

UNIVERSITÉ DE TLEMCEN
FACULTÉ DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE ET SCIENCES DE LA TERRE ET DE L'UNIVERS
NOM DU DÉPARTEMENT
SCIENCES NOM DE LA FILIÈRE
SPÉCIALITÉ



NUTRITION INFANTILE ET ORIGINE FOETALE DES PATHOLOGIES

Hanane DIB-BENAMAR

Cours destiné aux étudiants de
Master 1 en Nutrition et diététique

2024/2025

NUTRITION INFANTILE ET ORIGINE FOETALE DES PATHOLOGIES

Dr Hanane DIB-BENAMAR

Publié à Tlemcen, Algérie

NUTRITION INFANTILE ET ORIGINE FOETALE DES PATHOLOGIES

Hanane DIB-BENAAMAR

© Hanane DIB-BENAMAR, Université de Tlemcen, 2025

Résumé

Ce document sur la nutrition infantile et origine fœtale des pathologies se concentre sur les répercussions de l'alimentation maternelle et infantile sur la santé à long terme, en mettant l'accent sur les premières étapes de la vie. Il explore comment une alimentation inadéquate pendant la grossesse peut influencer le développement fœtal et augmenter les risques de pathologies métaboliques, cardiaques ou endocriniennes à l'âge adulte. Le cours aborde aussi les besoins nutritionnels spécifiques des nourrissons, notamment en matière d'allaitement, de diversification alimentaire et de prévention des carences.

L'objectif principal ici est de comprendre les liens entre la nutrition fœtale, infantile et le développement de pathologies chroniques. Les étudiants apprendront à identifier les risques nutritionnels et à conseiller les futures mères et les familles sur les meilleures pratiques alimentaires pour favoriser la santé de l'enfant.

Les compétences à acquérir comprennent la capacité à évaluer les besoins nutritionnels des femmes enceintes et des nourrissons, à comprendre les conséquences des malnutritions fœtales sur la santé future, et à fournir des recommandations sur l'alimentation pendant la grossesse et l'enfance pour prévenir certaines pathologies.

Préface

La nutrition infantile et l'origine fœtale des pathologies sont deux domaines d'étude essentiels pour comprendre comment les apports nutritionnels pendant la grossesse et après la naissance influencent la santé dès l'âge adulte et à long terme.

L'exploration de l'idée que les conditions environnementales, nutritionnelles et physiologiques puissent influencées de manière durable la santé pendant les périodes critiques du développement est un concept qui met en lumière l'importance des facteurs précoces dans la programmation de la santé nommé DOHAD en anglais pour Development Origin Health and Disease, montrant que des déséquilibres nutritionnels pendant la période fœtale et infantile peuvent "programmer" le métabolisme et accentuer la menace de pathologies chroniques ultérieures comme l'obésité, le diabète, les maladies cardiovasculaires et les troubles métaboliques.

En effet, pendant la grossesse, la nutrition maternelle tient un rôle clé dans la croissance du fœtus. Des carences ou des excès en nutriments peuvent altérer le développement des organes et des systèmes, entraînant des conséquences durables. Après la naissance, la nutrition du nourrisson, notamment l'allaitement maternel ou les substituts adaptés, est cruciale pour soutenir une croissance optimale et prévenir les maladies.

De ce fait, ce document explore les mécanismes biologiques liant la nutrition fœtale et infantile à l'émergence de pathologies, tout en insistant sur les stratégies de prévention. Il souligne l'importance d'une nutrition équilibrée dès les premiers stades de la vie pour promouvoir une santé durable et minimiser le fardeau des pathologies chroniques à l'âge adulte.

Table des matières

Résumé	iv
Préface	v
1. Introduction.....	1
2. Chapitre 1. Etude de la croissance et la régulation du fœtus à l'âge adulte	1
2.1 Notion de la croissance quantitative.....	2
2.2. Physiologie de la croissance	2
2.3. Facteurs régulateurs de la croissance foetale	6
2.4. Le retard de croissance intra-utérine (RCIU)	9
3. Chapitre 2. Nutrition infantile	17
1. Dietetique du nourrisson	18
2. Les bases physiologiques de l'alimentation	18
2.1. Notion des besoins nutritionnels	18
2.2. Notion des aptitudes du nourrisson	225
3. Les différents aliments du nourrisson	28
3.1. Le lait maternel	28
3.2. Allaitement mixte	32
3.3. Allaitement artificiel	33
3.4. La diversification	37
4. Alimentation du prématuré	41
4.1. Définition de la prématurité	41
4.2. La nutrition du prématuré	41
4.3. Importance du lait maternel pour le prématuré	43
4.4. Passage Progressif à l'alimentation classique	44
4. Chapitre 3. Pratiques nutritionnelles chez les enfants scolarisés 6-12 ans.....	45
1. Education nutritionnelle	45
2. Conduite de l'état nutritionnelle.....	47
3. Les défis de l'éducation nutritionnelle	48
4. Comportement et habitude alimentaire.....	48
5. Adaptation de la prise alimentaire	49
6. Les besoins nutritionnels des enfants scolarisés	49
7. Les apports nutritionnels conseillés pour les enfants de 6-12 ans	52

5.	Chapitre 4. La nutrition des adolescents	53
1.	Les besoins nutritionnels des adolescents	53
2.	La nutrition et le développement pubertaire	55
2.1.	Les besoins en fer et en calcium	56
2.2.	Impact des habitudes alimentaires sur le développement pubertaire	57
3.	Comportements alimentaires et influence sociale	57
4.	Installation des bonnes habitudes alimentaires	57
6.	Chapitre 5. Origine fœtale des maladies à l'âge adulte	60
1.	Fondement de la théorie de Barker	61
2.	Les mécanismes de la programmation fœtale	61
3.	Les observations et les études sur l'origine fœtale des maladies	62
4.	Les principales maladies associées à l'origine fœtale selon la théorie de Barker	62
5.	Implications et applications de la théorie de Barker	63
7.	Conclusion	64
8.	Bibliographie	65

1. Introduction

La santé de l'enfant, et par conséquent celle de l'adulte qu'il sera amené à devenir, se forge bien avant sa naissance. Les progrès scientifiques récents ont souligné l'importance essentielle de la nutrition dès les premiers instants de la vie, voire même pendant la phase fœtale. Ce cours, axé sur la nutrition pédiatrique et l'origine fœtale des maladies, vise à approfondir les bases de cette relation fascinante et complexe.

Nous savons maintenant que l'environnement nutritionnel dans lequel baigne le fœtus, ainsi que les apports nutritionnels du nourrisson, jouent un rôle déterminant dans la programmation de sa santé future. Les déséquilibres nutritionnels, qu'ils résultent de carences ou à des excès, peuvent provoquer des changements métaboliques et physiologiques persistants, amplifiant le risque de maladies à l'âge adulte. Ce concept, connu sous l'appellation de programmation fœtale ou origines développementales de la santé et des maladies (DOHaD), ouvre un champ de réflexion essentiel pour la prévention et la promotion de la santé.

L'objectif principal de ce document est de fournir les connaissances fondamentales sur les mécanismes liant la nutrition fœtale et infantile à l'émergence de pathologies, tout en vous offrant des outils pour comprendre les enjeux actuels de la nutrition précoce. Nous aborderons des thèmes tels que l'impact de la nutrition maternelle pendant la grossesse, les exigences nutritionnels spécifiques du nouveau-né, et les stratégies pour prévenir les maladies d'origine développementale.

Je souhaite que ce cours permettra non seulement l'acquisition des compétences théoriques, mais également de développer une vision globale et préventive, en soulignant l'influence des premières étapes de la vie dans la construction d'un avenir en bonne santé.

2. Chapitre 1. Etude de la croissance et la régulation du fœtus à l'âge adulte

La croissance et la régulation du fœtus sont des processus complexes et délicats, influencés par des facteurs génétiques, hormonaux et environnementaux. Durant l'évolution prénatal, le fœtus subit des changements rapides et coordonnés, passant d'une cellule unique à un organisme fonctionnel capable de survivre à la naissance. Cette croissance est soutenue par une interaction continue entre la mère et l'embryon, via le placenta, qui rend possible le transfert de nutriments et d'oxygène. À la naissance, l'individu entre dans une phase de développement postnatal, où la régulation de la croissance se poursuit grâce à des mécanismes hormonaux et métaboliques. Le passage à l'âge adulte implique la maturation de systèmes physiologiques et la stabilisation des processus de croissance. À cette étape, le contrôle de la croissance est largement influencée par des facteurs internes (génétique, hormones) et externes (nutrition, environnement).

2.1 Notion de la croissance quantitative

L'augmentation quantitative du fœtus fait référence à l'expansion mesurable de sa taille et de son poids pendant la grossesse. Elle se manifeste par la progression régulière du périmètre crânien, de la longueur fémorale, du diamètre abdominal et du poids fœtal estimé (**figure 1**).

Cette croissance est influencée par divers facteurs, notamment la génétique, l'alimentation maternelle, l'oxygénation placentaire et l'absence de pathologies materno-fœtales.

Son suivi est essentiel pour détecter d'éventuels retards de croissance intra-utérins (RCIU) ou une macrosomie fœtale, garantissant ainsi un accompagnement approprié pour garantir le développement optimal du fœtus.

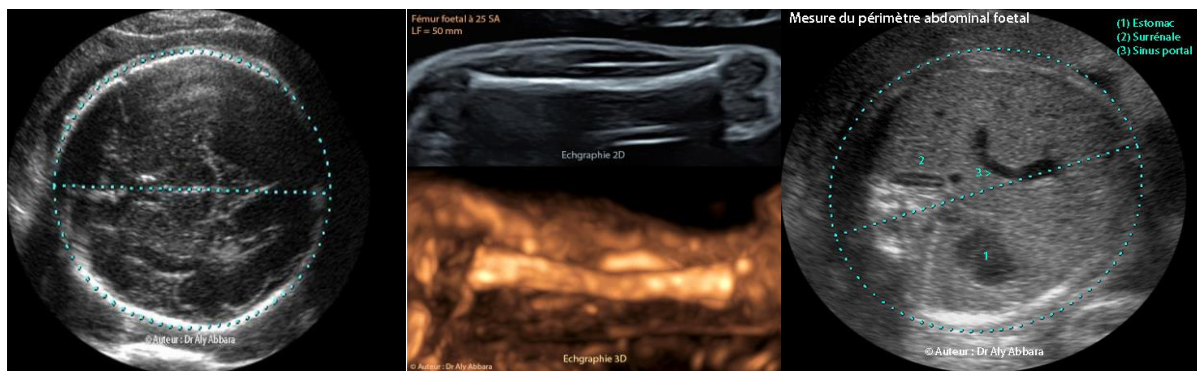


Figure 1. Progression du périmètre crânien (A), la longueur fémorale (B) et diamètre abdominal (C).

La croissance fœtale se réalise surtout par la division cellulaire ; en fin de gestation, elle est davantage liée à l'expansion de la taille des cellules. Cela se déroule en trois étapes majeures :

- La phase dite pré-embryonnaire de la fécondation à la 3^{ème} Semaine Gestationnelle SG,
- La phase dite embryonnaire de la 4^{ème} à la 8^{ème} SG,
- Enfin la phase fœtale de la 9^{ème} SG à la naissance.

2.2. Physiologie de la croissance

La croissance est un processus évolutif qui comprend de nombreux facteurs. À mesure que l'entité grandit et évolue, le potentiel de croissance réduit.

Initialement, il est nécessaire d'examiner le processus de croissance soit à l'échelle cellulaire, soit du point de vue du tissu osseux. Par la suite, il est primordial de concentrer nos efforts sur la croissance fœtale compte tenu de l'importance de la croissance prénatale pour le développement à venir.

Enfin, l'examen de la progression post-natale et de sa régulation sera effectué.

2.2.1. Analyse du phénomène de la croissance foetale

2.2.1.1. La croissance cellulaire

La croissance cellulaire désigne l'augmentation du nombre et de la taille des cellules au sein d'un organisme. Elle est un processus fondamental du développement, de la régénération et du maintien des tissus.

La croissance foetale se déroule en plusieurs phases, chacune étant régulée par des mécanismes physiologiques spécifiques.

1. Phase de multiplication cellulaire (0-16 semaines) :

- Forte prolifération des cellules embryonnaires.
- Croissance rapide mais avec un faible gain de poids.
- Développement des organes vitaux.

2. Phase d'hyperplasie et d'hypertrophie (16-32 semaines) :

- Augmentation du volume et du poids foetal via une combinaison de multiplication cellulaire (hyperplasie) et d'augmentation de la taille des cellules (hypertrophie).
- Croissance harmonieuse du squelette et des organes.
- Développement musculaire et accumulation progressive de tissus adipeux.

3. Phase d'hypertrophie cellulaire (32 semaines- naissance) :

- Essentiellement une prise de poids rapide.
- Accumulation de graisse sous-cutanée et maturation des organes.
- Environ 80% du poids de naissance est acquis durant ce dernier trimestre.

La hausse de la taille et du poids du fœtus suit un tableau standardisé. Ces mesures peuvent varier selon les facteurs individuels et environnementaux (**Tableau 1**).

Tableau 1. Évolution du poids et de la taille du fœtus selon l'âge gestationnel (Yeomens et al., 2021).

Âge gestationnel	Poids moyen (g)	Taille moyenne (cm)
12 SA	45 g	8 cm
20 SA	300 g	25 cm
28 SA	1 000 g	35 cm
32 SA	1 800 g	42 cm
37 SA	2 900 g	48 cm
40 SA (naissance)	3200 - 3500 g	50 Cm

2.2.1.2. La croissance du tissu osseux

La croissance osseuse fœtale est un processus essentiel du développement intra-utérin, permettant la formation du squelette et assurant la structure et la solidité du corps du futur nouveau-né. Ce développement repose sur des mécanismes complexes impliquant l'ossification, la minéralisation et la régulation hormonale. Dès la 4^e semaine de gestation, le squelette du fœtus commence à se former à partir du mésoderme embryonnaire, sous forme d'un tissu conjonctif primitif. Ce tissu se différencie progressivement en cartilage, puis en os grâce à deux mécanismes d'ossification :

- **Ossification endochondrale** : Processus où le cartilage hyalin est progressivement remplacé par du tissu osseux. Il concerne la majorité des os longs (fémur, tibia, humérus).
- **Ossification intramembraneuse** : Formation osseuse directe à partir du mésenchyme sans passer par un stade cartilagineux, caractéristique des os plats du crâne et de la clavicule.

La croissance osseuse fœtale suit trois grandes périodes :

8-12 semaines de gestation: apparition des premiers centres d'ossification dans les os longs et le crâne.

2^e trimestre: la croissance osseuse accélérée, l'allongement des os longs et consolidation du squelette.

3^e trimestre: minéralisation intense du tissu osseux par l'apport accru de calcium et de phosphore depuis la mère vers le fœtus.

Un bon suivi de la croissance osseuse fœtale, via l'échographie (mesure du fémur, de l'humérus, et du périmètre crânien), permet d'identifier d'éventuelles anomalies squelettiques (dysplasies osseuses, retard de croissance, etc.).

2.2.1.3. Cartilage de croissance

Le cartilage de croissance, également appelé cartilage de conjugaison ou plaque épiphysaire, est une structure essentielle au développement du squelette. Il permet l'allongement des os longs (fémur, tibia, humérus) grâce à un processus d'ossification endochondrale qui transforme progressivement le cartilage en tissu osseux pendant le développement fœtal et l'enfance jusqu'à la fin de la croissance.

L'intermédiaire hormonal régule la croissance grâce aux hormones de croissance et thyroïdiennes, tandis que les hormones thyroïdiennes, sexuelles et la vitamine D joueront un rôle postnatal.

Le suivi du cartilage de croissance se fait par échographie prénatale chez le fœtus et par radiographie chez l'enfant pour évaluer l'âge osseux et détecter d'éventuelles anomalies de croissance.

2.2.2. La croissance foetale

Le processus de croissance foetale, complexe, est influencé par une variété de facteurs en interaction dynamique. Ces facteurs peuvent être génétiques, hormonaux, maternels, environnementaux ou nutritionnels. Une perturbation dans l'un ou plusieurs de ces facteurs peut entraîner des anomalies dans le développement foetal.

2.2.2.1. Facteurs génétiques

Les gènes ont une importance cruciale dans la détermination de la taille et du développement foetal. Ils influencent la croissance de l'embryon et du fœtus, ainsi que la structuration des organes et des tissus. Les variations génétiques peuvent aussi expliquer des anomalies de croissance foetale, comme les dysplasies génétiques ou les maladies métaboliques héréditaires. Les gènes nécessaires à la production de protéines de croissance sont également cruciaux pour la régulation de la croissance.

2.2.2.2. Facteurs hormonaux

Les hormones sont fondamentaux dans la régulation du développement foetal. Parmi les principales hormones influençant ce processus, on trouve l'hormone de croissance (GH), les facteurs de croissance insulino-mimétiques IGF1 et 2, les hormones thyroïdiennes T3 et T4, le cortisol et les hormones placentaires régulant la croissance et le métabolisme foetal.

2.2.2.3. Facteurs placentaires et maternel

Le placenta assure le transfert de nutriments et d'oxygène entre la mère et le fœtus. Une insuffisance placentaire (comme une implantation défectueuse ou un développement insuffisant du placenta) peut provoquer une croissance intra-utérine restreinte (RCIU), diminuant l'apport en oxygène et en nutriments au fœtus et freinant ainsi son évolution.

Des éléments liés à la mère, tels que l'âge, l'état de santé général, la nutrition, les affections persistantes (comme le diabète, l'obésité ou l'hypertension), l'usage de substances (comme le tabac, l'alcool ou les drogues) et les infections, peuvent également influencer négativement le développement foetal.

2.2.2.4. Facteurs nutritionnels

Les apports nutritionnels de la mère sont cruciaux pour assurer une croissance foetale normale. Les nutriments essentiels pour le bon développement du fœtus incluent :

- Les protéines : Elles sont nécessaires à la construction des tissus fœtaux, en particulier pour le développement musculaire et organique.
- Les graisses : Les acides gras essentiels, comme les oméga-3, sont vitaux pour le développement du cerveau et du système nerveux central.
- Le calcium et le phosphore : Ces minéraux sont essentiels à la formation du squelette et à la minéralisation osseuse du fœtus.

