

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la

Recherche Scientifique

Université de Blida 1



Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département d'agro-alimentaire

Mémoire de fin d'étude pour l'obtention du Diplôme de Master

Spécialité: Nutrition et pathologie

Filière : Sciences Agroalimentaires

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Thème:

Essai de fabrication d'un biscuit anti anémique

Réalisé par :

Melle MAASNIA Nour El houda

Melle TEBBAL Noura

Devant le jury :

Mme. KOUIDRI AMEL	MCB	USDB1	Présidente de jury
Mme. ABDELAOUI ZOUBIDA	MCB	USDB1	Examinatrice
Mr. AMALOU DJAMEL	MAA	USDB1	Promoteur

Année universitaire 2019-2020

Remerciements

Avant tout et en toute humilité, nous remercions Allah le tout puissant, clément et miséricordieux de m'avoir doté d'une forte volonté, d'un courage, de santé et de patience durant nos années d'étude et surtout pour réaliser ce modeste travail qui constitue l'aboutissement de bon nombre d'années d'efforts et de sacrifices.

Nos remerciements vont à nos parents qui ont toujours soutenues et encouragées le long de notre cursus pédagogique.

Nous tenons à adresser notre profonde gratitude à notre promoteur monsieur AMALOU D qui accepté spontanément de nous guider dans ce travail avec compétence et dévouement. Nous avons impressionné durant notre formation par son sens de responsabilité, son encouragement et pour tout l'intérêt qu'il a accordé à ce travail.

Nous exprimons toute notre gratitude et nos remerciements à Mme KOUIDRI A, notre chef d'option pour m'avoir fait l'honneur de présider ce jury et nous expriment également mes vifs remerciements à Melle ABDELAOUI Z d'avoir accepté d'examiner notre travail.

Nous tenons à remercier le personnel de l'unité Cherchell pour leurs accueils en particulier Ms TAKOUCHE M, chef de production et Mme Dalila responsable de laboratoire, sans oublier tous les laborantines.

Un grand merci pour El hadj de Beskra et Ms ABD EL KADER CHAMA et Mme MIRA le chef de service d'hôpital mer et enfant de Tipasa.

Nous à Ms ABD E L KADER ESSERHANE d'être à coté de nous dans ce travaille

Nous tenons à exprimer nos remerciements à notre chef de département Mr MEGUATLI et Mr REMDANE.

Nous remercions tous le personnel du département d'Agro-alimentaire de l'université Saad Dahleb, et plus particulièrement Mr Halim et ALI pour tous ceux qui nous ont rendu service et qui ont contribué de près ou de loin pour ce travail.

En fin, Merci pour tous ceux et celles qui nous a aidé d'une façon ou d'une autre dans notre travail, on les remercie du fond du cœur.

Dédicace

Avec l'aide de Dieu le tout puissant qui m'a éclairé les chemins du savoir, j'ai pu réaliser ce travail que je dédie à :

Mes très chers parents :

Aucune dédicace, aussi expressive qu'elle soit, ne saurait exprimer la profondeur de mes sentiments et l'estime que j'ai pour vous. Merci pour tous vos sacrifices et vos encouragements. Merci d'être mes parents. C'est à vous que je dois cette réussite. Et je suis fier de vous l'offrir.

A mes chères sœurs et mon frère :

wahiba, Salih, Fadhila, Saïda, Med amine

A mes délicieuses nièces :

Allaa, Asmaa, Kawthar, Hafsa, Lina, Riad, Khalil, Himat Allah, Abd elmonim, Abderrahmane et Aïcha.

A mes meilleures amies fidèles:

khawla, Roumaïssa et Zineb.

Mon binôme :

Nour El Houda. Merci pour ton soutien moral, ta patience, et ta compréhension tout au long de ce travail. Je te souhaite une merveilleuse vie pleine de succès.

Enfin, je le dédie à mes collègues de la promotion Nutrition et pathologie 2019/2020

Noura



Dédicace

Avec une immense joie, je dédie ce modeste travail : A ma mère pour tous ce qu'elle m'a donnée dans la vie et qui a été toujours à mon côtés depuis le début de mes études avec patience et confiance et

Mon père et ma grand-mère qu'Allah ait pitié d'elle

A mes frère : Hassen et Hocine et abd ei Rahman, Emade et abd nour et akram et Salim et Mohamed

A mes belle fille : marame et nour ei iman et Fatima

A mes sœur : Fasmira, Meriem et ghania

A mes cher amie : Sara, faiza et ranya

A mon binome noua d'etre à côté de moi dans ce travaille

A tous la famille esserhane et maasnia

NOUR ELHOUDA



Résumé

Notre travail a pour objectif de fabriquer un biscuit anti anémique à base de farine de datte et de lentille afin d'évaluer son effet sur les caractéristiques technologiques, physicochimiques et microbiologiques.

La démarche méthodologique adoptée consiste à l'élaboration des biscuits à différents taux d'incorporation de la farine de datte et de lentille (30% et 100%) et un biscuit témoin

Les analyses physiques des biscuits fabrique montre que la farine de datte et de lentille peut changer les caractères morphométriques de biscuit Fabriqué (poids, le volume, la surface, le développement, diamètre et l'épaisseur)

Enfin, les résultats du test de dégustation présentent une acceptabilité globale par rapport au biscuit témoin préparé à base de la farine de blé tendre. En effet, c'est la formulation à 100% du farine de datte qui a été la mieux appréciée au niveau de du goût,

Mots clés : biscuit, farine de datte, farine de lentille, fer, l'anémie

Abstract

Our work is to try to make a biscuit anti anémique with date flour and red lentil flour in order to evaluate its effect on the technological, physicochemical and microbiological characteristics.

The methodological approach adopted consists in the development of biscuit at different rates of incorporation of date flour and red lentil flour .A test biscuit was evidently prepared to compare the results.

Physical analysis of biscuits manufactures shows that the date and lentil flour can change the physical characteristics. (weight. Volume, surface, diameter, Thicknesses)

Finally, the results of the tasting test showed an overall acceptability compared to the control biscuit prepared from soft. The 100% date flour formulation was the most appreciated at the taste

Key words: biscuit, date flour; lentil flour, fer, anemia

الملخص

تهدف دراسة هذا العمل الى اثراء النظام الغذائي عن طريق صنع بسكويت مدمج بفرينة التمر و فرينة العدس الاحمر، لتقييم تأثيره على الخصائص الفيزيائية الكيمائية والمكروبيولوجية والغذائية....

قمنا بصناعة خمسة اصناف من البسكويت مختلفة من حيث نسبة ادماج (بسكويت ذو 30%) , (بسكويت ذو 100%) قمنا بتصنيع بسكويت بدون عدس ولاتمر وذلك. ليتم مقارنة النتائج لاحقا بالأصناف الثلاثة من البسكويت المدمج لنخاله القمح .

حيث اطهرت النتائج الفيزيائية ان فرينة العدس الاحمر و فرينة التمر يأتزان على الخصائص المورفومترية (الوزن. الطول. المساحة. الارتفاع. الحجم)

اظهرت نتائج اختبار الذوق ان كل اصناف البسكويت مقبولة عموما بالمقارنة مع البسكويت المصنوع من طحين القمح اللين

فقط، و عليه تم اختيار البسكويت المدمج ب 100% من فرينة التمر لأنه الافضل من حيث الذوق والرائحة

الكلمات المفتاحية: بسكويت، فرينة التمر. فرينة العدس الاحمر، الحديد، فقر الدم

Table des matières

Introduction générale.....	1
----------------------------	---

Partie bibliographique

Chapitre I : Anémie

I.1.Epidémiologie.....	2
I.1.1.prévalence de l'anémie dans le monde (1993-2005).....	2
I.1.2.prévalence de l'anémie dans l'Algérie.....	3
I.2.Définition.....	3
I.3.Le fer.....	4
I.3.1.Définition et rôle biologique de fer.....	4
I.3.2.besoin en fer.....	5
I.3.3.les apport en fer.....	6
I.4.Classification.....	6
I.4.1.Les anémies hypochromes.....	6
I.4.1.1.Anémie par carence martiale.....	6
I.4.2Les anémies mégaloblastiques.....	8
I.4.3.Les anémies hémolitiques.....	8
I.4.4.Les autres typesd'anémies.....	8
I.5.Physiopathologie del'anémie.....	9
I.6.La biodisponibilité de fer.....	11
I.7.Métabolisme de fer.....	11
I.7.1.Absorption et transfert de fer.....	11
I.7.2.Stockage de fer.....	15
I.7.3Redistribution et pertes en fer.....	15
I.8.Les causes de l'anémie.....	17
I.9. Symptômes liés à l'anémie.....	18
I.10. Diagnostique d'une anémie.....	19
I.10.1.Les marqueurs biologiques de l'anémie ferriprive.....	21

I.10.1.1.Numération formule sanguine.....	21
I.10.1.2.Ferritine.....	2
1	
I.10.1.3.Fer sérique.....	22
I.10.1.4.Capacité totale de fixation de fer.....	22
I.10.1.5.Coefficient de saturation de la transferrine.....	22
I.10.1.6.Exploration de l'anémie.....	23
I.10.Conséquence de l'anémie.....	24
I.11.Traitement médicamenteux.....	25
I.11.1.Traitement curatif.....	25
I.11.1.1.Sel de fer par voie oral.....	25
I.11.1.2.Voie intraveineuse.....	26
I.11.1.3.La transfusion sanguine.....	27
I.11.1.4.L'érythropoïétine.....	2
7	
I.11.2.Traitement préventif.....	28
I.12.Conseil et adaptation diététique.....	29
I.13.Enrichissement des aliments en fer.....	32

Partie expérimental

Chapitre I : Matériel et méthode

I.1.Objectif de travail.....	35
I.2.Matériel.....	35
I.2.1.La Farine.....	35
I.2.2.La farine des dattes.....	35
I.2.3.La matière Grasse.....	37
I.2.4Le sucre.....	37
I.2.5L'eau.....	37
I.2.6Le sel.....	38
I.2.7.La lécithine.....	38
I.2.8.Les levants.....	38

I.2.9.La farine de lentilles rouges.....	38
I.3.Essais de fabrication du biscuit témoin.....	39
I.4.Essais des biscuits à base de la farine des dattes et la farine des lentilles rouges.....	40
I.5.Processus de fabrication des biscuits.....	40
I.5.1.Préparation des ingrédients.....	40
I.5.2.Pétrissage.....	40
I.5.3.Moulage.....	41
I.5.5.Cuisson.....	41
I.5.6.Refroidissement.....	42
I.5.7.Conditionnement et emballage.....	42
I.6.Les méthodes d'analyses.....	44
I.7.Mesure des caractères physiques.....	45
I.8.Evaluation sensorielle.....	45

Chapitre2 : Résultats et discussions

II. Etude de la matière première.....	48
II.1. Les caractéristiques physiques et morphologiques de la datte.....	48
II.1.1. Les caractéristiques morphologiques de la datte et sa teneur en eau.....	48
II.2. Caractérisation physique de la farine des dattes et la farine des lentilles.....	49
II.3 Présentation de biscuits préparés.....	49
II.3 Résultats morphométriques des biscuits.....	50
II.4 Analyse sensorielle.....	51
II.5La Qualité générale des biscuits.....	57
III. Conclusion générale.....	59
Références bibliographiques.....	60
Annexe.....	64

Liste des figures

Figure1 : La carence en fer à l'anémie : déroulement chronologique.	10
Figure2 : l'absorption de fer au niveau de l'intestin	12
Figure3 : Schéma général sur l'absorption de fer	13
Figure4 : Transfer de fer vers la circulation sanguine	14
Figure5 : captation de fer par les cellules	14
Figure6 : la distribution de fer dans l'organisme.....	16
Figure7 : hémogramme.....	21
Figure8 : datte entière Mech-Degla.....	36
Figure9 : Datte Mech-Degla entière et en coup.....	36
Figure10 : Diagramme de l'obtention de la farine des dattes.....	36
Figure11 : la farine des dattes obtenue.....	37
Figure12 : la farine des lentilles rouges obtenue.....	39
Figure13 : le mélange des ingrédients.....	41
Figure14 : la pâte de biscuit.....	41
Figure15 : façonnage manuel de biscuit.....	41
Figure16 : cuisson de biscuit.....	41
Figure17 : le produit après cuisson.....	42
Figure18 : biscuit emballé.....	42
Figure19 : diagramme de fabrication de biscuit anti anémique.....	43
Figure20 : photographies des biscuits élaborés à base de farine de lentille.....	49
Figure 21 : photographies des biscuits élaborés à base de farine de datte.....	50
Figure 23 : Résultats morphométriques des biscuits préparés.....	51
Figure 24 : représentation de la forme des biscuits fabriqué.....	53
Figure 25 : les résultats statistiques de la fissuration.....	54
Figure 26 : résultats statistiques de la couleur.....	55
Figure 27 : les résultats de gout des biscuits fabriqué.....	56
Figure 28 : résultats statistiques de l'odeur.....	56

Figure 29 : résultats statistiques sur la friabilité.57

Figure 30 : résultats statistiques sur la texture.....58

Liste des tableaux

Tableau 1: Prévalence de l'anémie et nombre de personnes atteintes dans le monde	2
Tableau 2 : La répartition de fer dans l'organisme	5
Tableau 3 : Les besoins quotidiens en fer selon l'âge en mg par jour	5
Tableau4 : ANC recommandés par rapport les tranches d'âge.....	6
Tableau5 : les anémies hypochromes.	7
Tableau6 : Classification des types d'anémie	9
Tableau7 : Trois niveaux de la carence en fer.....	11
Tableau8 : Les pertes journalières en fer selon le sexe, âge et les situations physiologiques.....	17
Tableau9 : Signes et symptômes de l'anémie.....	19
Tableau10 : valeurs normales hématologiques	20
Tableau11 : ampleur relative des réserves de fer d'après la concentration de ferritine dans le sérum	22
Tableau12 : Médicaments à base de fer (voie oral) utilisées dans le traitement des anémies par carence martiale	26
Tableau13 : les spécialités de fer injectable.....	27
Tableau14 : aliments contenant à la fois le fer hémique et non hémique.....	29
Tableau15 : Quelques sources alimentaires de fer hémique	30
Tableau16 : Quelques sources alimentaires de fer non hémique	31
Tableau17 : Les facteurs qui intervenant dans l'absorption de fer	32
Tableau18 : Caractéristiques des composées de fer couramment utilisé pour enrichir les aliments	34
Tableau19 : quantités des ingrédients utilisés pour la fabrication de biscuit témoin.....	39
Tableau20 : les essai de préparartion des biscuits à la poudre des dattes et farine des lentille rouge.....	40
Tableau21: caractéristique morphologiques de la datte « Mech-Degla »	48
Tableau 22 : caractéristique physiques et la teneur en eau de la datte « Mech-Degla ».....	48
Tableau 23 : Caractérisation physique de la farine des dattes et la farine des lentilles :.....	49
Tableau 24 : résultats d'analyses physiques :.....	50
Tableau 25: résultats des analyses organoleptiques et sensorielles des biscuits.....	52

La liste des abréviations

OMS : Organisation Mondiale de Santé

IC : intervalle de confiance

µg : microgramme

Fe : fer

Kg : kilogramme

J : jour

B12 : Cobalamine

N : Normale

TCMH : Teneur Corpusculaire Moyenne de l'Hémoglobine

VGM : Volume Globulaire Moyen

GR : Globule rouge

EPO : Erythropoïétine

CCMH : Concentration Corpusculaire Moyenne de l'Hémoglobine

% : Pourcentage

NFS : numération de formule sanguine

CRP : Protéine C réactive

g/dl : grammes par décilitre

Kg : kilogramme

mg/j : milligrammes par jour

OMS : Organisme Mondial pour la Santé

pg : Picogramme

CST : Capacité de Saturation de la Transferrine

CTFT : Capacité Totale de Fixation de la Transferrine

TCMH : Teneur Corpusculaire en Hémoglobine

VGM : Volume Globulaire Moyen

µmol : micromole.

FI : facteur intrinsèque

EPO: erythropoietin

RhEPO: erythropoietin recombinant

CRH: corticotrophin-releasing hormone

CTF : Capacité totale de fixation de la sidérophiline

fL : femtolitre

VS : Vitesse de sédimentation globulaire

ANR : apport nutritionnel recommandé

Na-Fe EDTA : Sodium ferrique Na-Fe

MC : Maladie de Crohn

MICI : maladies inflammatoires chroniques intestinales

BT : biscuit témoin

BD : biscuit de farine de datte

BL : biscuit de farine de lentille

Introduction générale

Introduction

L'amélioration remarquable des conditions de vie durant ces dernières décennies, l'anémie demeure un problème majeur de santé publique en affectant la croissance physique, le développement cognitif, la reproduction et la capacité de travail physique aboutissant à une diminution de la performance humaine (**Maclean, 2009**).

L'anémie constitue un vaste problème de santé publique associé à un risque accru de morbidité et de mortalité, surtout pour les femmes enceintes et les jeunes enfants. Il s'agit d'une maladie aux causes multiples, à la fois nutritionnelles et infectionnelles qui surviennent fréquemment en parallèle. On suppose qu'un des facteurs de contribution les plus courants est le manque de fer. L'anémie résultant de cette carence en fer est considérée comme l'un des dix principaux contributeurs au poids global des maladies (**Badham, 2007**).

Les plus exposés à cette pathologie sont les nourrissons, les enfants en période de croissance intensive, les sujets âgés et les femmes enceintes. Dans la plupart des pays en développement où elle serait responsable de la moitié des cas d'anémie, le régime alimentaire usuel dans la majorité des ménages ne fournit qu'une biodisponibilité en fer alimentaire de 15-25µg Fe/kg/j. En Afrique et en Asie, l'anémie serait responsable de 3.7% à 12.8% des décès maternels au cours de la grossesse et de l'accouchement (**Khan, et al, 2006**).

L'anémie est définie par une baisse du taux d'hémoglobine. Les seuils inférieurs d'hémoglobine varient en fonction de l'âge, du sexe d'une personne, de son ethnie, de l'altitude à laquelle elle vit, de ses habitudes tabagiques et du stade de la grossesse (**Logan et al, 2004**). La découverte d'une anémie doit conduire à un bilan étiologique précis et orienté par les données cliniques et biologiques. L'anémie ou plutôt les anémies, sont le fait de causes et de mécanismes physiopathologiques variés et complexes qui rendent certains diagnostics intriqués et difficiles. Les carences en fer, en folates et en vitamines B12 représentent les causes principales de l'apparition de l'anémie.

Ce Travail s'inscrit dans ce contexte, il a pour l'objectif de :

- Fabrication d'un biscuit anti anémique à la farine des dattes et des lentilles
- L'étude des caractéristiques morpho métriques et l'analyses physiques du biscuit fabriqué
- L'évaluation organoleptique et sensorielle des biscuits fabriqués à différents pourcentages

Chapitre 1 : l'anémie

Chapitre 1 : l'Anémie

I.1. Épidémiologies :

I.1.1 Prévalence de l'anémie dans le monde 1993-2005 :

Les estimations régionales de l'OMS produites pour les enfants d'âge préscolaire, les femmes enceintes et les femmes qui ne sont pas enceintes indiquent que la proportion la plus élevée de personnes atteintes se situe en Afrique (47,5-67,6 %), tandis que le plus grand nombre de personnes touchées se situe en Asie du Sud-Est où 315 millions de personnes (IC de 95 % : 291340) sont anémiées dans ces trois groupes de population. (Anonyme, 2008)

Le tableau 1 présent la prévalence de la population anémique dans le monde :

Tableau 1 : Prévalence de l'anémie et nombre de personnes atteintes dans le monde

Régions de l'OMS	Enfants d'âge préscolaires		Femmes enceintes		Femmes non enceintes	
	Prévalence (%)	#atteints (en millions)	Prévalence (%)	#atteints (en millions)	Prévalence (%)	#atteints (en millions)
Afrique	67.6 (64.3-71.0)	83.5 (79.4-87.6)	57.1 (52.8-61.3)	17.2 (15.9-18.5)	47.5 (43.4-51.6)	69.9 (63.9-75.9)
Amériques	29.3 (26.8-31.9)	23.1 (21.1-25.1)	24.1 (17.3-30.8)	3.9 (2.8-5.0)	17.8 (12.9-22.7)	39 (28.3-49.7)
Asie du Sud-Est	65.5 (61.0-70.0)	115.3 (107.3-123.2)	48.2 (43.9-52.5)	18.1 (16.4-19.7)	45.7 (41.9-49.4)	182 (166.9-197.1)
Europe	21.7 (15.4-28.0)	11.1 (7.9-14.4)	25.1 (18.6-31.6)	2.6 (2.0-3.3)	19 (14.7-23.3)	40.8 (31.5-50.1)
Méditerranée orientale	46.7 (42.2-51.2)	0.8 (0.4-1.1)	44.2 (38.2-50.3)	7.1 (6.1-8.0)	32.4 (29.2-35.6)	39.8 (35.8-43.8)
Pacifique occidentale	23.1 (21.9-24.4)	27.4 (25.9-28.9)	30.7 (28.8-32.7)	7.6 (7.1-8.1)	21.5 (20.8-22.2)	97 (94.0-100.0)
Mondial	47.4 (45.7-49.1)	293.1 (282.8-303.5)	41.8 (39.9-43.8)	56.4 (53.8-59.1)	30.2 (28.7-31.6)	468.4 (446.2-490.6)

(Anonyme, 2008)

La prévalence de l'anémie en tant que problème de santé publique est catégorisée par l'OMS comme suit:

- < 5 % - pas de problème
- 5–19 % - problème de santé publique léger
- 20–39 % - problème de santé publique modéré
- > 40 % - problème de santé publique sévère
- La prévalence globale de l'anémie chez les enfants d'âge préscolaire est de 47,4%

