu apprécié
	Inox	Goût pur, sans arrière-goût	Texture soyeuse	Bien cuit, grains séparés	Discrète mais plaisante	Très moelleux	Excellent
05	Al	Goût neutre, sans arôme marqué	Assez moelleux	Blanc naturel, légèrement moins éclatant.	Odeur douce	Moelleux	Accepté sans plus
	Inox	Bon goût de riz	Léger collant agréable	Légèrement doré	Subtile et naturelle	Tendre avec fermeté	Accepté
06	Al	Goût avec arrière-goût métallique	Lisse au palais	Blanc tirant sur le gris, aspect compact	Odeur légèrement acide	Assez dur	Faible acceptabilité
	Inox	Saveur douce et propre	Agréable au palais	Appétissant, bien gonflé	Presque sans odeur	Assez tendre	Globalement positif
07	Al	Normal mais pas savoureux	Homogène	Blanc bien cuit, homogène	Odeur presque inexistante	Assez tendre	Accepté

## Annexe

				visuellement.			
	Inox	Légèrement fade mais neutre	Bien cuit mais ferme	Régulier mais peu coloré	Peu perceptible	Moyennement tendre	Accepté sans enthousiasme
08	Al	Légère amertume	Sec	Blanc irrégulier, zones plus pâles visibles.	Odeur métallique légère	Sec	Rejeté
	Inox	Saveur typique du riz	Moelleuse et légère	Très présentable	Parfum agréable	Idéalement tendre	Très bon
09	Al	Saveur acceptable	Un peu collant	Couleur blanche équilibrée, aspect visuel correct.	Odeur naturelle	Correctement cuit	Moyennement apprécié
	Inox	Riche en goût	Texture riche	Belle teinte uniforme	Délicat arôme de riz	Bien souple	Apprécié
10	Al	Légèrement fade	Dense	Blanc terne, peu attrayant sur le plan visuel.	Odeur légère d'aluminium	Moyennement moelleux	Peu satisfaisant

## Annexe

	Inox	Léger mais agréable	Correcte	Blanc brillant	Odeur faible mais propre	Tendre	Acceptable
--	------	---------------------	----------	----------------	--------------------------	--------	------------

➤ **Plat de Riz** : En 35 minute et 180 degrés :

Marmite		Saveur (goût)	Texture (Au toucher/bouche)	Apparence (visuelle)	Odeur (arôme)	Tendreté / Dureté	Acceptabilité globale
01	Al	Faible, fade	Un peu collante	Très pâle	Faible, légèrement sucrée	Légèrement ferme	Moyenne
	Inox	Douce, naturelle	Moelleuse et légère	Assez brillante	Riche, naturelle	Bien tendre	Bien acceptée
02	Al	Peu prononcée	Moelleuse mais un peu collante	Neutre	Neutre peu	Moelleux, pas trop ferme	Passable
	Inox	Douce, naturelle	Non collante	Blanche uniforme	Odeur de riz frais	Tendre	Acceptable
03	Al	Sans goût distinct	Légèrement grumeleuse	Très pâle, peu appétissante	Odeur de métal perceptible	Fermeté acceptable	Peu appréciée
	Inox	Goût pur	Texture parfaite	Blanche	Odeur douce	Très tendre	Bien acceptée

## Annexe

04	Al	Neutre	Légèrement spongieuse	Assez attrayante	Odeur légère de riz	Plutôt tendre	Moyennement appréciée
	Inox	Assez neutre	Non pâteuse	Belle apparence	Rappelant le riz vapeur	Moelleux	Acceptée
05	Al	Manque de saveur	Agréable mais dense	Bon aspect	Pas d'odeur spécifique	Fermeté bonne	Acceptable
	Inox	Délicieux	Texture régulière	Blanche	Appétit	Moelleuse	Acceptée
06	Al	Fade, manquant de profondeur	Moelleuse mais un peu trop humide	Neutre, peu attrayante	Odeur métallique	Moelleux, un peu mou	Assez moyen
	Inox	Goût équilibré	Très lisse	Beau	Odeur fraîche	Tendre	Bonne acceptation
07	Al	Légèrement fade	Lisse, un peu collante	Un peu pâle	Faible, légère odeur métallique	Légèrement ferme	Moyenne à acceptable
	Inox	Subtile et douce	Agréable à la bouche	Blanche	Appétit	Pas trop ferme	Plutôt bien acceptée

## Annexe

08	Al	Peu de saveur	Légèrement ferme	Bien cuit, appétissant	Rarissime, légère odeur métallique	Un peu ferme mais tendre	Peu appréciée
	Inox	Saveur régulière	Ni collante ni sèche	Normale	Délicieux et beau	Souple	Globalement appréciée
09	Al	Très peu savoureuse	Agréable, légèrement pâteuse	Très pâle, peu attrayante	Odeur faible de métal	Assez ferme, acceptable	Peu appréciée
	Inox	Moyennement savoureuse	Correcte	Uniforme et claire	Peu marquée mais plaisante	Un peu ferme	Moyennement acceptée
10	Al	Très fade	Un peu spongieuse	Pâle, sans éclat	Odeur métallique perceptible	Ferme, pas tendre	Non appréciée
	Inox	Assez agréable	Texture acceptable	Bonne apparence	Légère odeur agréable	Moelleux	Acceptée par la majorité

## Annexe

➤ **Plat de Riz** : En 1 heure et 180 degrés :

Cocote minute		Saveur (goût)	Texture (Au toucher/bouche)	Apparence (visuelle)	Odeur (arôme)	Tendreté / Dureté	Acceptabilité globale
01	Al	Légèrement métallique, goût neutre.	Un peu sèche	Légèrement terne, manque de brillance.	Odeur neutre, rien de marquant.	Moyennement ferme, manque un peu de souplesse.	Acceptable
	Inox	Goût naturel et agréable.	Moelleuse et homogène.	Très bon aspect.	Odeur appétissante.	Bien tendre.	Très bonne.
02	Al	Peu savoureux, manque d'arômes.	Légèrement collante	Correcte mais un peu pâle.	Odeur discrète, peu appétissante.	Trop molle, pas assez de tenue.	Moyenne
	Inox	Riche et bien cuit.	Légère fermeté plaisante.	Blanche	Odeur appétissante.	Bonne tenue.	Bonne
03	Al	Bonne mais	Granuleuse, manque	Apparence normale	Peu marquée,	Dure par endroits,	Moyenne

## Annexe

		assez fade.	d'homogénéité.		peu stimulante.	cuisson irrégulière.	
	Inox	Délicieuse et équilibrée.	Parfaitement cuite.	Blanche	Odeur douce.	Tendre et uniforme.	Excellente
04	Al	Légèrement amère, arrière-goût métallique subtil.	Ferme mais encore acceptable.	Uniforme, bien répartie.	Note métallique subtile	Moyennement tendre.	Moyenne
	Inox	Saveur neutre	Correcte	Aspect moyen.	Odeur désagréable	Moyennement tendre.	Moyenne
05	Al	Assez bonne, goût agréable.	Ni trop dure ni trop molle.	bien cuite.	Appétissante	Bien cuite, tendreté satisfaisante.	Bonne
	Inox	Légèrement sucrée.	Correcte	Blanche	Aucune odeur	Bonne structure.	Très bonne.