- Les vitamines et oligo-éléments : Par exemple, la vitamine D est indispensable pour l'absorption du calcium, et l'acide folique est crucial pour la formation du tube neural.

2.2.2.5. Facteurs environnementaux

Le milieu dans lequel la grossesse se déroule est important. L'exposition à des substances nocives, tels que les polluants (pesticides, fumée de cigarette) ou les infections (telles que la rubéole ou la toxoplasmose), peut être préjudiciable au développement du fœtus et provoquer des malformations ou une croissance retardée. En outre, des éléments tels que le stress maternel, l'altitude (qui peut influencer l'oxygénation du fœtus) ou le contexte socio-économique peuvent exercer une influence indirecte sur la santé du fœtus.

2.2.3. Le développement post-natal à l'âge adulte

On appelle croissance postnatale l'ensemble des processus de développement physique qui ont lieu après la naissance évoluant jusqu'à la fin de l'adolescence.

Au cours des premières années de sa vie, l'individu connaît une croissance particulièrement rapide, tant en taille qu'en poids. Les bébés doublent leur poids initial en cinq mois et multiplient leur poids par trois au bout d'un an. La croissance des os, des muscles et des organes vitaux est primordiale. Aux alentours de deux ans, le rythme de croissance diminue, cependant il reste actif pendant l'enfance. Un autre apogée de croissance est la puberté, qui se distingue par une rapide augmentation de la longueur des os et des transformations corporelles significatives causées par les hormones sexuelles. Cette période est marquée par le développement musculaire, l'élargissement des hanches chez les filles et l'élargissement de la poitrine et l'augmentation de la masse musculaire chez les garçons. La croissance en hauteur se termine généralement avec la fermeture des cartilages de conjugaison vers la fin de l'adolescence, après quoi les changements corporels se concentrent davantage sur la maturation des tissus et l'adaptation hormonale.

2.3. Facteurs régulateurs de la croissance foetale

L'évolution foetale est un processus finement orchestré par une interaction complexe de facteurs internes et externes qui assurent que le fœtus se développe de manière appropriée durant toute la grossesse. Les facteurs clés qui régulent la croissance foetale comprennent les mécanismes génétiques, hormonaux et de croissance, les hormones placentaires et maternelles, la nutrition et le rôle du placenta, ainsi que l'influence de l'environnement et des éléments socioéconomiques des parents.

2.3.1. Régulation génétique

Les facteurs génétiques sont les bases de la régulation de la croissance foetale. Dès la conception, les informations contenues dans les gènes régissent le développement des organes et des tissus fœtaux. Par exemple, les gènes liés à la croissance osseuse et musculaire influencent la formation et l'allongement des os longs et le développement de

la masse musculaire. Ces gènes régulent la prolifération et la différenciation cellulaire et influencent la production de protéines de croissance essentielles.

2.3.2. Régulation hormonale

Les hormones sont des régulateurs clés de la croissance fœtale. Plusieurs hormones influencent la prolifération et la maturation des tissus fœtaux :

- **L'hormone de croissance (GH)**, produite par l'hypophyse de la mère et du fœtus, elle stimule la croissance cellulaire en agissant sur les facteurs de croissance IGF-1 et IGF-2.
- **Les facteurs de croissance (IGF-1 et IGF-2)** : Ces facteurs Insulin-like Growth Factor sont essentiels à la prolifération et à la différenciation cellulaire, notamment dans les tissus osseux.

IGF-1 : Principal régulateur de la croissance postnatale et fœtale. Son taux dépend de l'apport nutritionnel.

IGF-2 : Plus impliqué dans la croissance précoce du fœtus, il régule la prolifération cellulaire.

IGF-1 et IGF-2 agissent en stimulant la multiplication et la différenciation cellulaire via des récepteurs spécifiques.

- **Les hormones placentaires**, telles que la progestérone et les œstrogènes interviennent dans la pérennité de la grossesse ainsi que dans la modulation de l'environnement hormonal requis pour favoriser le développement du fœtus. La progestérone soutient l'implantation du fœtus et la croissance des tissus maternels, tandis que les œstrogènes contribuent à la croissance du placenta et conditionnent le corps de la mère pour l'accouchement.
-
- **Les hormones thyroïdiennes** comme la thyroxine, sont essentielles pour réguler le métabolisme et elles ont un impact sur la croissance fœtale, en particulier pour le développement du cerveau et la maturation des organes.
-
- **Insuline et cortisol**, l'insuline maternelle et fœtale joue un rôle clé dans la régulation du métabolisme des glucides et la croissance car elle favorise l'absorption des nutriments et stimule la synthèse protéique, tandis que le cortisol est impliqué dans la maturation des tissus notamment les poumons. Son augmentation en fin de grossesse prépare à la naissance.

2.3.3. Régulation placentaire

Le placenta est un organe clé des échanges en nutriments et gazeux entre la mère et le fœtus. Son rôle est particulièrement important pour :

- **L'approvisionnement en nutriments** : Le placenta permet au fœtus de recevoir les nutriments essentiels (glucides, lipides, protéines, vitamines, minéraux) nécessaires à sa croissance. Par exemple, le calcium et le phosphore sont transférés du sang maternel au fœtus pour la formation des os.

-
- **La régulation hormonale** : Le placenta produit plusieurs hormones, dont la gonadotrophine chorionique (hCG), qui soutient la production de progestérone au début de la grossesse, la lactogène placentaire (hPL) qui participe à la régulation de l'insuline et de la croissance fœtale.
-
- **Le transport de l'oxygène** : Le placenta régule ce transport vers le fœtus, ce qui est essentiel pour la croissance cellulaire. Une insuffisance placentaire, en raison de malformations ou de troubles circulatoires, peut entraîner une hypoxie fœtale et affecter la croissance.

2.3.4. Régulation métabolique et nutritionnelle

Une malnutrition maternelle entraîne une limitation du développement fœtal, tandis qu'un excès calorique peut favoriser une macrosomie.

- **Le glucose** : Principal substrat énergétique du fœtus, son passage dépend de la glycémie maternelle.
- **Les acides aminés** : Transport actif placentaire favorisant la croissance musculaire et tissulaire.
- **Les acides gras** : les oméga-3, sont vitaux pour le cerveau et les yeux.
- **Les vitamines et minéraux** : tels que l'acide folique, sont essentiels pour la formation du tube neural et la division cellulaire. Les carences peuvent entraîner des malformations et un retard de croissance.

2.3.5. Facteurs environnementaux

Le stress, l'exposition aux toxines (tabac, alcool, drogues, pollution), et les infections peuvent avoir un impact direct sur la croissance fœtale. Par exemple :

- **Le tabagisme maternel** réduit l'apport en oxygène au fœtus et perturbe la circulation placentaire, ce qui peut engendrer un retard de croissance fœtale.
- **Les infections** (rubéole, toxoplasmose) peuvent interférer avec le développement normal du fœtus.

L'équilibre délicat entre l'apport nutritionnel, l'influence hormonale et le fonctionnement optimal du placenta régule la croissance fœtale (**Figure 2**). Des troubles dans un de ces processus, tel qu'un déficit placentaire, un dérèglement hormonal ou une nutrition maternelle inadéquate, peuvent provoquer des complications ou des irrégularités dans le développement.

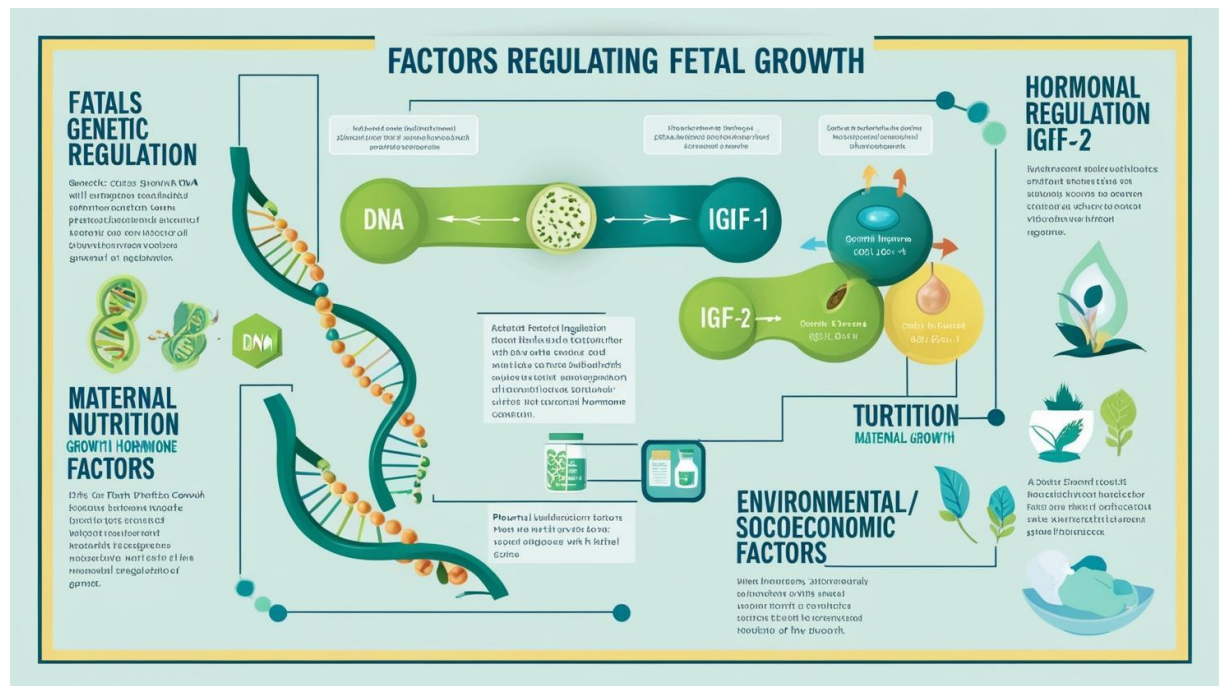


Figure 2. Les facteurs de régulation de la croissance fœtale (Tsikouras et al., 2024).

2.4. Le retard de croissance intra-utérine (RCIU)

Le RCIU (retard de croissance intra-utérin) fait référence à une irrégularité dynamique dans la croissance fœtale. *In-utero*, cela se manifeste par une taille et un poids qui sont inférieurs à la moyenne pour l'âge de gestation. Ce retard peut être diagnostiqué par une échographie, en mesurant des paramètres tels que le poids estimé du fœtus, le périmètre crânien, la circonférence abdominale et le fémur qui sont comparés à des courbes de croissance standardisées.

Le RCIU peut être classé en deux types :

1. **RCIU Symétrique** : Le fœtus est uniformément petit, ce qui suggère que la cause du retard a affecté la croissance dès les premières étapes de la grossesse, habituellement à cause de facteurs génétiques ou de maladies chroniques de la mère.
2. **RCIU Asymétrique** : Le fœtus est plus petit, mais avec une tête relativement plus grande par rapport au corps, ce qui peut être lié à une insuffisance placentaire ou à des problèmes d'approvisionnement en nutriments, limitant la croissance des tissus corporels, mais préservant le cerveau.

Le RCIU est lié à une augmentation du risque de complications chez le nouveau-né, comme l'asphyxie, les troubles du développement et une probabilité plus grande de maladies cardiovasculaires et métaboliques à l'âge adulte. Une surveillance médicale rigoureuse est essentielle pour analyser et contrôler les dangers liés à cette affection.

2.4.2. Etiologie du retard de croissance intra-utérin (RCIU)

L'étiologie du RCIU est multifactorielle et peut être attribuée à plusieurs causes qui influencent l'évolution normal du fœtus durant la grossesse. Ces causes peuvent être maternelles, placentaires, fœtales ou liées à l'environnement. Le RCIU peut survenir à n'importe quel moment de la grossesse, cependant il est généralement associé à des difficultés concernant l'approvisionnement en oxygène et en nutriments pour le fœtus.

2.4.2.1. Causes maternelles

- **Maladies chroniques :**
 - **Hypertension** : L'hypertension, y compris la prééclampsie, peut entraîner une insuffisance placentaire, réduisant ainsi l'apport sanguin et donc les nutriments et l'oxygène au fœtus.
 - **Diabète gestationnel** : Un diabète mal contrôlé peut entraîner des complications qui affectent la circulation placentaire et le développement fœtal.
 - **Maladies cardiaques, rénales et respiratoires** : Ces conditions peuvent altérer la perfusion placentaire et limiter les apports essentiels au fœtus.
-
- **Malnutrition maternelle** : Une alimentation insuffisante en termes de calories, de protéines, de vitamines et de minéraux peut limiter la croissance fœtale. La carence en **calcium**, **acide folique**, **fer** et **protéines** est particulièrement préoccupante.
-
- **Tabagisme, alcoolisme et drogues** : La consommation de tabac, d'alcool ou de substances nocives durant la grossesse peut nuire à la croissance du fœtus en réduisant l'apport en oxygène et en nutriments. Par exemple, le fait de fumer réduit la circulation sanguine au niveau du placenta et perturbe le métabolisme du fœtus.
-
- **Âge maternel extrême** : Les futur mamans de moins de 17 ans ou de plus de 45 ans sont davantage à risques de connaître des complications qui peuvent entraîner un RCIU. L'immaturité physiologique chez les jeunes mères ou les complications liées à l'âge avancé peuvent altérer la croissance foetale.

2.4.2.2. Causes placentaires

Les troubles placentaires sont parmi les causes les plus fréquentes du RCIU.

- **Insuffisance placentaire** : Une mauvaise implantation du placenta ou un dysfonctionnement du placenta peut entraîner une perfusion sanguine insuffisante, limitant l'acheminement de nutriments et d'oxygène au fœtus. Cela peut résulter de diverses causes, telles que des anomalies dans les artères spiralées de l'utérus ou des problèmes dans la structure du placenta.
- **Placenta prævia et décollement placentaire** : Ces conditions peuvent interférer avec le bon fonctionnement du placenta, réduisant son efficacité et entraînant un apport insuffisant en nutriments et oxygène.

- **Malformations placentaires** : Des anomalies structurelles du placenta, telles que des vaisseaux placentaires mal formés, peuvent également affecter l'irrigation sanguine du fœtus.

2.4.2.3. Causes foetales

Les facteurs foetaux incluent des conditions qui affectent directement le fœtus et sa capacité à se développer correctement.

- **Anomalies chromosomiques et génétiques** : Les troubles génétiques, comme le syndrome de Down ou d'autres anomalies chromosomiques, peuvent entraîner un retard de croissance fœtale.
- **Malformations fœtales** : Des malformations congénitales, telles que des malformations cardiaques ou des problèmes rénaux, peuvent perturber la croissance fœtale en affectant l'apport en oxygène ou en nutriments nécessaires.
- **Infections fœtales** : Des infections intra-utérines, comme la rubéole, la toxoplasmose, le cytomégalovirus (CMV), ou les infections bactériennes, peuvent affecter la croissance fœtale en altérant le développement des organes ou en réduisant l'oxygénation et la nutrition du fœtus.

2.4.2.4. Causes hormonales

- **Hypothyroïdie maternelle** : Un manque d'hormones thyroïdiennes chez la mère peut interférer avec la croissance fœtale, en particulier pour le développement cérébral.
- **Hyperinsulinisme** : En cas de diabète mal contrôlé, des niveaux élevés d'insuline chez la mère peuvent affecter le métabolisme fœtal et entraîner une croissance fœtale anormale.

2.4.2.5. Causes environnementales

- **Exposition aux toxines et polluants** : L'exposition à des substances toxiques et les produits chimiques industriels, peut nuire à la croissance fœtale en perturbant la formation des organes ou en réduisant l'apport en oxygène et nutriments.
- **Stress maternel** : Le stress sévère et chronique chez la mère peut activer des mécanismes physiopathologiques, tels que la libération d'hormones de stress (cortisol), qui peuvent affecter la circulation placentaire et la croissance fœtale.

2.4.3. Diagnostic du retard de croissance intra-utérin

Le diagnostic du RCIU repose sur une évaluation clinique et échographique permettant d'identifier un retard de croissance fœtale par rapport aux standards normatifs pour l'âge gestationnel. L'établissement d'un diagnostic est crucial pour instaurer une prise en charge appropriée et minimiser les dangers de complications périnatales.

2.4.3.1. Antécédents médicaux de la mère

La révélation des éléments de risque du RCIU commence par une anamnèse détaillée :

- **Antécédents obstétricaux** : antécédents de RCIU, prééclampsie, mort fœtale *in-utero*, prématurité.
- **Pathologies maternelles** : hypertension artérielle, diabète, maladies rénales ou cardiovasculaires.
- **Facteurs environnementaux** : tabagisme, alcool, toxicomanie, exposition aux toxines.

2.4.3.2. Mesure de la hauteur utérine

L'évaluation de la croissance de l'utérus se fait par la mesure de la hauteur utérine (HU). On la mesure lors des consultations prénatales à partir de 20 semaines d'aménorrhée. Une hauteur utérine inférieure aux valeurs attendues peut indiquer un RCIU, mais cet examen reste imprécis et nécessite une confirmation par l'échographie.

4 cm par mois jusqu'à 32 SA :

puis, 2 cm par mois :

4 mois = 16 cm,

8 mois = 30 cm = 36,5 SA,

5 mois = 20 cm,

9 mois = 32 cm = 41 SA.

6 mois = 24 cm = 28 SA,

7 mois = 28 cm = 32 SA

2.4.3.3. Diagnostic échographique

L'échographie est l'examen de référence pour diagnostiquer un RCIU. Elle permet d'évaluer la croissance fœtale en mesurant différents paramètres.

➤ Biométrie Fœtale

- **Diamètre bipariétal (DBP)** : mesure la largeur du crâne.
- **Circonférence abdominale (CA)** : indicateur sensible de la croissance pondérale du fœtus.
- **Longueur fémorale (LF)** : évalue la croissance osseuse.
- **Poids fœtal estimé (PFE)** : calculé à partir de plusieurs mesures et comparé aux courbes de croissance standards (figure 3).