- La prévalence globale de l'anémie chez les femmes enceintes est de 41,8 %.
- La prévalence globale de l'anémie chez les femmes hors grossesse est de 30,2 %.
- Globalement, 818 millions de femmes (avec ou sans grossesse) et de jeunes enfants souffrent d'anémie et plus de la moitié d'entre eux, environ 520 millions, vivent en Asie.
- La prévalence la plus élevée se trouve en Afrique, mais le nombre d'individus affectés est plus important en Asie. En Asie, 58 % des enfants d'âge préscolaire, 56,1 % des femmes enceintes et 68 % des femmes hors grossesse sont anémiques.
- Plus de la moitié de la population mondiale des enfants d'âge préscolaire et des femmes enceintes résident dans des pays où l'anémie représente un problème de santé publique sévère.
- Les pays présentant un problème de santé publique sévère étaient regroupés en Afrique, en Asie, en Amérique latine et aux Caraïbes.
- L'Afrique et l'Asie sont les régions les plus affectées par l'anémie et, comme il s'agit également des régions les plus pauvres, cela suggère un lien entre anémie et développement.
- L'anémie est trois fois plus répandue en Europe qu'en Amérique du Nord. **(Badham, 2007).**

I.1.2 Prévalence de l'anémie dans l'Algérie :

Très peu de données récentes sont disponibles en Algérie sur l'anémie, y compris pour les groupes à risque que sont les jeunes enfants et les femmes enceintes. **(Anonyme, 2003).**

Une enquête a été réalisée en 1999 mais seuls les résultats globaux sont publiés et les caractéristiques de l'échantillon ainsi que les seuils utilisés ne sont pas documentés **(Anonyme, 2003).**

En 1999, à l'âge scolaire, les anémies légères touchaient 38% des enfants et les anémies sévères 26% **(Anonyme, 2003).**

Entre 1998 et 1999, un meilleur dépistage des carences a été mis en place avec un doublement des examens effectués. Parmi les femmes en âge de procréer 49% étaient atteintes d'anémie légère et 15% d'anémie sévère, Chez les hommes, la prévalence d'anémie était estimée à 3% **(Anonyme, 2003).**

Les anémies sont d'origine diverses avec cependant une forte composante nutritionnelle. La composition du régime alimentaire joue un rôle fondamental dans l'absorption des micronutriments. **(Anonyme, 2003)**

Le régime alimentaire algérien est essentiellement basé sur les céréales, riches en fer non héminique mais aussi en phytates et en fibres, ce qui réduit la biodisponibilité du fer. Les aliments d'origine animale, riches en fer héminique sont de consommation restreinte en raison de leur coût. **(Anonyme, 2003).**

I.2 Définition :

La carence en fer est une baisse de la concentration du fer fonctionnel dans les tissus et une absence des réserves en fer. La carence en fer est en général le résultat d'une diète faible en fer

biodisponible, d'une augmentation des besoins en fer ou d'une hémorragie. Le premier stade de la carence en fer est la déplétion des réserves qui est mesurée par dosage de la ferritine sérique. L'hémoglobémie à ce stade reste au-dessus des seuils normaux. Le deuxième stade est la baisse de l'érythropoïèse qui intervient lorsque, à l'épuisement des réserves s'ajoutent une absorption martiale insuffisante pour compenser les pertes basales. À ce stade, on note une augmentation de la concentration des récepteurs de la transferrine et une augmentation de la protoporphyrine libre dans les globules rouges (**Ngnié Téta, 2005**).

L'hémoglobémie commence à chuter lorsque la concentration est inférieure au seuil limite par l'OMS. Celle-ci varie selon l'âge, le sexe et le mode de vie. Ce seuil se situe dans une fourchette allant de 110 g/l pour les femmes enceintes et pour les enfants de 6 mois à 5 ans ; à 120 g/l pour les femmes adultes et à 130 g/l pour les hommes (**Anonyme, 2001**).

I.3. Le fer :

I. 13. Définition et Rôle biologique du fer :

Le fer, oligo-élément de Poids molaire 56. Il se répartit en plusieurs compartiments (pools) quantitativement inégaux. : Le pool de transport, le pool fonctionnel, le pool de réserve et le pool labile. (**Anonyme, 2019**)

Le fer est un élément indispensable à la survie de tout organisme vivant. Il catalyse plusieurs réactions biochimiques fondamentales. Il se retrouve dans l'hémoglobine, la myoglobine. Les cytochromes, la catalase et le tryptophane pyrrolase. Son rôle central est le transport de l'oxygène vers les tissus grâce à la molécule d'hémoglobine. (**Ngnié Téta, 2005**)

À ceci se greffe son rôle important dans le transfert des électrons via les cytochromes (enzymes contenant du fer) au niveau de la chaîne respiratoire. Dans l'organisme, 70% du fer est de type hémunique et 30% de type non hémunique. Le fer hémunique est essentiellement réparti dans l'hémoglobine (65% soit 2000 à 2500 mg), la myoglobine et les cytochromes. Il se retrouve aussi dans certaines enzymes hémoprotéiques telles la catalase et les peroxydases. (**Ngnié Téta, 2005**)

Le fer non hémunique est essentiellement stocké sous forme de réserves dans le complexe de stockage ferritine - hémosidérine. Cependant, une partie du fer non hémunique rentre dans la composition de plusieurs organites telles le NADH et plusieurs enzymes (la xanthine oxydase, les aldéhydes et aiphaglycérophosphate oxydases, phenylalanine hydroxylase, ribonucleotide réductase, succinil déshydrogénase, proline et lysinehydroxylases). (**Ngnié Téta, 2005**)

Le fer non hémunique se retrouve dans les enzymes affectés à la respiration mitochondriale et au transport d'électrons. D'autres enzymes contenant du fer tels les cytochromes P 450 interviennent dans la biosynthèse des hormones stéroïdes et des acides biliaires, la détoxification du foie et l'action de certains neurotransmetteurs tels la dopamine et la sérotonine.

Le tableau suivant résume la répartition du fer dans l'organisme :

Tableau2 : La répartition de fer dans l'organisme

Type de fer		Répartition en mg	Répartition en %
Le fer héminique	Hémoglobine	2000 à 2500	65
	myoglobine	150 à 200	3 à 5
Le fer non héminique	Enzyme non héminique	8 à 15	0.3
	Transferrine	3 à 4	0.1
	Fer de réserve	300 à 1200	30

(Ngnié Téta, 2005)

I. 2.3. Besoins de fer :

L'organisme contient environ 4 grammes de fer au total. (Dassonneville, 2015)

Les besoins en fer d'un sujet normal sont en moyenne de 9 mg par jour chez l'homme et de 7 à 30 mg par jour chez la femme et l'enfant. Un nourrisson a besoin d'un apport de 1 mg de fer par jour (un prématuré de 2 mg). En sachant que l'absorption est de 10 à 15 %, il faut lui fournir autour de 15 mg de fer par jour – 2 à 2.5 mg/kg. (Malgorzata ,2012)

Des apports en fer de 10 mg par jour sont recommandés chez les enfants de 12 mois à l'adolescence. Les besoins augmentent jusqu'à 15 mg chez les filles pour couvrir des pertes supplémentaires occasionnées par les règles (les pertes menstruelles sont en moyenne de 20 à 30 ml par cycle et éliminent environ 10 à 20 mg du fer). (Malgorzata ,2012)

Le tableau suivant présente les besoins en fer par rapport au l'âge :

Tableau3 : Les besoins quotidiens en fer selon l'âge en mg par jour

Besoins en fer en fonction de l'âge	7-12 mois	1-3 ans	4-8 ans	9-13 ans	14-18 ans filles	14-18 ans Garçon
Besoin estimés (mg/j)	6,9	3	4,1	5,9	7,9	7,7

(Malgorzata.2012)

Il y a une augmentation physiologique des besoins en fer au cours de la vie d'une femme :

- Femme en période de menstruation : 8 à 20 mg/mois, il faut savoir qu'un litre de sang contient 500 mg de fer.
- Femme enceinte : 3-6 mg/j en moyenne. Il y'a une augmentation des besoins est liée à l'augmentation de la masse érythrocytaire, à la constitution des réserves du fœtus et à la constitution du placenta. Au premier trimestre les besoins sont faibles, de l'ordre de 80mg en tout sur 3 mois. Ils augmentent par la suite : 390 mg pour le 2ème trimestre et 580mg pour le 3ème. En tout 1000 mg en 9 mois seraient nécessaires. A partir du 4ème mois les besoins atteignent 25mg par jour ce qui est pratiquement impossible à combler avec une alimentation non supplémentée.

- Femme allaitante : 3 mg/j .il y a également des pertes de sang lors de la délivrance. (Dassonneville, 2015)

I. 3.3. Les apports en fer :

Les apports, strictement alimentaires, sont d'environ 10 à 20 mg/j mais l'absorption entérocytaire ne représente que 5 à 10% des quantités ingérées (soit environ 1mg/j). Les pertes sont d'environ 1mg/j, Elles s'expliquent par des pertes cellulaires et des sécrétions (desquamation des cellules digestives, des cellules cutanées et des phanères ; sueur, urine, bile ou sécrétion lactée). (Malgorzata, 2012)

Les pertes ne peuvent pas être régulées, contrairement aux apports. (Dassonneville, 2015)

Les apports nutritionnels conseillés ANC en fer sont résumés selon l'OMS sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau 4 : ANC recommandés par rapport les tranches d'âge.

Age	ANC en fer
Nouveau-né	2 mg
Enfants (3-15ans)	7 mg
Femme adulte	16 mg
Femme enceinte	30 mg
Hommes adultes	9 mg
Personnes âgés	10 mg
Sportifs	30 mg

(Bouriah, 2018)

I.4. Classification :

Les anémies nutritionnelles sont des anémies liées à une carence en un ou plusieurs des éléments entrant dans la synthèse de l'hémoglobine : essentiellement le fer, la vitamine B12 et l'acide folique, accessoirement, le cuivre et le zinc. Suivant l'étiologie, l'anémie sera hypochrome ou normochrome, c'est ce premier élément qui orientera le diagnostic. Le déficit est dû à un déséquilibre entre apports et besoins. L'anémie est le dernier stade de la carence, elle surviendra d'autant plus vite que les réserves de l'organisme sont faibles par rapport aux besoins. (Avignon et al ,2001)

I.4.1. Les anémies hypochromes :

I.4.1.1. Anémie par carence martiale :

C'est la plus fréquente des anémies est survenant aussi bien dans les pays du tiers monde que dans les pays riches ou l'alimentation déséquilibrée ; elle toucherait, selon une estimation de l'OMS, 500 à 800 millions de personnes. (Avignon et al ,2001)

L'anémie par carence martiale est une anémie hypochrome, l'hypochromie étant définie par une baisse de la Concentration Corpusculaire Moyenne de l'Hémoglobine (TGMH) exprimée en

picogrammes et de la Concentration Corpusculaire Moyenne de l'Hémoglobine (CCMH), elle est classiquement microcytaire. La baisse de la ferritine en présence d'une telle anémie, est pathognomonique de la carence martiale. (**Avignon et al ,2001**)

Les signes peuvent même être absents. En effet, l'installation insidieuse de l'anémie peut conduire à une adaptation plus ou moins consciente, marquée par une économie de l'activité physique. Il faut distinguer les signes de l'anémie en général (pâleur conjonctivale, asthénie, dyspnée d'effort...etc.) de ceux de l'anémie ferriprive en particulier (notamment altération des phanères et des muqueuses digestives). Par ailleurs, un syndrome particulier tout à fait caractéristique de la carence en fer est le syndrome de Pica. La carence martiale doit être distinguée des autres anémies hypochromes :

- La thalassémie :

Évoquées chez des sujets originaires du Bassin méditerranéen ou d'Afrique, en présence d'une hépatosplénomégalie et l'association à un fer sérique normal ou augmenté, l'électrophorèse de l'hémoglobine permet de confirmer le diagnostic. Toutefois, ces anémies peuvent être associées à une carence en fer. L'association d'un syndrome inflammatoire et d'une carence en fer est fréquente, notamment chez le sujet âgé. En présence d'un syndrome inflammatoire, des valeurs de ferritine comprises entre 20 et 90 mg/l doivent faire évoquer la carence martiale.

- Les anémies inflammatoires :

Sont évoquées sur: atteinte de l'état général, fièvre, sueurs élévation importante de la vitesse de sédimentation et des protéines de l'inflammation, la ferritine est également augmentée. Le tableau 5 introduit les différents types d'anémies hypochromes (**Avignon et al ,2001**)

Tableau 5 : les anémies hypochromes.

Examens biologiques	Carence martiale infraclinique	Anémie ferriprive	Anémie inflammatoire	Carence martiale+ anémie inflammatoire	Thalassémie	Anémie sidérolitique
Ferritine	↓	↓↓	N ou ↑	N ou ↑	N ou ↑	↑
Transferrine	N		↓	↓	N ou ↓	N ou ↓
Coefficient de saturation	N	↓	N ou ↑	↓	↑	↑
Fer sérique	N	↓	N ou ↑	↓	N ou ↑	↑
Hémoglobine	N	↓	↓	↓	↓	↓
TCMH	N	↓	N ou ↑	N ou ↑	↓	↓
Ferritine érythrocytaire	N	↓	N	N	↑ ↑	↑

(**Avignon et al ,2001**)

I.4.2. Les anémie mégaloblastiques :

95 % des anémies mégaloblastiques sont liées à une carence en vitamine B12, en acide folique ou à l'association des deux. (**Avignon et al ,2001**)

Anémie normochrome macrocytaire qui survient en raison d'une carence en cobalamine ou en acide folique elle se caractérise par la production de globule rouge (GR) anormalement gros, ovales et présentant un volume globulaire moyen élevé. La carence en vitamine B12 peut entraîner une démyélinisation du système nerveux et une dégénérescence de la moelle épinière se traduisant par l'apparition de symptômes neurologiques (**Anonyme ,2010**)

I.4.3. Anémie hémolytique:

Les anémies hémolytiques d'origine nutritionnelle sont exceptionnelles. Elles ne se voient que dans l'avitaminose E. Celle-ci s'observe chez le nouveau-né ou le prématuré, lorsqu'il existe des anomalies du transport des tocophérols. Cette affection rarissime se traduit ensuite par l'apparition d'une neuropathie périphérique, réversible sous supplémentation par la vitamine E. Elle est liée à une anomalie de la protéine hépatique de liaison du tocophérol (**Avignon et al ,2001**)

La Destruction prématurée et accélérée des globules rouges, de manière épisodique ou continue. Il existe des formes héréditaires, caractérisées par des défauts structuraux et des déficits enzymatiques, et des formes acquises, qui sont liées à l'hémolyse d'origine immunologique aux infections, aux médicaments ou à des sources toxiques et à des causes physiques La numération des réticulocytes sont en général plus élevée, correspondant à un saignement ou une destruction des globules rouges. (**Anonyme ,2010**)

I.4.4. L'autre type d'anémie :

- **Les anémies centrales**

Elles sont dues à un défaut de production médullaire initiale et sont arégénératives. Elles peuvent être observées en cas d'anomalie de la structure de la moelle hématopoïétique, stimulation hormonale diminuée (EPO), anémie par carence martiale (ferriprive) : malabsorption du fer, malnutrition, saignements occultes, menstruations abondantes. La carence en vitamines ou folates et la production d'inhibiteurs de l'érythropoïèse sont responsables des anémies centrales. (**Anonyme.1982**)

- **Les anémies périphériques :**

Elles surviennent par perte périphérique excessive et sont régénératives. Les causes des anémies périphériques sont : les hémorragies abondantes et l'hémolyse et des causes extra corpusculaires : immunologiques comme les maladies auto-immunes et parasitaires ; et corpusculaires sont dues à des anomalies liées aux globules rouges : anomalies de l'hémoglobine. (**Anonyme, 1982**)

Le tableau 6 résume tous les types d'anémie :

Tableau 6 : Classification des types d'anémie

Classification des GR	Tests de laboratoire	Observations	Diagnostic différentiel
Anémie normochrome normocytaire	<ul style="list-style-type: none"> • VGM normal = 80 à 100 fl • Concentration corpusculaire moyenne en hémoglobine [CCMH] normale • Numération des réticulocytes 	Perte sanguine hémolyse	<ul style="list-style-type: none"> • Anémie hémorragique aigue
		Pas de perte sanguine	<ul style="list-style-type: none"> • Anémie des maladies Chroniques • Anémie par carence mixte • Anémies hémolytiques • Anémie falciforme • Troubles endocriniens • Hémoglobinopathie • Anémie aplasique
Anémie hypochrome microcytaire	<ul style="list-style-type: none"> • VGM bas (< 80 fl) • CCMH basse • Ferritine sérique (préférable à la mesure du fer sérique) • Distribution des GR 	Ferritine < 20 µg/l	<ul style="list-style-type: none"> • Anémie ferriprive
		Ferritine > 20 µg/l	<ul style="list-style-type: none"> • Thalassémies • Anémie des maladies chroniques • Hémoglobinopathie • Surcharge de plomb
Anémie normochrome macrocytaire (anémie mégaloblastique)	<ul style="list-style-type: none"> • VGM élevé (> 100 fl) • CCMH normale • Numération des réticulocytes • Concentration en vitamine B12 • Concentration en folates 	Perte sanguine	
		Pas de Perte sanguine	<ul style="list-style-type: none"> • Carence en vitamine B12 • Carence en folates • Alcoolisme ou maladie du foie • Anémie hémolytique • Myélodysplasie

(Anonyme ,2010)

I .5. La physiopathologie de l'anémie :

Le fer est nécessaire à la phase finale de la synthèse intra mitochondriale de l'hème dans l'érythroblaste, sa carence va donc entraîner une anémie hypochrome. (Avignon, 2001)

La figure suivante explique le déroulement chronologique de ce type d'anémie :

carence infra-clinique	→	carence mineure	→	carence majeure	→	anémie carencielle
fer médullaire ↓						
ferritine ↓		ferritine ↓		ferritine ↓		ferritine ↓ ↓
		coef. saturation ↓		coef. saturation ↓		coef. saturation ↓ ↓
				TCMH ↓		TCMH ↓
				transferrine ↑		transferrine ↑
				ferritine érythro. ↓		ferritine érythro. ↓ ↓
						fer sérique ↓
						hémoglobine ↓
						VGM ↓

Figure 1: La carence en fer à l'anémie : déroulement chronologique. (Avignon, 2001)

Comme son nom l'indique la carence en fer est vraie avec épuisement des réserves; les pertes se font en 3 étapes essentielles. (Lazar et al, 2010)

Des réserves de fer épuisées représentent la première étape et sont définies par un faible taux sérique de ferritine, soit moins de 12 µg/L. Il ne reste donc plus de fer non fonctionnel stocké dans la moelle osseuse, mais l'apport en fer alimentaire est suffisant pour que le taux d'hémoglobine reste supérieur au seuil établi qui est de 140 à 180 g/L chez l'homme et de 120 à 160 g/L chez la femme.

Lors du stade 2, soit la carence précoce en fer fonctionnel, le fer fonctionnel est sousoptimal, mais pas suffisamment pour que l'anémie soit mesurable. À ce stade, certains paramètres nous indiquent que le fer fonctionnel n'est plus suffisant pour assumer son rôle. Il y a diminution de la saturation de la transferrine, augmentation de la concentration de récepteurs de la transferrine sérique et une augmentation de protoporphyrine libre dans les globules rouges.

L'anémie par déficience en fer est le troisième stade. Le fer fonctionnel est alors critiqueusement insuffisant pour assurer son rôle et les manifestations cliniques sont majeures comparativement au stade 2. La quantité de fer dans le sang est insuffisante pour contribuer à la formation des globules rouges.

L'anémie ferriprive est diagnostiquée par la mesure du taux d'hémoglobine, qui est à ce stade à moins de 130 g/L chez les hommes et à moins de 120 g/L chez les femmes, et par le volume globulaire moyen qui est inférieur à 80 fl. Les mesures d'hémoglobine sont donc importantes pour diagnostiquer le troisième stade mais ne sont ni sensibles ni spécifiques en ce qui a trait aux stades 1 et 2 qui, pour des raisons pratiques, sont souvent classés comme carence en fer. Donc, à partir du moment où l'on décèle un épuisement des réserves, il devrait y avoir une intervention nutritionnelle afin de recouvrir les réserves de fer non fonctionnel et d'éviter ainsi que la carence dégénère vers les autres stades. (Pomerleau, 2011)

Le tableau suivant présente les trois stades de la physiopathologie ferriprive :

Tableau7 : Trois niveaux de la carence en fer

Stade de carence	Critère diagnostique
Stade1 Epuisement des réserves	Taux de ferritine sérique < 12 µg/l Absence de coloration du fer dans la moelle osseuse Capacité totale de fixation du fer > 72 µmol / l
Stade2 Carence précoce en fer fonctionnelle	Saturation de la transferrine < 16 % Protoporphyrine érythrocytaire libre > 1,2 µmol/L Récepteur de la transferrine sérique > 8,5 mg/L
Stade3 Anémie par déficience en fer	Taux d'hémoglobine < 130 g/L chez l'homme Taux d'hémoglobine < 120 g/L chez la femme Taux d'hémoglobine < 110 g/L chez la femme enceinte Volume globulaire moyen < 80 fl.

(Pomerleau, 2011)

I.6. La biodisponibilité de fer ;

Le fer existe dans les aliments sous deux formes :

- ❖ Héminique qui fournit 10 à 15 % du fer alimentaire consommé et qui se trouve dans l'hémoglobine et la myoglobine dans la viande, sa biodisponibilité est autour de 20-30 % et son absorption est peu modifiée par les autres aliments
- ❖ Non héminique qui constitue 95 % du fer alimentaire. Ce sont des complexes ferriques dans les œufs, des produits laitiers, végétaux, aliments enrichis en fer. Sa biodisponibilité est faible, de l'ordre de 1 à 8%. Pour être absorbé il doit subir une réduction en forme ferreuse favorisée par l'environnement acide comme le suc gastrique.