## Annexe

06	Al	Manque de caractère, goût peu marqué.	Un peu collante, pas très plaisante.	Couleur légèrement terne.	Peu perceptible.	Moyennement ferme.	Moyenne
	Inox	Très savoureuse.	Un peu collante mais tendre.	Couleur uniforme.	Odeur plaisante.	Légèrement molle.	Bonne
07	Al	Neutre, sans intérêt particulier.	Légèrement dure, pas fondante.	Pas très attrayante, manque de brillance.	Légère odeur de métal.	Trop ferme, manque de moelleux.	Faible
	Inox	Goût pur et net.	Correcte	Très bonne apparence.	Arôme subtil mais présent.	Consistance parfaite.	Très bonne.
08	Al	Agréable, bien équilibrée.	Bien dosée entre tendreté et fermeté.	Belle apparence générale.	Odeur douce et plaisante.	Texture homogène.	Bonne
	Inox	Saveur équilibrée.	Ni trop dure ni trop molle.	Aspect appétissant.	Odeur satisfaisante.	Bonne texture.	Bonne

## Annexe

09	Al	Légèrement métallique, goût désagréable.	Un peu pâteuse, collante sur la langue.	Peu colorée, terne.	Odeur discrète.	Trop molle, trop humide.	Faible
	Inox	Bon goût	Texture fondante.	Belle homogénéité.	Parfum agréable.	Très tendre.	Excellente
10	Al	Goût normal, rien d'exceptionnel.	Correcte, acceptable.	Aspect convenable, pas très brillant.	Légère mais agréable.	Légèrement molle, mais supportable.	Moyenne
	Inox	Goût satisfaisant.	Un peu ferme à cœur.	Correct mais simple.	Odeur légère.	Ferme mais pas trop.	Moyenne

➤ **Plat de Riz** : En 35 minute et 180 degrés :

<b>Cocote minute</b>		Saveur (goût)	Texture (Au toucher/bouche)	Apparence (visuelle)	Odeur (arôme)	Tendreté / Dureté	Acceptabilité globale
01	Al	Légèrement	Un peu collant	Blanchâtre, terne	Subtile, peu	Moyennement	Acceptable mais

## Annexe

		métallique			prononcée	tendre	sans plus
	Inox	Incroyable	Légèrement dure	Couleur blanche uniforme	Ça sent bon	Légèrement ferme	Bien accepté
02	Al	Neutre, peu agréable	Légèrement granuleux	Aspect normal	Discrète, un peu fade	Légèrement dur	Peu satisfaisant
	Inox	Incroyable	Un peu sec	Bon aspect général	Neutre	Moyennement tendre	Acceptable
03	Al	Agréable, bien salé	Souple et homogène	Bon éclat visuel	Bonne odeur de riz cuit	Bien tendre	Plutôt apprécié
	Inox	Très bon goût	Lisse et non collant	Appétissant et brillant	Odeur appétissante	Texture idéale	Acceptable
04	Al	Goût fade	Trop mou	Blanche	Odeur neutre	Trop mou	Peu apprécié

## Annexe

	Inox	Très bon goût	Assez moelleux	Bon éclat visuel	Odeur naturelle	Tendre	Plutôt bien accepté
05	Al	Léger arrière-goût	Assez uniforme	Aspect acceptable	Odeur neutre	Texture correcte	Moyennement apprécié
	Inox	Un peu fade	Correct mais sec	Teinte régulière	Peu odorant	Assez ferme	Moyennement apprécié
06	Al	Correct mais fade	Ni trop mou ni trop ferme	Bon visuel	Bonne odeur de cuisson	Tendre à souhait	Acceptable
	Inox	Goût neutre et sain	Bonne cohésion	Blanche	Odeur discrète	Bien cuit	Acceptable
07	Al	Arrière-goût amer	Sec et friable	Teinte un peu terne	Légère odeur métallique	Un peu sec	Rejeté

## Annexe

	Inox	Incroyable	Texture homogène	Blanche	Odeur discrète	Ni trop mou ni trop dur	Globalement positif
08	Al	Agréable et équilibré	Blanche	Très beau visuellement	Appétissante	Idéalement tendre	Très bien accepté
	Inox	Saveur propre	Un peu granuleux	Aspect normal	Aucune odeur	Moyennement cuit	Acceptabilité moyenne
09	Al	Léger goût de métal	Collant	Aspect pâle	Peu d'arôme	Détrempé	Rejeté
	Inox	Ça sent bon	Parfaitement tendre	Très bon éclat	Riche et chaude	Tendre à souhait	Acceptable
10	Al	Délicieuse	Texture parfaite	Couleur uniforme	Bonne odeur	Bien cuit	Acceptable
	Inox	Assez doux et neutre	Moelleux	Blanche	Bonne odeur de cuisson	Riz doux	Acceptable

## Annexe

➤ **Plat de Riz** : En 1heure et 180 degrés :

Four		Saveur (goût)	Texture (Au toucher/bouche)	Apparence (visuelle)	Odeur (arôme)	Tendreté / Dureté	Acceptabilité globale
01	Al	Légèrement métallique	Un peu collant	Uniforme mais terne	Subtilement métallique	Moyennement tendre	Acceptable mais pas remarquable
	Inox	Agréable, naturel	Moelleux et léger	Bien cuit, homogène	Ça sent bon	Tendre	Très satisfaisant
02	Al	Neutre	Légèrement granuleux	Blanche	Discrète mais neutre	Assez ferme	Peu satisfaisant
	Inox	Léger mais savoureux	Texture équilibrée	Bonne coloration	Odeur plaisante	Bien tendre	Acceptable et plaisant
03	Al	Agréable mais fade	Correctement moelleux	Assez blanc, homogène	Peu prononcé	Bien tendre	Acceptable
	Inox	Délicieuse	Non collant	Visuel appétissant	Ça sent bon	Texture idéale	Très bon

## Annexe

04	Al	Goût neutre	Sèche	Aspect un peu sec	Odeur désagréable	Trop ferme	Rejeté
	Inox	Légèrement sucré	Douce	Légère	Odeur fraîche	Tendre	Très apprécié
05	Al	Délicieuse	Bonne consistance	Appétissant	Bonne odeur	Texture parfaite	Très satisfaisant
	Inox	Délicieuse	Parfaitement cuit	Bel aspect uniforme	Arôme agréable de riz	Moelleux	Excellent
06	Al	Légère amertume	Douce	Blanche	Odeur faible	Moyennement tendre	Acceptable
	Inox	Léger manque de goût	Un peu sec	Correct mais simple	Peu d'arôme	Moyennement tendre	Moyennement satisfaisant
07	Al	Bon goût naturel	Douce	Très bon aspect	Odeur discrète	Bonne tendreté	Acceptable
	Inox	Délicieuse	Bonne consistance	Blanche	Peu d'arôme	Texture ferme	Plutôt satisfaisant
08	Al	Fade	Assez collant	Un peu pâle	Légèrement	Trop mou	Acceptable mais

## Annexe

					désagréable		pas idéal
	Inox	Saveur équilibrée	Granuleuse	Blanche	Odeur neutre	Parfaitement tendre	Très bon
09	Al	Légèrement salé	Texture uniforme	Appétissant	Ça sent bon	Bien équilibré	Très bon
	Inox	Riz bien aromatisé	Texture aérée	Blanche	Arôme agréable	Très tendre	Fortement apprécié
10	Al	Sans goût particulier	Granuleux	Ordinaire	Odeur métallique	Trop sec	Insatisfaisante
	Inox	Naturel mais un peu fade	Peu collant	Blanc éclatant	Odeur discrète	Un peu trop mou	Acceptable

➤ **Plat de Riz** : En 35 minute et 180 degrés :

<b>Four</b>	Saveur (goût)	Texture (Au toucher/bouche)	Apparence (visuelle)	Odeur (arôme)	Tendreté / Dureté	Acceptabilité
-------------	---------------	-----------------------------	----------------------	---------------	-------------------	---------------

## Annexe

							globale
01	Al	Goût neutre mais acceptable	Sèche	Blanche	Odeur faible mais neutre	Légèrement dur	Moyennement acceptable
	Inox	Goût naturel bien conservé	Texture moelleuse	Belle couleur blanche uniforme	Odeur agréable	Bien tendre	Très bien accepté
02	Al	Léger goût métallique	Granuleux	Assez uniforme	Odeur discrète	Manque de tendreté	N'est pas très favorable.
	Inox	Léger goût subtil	Fondant en bouche	Appétissant	Riche en arômes de cuisson	Bonne tendreté	Apprécié
03	Al	Agréable, simple	Correct, un peu collant	Appétissant	Bonne odeur de cuisson	Bien tendre	Accepté
	Inox	Saveur douce	Texture régulière	Présentation soignée	Odeur douce	Tendre	Accepté sans

## Annexe

							réserve
04	Al	Léger goût d'aluminium ressenti	Sec et friable	Peu brillant	Odeur peu attirante	Plutôt dur	Faiblement accepté
	Inox	Goût neutre mais plaisant	Lisse et léger	Couleur claire et uniforme	Odeur discrète mais présente	Très tendre	Globalement apprécié
05	Al	Goût satisfaisant	Moelleux	Aspect bien cuit	Odeur agréable	Bonne tendreté	Bien accepté
	Inox	Parfaitement cuit, goût doux	Moelleux et agréable	Aspect homogène	Odeur très agréable	Consistance tendre	Accepté et apprécié
06	Al	Goût plat	Un peu	Couleur légèrement	Odeur très faible	Mi-dur, mi-tendre	Acceptable