On considère qu'un fœtus est en RCIU si son poids estimatif se situe sous le dixième percentile pour son âge gestationnel. Lors des grossesses sans complication, l'échographie généralement effectuée à 32 SA est souvent celle qui permet d'identifier les RCIU cliniquement non détectés ; tandis que pour les groupes à risque élevé, on cherchera un RCIU dès 24-26 SA dans le but de repérer les cas précoces et gravement hypotrophes présentant un danger de mort fœtale.

➤ Doppler Obstétrical

L'échographie Doppler est essentielle pour évaluer la vascularisation fœtale et placentaires :

- **Doppler de l'artère ombilicale** : un indice de résistance élevé traduit une insuffisance placentaire.
- **Doppler de l'artère cérébrale moyenne** : une redistribution du flux sanguin vers le cerveau est observée (centralisation) en cas de souffrance fœtale.
- **Doppler du canal veineux** : utilisé pour évaluer la fonction cardiaque fœtale, un trouble du flux sanguin peut indiquer une hypoxie fœtale (**Figure 3**).

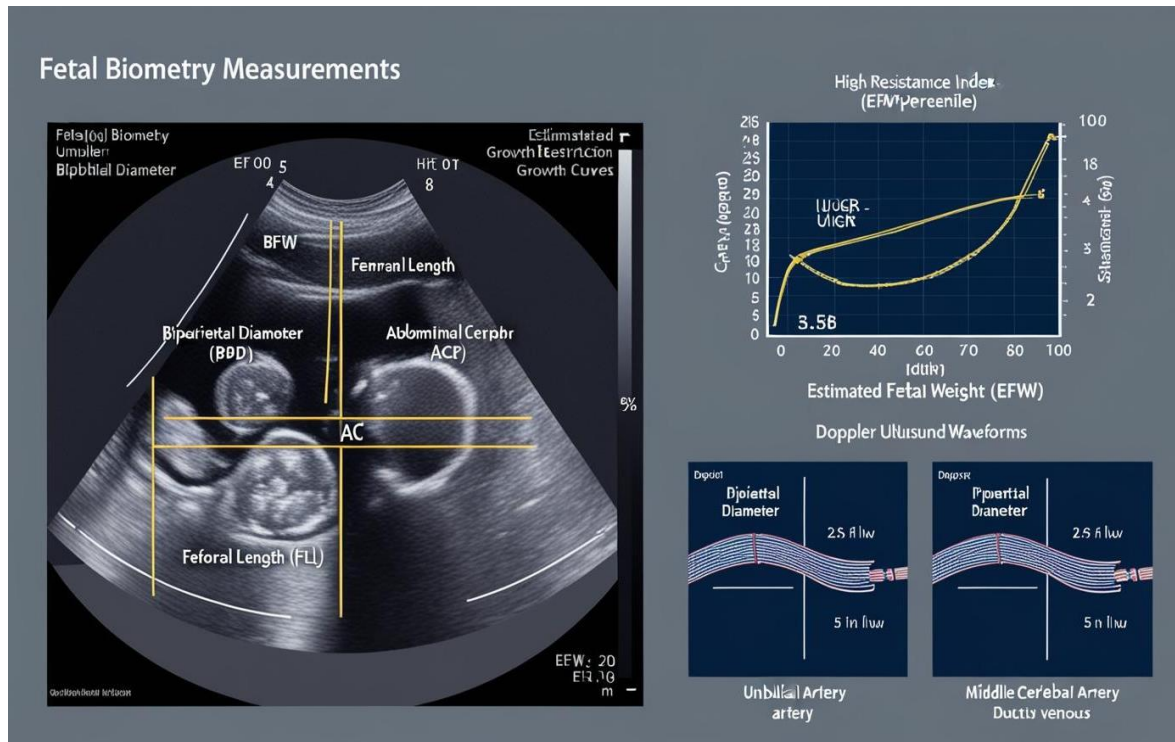


Figure 3. Les paramètres de diagnostic du retard de croissance intra-utérin (Schlembach, 2020).

2.4.4. Complications

Le retard de croissance intra-utérin (RCIU) expose le fœtus et le nouveau-né à une multitude de complications, pendant la grossesse, l'accouchement et aussi après la naissance. Ces complications peuvent être instantanées, se produisant lors de la naissance, ou à long terme, influençant le développement et la santé future de l'enfant.

2.4.4.1. Les complications Anténatales (Avant la Naissance)

- **Souffrance fœtale chronique** : due à un transfert insuffisant en oxygène et en nutriments, pouvant entraîner une hypoxie.
- **Oligoamnios** (diminution du liquide amniotique) : souvent associé à une insuffisance placentaire, il augmente le risque de compression du cordon ombilical.
- **Mort fœtale *in utero*** : en cas de RCIU sévère non pris en charge, le risque de décès *in-utero* est accru.

2.4.4.2. Les complications Périnatales (À l'Accouchement)

- **Détresse fœtale aiguë** : l'insuffisance d'oxygène peut entraîner une souffrance fœtale nécessitant une césarienne en urgence.
- **Asphyxie néonatale** : le manque d'oxygène pendant l'accouchement peut causer des lésions cérébrales et augmenter le risque de paralysie cérébrale.
- **Hypothermie** : les nourrissons RCIU ont une masse grasse réduite, rendant la régulation thermique difficile après la naissance.
- **Difficultés d'adaptation néonatale** : ces bébés peuvent présenter des troubles de la respiration, de l'alimentation et du métabolisme (hypoglycémie, hypocalcémie).

2.4.4.3. Les complications Néonatales (Après la Naissance)

- **Hypoglycémie** : le manque de réserves énergétiques et une production insuffisante de glucose peuvent provoquer une hypoglycémie sévère.
- **Polyglobulie** : l'hypoxie chronique peut entraîner une production excessive de globules rouges, augmentant le risque de thromboses ; secondaire à l'hypoxie fœtale chronique.
- **Troubles métaboliques** : incluent une hypocalcémie, une hyperbilirubinémie (jaunisse néonatale) et des anomalies du métabolisme lipidique.
- **Troubles neurologiques** : en cas d'asphyxie périnatale, il y'a un risque de retard neurodéveloppemental ou de paralysie cérébrale.
- **Asphyxie périnatale**, due à une moins bonne tolérance des contractions utérines (risque d'encéphalopathie anoxo-ischémique et d'inhalation de liquide amniotique méconial).
- En cas de prématurité associée, il y a une surmortalité et une élévation du risque de morbidité respiratoire et digestive.

2.4.4.4. Les complications à Long Terme

- **Retard de croissance postnatal** : sans rattrapage de croissance et retard de croissance constant (10 à 15 %) ;
- **Déficits neurocognitifs** : troubles de l'apprentissage, déficit de l'attention, retard du langage ou développement moteur altéré.
- **Accroissement du danger de pathologies chroniques** : hausse du risque amplifié de troubles cardiovasculaires, d'hypertension, de diabète de seconde type et d'obésité à l'âge adulte.
- **Infertilité** : certaines études suggèrent une altération de la fertilité chez les individus ayant présenté un RCIU sévère
- **Anomalies neurodéveloppementales** : les cas de mauvaise croissance du périmètre crânien.

2.4.5. Prévention et prise en charge

Le RCIU est une maladie qui requiert une prévention dynamique et un traitement approprié pour minimiser ses complications.

2.4.5.1. Prévention du RCIU

La prévention se base sur la détection et la réduction des facteurs de risque :

- **Suivi prénatal régulier** : permet de détecter précocement les anomalies de croissance fœtale.
- L'identification des facteurs de risque de RCIU.
- **Alimentation équilibrée** : un apport suffisant en protéines, fer, calcium et vitamines est essentiel.
- **Eviction des toxiques : arrêt du tabac, alcool et drogues** qui altèrent l'apport en oxygène et en nutriments au fœtus.
- **La détection et la gestion de l'hypertension artérielle gravidique** : le suivi des potentielles affections maternelles, et éventuellement un traitement par aspirine entre 15 et 35 semaines d'aménorrhée en présence d'un RCIU vasculaire.
- **Repos maternel et réduction du stress** : améliore la perfusion placentaire et favorise une meilleure croissance fœtale.
- **L'observation régulière des biométries fœtales** : écho-Doppler lors du deuxième et troisième trimestre, voire davantage si des facteurs de risque sont présents.
- la prévention des embryofœtopathies infectieuses.
- L'extraction est décidée en se basant sur l'évaluation du rapport bénéfices/risques, tenant compte de l'âge gestationnel et de l'estimation du poids du fœtus.

2.4.5.2. Prise en Charge du RCIU

L'objectif de la gestion du RCIU est de contrôler et améliorer l'évolution du fœtus, d'éviter les complications et de fixer le moment idéal pour la naissance afin d'assurer le meilleur départ possible pour le nourrisson. Cette méthode s'appuie sur une démarche pluridisciplinaire qui associe l'expertise d'obstétriciens, d'échographistes et de néonatalogistes.

2.4.5.2.1. Surveillance de la grossesse

Une fois le diagnostic du RCIU confirmé, un **suivi rapproché** est mis en place pour évaluer l'évolution du fœtus :

- **Suivi échographique régulier** :
 - Biométrie fœtale (circonférence abdominale, diamètre bipariétal, longueur fémorale).
 - Évaluation du poids fœtal estimé (PFE) et comparaison aux courbes de croissance.
 - Mesure de la quantité de liquide amniotique (risque d'oligoamnios).
- **Doppler fœtal et placentaire** :
 - Doppler de l'artère ombilicale : détecte une insuffisance placentaire.
 - Doppler de l'artère cérébrale moyenne : identifie une centralisation fœtale.
 - Doppler du canal veineux : évalue la souffrance fœtale.
- **Monitoring fœtal (cardiotocographie)** :
 - Surveillance du rythme cardiaque fœtal pour détecter une éventuelle détresse.
- **Tests biologiques maternels** :
 - Recherche de pathologies associées (prééclampsie, infections, anomalies génétiques).

2.4.5.2.2. Mesures Thérapeutiques

Dans le cas modéré c'est à dire un RCIU sans souffrance fœtale sévère ;

- Repos maternel pour améliorer la perfusion placentaire.
- Correction des facteurs de risque (arrêt du tabac, gestion du diabète ou de l'hypertension).
- Alimentation équilibrée avec supplémentation en fer, calcium et acide folique.
- Surveillance ambulatoire rapprochée avec échographies toutes les 2 semaines.

Dans le cas sévère à savoir un RCIU avec signes de souffrance fœtale ;

- Hospitalisation pour surveillance continue.
- Administration de corticoïdes (bétaméthasone) si un accouchement prématuré est envisagé pour favoriser la maturation pulmonaire fœtale.
- Traitement des complications maternelles (prééclampsie, infections).

2.4.5.2.3. Accouchement et prise en charge néonatale

L'accouchement est envisagé lorsque la croissance fœtale s'arrête complètement, une souffrance fœtale aiguë est détectée (altération du Doppler ou du rythme cardiaque) ou si la grossesse atteint 37 semaines sans amélioration de la croissance, en prenant soin de choisir le mode d'accouchement soit par voie basse si le bien-être fœtal est préservé ou par césarienne en présence de détresse fœtale ou si le RCIU est sévère.

Suite à la naissance, le nouveau-né RCIU nécessite une surveillance intensive pour prévenir les complications :

- Contrôle de la température pour éviter l'hypothermie.
- Surveillance glycémique pour prévenir l'hypoglycémie.
- Évaluation de la fonction respiratoire en cas de prématurité.
- Suivi à long terme pour détecter d'éventuels troubles neurodéveloppementaux.

2.4.5.2.4. Principaux facteurs pronostiques

Les éléments pronostiques majeurs liés à un danger accru de morbidité et de séquelles neurodéveloppementales comprennent la prématurité associée, l'apparence harmonieuse du RCIU, certaines complications néonatales (comme l'asphyxie et l'hypoglycémie),—des causes spécifiques du RCIU (qu'elles soient d'origine génétique, infectieuse ou liées à l'alcoolisation fœtale) ainsi que les anomalies de croissance postnatale notamment le périmètre crânien et le poids.

Le RCIU expose le nourrisson à une mortalité et une morbidité accrue dans les domaines respiratoire, digestif et neurologique, ainsi qu'à une hausse du risque de développer un syndrome métabolique (diabète, obésité, maladies cardiovasculaires) à l'âge adulte.

3. Chapitre 2. Nutrition infantile

La nutrition pendant la petite enfance est capitale pour garantir un développement idéal de l'enfant. Cela comprend diverses étapes clés qui diffèrent en fonction de l'âge de l'enfant.

Ce chapitre vise principalement les objectifs suivants :

1) Comprendre les fondements théoriques de la nutrition

- *Les besoins du nourrisson*

- *Les aptitudes du nourrisson*

2) *Savoir distinguer les différents groupes d'aliments avec les avantages et inconvénients respectifs.*

3) Encourager l'allaitement maternel, qui constitue la nutrition de choix pour le nourrisson.

4) Être capable de proposer un régime adapté à chaque tranche d'âge, en se basant sur les principes théoriques mentionnés et les moyens financiers des parents.

1. La diététique du nourrisson

La nutrition du nourrisson est un facteur déterminant pour son bien-être physique et cognitif. Ainsi, il est crucial de respecter les conseils des professionnels de la santé afin de garantir une alimentation équilibrée et à chaque phase de croissance de l'enfant.

Le nourrisson a des besoins nutritionnels très spécifiques, et l'alimentation durant cette période doit être soigneusement adaptée vue sa grande importance vis-à-vis de :

- À cet âge, il y a une sensibilité accrue à tous les écarts, qu'ils soient inférieurs ou supérieurs aux normes.
- Il est nécessaire chez le nourrisson de satisfaire les besoins de l'organisme (qui incluent l'activité physique et la thermorégulation) tout en garantissant la croissance.

Les objectifs d'une nutrition équilibrée pour l'enfant sont de :

- Satisfaire les exigences corporelles en toutes circonstances.
- Encourager l'allaitement maternel.

- Parer aux déficits nutritionnels, en particulier en ce qui concerne les vitamines et les oligoéléments.
- Éviter les allergies alimentaires.
- Après trois ans, la priorité majeure est de prévenir l'obésité, le diabète et les maladies cardiovasculaires tout en garantissant une croissance optimale.

2. Les bases physiologiques de l'alimentation

Deux concepts fondamentaux sous-tendent les bases physiologiques de l'alimentation :

- ✓ L'idée des besoins nutritionnels.
- ✓ L'idée de la capacité du nourrisson.

2.1. Notion des besoins nutritionnels

L'alimentation du nourrisson repose sur des principes physiologiques fondamentaux qui soutiennent sa croissance, son développement et son bien-être général. Les nourrissons ont des besoins nutritionnels spécifiques et une capacité digestive encore immature, ce qui nécessite une attention particulière dans leur alimentation.

En somme, la nutrition du nourrisson repose sur un équilibre délicat entre les protéines, les lipides, les glucides, les vitamines et les minéraux qui sont tous essentiels apportés chez le nourrisson variable entre un minima et un maxima.

L'allaitement, puis l'introduction d'aliments solides adaptés, assurent que ces besoins sont couverts tout au long de la première année de vie.

2.1.1. Eau

Les besoins hydriques chez le nourrisson sont essentiels à sa santé et à son développement, mais ils diffèrent de ceux des adultes en raison de leur physiologie spécifique (**Tableau 2**). L'eau tient un rôle crucial dans de nombreux mécanismes corporels, y compris l'absorption, le maintien de la chaleur corporelle et le déplacement des nutriments.

Durant les six premiers mois de son existence, le lait maternel ou le lait infantile est généralement suffisant pour répondre aux besoins en eau du nourrisson. Il est impératif que cette hydratation compense au minimum les pertes engendrées par les urines, l'épiderme, les selles et la respiration, lesquelles se chiffrent en moyenne entre 100 et 150 cc/kg/jour.

Tableau 2. Les besoins en eau du nourrisson selon l'âge et le poids corporel
(Suzan et al., 2023).

1 ^{er} mois	150 cc /kg/j	6 - 12 mois	120 cc/kg/j
2 ^{ème} mois	140 cc /kg j	12 - 18 mois	100 cc/kg/J
3-4-5 mois	130 cc /kg/j	18 - 24 mois	90 cc/kg/j

2.1.2. Besoins énergétiques

Les besoins énergétiques du nourrisson sont particulièrement élevés, en particulier durant les premiers mois de vie en raison de sa croissance rapide et de son métabolisme élevé (**Tableau 3**). Le lait maternel ou le lait infantile fournit l'énergie nécessaire sous forme de glucides, de protéines et de graisses, pour appuyer cette progression et le développement des organes, des tissus, du cerveau et du système immunitaire.

Pour le nourrisson, les dépenses énergétiques sont équivalentes à :

- L'utilisation énergétique associée au métabolisme de base.
- Pour les dépenses associées à la thermorégulation.
- Concernant les dépenses associées à l'activité physique.
- Aux exigences énergétiques associées au développement.

Les exigences sont d'autant plus grandes que l'expansion est rapide.

Tableau 3. Les besoins énergétiques du nourrisson selon l'âge et le poids corporel
(Stan et al., 2021).

0 – 3 mois	120 Kcal/kg/j
3 – 6 mois	116 Kcal/kg/j
6 – 9 mois	110 Kcal/kg/j
9 – 12 mois	105 Kcal/kg/j
12 – 24 mois	100 Kcal/kg/j

Ces chiffres sont approximatifs et peuvent fluctuer selon le développement spécifique du nourrisson, son niveau d'activité et sa condition de santé. En termes de qualité, la distribution de l'apport énergétique devrait être illustrée par les protides avec 10 à 15 %, les glucides : 50 à 55 % et les lipides : 30 à 35 %.