(Małgorzata.2012)

I.7. Métabolisme de fer :**I.7.1. L'absorption et le transfert de fer :**

L'absorption du fer non héminique dépend tout d'abord de sa réduction en fer ferreux par les ferriréductases présentes sur les entérocytes dont le duodénal cytochrome b (Dcytb) la première à avoir été découverte. Par la suite, un transporteur de métaux divalents (DMT1) présent sur la muqueuse des entérocytes transporte le fer réduit, ainsi que d'autres métaux compétiteurs à l'intérieur des cellules de l'intestin (voir figure 2). Ce transporteur a besoin d'un pH faible pour transférer efficacement les métaux. (Plante, 2008)

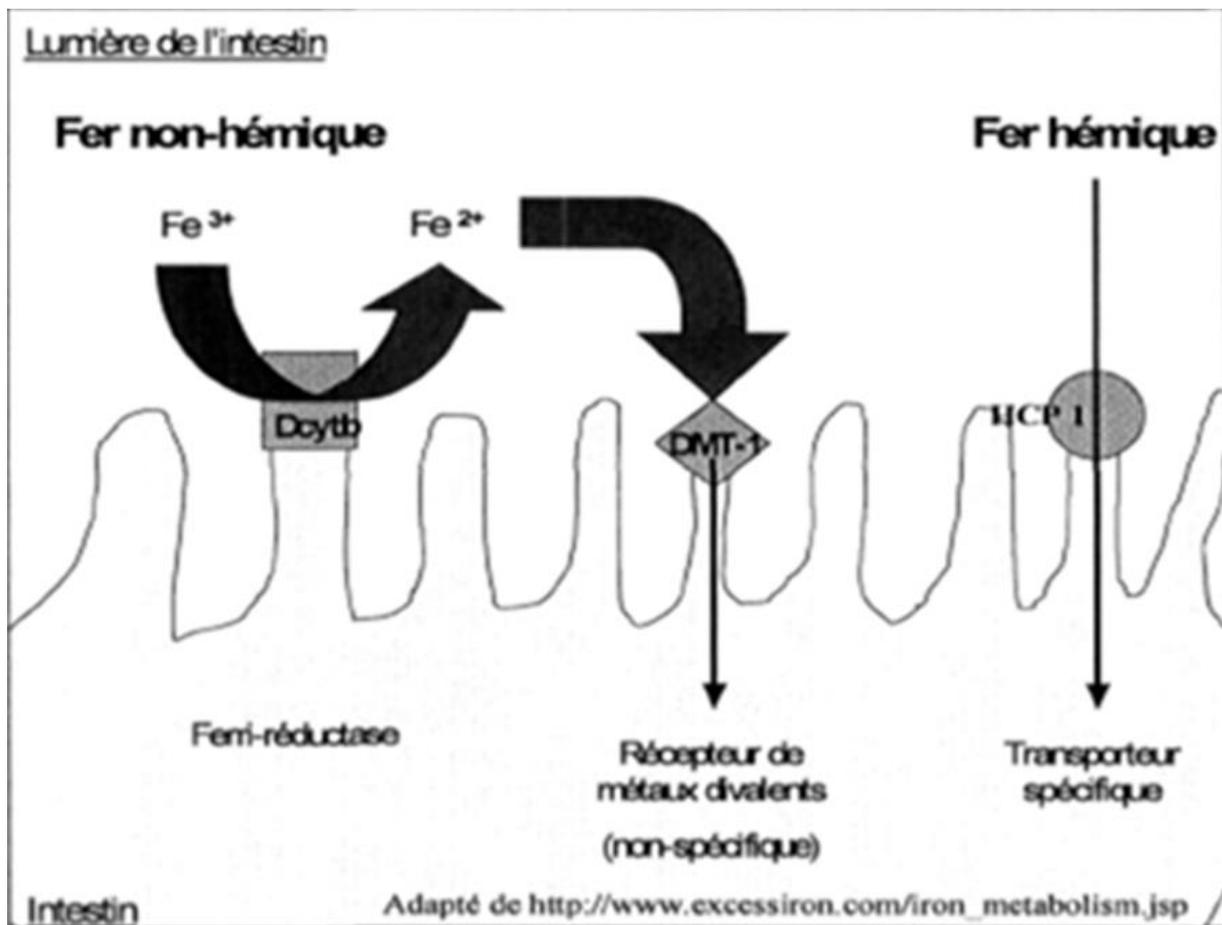


Figure 2 : l'absorption de fer au niveau de l'intestin. (Plante, 2008)

Le fer hémique serait transporté intact à l'intérieur de l'entérocyte par un transporteur spécifique récemment identifié, le HCP 1 « hème carrier protéine 1 » (voir figure 2). L'absorption du fer hémique est moins affectée par les autres éléments présents dans les aliments que celle du fer non hémique, il est donc absorbé dans une plus grande proportion que le fer non hémique. Les facteurs affectant l'absorption du fer seront présentés dans la section 2.3 intitulée Biodisponibilité du fer.

La figure suivante est expliquée aussi l'absorption du fer au niveau de l'intestin :

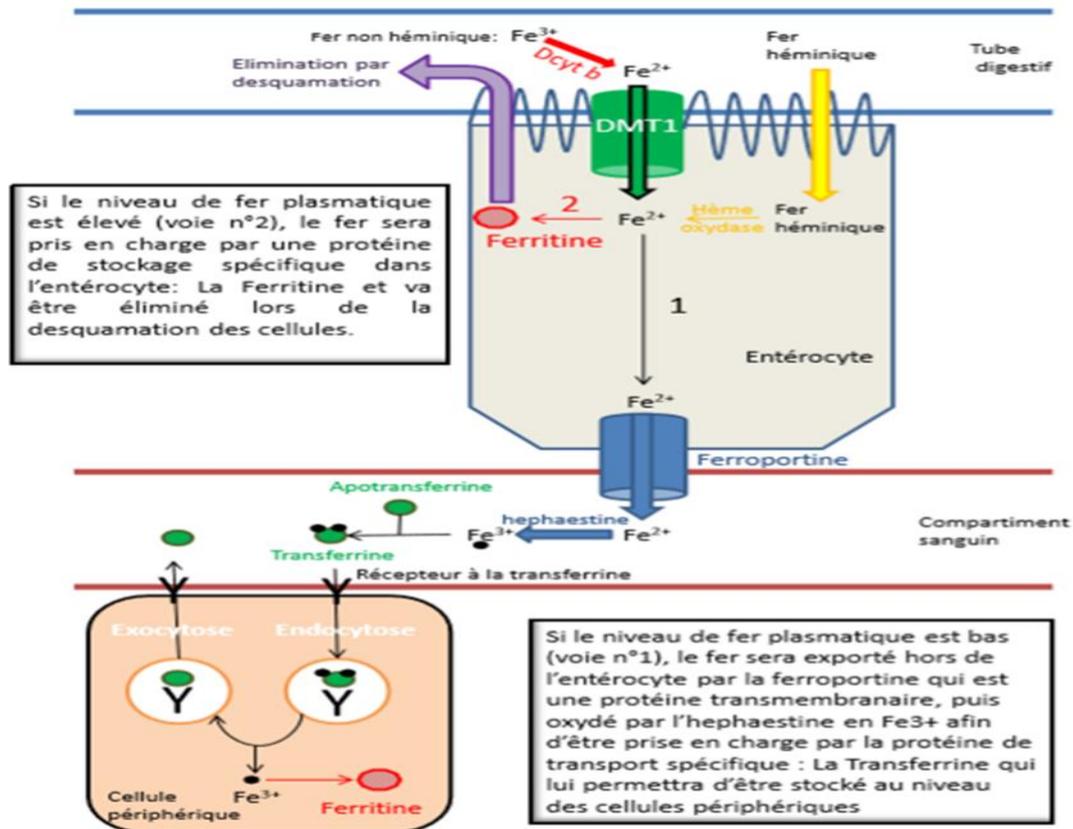


Figure3 : Schéma général sur l'absorption de fer (Dassonneville, 2015)

Suite à l'absorption du fer par les cellules de l'intestin, le fer hémique sera dégradé par hème oxygénase. Le fer ainsi libéré du complexe d'hème rejoint le fer non hémique dans le pool de fer connu sous le nom d'ICIP « intracellularcalcein-chelatable iron. pool » (voir figure 3). Une partie du fer absorbé est transférée à la circulation sanguine selon les besoins de l'organisme alors que le reste du fer est entreposé sous la forme de ferritine. La ferritine sera éliminée par la desquamation des cellules intestinales dans les deux à trois jours suivants si le fer qu'elle contient n'est pas transféré à la circulation sanguine. La ferroprotéine (un transporteur transmembranaire) exporte le fer de la cellule intestinale vers la circulation sanguine où il se lie rapidement à la transferrine après oxydation par l'héphaestine ou la céruloplasmine. (Plante, 2008)

La figure 4 montre le transfert de fer vers la circulation sanguine :

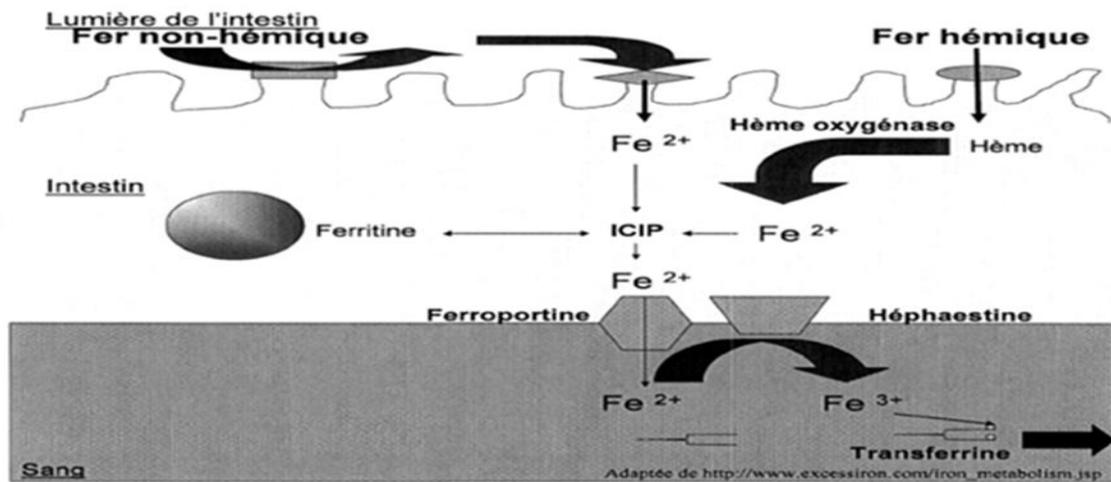


Figure4 : Transfer de fer vers la circulation sanguine (Plante, 2008)

Le fer est alors transporté dans les vaisseaux sanguins jusqu'aux cellules où des récepteurs de la transferrine sont présents à la surface de la membrane cellulaire. Le nombre de récepteurs dépend des besoins en fer de la cellule. Les récepteurs captent la transferrine en circulation, puis sont internalisés par la cellule. Le fer est ensuite libéré dans le cytoplasme où il sera alors utilisé par les mitochondries ou mis en réserve sous forme de ferritine ou d'hémosidérine pour usage ultérieur.

Les étapes de la captation du fer par la cellule sont présentées dans la figure 5

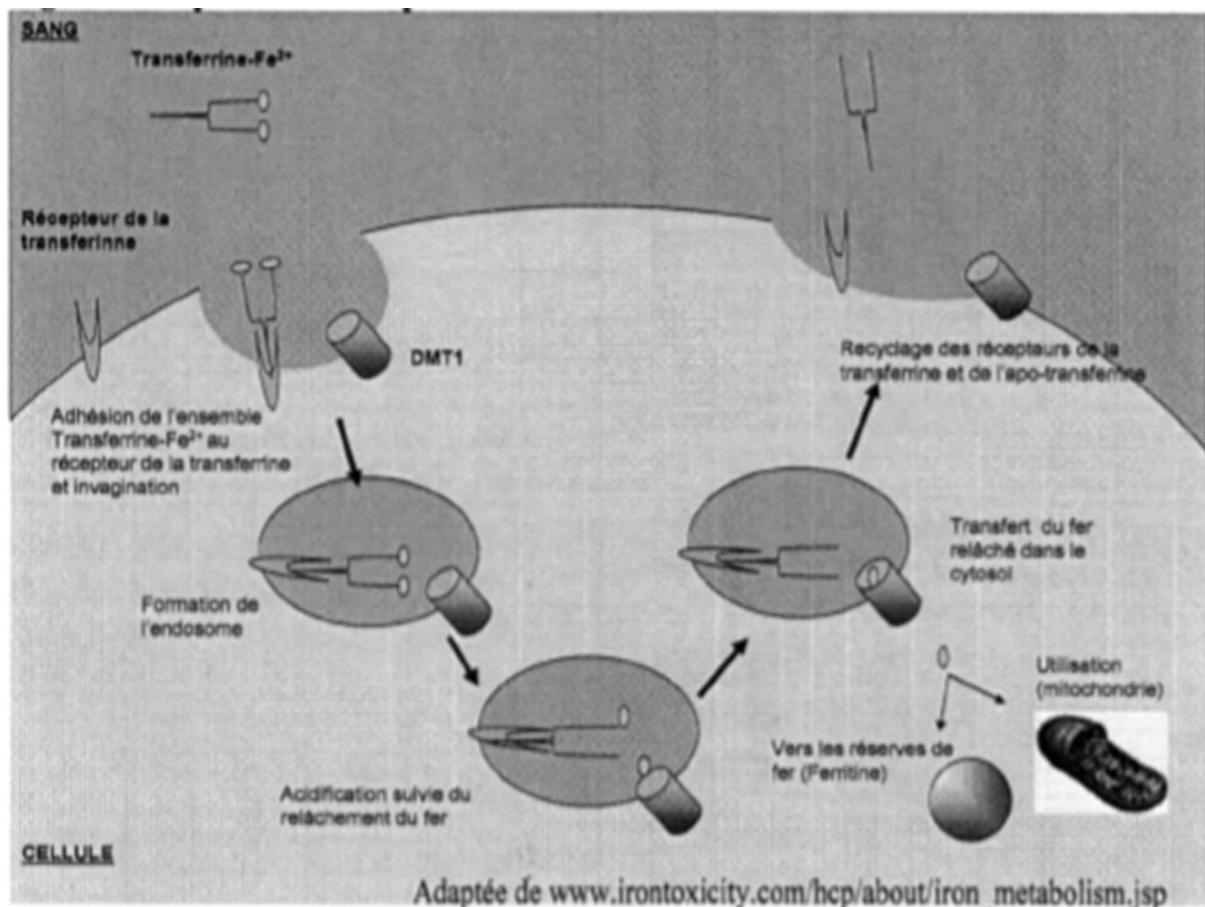


Figure5: captation de fer par les cellules (plante, 2008)

I.7.2. Stockage de fer :

Dès sa sortie de la muqueuse intestinale le fer lié à la transferrine est acheminé vers le pôle labile du fer qui provient en grande partie de la dégradation de l'hémoglobine. La transferrine est une β 2-globuline qui est capable de capter deux atomes de fer, sécrétée par les lymphocytes, elle a pour fonction principale de véhiculer le fer jusqu'au précurseur de la lignée érythrocytaire, le fer est assimilé à cet endroit par un processus d'endocytose qui amorce la synthèse de l'hémoglobine.

Enfin la transferrine distribue l'excédent dans les cellules du système réticulo-endothélial de la moelle osseuse, le foie et la rate de façon à maintenir le pool de fer constant.

60% du fer absorbé est stocké dans le foie et 40% dans les muscles et les réticulocytes. En moyenne 95% du fer hépatique se retrouve dans les hépatocytes sous forme de ferritine et 5% sous forme d'hémosidérine dans les cellules de Kuffer. Le fer stocké est libéré en cas de besoin grâce à l'action combinée de l'acide ascorbique et de la flavine mono nucléotide. **(Ngnié Téta, 2005)**

I.7.3. Redistribution et pertes :

Les pertes basales de fer par l'organisme sont estimées à 14 g/kg de poids corporel/jour. Cette estimation est faite par mesure de la demi-vie du radio-isotope ^{55}Fe administré par voie intraveineuse. Les pertes de fer par la transpiration sont négligeables. Les pertes de fer se font essentiellement par les fèces, la peau. Les urines, les pertes menstruelles. Le tractus gastrointestinal et les sécrétions Vaginales

Dans l'organisme, il existe un équilibre dynamique entre l'absorption et le niveau de carence martiale. Cet équilibre est régulé par l'absorption (apport et biodisponibilité), les pertes et les réserves.

Toutefois, certaines perturbations physiologiques (menstruations, hémorragie interne...) contribuent à des pertes en fer importantes. Le recyclage du fer se fait par destruction des érythrocytes (qui contiennent 80% du fer fonctionnel) par les macrophages du réticulum endoplasmique (la durée de vie d'un érythrocyte est de 120 jours). En moyenne 85% du fer libéré est redistribué à l'organisme sous forme de ferritine ou lié à la transferrine qui ramène le fer dans les précurseurs des globules rouges au niveau de la moelle osseuse ou d'autres tissus. **(Ngnié Téta, 2005)**

La figure suivante présente la distribution du fer dans l'organisme :

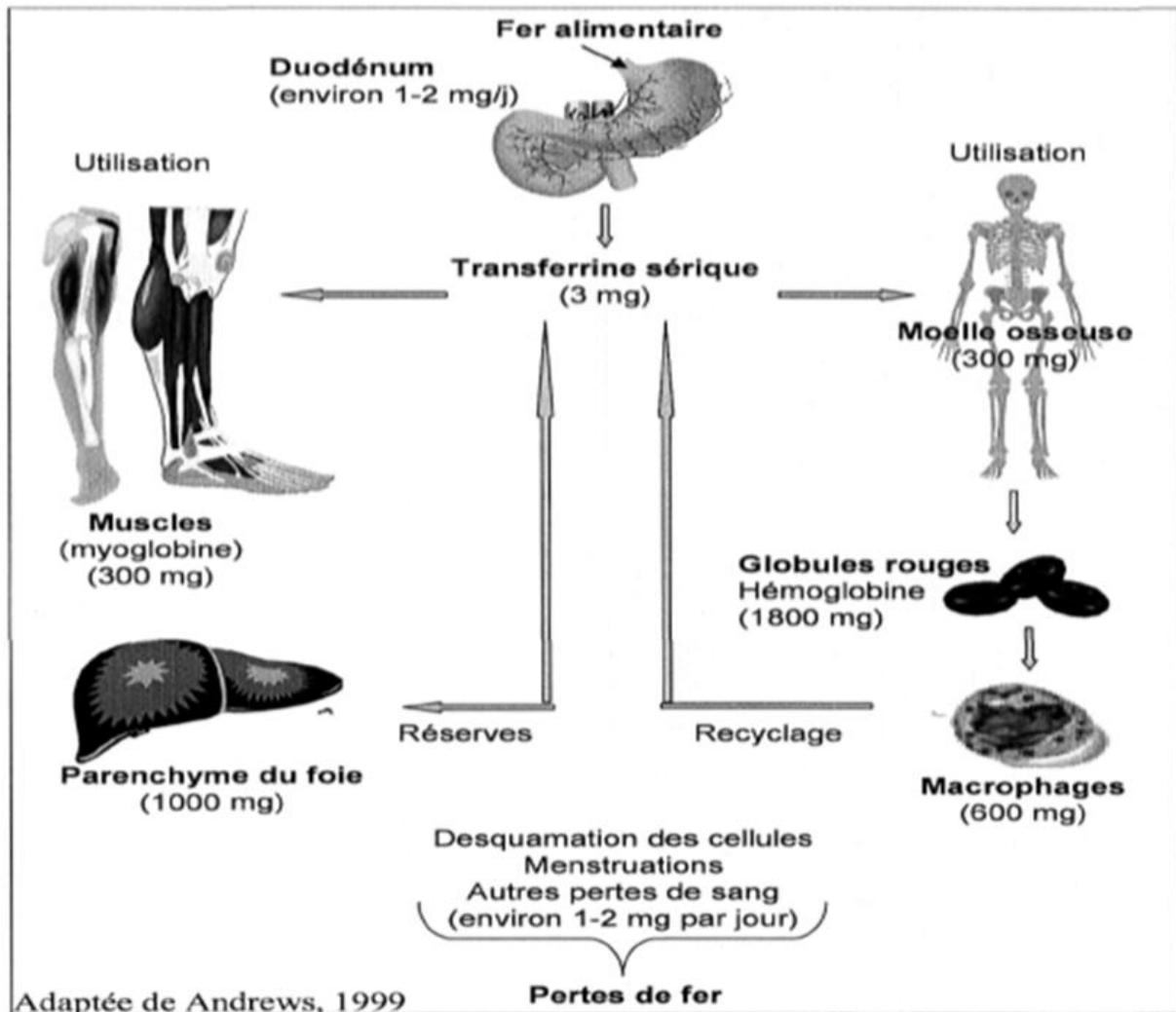


Figure 6 : la distribution de fer dans l'organisme (plante, 2008)

Le fer est recyclé dans l'organisme et les besoins doivent juste compenser les pertes qui diffèrent selon le sexe, l'âge et les situations physiologiques et pathologiques.