## Annexe

			caoutchouteux	terne			
	Inox	Goût naturel sans altération	Bien hydraté	Brillant et bien formé	Odeur normale	Texture tendre	Apprécié par le dégustateur
07	Al	Goût naturel	Sèche	Blanche	Odeur normale	Bonne cuisson	Apprécié
	Inox	Léger goût de grillé agréable	Souple en bouche	Blanche	Odeur de riz bien cuit	Parfaitement cuit	Très bien accepté
08	Al	Léger goût métallique	Difficile à mâcher	Assez pâle	Odeur fade	Trop ferme	Rejeté
	Inox	Saveur authentique	Un peu collant mais tendre	Couleur uniforme	Odeur douce et légère	Assez tendre	Accepté
09	Al	Saveur acceptable	Lisse et bien cuit	Brillance moyenne	Odeur agréable	Tendre	Acceptable

## Annexe

	Inox	Très bon goût	Texture fondante	Riz bien séparé, visuel propre	Parfum délicat	Excellent équilibre	Très apprécié
10	Al	Peu de goût	Collant	Manque de couleur	Odeur absente	Moitié tendre, moitié dur	Acceptabilité moyenne
	Inox	Goût simple mais agréable	Moelleux, pas sec	Blanche	Odeur normale	Bon niveau de tendreté	Acceptabilité satisfaisante

➤ **Plat de Poulet** : En 1 heure et 180 degrés :

<b>Marmite</b>		Saveur (goût)	Texture (Au toucher/bouche)	Apparence (visuelle)	Odeur (arôme)	Tendreté / Dureté	Acceptabilité globale
01	Al	Goût métallique léger	Un peu sèche	Couleur légèrement terne	Odeur agréable mais discrète	Moyennement tendre	Acceptable, mais pourrait être mieux

## Annexe

	Inox	Goût naturel et agréable	Texture juteuse	Couleur dorée uniforme	Odeur appétissante	Tendre	Très apprécié
02	Al	Saveur normale	Texture correcte	Bonne présentation	Bonne odeur	Bien cuit, pas trop ferme	Accepté
	Inox	Saveur bien conservée	Moelleux	Bonne présentation	Odeur agréable	Très tendre	Accepté avec satisfaction
03	Al	Goût fade	Un peu fibreuse	Aspect peu appétissant	Odeur neutre	Assez ferme	Peu apprécié
	Inox	Goût équilibré	Texture légèrement ferme	Belle couleur	Odeur neutre mais plaisante	Moyennement tendre	Acceptable
04	Al	Saveur légèrement amère	Texture granuleuse	Apparence pâle	Odeur métallique perceptible	Trop ferme	Rejeté
	Inox	Saveur riche	Texture douce	Présentation soignée	Bonne odeur	Tendre	Très bien accepté
05	Al	Saveur satisfaisante	Moelleux	Belle couleur dorée	Odeur invitante	Très tendre	Très apprécié

## Annexe

	Inox	Saveur intense et pure	Chair bien fondante	Apparence appétissante	Odeur naturelle	Très tendre	Très apprécié
06	Al	Goût acceptable	Sec sur les bords	Apparence correcte	Odeur légèrement métallique	Moyennement tendre	Acceptable
	Inox	Goût neutre mais agréable	Texture un peu sèche au bord	Belle uniformité de couleur	Odeur correcte	Moyennement ferme	Accepté
07	Al	Saveur un peu altérée	Texture molle	Apparence correcte	Odeur modérée	Trop tendre	Accepté sans enthousiasme
	Inox	Saveur douce	Chair moelleuse	Miroir brillant	Riche arôme de viande	Texture tendre	Bien apprécié
08	Al	Goût un peu désagréable	Texture dure	Aspect peu uniforme	Odeur peu agréable	Très ferme	Non apprécié
	Inox	Goût légèrement salé	Texture homogène	Aspect régulier	Odeur subtile et plaisante	Un peu trop mou	Globalement bien reçu

## Annexe

09	Al	Saveur convenable	Bien équilibrée	Belle présentation	Bonne odeur	Texture agréable	Bien accepté
	Inox	Saveur bien relevée	Texture satisfaisante	Délicieuse apparence de couleur dorée	Odeur savoureuse	Consistance parfaite	Très apprécié
10	Al	Goût un peu métallique	Un peu sèche	Jolie couleur, bonne apparence	Odeur neutre	Moyennement tendre	Acceptabilité moyenne
	Inox	Goût naturel mais discret	Texture correcte	Délicieuse apparence de couleur dorée	Odeur peu prononcée	Moyennement tendre	Acceptabilité moyenne

➤ **Plat de Poulet** : En 35 minute et 180 degrés :

<b>Marmite</b>		Saveur (goût)	Texture (Au toucher/bouche)	Apparence (visuelle)	Odeur (arôme)	Tendreté / Dureté	Acceptabilité globale
01	Al	Légèrement métallique	Moyennement tendre	Assez dorée mais terne	Odeur neutre	Correcte mais peu juteuse	Acceptable

## Annexe

	Inox	Saveur riche et équilibrée	Tendre	Couleur dorée uniforme	Odeur agréable	Très tendre	Très satisfaisant
02	Al	Goût normal	Un peu sec	Peau peu appétissante	Peu attrayante	Légèrement dure	Moyennement satisfaisant
	Inox	Goût naturel	Chair juteuse	Appétissant avec une belle coloration de cuisson	Odeur fraîche	Bonne tendreté	Excellent
03	Al	Agréable mais fade	Tendre	Bonne couleur	Odeur agréable	Texture satisfaisante	Plutôt bon
	Inox	Savoureux	Texture moelleuse	Peau croustillante	Odeur bien présente	Chair bien cuite	Très bon
04	Al	Manque de	Un peu	Peu coloré	Neutre	Moyennement	Moyennement

## Annexe

		profondeur	caoutchouteuse			tendre	apprécié
	Inox	Bon goût	Un peu sec à l'extérieur	Belle apparence	Odeur douce	Moyennement tendre	Bon
05	Al	Saveur correcte	Bonne tendreté	Appétissant	Odeur normale	Chair souple	Bon
	Inox	Délicieux	Très tendre	Couleur appétissante	Riche en arômes	Texture agréable	Excellent
06	Al	Arrière-goût métallique	Moyennement juteux	Peau pâle	Odeur légère	Moins tendre	Peu satisfaisant
	Inox	Goût propre et net	Bien équilibrée	Peau légèrement croustillante	Odeur légère mais agréable	Tendre au centre	Très bien
07	Al	Légèrement salé	Texture convenable	L'apparence du poulet bien cuit	Odeur attirante	Bonne tendreté	Acceptable
	Inox	Parfumé avec les épices	Moelleux	Joli doré	Odeur invitante	Très juteux	Acceptabilité élevée

## Annexe

08	Al	Saveur faible	Un peu fibreux	Couleur terne	Odeur peu prononcée	Moyennement agréable	Moyen
	Inox	Goût classique	Légèrement fibreux	Bonne coloration	Odeur correcte	Acceptable	Bon
09	Al	Bon goût épicé	Chair bien cuite	Aspect plaisant	Bonne odeur	Très tendre	Très bon
	Inox	Agréable en bouche	Chair tendre et souple	Mieux coloré que l'aluminium	Odeur bien développée	Chair fondante	Très satisfaisant
10	Al	Léger goût de métal	Moyennement sec	Couleur correcte	Légère odeur d'aluminium	Dure vers l'extérieur	Acceptabilité modérée
	Inox	Goût bien cuit et concentré grâce à la cuisson	Bonne fermeté	Aspect rustique mais bon	Odeur neutre	Correctement cuit	Acceptable à bon

➤ **Plat de Poulet** : En 1 heure et 180 degrés :