2.1.3. Besoins protéiques

Les protéines tiennent un rôle fondamental dans la formation des muscles, des organes, des enzymes, des hormones et du système immunitaire. Les besoins en protéines sont particulièrement élevés au tout début de vie (**Tableau 4**), car le nourrisson connaît une croissance rapide et une maturation de ses fonctions physiologiques, mais un apport excessif en protéine peut être nocif pour le nourrisson, notamment en surchargeant les reins, encore immatures. Un excès de protéines peut également favoriser un risque d'obésité infantile, car un excès de protéines stimule la sécrétion d'insuline et favorise le stockage des graisses.

Tableau 4. Les besoins protéiques du nourrisson selon l'âge et le poids corporel (Ritcher et al., 2019).

Prématuré	3,50 g/kg/j
0 – 4 mois	2,40 g/kg/j
5 – 9 mois	1,80 g/kg/j
10 –12 mois	1,44- 1,5 g/kg/j
13 – 24 mois	1,27g/kg/j

D'un point de vue qualitatif

- La valeur nutritionnelle des protéines alimentaires dépend de leur digestibilité, de leur teneur en Acides Aminés Essentiels (AAE) et de la distribution des acides aminés à l'intérieur des protéines.
- Il est impératif que l'alimentation fournisse les AAE : isoleucine, leucine, valine, thréonine, phénylalanine, lysine, tryptophane et chez le nourrisson la cystine, l'histidine et probablement la taurine.
- Ces AAE doivent être fournis simultanément, sinon leur pleine utilisation est entravée par celui qui est fourni au tarif le plus bas ou en surplus (facteur limitant).
- Toutes les protéines ne possèdent pas la même valeur nutritive.

2.1.4. Besoins glucidiques

Les glucides jouent un rôle clé dans la fourniture d'énergie au nourrisson, en particulier le lactose. L'équilibre de l'apport en glucides est important, car une consommation excessive ou insuffisante peut causer des problèmes de santé chez le nourrisson. C'est la

raison pour laquelle les exigences en glucides pour ce dernier fluctuent selon son âge, son poids et sa croissance.

Habituellement, les nourrissons nécessitent une importante proportion de calories issues des glucides (**Tableau 5**).

Tableau 5. Les besoins glucidiques du nourrisson selon l'âge et le poids corporel (Zakharova & Davydovskaya, 2021).

0 – 6 mois	10-12 g/kg/j
6 – 12 mois	12-15 g/kg/j
12 – 36 mois	130-150 g de glucides par jour

Sur le plan qualitatif

- Les sucres et les farineux sont les deux sources glucides.
- Rôle énergétique et accessoirement de réserve : stockage de glycogène dans le foie.
- Si un nourrisson ne bénéficie pas d'un apport suffisant en glucides, cela peut entraîner une hypoglycémie, se manifestant par des signes tels que l'irritabilité, la léthargie ou altérer son système nerveux.
- La maturation des activités amylasiques après 4 mois viendra l'introduction d'amidon à doses progressives (farineux) qui sera le principal apport glucidique.
- Une incorporation précoce et surconsommation de saccharose sera source de caries dentaires, obésité infantile.

2.1.5. Besoins lipidiques

Les lipides sont essentiels au développement du nourrisson, en fournissant de l'énergie, en favorisant le développement du cerveau et en permettant l'absorption des vitamines liposolubles.

La source majeure de graisses est le lait maternel ou infantile (3-5 g/kg/j) au cours des premiers mois, puis les graisses des aliments solides viennent compléter les apports (**Tableau 6**).

Il est essentiel de maintenir une bonne stabilité des graisses, en privilégiant les graisses insaturées (oméga-3, oméga-6 et monoinsaturées) pour un développement optimal.

Tableau 6. Les besoins lipidiques du nourrisson selon l'âge et le poids corporel (Delplanque et al., 2015).

0 – 6 mois	3-4 g/kg/j
6 – 12 mois	4-5 g/kg/j
12 – 36 mois	4-5 g/kg/j

Sur le plan qualitatif

- Acides gras insaturés (AGI) : AG essentiels non synthétisés par l'organisme (acide linoléique et alpha- linoléique).
L'acide linoléique : fait partie des membranes cellulaires, de quelques enzymes et des lipoprotéines en général, jouant ainsi un rôle crucial dans le développement du cerveau.
- L'apport énergétique total doit contenir au moins 4 à 5 % d'acide linoléique. Il ne doit jamais être inférieur à 1 %, sinon un syndrome carenciel pourrait se manifester.
- Le ratio acide linoléique/ acide linoléique devrait se trouver entre 5 et 10.

2.1.6. Besoins en sels minéraux

Les vitamines et minéraux ont une place importante dans la formation des os, des dents, du système nerveux et du métabolisme. Par exemple, le calcium et le phosphore sont nécessaires pour la croissance des os, tandis que la vitamine D aide à leur absorption. Le lait maternel contient une faible quantité de fer, essentielle à la production de globules rouges, mais cette quantité est adéquate pour les premiers mois de vie. Au bout de six mois, il devient nécessaire de recourir à des sources externes pour le fer.

1. Calcium

- Les besoins dépendent de la rétention calcique osseuse lors de la croissance et du coefficient d'utilisation digestive du calcium exogène (entre 20 – 30 %).
- Besoins estimés entre 0 et 24 mois sont entre 400 – 500 mg/j.
- Le calcium est transmis au fœtus pendant le troisième trimestre, ce qui peut entraîner une carence chez les prématurés.
- Pour les bébés de moins de 6 mois, le lait maternel ou un lait alternatif satisfait leurs besoins nutritionnels.
- Pour un nourrisson de plus de 6 mois, une consommation quotidienne de 500 ml de lait est indispensable.

2. Fer

- Les besoins sont satisfaits pendant les quatre premiers mois grâce aux réserves stockées durant le dernier trimestre de la grossesse.

- L'assimilation du fer correspond à 10 à 30 % du fer consommé.
- Il faut entre 3 et 10 mg par jour.
- Une fois les réserves épuisées après 4 mois, le lait de vache et de femme n'offrent plus qu'environ 1 à 3 mg/l de fer, ce qui souligne l'importance de la diversification alimentaire qui introduit des aliments riches en fer.
- Un supplément en fer est impérativement nécessaire pour les jumeaux et les prématurés, et ce dès leur premier mois.

3. Magnésium

Le magnésium participe à la santé osseuse, à la fonction musculaire et au fonctionnement des enzymes. On estime que les besoins s'élèvent à 50 mg par jour chez le nourrisson et entre 100 et 200 mg par jour chez l'enfant.

4. Phosphore

Il est crucial pour le développement des os et des dents, et est également impliqué dans la génération d'énergie à l'échelle cellulaire. On estime que les besoins sont d'environ 130 mg par jour.

5. Sodium

Le sodium est essentiel pour conserver l'équilibre hydrique et assurer le bon fonctionnement des systèmes nerveux. On estime les besoins entre 0 et 12 mois à 200 mg par jour, et au-delà de 12 mois à 400 mg par jour.

6. Potassium

Le potassium est essentiel pour l'équilibre hydrique, la transmission nerveuse et la fonction musculaire. Les besoins sont estimés entre 0-12 mois à 400-700 mg/j et plus de 12 mois à 2000mg/jour.

2.1.7. Besoins en oligo-éléments

Iode : Essentiel à la production des hormones thyroïdiennes et au développement cérébral. L'insuffisance en iode provoque une hypertrophie de la glande. Les besoins sont évalués à 70 140 µg par jour.

Fluor : Important pour la santé dentaire. Cependant, un excès de fluor doit être évité chez le nourrisson.

Nickel, fluor, sélénium, molybdène, cobalt, chrome, manganèse et zinc font partie de la liste. On ne connaît pas bien les besoins, mais il est reconnu qu'une alimentation équilibrée les fournit en quantité adéquate.

2.1.8. Besoins en vitamines

Les vitamines sont des éléments nutritifs indispensables qui participent à diverses fonctions physiologiques dans l'organisme, comme le développement, le métabolisme et la préservation de la santé. Ces vitamines contribuent aussi à renforcer le système immunitaire, à maintenir la santé des os et à soutenir les fonctions cognitives.

1. Vitamine A

Elle est cruciale pour la vision, le système immunitaire, et le développement cellulaire. Elle participe aussi au développement de la peau et des muqueuses. On préconise une dose quotidienne de 300 µg de Vitamine A pour les nourrissons et de 500 µg par jour pour les enfants âgés de 1 à 3 ans.

2. Vitamine D

La minéralisation osseuse et l'élaboration d'un squelette en bonne santé nécessitent la présence de la vitamine D. Elle favorise l'absorption du calcium et du phosphore tout en prévenant le développement du rachitisme. On estime un besoin moyen de 1000 à 1200 UI par jour. Elle est toujours fournie en complément de l'alimentation habituelle. Pour chaque enfant, à l'âge de 1 mois et de 6 mois, une administration orale d'une ampoule de Vitamine D 5mg (200.000 UI) est recommandée.

3. Vitamine E

Elle est un antioxydant efficace qui défend les cellules contre les dégradations. Elle est également essentielle pour la santé cutanée et le système immunitaire. Les nourrissons ont besoin de 4 mg par jour, tandis que les enfants âgés de 1 à 3 ans en requièrent 6 mg quotidiennement.

4. Vitamine K

Elle est essentielle à la production hépatique des facteurs de coagulation connus sous le nom de dépendants de la vitamine K (II, VII, IX, X). Pour les nourrissons, il faut 2.5 µg/j et pour les enfants de 1 à 3 ans, ils en ont besoin de 30 µg/j.

5. Vitamine B

Les vitamines B participent au métabolisme des glucides et des protéines, contribuant ainsi à la croissance de l'enfant.

Vitamine B1 (Thiamine)

Elle participe au métabolisme des glucides et joue un rôle dans l'opération du système nerveux. Il est conseillé d'apporter 0,2 mg par jour aux nourrissons et 0,5 mg par jour aux enfants âgés de 1 à 3 ans.

Vitamine B2 (Riboflavine)

Elle est importante pour le métabolisme des graisses et des protéines, et elle participe à garder la santé épidermique et des muqueuses. Pour répondre aux besoins nutritionnels des bébés et des enfants de 1 à 3 ans, il est conseillé d'apporter 0,4 mg par jour et 0,5 mg par jour respectivement.

Vitamine B3 (Niacine)

La vitamine B3 aide à atténuer la fatigue, favorise un métabolisme énergétique sain et contribue à la santé de la peau et des systèmes nerveux et digestif. On préconise une dose de 4 mg par jour pour les bébés et de 6 mg par jour pour les enfants âgés de 1 à 3 ans.

Vitamine B6 (Pyridoxine)

Elle joue un rôle dans le fonctionnement normal du système nerveux, la régulation de l'activité hormonale, la diminution de la fatigue et elle favorise un métabolisme énergétique sain. La vitamine B6 intervient dans le processus normal du système immunitaire et la production des hématies. On préconise une dose de 0,3 mg par jour pour les nourrissons et de 0,6 mg par jour pour les enfants âgés d'1 à 3 ans.

Vitamine B8 (Biotine)

Il s'agit de la vitamine pour la peau et les cheveux par excellence. Elle participe à un métabolisme énergétique normal ainsi qu'au métabolisme des macro-nutriments. Il est préconisé d'apporter 6 µg par jour pour les nourrissons et 12 µg quotidiennement pour les enfants entre 1 et 3 ans.

Vitamine B9 (acide folique)

Elle joue un rôle dans la synthèse des acides aminés et le fonctionnement normal du système immunitaire. Pour les nourrissons, l'apport quotidien recommandé est de 70 µg, et pour les enfants âgés de 1 à 3 ans, il est de 100 µg par jour. Durant la grossesse et l'allaitement, il est conseillé de consommer 400 µg par jour. On trouve des suppléments contenant de la vitamine B9 d'origine naturelle.

Vitamine B12 (Cobalamine)

Cette vitamine est nécessaire pour la production des hématies et le métabolisme des cellules nerveuses et au fonctionnement optimal du système immunitaire. Les besoins sont estimés à 0,8 µg/jour.

6. Vitamine C

La vitamine C participe au fonctionnement normal du système nerveux et immunitaire, favorise un métabolisme énergétique adéquat et aide à diminuer la fatigue. Elle augmente l'assimilation du fer et aide à défendre les cellules contre le stress oxydatif. Il est recommandé 50mg/jour.

2-2- Notion des aptitudes du nourrisson

Le nourrisson possède dès la naissance un ensemble d'aptitudes qui lui confèrent la possibilité de s'adapter à son environnement et d'interagir avec son entourage. Ces compétences se développent progressivement au fil des mois grâce à la maturation neurologique et aux expériences sensorielles et motrices. L'alimentation jouera un rôle crucial à ce développement continu et devra être ajustée en fonction du nourrisson, c'est-à-dire, à ses capacités psychomotrices, digestives et métaboliques.

2-2-1- Aptitudes psychomotrices

Les capacités motrices du nourrisson évoluent selon un schéma progressif : d'abord des mouvements involontaires (réflexes), puis un contrôle volontaire de son corps.

- La coordination pharyngo-laryngée et le réflexe de succion sont présents dès la naissance.
- Le réflexe de grasping (agrippement) : il serre instinctivement un objet placé dans sa main.
- Le nourrisson et le bébé, durant leurs premiers mois, n'ont pas la capacité de mâcher. Par conséquent, ils commencent par une alimentation liquide qui évolue progressivement vers une texture semi-solide puis finalement plus dense.
- On introduit la cuillère vers 4 et 5 mois. L'enfant commence à se nourrir avec ses doigts, puis apprend à utiliser une cuillère de manière autonome à l'âge de 18 mois.
- Le réflexe de Moro : lorsque le bébé est surpris, il écarte les bras puis les ramène vers son torse.

Ces réflexes disparaissent progressivement au cours des premiers mois, laissant place à des mouvements plus volontaires.

- 1 mois : Soulève légèrement la tête quand il se trouve sur le ventre.
- 2 à 3 mois : Commence à tenir sa tête droite lorsqu'on le porte.
- 4 à 5 mois : Peut se retourner du ventre au dos.
- 6 mois : Tient assis avec soutien et attrape des objets avec plus de précision.
- 7 à 8 mois : S'assoit seul et commence à ramper.
- 9 à 10 mois : Se met debout en s'agrippant aux meubles.
- 12 mois : Fait ses premiers pas.

2-2-2- Aptitudes digestives

Le système digestif du nourrisson est immature à la naissance et se développe progressivement. Cette immaturité influence la digestion, l'assimilation des nutriments et la tolérance aux différents aliments.

- Lors de la naissance, le système digestif est fonctionnel mais encore en cours de maturation.
- Le sphincter œsophagien inférieur est immature, favorisant les régurgitations fréquentes.
- Le nouveau-né reconnaît dès la naissance, les changements de consistance du lait et refusera un sein après quelques minutes de tétée pour l'autre sein dont le lait est plus aqueux.
- Le nourrisson a une faible capacité gastrique et une rapide circulation de l'eau, ce qui nécessite un repas fractionné en plusieurs prises.
- Les enzymes digestives et les capacités d'absorption sont limitées, expliquant la dépendance du nourrisson au lait maternel ou aux préparations infantiles adaptées.

Digestion des glucides

- Dès la naissance l'absorption est normale, à l'exception des prématurés qui peuvent présenter un déficit temporaire en lactase.
- L'amylase salivaire est faible à la naissance mais augmente après 3-6 mois.
- À la naissance, le taux de sécrétion de l'amylase pancréatique est extrêmement bas (10 % de celui observé à l'âge d'un an) et il augmente graduellement. C'est pourquoi il est conseillé de n'introduire les aliments farineux qu'après 4 mois et de manière progressive.

Digestion des lipides

- Une tolérance limitée au début due à une production insuffisante de lipase pancréatique et d'acides biliaires, qui s'améliore au fil des mois.

Digestion des protéines

- Les enzymes digestives permettent une digestion et absorption suffisante dès la naissance.
- Cependant, la digestion des protéines complexes (viande, poisson) est moins efficace avant 6 mois.

Microbiote intestinal

- À la naissance, l'intestin est quasiment stérile, menaces d'infections et de réaction à des protéines étrangères, mais la colonisation bactérienne commence dès les premières heures de vie.
- Le microbiote est influencé par le mode de naissance (par voie basse vs césarienne) et le type d'alimentation (allaitement maternel vs lait infantile).
- Un microbiote équilibré aide à la digestion, au développement du système immunitaire et à la prévention des infections.

2-2-3- Aptitudes métaboliques

Le métabolisme du nourrisson est conçu pour répondre à ses exigences spécifiques en matière d'énergie et en nutriments, afin de garantir son développement rapide.

Métabolisme énergétique du nourrisson

À la naissance, le nourrisson a des besoins énergétiques élevés et son métabolisme est rapide : il a une dépense énergétique de 80 à 120 kcal/kg/jour contre environ 30 à 40 kcal/kg/jour chez l'adulte.

Métabolisme des glucides

Le nourrisson utilise ses réserves de glycogène hépatique, mais celles-ci sont limitées et s'épuisent rapidement en quelques heures.

Il commence à produire du glucose par la néoglucogenèse hépatique pour stabiliser sa glycémie.

Le lait maternel, riche en lactose, devient alors la source principale de glucose.

Métabolisme des lipides

Le lait maternel fournit des triglycérides à chaîne moyenne et longue, facilement digestibles.

Le nourrisson a une capacité élevée à utiliser les lipides, en particulier les acides gras polyinsaturés impératifs à la croissance cérébrale et de la rétine.

Métabolisme des protéines

L'azote des protéines est utilisé pour la synthèse des enzymes, des neurotransmetteurs et des cellules.

Le lait maternel fournit des protéines hautement digestibles, adaptées aux besoins du nourrisson.

Il est noté une immaturité des systèmes enzymatiques de conversion et d'élimination (par exemple : cycle de l'urée) chez le nouveau-né et le nourrisson, ainsi qu'une fonction rénale encore immature. Par conséquent, une consommation excessive de protéines présente un risque d'acidose métabolique.