A partir de tableau 8 suivant on peut dire :

- ❖ Pertes régulières : Elles sont le fait de la desquamation cellulaire digestive et cutanée, des pertes urinaires, d'une excrétion biliaire, et de la sudation. Ceci représente environ 1 mg / j pour un adulte.
- ❖ Pertes épisodiques liées aux hémorragies, aux pertes menstruelles (4mg/j), à la grossesse, à l'allaitement. Des situations pathologiques sont notées également. (**Bouriah, 2018**)

Tableau8 : Les pertes journalières en fer selon le sexe, âge et les situations physiologiques

Catégories	Age (ans)	Pertes (mg / j)	
Enfants	0 – 12	0.69	
Garçons adolescents	12 – 16	1.64	
Filles adolescentes		1.73	
Hommes	Adultes	0.98	
femmes	Adultes	Menstruations	1.36
		Allaitement	0.77
		Ménopause	1.05

(Bouriah, 2018)

I.8. Les causes de l'anémie :

Partout dans le monde, la cause la plus fréquente de l'anémie est la carence martiale provoquée par un déficit prolongé consécutif à un apport alimentaire insuffisant de fer surtout pendant la croissance ou la grossesse et par des pertes menstruelles ou d'une helminthiase. Parmi les causes importantes, on peut mentionner les infections, d'autres carences nutritionnelles (acide folique et vitamines B12, A et C) et les causes génétiques. L'anémie est fréquente en cas de paludisme sévère et peut être associée à une infection bactérienne secondaire. (Anonyme, 2017)

Andrew (1999) Les autres causes d'anémies par carence martiale sont multiples et peuvent être séparées en deux grandes entités :

❖ Une Malabsorption :

Un défaut d'absorption digestive du fer capable d'induire une carence martiale pure ne se rencontre que très rarement par exemple l'anémie ferriprive de certaines gastrectomies relève beaucoup plus d'hémorragie distillantes au niveau de la bouche d'anastomose ou de moignon que de court-circuit duodéal. Aussi les carences martiales mises sur le compte de certaines perversions alimentaires, regroupé sous la dénomination de pica, qui peuvent entraver le fer. Enfin les syndromes de l'intestin grêle peuvent occasionner des anémies poly carentielles comme les anémies microcytaires ferriprives. (Najman, 1994)

❖ Pertes excessives en fer et insuffisance d'apport :

Il s'agit presque exclusivement d'hémorragies distillantes, au long cours, entraînant une fuite du fer hémoglobinique, qui vont progressivement épuiser les réserves martiales avant que l'anémie ne se démasque. Une hémolyse intravasculaire chronique pourra aussi être à l'origine d'une perte excessive en fer des circonstances très particulière et peut fréquente. (Najman, 1994)

Chez les nourrissons, une carence alimentaire pure en fer à cause d'un régime lactofarrineux qui sera conduit à une anémie et Chez l'adulte, la sous-alimentation ou les régimes fantaisistes n'induisent qu'exceptionnelles des carences en fer isolées. Mais en cas particulier durant les

derniers mois de grossesse, un accroissement considérable des besoins en fer de la femme enceinte, qui difficilement compensée par l'alimentation et qui rend en compte des fréquentes anémies gravidiques ferriprives. (Najman, 1994)

I.9. Symptômes liés à l'anémie :

Les symptômes de l'anémie sont liés à son degré, à la rapidité d'installation de la déglobulisation, au terrain sur lequel elle survient. Une anémie très rapidement installée entraîne une symptomatologie beaucoup plus dramatique qu'une anémie chronique pour un même degré d'anémie, l'adaptation à l'hypoxie se faisant progressivement. (Dogoni, 2014)

En outre, l'état cardiaque et respiratoire du malade joue un rôle important dans ses possibilités d'adaptation, ainsi que l'âge. Dans le cas d'une anémie chronique, installée lentement, les signes cliniques de l'anémie traduisent grossièrement sa gravité. Ils sont toujours moins marqués au repos. On observe quelle que soit la cause de l'anémie les mêmes symptômes, ce sont : En premier lieu, pâleur cutanée et muqueuse, polypnée et tachycardie d'effort et pour des efforts de moins en moins marqués. L'asthénie est nette. (Dogoni, 2014)

A un stade plus grave on constate une polypnée permanente, avec tachycardie et à l'auscultation du cœur souffles systoliques anorganiques, voire, plus tardivement des œdèmes des membres inférieurs ainsi que des signes d'anoxie cérébrale, céphalées, vertiges, bourdonnements d'oreilles A l'extrême coma anémique (autour de 3g/100ml pour un sujet par ailleurs sain). (Dogoni, 2014)

Il est important de connaître ces signes communs à toutes les anémies et les conséquences de celles-ci sur les parenchymes nobles, notamment le myocarde. L'anémie aigue, celle notamment des hémorragies abondantes, comporte les mêmes symptômes, mais souvent beaucoup plus intensément perçus, et il s'y ajoute une tendance au collapsus et souvent une sensation de soif intense. (Dogoni, 2014)

Le tableau9 présente les signes et les symptômes dans les différents systèmes du corps :

Tableau 9 : Signes et symptômes de l'anémie.

Appareil ou système	Signes ou symptômes
Appareil cardiovasculaire	<ul style="list-style-type: none"> • Douleur thoracique • Tachycardie, palpitations • Hypertrophie cardiaque • Élévation de la tension différentielle, souffle systolique d'éjection
Système nerveux central	<ul style="list-style-type: none"> • Fatigue débilitante • Dépression, irritabilité • Altération des fonctions cognitives • Étourdissements, vertiges, syncopes • Céphalées
Appareil digestif	<ul style="list-style-type: none"> • Anorexie, nausées • Diarrhée • Indigestion • Mélaena, présence de sang dans les selles
Appareil génito-urinaire	<ul style="list-style-type: none"> • Problèmes menstruels • Baisse de la libido
Système nerveux périphérique	<ul style="list-style-type: none"> • Engourdissement et picotement des extrémités • Réduction de la sensibilité vibratoire • Signe de Romberg positif • Réflexes tendineux profonds exagérés ou absents
Système vasculaire périphérique	<ul style="list-style-type: none"> • Température cutanée basse, intolérance au froid • Pâleur de la peau, des muqueuses et des conjonctives
Appareil respiratoire	Essoufflement

(Anonyme ,2010)

I.10. Diagnostique d'une anémie :

L'anémie est un symptôme biologique. Les signes cliniques que l'on observe sont le reflet des conséquences de l'anémie et des phénomènes d'adaptation.

1. les signes habituels :

La pâleur des téguments qu'il faut apprécier surtout au niveau de la pulpe des doigts.

La pâleur des muqueuses qui se reconnaît le mieux au niveau de la muqueuse buccale et au niveau des conjonctives.

Une asthénie physique limitant d'abord les efforts puis les gestes les plus simples.

Une dyspnée avec polypnée à l'effort qu'il faut savoir rapporter à sa cause et non pas à une maladie cardiorespiratoire.

Une tachycardie, des palpitations et à l'auscultation parfois un souffle systolique orificiel de type fonctionnel.

2. les signes cliniques :

Sensation de faiblesse, sueurs, soit perception du pouls au niveau du tympan.

Une tendance à l'hypertension voir au collapsus cardio-vasculaire si la volémie n'est pas suffisante. (Najman et al, 1994)

3. les signes biologiques :

Le diagnostic biologique de l'anémie se fonde sur une diminution des valeurs au-dessous des normales établies sur de grands échantillons de populations. (Najman et al, 1994)

Il y'a trois paramètres hématologique permettent de définir et de classer une anémie :

- Le volume globulaire moyen (VGM) : c'est le rapport entre l'hématocrite et le nombre d'hématies/l.il va permettre de distinguer les anémies microcytaires des anémies microcytaires des anémies normo- ou macrocytaires.
- La concentration corpusculaire moyenne en hémoglobine (CCMH) : c'est le rapport entre le taux d'hémoglobine et hématocrite.il met en évidence une hypochromie, anomalie ayant la même signification que la microcytose mais d'appréciation plus tardive.
- Le taux de réticulocytes : le taux de réticulocytes (jeunes hématies identifiables dans le sang pendant environ 24 heures) permet de définir l'origine de l'anémie. (Calop et al, 2008)

Le tableau 10 résume les valeurs normales de quelques paramètres hématologiques :

Tableau10 : valeurs normales hématologiques

Hémoglobine (g/dl) Homme : 13-18 Femme : 12-16 Nouveau-née :16.5-21.5 Enfant de 1an :11-13 Enfant de10ans :12-14,5	Hématocrite Homme : 40-52 Femme : 37-46 Nouveau-née : 44-64 Enfant de10ans :37-45
Ferritinémie (mg/l) Homme : 60-300 Femme : 30-150 Enfant : 15-80	Fer sérique ou sidérémie Adulte : 0.6-1.9 Enfant : 0.5-1.5 (mg×17.9=μmol)
Transferrinémie totale 2,4-4,8g/l	Coefficient de saturation en fer de la transferrine 0.15à0.4
VGM (μm3) Adulte : 85-95 Nouveau-née : 100-198 Enfant de 1an :70-86 Enfant de10ans :77-91	CCMH (g/dl) Adulte : 320-360 Nouveau-née :300-340 Enfant de 1an :280-330 Enfant de10ans : 280-330
Réticulocyte (/ml) Adulte : 25000-75000 Nouveau-née : 25000	

(Calop et al, 2008)

I.10.1. Les marqueurs biologiques de l'anémie ferriprive:

I.10.1.1. Numération Formule Sanguine :

La Numération Formule Sanguine (NFS), est réalisée par prélèvement d'une veine non perfusée sur tube EDTA. La NFS est à prélever, de préférence, en premier le matin et analyser dans les 24 heures. (Bouhmou, 2015)

La NFS renseigne sur diverses données, la figure suivante donne les valeurs normales de ces normes en utilisant l'hémogramme :

HEMATOLOGIE	
VR = Valeurs de référence: données à titre indicatif variables selon laboratoire, sexe et âge du patient	
Numération globulaire	
Hématies	VR : 4 à 5 T/L
Hémoglobine	VR : 11,5 à 15 g/dL
Hématocrite	VR : 37 à 47%
VGM	VR : 80 à 100 femtolitres
TCMH	VR : 27 à 32 pg
CCMH	VR : 30 à 35 g/dl

Figure 7 : Hémogramme (Dassonneville, 2015)

I.10.1.2. Ferritine :

C'est une protéine qui stocke le fer dans l'organisme et dont le taux varie en fonction de l'âge.

Elle est le plus précoce des tests de carence martiale et le paramètre de choix pour juger de la restauration des réserves en fer. Parallèlement c'est une protéine de la phase aiguë. En cas d'inflammation son taux peut être normal ou élevé malgré l'existence de la carence en fer, elle est donc difficilement interprétable dans ce contexte.

Son taux augmente en cas de surcharges martiales, d'anomalie de l'érythropoïèse, de lyse cellulaire, d'affections malignes, alors que les réserves en fer sont basses. Il peut également arriver chez le nourrisson une carence en fer avec une Ferritinémie normale. (Malgorzata, 2012)

Le tableau suivant donne les valeurs normales de la ferritine en microgramme :

Tableau11 : ampleur relative des réserves de fer d'après la concentration de ferritine dans le sérum

Ferritine sérique en microgramme		
	Moins de 5ans	Plus de 5ans
Epuisement des réserves en fer	<12	<15
Epuisement des réserves en fer en présence d'une infection	<30	-
Surcharge en fer	-	>150pour les filles

(Malgorzata, 2012)

I.10.1.3. Fer sérique :

La sidérémie (taux de fer sérique dans le sang) subit des variations nycthémérales. Son taux varie de 13 à 20p.mol/l (70 à 110 µg/100ml). Une anémie dont la sidérémie est inférieure à ce taux est dite hyposidérémique sinon elle est normosidérémique. (Lazar et al. 2010)

I.10.1.4. La capacité totale de fixation du fer (CTF) :

Ce marqueur augmente dans la carence en fer et diminue en cas de surcharge en fer. 1 gramme de transferrine fixe 1.45 mg de fer. (Malgorzata, 2012)

I.10.1.5. Coefficient de saturation de la transferrine (CST):

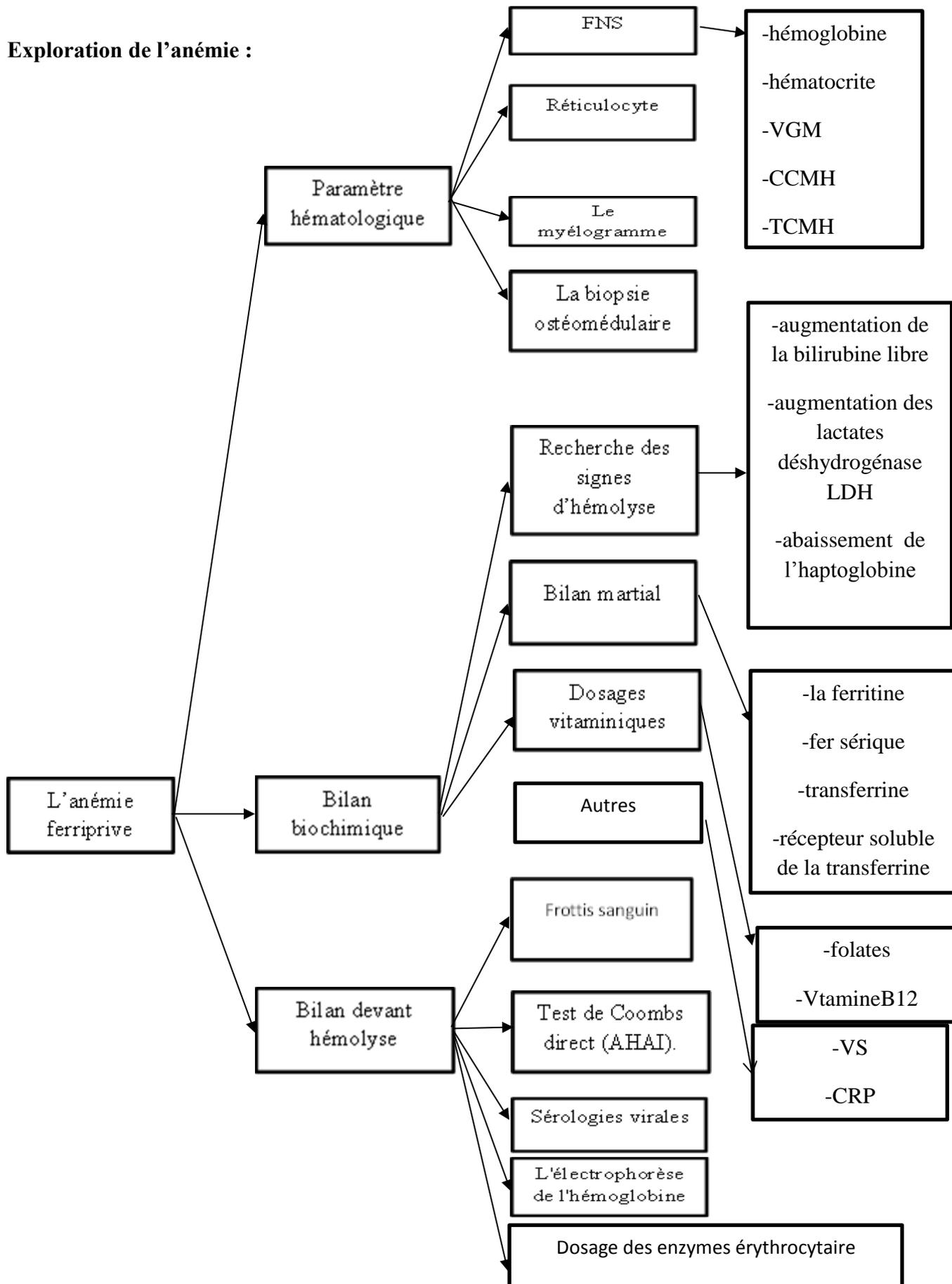
Le coefficient de saturation de la transferrine est obtenu en divisant le taux de fer sérique par la capacité totale de fixation.

La capacité totale de fixation du fer par la transferrine (CFT) est calculée à partir de la transferrine, sachant qu'une molécule de transferrine (TF) fixe au maximum deux atomes de fer:

$$\text{CET (}\mu\text{mol/L)} = [\text{TF (g/L)} / 30\ 000] \times 106 \times 2 = \text{TE (g/L)} \times 25$$

La saturation en fer de la transferrine correspond au rapport Fer/CFT. (Lazar et al, 2010)

Exploration de l'anémie :



I.11. Les conséquences :

L'anémie entraîne chez les femmes et les enfants une altération des mécanismes de défense de l'organisme et une augmentation du risque de mortalité. Elle peut également se traduire par une baisse de la productivité. Chez l'enfant l'anémie contribue à des dommages dans le développement cognitif et la croissance physique (**Ngnié Téta 2005**)

➤ **Chez les enfants :**

Détérioration du statut immunitaire : Il existe des liens inextricables entre le statut martial et le statut immunitaire. La carence en fer affecte aussi bien l'immunité par médiation cellulaire que l'immunité par médiation humorale. La carence martiale bloque le cycle cellulaire des lymphocytes ; Ce blocage de la division des lymphocytes va entraîner une baisse de leur concentration sérique ; Ceci implique une diminution de la production lymphocytaire, une plus forte vulnérabilité aux infections, particulièrement aux infections respiratoires. (**Ngnié Téta 2005**)

Altération du développement cognitif : La carence en fer chez les enfants est associée à une détérioration des fonctions cognitives, du développement moteur, du développement du langage et des performances scolaires, la carence en fer va créer un débalancement des hormones cérébrales, particulièrement celui du système monoamine oxydase qui joue un rôle important dans le fonctionnement du cerveau (**Ngnié Téta 2005**)

Mortalité infantile et juvénile : Plusieurs études ont estimé la contribution de l'anémie à la mortalité des enfants dans les pays en développement.

Brabin et al, (2001) ont essayé d'établir un lien de causalité entre l'anémie et la mortalité chez les enfants. Ils ont rapporté qu'il existe peu d'évidence sur l'association entre l'anémie légère voire modérée et la mortalité infantile. En revanche, il semble irréfutable que l'anémie sévère est une cause directe de mortalité. (**Ngnié Téta, 2005**)

➤ **Chez les femmes :**

Effets sur la productivité : La carence en fer et l'anémie sont de plus en plus associées à la baisse des capacités aérobiques, la diminution de l'endurance physique et la réduction de l'efficacité au travail. (**Ngnié Téta, 2005**)

L'anémie maternelle est aussi associée à la prématurité; les femmes enceintes anémiées (Hb < 10,9 g/dl) entre la 13^e et la 24^e semaine de grossesse avaient en moyenne 1,5 fois plus de risque de prématurité. Il est deux fois plus élevé chez les femmes ayant eu un diagnostic d'anémie au second trimestre de grossesse. D'autres auteurs ont montré que l'anémie sévère autant que l'anémie modérée sont associées à des risques de prématurité deux à quatre fois plus importants

Mortalité et morbidité maternelle : Il est reconnu déjà depuis fort longtemps que chez la femme enceinte, l'anémie est liée à une morbidité et une mortalité fœto-maternelles accrues. Pendant la grossesse l'anémie sévère peut avoir des répercussions graves. Chez la femme enceinte, les anémies sévères sont responsables de 20% des décès maternels

L'anémie augmente aussi les risques de morbidité et de mortalité fœtale et néonatale, le risque de prématurité et de faible poids de l'enfant à la naissance L'anémie grave affaiblit considérablement et comporte un risque élevé de décès par arrêt cardiaque.

Chez la femme enceinte anémique, même la perte de sang relativement faible qui accompagne un accouchement normal peut entraîner le décès. Même une anémie modérée fait courir des risques à la femme pendant l'accouchement. On pense que 10% des femmes environs subissent une perte de sang supérieure à 500 CC pendant l'accouchement. Si leur organisme n'est pas en mesure de reconstituer rapidement les quantités de sang perdues, l'allaitement aggravera leur anémie et la grossesse suivante sera encore plus à risque. Ce cercle infernal contribue largement à augmenter la morbidité maternelle et le risque de décès pendant la grossesse et l'accouchement. **(Ngnié Téta 2005)**

I.12.Traitement médicamenteux:

1.12.1 Traitement curatif :

1.12.1.1. Les sels de fer par voie orale :

Les sels de fer constituent le traitement préventif et curatif de l'anémie par carence martiale, en complément du traitement étiologique. Les formes orales contiennent des sels ferreux (Fe²⁺) sous forme sulfate, ascorbate, fumarate, succinate ou gluconate. Leur absorption intestinale est équivalente. Certaines spécialités orales contiennent d'autres composés tels que l'acide folique ou la vitamine C. **(Dassonneville, 2015)**

Les formes orales entraînent fréquemment une coloration foncée des selles. Parmi les autres effets indésirables on observe parfois des troubles gastro-intestinaux de type de nausées, constipation ou diarrhée, qui peuvent affecter l'observance traitement. La concentration en fer est variable selon les médicaments. La posologie varie entre 100 à 200 mg par jour per os chez l'adulte, selon les besoins. **(Dassonneville, 2015)**

Le traitement, en une ou plusieurs prises par jour à jeûne pour en améliorer l'absorption ou au moment des repas pour en améliorer la tolérance. Les problèmes de tolérance sont fréquents (diarrhées, vomissements, gastralgies) mais ne nécessitent pas la suspension du traitement. La prescription d'une supplémentation en fer doit être recommandée pour une durée de 3 à 6 mois en fonction de l'importance de la carence. **(Dassonneville, 2015)**

Certains médicaments diminuent l'absorption digestive du fer (calcium, cyclines, entacapone, fluoroquinolones, bisphosphonates, pénicillamine, lévodopa, méthyl dopa, hormones thyroïdiennes, topiques gastro-intestinaux, antiacides et adsorbants, strontium, zinc), les sels de fer doivent être pris à distance de ces médicaments (plus de 2 heures). Le fer par voie orale ne doit jamais être associé aux sels de fer administrés par voie injectable (risque de Lipothymie, voire choc attribué à la libération rapide du fer et de sa forme complexe et à la saturation de la sidérophiline). **(Dassonneville, 2015)**

Le tableau suivant contient des exemples sur des médicaments :

Tableau12 : Médicaments à base de fer (voie oral) utilisées dans le traitement des anémies par carence martiale

Sels de fer	Spécialité	Formes (fer métal)	Formes
Acrobate ferreux	Ascofer	33mg	Gélule
Ferédétate de sodium	Ferrostrane	34/c. à c	Sirop
Fumarate ferreux	Fuma fer	66mg	Comprimé pelliculé
Fumarate ferreux	Fuma fer	33mg/c. dose	Buvable
Gluconate ferreux (+ cuivre + manganèse)	Tot'Héma	50mg (1,33mg) (0.70mg)	Poudre orale
Sulfate ferreux (+ acide ascorbique)	Féro-Grad	105mg (500mg)	Comprimé enrobé
Sulfate ferreux (+ acide ascorbique)	Timoferol	50mg (30mg)	Gélule
Sulfate ferreux sésquihydraté	Tardyfron	80mg	Comprimé enrobé
Sulfate ferreuxse (séquihydraté +acide folique)	Tardyfron B9	50mg (350µg)	Comprimé enrobé

(Calop et al, 2008)

I.12.2. Voie intraveineuse :

Trois formes sont disponibles : le sucrose de fer, le fer dextran et le gluconate de fer. Les deux derniers ne sont plus utilisés en raison d'une moindre efficacité et d'effets secondaires sérieux comme le choc anaphylactique lors de l'utilisation du fer dextran.