## Annexe

Cocote minute		Saveur (goût)	Texture (Au toucher/bouche)	Apparence (visuelle)	Odeur (arôme)	Tendreté / Dureté	Acceptabilité globale
01	Al	Saveur un peu métallique	Légèrement fibreuse	Apparence brunâtre, peu attirante	Odeur métallique perceptible	Moyenne	Acceptable mais pas excellent
	Inox	Saveur riche et équilibrée	Texture juteuse	Aspect doré et brillant	Odeur appétissante	Très tendre	Très apprécié
02	Al	Saveur manquant de profondeur	Sèche	Peu dorée, aspect terne	Odeur fade	Plutôt sec	Peu apprécié
	Inox	Goût naturel bien conservé	Moelleux en bouche	Belle coloration	Odeur agréable	Tendre	Globalement satisfaisant
03	Al	Saveur neutre mais agréable	Bonne mâche	Présentation moyenne	Odeur douce	Bien tendre	Globalement satisfaisant
	Inox	Saveur	Texture fine et	Appétissant	Odeur douce et	Bien tendre	Apprécié dans

## Annexe

		savoureuse	tendre	visuellement	agréable		l'ensemble
04	Al	Arrière-goût métallique	Un peu caoutchouteuse	Aspect normal	Odeur peu agréable	Légèrement dur	Moyen
	Inox	Goût légèrement salé	Texture uniforme	Aspect soigné	Odeur correcte	Moyennement tendre	Acceptable
05	Al	Saveur correcte	Texture homogène	Aspect assez appétissant	Odeur modérée	Tendre	Apprécié dans l'ensemble
	Inox	Saveur bien préservée	Chair tendre et fondante	Très bon visuel	Odeur naturelle	Très tendre	Très bien accepté
06	Al	Saveur fade	Manque de jutosité	Couleur trop pâle	Légère odeur d'aluminium	Un peu sec	Peu satisfaisant
	Inox	Goût fidèle à la marinade	Texture agréable	Couleur uniforme	Odeur subtile	Tendre	Bien apprécié
07	Al	Délicieuse	Bonne texture	Belle apparence	Odeur normale	Bien cuit, tendre	Acceptable

## Annexe

	Inox	Saveur douce et bien répartie	Texture moelleuse	Appétence visuelle	Odeur fine	Moelleux	Accepté avec satisfaction
08	Al	Saveur légèrement amère	Texture fibreuse	Présentation peu attirante	Odeur forte	Trop ferme	Peu apprécié
	Inox	Nappe de saveur délicate	Texture presque fondante	Belle finition dorée	Odeur invitante	Très tendre	Apprécié
09	Al	Saveur correcte mais banale	Texture correcte	Apparence assez jolie	Odeur discrète	Tendreté moyenne	Moyennement satisfaisant
	Inox	Saveur peu intense	Chair un peu molle	Aspect acceptable	Odeur légère	Trop mou	Moyennement apprécié
10	Al	Saveur agréable malgré tout	Texture convenable	Aspect doré et attirant	Odeur plaisante	Bien tendre	Globalement apprécié
	Inox	Bon équilibre gustatif	Texture bien maîtrisée	Présentation soignée	Odeur plaisante	Tendre	Positivement reçu

## Annexe

➤ **Plat de Poulet** : En 35 minute et 180 degrés :

Cocote minute		Saveur (goût)	Texture (Au toucher/bouche)	Apparence (visuelle)	Odeur (arôme)	Tendreté / Dureté	Acceptabilité globale
01	Al	Légèrement métallique	Un peu fibreuse	Aspect doré mais terne	Odeur neutre	Moyennement tendre	Acceptable mais perfectible
	Inox	Saveur riche et équilibrée	Texture moelleuse	Aspect brillant et doré	Odeur savoureuse	Très tendre	Très bien accepté
02	Al	Goût normal mais fade	Moelleux à l'intérieur	Peu appétissant	Odeur modérée	Tendre	Moyennement apprécié
	Inox	Goût naturel et plaisant	Texture juteuse	Belle coloration homogène	Odeur agréable	Tendre	Acceptation élevée
03	Al	Saveur agréable et simple	Texture homogène	Bonne coloration	Bonne odeur de cuisson	Bien tendre	Bien accepté
	Inox	Saveur douce	Texture tendre	Présentation soignée	Odeur fine	Bien tendre	Bien apprécié

## Annexe

04	Al	Arrière-goût métallique	Un peu sec	Belle surface brunie	Odeur légèrement étrange	Légèrement ferme	Acceptabilité moyenne
	Inox	Goût légèrement salé	Texture régulière	Apparence appétissante	Odeur neutre mais correcte	Moyennement tendre	Acceptabilité moyenne
05	Al	Goût convenable	Un peu caoutchouteux	Aspect ordinaire	Odeur faible	Moyennement tendre	Peu attrayant globalement
	Inox	Saveur bien développée	Chair fondante	Belle présentation visuelle	Odeur délicate	Très tendre	Très apprécié
06	Al	Goût peu prononcé	Un peu caoutchouteux	Aspect ordinaire	Odeur faible	Moyennement tendre	Peu attrayant globalement
	Inox	Goût neutre mais propre	Texture correcte	Aspect simple mais propre	Odeur légère	Moyennement tendre	Accepté sans enthousiasme
07	Al	Saveur assez neutre	Texture ni trop ferme ni molle	Bonne présentation	Bonne odeur de viande	Bien tendre	Bien accepté
	Inox	Saveur agréable	Texture bien	Couleur dorée	Odeur invitante	Tendre	Globalement

## Annexe

		et soutenue	équilibrée	uniforme			satisfaisant
08	Al	Arrière-goût étrange	Texture sèche	Aspect pâle	Odeur métallique légère	Un peu dur	Faiblement apprécié
	Inox	Saveur légèrement fade	Texture un peu sèche	Aspect légèrement pâle	Odeur discrète	Légèrement ferme	Moyennement apprécié
09	Al	Saveur équilibrée	Chair fondante	Bonne couleur dorée	Odeur appétissante	Très tendre	Très bien accepté
	Inox	Bon goût classique	Texture très douce	Présentation attrayante	Odeur gourmande	Très tendre	Très bien accepté
10	Al	Saveur correcte mais discrète	Texture acceptable	Peu de brillance	Odeur discrète	Moyennement tendre	Acceptabilité moyenne
	Inox	Saveur fine mais subtile	Texture lisse	Couleur normale	Odeur douce	Tendre	Appréciation positive

## Annexe

➤ **Plat de Poulet** : En 1 heure et 180 degrés :

Four		Saveur (goût)	Texture (Au toucher/bouche)	Apparence (visuelle)	Odeur (arôme)	Tendreté / Dureté	Acceptabilité globale
01	Al	Saveur légèrement métallique.	Texture fibreuse légèrement sèche.	Aspect doré mais un peu terne.	Odeur agréable mais faible.	Moyennement tendre	Acceptable, mais améliorable.
	Inox	Saveur bien équilibrée.	Texture juteuse.	Aspect doré et uniforme.	Odeur agréable et appétissante.	Bien tendre.	Très apprécié.
02	Al	Goût savoureux mais un arrière-goût.	Texture plutôt ferme	Belle coloration dorée.	Odeur assez neutre.	Un peu sec à l'intérieur	Acceptable
	Inox	Goût savoureux.	Texture tendre.	Belle présentation	Odeur plaisante.	Moyennement tendre	Acceptable
03	Al	Saveur correcte sans plus.	Texture moyennement juteuse.	Peu attrayant visuellement.	Odeur peu marquée.	Moyennement dur.	Moyennement apprécié.

## Annexe

	Inox	Saveur neutre mais plaisante.	Texture légèrement sèche.	Apparence correcte.	Odeur faible mais agréable.	Moyennement tendre.	Moyennement apprécié.
04	Al	Goût bon et classique.	Texture agréable et tendre.	Bon aspect général.	Odeur appétissante.	Bien tendre.	Bien apprécié.
	Inox	Goût riche et naturel.	Texture bien juteuse.	Aspect très attrayant.	Odeur intense et appétissante.	Tendre	Très apprécié.
05	Al	Léger goût d'aluminium perçu.	Texture un peu caoutchouteuse.	Aspect légèrement brûlé.	Odeur métallique perceptible.	Ferme	Peu apprécié.
	Inox	Goût un peu fade.	Texture correcte.	Aspect un peu pâle.	Odeur discrète.	Moyennement dur.	Moyennement accepté.
06	Al	Goût agréable mais fade.	Texture acceptable.	Aspect modéré.	Odeur normale.	Moyennement tendre	Moyennement accepté.
	Inox	Saveur bien développée.	Texture agréable.	Belle couleur dorée.	Odeur normale.	Moyennement tendre.	Bien apprécié.