3. Les différents aliments du nourrisson

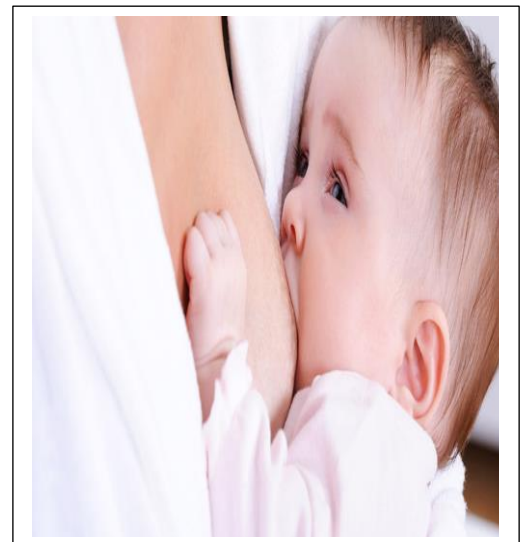
3.1. Le lait maternel

3.1.1. La lactation

La lactation est l'acte de produire et de libérer le lait maternel grâce aux glandes mammaires suite à l'accouchement.

Elle est contrôlée par des processus hormonaux et stimulée par la succion du bébé.

Le lait maternel constitue la nourriture parfaite pour le bébé, comblant parfaitement ses exigences nutritionnelles et de défense immunitaire.



Physiologie de la lactation

La lactation est régulée par l'influence de facteurs hypophysaires (prolactine) et hypothalamiques (facteur de libération de prolactine et facteur d'inhibition de prolactine). Il est possible d'identifier trois étapes distinctes :

Mammogénèse : pendant la grossesse, grâce à l'action des hormones (œstrogènes, progestérone, prolactine), les glandes mammaires développent les canaux galactophores et les acini.

Les alvéoles mammaires, entourées de cellules sécrétrices, commencent à produire un liquide pré-lacté appelé colostrum dès la fin de la grossesse mais sans sécrétion. Les stéroïdes placentaires (œstrogènes et progestérone) inhibent l'activité lactogénique.

Lactogénèse : Suite à l'accouchement, la baisse des hormones placentaires (œstrogènes et progestérone) permet à la prolactine d'agir pleinement et d'initier la production de lait « montée laiteuse ». Le colostrum est sécrété après 3 à 5 jours et suite à l'élimination des hormones sexuelles placentaires. Il est fortement pourvu en protéines, anticorps et éléments de croissance.

Galactopoïèse : la production du lait est entretenue par la stimulation régulière du sein par la succion du nourrisson et des facteurs hormonaux :

- La prolactine : continue à avoir une importance malgré la réduction rapide de sa sécrétion (La stimulation physiologique de la sécrétion lactée est assurée par la succion du mamelon).
- Facteurs mécaniques : le drainage des glandes est une condition indispensable pour maintenir la lactation.
- L'ocytocine : hormone produite dans l'hypothalamus et conservée au niveau de la post-hypophyse. La stimulation des mamelons entraîne la libération d'ocytocine, ce qui provoque une contraction des cellules myo-épithéliales et l'expulsion du lait contenu dans les canaux galactophores. Des facteurs émotionnels ou des douleurs locales peuvent perturber ce réflexe.

3.1.2. Composition du lait maternel

Le lait maternel représente l'aliment complet qui satisfait tous les besoins nutritionnels du nourrisson. Sa composition évolue en fonction du temps (colostrum, lait de transition, lait mature) et même durant une tétée (**Tableau 7**).

Tableau 7. Modification de la composition du lait maternel (Tizard, 2023).

Type de lait	Période	Caractéristiques
Colostrum	0-4 jours après l'accouchement	Jaunâtre et épais, riche en protéines, anticorps (IgA) minéraux et facteurs de croissance.
Lait de transition	4-15 jours	Augmentation du volume, enrichi en Lactose et lipides
Lait mature	À partir de 15 jours	Lait au début de tétée : plus aqueux, riche en lactose pour l'hydratation. Lait à la fin de tétée : plus riche en lipides et en calories, essentiel pour la satiété du bébé.

Le lait maternel contient des nutriments essentiels, des facteurs immunologiques et des enzymes facilitant la digestion. Il apporte une combinaison unique de macronutriments et micronutriments favorisant une croissance optimale et une protection contre les infections (Tableau 8).

a- Glucides

- En contient 70 g/l dont 60g/l de lactose et 10g/l d'oligosaccharides.

b- Lipides

- En moyenne, le lait maternel renferme 40g/l de lipides (98 % de triglycérides), 20mg/l de cholestérol, 78mg/l de lécithine et 4 mg/l de phospholipides.
- Il est riche en acides gras insaturés avec une proportion de AGS / AGI = 1
- Les acides gras essentielles (a. linoléique) ≈ de 5 % de l'apport calorique total.

c- Protéines

- Protéines spécifiques de l'espèce : 10 g/l,
- La caséine (30 – 45 %),
- Les protéines solubles présentes dans le lactosérum (55 - 70 %) : alpha-lactalbumine, lactotransferrine, immunoglobulines, et diverses protéines principalement des enzymes telles que les lipases qui jouent un rôle crucial dans la digestion des triglycérides.
- Acides aminés libres.

d-Les micronutriments

- La concentration est modeste en calcium et en phosphore
- Faible teneur en Na = 7 – 8 mEq/l.

- Le fer et le zinc sont en teneur identique dans le lait maternel et très bien absorbés.
- A part les vitamines D et K, tous les besoins en vitamines sont satisfaits.
- La quantité de Vitamine C est juste suffisante.

Tableau 8. Principaux constituants du lait maternel (Dai et al., 2022).

Nutriment	Rôle
Glucides (lactose)	Source d'énergie, favorise le développement du cerveau et du microbiote intestinal.
Lipides	Fournissent 50% de l'énergie, contiennent des acides gras essentiels pour le développement du cerveau et de la vision.
Protéines (lactalbumine, caséine)	Essentielles pour la croissance et la maturation du système immunitaire.
Vitamines et minéraux	Calcium, fer, zinc, vitamines A, D, E, K pour le développement osseux et l'immunité.
Facteurs immunologiques	Anticorps, enzymes et cellules immunitaires protègent contre les infections.
Calcium et phosphore	Essentiels à la minéralisation osseuse.
Fer	Présent en faible quantité mais très bien absorbé
Zinc	Indispensable à la croissance et au système immunitaire
Vitamines A, D, E, K	Rôle clé dans l'immunité, la croissance et le développement neurologique.
Vitamines B et C	Favorisent le métabolisme énergétique et l'immunité

3.1.3. Avantages de l'allaitement maternel

L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) et les spécialistes en pédiatrie recommandent fortement l'allaitement maternel comme la méthode d'alimentation parfaite pour le nourrisson. Il offre des avantages significatifs du point de vue nutritionnel, immunitaire, psychologique et économique. C'est avantageux pour la santé du bébé, de la mère et de la collectivité dans son intégralité.

a- Pour le nourrisson

- ☐ **Aliment parfaitement adapté aux exigences de l'enfant :** repas à la demande, sans horaires rigides, sans danger, digestion aisée, équilibre nutritionnel optimal.
- ☐ **La composition du lait change pendant de la tétée :** la concentration en lipides s'accroît et règle la satiété. Ce changement de consistance du lait est supprimé lorsqu'on nourrit au biberon un nourrisson (risque d'obésité plus grand).

- ☐ **Protection immunitaire** : réduit les risques d'infections gastro-intestinales, ORL et respiratoires.
- ☐ **Développement optimal** : favorise la croissance, le développement cérébral et cognitif.
- ☐ **Réduction des risques de maladies** : diminue les risques d'obésité, d'allergies, de diabète et de maladies cardiovasculaires.

b- Pour la mère

- ☐ **Accélère la récupération post-partum** : favorise la rétraction utérine grâce à l'oxytocine, perte de poids facilitée.
- ☐ **Diminue les risques de pathologies** : réduit le risque d'atteinte de cancer du sein, de l'ovaire, du risque cardiovasculaire, et de diabète de type 2.
- ☐ **Intensifier les liens affectifs entre mère enfant** : par le biais des hormones et du contact direct peau à peau.
- ☐ **Économique et pratique** : toujours disponible, sans préparation.
- ☐ **Alimentation sans manipulation** : bactériologiquement protégée.

3.1.4. Inconvénients de l'allaitement maternel

Même si l'allaitement maternel soit recommandé pour ses nombreux bienfaits, il peut présenter certains inconvénients pour la mère et l'enfant.

- L'allaitement demande une disponibilité constante, surtout les premiers mois (tétées fréquentes, jour et nuit, durée variable).
- Peut entraîner une fatigue importante, surtout si le bébé dort peu ou si la mère manque de soutien.
- Après la tétée, l'enfant est tenu en position verticale pour favoriser son rot. Les mamelons sont ensuite rincés à l'eau bouillante et couverts d'une gaze stérilisée. (Évitez l'application d'une solution antiseptique).
- Crevasses, douleurs aux mamelons sont souvent causées par une mauvaise position du bébé.
- Engorgement mammaire, pouvant provoquer des seins douloureux et tendus.
- Mastite (infection du sein), nécessitant parfois un traitement médical.
- Certains aliments ou médicaments peuvent affecter le lait maternel et nécessitent une vigilance accrue.

3.2. Allaitement mixte

L'allaitement mixte signifie donner au nourrisson du lait maternel et du lait pour nourrissons (lait en poudre) simultanément. Il est souvent choisi pour des raisons personnelles, médicales ou pratiques. Il est une solution intermédiaire qui permet de combiner les avantages du lait maternel et la praticité du lait infantile. Il demande une adaptation progressive et un bon équilibre pour préserver la lactation et assurer les besoins du nourrisson.

- Si la sécrétion lactée est hypogalactie « insuffisante » ou si la mère reprend son travail on peut être amené à compléter l'allaitement maternel par des biberons de « lait » adapté soit : Substitution ou Complémentation.
- Permet au père ou aux proches de participer à l'alimentation du bébé.

- Un bébé ayant du mal à téter peut mieux s'alimenter avec un biberon.
- Facilite le passage progressif du lait maternel au lait infantile avant un sevrage complet.

3.3. Allaitement artificiel

L'allaitement artificiel est une alternative sécurisée et adaptée aux nourrissons qui ne peuvent pas être allaités.

Bien que le lait maternel soit recommandé, certaines situations rendent l'allaitement artificiel nécessaire ou préférable pour certaines familles.

Il consiste à nourrir exclusivement avec du lait infantile en remplacement du lait maternel avec un choix de lait infantile approprié et une bonne hygiène.

Le lait de vache, autrefois considéré comme le seul substitut au lait maternel, ne convient ni aux nouveau-nés ni aux nourrissons, tant par sa composition que par certaines de ses caractéristiques.

Aussi, les préparations pour nourrissons industrielles élaborées à partir de lait de vache, modifiées pour imiter le lait maternel, sont appelées « Aliment lacté diététique ». Ces changements sont essentiellement quantitatifs, le lait maternel demeurant qualitativement impossible à reproduire.

Les améliorations effectuées sur le lait de vache naturel ont pour but de :

- ❖ Optimiser la conservation et l'hygiène du lait grâce à des techniques physiques comme la concentration, la pasteurisation et la stérilisation UHT, dans le but de produire des laits secs et stérilisés.
- ❖ Le rendre plus digeste par écrémage, ajout de sucre, acidité.
- ❖ Tendre à aligner sa composition sur celle du lait maternel
 - Augmenter la teneur en vitamines, fer et protéines du lactosérum
 - Réduire la quantité de sels minéraux (sodium, calcium).

3.3.1. Les substituts du lait maternel

Les formules pour nourrissons (1er âge)

- Nourrisson de 0 à 4 - 6 mois
- Additionner uniquement du lactose.
- Baisser le taux de protides à un niveau approximativement équivalent à celui du lait maternel.
- Sur le plan qualitatif, le changement concerne :
 - Rapport protéine lactosérum / caséine = 60 / 40
 - Une faible concentration en Na⁺ (≤ 40 mg/100 Kcal).
 - Le contenu en acide linoléique est approximativement égal à celui du lait maternel grâce à l'ajout de graisses végétales
 - Riche en fer, mais pas en vitamine D, nécessitant une supplémentation médicamenteuse.
- Une concentration de 13 % : 1 cuillère doseuse correspond à 4 g (1 c-m/30cc).

- Ces laits possèdent une qualité nutritionnelle équivalente et sont appropriés pour satisfaire les exigences nutritionnelles du nourrisson jusqu'à l'âge de 6 mois (**Photo 1**).



Photo 1. Lait 1^{ère} age pour nourrissons de 0-6 mois.

Les formules de suite (2^{ème} âge)

- Nourrisson de 6 mois et plus (**Photo 2**).
- Source majeure de nutrition liquide dans un régime alimentaire progressivement diversifié.
- Contenu protéique supérieur avec un ratio caséine/protéines lactosérum identique à celui du lait de vache.
- Addition de sucre mixte : lactose et dextrine maltose ou autre. mélange de lactose et de dextrine maltose ou autre.
- Les variations entre les différentes préparations sont pratiquement négligeables.



Photo2. Lait 2^{ème} age pour nourrisson de 6 à 12 mois.

Les laits de croissance

- Pour les enfants âgés entre 1 et 3 ans.
- Moins concentrés en protéines.
- Riches en fer.



Photo 3. Lait de croissance pour nourrisson de 1 à 3 ans.

Les laits épaissis

- Les produits employés comprennent l'amidon de maïs, de riz, la caroube, etc.
- Ces articles rehaussent la viscosité des mélanges pour réduire la fréquence et le volume des renvois.
- Les laits étiquetés « confort » ou « premium » sont aussi pré-épaissis.



Photo 4. Les laits épaissis

Les laits pauvres en lactose

- Le lactose est substitué par la dextrine-maltose.
- Ils sont recommandés temporairement lors de la réalimentation de certaines diarrhées aiguës, suite à une première phase de réhydratation avec des solutions de réhydratation orale, ou en cas d'intolérance au lactose.
- Ils sont prescrits pour une durée de huit jours.



Photo 5. Les laits pauvres en lactose

Les préparations destinées aux prématurés ou bébés de faible poids de naissance

- Ces dernières possèdent une concentration importante en protéines (2 à 2,3g/100ml), avec un ratio caséine/protéines solubles qui est inférieur à 1.
- Ces produits sont enrichis en acides gras polyinsaturés à longue chaîne et bénéficient d'un sucrage mixte (lactose et dextrine maltodextrine).
- Conseillées jusqu'à ce que le nourrisson atteigne le poids de 3 kg.



Photo 6. Préparation diététique pour prématurés et bébé de faibles poids de naissance

Autres

- Lait conçu pour les enfants souffrant de mucoviscidose : Cystilac® : riche en calories et aisément assimilable.
- Aliments de régime pour régurgitations (AR)
- Aliments anti diarrhéiques (AD)
- Aliments diététiques acidifiés (utilisés dans les troubles digestifs mineurs du NRS).

3.4. La diversification

L'introduction graduelle d'aliments diversifiés, solides et semi-solides dans le régime exclusivement lacté du nourrisson constitue une phase fondamentale de son développement. Elle commence typiquement après le sixième mois et jamais avant le quatrième, offrant au bébé l'opportunité d'explorer de nouveaux goûts et sensations tactiles, tout en satisfaisant ses exigences alimentaires grandissantes.

3.4.1. Conduite de la diversification Alimentaire

La diversification doit être progressive, adaptée aux capacités de mastication et aspire à fournir les nutriments manquants ou peu présents dans les laits (fer...).

Une approche bienveillante et à l'écoute des exigences infantiles garantit une transition réussie vers une alimentation familiale.

Principes généraux

- Introduction des aliments un par un, en petites quantités.
- Commencer par les légumes, suivis des fruits tous deux cuits et réduits en purée, puis passer aux viandes (veau, poulet, dinde) et enfin au poisson (maigre ou gras).
- Il est conseillé de respecter un espacement de quelques jours entre l'introduction de chaque aliment, en particulier ceux réputés pour leur potentiel allergène (œufs, poissons, crustacés, céleri, fruits à coque, noisette et certains fruits exotiques).
- Assurez la consommation du lait ou un produit laitier lors d'au moins trois de vos quatre repas quotidiens.
- Suggérer l'inclusion de viande, poisson ou œuf uniquement dans un des quatre repas.
- Eviter d'ajouter intempestivement du sel et du sucre.
- La boisson de base doit être l'eau.

➤ **Les fruits**

- Ils sont riches en eau, potassium, oligo-éléments, Vit C (particulièrement les agrumes), fibres alimentaires principalement la pectine (poire, pomme) et sucres.
 - Jus de fruits (orange, tomates), compotes ou fruits très mûrs à 4 mois
 - Cuits mixés à 6 mois puis crus, écrasés.
 - En morceaux, à croquer après 1 an.

Il faut toujours choisir des fruits mûrs et bien les laver avant l'utilisation.

➤ **Les laitages**

- Fromage blanc nature à six mois.
- Fromages fermentés : 1 an
- Prendre en considération la variation du contenu en matières grasses.
- Le yaourt et petit suisse : à partir de 5 mois.
- Le lait : quantité minimale 500 ml/jour.

➤ **Les légumes**

- Source de fibres alimentaires (cellulose), sels minéraux, vitamines, des protéines et fer.

Légumes frais :

- Carotte, pommes de terre, petit-pois, haricots verts, épinards...
- Introduits à partir du 6^{ème} mois.
- Soupe légère ou de purée lisse.
- En petits morceaux : après 6 mois.
- Ecrasés ou en morceaux après 1 an.

Légumes secs :

- Lentilles, haricots blancs, pois chiches...
- Riches en protides et en glucides.
- Leur utilisation doit être différée jusqu'à l'âge de 15-18 mois.

➤ **Les protéines d'origine animales**

- Fournissent des protéines animales, notamment des acides aminés essentiels, des oligo-éléments, des vitamines et des lipides.

Viande rouge et poulet :

- À partir de six mois révolus.
- Mixée, puis hachée à 8 mois, puis en petits morceaux après 1 an.

Les poissons :

- Bouillis ou cuits à la vapeur ou au four
- Introduits en même temps que la viande
- Leur introduction doit être retardée chez les enfants à risque allergique.