La préparation la plus performante est une préparation de 10 ml de sucrose de fer (VENOFER®-correspondant à 200mg de fe³⁺) diluée dans 250 ml de Na Cl 0.9% administrée en perfusion intraveineuse en 60 minutes.

Le plus souvent, le patient reçoit deux perfusions par semaine les deux premières semaines, puis une perfusion par semaine jusqu'à l'obtention du taux d'hémoglobine souhaité.

La quantité totale de fer à perfuser peut-être estimée en comptant 200 mg de fer par gramme d'hémoglobine à remonter, auxquels on ajoute 1,5 gramme pour reconstituer les réserves.

Aucun effet secondaire sérieux n'a été noté. De rares cas de brûlures au site d'injection de goût amer dans la bouche et d'hypotension orthostatique transitoire ont été décrits.

La nouvelle génération de fer IV permet d'administrer des doses de 1000 mg sur une séance en ambulatoire avec une durée courte, une efficacité rapide et une bonne tolérance.

Le contrôle de la ferritine se fera 8 à 12 semaines après la dernière injection.

Un contrôle prématuré peut montrer des valeurs faussement élevées. (Naciri, 2014)

Le tableau suivant contient des exemples sur les spécialités de fer par voie injectable :

Tableau 13: les spécialités de fer injectable

	Fer dextran	Fer saccharose	Carboxymaltose ferrique
Nom de spécialité	Ferrisat	venofer	Ferinject
Dose par injection	Max 20 mg/kg	100-300 mg	500-1000 mg (max20mg/kg)
Délai de perfusion	4-6 h	30-90 min	15 min
Dose cumulée	Formule de ganzoni	Formule de ganzoni	Formule simplifiée fonction du poids et du taux d'Hb
Effets indésirables	Risque anaphylactique	Troubles cardiovasculaires et digestif perturbations du gout risque anaphylactique	Nausées céphalées, HTA, troubles cutanés, hypophosphatémie, risque anaphylactique

(Bellaka ,2017)

I.12.3.La transfusion sanguine :

Une hémoglobine est inférieure à 6g/dl nécessite une transfusion. (Ndeye Sokhna, 2011)

La transfusion sanguine est le seul traitement d'urgence de l'anémie qui permet un apport immédiat et efficace de globules rouges. La réponse sera immédiate et les effets ressentis instantanément. (Dassonneville, 2015)

Le recours à la transfusion dans cette situation doit être limité et réservé à des situations spéciales:

Anémie aigue avec instabilité hémodynamique

Anémie sévère (fatigue importante)

Echec des autres traitements.

De plus, la transfusion garde un risque infectieux, thrombose artério-veineuse, accidents et incidents transfusionnels, transfusion-induced immunomodulation. (Bellaka, 2017)

I.12.1.4. L'érythropoïétine (EPO) :

L'EPO est une protéine glycosylée qui a une action directe sur les cellules souches de la moelle osseuse avec une augmentation rapide des réticulocytes en deux à cinq jours puis de l'hématocrite en 15 jours. (Ndeye Sokhna, 2011)

Elle est utilisée essentiellement dans le cadre des anémies par insuffisance rénale chronique pendant la grossesse. En cas d'anémie sévère Hb <80 g/L, on peut envisager une administration d'érythropoïétine (rhEPO) recombinante en plus de l'administration de carboxymaltose ferrique par voie parentérale. (Ndeye Sokhna, 2011)

Selon la base de données Cochrane, l'administration de rhEPO peut soutenir un traitement de l'anémie, mais seulement si elle est combinée à une prescription de fer par voie parentérale, afin d'éviter que l'érythropoïèse ne soit inefficace. Il convient de réserver l'administration de rhEPO aux cas d'anémies sévères et s'il existe d'autres facteurs aggravants (symptômes cliniques prononcés, refus d'être transfusée, etc.). (Ndeye Sokhna, 2011)

La posologie est par exemple de 150 IE/kg de poids corporel 1 fois par jour par voie souscutanée, soit 4 doses d'érythropoïétine alpha (Eprex®) en plus du traitement de carboxymaltose ferrique par voie parentérale. Il faut garder à l'esprit que le traitement par rhEPO représente un usage off-label et que les coûts de la préparation sont considérables. (Ndeye Sokhna, 2011)

I.12.2. Traitement préventif :

L'alimentation habituelle ne permet pas toujours de couvrir les besoins physiologiques en fer particulièrement élevés au cours des 2 derniers trimestres de la grossesse, et ce d'autant plus que la majorité des femmes enceintes débutent leur grossesse avec des niveaux de réserves en fer faibles ou nuls. (Dassonneville, 2015) Pour éviter ces problèmes :

La supplémentation poly vitaminique :

Ce sont des comprimés dont les compositions peuvent varier. En général, ils comprennent du fer, de la vitamine B9 mais également du calcium, du magnésium et de nombreuses vitamines. (Ndeye Sokhna, 2011).

L'acide folique :

La supplémentation en acide folique peut être commencée en préconceptionnel et continuée en début de grossesse. De nombreuses études ont prouvé que l'acide folique protégeait de l'anomalie de fermeture du tube neural. Il a des interactions connues avec certains médicaments comme les antihypertenseurs, les anticonvulsivants ou des hormones thyroïdiennes. Par la suite, l'acide folique peut être associé à la supplémentation en fer. (Ndeye Sokhna, 2011).

Le fer par voie orale :

Le fer par voie orale peut être donné en prévention d'une anémie. Dans ce cas la dose recommandée de fer est de 0,5 à 1mg/kg/j (soit entre 30 et 60 mg par jour pour une patiente de 60 kg). La supplémentation en fer peut être associée à l'acide folique.

L'OMS recommande par ailleurs une supplémentation systématique à des doses variant de 20 à 40 mg/jr, en particulier dans les pays sous-développés. Et selon les recommandations actuelles de l'OMS, les femmes enceintes doivent recevoir une supplémentation quotidienne de 60 mg de fer et 400 µg d'acide folique pendant toute la grossesse et les trois premiers mois du postpartum (Ndeye Sokhna, 2011).

I .13. Conseils et adaptation diététique :

Une nutrition adéquate permet à l'organisme de combler ses besoins, mais aussi de se constituer une réserve de fer dans laquelle il pourra puiser en cas d'absorption insuffisante. Ainsi, pour prévenir et traiter la déficience en fer, il faut tout d'abord consommer quotidiennement des aliments qui sont d'excellentes ou de bonnes sources de fer hémique et/ou non hémique. **(Pomerleau, 2011)**

Le fer alimentaire est disponible sous deux formes :

Le fer hémique, qui se trouve dans l'hémoglobine et la myoglobine de la viande, de la volaille et du poisson.

Le fer non hémique, qui se trouve principalement dans les plantes, céréales, légumineuses, légumes et fèves.

Les viandes, notamment rouges représentent les principales sources de fer, car le fer hémique qu'elles contiennent est plus facilement absorbé par l'organisme et maintient les réserves de fer à un niveau acceptable. Les céréales enrichies représentent une excellente source de fer non hémique. **(Bellaka, 2017)**

Les tableaux suivants contiennent des exemples sur des aliments riches en fer hémique et non hémique :

Tableau14 : aliments contenant à la fois le fer hémique et non hémique.

Aliment	Fer en milligramme par portion du guide alimentaire (75gcuit)
Bœuf	1,5-3mg
Crevettes	2mg
Sardines	2mg
Agneau	1,5-1,8mg
Poulet	1mg
Porc	0,5-1mg
Poisson	0,5-1mg
Canard sauvage	7,5mg
Cœur, rognons	4-9mg
Huitre, moules	5-7mg
Boudin noir	5mg

(Ndeye Sokhna, 2011)

Tableau15 : Quelques sources alimentaires de fer héminique

	Aliments	Taille de la portion
Excellente source de fer 3,5 mg ou plus (soit 25 % ou plus de la valeur quotidienne)	<ul style="list-style-type: none"> • Palourdes • Huîtres • Foie de porc braisé • Foie de poulet braisé • Moules bleues cuites 	75 g 75 g 75 g 75 g 75 g
Bonne source de fer 2,1 mg ou plus (soit 15 % ou plus de la valeur quotidienne)	<ul style="list-style-type: none"> • Bœuf cuit • Boudin 	75 g 75 g
Source de fer 0,7 mg ou plus (soit 5 % ou plus de la valeur quotidienne)	<ul style="list-style-type: none"> • Dinde et poulet (la viande brune en contient plus) • Porc et jambon • Agneau • Veau • Flétan • Aiglefin • Perche • Saumon • Crevettes • Sardines • Thon • Œufs cuits dur 	75 g 75 g 2 moyens

(Pomerleau, 2011)

Tableau16 : Quelques sources alimentaires de fer non hémique

	Aliments	Taille de la portion
Excellente source de fer 3,5 mg ou plus (soit 25 % ou plus de la valeur quotidienne)	<ul style="list-style-type: none"> • Fèves blanches cuites • Fèves de soya cuites • Lentilles cuites • Pois chiches cuits • Graines de citrouille • Graine de sésame • Flocons de son • Tofu ferme • Mélasse noire 	<ul style="list-style-type: none"> 175 ml 125 ml 175 ml 175 ml 60 ml 60 ml 250 ml 150 g 15 ml (1 c. à soupe)
Bonne source de fer 2,1 mg ou plus (soit 15 % ou plus de la valeur quotidienne)	<ul style="list-style-type: none"> • Haricots de Lima • Haricots rouges • Pois cassés • Épinards cuits • Pomme de terre au four avec pelure • Nouilles aux œufs enrichis cuites 	<ul style="list-style-type: none"> 175 ml 175 ml 175 ml 125 ml 1 grosse 250 ml
Source de fer 0,7 mg ou plus (soit 5 % ou plus de la valeur quotidienne)	<ul style="list-style-type: none"> • Arachides • Pacanes • Pistaches • Amandes grillées • Noix d'acajou grillées • Graines de tournesol • Pâtes, macaroni, enrichi, cuit • Pain de blé, commercial, grill • Germe de blé 	<ul style="list-style-type: none"> 60 ml 60 ml 60 ml 60 ml 60 ml 60 ml 250 ml 1 tranche (35 g) 30 mL (2 c. à soupe)

(Pomerleau, 2011)

I .12.1 Les aliments à éviter :

Au cours d'une poussée, certains aliments riches en fibres, comme le pain complet et les céréales de petit-déjeuner peuvent aggraver certains symptômes, tels que la diarrhée. Lorsque les symptômes s'améliorent, les fibres peuvent être progressivement réintroduites dans le régime alimentaire.

Au cours d'une rémission, les patients atteints de RCH ou de la MC peuvent suivre un régime alimentaire très varié, y compris des aliments riches en fer, qui aide à maintenir les réserves ferriques. Certains aliments peuvent réduire la quantité de fer disponible dans l'organisme et inhiber son absorption.

Il est, par exemple, déconseillé de boire du thé dans les 30 à 60 minutes avant et après les repas à base d'aliments contenant du fer non hémique, car les composants du thé réduisent la quantité de fer absorbé. **(Bellaka, 2017)**

Des facteurs pouvant activer ou inhiber l'absorption du fer par l'appareil digestif sont illustrés dans le tableau suivant :

Tableau17 : Les facteurs qui intervenant dans l'absorption de fer

Activation	Inhibition
<ul style="list-style-type: none"> • Vitamine C (acide ascorbique, ascorbate de fer, jus d'orange, de citron, de papaye) • Viande • Acide citrique 	<ul style="list-style-type: none"> • Tannins (thé) • Composés poly phénols (café) • Oxalates phytates(légumes légumineuses, sons)

(Ndeye Sokhna, 2011)

De manière générale, les conseils du pharmacien quant à la nutrition active pour prévenir et traiter l'anémie par déficience en fer peuvent se jouer à deux niveaux. En effet, le pharmacien peut offrir une aide pré-enseignement afin d'initier sa clientèle à l'alimentation riche en fer. Demander à vos clients s'ils ont reçu un enseignement par une diététiste/nutritionniste quant à la nutrition active pour contrecarrer la déficience en fer. Pour ceux qui nécessitent une intervention d'urgence ou qui n'auraient pas la possibilité de rencontrer une nutritionniste à court terme.

Avec l'aide de votre pharmacien, évaluez vos besoins en fer en fonction des apports nutritionnels recommandés (ANR). Ciblez également vos habitudes alimentaires et vos facteurs individuels qui pourraient influencer l'absorption du fer par votre organisme.

Pour obtenir les meilleurs bienfaits des aliments en fonction de votre âge et de votre sexe et ainsi obtenir suffisamment de fer pour combler vos besoins, consommez une grande variété d'aliments recommandés dans Bien manger

Apprenez à consulter le tableau de la valeur nutritive sur l'emballage des aliments pour faire des choix éclairés à l'épicerie et évaluer la teneur en fer des produits emballés que vous consommez.

Pour obtenir un plan d'alimentation quotidien personnalisé en fonction de vos besoins nutritionnels particuliers, vos goûts, vos habitudes alimentaires et vos activités physiques quotidiennes, misez sur les services d'une diététiste/nutritionniste. **(Pomerleau, 2011).**

I.13. Enrichissement en fer de l'aliment :

L'enrichissement est défini comme l'addition à un aliment d'un ou plusieurs nutriments essentiels, normalement ou non contenu dans l'aliment, avec l'objectif de prévenir ou corriger une carence affirmée en un ou plusieurs nutriments dans la population ou dans des groupes de population spécifiques. Il concerne l'enrichissement d'aliments de base destinés à l'ensemble de la population ou d'aliments préférentiellement consommés par les groupes à risque. **(Berger, 2003)**

L'enrichissement des aliments est une stratégie efficace qui a fait ses preuves dans les pays du Nord. En effet, il est employé depuis plus de 50 ans aux Etats-Unis, au Canada et en Suède et c'est à son emploi que l'on attribue la réduction spectaculaire de la prévalence de l'anémie ferriprive dans ces pays. Son avantage principal est qu'il permet de toucher une large partie de la population et ce, à faible coût. De plus, il ne présente pas les risques d'excès de fer et les effets secondaires gastro-intestinaux qu'occasionnent parfois les suppléments de fer. Enfin, la consommation d'aliments enrichis en plusieurs micronutriments est efficace. Cependant, peu de pays africains ont actuellement des stratégies nationales d'enrichissement en fer des aliments. **(Halimatou, 2008)**

Techniquement, le fer est le micronutriment dont l'adjonction aux aliments pose le plus de problèmes, car les composés de fer qui ont la meilleure biodisponibilité tendent à être ceux qui interagissent le plus avec les constituants des aliments pour produire des modifications organoleptiques indésirables. Lors du choix d'un composé de fer approprié, l'objectif sera de trouver celui qui est le plus absorbable par l'organisme, c'est-à-dire qui possède la plus grande biodisponibilité relative par rapport au sulfate ferreux tout en ne provoquant pas des médicaments inacceptables des qualités organoleptiques (saveur, couleur, texture) de l'aliment. Le coût est en général une autre considération importante. Ils se classent en trois grandes catégories :

- Solubles dans l'eau.
- Peu solubles dans l'eau mais solubles dans les acides dilués.
- Insolubles dans l'eau et peu solubles dans les acides dilués. **(Anonyme, 2020)**

Des composés à base de fer sont actuellement utilisés comme substance d'enrichissement pour différents types l'aliment. Le tableau suivant donne des exemples de ce type d'enrichissement :

Tableau18 : Caractéristiques des composés de fer couramment utilisés pour enrichir les aliments. (Berger, 2003)

Composés de fer	Biodisponibilité relative	Quantité de fer (%)	Aliments communément enrichis
Solubles dans l'eau			
Sulfate ferreux hydraté	100	20	Aliments pour nourrissons, pain, pâtes
Sulfate ferreux	100	33	
Gluconate ferreux	89	12	
Lactate ferreux	106	19	
Citrate d'ammonium ferrique	-	18	
Peu solubles dans l'eau / solubles en milieu acide			
Fumarate ferreux	100	33	Céréales pour enfants Poudres chocolatées
Succinate ferreux	92	35	
Saccharate ferreux	74	10	
Glycérophosphate ferrique	-	15	
Citrate ferreux	74	24	
Tartrate ferreux	62	22	
Insolubles dans l'eau / peu solubles en milieu acide			
Orthophosphate ferrique	25-32	28	Céréales pour enfants poudres chocolatées, riz
Pyrophosphate ferrique	21-74	25	
<u>Fer élémentaire</u>			farine de blé, céréales , Céréales pour enfants
Electrolytique	75	97	
Carbonyl	5-20	99	
H-Réduit	13-148	97	
CO-Réduit	-	97	
Atomisé	-	97	

(Berger, 2003)

Matériels et méthodes

Chapitre I : Matériel et méthodes.

I.1 Objectif de travail :

Notre travail consiste à atteindre les objectifs suivant :

- ❖ Elaboration d'un biscuit anti anémique
- ❖ Apprécier la qualité physico-chimique et microbiologique des matières premières utilisées dans la fabrication des biscuits.
- ❖ Vérifier les propriétés organoleptiques du biscuit par un test de dégustation.

Cette expérimentation a été effectuée au niveau de l'unité de production de biscuiterie

« Cherchell » pendant un mois.

- les tests organoleptiques sont faits par un tirage au hasard des personnes pour connaître la valeur commerciale des biscuits.

I.2 Matériel :

Au cours de la réalisation de ce travail, on a utilisé les matières premières nécessaires à la préparation de nos essais, et d'autre part un matériel non biologique qui nous permis de mesurer les paramètres physiques du produit fabriqué.

I.2.1. La farine :

La farine utilisée pour la fabrication de notre biscuit provient de l'unité de production de la biscuiterie Cherchell. C'est une farine de blé tendre. Cette farine provienne de groupe AGRODIVE, filiale céréales centre, complexe de CORSO. Ces farines sont conditionnées et stockée dans des sacs fermés de 50 kg dans un endroit sec et frais.

I.2.2. La farine des dattes :

La farine des dattes peuvent être Produits uniquement à partir des variétés sèches ou susceptible d'être après dessiccation jusqu'au une humidité de 5%. Ces farines ou semoule peuvent être consommés telles quelles ou servir à la fabrication des biscuits, pains et gâteaux.

Les variétés Algérienne qui convenaient mieux pour la production de la farine et de semoules sont principalement Mech-Degla, Degla-Beïda. Les processus de la fabrication de farine de datte passent par : Le nettoyage à sec, le dénoyautage puis le séchage à 70°C jusqu'au une humidité de 5%. En suit on effectue un broyage et un tamisage. Ainsi, on obtient trois Produits : farine, semoule Blanche et semoule vêtues (Yahmi et Tigharghar, 2017).

La datte « Mech-Degla » est de forme sub-cylindrique légèrement rétrécie à son extrémité. A maturité, la datte est plutôt beige clair teinté d'un marron peu prononcée, l'épicarpe est ridé, peu brillant cassant. Le mésocarpe est peu charnu de consistance sèche et de texture fibreuse

La variété Mech-Degla est une dattes de seconde qualité qui ne coûte pas chère, elle est connue par ses qualités nutritionnelles (source d'énergie) et sa disponibilité sur le marché ainsi que sa facilité de conservation.

Le choix de cette variété se justifie par leur qualité gustative, leur abondance au niveau national et leur facilité de conservation (dattes sèche). (Tifraouat et Ouhal, 2016)



Figure8 : dattes entière Mech-Degla



figure9 : Dattes Mech-Degla entière et en coup

Farine qu'on a utilisée dans notre essai provienne de Biskra. Les dattes utilisées dans cette étude sont de la variété Mech-Degla, sa récolte est au mois d'octobre 2019.

La poudre obtenue a été conditionné dans des sachets de congélation à une température ambiante.



Figure10 : Diagramme de l'obtention de la farine des dattes



Figure11: La farine des dattes obtenue

I.2.3. La matière grasse :

Les matières grasses sont la deuxième constituante pondérale de la plupart des formules.