## Annexe

07	Al	Goût un peu amer.	Texture sèche.	Belle couleur extérieure.	Odeur très discrète.	Dure	Peu apprécié.
	Inox	Goût satisfaisant.	Texture un peu ferme.	Présentation convenable.	Odeur peu marquée.	Moyennement dur.	Acceptable
08	Al	Goût savoureux bien marqué.	Texture juteuse.	Appétissant visuellement.	Odeur attirante.	Tendre	Très apprécié.
	Inox	Goût savoureux bien prononcé.	Texture moelleuse et juteuse.	Très appétissant.	Odeur attirante.	Tendre	Très apprécié.
09	Al	Saveur correcte.	Texture un peu sèche.	Bonne présentation générale.	Odeur faible.	Moyennement tendre.	Acceptable
	Inox	Saveur agréable et naturelle.	Texture juteuse.	Belle apparence générale.	Odeur bien présente.	Bien tendre.	Bien accepté.
10	Al	Goût assez naturel.	Texture tendre.	Aspect bien cuit.	Odeur agréable.	Bien tendre.	Accepté
	Inox	Saveur correcte sans excès.	Texture acceptable.	Aspect simple mais propre.	Odeur douce et légère.	Moyennement tendre.	Acceptable

## Annexe

➤ **Plat de Poulet** : En 35 minute et 180 degrés :

Four		Saveur (goût)	Texture (Au toucher/bouche)	Apparence (visuelle)	Odeur (arôme)	Tendreté / Dureté	Acceptabilité globale
01	Al	Légèrement métallique	Moyennement juteuse	Dorée mais un peu terne	Agréable	Moyennement tendre	acceptable avec réserve
	Inox	Très savoureuse	Juteuse et bien cuite	Dorée et appétissante	Parfum délicat et agréable	Tendre	Très bonne
02	Al	Bonne mais fade	Un peu sèche	Correcte mais peu appétissante	Peu prononcée	Légèrement dure	Acceptable
	Inox	Equilibrée et naturelle	Moelleuse	Belle coloration uniforme	Odeur plaisante	Tendre	Bonne
03	Al	Assez savoureuse	Juteuse	Appétissante	Agréable et légère	Bien tendre	Bonne
	Inox	Goût franc et agréable	Texture souple et agréable	Brillance attrayante	Arôme bien présent	Très tendre	Excellente

## Annexe

04	Al	Arrière-goût bizarre	Granuleuse	Peu attrayante	Faible	Moyennement dure	Faible
	Inox	Légèrement fade	Un peu sèche	Aspect correct mais sans éclat	Odeur neutre	Moyennement tendre	Acceptable
05	Al	Neutre	Assez moelleuse	Belle coloration	Bonne	Correctement tendre	Moyenne
	Inox	Très bonne	Légèrement croustillante	Très belle présentation	Odeur forte et agréable	Tendre	Très bonne
06	Al	Satisfaisante	Légèrement fibreuse	Un peu pâle	Riche et appétissante	Moyenne	Acceptable
	Inox	Douce et bien dosée	Bonne consistance	Belle dorure	Odeur savoureuse	Bien tendre	Bonne
07	Al	Bonne	Agréable en bouche	Bien dorée	Bonne senteur	Tendre	Bonne
	Inox	Goût riche	Très juteuse	Dorée et brillante	Arôme chaleureux	Fondante	Très bonne
08	Al	Altérée	Assez sèche	Peu attrayante	Peu agréable	Dure	Faible

## Annexe

	Inox	Délicate et naturelle	Moelleuse et agréable	Très appétissante	Odeur fine	Tendre	Bonne
09	Al	Plutôt bonne	Bonne consistance	Appétissante	Correcte	Tendre	Assez bonne
	Inox	Un peu fade	Texture correcte	Appétissante mais pâle	Odeur discrète	Moyenne	Moyenne
10	Al	Léger goût métallique	Moelleuse mais grasse	Belle dorure	Agréable mais forte	Moyennement tendre	Moyenne
	Inox	Saveur plaisante	Agréable à mâcher	Couleur dorée homogène	Odeur attrayante	Assez tendre	Bonne

➤ **Plat de Sauce tomate** : En 1 heure et 180 degrés :

<b>Marmite</b>		Saveur (goût)	Texture (Au toucher/bouche)	Apparence (visuelle)	Odeur (arôme)	Tendreté / Dureté	Acceptabilité globale
01	Al	Goût un peu métallique	Légèrement granuleuse	Couleur rouge terne	Odeur légèrement acide	Moyennement tendre	Acceptable mais pas exceptionnelle

## Annexe

	Inox	Saveur riche et naturelle	Texture lisse et homogène	Couleur vive et appétissante	Arôme frais de tomate mûre	Tendre mais pas trop molle	Très bien acceptée
02	Al	Agréable mais légèrement acide	Texture correcte, un peu épaisse	Aspect homogène mais peu brillant	Arôme faible	Plutôt tendre	Moyennement appréciée
	Inox	Goût bien équilibré	Texture légère	Saveur intense de tomate Belle couleur brillante	Odeur agréable et fruitée	Bonne fermeté	Bien appréciée
03	Al	Saveur altérée, peu naturelle	Texture trop molle	Aspect peu appétissant	Odeur métallique perceptible	Très molle	Peu appréciée
	Inox	Saveur intense de tomate	Texture fondante	Apparence soignée	Arôme frais et agréable	Tendre avec une bonne tenue	Acceptée avec enthousiasme

## Annexe

04	Al	Bonne saveur, légèrement sucrée	Texture agréable	Belle couleur mais sans éclat	Arôme neutre	Tendre à souhait	Assez bien appréciée
	Inox	Légère acidité naturelle	Texture agréable en bouche	Couleur rouge éclatante	Odeur neutre mais plaisante	Texture idéale	Assez bien acceptée
05	Al	Goût prononcé de tomate	Texture légèrement fibreuse	Belle apparence générale	Arôme agréable	Texture correcte	Acceptée sans enthousiasme
	Inox	Saveur douce et agréable	Texture onctueuse	Aspect uniforme et propre	Odeur de tomate fraîche	Parfaitement tendre	Très bien accueillie
06	Al	Saveur affaiblie	Texture fade	Couleur un peu	Odeur de	Un peu trop	Acceptabilité

## Annexe

				brunie	cuisson prolongée	tendre	moyenne
	Inox	Goût légèrement sucré	Texture fine	Belle apparence générale	Arôme subtil mais frais	Tendre et équilibrée	Bien perçue
07	Al	Goût naturel et équilibré	Texture bien liée	Belle couleur rouge	Arôme de tomate bien présent	Bonne consistance	Bien acceptée
	Inox	Saveur fraîche de tomate	Texture souple	Belle présentation visuelle	Odeur appétissante	Consistance agréable	Globalement bien appréciée
08	Al	Goût métallique marqué	Texture pâteuse	Aspect peu engageant	Odeur désagréable	Trop molle	Rejetée
	Inox	Goût pur, sans	Texture ferme mais	Couleur stable et	Odeur légère	Bonne tenue en	Acceptabilité

## Annexe

		altération	agréable	lumineuse	mais agréable	bouche	élevée
09	Al	Saveur correcte	Texture lisse mais collante	Aspect normal	Odeur discrète	Légèrement trop tendre	Moyennement acceptée
	Inox	Goût fidèle au produit frais	Texture très agréable	Aspect naturel	Arôme discret mais présent	Bonne structure	Appréciée sans réserve
10	Al	Goût de tomate concentré	Texture bien équilibrée	Couleur vive	Arôme appétissant	Consistance idéale	Très bien acceptée
	Inox	Goût concentré et satisfaisant	Texture bien liée	Couleur vive et homogène	Odeur de tomate cuite plaisante	Belle fermeté	Très bien acceptée

➤ **Plat de sauce tomate** : En 35 minute et 180 degrés :

<b>Marmite</b>	Saveur (goût)	Texture (Au toucher/bouche)	Apparence (visuelle)	Odeur (arôme)	Tendreté / Dureté	Acceptabilité
----------------	---------------	-----------------------------	----------------------	---------------	-------------------	---------------