Les œufs :

- Excellente qualité de ses protéines.
- A partir de 6 mois (œuf dur).
- Pour certains, le blanc d'œuf n'est introduit qu'à partir d'1 an.
- Utilisé dur pendant la 1^{ère} année puis à la coque.

➤ **Les farineux**

- Aliments essentiellement glucidiques (amidon).
- Les aliments à base de farine sont riches en protéines végétales, vitamines du groupe B et minéraux.
- Une transition entre la nutrition exclusivement lactée et les aliments solides.
- Cependant incriminées dans la survenue d'obésité infantile.

Les farines :

- En général premier aliment introduit.
- Pas avant 4 mois révolus (farines avec gluten jusqu'à 6 mois)
- Plusieurs types selon :

Leur origine :

- Farine de céréales (blé - maïs - riz).
- Farine de féculs (pomme de terre, tapioca).

- Farine de légumineuses (lentilles, pois chiches, haricots...).

Leur présentation :

- Lactée ou non lactée.
- Simples (céréales uniquement).
- Enrichies ou non (légumes, fruits).
- Avec ou sans gluten.

Selon leur âge d'introduction :

- Farine sans gluten : avant 6 mois (crème de riz, de maïs).
- Farine avec gluten.

Autres : Le pain, les pâtes fines, la semoule et le riz sont introduits à partir de 7-8 mois.

➤ **Les corps gras**

- Fournissent des acides gras non saturés et des vitamines liposolubles.
- À partir de six mois, commencez à intégrer une petite quantité de beurre ou une demi-cuillère à café d'huile d'olive avec les légumes, puis augmentez progressivement la quantité.

Corps gras d'origine végétale :

- Huiles extraites de graines oléagineuses.
- Huile d'olive : riche en AGI (70% A. Oléique) pauvre en AG saturés.
- Huile de tournesol, etc....
-

➤ **Boissons en dehors du lait**

Données à la fin ou entre les repas.

➤ **Eau naturelle**

- Ne jamais oublier de donner à boire au NRS, surtout en présence de fièvre ou lors de grandes chaleurs.
- Stériliser avant 8 mois.

Jus de fruits :

- Après 4 mois
- Frais dans le biberon ou à la tasse
- Interdire les jus de fruits commerciaux souvent resucrés.

➤ **Le sel**

- à éviter avant 1 an,
- Ajouter en quantité modérée lors de la cuisson,

➤ **Les produits sucrés**

- Permis dès 6 mois, leur usage doit cependant être judicieusement dosé en raison de leurs multiples désavantages.

➤ **Les produits contenant de l'arachide** ne doivent être introduits qu'après 1 an voire 3 ans chez les enfants à risque allergique.

Tableau 9. Exemple de régime alimentaire chez un enfant nourri au lait artificiel – enfant à risque allergique exclu

Age	Ration / j	Composition des repas	Introduction des aliments nouveaux
N Né J1 J2 à J7 2 ^{ème} semaine 3 ^{ème} semaine 4 ^{ème} semaine	10 g 7 X / j 10 g / Biberon 7 X / j 80 g 7 X / j 90 g 7 X / j 100 g 6 à 7 X / j	Préparation pour nourrisson 1 c-à-m dans 30 ml	-Début de l'alimentation précoce dès M30 -Eau pure proposée en cas de fièvre ou de forte chaleur
2 ^{ème} mois	110 g 6 X / j	Préparation pour nourrisson	-Eau pure proposée en cas de fièvre ou de forte chaleur -Faire 1 ^{ère} Vit D 5 mg
3 ^{ème} mois	120 g X 6	Préparation pour nourrisson	-Eau pure en cas de fièvre ou de forte chaleur
4 ^{ème} mois	150 g X 5	Préparation pour nourrisson	-Eau pure
5 ^{ème} mois	160 g x 5	3à4 biberons -préparation pour nourrisson ou lait de suite - 1 soupe légère de légumes ou purée de pomme de terre lisse + viande ou poisson mixé - une farine sans gluten - jus de fruit sans sucre ajouté	Ruits -Légumes -Pomme de terre -Farine sans gluten -Eau pure en cas de fièvre ou de forte chaleur
6 ^{ème} mois	200 g X 4 180 g X 5	- 3 à 4 biberons -lait de suite ou préparation pour NRS - midi : repas de légumes + protides + dessert (yaourt ou fruit) - fruits (jus ou crus pulpés) - 1 farine sans gluten - soir : soupe de légumes + dessert	-Yaourt, petit suisse
7 ^{ème} mois	220 g X 4	- lait de suite (2 ou 3 biberons) - midi : repas de légumes + protides + 1cc d'huile ou 1 noisette de beurre + dessert - bouillie épaisse à 15 % de farine avec gluten + dessert - soir : repas de légumes + dessert - eau de boisson - les desserts : fruits ou yaourt -Lait >ou = 500cc/j	- Lait de suite - - Viandes et poissons - Farine avec gluten -Œufs dur -Fromage blanc nature -Matières grasses (huile ou beurre) -Eau proposée en fin de repas - 2 ^{ème} Vit D -Produits sucrés : à limiter
8 ^{ème} mois	220 g X 4	-Idem -lait de suite > ou = 500cc/j	- pain, pâtes fines, semoule, riz
9 ^{ème} mois – 12 ^{ème} mois	240 g X 4	-Idem -lait complet > ou = 500 cc/j	
2 ^{ème} année		-L'enfant participe au repas familial -lait de suite ou lait de croissance >= 500cc/j	-lait de croissance -légumes secs (15-18 mois) -fruits à coque (noix, noisettes...) -produits contenant de l'arachide -sel (peu pendant la cuisson, ne pas resaler à table)

4. Alimentation du prématuré

4.1. Définition de la prématurité

La prématurité fait référence à la naissance d'un nourrisson avant 37 semaines d'aménorrhée (SA), donc avant 8 mois et demi de grossesse, ce qui peut entraîner des complications médicales significatives. Effectivement, un bébé né prématurément n'a pas encore bénéficié du développement intégral requis pour une adaptation optimale à la vie hors de l'utérus.

Tableau 10. Classement de la prématurité selon l'âge gestationnel.

Type de prématurité	Age gestationnel
Prématurité extrême	22 à 27 SA + 6j $\approx$ 5%
Grande prématurité	28 à 31 SA + 6j $\approx$ 15%
Prématurité modérée	32 à 33 SA + 6j $\approx$ 20%
Prématurité tardive	34 à 36 SA + 6j $\approx$ 60-70%

Plus un bébé arrive avant terme, plus il est susceptible de faire face à des complications dues à l'immaturité de ses organes (poumons, cerveau, tube digestif, etc.). Les progrès en médecine ont considérablement amélioré la survie et le bien-être des bébés nés prématurément. Un encadrement approprié et un suivi médical scrupuleux sont indispensables pour garantir leur développement optimal, surtout en ce qui concerne la nutrition.

4.2. La nutrition du prématuré

18 millions des nouveau-nés naissent avec un poids de naissance <2500g chaque année.

Les petits poids de naissance ne représentent que 14% du total des naissances vivantes, mais 60-80% du total des décès néonataux.

La plupart de ces décès peuvent être évités en prêtant une attention particulière à leur environnement thermique, à la prévention des infections et, de façon plus importante, à une alimentation optimale.

La prise en charge nutritionnelle conditionne la survie immédiate ainsi que la croissance et le développement ultérieur. Des mesures aussi simples telles que l'initiation précoce de l'allaitement maternel et l'évitement de l'alimentation pré-lactée (toute autre aliment que le lait maternel) améliorent la survie dans les pays à ressources limitées. Aussi, la nutrition pourrait également influencer à long terme le développement neurologique et métabolique à l'âge adulte.

L'accrétion intra utérine des nutriments se produisant principalement vers la fin du 3^{ème} trimestre, les nouveau-nés tous petits poids de naissance ont des réserves corporelles

faibles à la naissance. Ils nécessitent par conséquent, une supplémentation en divers éléments nutritifs. En outre, du fait de leur immaturité intestinale, ils présentent une propension plus élevée à souffrir d'une intolérance digestive requérant une supervision et une intervention appropriée et graduelle.

L'alimentation du prématuré vise à assurer une croissance optimale en reproduisant au mieux les apports nutritionnels reçus in utero. Elle doit notamment fournir une énergie suffisante, ainsi que des protéines, lipides, glucides, minéraux et vitamines essentielles au développement du cerveau, des organes et du système immunitaire. L'alimentation favorise également la maturation du système digestif et prévient les complications comme le retard de croissance et les troubles métaboliques. Selon le degré de prématurité, elle peut être administrée par nutrition parentérale, par sonde gastrique ou progressivement par voie orale avec du lait maternel enrichi ou des préparations spécifiques.

4.2.1. La nutrition Parentérale (Intraveineuse)

La nutrition parentérale est une méthode d'alimentation administrée directement par voie intraveineuse chez les grands prématurés (< 28 SA) dont le système digestif est encore immature ou incapable d'absorber les nutriments. Elle est essentielle pour assurer une croissance optimale et prévenir les carences nutritionnelles (apport en glucose, acides aminés, lipides, électrolytes, vitamines et minéraux).

C'est une solution vitale pour une transition adaptée vers l'alimentation entérale, elle favorise la croissance et le développement du nourrisson en toute sécurité.

❖ Nutrition Parentérale Totale (NPT) :

- Administrée via une voie veineuse centrale (cathéter dans une grosse veine).
- Utilisée pour les grands prématurés ou ceux avec une entérocolite nécrosante.

❖ Nutrition Parentérale Partielle (NPP) :

- Associée à une alimentation entérale progressive.
- Transition vers le lait maternel ou une formule spéciale.



Photo 7. La nutrition parentérale chez le nourrisson prématuré.

IV.2.2. La nutrition Entérale (Sonde gastrique)

L'alimentation entérale est une étape clé pour favoriser la croissance et le développement du prématuré tout en minimisant les dangers associés à l'alimentation parentérale. Elle consiste à administrer des nutriments grâce au lait maternel enrichi ou de préparations pour prématurés directement dans le tube digestif du prématuré, généralement par une sonde nasogastrique ou orogastrique, jusqu'à ce qu'il puisse téter efficacement. Elle est essentielle pour favoriser la maturation intestinale, stimuler le développement du microbiote et assurer une croissance optimale.



Photo 8. La nutrition entérale chez le nourrisson prématuré

4.2.3. Transition vers l'alimentation orale (Biberon ou Sein)

L'alimentation orale chez le prématuré correspond au passage progressif à une prise alimentaire autonome, par biberon ou allaitement maternel possible à partir de 32-34 SA, lorsque le bébé développe le réflexe de succion-déglutition. Ce processus est essentiel pour assurer une croissance optimale, tout en respectant la maturation neuromusculaire du prématuré.

Toutefois, la transition doit être progressive en alternance entre la nutrition entérale (sonde) et orale pour éviter la fatigue avec un suivi de la croissance (prise de poids régulières, bonne digestion et absence de complications).

4.3. Importance du lait maternel pour le prématuré

Grâce à sa composition unique, parfaitement ajustée aux exigences spécifiques des bébés prématurés, le lait maternel se révèle être la nutrition optimale pour ces derniers. Il soutient leur croissance, stimule leur développement neurologique et fortifie leur système immunitaire, tout en minimisant le danger de complications graves.

Le lait maternel est un élément clé de la prise en charge des prématurés. Son utilisation, même sous forme de lait enrichi ou via une sonde nasogastrique, est fortement recommandée pour optimiser la croissance et la santé du nourrisson prématuré.

Le lait maternel est fréquemment complété par des fortifiants pour rehausser les niveaux de protéines, calcium et phosphore, c'est ce qu'on appelle le lait maternel enrichi.

Si ce type de nutrition n'est pas possible, des laits infantiles spécifiques sont utilisés, enrichis en calories, protéines et minéraux.

Les avantages du lait maternel pour le prématuré :

Entérocolite nécrosante

↓ 50%

↓ 90% en chirurgie

↑ La défense

↓ La mortalité

↓ Septicémie tardive

↓ La rétinopathie de la prématurité

↓ La dysplasie bronchopulmonaire

4.4. Passage Progressif à l'alimentation classique

L'alimentation classique du prématuré suit une progression structurée allant de la nutrition parentérale (si nécessaire) vers une alimentation entérale puis orale adaptée à sa maturité digestive et métabolique.

L'objectif est d'assurer une croissance optimale, proche de celle observée *in utero*.

La référence est le lait maternel enrichi, cependant, des formules spécifiques peuvent être employées si nécessaire.

Il est crucial de surveiller attentivement pour assurer une croissance équilibrée et prévenir les problèmes digestifs.

Une surveillance étroite est essentielle pour garantir une croissance harmonieuse et éviter les complications digestives.

4.5 Surveillance et suivi

La croissance des nouveau-nés prématurés tardifs est souvent déficiente et le risque d'un poids insuffisant est deux fois plus grand.

On s'attend à ce que les prématurés rattrapent leur retard de croissance durant les deux premières années de leur vie.

L'évaluation de la croissance des prématurés doit être évaluée sur des courbes de prématurité en tenant compte de l'âge corrigé.

Le déficit de croissance est associé à une morbidité à long terme.

Une croissance précoce rapide est associée à un meilleur devenir cognitif aux dépens de résultats métaboliques défavorables ; une nutrition optimale aux premiers stades peut améliorer ce compromis.

Les stratégies nutritionnelles néonatales doivent avoir pour objectif d'optimiser le développement neurologique plutôt que la croissance uniquement.

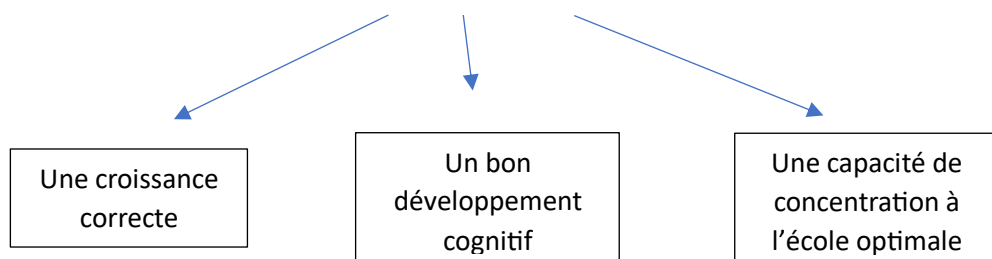
Cependant, les données de haute qualité sont insuffisantes concernant les apports optimaux en macronutriments pour les prématurés.

Il y a un manque de preuves solides et de haute qualité concernant les approches nutritionnelles optimales en cas de prématurité modérée ou tardive.

4. Chapitre 3. Pratiques nutritionnelles chez les enfants scolarisés 6-12 ans



L'alimentation joue un rôle crucial dans la santé des enfants scolarisés entre 3 à 12 ans, pour :



Une alimentation équilibrée permet de prévenir les déficits nutritionnels, l'obésité et favorise des habitudes alimentaires saines dès la petite enfance. Aussi, il est également crucial d'offrir une nutrition équilibrée, conforme aux standards diététiques et apte à satisfaire les exigences en termes d'énergie et de nutrition.

L'implication des parents et de l'établissement scolaire est essentielle pour promouvoir de bonnes habitudes alimentaires et lutter contre la malnutrition et l'obésité infantile.

1. Education nutritionnelle

L'instruction en matière de nutrition est une démarche éducative destinée à fournir aux personnes les informations et les aptitudes indispensables pour adopter des habitudes alimentaires saines et durables. Il est essentiel de l'inculquer dès l'enfance, tant à l'école qu'à la maison, afin d'aider chacun à faire des choix alimentaires judicieux et à

promouvoir un mode de vie salubre. Elle a pour objectif d'enseigner aux enfants et aux adultes à avoir une alimentation équilibrée et adaptée à leurs besoins dans le but de prévenir les pathologies chroniques liées à l'alimentation, comme l'obésité, le diabète et les affections cardiovasculaires.

Pour préserver une excellente santé tout au long de l'existence, une alimentation adéquate est indispensable. L'éducation nutritionnelle permet de :

- Connaître les principes d'une alimentation équilibrée (répartition des nutriments, importance des repas).
- Evaluation des prises alimentaires.
- Adopter de bonnes habitudes alimentaires.
- Favoriser une bonne relation avec l'alimentation en évitant les régimes restrictifs ou les excès.
- Apprendre à décrypter les étiquettes alimentaires pour éviter les pièges du marketing alimentaire.
- Promouvoir l'activité physique en complément d'une alimentation saine.
- Favoriser un développement optimal chez l'enfant

La modification des habitudes alimentaires est l'un des défis les plus difficiles à relever, car ces comportements, ainsi que les préférences et les goûts, se forment dès la petite enfance et contribuent à définir l'identité personnelle et collective.

En Algérie, tout comme dans beaucoup d'autres pays, les pratiques alimentaires évoluent sous l'influence de la mondialisation et de l'urbanisation. Ces changements peuvent entraîner des déséquilibres alimentaires et une hausse des pathologies associées à l'alimentation. Il est donc crucial d'éduquer en matière de nutrition pour combattre la malnutrition, alerter sur les dangers d'une consommation excessive de sucre, de sel et de graisses saturées, et promouvoir l'exercice physique.

De nos jours, l'application de l'éducation nutritionnelle est difficile car l'alimentation de l'enfant est influencée par plusieurs facteurs ; elle dépend principalement de la famille qui peut faire des erreurs alimentaires et la société où l'enfant vit.

La famille n'est plus l'unique vecteur de transmission des connaissances dans ce domaine et n'est parfois même plus le principal. C'est la raison pour laquelle une multitude d'initiatives peuvent être prises pour favoriser l'éducation en matière de nutrition :

- **À l'école** : Insérer l'éducation nutritionnelle dans les programmes scolaires, organiser des ateliers culinaires, créer des jardins potagers...
- **Dans les médias** : Diffuser des messages clairs et simples sur les bienfaits d'une alimentation équilibrée.
- **Au sein des familles** : Encourager les parents à adopter des habitudes alimentaires saines et à cuisiner ensemble.
- **Dans les lieux de travail** : Proposer des repas équilibrés à la cantine, organiser des ateliers de cuisine...