A leur fonction de lubrification d'ajoutent d'autres propriétés spécifiques :

- plasticité;
- contribution structurale;
- incorporation et stabilisation d'air;
- transfert de chaleur;
- Qualités organoleptiques et nutritionnelles. **(Feuillet, 2000).**

I.2.4. Le sucre

Le sucre présent dans les biscuits affecte le goût, les dimensions, la couleur, la dureté et la surface du produit fini. L'effet du sucre sur le comportement de la pâte est un facteur important dans la fabrication des biscuits. En excès, le sucre cause un ramollissement de la pâte, due en part à la compétition entre le sucre ajouté et la disponibilité de l'eau dans le système. Il rend le produit cuit fragile comme il contrôle l'hydratation et tend à disperser les molécules des protéines et d'amidon ce qui résulte en une prévention de la formation d'une masse continue et une inhibition du développement du gluten pendant le pétrissage de la pâte. **(Namous, 2013)**

L.2.5. L'eau :

L'eau est un ingrédient essentiel dans la formation de la pâte. Elle a un rôle complexe, en déterminant l'état de conformation des biopolymères. L'eau est nécessaire pour la solubilisation des ingrédients, pour l'hydratation des protéines et des hydrates de carbone et pour le

développement d'un réseau de gluten. Elle affecte la nature des interactions entre les divers constituants de la formule et contribue à la structuration de la pâte.

Elle est également un facteur essentiel dans les comportements rhéologiques des pâtes. L'ajout d'eau à la formule réduit la viscosité et l'élasticité de la pâte et augmente son extensibilité. (Yahmi et Tigharghar, 2017).

I.2.6. Sel :

Le sel joue deux rôles : un rôle gustatif en apportant la saveur et un rôle technologique en améliorant les qualités mécaniques de la pâte ainsi que la coloration et la conservation. (Tifraouat et Ouhal, 2016)

I.2.7. La lécithine :

La lécithine est un phospholipide rencontré dans de nombreux tissus animaux et végétaux notamment dans le jaune d'œuf et le soja. Il est considéré comme l'émulsifiant le plus utilisé en technologie alimentaire. L'utilisation des lécithines repose sur trois propriétés fondamentales :

- Elles réduisent la tension superficielle et facilitent donc l'émulsion ;
- Elles diminuent la viscosité des corps auxquels on les ajoute ;
- Elles facilitent l'incorporation de sucre au beurre de cacao et facilitent ainsi la cristallisation de la graisse en petits cristaux.

La lécithine s'emploie à des doses très faibles, le pourcentage dépendant de la quantité de matières grasses de la formule (Kiger et Kiger, 1967).

I.2.8. Agents levants

Les agents levants sont un groupe constitué essentiellement de sels inorganiques qui, une fois ajoutés à la pâte (farine : acide), réagissent lors de l'étape de la cuisson en formant des gaz et permettent d'augmenter la structure du produit. Le but est d'arriver dans la majorité des formules à un pH neutre. Comme exemple il y'a Bicarbonate de sodium, Acidifiants, Carbonate d'ammonium et Acides organiques. (Van Cottom, 2018)

I.2.9. La farine de lentilles rouges :

Nous avons utilisé les graines de lentilles rouges (corail) épluché achetés au commerce.

Les graines de lentilles ont été broyées au moyen d'un broyeur électrique ainsi la poudre obtenue a été conditionnée dans des sachets de congélation à une température ambiante.



Figure12 : la farine des lentilles rouges obtenue

I.3 Essais de fabrication du biscuit témoin :

Les biscuits sont des produits d'un mélange de farine de sucre, de matière grasse et d'autres ingrédients. Le tableau présente les ingrédients utilisés pour la fabrication de biscuit témoin.

Tableau19 : quantités des ingrédients utilisés pour la fabrication de biscuit témoin.

Ingrédient	Quantité en g	Quantité en %
Farine de blé tendre	500	53,30
Sucre cristallisée	90	9,65
Graisse végétal alimentaire	80	8,58
Glucose	10	1,07
Bicarbonate de sodium	1,5	0,16
Sel	3	0,32
Bicarbonate d'ammonium	5	0,53
Lactosérum	0,5	0,05
Lécithine	6	0,64
Diphosphate disodique	2	0,21
Eau	240	25,75
Total	938	100

I.4. Essais des biscuits :

Ces tableaux présentent les différents essais de préparation des biscuits à la poudre des dattes et farine des lentilles rouges.

Tableau 20 : les essais de préparation des biscuits à la poudre des dattes et farine des lentilles rouges.

	1 ^{ère} essais	2 ^{ème} essais	3 ^{ème} essais	4 ^{ème} essais
	Biscuit à 30% de poudre des dattes	Biscuit à 100% de poudre des dattes	Biscuit à 30% de la farine des lentilles	Biscuit à 100% de la farine des lentilles
Quantité de farine en %	70%	0%	70%	0%
Quantité de farine en g	350	0	350	0
Quantité de poudre des dattes en g	150	500	-	-
Quantité de la farine des lentilles en g	-	-	150	500

I.5. Processus de fabrication des biscuits :

I.5.1 Préparation des ingrédients :

La première étape c'est la pesée de l'ensemble des ingrédients.

I.5.2 Pétrissage

Dans un pétrin les matières grasses, le sucre, le sel, le bicarbonate de sodium, d'ammonium, l'eau, **Diphosphate disodique**, le lactosérum, et la lécithine sont mélangés pendant 10 à 15 minutes jusqu'à l'obtention d'une crème homogène, la farine est ajoutée au mélange crémeux qui est encore battu pendant 10 minutes pour obtenir une pâte sablée.



Figure13 : mélange des ingrédients



figure14 : la pâte de biscuit

I.5.3 Moulage

La préparation des biscuits et la mise en forme est réalisée dans le laboratoire, la pâte est versée et pressé à l'aide d'un mouleur pour donner la forme désirée.



Figure15 : façonnage manuel de biscuit

I.5.4 Cuisson :

La cuisson a été réalisée dans un four à gaz à température de 180 à 200 °C pendant 15 minutes.



Figure16 : cuisson de biscuit

I.5.5 Refroidissement :

Les biscuits sortant du four à des températures élevées Sont refroidis à l'air libre pendant 20 minutes.



Figure17 : biscuit après cuisson

I.5.6 Conditionnement et emballage :

Les biscuits refroidis, son empaquetés manuellement dans des barquettes en plastique et étiquetés en fonction du taux D'incorporation de poudre des dattes et la farine des lentilles.



Figure18: biscuit emball

I.5.7. Diagramme de la fabrication de biscuit anti anémique :

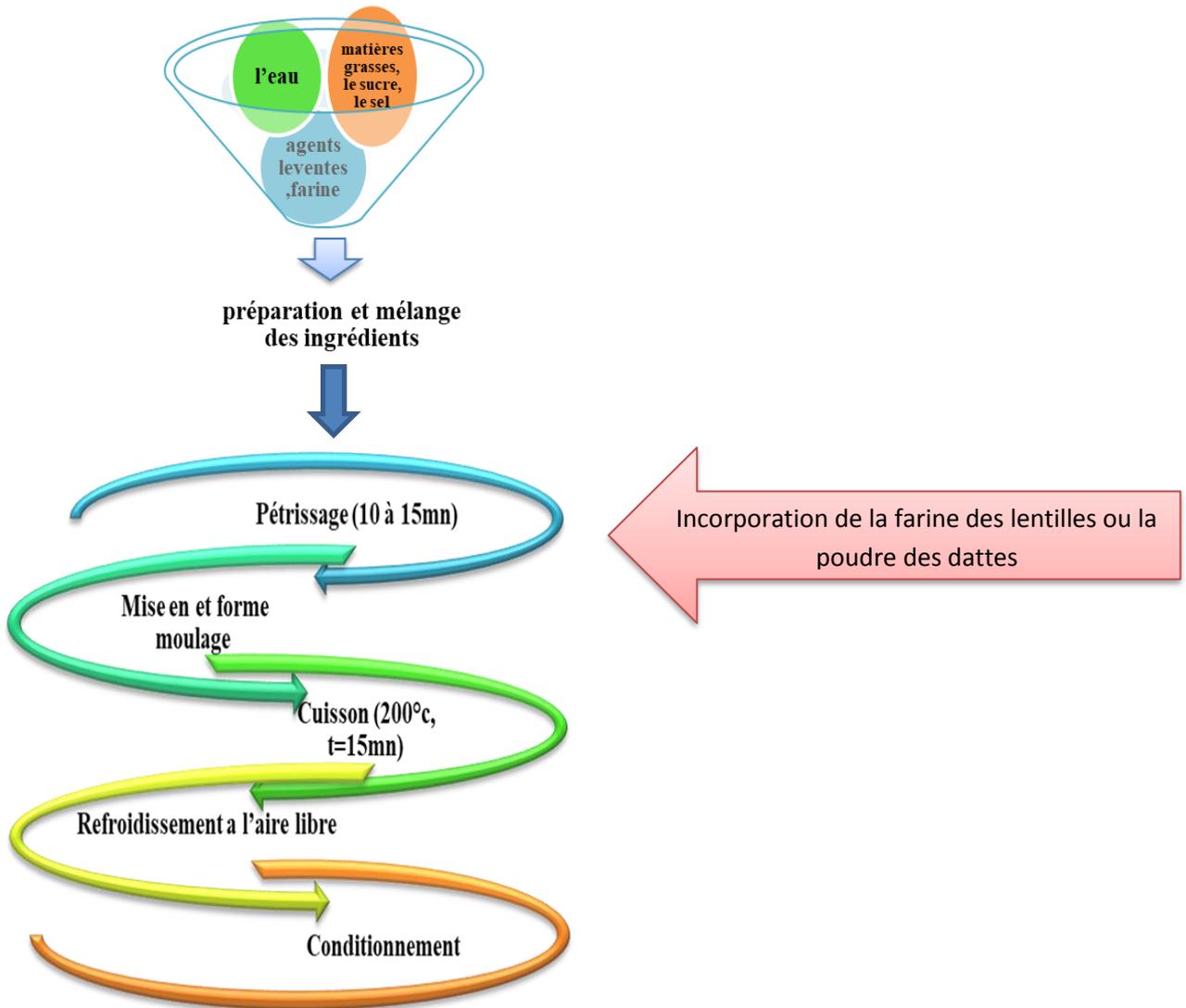
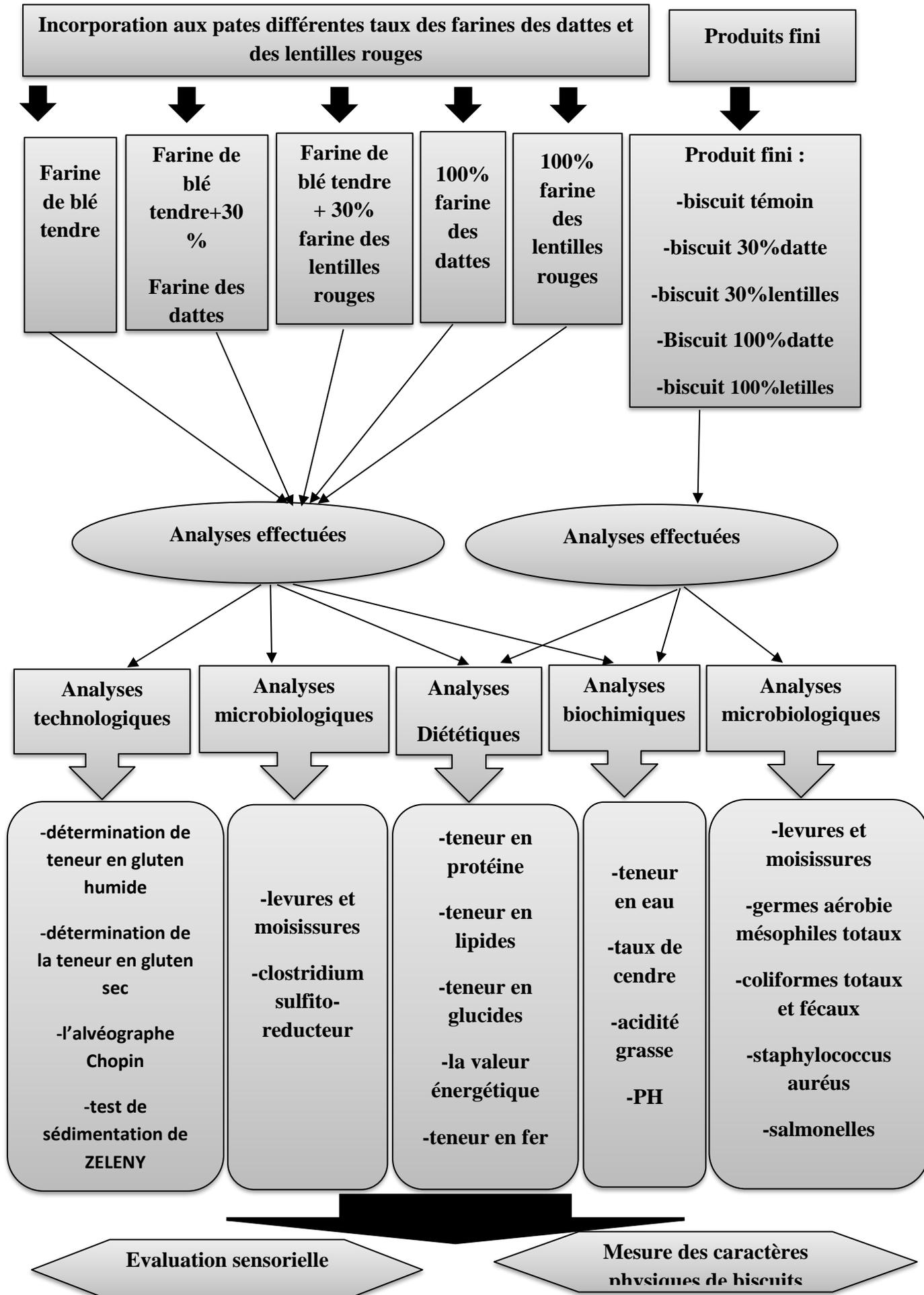


Figure19 : Diagramme de fabrication de biscuit anti anémique

I.6.Méthodes d'analyses :



I.7.Détermination des caractéristiques physiques :

L'évaluation a été effectuée dans un collège à l'aide d'un pied à coulins.

Les valeurs moyennes de ces biscuits sont indiquées en millimètres (mm). L'épaisseur (E) de biscuits a été mesurée par l'empilement de cinq biscuits sur le dessus les uns des autres et en prenant la moyenne de cinq biscuits en millimètre. (**Yahmi et Tigharghar, 2017**)

Elle est effectuée selon des critères proposés par (**Sudha et al, 2007**). Qui sont :

La masse d'un pâton exprimée en grammes.

La masse d'un biscuit exprimée en grammes.

Le diamètre du biscuit exprimé en mm

L'indice de développement de biscuit (I.D).

I.8.Evaluation sensoriel :

L'évaluation des paramètres organoleptiques est une condition très importante pour l'acceptabilité, néanmoins, elle est insuffisante pour refléter ce que perçoit le consommateur sur le plant sensoriel.

L'évaluation de la qualité organoleptique des biscuits a été faire par une analyse sensorielle, cette dernière consiste à classer les trois préparations par rapport à un biscuit témoin, pour cela nous avons opté pour un test de classement par notation selon la norme AFNOR V09-014 d'avril 1982 (**AFNOR, 1995**).

La méthode d'analyse sensorielle consiste essentiellement au choix du panel, au codage des échantillons, à la préparation des échantillons et à la réalisation proprement dite de l'épreuve.

L'analyse organoleptique de nos biscuits s'est faite par un test de dégustation au biais d'un jury formé de personnes (tirage au hasard de 20 personnes) de différent âge et de sexe différent on se base sur un barème de dégustation de 1 à 4 respectivement, médiocre, acceptable, bon et très bon. (À l'aide d'une fiche technique).

Les caractéristiques organoleptiques testées sont :

- ❖ Fissuration
- ❖ Couleur
- ❖ Forme
- ❖ Le gout
- ❖ L'odeur
- ❖ Friabilité
- ❖ La texture

Le premier objectif de ce test est d'avoir un avis sur la qualité organoleptique de chaque biscuit ; le second est d'étudier l'influence du taux d'incorporation sur les caractères

organoleptiques et de contraire le meilleur taux d'incorporation. La fiche suivante a été utilisée pour la réalisation et l'évaluation de ce test.

La fiche de dégustation

Non :

Prénom :

Sexe : masculin

féminin

Age :

Vous avez devant vous cinq échantillons de biscuit différents, veuillez les classer en ordre croissant ces échantillons pour chaque caractère en donne la note de 1 à 4. L'attribution des notes s'effectue en respectant la notion suivante.

- La note 1 pour catégorie médiocre.
- La note 2 pour catégorie acceptable.
- La note 3 pour catégorie bonne.
- La note 4 pour catégorie très bonne.

	fissuration	couleur	forme	Le gout	L'odeur	friabilité	La texture
Biscuit A							
Biscuit B							
Biscuit C							
Biscuit D							
Biscuit E							

Résultats et discussions

Chapitre II : résultats et discussions

II. Etude de la matière première :

La matière première utilisée est la poudre de datte et la farine des lentilles et la farine de blé tendre obtenu à l'unité de production « Cherchell »

II.1. Les caractéristiques physiques et morphologiques de la datte :

II.1.1. Les caractéristiques morphologiques de la datte et sa teneur en eau

Les caractéristiques morphologiques et physiques de la variété de datte utilisée dans la préparation de nos biscuits sont indiquées dans les deux tableaux suivants :

Tableau21 : caractéristique morphologiques de la datte « Mech-Degla »

caractéristiques morphologiques	Les valeurs
Forme de fruit	Ovoïde
La couleur	Jaunâtre à marron claire
Aspect de l'épicarpe	Rugueuse
Couleur de la pulpe	Blanchâtre
Consistance	Sèche
Plasticité	Dure
Texture	Dure
Gout	Parfumé et sucré

Tableau 22 : caractéristique physiques et la teneur en eau de la datte « Mech-Degla »

Les caractéristiques physiques	Les valeurs
Poids de fruit (g)	5.30 (g)
Longueur du fruit (cm)	3.02 (cm)
Diamètre du fruit	1.55 (cm)
poids du noyau	1.03 (cm)
Longueur du noyau	2.16 (cm)
Diamètre du noyau	0.79 (cm)
Poids de la pulpe	4.14 (g)
Rapport pulpe/datte	81.38 %
Rapport noyau/datte	19.39 %
Rapport pulpe/noyau	4.20 %
Teneur en eau	13.97 %

La datte de la variété Mech-Degla étudiée présente une consistance sèche ce qui explique son classement comme variété de faible valeur commerciale.

La couleur de la dattes Mech-Degla est Jaunâtre à marron claire, elle présente parfois des zones claires selon les conditions climatiques de la région de récolte.

Les valeurs obtenues concernant le poids de la dattes et la Longueur du fruit sont inférieurs à ceux trouvés par Kortebi et Laiche Achour (2013). Une dattes de qualité physique acceptable, présente un poids supérieur à 6 g, un poids de la pulpe supérieur à 5 g, une longueur et une largeur minimale de 3.5 cm et 1.5 cm respectivement. Conformément à ces critères, la qualité physique de la dattes étudiée est médiocre. (TIFRAOUAT, OUHAL, 2016)

La teneur en pulpe est de 81.38% du poids de la dattes entière « Mech Degla », elle est légèrement inférieure à celle trouvé par Kortebi et Laiche Achour (2013). De l'ordre de 83.67% pour la même variété. Elle est légèrement supérieure à celle trouvées par Chibane et al, (2007), qui donnent une valeur de 79.15%

II.2. Caractérisation physique de la farine des dattes et la farine des lentilles :

Le tableau suivant présente les différentes caractéristiques physiques des farines utilisées

Tableau 23 : Caractérisation physique de la farine des dattes et la farine des lentilles :

Les farines	la farine de dattes	la farine des lentilles
La Couleur	Blanche à beige pigmenté	rose claire comme celle de lentille rouge
L'aspect	Fin se forme sableuse	très fine
La saveur	Sucré et caractérisé des dattes	pas de gout spécial
L'odeur	de dattes	caractérisé de lentille rouge

II.3 Présentation des biscuits préparés :

L'addition de la farine des dattes et des lentilles au biscuit à des taux d'enrichissement de 30% et 100% respectivement, a permis d'obtenir 5 types de biscuit différents. La figure ci-après montre

L'aspect des différents types de biscuits obtenus après la cuisson



Biscuit témoin



biscuits à 30 % farine de

Lentille



biscuits à 100 % farine de

Lentille

Figure 20 : photographies des biscuits élaborés à base de farine de lentille



Figure 21: photographies des biscuits élaborés à base de farine de datte.

II.3 Résultats morphométriques des biscuits :

Les résultats de la description physique des différents biscuits préparés dans le cadre de notre étude sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau 24 : résultats d'analyses physiques :

Mesure /Produit	Biscuit témoin	Biscuit à 30% de la farine de dattes	Biscuit à 100% de la farine de datte	Biscuit à 30% de la farine de lentille	Biscuit à 100% farine de lentille
Poids du biscuit (g)	9	9.2	10.2	8.8	9
Diamètre (mm)	50	46	51	50	49
Epaisseur (mm)	7.6	7.4	5.4	8.6	9.6
Surface (cm ²)	19.62	21.16	20.41	19.62	18.84
Volume (cm ³)	65.41	97.33	69.42	65.41	61.56
Développement (cm ³ /g)	7.26	10.57	6.77	7.39	6.84

Le tableau précédent illustre la morphométrie des biscuits préparés. Ces biscuits présentent les caractéristiques physiques suivantes :

D'abord, il ressort que le poids augmente lorsqu'on augmente la quantité de farine de datte et de farine lentille. Par conséquent, le poids d'un même volume de farine de blé, de farine de datte ou de farine de lentille reste constant quelque soit la quantité de datte ou de lentille ajoutée.