## Annexe

							globale
01	Al	Légèrement métallique, acide	Un peu granuleuse	Rouge foncé peu brillant	Odeur acidulée prononcée	Moyennement tendre	Acceptable avec réserve
	Inox	Goût naturel, bien équilibré	Lisse et homogène	Rouge vif et appétissant	Odeur fraîche et agréable	Très tendre	Très bien acceptée
02	Al	Bonne mais goût d'aluminium	Lisse mais un peu épaisse	Assez uniforme	Odeur naturelle de tomate	Tendre	Acceptée
	Inox	Riche en goût, très tomate	Fine et fondante	Couleur éclatante	Odeur fruitée typique	Moelleuse	Excellente acceptation
03	Al	Manque de fraîcheur	Collante	Terne	Légèrement métallique	Légèrement pâteuse	Peu acceptée
	Inox	Saveur douce et authentique	Texture douce et fluide	Teinte uniforme et brillante	Odeur discrète et plaisante	Bien fondue	Bien acceptée

## Annexe

04	Al	Savoureuse avec un fond amer	Correcte	Brillante	Odeur agréable mais forte	Moelleuse	Bien acceptée
	Inox	Acidité équilibrée, goût naturel	Agréablement consistante	Belle apparence homogène	Arôme naturel de tomate	Ni trop ferme ni trop molle	Très bien acceptée
05	Al	Goût neutre, peu relevé	Fluide	Rouge vif	Odeur faible	Trop liquide	Acceptée mais sans enthousiasme
	Inox	Goût légèrement sucré, agréable	Veloutée	Couleur uniforme	Odeur légère mais plaisante	Texture parfaite	Acceptée
06	Al	Bon goût avec une légère amertume	Homogène	Belle couleur homogène	Riche en arôme de tomate	Tendre	Très bien acceptée
	Inox	Riche et savoureuse	Texture lisse et soyeuse	Très belle couleur rouge	Parfum doux et appétissant	Moelleuse	Très bien acceptée
07	Al	Arrière-goût métallique	Épaisse	Coloration foncée	Odeur métallique perceptible	Légèrement ferme	Faiblement acceptée

## Annexe

	Inox	Saveur intense mais équilibrée	Bonne fluidité	Rouge brillant	Odeur agréable de tomate cuite	Assez tendre	Bien acceptée
08	Al	Agréable mais peu intense	Moyennement lisse	Couleur stable	Odeur acceptable	Correctement tendre	Acceptée
	Inox	Très agréable, goût naturel	Texture légèrement épaisse	Belle apparence visuelle	Odeur fidèle à la tomate fraîche	Moelleuse	Acceptée avec enthousiasme
09	Al	Bonne intensité, acidulée	Texturée de manière équilibrée	Couleur intense	Odeur typique de cuisson	Ni trop ferme ni trop tendre	Bien acceptée
	Inox	Excellente saveur équilibrée	Texture parfaitement homogène	Brillance naturelle	Arôme pur et subtil	Très tendre	Très bien acceptée
10	Al	Léger goût de brûlé	Assez consistante	Rougisement irrégulier	Odeur légèrement désagréable	Texture dense	Moyennement acceptée

## Annexe

	Inox	Goût prononcé et plaisant	Texture bien liée	Couleur rouge stable	Odeur agréable et fraîche	Texture douce	Très bonne acceptabilité
--	------	---------------------------	-------------------	----------------------	---------------------------	---------------	--------------------------

➤ **Plat de sauce tomate** : En 1 heure et 180 degrés :

Cocote minute		Saveur (goût)	Texture (Au toucher/bouche)	Apparence (visuelle)	Odeur (arôme)	Tendreté / Dureté	Acceptabilité globale
01	Al	Légèrement métallique, acide	Lisse mais un peu pâteuse	Rouge terne, peu attrayante	Odeur acidulée, peu agréable	Moyennement tendre	Acceptable mais améliorable
	Inox	Saveur équilibrée, naturelle	Texture lisse et fondante	Couleur vive et brillante	Odeur fraîche de tomate	Très tendre	Fortement appréciée
02	Al	Goût naturel, peu prononcé	Homogène mais collante	Bonne couleur mais trouble	Odeur normale	Tendre	Acceptée
	Inox	Douce, bien relevée	Texture homogène	Rouge appétissant	Odeur agréable	Tendre	Acceptée avec enthousiasme

## Annexe

03	Al	Acide, goût d'aluminium	Légère granulosité	Couleur foncée, peu brillante	Odeur métallique perceptible	Assez molle	Peu appréciée
	Inox	Bonne intensité, sans amertume	Très agréable en bouche	Couleur stable et homogène	Odeur fine et appétissante	Tendre	Très bien acceptée
04	Al	Légèrement sucrée, déséquilibrée	Texture fine mais aqueuse	Aspect moyen	Odeur faible	Tendre	Moyennement acceptable
	Inox	Goût riche et naturel	Texture douce, légèrement épaisse	Belle apparence	Odeur légèrement sucrée	Fondante	Très satisfaisante
05	Al	Bonne saveur	Consistance correcte	Bonne apparence	Odeur correcte	Bien cuite	Appréciee

## Annexe

		mais avec arrière-goût métallique					
	Inox	Saveur fidèle à la tomate fraîche	Texture agréable	Couleur vive	Odeur fidèle au produit frais	Très tendre	Parfaitement acceptée
06	Al	Acidité prononcée	Collante	Couleur rouge foncé	Odeur trop forte	Très molle	Moyennement appréciée
	Inox	Bien équilibrée, sans acidité	Texture uniforme et fluide	Très bonne couleur	Odeur naturelle	Tendre	Appréciée
07	Al	Saveur désagréable	Texture pâteuse	Couleur altérée	Odeur désagréable	Molle	Rejetée
	Inox	Goût rond et	Texture soyeuse	Brillante, très	Odeur	Fondante	Très bien accueillie

## Annexe

		agréable		engageante	chaleureuse		
08	Al	Goût acceptable, un peu fade	Texture douce et fluide	Couleur convenable	Odeur douce	Tendre	Acceptée
	Inox	Saveur douce et parfumée	Texture fine	Rouge vif	Odeur agréable	Moelleuse	Acceptée sans réserve
09	Al	Arrière-goût amer	Texture épaisse mais granuleuse	Assez terne	Odeur légèrement âcre	Un peu dure	Peu acceptée
	Inox	Très bonne saveur	Texture onctueuse	Belle apparence	Odeur prononcée mais plaisante	Tendre et juteuse	Forte acceptation
10	Al	Goût modéré mais peu naturel	Texture correcte	Belle apparence visuelle	Odeur agréable	Bonne tendreté	Bien acceptée

## Annexe

	Inox	Riche et équilibrée	Consistance idéale	Couleur naturelle	Odeur douce et fruitée	Parfaitement fondante	Acceptée avec satisfaction

➤ **Plat de sauce de tomate** : En 35 minute et 180 degrés :

Cocote minute		Saveur (goût)	Texture (Au toucher/bouche)	Apparence (visuelle)	Odeur (arôme)	Tendreté / Dureté	Acceptabilité globale
01	Al	Goût légèrement métallique	Un peu granuleuse	Rouge terne	Odeur acidulée	Moyennement tendre	Acceptable mais pas remarquable
	Inox	Saveur naturelle et équilibrée	Texture lisse	Couleur rouge vive	Odeur agréable	Très tendre	Très bien acceptée
02	Al	Agréable mais un peu acide	Lisse	Assez brillant	Odeur modérée de tomate	Bien tendre	Globalement satisfaisante
	Inox	Saveur douce et	Légère onctuosité	Rouge naturel	Odeur fraîche	Bien tendre	Fortement

## Annexe

		authentique					appréciée
03	Al	Goût un peu altéré	Légèrement pâteuse	Couleur peu attirante	Odeur métallique légère	Un peu trop ferme	Acceptable avec réserves
	Inox	Goût intense de tomate	Fluide et homogène	Bonne brillance	Arôme appétissant	Texture fondante	Excellente
04	Al	Saveur naturelle	Texture homogène	Belle couleur rouge	Odeur fraîche et agréable	Tendre et fondante	Très bonne
	Inox	Goût fidèle au fruit frais	Texture agréable	Bel aspect homogène	Odeur neutre	Tendre	Acceptée avec enthousiasme
05	Al	Légèrement amère	Graineuse	Rouge foncé	Odeur désagréable	Ferme	Peu appréciée