2. Conduite de l'éducation nutritionnelle

L'éducation nutritionnelle des enfants en âge scolaire représente un enjeu crucial pour leur santé future. Elle vise à leur donner les outils nécessaires pour instaurer dès le plus jeune âge de bonnes pratiques alimentaires, afin d'éviter les maladies chroniques associées à la nutrition. Les axes d'une éducation nutritionnelle réussie en milieu scolaire sont :

- **Une approche globale** : L'éducation nutritionnelle ne doit pas se restreindre à des cours théoriques. Elle doit être intégrée à différents domaines (sciences, français, arts plastiques...) et s'appuyer sur des activités pratiques (visites de fermes...).
- **Une pédagogie adaptée** : Les activités doivent être ludiques et selon l'âge des enfants. L'utilisation de supports visuels (affiches, vidéos) et d'expérimentations est particulièrement efficace.
- **Une implication de tous les acteurs** : Enseignants, personnels de restauration, parents, élèves, tous doivent être impliqués dans la démarche.
- **Une alimentation saine à la cantine** : L'école doit proposer des repas équilibrés et variés.
- **Un partenariat avec les familles** : Les parents ont un rôle primordial dans l'éducation alimentaire de leurs enfants. L'école doit les associer à ses actions en organisant des réunions d'information, des ateliers de cuisine pour les familles, etc.

Des exemples d'activités pédagogiques

- **Les ateliers de cuisine** : Les enfants apprennent à préparer des recettes simples et équilibrées (Photo 9).
- **Les jardins pédagogiques** : Les élèves cultivent des légumes et des fruits, ce qui leur permet de distinguer la source des aliments et d'apprécier leur goût.
- **Les visites de producteurs locaux** : Les enfants découvrent les différents métiers de l'agriculture et les circuits de distribution des aliments.
- **Les dégustations** : Les élèves découvrent de nouveaux aliments et apprennent à apprécier les différentes saveurs.
- **Création de menus** : Apprendre à composer des repas équilibrés.
- **Ateliers de lecture d'étiquettes** : Décoder les informations nutritionnelles.



Photo 9. Atelier de cuisine pour enfants (lyon8.lafabuleusecantine.fr)

3. Les défis de l'éducation nutritionnelle

L'instruction nutritionnelle des enfants en âge scolaire représente un enjeu crucial en matière de santé publique, néanmoins, elle fait face à divers défis :

- ✓ **Le manque de temps** : Les enseignants ont peu de temps à consacrer à l'éducation nutritionnelle.
- ✓ **La formation des enseignants** : Tous les enseignants ne sont pas formés à l'éducation nutritionnelle et peuvent manquer d'outils pédagogiques adaptés.
- ✓ **Les contraintes budgétaires** : L'organisation d'activités peut être coûteuse.
- ✓ **Les habitudes alimentaires des familles** : Il peut s'avérer complexe de faire évoluer les pratiques alimentaires des familles.
- ✓ **Goûts et préférences** : Les enfants ont souvent des goûts très affirmés et peuvent être réticents à essayer de nouveaux aliments.
- ✓ **Adaptation aux différents publics** : Les besoins et les connaissances des enfants changent selon leur âge et leur milieu social.

4. Comportements et habitudes alimentaires

Le comportement alimentaire regroupe l'ensemble des attitudes et habitudes liées à l'alimentation, influencées par des facteurs biologiques, psychologiques, sociaux et culturels.

Ils sont façonnés par de nombreux facteurs : culturels, sociaux, économiques, environnementaux et individuels.

Le comportement alimentaire implique une série d'actions dont les facteurs déterminants se croisent à la convergence de trois dimensions majeures : biologique (apport d'énergie et de nutriments), hédonique (expérience du plaisir, rôle affectif et émotionnel) et symbolique (aspect psychosocial, culturel et relationnel).

Ce comportement est conçu pour garantir le bien-être physique, mental et social de l'individu.

4.1. Les déterminants des comportements alimentaires

Le processus d'éducation nutritionnelle est complexe et dépend de plusieurs facteurs interconnectés. Ces facteurs opèrent à divers échelons : personnel, social, économique et environnemental. Il est crucial de saisir ces déterminants pour élaborer des stratégies performantes de promotion de la santé à travers l'alimentation.

Facteurs culturels et sociaux :

- **Milieu familial** : Les habitudes alimentaires sont souvent acquises au sein de la famille dès la petite enfance.
- **Groupe social** : Les amis, les collègues, les célébrités peuvent influencer nos choix alimentaires.
- **Fêtes et traditions** : Les occasions festives sont souvent associées à des repas particuliers.

Facteurs économiques :

- **Budget** : Le coût des aliments peut limiter l'accès à une alimentation variée et équilibrée.

- **Disponibilité des aliments** : L'accès à des aliments frais et de qualité peut être difficile dans certaines régions.

Facteurs environnementaux :

- **Disponibilité des aliments** : La présence en grande quantité d'aliments ultra-transformés dans les magasins facilite leur consommation.
- **Publicité** : La publicité alimentaire influence fortement les choix des consommateurs, en particulier les enfants.
- **Pratiques agricoles** : Les méthodes de production agricole peuvent avoir un impact sur la qualité nutritionnelle des aliments.

Facteurs individuels :

- **Goûts et préférences** : Les goûts personnels jouent un rôle important dans les choix alimentaires.
- **Connaissances** : Les connaissances en nutrition influencent les choix alimentaires.
- **Motivation** : La motivation à adopter de bonnes habitudes alimentaires est un facteur clé.

5. Adaptation de la prise alimentaire

L'adaptation de l'alimentation, en particulier chez les enfants et les adolescents, est un enjeu majeur de santé publique qui vise à assurer une nutrition équilibrée et appropriée aux exigences spécifiques de toute personne, dans le but de soutenir un développement optimal, prévenir les pathologies chroniques et encourager le bien-être.

Une alimentation équilibrée fournit aux enfants scolarisés l'énergie nécessaire pour apprendre, se concentrer et être actifs.

L'enfant est apte à ajuster la quantité de nourriture qu'il ingère en fonction de la densité énergétique et de ses besoins nutritionnels. Au fur et à mesure que l'enfant se socialise, le contrôle exercé par les signaux physiologiques de faim et de satiété sur la consommation alimentaire s'amenuise progressivement, pour être supplanté par des contraintes socioculturelles.

Quand les parents exigent que l'enfant termine toujours son assiette, ils renforcent la désensibilisation aux indices internes et amplifient l'impact des éléments externes et sociaux. Acquérir l'habitude de manger uniquement aux heures prévues pour les repas, et non pas dès que l'on ressent une légère faim, et surtout, développer une sensation de faim en phase avec les horaires des repas, sont des étapes cruciales dans le processus de socialisation de l'enfant.

6. Les besoins nutritionnels des enfants scolarisés

L'être humain a des exigences nutritionnelles qui changent et évoluent tout au long de sa vie, en fonction de sa croissance, son développement et ses activités sportives. Chaque phase de la vie comporte des besoins nutritionnels particuliers.

L'enfant scolarisé nécessite une quantité importante d'énergie, étant donné qu'il est en pleine phase de croissance et mène une vie très active.

Les besoins nutritionnels définissent la quantité de nutriments ou d'énergie qui doit être consommée pour satisfaire les exigences, tout en considérant la quantité effectivement assimilée. L'assimilation varie considérablement d'une personne à l'autre, en fonction des nutriments et du type de régime alimentaire.

L'alimentation des enfants âgés de 6 à 12 ans revêt une importance particulière en raison de la phase de croissance rapide et de développement cognitif et physique qui caractérise cette tranche d'âge, ainsi que de leurs habitudes souvent très actives. Les enfants de cet âge nécessitent donc des apports spécifiques en termes de calories, macronutriments (protéines, glucides, lipides), vitamines, minéraux et eau.

Voici un récapitulatif des besoins nutritionnels essentiels pour les enfants de moins de 12 ans :

6.1. Besoins énergétiques (calories)

Les besoins caloriques varient selon l'âge, le sexe, la taille et l'activité physique de l'enfant. En moyenne :

- **Enfants de 6 à 8 ans** : environ 1 600 à 2 000 calories par jour.
- **Enfants de 9 à 12 ans** : environ 1 800 à 2 200 calories par jour.

Les besoins peuvent être plus élevés pour les enfants très actifs ou ceux qui pratiquent des sports.

6.2. Macronutriments

Les besoins en protéines

Les protéines sont indispensables au développement des muscles, des organes et des tissus, ainsi qu'à la réparation cellulaire.

- **Quantité recommandée** : environ 1,0 à 1,2 g de protéines pour chaque kilogramme de masse corporelle par jour. Par exemple, pour un enfant de 30 kg, cela correspond à environ 30-36 g de protéines par jour.
- **Sources** : viande maigre, poisson, œufs, légumineuses (haricots, lentilles), produits laitiers, noix et graines.

Les besoins en glucides

Ils constituent l'apport énergétique crucial pour les enfants, notamment pour leur activité physique et leurs fonctions cérébrales. Ils doivent être une composante majeure de l'alimentation, tout en favorisant les glucides complexes (pleins de fibres et de nutriments) plutôt que les sucres raffinés.

- **Sources** : fruits, légumes, céréales complètes, pâtes et pain complets, pommes de terre, légumineuses.

- **Recommandation** : environ 45-65 % des calories totales doivent provenir des glucides.

Les besoins en lipides

Les graisses sont importantes pour la croissance, le développement cérébral, l'absorption des vitamines liposolubles (A, D, E, K), et la production d'hormones. Cependant, il est préférable de privilégier les graisses insaturées plutôt que les graisses saturées ou trans.

- **Sources** : huiles végétales (olive, colza, tournesol), avocats, noix, graines, poissons gras (saumon, maquereau, sardines).

6.3. Minéraux et vitamines

Les vitamines et minéraux tiennent un rôle clé dans la croissance, le système immunitaire, le métabolisme, et la santé des os et des dents.

Calcium

Le calcium est essentiel pour la formation et le maintien des os et des dents.

- **Quantité recommandée** : environ 1 000 mg par jour.
- **Sources** : produits laitiers (lait, fromage, yaourt), légumes à feuilles vertes (épinards, brocolis), tofu, lait enrichi.

Fer

Le fer est nécessaire à la production des hématies et à pour éviter l'anémie.

- **Quantité recommandée** : environ 8 mg par jour pour les garçons et 10 mg pour les filles (avant la puberté).
- **Sources** : viande rouge, volaille, poisson, légumineuses (lentilles, haricots), épinards, céréales enrichies.

Magnésium

Le magnésium est nécessaire pour la fonction musculaire et nerveuse, ainsi que pour la formation des os.

- **Sources** : légumes à feuilles vertes, noix, graines, céréales complètes, chocolat noir.

Vitamine D

Elle est cruciale pour l'absorption du calcium et la santé des os. Elle soutient également le système immunitaire.

- **Quantité recommandée** : environ 15 µg (600 UI) par jour.
- **Sources** : exposition au soleil, poissons gras (saumon, maquereau), lait enrichi, œufs.

Vitamine A

La vitamine A est nécessaire pour la vision, le système immunitaire et la santé de la peau.

- **Quantité recommandée** : environ 400 µg par jour.
- **Sources** : carottes, patates douces, épinards, légumes à feuilles vertes, produits laitiers.

Vitamine C

La vitamine C appuie le système immunitaire, contribue à l'assimilation du fer et promeut la santé de la peau.

- **Quantité recommandée** : environ 25-45 mg par jour.
- **Sources** : agrumes (oranges, citrons), fraises, kiwis, poivrons, brocolis.

Vitamines du groupe B (B1, B2, B3, B6, B12)

Les vitamines B aident à la production d'énergie, au métabolisme et à la santé du système nerveux.

- **Sources** : céréales complètes, légumineuses, viande, volaille, poisson, œufs, produits laitiers.

6.4. Fibres

Les fibres aident à maintenir un système digestif sain et à prévenir la constipation. Elles contribuent également à la régulation de la glycémie et à la sensation de satiété.

- **Quantité recommandée** : environ 25 à 30 g par jour.
- **Sources** : fruits, légumes, céréales complètes, légumineuses, noix et graines.

6.5. Eau

L'hydratation est essentielle pour tous les processus corporels. L'eau est la meilleure source d'hydratation.

- **Quantité recommandée** : environ 1,5 à 2 litres par jour (varie selon l'activité physique et les conditions climatiques).
- Il est conseillé d'éviter les liquides sucrés (sodas, jus de fruits industriels) et de privilégier l'eau et les infusions non sucrées.

7. Les apports nutritionnels conseillés pour les enfants de 6-12 ans

Il convient de faire la distinction entre les deux notions de besoin nutritionnel et d'apport recommandé : Tandis que le premier se concentre sur les individus, le second se focalise sur une population, c'est-à-dire un vaste groupe d'individus jugés en bonne santé. Le premier est lié à l'expérimentation et à un but médical, tandis que le second se positionne dans une approche de santé publique.

Les recommandations nutritionnelles pour les enfants âgés de 6 à 12 ans doivent soutenir leur croissance rapide, leur développement physique et mental, ainsi que leur niveau élevé d'activité élevée. Ils nécessitent un régime équilibré, comprenant majoritairement des glucides complexes (45-65 % de l'énergie apportée), des protéines (1,0 à 1,2 g/kg de masse corporelle) et des matières grasses saines (25-35 % de l'apport énergétique). Il est crucial d'assurer un apport quotidien en calcium (1 000 mg), fer (8 à 10 mg), vitamine D (15 µg) et vitamine A (400 µg) pour maintenir la santé des os, du sang et du système immunitaire. Les fibres alimentaires (25-30 g/jour) sont également importantes pour la digestion. Il est également essentiel de maintenir une bonne hydratation (1,5 à 2 litres d'eau quotidienne), en évitant autant que possible les sucres ajoutés et en favorisant une alimentation diversifiée à base de produits frais et complets.

5. Chapitre 4. La nutrition des adolescents

La nutrition des adolescents est cruciale pour soutenir leur croissance rapide, le développement physique et cognitif, ainsi que les changements hormonaux caractéristiques de cette période. Les adolescents ont des besoins accrus en calories, protéines, glucides, graisses, vitamines et minéraux pour accompagner leur développement.

1. Les besoins nutritionnels des adolescents

Les besoins nutritionnels des adolescents sont particulièrement importants en raison de la période de croissance rapide et des changements hormonaux qu'ils traversent. Cette phase de développement nécessite des apports énergétiques et nutritionnels accrus pour soutenir leur santé physique et mentale. Voici un résumé des principaux besoins nutritionnels des adolescents :

1.1. Énergie (calories)

En raison de leur croissance accélérée et de leur pratique physique, les adolescents requièrent un apport calorique supérieur à celui des enfants plus jeunes.

- **Filles (14-18 ans) :** environ **1 800 à 2 400 calories** par jour.
- **Garçons (14-18 ans) :** environ **2 200 à 2 800 calories** par jour. Les besoins peuvent augmenter pour les adolescents très actifs ou pratiquant des sports.

1.2. Protéines

Elles sont nécessaires pour la construction et la réparation des tissus corporels, la croissance musculaire, ainsi que pour le système immunitaire.

- **Apport recommandé :** **1,0 à 1,2 g** de protéines par kilogramme de masse corporelle au quotidien.
- **Sources :** viande maigre, poisson, œufs, légumineuses, produits laitiers, noix, graines.

1.3. Glucides

Les glucides fournissent la source d'énergie principale, en particulier pour la pratique d'activités physiques et pour le fonctionnement cérébral.

- **Apport recommandé** : 45-65 % de l'apport énergétique total doit provenir des glucides.
 - Il est essentiel de favoriser les glucides complexes (comme les céréales complètes, les fruits et les légumes) plutôt que les sucres simples (tels que les sodas et les friandises).
 - **Sources** : céréales complètes, fruits, légumes, légumineuses, riz complet, pommes de terre.

1.4. Lipides

Les graisses sont cruciales pour la production d'hormones, le développement du cerveau et l'absorption des vitamines liposolubles (A, D, E, K).

- **Apport recommandé** : 25-35 % de l'apport énergétique total.
 - Il est essentiel de privilégier les graisses insaturées (huiles végétales, avocats, noix) et de limiter les graisses saturées et trans (beurre, fritures).
 - **Sources** : huiles végétales (olive, colza), poissons gras (saumon, maquereau), avocats, noix, graines.

1.5. Vitamines et minéraux essentiels

Calcium

Le calcium est très important pour la formation des os et des dents, surtout pendant la période de croissance osseuse rapide.

- **Apport recommandé** : 1 200 mg par jour.
- **Sources** : produits laitiers (lait, yaourt, fromage), tofu, légumes à feuilles vertes, lait enrichi.

Fer

Le fer est indispensable pour la fabrication des hématies et le transport de l'oxygène. Les jeunes filles, spécifiquement, présentent un besoin accru en fer du fait de leurs règles.

- **Apport recommandé** : 11 et 15 mg par jour pour les garçons et pour les filles respectivement.
- **Sources** : viande rouge, volaille, poisson, légumineuses, épinards, céréales enrichies.

Vitamine D

La vitamine D est nécessaire à l'absorption du calcium et à la santé des os.

- **Apport recommandé** : 15 µg (600 UI) par jour.
- **Sources** : exposition au soleil, poissons gras, lait enrichi, œufs.

Vitamine A

Elle est cruciale pour la vision, la croissance cellulaire, la peau et le système immunitaire.

- **Apport recommandé** : 600 µg par jour.
- **Sources** : carottes, patates douces, légumes à feuilles vertes, produits laitiers.

Vitamine C

La vitamine C soutient le système immunitaire, aide à l'assimilation du fer et promue la santé des tissus conjonctifs.

- **Apport recommandé** : 65 à 75 mg par jour.
- **Sources** : agrumes (oranges, citrons), kiwis, fraises, poivrons, brocolis.

Magnésium

Le magnésium est impliqué dans la contraction musculaire, la fonction nerveuse et la production d'énergie.

- **Apport recommandé** : 300-400 mg par jour.
- **Sources** : légumes à feuilles vertes, noix, graines, céréales complètes, chocolat noir.