Contrairement à nos observations MECHTI et FEKRAOUI (2017), ont remarqué une diminution du poids du biscuit lorsqu'en le taux d'incorporation du son augmente dans le mélange. Cette variation du poids entraîne aussi une variation du volume du biscuit préparé. L'explication de cette variation peut être attribuée à la richesse en fibre du son.

On remarque l'absence de rétrécissement, cela est dû essentiellement à l'influence des sucres et des matières grasses sur le pâton. Cependant, on constate aussi un étalement plus important de la pâte. Dans ces conditions les biscuits deviennent de plus en plus grands en fonction de la

quantité de farine de dattes ou de la farine de lentille ajoutée. Cette augmentation du volume du biscuit résulte de l'augmentation du diamètre du biscuit, entraînant ainsi des difficultés lors du conditionnement. Ce phénomène a été aussi observé par MECHTI, FEKRAOUI (2017)

L'utilisation de la farine de datte ou de la farine de lentille entraine une diminution de la surface des biscuits ainsi préparés, alors que les biscuits à base de son présentent une surface plus grande en raison d'une activité plus intense du levain. (MECHTI et FEKRAOUI ,2017)

On remarque que les biscuits préparés au taux de 100 % présentent un faible développement, cependant le développement des autres biscuits est plus élevé, d'où l'obtention des biscuits bien développés cela est dû à la une grande quantité de sucre (sucre de la farine des dattes +le sucre cristallisé) ; c'est la réaction de caramélisation. Ces résultats sont identiques à ceux trouvés par MECHTI, FEKRAOUI (2017)

Les résultats morphométriques sont représentés dans la figure suivante :

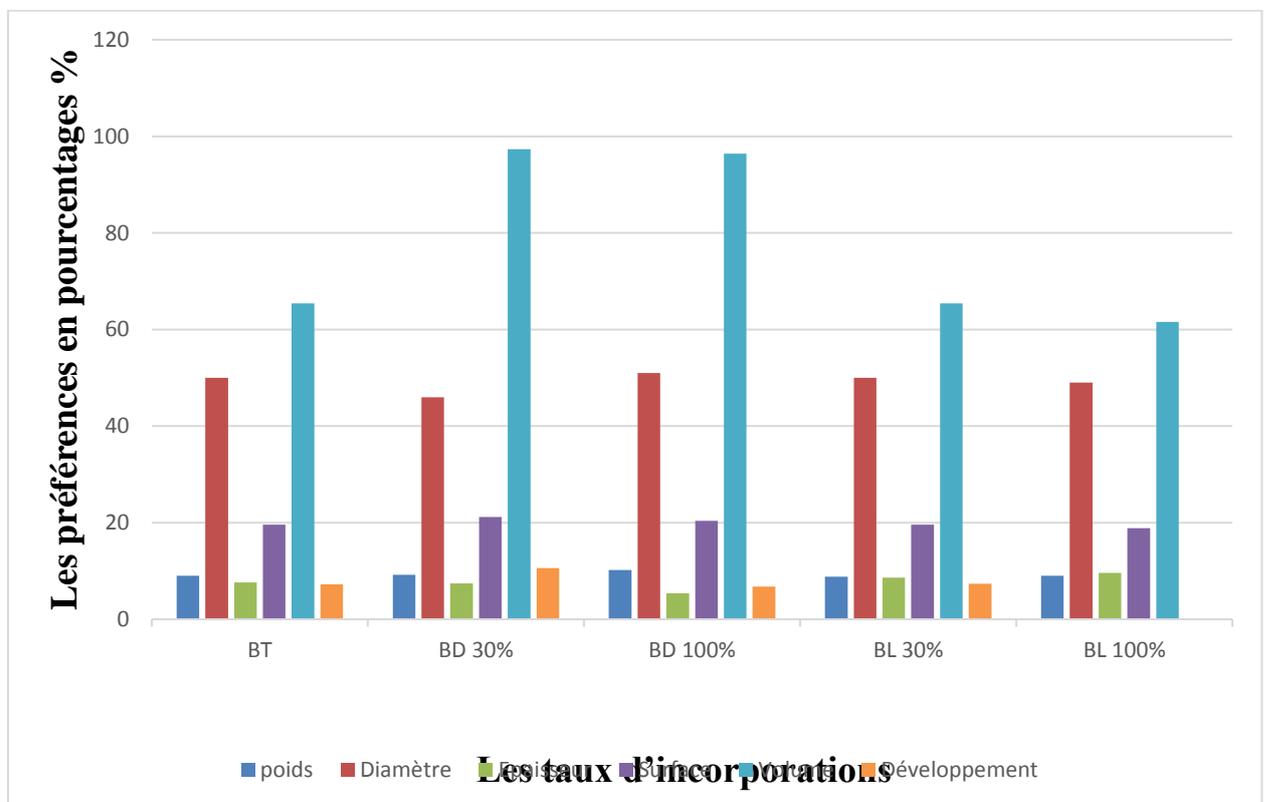


Figure 23 : Résultats morphométriques des biscuits préparés

II.4 Analyse sensorielle :

La qualité organoleptique joue un rôle très important dans la valeur commerciale des biscuits. Le produit fabriqué est un biscuit anti anémique de qualité technologique supérieure permettant d'avoir des produits de qualité organoleptique élevé. L'analyse sensorielle des biscuits est faite par un panel de 20 personnes, homme et femme leurs moyenne âge est entre 22 et 63 ans, qui ont goûté à tous nos produits avec des fiches de dégustation comportant les qualités identifiables suivantes : forme, état de surface, fissuration, couleur, odeur, goût, friabilité.

Les résultats des analystes organoleptiques et sensorielles des biscuits sont représentés dans le tableau suivant :

Tableau 25: résultats des analyses organoleptiques et sensorielles des biscuits

<i>Caractérisation</i>	<i>Biscuits</i>	<i>Nombre des sujets préférant chaque catégorie</i>			
		<i>médiocre</i>	<i>acceptable</i>	<i>bon</i>	<i>Très bon</i>
<i>Fissuration</i>	<i>Témoin</i>	0	4	12	4
	<i>30 % datte</i>	2	4	9	5
	<i>100 % datte</i>	1	7	5	5
	<i>30 % lentille</i>	1	5	7	7
	<i>100 % lentille</i>	0	5	7	8
<i>Couleur</i>	<i>Témoin</i>	1	3	12	4
	<i>30 % datte</i>	1	4	9	6
	<i>100 % datte</i>	9	5	4	2
	<i>30 % lentille</i>	0	2	9	9
	<i>100 % lentille</i>	0	1	9	10
<i>Forme</i>	<i>Témoin</i>	1	6	10	3
	<i>30 % datte</i>	0	3	10	7
	<i>100 % datte</i>	1	8	7	4
	<i>30 % lentille</i>	1	3	10	6
	<i>100 % lentille</i>	0	3	7	10
<i>Gout</i>	<i>Témoin</i>	1	5	13	1
	<i>30 % datte</i>	1	8	6	5
	<i>100 % datte</i>	1	5	4	10
	<i>30 % lentille</i>	6	5	7	2
	<i>100 % lentille</i>	11	6	2	1
<i>L'odeur</i>	<i>Témoin</i>	2	8	9	1
	<i>30 % datte</i>	2	4	11	3
	<i>100 % datte</i>	3	3	8	6
	<i>30 % lentille</i>	1	10	8	1
	<i>100 % lentille</i>	4	12	4	0
<i>Friabilité</i>	<i>Témoin</i>	1	1	10	8
	<i>30 % datte</i>	6	5	8	1
	<i>100 % datte</i>	4	8	5	3
	<i>30 % lentille</i>	0	6	7	7
	<i>100 % lentille</i>	3	7	6	4
<i>La texture</i>	<i>Témoin</i>	1	7	8	4
	<i>30 % datte</i>	7	4	6	4
	<i>100 % datte</i>	0	8	8	4
	<i>30 % lentille</i>	0	3	11	6
	<i>100 % lentille</i>	2	5	7	6

Afin de montrer l'influence de la farine des dattes et la farine des lentilles sur la qualité générale des biscuits, nous avons établie ci-dessous, par ordre croissant le classement général des biscuits :

1. Le biscuit témoin.
2. Le biscuit à 30% farine de datte
3. Le biscuit à 100% farine de datte
4. Le biscuit à 30% farine de lentille
5. Le biscuit à 100 % farine de lentille

L'étude statistique des effets de l'enrichissement des farines étudiés sur les différents critères organoleptiques sont exprimés en pourcentage nous ont permis de tirer les conclusions suivantes :

- **Sur la forme :**

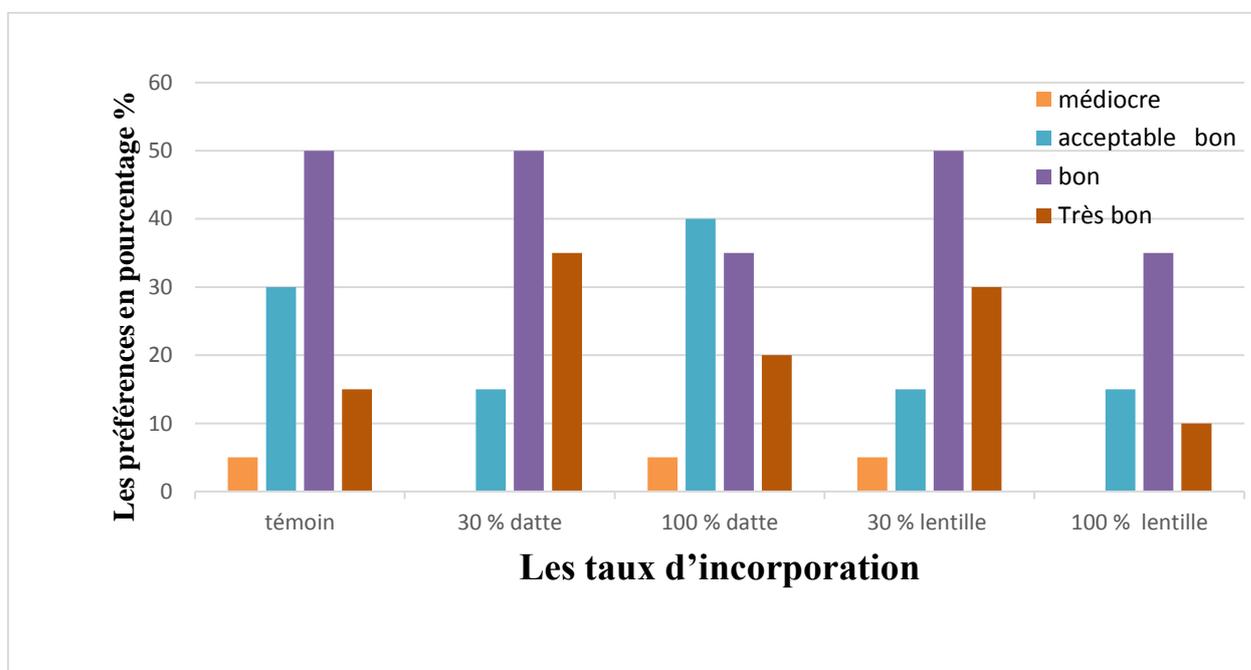


Figure 24 : représentation de la forme des biscuits fabriqués

L'incorporation des différents taux des farines dans la formulation de biscuit change pratiquement la forme du produit fini. Plus on ajoute de la farine de datte plus la forme devient aplatie. Parfois on observe un changement total de la forme initiale pour le biscuit à base de la farine de lentille.

- **Sur la fissuration :**

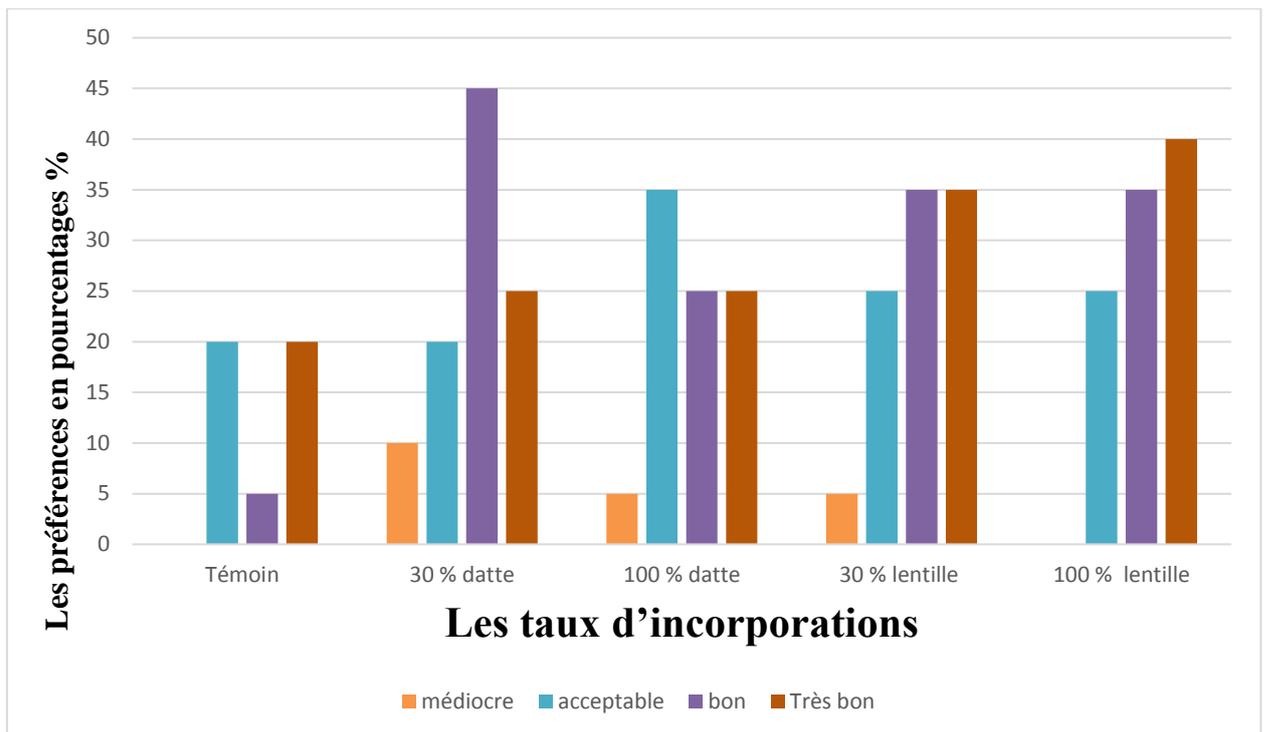


Figure 25 : les résultats statistiques de la fissuration

Le jury de dégustation a observé l'absence totale de fissuration dans les biscuits à 100% et 30% farine de lentilles, alors que le biscuit à 100% datte a présenté une légère fissuration sans effet négatif sur la qualité physique du biscuit.

- **Sur la couleur :**

La couleur est un paramètre très important dans l'acceptation des produits, son apparition commence vers les dernières étapes du processus de cuisson. Le développement de la couleur est le résultat de nombreuses réactions comme la réaction de Maillard et la caramélisation.

Le jury de dégustation aime bien la couleur des biscuits à base de farine de lentille ; sur le plan de la couleur, le biscuit témoin présente une bonne couleur, cependant les biscuits fabriqués avec de la farine de datte présentent une couleur médiocre. (Foncé)

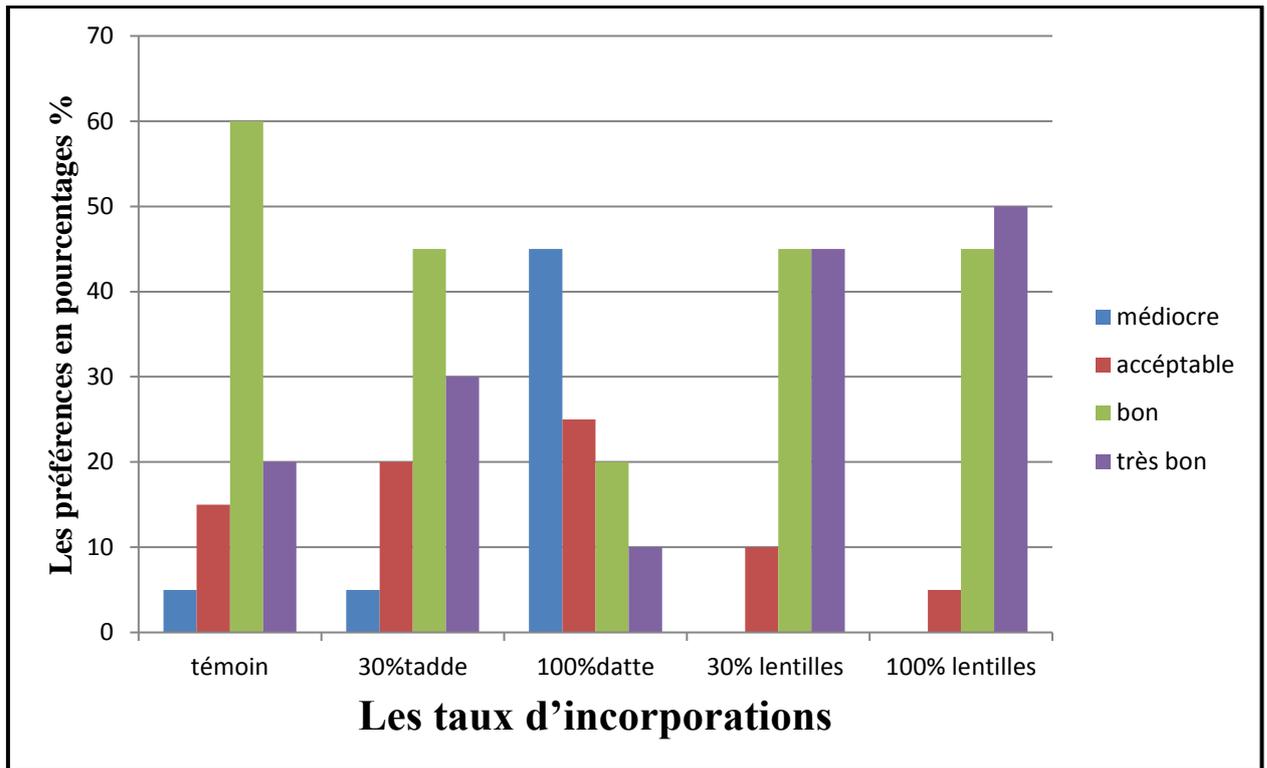


Figure 26 : résultats statistiques de la couleur

- **Sur le gout :**

D'après les résultats obtenus on remarque une acceptabilité globale des cinq biscuits fabriqués.

Le biscuit témoin et le biscuit à 100% de farine de datte sont bon et très bon. Ils sont les meilleurs sur le plan du goût, ainsi une bonne acceptabilité pour le biscuit à 30 % de farine de datte, le biscuit à 100% farine de lentille présent un gout médiocre

Cette caractéristique est difficile à percevoir et à décrire car la sensibilité des papilles gustatives est différente lorsqu'on passe d'une personne à une autre.

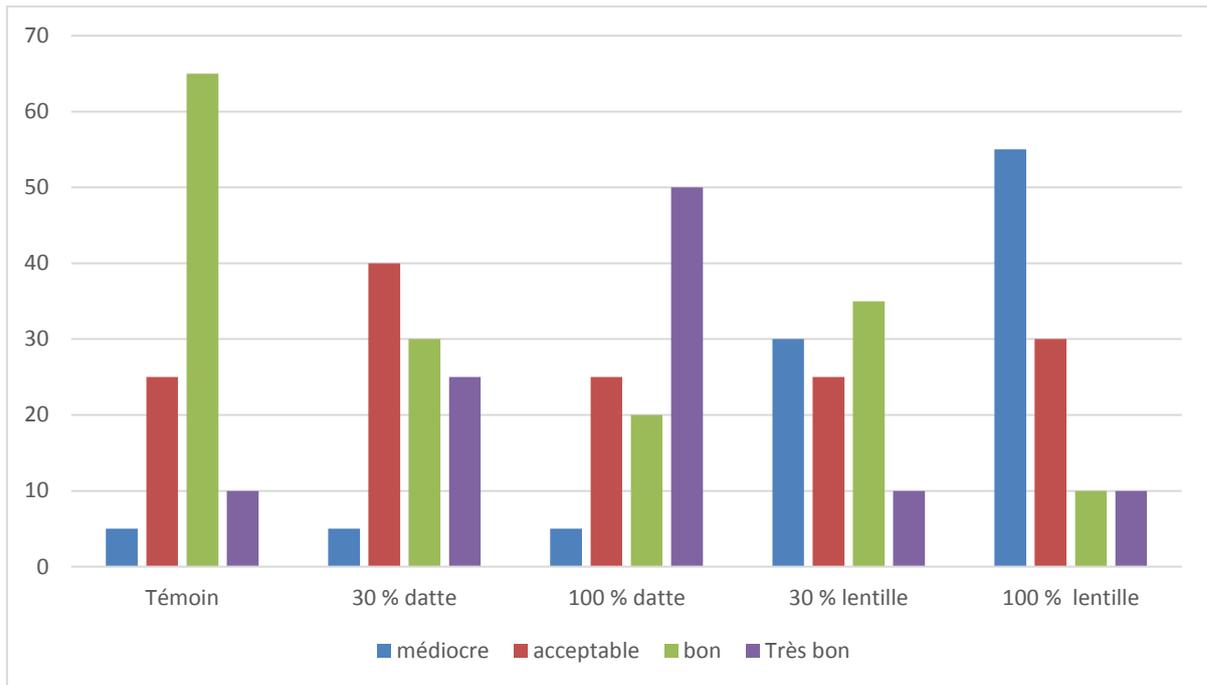


Figure 27 : les résultats de gout des biscuits fabriqués

- **Sur l’odeur :**

L’odeur des biscuits, qui sont représentés par un ensemble de composés volatils odorants au niveau de la croûte et de la mie, se forment généralement lord de la cuisson

Cependant, au regard des résultats obtenus, pour le biscuit témoin et les deux biscuits de farine de datte ont développé des odeurs agréables et acceptabilité par les dégustateurs. Les autres biscuits de farine de lentille ont été bien acceptés par les évaluateurs.