## Annexe

	Inox	Saveur légèrement sucrée	Texture fine	Couleur brillante	Arôme subtil	Moyennement tendre	Acceptable mais pas remarquable
06	Al	Goût correct	Moyennement fluide	Aspect classique	Odeur neutre	Tendre	Moyennement appréciée
	Inox	Goût propre et agréable	Fluide sans grumeaux	Bonne apparence	Odeur discrète	Tendre et uniforme	Satisfaisante
07	Al	Saveur douce	Texture agréable	Bonne apparence	Odeur naturelle de tomate	Texture fondante	Bien acceptée
	Inox	Goût prononcé de tomate mûre	Texture légère	Aspect rouge appétissant	Odeur naturelle	Bien fondue	
08	Al	Goût acide	Trop épaisse	Peu appétissante	Odeur forte	Trop ferme	Faiblement

## Annexe

		prononcé					acceptable
	Inox	Saveur équilibrée	Onctueuse	Rouge éclatant	Odeur plaisante	Parfaitement tendre	Très bien reçue
09	Al	Saveur équilibrée	Texture lisse	Couleur vive et naturelle	Odeur attirante	Parfaitement tendre	Très bien acceptée
	Inox	Goût légèrement acide	Texture assez fluide	Belle teinte rouge	Odeur fraîche et légère	Moelleuse	Globalement positive
10	Al	Goût neutre	Légère granulosité	Rouge normal	Odeur légèrement acide	Moyenne	Acceptée sans enthousiasme
	Inox	Saveur riche en arômes	Lisse et agréable	Couleur vive	Odeur invitante	Très fondante	Hautement appréciée

## Annexe

➤ **Plat de sauce tomate** : En 1 heure et 180 degrés :

Four		Saveur (goût)	Texture (Au toucher/bouche)	Apparence (visuelle)	Odeur (arôme)	Tendreté / Dureté	Acceptabilité globale
01	Al	Un peu métallique, acide	Légèrement pâteuse	Rouge foncé, moins brillant	Un peu piquante	Moyennement ferme	Acceptable mais pas idéale
	Inox	Saveur fraîche et naturelle	Lisse et bien fondue	Rouge vif, brillante	Odeur agréable	Bien tendre	Très appréciée
02	Al	Moins naturelle, goût altéré	Lisse mais avec résidus	Apparence avec teinte brunie	Odeur métallique perceptible	Moyennement tendre	Peu satisfaisante
	Inox	Très équilibrée, peu acide	Texture douce et uniforme	Belle couleur homogène	Odeur fraîche de tomate	Parfaitement tendre	Excellente
03	Al	Correcte mais avec arrière-goût	Douce et homogène	Belle apparence, légèrement terne	Odeur de tomate persistante	Tendreté avec légère dureté	Acceptable
	Inox	Goût intense	Fluide et légère en	Rouge lumineux,	Arôme délicat	Bonne tendreté	Très satisfaisante

## Annexe

		mais naturel	bouche	appétissante			
04	Al	Goût prononcé, un peu amer	Texture trop épaisse	Apparence assez foncée, peu appétissante	Légère odeur de brûlé	Tendreté ferme	Moyennement appréciée
	Inox	Goût rond et savoureux	Crémeuse	Belle texture visuelle	Odeur douce	Moyennement tendre	Bien acceptée
05	Al	Saveur concentrée, acide	Texture collante	Belle couleur mais avec matescence	Odeur acide	Consistance moyenne	Moyenne
	Inox	Saveur prononcée mais agréable	Texture épaisse et agréable	Couleur éclatante	Bonne intensité aromatique	Tendre	Acceptée
06	Al	Saveur altérée par le contenant	Texture farineuse	Belle couleur mais avec matescence	Odeur acide	Consistance moyenne	Moyenne
	Inox	Goût doux, pas d'arrière-goût	Texture bien lisse	Belle brillance	Parfum appétissant	Texture tendre	Appréciée
07	Al	Saveur altérée	Texture farineuse	Couleur dénaturée	Odeur	Tendreté trop	Rejetée

## Annexe

		par le contenant			désagréable	ferme	
	Inox	Goût légèrement sucré	Texture bien lisse	Belle brillance	Parfum appétissant	Très fondante	Très bien acceptée
08	Al	Saveur normale, peu intense	Texture fluide mais dense	Belle apparence, naturelle	Bonne odeur de tomate	Bonne tendreté	Appréciée
	Inox	Saveur fidèle à la tomate fraîche	Texture onctueuse	Teinte vive, naturelle	Odeur agréable et douce	Parfaite tendreté	
09	Al	Saveur légèrement désagréable	Texture grumeleuse	Aspect peu engageant	Odeur aigre	Texture un peu ferme	Refusée
	Inox	Goût doux et bien équilibré	Texture homogène	Bonne apparence	Odeur plaisante	Bonne fermeté	
10	Al	Goût correct mais peu relevé	Texture convenable	Aspect moyen	Odeur discrète	Texture un peu ferme	Acceptable
	Inox	Saveur riche, bien développée	Texture fine, fondante	Belle allure générale	Odeur fine et fraîche	Tendre à souhait	Excellente

## Annexe

➤ **Plat de sauce tomate** : En 35 minute et 180 degrés :

Four		Saveur (goût)	Texture (Au toucher/bouche)	Apparence (visuelle)	Odeur (arôme)	Tendreté / Dureté	Acceptabilité globale
01	Al	Légèrement métallique, moins naturelle	Lisse mais légèrement granuleuse	Couleur un peu terne, rouge brunâtre	Odeur douce mais avec un fond métallique	Moyennement tendre	Acceptable mais pas exceptionnelle
	Inox	Saveur fraîche et naturelle	Lisse et bien liée	Couleur vive et homogène	Odeur agréable de tomate rôtie	Très tendre	Excellente acceptabilité
02	Al	Bonne saveur de tomate concentrée	Homogène et agréable	Brillante avec un aspect appétissant	Odeur appétissante de tomate cuite	Très tendre	Très bien acceptée
	Inox	Goût équilibré sans acidité	Texture fondante	Belle brillance, rouge intense	Arôme riche et appétissant	Moelleuse	Très bien acceptée
03	Al	Arrière-goût désagréable	Collante sur la langue	Aspect légèrement oxydé	Odeur faible, presque absente	Trop molle	Peu acceptée
	Inox	Saveur douce et	Texture uniforme	Belle couleur	Odeur puissante	Bien cuite	Parfaitement

## Annexe

		profonde		conservée	de tomate mûre		acceptée
04	Al	Goût équilibré	Aqueuse	Aspect aqueux, manque d'épaisseur	Odeur acide, peu plaisante	Moyennement ferme	Acceptabilité faible
	Inox	Très savoureuse, goût naturel	Veloutée et agréable	Apparence brillante et fraîche	Odeur très plaisante	Consistance idéale	Fortement appréciée
05	Al	Goût équilibré	Fluide, sans grumeaux	Couleur vive et uniforme	Arôme riche de tomate	Bonne consistance	Bien acceptée
	Inox	Goût neutre mais pur	Texture fine mais un peu liquide	Rouge clair, légèrement translucide	Odeur discrète mais plaisante	Moyennement tendre	Acceptable
06	Al	Bonne mais un peu fade	Texture lisse mais trop légère	Rouge vif mais peu épaisse	Légère odeur de cuisson	Tendre mais manquant de structure	Moyennement acceptée
	Inox	Légèrement sucrée, bien caramélisée	Texture épaisse et homogène	Couleur intense et stable	Arôme riche avec notes douces	Bien fondante	Très bien reçue
07	Al	Très savoureuse,	Veloutée et bien liée	Belle couleur vive	Odeur	Très bien	Excellente

## Annexe

		goût intense			alléchante de cuisson	équilibrée	
	Inox	Goût typique de tomate cuite	Agréablement onctueuse	Aspect lisse et appétissant	Odeur authentique de cuisson au four	Bonne fermeté	Très bonne acceptabilité
08	Al	Légère amertume	Grumeleuse	Couleur irrégulière	Odeur neutre	Un peu trop ferme	Moyenne acceptabilité
	Inox	Très riche en goût	Texture parfaite	Couleur profonde et uniforme	Arôme séduisant	Texture bien fondue	Excellente acceptation
09	Al	Saveur naturelle de tomate fraîche	Crémeuse	Couleur rouge homogène	Odeur agréable et équilibrée	Bonne tendreté	Bien acceptée
	Inox	Légère amertume naturelle	Texture granuleuse par endroits	Belle couleur avec quelques irrégularités	Odeur naturelle	Moyennement ferme	Moyennement acceptée
10	Al	Arrière-goût	Texture pâteuse	Aspect terne et peu	Odeur altérée	Trop molle	Peu acceptée