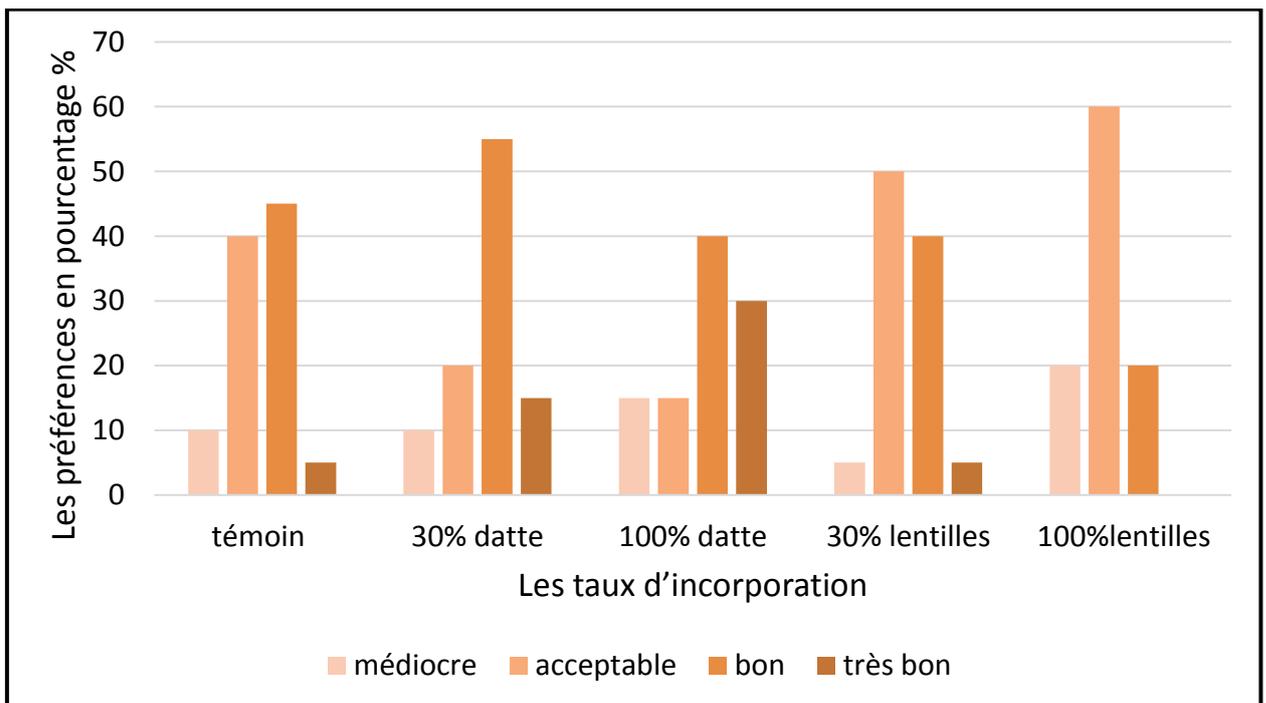


Figure 28 : résultats statistiques de l’odeur

- **Sur la friabilité :**

C'est un paramètre qu'on peut mesurer physiquement. D'après les résultats des analyses sensorielles effectuées sur les biscuits à différents pourcentages, nous remarquons une friabilité presque équivalente à celle de biscuit témoin pour les biscuits à 30% de datte.

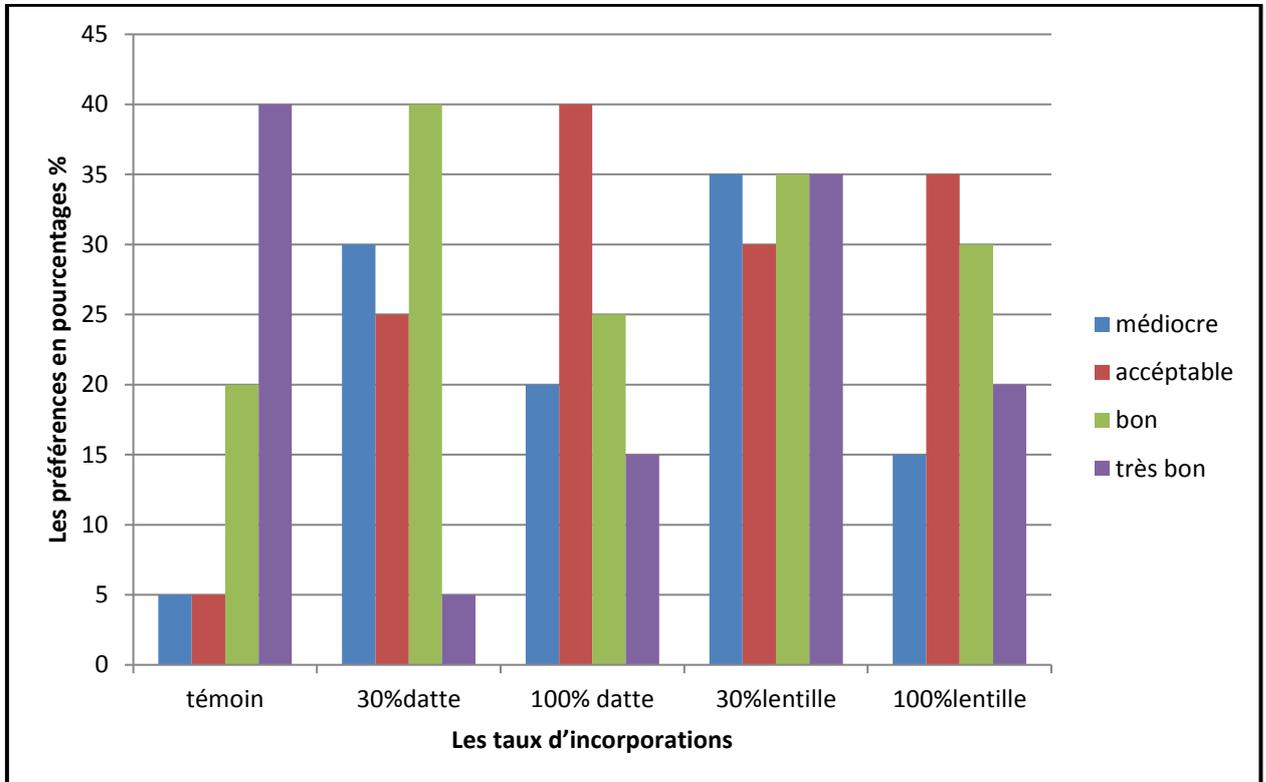


Figure 29 : résultats statistiques sur la friabilité.

- **Sur la texture :**

Les biscuits fabriqués présentent une texture acceptable, on remarque une bonne texture de biscuit à 30% de lentille et 100% de datte.

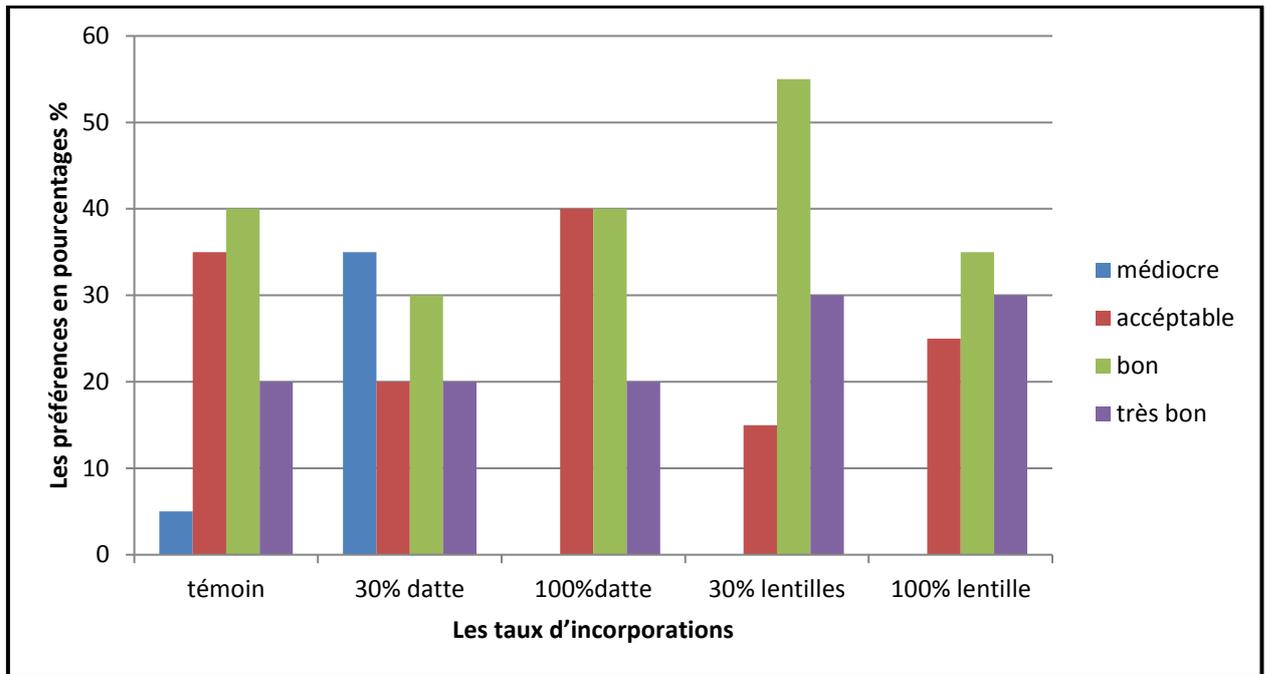


Figure 30 : résultats statistiques sur la texture.

II.5 La Qualité générale des biscuits :

Selon MECHTI et FEKRAOUI (2017), L'appréciation de la qualité globale des biscuits est liée à une modification de la couleur, de la saveur, de l'odeur, de la texture et de la friabilité ainsi que la forme et l'état de la surface. On observe, qu'en plus du goût et de l'odeur agréable générée par l'incorporation des deux farines de lentille et de datte, les biscuits fabriqués se caractérisent par l'apparition d'une bonne couleur par rapport au biscuit témoin. Cette acceptabilité était de 98% pour les autres biscuits appréciés testés.

Pour qu'un produit puisse être considéré comme approuvé par rapport à ses caractéristiques sensorielles, il est nécessaire que l'indice d'acceptabilité soit au moins de 70%, pour qu'il soit consommé et en prenant en considération la bonne valeur marchande. (MECHTI et FEKRAOUI 2017)

Conclusion générale

CONCLUSION :

Le présent travail concernant la formulation et l'élaboration de biscuit à la farine de datte et lentille a été réalisé au niveau de la biscuiterie de Cherchell. Les biscuits ainsi préparés sont caractérisés par les caractères ci-après :

En effet, nos biscuits sont bien appréciés par les jurys de dégustation. Ils se caractérisent par un très bon goût, une bonne couleur, une odeur caractéristique agréable spécifique de la farine de datte et de lentille

En fin, au vu des résultats obtenus au cours de notre travail, on peut conclure que l'utilisation de cette formule de fabrication a un double objectif, d'une part pour l'intérêt économique de l'unité qui va réduire les frais d'achat de la farine, et lancement d'un nouveau produit qui possède des propriétés thérapeutiques tout en garantissant la commercialisation des biscuits, d'autre part satisfaire le consommateur par un produit d'une meilleure qualité.

La situation actuelle de virus corona covid 19 n'ont empêché de réalisé la caractérisation physicochimique de biscuits préparés, seul appréciation morphométrique et sensorielle a été effectué.

En perspective, il serait souhaitable :

- la quantité d'amidon dans les biscuits
- dosage de fer dans les biscuits
- étude de la stabilité et durabilité pendant le stockage et la conservation
- étude de la biodisponibilité de fer.
- calcule de prix de reviens de notre biscuit

Références bibliographiques

Références bibliographique :

- Afnor (1995) : recueil de normes-contrôle de la qualité des produits alimentaires : analyse sensorielle AFNOR 5ème édition .P400. Paris.
- Andrew, (1999). Disorders of iron metabolism. N Engl J Med 1999.
- Avignon et al, 2001, A. Barbe. P. Basdevant, A. Bresson, J-L. Colette, C. Constans, T. Cosnes, J. Crenn, P. Delarue, J. Fouque, D. Gerber, M. Gin, H. Guebre-Egziabher, F. Guy-Grand, B. Hébuterne, X. Krempf, M. Lalau, D. Lamisse, F. Lesourd, B. Martin, A. Melchior, J-C. Messing, B. Monnier, L. Moulin, P. Oppert, J.-M. Piche, T. Quilliot, D. Raccach, D. Rigaud, D. Simon, C. Schlienger, J.-L. Vague, P. Vahedi, K. Valensi, P. Vialettes, B. Ziegler, O. (2001). Cahiers de nutrition et de diététique, deuxième cycle. Masson, 163P. France.
- Bellaka, R. (2017). L'anémie au cours des maladies inflammatoires chroniques intestinales: Fréquence et prise en charge. Thèse de doctorat. Université Cadi Ayyad .Marrakech .97P.
- Berger, J. (2003). Enrichissement des aliments en micronutriments: élément d'une stratégie intégrée de lutte contre les carences en micronutriments, en particulier en fer, dans les pays en développement. .codex5. 64501, 34394,563-676.
- Bouhmou, A. (2015). Aspects épidémiologiques et étiologiques des anémies. Thèse de doctorat. Université Sidi Mohammed Ben Abdellah. Maroc. 136P.
- Bouriah, B. (2018).caractéristique des anémies microcytaires en milieu hospitalier au niveau de CUH Tlemcen. Mémoire fin d'étude pour l'obtention du diplôme de docteur en pharmacie. Université.Univercité Aboubekr belkaid. Algérie.P96.
- Brabin BJ, Prenji Z, Verhoeff f. (2001). An analysis of anemia and child mortality. J Nutr.
- Calop .J. Limat, S. Fernardez, C. (2008).pharmacie clinique et thérapeutique, la troisième édition. Elsevier Masson, 1308P. Paris.
- Dassonneville, M. (2015). Métabolisme du fer et anémie par carence martiale. Thèse de doctorat. Université de Lille 2.France.104P.
- Dogoni, L. (2014). Etude épidémiologique, clinique et thérapeutique de l'anémie sue grossesse au CSRef de kadiolo. these de doctorat, univercité des sciences des technique et technologies de BAMAKO, Mali. 66p.
- Ferkaoui,s et Mechti, R. (2017). Essai de fabrication d'un biscuit au son de blé. Univercité de blida 1 Algérie. 106P.
- Feuillet, p. (2000). Le grain de blé : composition et utilisation. Institut national de la recherche agronomique, P308. INRA-Quae. Paris.
- Halimato, A. (2008). Evaluation d'une intervention nutritionnelle visant à prévenir l'anémie ferriprive chez des adolescentes pensionnaires au Bénin. Thèse de doctorat. L'Université Laval. Québec.303P.
- Jane, B ; Zimmermann, M B.Kraemer, K. (2007). Le guide de l'anémie nutritionnelle.sight and life. 56P.Suisse.
- Keita, s. (2006). Impact de la supplémentation martiale chez des enfants d'Age scolaire anémique et porteurs d'hémoglobinopathies S et C au Mali .Thèse de doctorat. Université de Bamako. Mali. 44P.
- Kiger J L,kiger J G.(1967).Techniques modernes de la biscuiterie, DUNO, Paris ,p25-23.

- Khan KS W D, Say L, Gulmezoglu AM. Van Look PF. WHO analysis of causes of maternal death: a systemic review. *Lancet*. Apr 1;367(9516):1066–74.
- Lazar, et al, 2010 S. Hellali, A. Kelouche, Y. Maarouf, A. Mamed, A. Kernaf, C. Latreche, A. Kadri, N. (2010). Fréquence des anémies au milieu hospitalier. Mémoire fin d'étude. Faculté de médecine Tlemcen. Algérie. 50P.
- Logan ECM, Yates JM, Stewart RM, Fielding K, Kendrick D. (2004). Iron deficiency anaemia in general practice: clinical outcomes over three years and factors influencing diagnostic investigations. *Postgrad*. 80(945): 405–410.
- Maclean, (2009). : Worldwide prevalence of anemia, WHO Vitamin and Mineral Nutrition Information System, 1993-2005. *Public Health Nutr*.
- Małgorzata, P. (2012). L'anémie ferriprive et sa prévalence dans une population d'enfants de La Rochelle. Le profil des anémies infantiles. Thèse de doctorat. Université de Poitiers. France. 72P.
- Naciri, B. (2014). Les anémie au cour des maladies inflammatoires chronique intestinales : prévalence et prise en charge. Thèse de doctorat. Université Mohammad V. Rabat. 64P.
- Ngnié Téta, I. (2005). Facteurs de risque de l'anémie chez les femmes et les enfants au Bénin et au Mali. Thèse de doctorat. Université de Montréal. Canada. 180P.
- Najman, et al : A. verdy. E. Potron. G. Isnard, F. (1994). *Hématologie*, Tome I. Edition Marketing, 463P. Paris.
- Namous, H. (2013). Formulation d'une farine-biscuit de sevrage sans gluten à base de Riz, Maïs et Pois Chiche. Mémoire Présenté pour l'obtention du diplôme de Magister en Sciences Alimentaires. P80. Université Constantine 1. Algérie.
- Ndeye Sokhna, D. (2011). Prévalence de l'anémie au cours de l'état gravidopuerperal (Aproposde553cas). Thèse de doctorat. Université Sidi Mohammed Ben Abdellah. Fès. 160P.
- Plante, C. (2008). Statue et apport en fer chez les femmes non enceintes du Nunavik. Thèse de doctorat. Université Laval. Québec. 129P.
- Pomerleau, S. (2011). La nutrition active pour prévenir et traiter l'anémie par déficience en fer. *Télécopieur*: (514) 843-2940.
- Sudha, M.L ; Vetrmani, R ; Leelavathi, K. (2007). influence en libre from diffrent cerials on the rheologocal characteristies of wheat flour dough and on biscuit quality, *food chemistry* 100. pp365-372.
- Tifraouat, A. Ouhal, I. (2016). Essai de panification avec incorporation de la farine de datte. P89. Université M'hamed Bougara Boumerdes. Algérie.
- (Tikarrouah, 2002) Tikarrouah : mémoire fin d'études option : BPA 2002 les anémies carentielles.
- Van Cottom, M. (2018). Conception d'un mix pour cookies exempt des 14 allergènes alimentaires repris dans la législation européenne. Travail de fin d'études présenté en vue de l'obtention du dilom de master en management de l'environnement et de la conception des des aliments. 197P. L'Université de Liège. Belgique.
- Yahmi, T, Tigharghar, D. (2017). Incorporation de la poudre de Dattes (Degla-Beida) dans la fabrication d'un aliment fonctionnel(Sablé). Mémoire de fin d'études En vue de l'obtention du Diplôme Master en Sciences Agronomiques. P79. Université MOULOU D MAMMERI de TiziOuzou. Algérie.

- Anonyme (2001) : OMS. UNICEF:Iron deficiency anemia, assessment prevention and control: a guide for programme managers. Geneva. OMS. 2001
- Anonyme(2003) : MSPRH. 2003. La santé des Algériennes et des Algériens en 2002. Rapport annuel avril 2003. Ministère de la Santé, de la Population et de la Réforme Hospitalière. Alger. 113 pp
- Anonyme (2008): Benoist B et al., eds. Worldwide prevalence of anaemia 1993-2005. WHO Global Database on Anaemia. Genève, Organisation mondiale de la Santé, 2008.
- Anonyme (2010) : Hématologie, métabolisme et endocrinologie, Direction générale de la santé des Premières nations et des Inuits (DGSPNI), Guide de pratique clinique du personnel infirmier en soins primaires p 55. 2010
- Anonyme (2017) : Cibles mondiales de nutrition 2025 : note d'orientation sur l'anémie [Global nutrition targets 2025: anaemia policy brief]. Genève : Organisation mondiale de la Santé ; 2017 (WHO/NMH/NHD/14.4).
- Anonyme(2019) : cour commun de résidanat juillet 2019, sujet 3 les anémies, numéro de validation 07032019.
- Anonyme (2020) : https://www.who.int/nutrition/publications/micronutrients/GFF_Part_3_fr.pdf?ua :1 (Composés utilisés pour l'enrichissement : propriétés physiques, sélection et utilisation avec divers véhicules alimentaires) Consulter le 25-6-2020.

Annexe



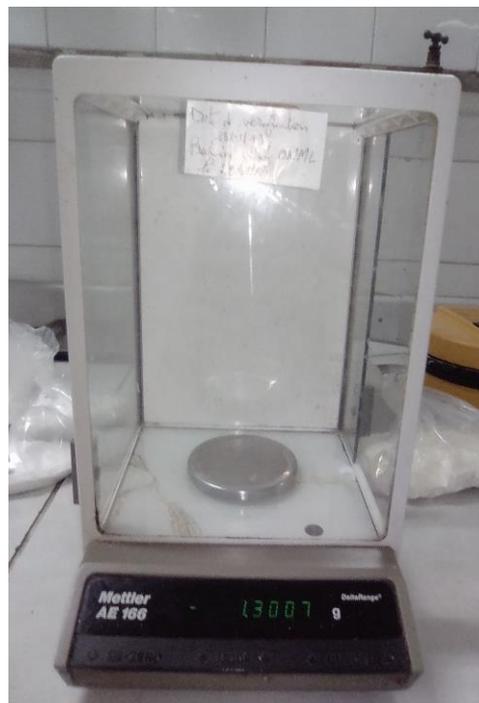
Pied à coulisse



Pétrin



Four



Balance de précision