## Annexe

		métallique perceptible		appétissant			
	Inox	Saveur pure sans arrière-goût	Lisse, bien répartie	Rouge intense, sans variation	Odeur fraîche de tomate rôtie	Très bonne tendreté	Globalement très appréciée

# Sommaire

## Liste des figures :

<b>Figure 1</b> : Exposition, absorption et distribution d'Al dans le corps humain.....	12
<b>Figure 02</b> :Pathologie cellulaire dans la toxicité systématique de Al.....	16
<b>Figure 03</b> : Répartition des tranches d'âges.....	27
<b>Figure 04</b> : Répartition des sexes.....	28
<b>Figure 05</b> : Répartition du niveau d'études .....	29
<b>Figure 06</b> : Répartition des types d'ustensiles les plus utilisés.....	30
<b>Figure 07</b> : Fréquence d'utilisation des ustensiles en aluminium.....	31
<b>Figure 08</b> : Raisons d'utilisation des ustensiles en Aluminium.....	32
<b>Figure 09</b> : Répartition des types de plats cuisinés dans des ustensiles en Aluminium.....	32
<b>Figure 10</b> : Connaissances des risques liés à l'utilisation des ustensiles en Aluminium.....	34
<b>Figure 11</b> : Perceptions des effets de l'aluminium sur la santé.....	35
<b>Figure 12</b> : Facteurs favorisant la migration de l'aluminium dans les aliments.....	36
<b>Figure 13</b> : Remplacement des ustensiles en aluminium par d'autres matériaux.....	37
<b>Figure 14</b> : Répartition des raisons du remplacement des ustensiles en aluminium.....	38
<b>Figure 15</b> : Précautions prises pour limiter l'exposition à l'aluminium.....	39
<b>Figure 16</b> : Recevoir plus d'informations sur les effets d'aluminium.....	40
<b>Figure 17</b> : Méthodes d'hygiène et entretien des ustensiles en Aluminium.....	41
<b>Figure 18</b> : Observation des signes d'usure des ustensiles en aluminium.....	42
<b>Figure 19</b> : Entretien des ustensiles en aluminium.....	43
<b>Figure 20</b> : Conservation des ustensiles en aluminium.....	43
<b>Figure 21</b> : Comparaison sensorielle du riz cuit à 180° selon la durée et le type de marmite.	46
<b>Figure 22</b> : Riz cuit dans la marmite en Al .....	46
<b>Figure 33</b> : Riz cuit dans la marmite en Inox.....	47
<b>Figure 44</b> : Riz cuit dans un cocotte aluminium .....	47
<b>Figure 45</b> : Riz cuit dans un cocotte inoxydable .....	49
<b>Figure 46</b> :Riz cuit dans un four Al.....	49

<b>Figure 47:</b> Riz cuit dans un four Inox.....	51
<b>Figure 48:</b> Poulet cuit dans un cocotte aluminium.....	51
<b>Figure 49:</b> poulet cuit dans un cocotte inoxydable.....	51
<b>Figure 50:</b> poulet cuit dans un marmite Al. ....	53
<b>Figure 51 :</b> poulet cuit dans un marmite inox.....	53
<b>Figure 52:</b> poulet cuit dans. Un four Al.....	55
<b>Figure 53:</b> poulet cuit dans un four inox .....	55
<b>Figure 54:</b> la sauce tomate cuit dans un four Al .....	58
<b>Figure 55 :</b> la sauce tomate cuit dans un four inox.....	58
<b>Figure 56 :</b> la sauce tomate cuit dans un marmite Al.....	59
<b>Figure 57 :</b> la sauce tomate cuit dans un marmite inox.....	59
<b>Figure 58 :</b> la sauce tomate cuit dans un cocotte al. ....	61
<b>Figure 59:</b> la sauce tomate cuit dans un cocotte inox.....	61

**Liste des tableaux :**

**Tableau 01** : Nom INCI des composés de l'aluminium pouvant être utilisés dans les produits cosmétiques, d'après CosIng..... 14

**Tableau 02** : Formulations cosmétiques testées et quantités appliquées dans l'étude du Laboratoire PMIC (2007)..... 15

# Sommaire

Remerciement .....	
Dédicace.....	
Résumé .....	
INTRODUCTION.....	1

## Chapitre 01

### synthèse bibliographique

1.Définition : .....	4
2.Histoire de l'aluminium : .....	4
3.Aluminium dans le monde .....	5
4.Aluminium en Algérie .....	6
4.1.Projet de production d'aluminium vert à Aïn Témouchent.....	6
4.2.Partenariat avec un producteur africain de bauxite .....	7
5.Aluminium et sécurité alimentaire .....	7
5.1. Sources alimentaires .....	8
5.2. Les emballages et conditionnement.....	10
6.L'aluminium et santé humaine : .....	10
6.1. L'aluminium dans le corps humain : .....	11
6.1.1. Absorption par voie orale .....	12
6.1.2. Produits cosmétiques .....	13
7.Cuisine at aluminium.....	16
8.Toxicité à doses répétées.....	16

## Chapitre 02

### Méthode d'étude

1.Enquête : .....	19
2 : Étude des types de plats cuisinés : .....	20
3.Description du dispositif expérimental utilisé pour l'étude de la migration des métaux dans les aliments cuits : .....	21
3.1.Choix et préparation des échantillons alimentaires : .....	21
3.2. Variables expérimentales et conception générale de l'expérience : .....	21

3.3.Méthode de cuisson :	22
3.4.Mesures de sécurité et contrôle de qualité :	22
3.5. Justifications scientifiques de cette méthodologie :	22
4.Dégustations des plats cuits :	23

### Chapitre 03

#### Résultats discussion

1.Informations générales.....	26
1.1. Age.....	26
1.2. Sexe :.....	27
2.3. Niveau d'études :.....	28
2. Habitudes de cuisson .....	29
2.1. Types d'ustensiles les plus utilisés : .....	29
2.2. Fréquence d'utilisation des ustensiles en aluminium.....	30
2.3. Raisons d'utilisation de l'aluminium :.....	31
2.4. Les Types de plats cuisinés dans des ustensiles en aluminium :.....	32
3. Connaissances et perceptions .....	34
3.1. Les risques liés à l'utilisation des ustensiles en aluminium.....	34
3.2. Les effets de l'aluminium sur la santé .....	34
3.3.Les facteurs qui favorisent la migration de l'aluminium dans les aliments :.....	35
4.Pratiques et prévention.....	36
5. Avis et suggestions.....	39
5.1. Les informations sur les effets de l'aluminium sur la santé :.....	39
5.2. Hygiène et entretien des ustensiles .....	40
5.3. Les signes d'usure (rayures, changement de couleur, déformation) : .....	41
5.4. Les entretiens spécifiques pour prolonger la durée de vie des ustensiles :.....	42
5.5. Conservation des ustensiles :.....	43

#### partie 02

1. Analyse des résultats .....	44
1.1. Comparaisons des types d'aliments en termes de cuisson dans l'aluminium et l'acier inoxydable pendant une heure et pendant 35 minutes.....	44
-Riz en marmite ( Aluminium et inoxydable) pendant une heure et pendant 35 minutes : .....	45
-Riz en four (Aluminium et inoxydable) pendant une heure et pendant 35 minutes : .....	48
-Poulet en cocotte (Aluminium et inoxydable) pendant une heure et pendant 35 minutes : .....	50

-Poulet en marmite :(Aluminium et inoxydable) pendant une heure et pendant 35 minutes : .52	
-Poulet en Four :(Aluminium et inoxydable) pendant une heure et pendant 35 minutes :.....54	
-La sauce tomate en four (Aluminium et inoxydable) pendant une heure et pendant 35 minutes :.....57	
-La sauce tomate en Marmite (Aluminium et inoxydable) pendant une heure et pendant 35 minutes :.....59	
-La sauce tomate en cocotte (Aluminium et inoxydable) pendant une heure et pendant 35 minutes :.....61	
CONCLUSION.....63	
Références Bibliographiques .....65	
Les Annexes .....78	
Liste des figures : .....148	
Liste des tableaux : .....150	
Sommaire : .....151	