1.6. Fibres

Les fibres sont importantes pour une digestion saine, la régulation du métabolisme et la prévention des maladies chroniques.

- **Apport recommandé** : environ 25-30 g par jour.
- **Sources** : fruits, légumes, céréales complètes, légumineuses, noix et graines.

1.7. Eau

Pour le fonctionnement optimal du corps, surtout chez les adolescents dynamiques, l'hydratation est indispensable.

- **Apport recommandé** : environ 2 à 2,5 litres par jour en fonction du climat et des dépenses physiques.
- **Boissons à privilégier** : eau, tisanes, thé non sucré.

2. La nutrition et le développement pubertaire

L'alimentation est fondamentale pour le développement pubertaire, en soutenant la croissance physique, la maturation sexuelle et les changements hormonaux propres à cette phase. Durant la puberté, les exigences nutritionnelles connaissent une hausse significative afin de soutenir le développement accéléré des os, des muscles et des organes reproducteurs. Il est crucial d'avoir une diète riche en calories, protéines, calcium, fer, vitamines et graisses bénéfiques pour soutenir ces transformations.

Les protéines favorisent la croissance musculaire et cellulaire, les glucides apportent l'énergie requise pour la pratique d'activité physique et au développement cérébral, tandis que les graisses sont cruciales pour la production d'hormones sexuelles. Le calcium et la vitamine D sont indispensables pour la santé des os, tandis que le fer soutient la production de globules rouges et la régulation hormonale, surtout chez les filles. Une bonne hydratation est aussi essentielle pour maintenir l'équilibre corporel.

Une mauvaise alimentation, marquée par des carences ou des excès (comme les sucres ajoutés et les graisses saturées), peut perturber le développement pubertaire, entraînant des retards de croissance, des troubles hormonaux, et des risques de maladies à long terme. Une nutrition équilibrée soutient donc non seulement la croissance physique, mais aussi le bien-être global des adolescents durant cette phase de développement.

2.1. Les besoins en fer et calcium des adolescents

Les besoins en fer et en calcium sont particulièrement importants pendant l'adolescence. Voici un détail sur ces deux nutriments essentiels :

2.1.1. Besoins en Fer

Le fer est essentiel pour la fabrication de globules rouges et le transport de l'oxygène dans le système circulatoire. Il participe aussi au développement cérébral et à la fonction immunitaire. Durant la puberté, l'accroissement rapide et les modifications hormonales entraînent une augmentation des besoins en fer. Les besoins recommandés en fer pour les adolescents sont :

- **Garçons (14-18 ans)** : environ 11 mg de fer par jour.
- **Filles (14-18 ans)** : environ 15 mg de fer par jour, car elles perdent du fer pendant les menstruations.

Le fer se trouve sous deux formes :

- **Fer héminique** (d'origine animale) : la forme la mieux assimilée par le corps. On le trouve dans les viandes rouges (boeuf, agneau), la volaille, le poisson, les fruits de mer.
- **Fer non héminique** (d'origine végétale) : présent dans les légumineuses (lentilles, pois chiches), les céréales complètes, les épinards, les noix et les graines. Toutefois, son absorption est moins efficace, et il est conseillé de le consommer avec des aliments riches en vitamine C pour améliorer son assimilation.

Les carences en fer peuvent entraîner une anémie ferriprive, qui provoque de la fatigue, une pâleur, des vertiges et une diminution de la concentration.

2.1.2. Besoins en Calcium

Le calcium est crucial dans le développement et la robustesse des os et des dents, surtout durant l'adolescence, une phase marquée par une croissance osseuse accélérée. Il est essentiel d'avoir une diète riche en calcium durant la puberté pour favoriser un pic de densité osseuse qui servira de protection contre l'ostéoporose ultérieurement. Pour les adolescents, les apports calciques suggérés sont :

- **Garçons et filles (9-18 ans)** : environ 1 200 mg de calcium/ jour.

Sources de calcium :

- **Produits laitiers** : Lait, yaourt, fromage.
- **Aliments enrichis** : Certains laits végétaux (amande, soja) et céréales sont enrichis en calcium.
- **Légumes à feuilles vertes** : Brocolis, épinards, chou kale.
- **Autres sources** : Tofu, sardines en conserve avec arêtes, amandes, figues sèches.

Une carence en calcium peut entraîner une réduction de la densité osseuse et augmenter le risque de fractures. En plus, une consommation insuffisante de calcium pendant l'adolescence peut limiter le potentiel de développement osseux et augmenter le risque de problèmes osseux à l'âge adulte.

En définitive, il est essentiel que les adolescents absorbent suffisamment de ces nutriments pour favoriser leur développement, en optant pour une alimentation diversifiée et équilibrée. Une nutrition inadéquate peut donner lieu à des soucis de santé tels que l'anémie et la fragilité des os.

2.2. Impact des habitudes alimentaires sur le développement pubertaire

Les habitudes alimentaires tiennent un rôle important dans le processus de la puberté, car une nutrition adéquate fournit les nutriments indispensables pour assurer la croissance et la maturation sexuelle. Une diète saine, comprenant des protéines, des vitamines, des minéraux et des acides gras, stimule la fabrication d'hormones telles que la testostérone et les œstrogènes. Ces hormones régulent les changements physiques et physiologiques de la puberté.

A l'inverse, une malnutrition ou une nutrition déséquilibrée riche en glucides ajoutés, huiles saturées et produits transformés peut retarder l'apparition de la puberté, perturber le développement des caractères sexuels secondaires et affecter la santé globale à long terme. Ainsi, une bonne nutrition est fondamentale pour soutenir une puberté saine et harmonieuse.

3. Comportements alimentaires et influence sociale

Les habitudes alimentaires des adolescents peuvent être influencées par de nombreux facteurs sociaux, psychologiques et environnementaux, comme le stress, la pression des pairs, la publicité, les régimes restrictifs ou les troubles de l'alimentation. Une éducation nutritionnelle appropriée et un soutien familial sont essentiels pour encourager des choix alimentaires sains pendant cette période.

L'adolescence est une période de changements dans les habitudes alimentaires. Ils peuvent parfois être à l'origine d'une consommation inappropriée de certains aliments. C'est pourquoi une attention particulière doit être portée à la consommation de graisses, au grignotage et à l'équilibre des repas.



Les adolescents sautent des repas, mangent à l'extérieur, en groupe ou avec des amis, suivent un régime, excluent certains aliments de leur alimentation, grignotent.

Par conséquent, suggérez aux adolescents :

- d'éviter la consommation d'aliments riches en graisses (comme les collations, les pizzas, les hamburgers ou les sodas) et de privilégier davantage les fruits et légumes.
- Il faut éviter de manquer des repas, en particulier le petit déjeuner, et ne pas manger entre les repas (à 15 ans, 43 % n'ont pas l'habitude de prendre un petit déjeuner régulièrement alors que c'était le cas pour 28 % d'entre eux à 11 ans). À peine 20 % des adolescents intègrent un fruit et un légume dans leur alimentation quotidienne, tandis que la moitié d'entre eux consomment régulièrement des sucreries ou des boissons sucrées.
- Pratiquer tous les jours une activité physique (minimum une demi-heure, idéalement une heure quotidienne) ;
- Réduire les périodes de sédentarité passées à regarder des écrans, allongé ou assis pendant de longues durées ;
- Optimiser la qualité de son sommeil afin de prévenir les assoupissements durant la journée, qui troublent le cycle de vie.

3.1. Anorexie, boulimie : des pathologies alimentaires qui peuvent révéler un mal-être

Malheureusement, l'alimentation et l'adolescence ne s'accordent pas toujours bien. Si l'alimentation de l'adolescent suscite des inquiétudes, il est nécessaire d'en informer son docteur. Pour les jeunes, une suralimentation ou un manque de nourriture peuvent représenter une forme d'expression et un moyen de capter l'attention. Un soutien nutritionnel ou médical ainsi qu'un accompagnement psychologique peuvent s'avérer d'une grande assistance.

L'obsession grandissante pour la minceur, particulièrement chez les adolescentes et plus spécifiquement les filles, est devenue une préoccupation majeure ces dernières années.

À l'âge de quinze ans, 50% des filles affirment avoir besoin de suivre un régime, bien qu'à ce stade, seulement une fille sur dix soit réellement en surpoids.

On constate cette tendance de manière de plus en plus courante chez les filles préadolescentes vers l'âge de dix ans. D'après une recherche, 37 % des filles âgées de onze ans affirment suivre ou avoir besoin de suivre un régime, bien que moins de 10 % d'entre elles soient en surpoids. Cette obsession engendre des problèmes de santé qui varient de la malnutrition et des déficits nutritionnels aux troubles alimentaires.

Les conseils diététiques pour les adolescents sont les mêmes que ceux destinés aux enfants : favoriser la diversité et la variété alimentaire, opter pour de véritables repas, réduire la consommation de sodas et d'aliments riches en graisses, veiller à un apport suffisant en féculents, légumes, fruits et produits laitiers. En ce qui concerne les comportements alimentaires inappropriés d'un adolescent, il est conseillé d'éviter une attitude laxiste, tout en s'abstenant de tenir un discours moralisateur ou d'imposer des restrictions excessives. La patience, l'humour, l'écoute et... la créativité sont les outils les plus efficaces pour accompagner les adolescents vers une alimentation équilibrée.

4. Installation des bonnes habitudes alimentaires jeune

Les pratiques alimentaires familiales ont un impact sur l'alimentation de l'adolescent : le fait de partager les repas en famille, d'éviter les écrans pendant le repas, de prendre son temps pour manger et d'être à l'écoute des signaux de satiété, d'essayer des aliments nouveaux ou sous une autre forme, etc.

Encouragez votre adolescent à se joindre à vous pour le dîner familial en lui proposant de sélectionner le repas une fois par semaine ou de préparer les plats avec vous. Ces instants vous donneront l'occasion d'observer le développement de ses préférences culinaires et de lui enseigner les fondamentaux de la cuisine.

Vous avez aussi la possibilité d'aider votre adolescent à cultiver son sens critique vis-à-vis du marketing alimentaire, principalement destiné aux jeunes : analyser les étiquettes pour comprendre la composition de ses aliments favoris (de nombreuses applications sont disponibles), prendre du recul face à certaines publicités, appréhender le Nutri-score.

Des thèmes tels que la bataille contre le gaspillage alimentaire, l'importance de consommer local ou encore d'adopter une consommation écologiquement responsable peuvent pimenter vos échanges autour de la table ! Peu importe l'âge, le repas demeure un moment crucial de convivialité et de partage social.

-Éviter les régimes restrictifs et les excès, évitez de couper complètement des groupes alimentaires comme les graisses saines ou les glucides complexes, qui sont essentiels pour le corps. Il vaut mieux privilégier une alimentation équilibrée et modérée au lieu de s'astreindre à des régimes radicaux.

- Consommer des repas réguliers : Les adolescents se doivent de prendre trois repas essentiels (petit-déjeuner, déjeuner, dîner) et d'incorporer des encas nutritifs entre les principaux pour conserver un niveau d'énergie constant durant toute la journée.

-Privilégier le petit-déjeuner : Le petit-déjeuner est essentiel pour fournir de l'énergie au corps après une nuit de sommeil. Un petit-déjeuner équilibré aide à maintenir une concentration optimale et régule la faim pendant la matinée.

-Limiter la consommation d'aliments transformés et sucrés : Les aliments ultra-transformés (snacks sucrés, boissons sucrées, fast food, etc.) sont souvent riches en graisses saturées, sucres ajoutés, sel et calories vides, sans apport nutritionnel significatif. Limitez les sodas, jus sucrés, gâteaux, bonbons, et autres collations industrielles et optez pour des encas sains : fruits frais, yaourt nature, noix, barres granola maison.

-Boire suffisamment d'eau ; l'eau est la meilleure source d'hydratation, et elle aide à maintenir l'équilibre corporel, à améliorer les performances physiques et à favoriser la digestion.

-Manger lentement et être à l'écoute de sa faim : Les adolescents peuvent parfois manger trop vite ou par ennui, ce qui peut entraîner une surconsommation alimentaire et une mauvaise digestion. Il est donc essentiel de :

- **Prendre le temps de manger** : Cela permet au cerveau de recevoir les signaux de satiété et d'éviter les excès.
- **Écouter les signaux de faim et de satiété** : Manger lorsque l'on a réellement faim et arrêter de manger lorsque l'on est rassasié.

- Prendre garde à la taille des portions : Les adolescents ont tendance à se nourrir selon la quantité de nourriture disponible et les portions proposées. Une prise de conscience des portions peut prévenir la consommation excessive d'aliments et contribuer à conserver un poids équilibré.

- **Utilisez des assiettes plus petites**, incorporez plus de fruits et de légumes dans les repas, et faites attention aux aliments riches en calories.

6. Chapitre 5. Origine fœtale des maladies à l'âge adulte

L'idée que les conditions de vie durant la grossesse peuvent avoir un impact sur la santé de l'individu à l'âge adulte est une notion qui a vu le jour dans les années 1990, connue sous le nom « d'hypothèse de l'origine fœtale des maladies » ou par son acronyme anglais DOHAD « Developmental Origins of Health and Disease » faisant suite aux recherches de David Barker.

La théorie de Barker, proposée par l'expert britannique David Barker, se base sur l'idée que les conditions de vie dans l'utérus, notamment la nutrition, influencent significativement la santé à long terme, bien après la naissance. D'après cette hypothèse, des perturbations survenant tôt, y compris durant la grossesse, peuvent influencer le développement du fœtus et configurer l'organisme de manière à favoriser certaines pathologies chroniques à l'âge adulte, comme les affections cardiovasculaires.

1. Fondement de la théorie de Barker

Barker a observé que certaines populations ayant souffert de famine ou de malnutrition pendant la grossesse semblaient avoir un taux plus élevé de maladies cardiovasculaires et de diabète à l'âge adulte.



Il a suggéré que les conditions dans lesquelles se développe le fœtus peuvent affecter les organes et les systèmes vitaux, ce qui influence leur fonctionnement au long de la vie.

Ainsi, l'origine fœtale des maladies serait liée à des adaptations biologiques ou des modifications physiopathologiques du fœtus en réponse à un environnement intra-utérin défavorable, comme la malnutrition ou les stress environnementaux. Ces modifications se manifesteraient par une programmation biologique, où le corps de l'individu, une fois adulte, fonctionnerait selon des modèles adaptés à un environnement de pénurie ou de stress, mais qui se révéleraient nuisibles à long terme, lorsque l'individu est exposé à des conditions de vie plus riches et plus stables.

2. Les mécanismes de la programmation fœtale

L'idée centrale de la théorie de Barker repose sur le concept de programmation fœtale. Pendant la grossesse, le fœtus est en constante interaction avec l'environnement de sa mère, et cette interaction peut influencer son développement de manière profonde, notamment à travers :

- **Les facteurs nutritionnels** : Une mauvaise alimentation maternelle (carence en nutriments essentiels, par exemple en protéines, en acides gras essentiels, en vitamines et en minéraux) peut conduire à des retards de croissance fœtale, affectant la croissance du cœur, des vaisseaux sanguins, des reins, du cerveau et d'autres organes clés.
- **Le stress maternel** : Le stress, associé à une sécrétion accrue de cortisol, peut modifier la croissance du fœtus, surtout de son cerveau et de son système cardiovasculaire.
- **Les facteurs hormonaux** : Le fœtus est soumis à des concentrations précises d'hormones maternelles telles que les glucocorticoïdes (cortisol), les œstrogènes et la progestérone. Des concentrations trop hautes ou trop basses de certaines hormones durant le développement fœtal peuvent avoir un impact sur la régulation de la pression sanguine, du métabolisme des lipides et du glucose.

Ces facteurs peuvent engendrer des adaptations permanentes du développement physiologique, qui s'avéreront défavorables lorsque l'environnement postnatal changera.

3. Les observations et les études sur l'origine fœtale des maladies

L'éventuelle idée que l'origine fœtale des maladies repose sur plusieurs observations et études épidémiologiques :

- **L'étude des survivants de la famine néerlandaise de 1944-1945** : Cette famine a révélé que les enfants issus de mères qui ont souffert de malnutrition durant la grossesse présentent une probabilité accrue de développer des pathologies cardiovasculaires, du diabète de type 2 et éventuellement des troubles psychiatriques à l'âge adulte.
- **L'étude du syndrome de la petite taille à la naissance** : Les nourrissons qui naissent avec un poids inférieur à la normale, généralement à cause de la malnutrition maternelle, sont plus susceptibles de souffrir de maladies chroniques à l'âge adulte, comme des affections cardiovasculaires, de l'hypertension et des désordres métaboliques.
- **Les études sur les animaux** : Des études sur des modèles animaux ont démontré que des conditions de nutrition pauvres pendant la grossesse pouvaient entraîner des anomalies dans le développement de divers organes, entraînant des dysfonctionnements plus tard dans la vie, tels que des maladies cardiaques, rénales et métaboliques.

4. Les principales maladies associées à l'origine fœtale selon la théorie de Barker

- **Maladies cardiovasculaires** : Barker a établi un lien direct entre la malnutrition ou le retard de croissance fœtal et une augmentation du risque de maladies cardiovasculaires (telles que l'hypertension, l'athérosclérose et les accidents vasculaires cérébraux) à l'âge adulte. Le fœtus qui subit une carence nutritionnelle peut avoir un cœur et des vaisseaux sanguins moins bien développés, avec une capacité réduite à gérer les défis métaboliques futurs.
- **Diabète de type 2 et obésité** : Une exposition à un contexte de carence alimentaire *in utero* peut provoquer des irrégularités dans la gestion de la production d'insuline, ce qui accroît le risque de développer un diabète de type 2 et une obésité à l'âge adulte. Il est possible de programmer le métabolisme des glucides et des lipides pour stocker plus d'énergie sous forme grasse en réaction à un environnement déficitaire.
- **Troubles du développement neurologique et psychiatrique** : Un fœtus exposé à des conditions stressantes ou malnutries peut également voir son développement cérébral perturbé, ce qui augmente le risque de troubles mentaux tels que la dépression, l'anxiété ou même la schizophrénie. Le stress maternel ou la malnutrition peuvent altérer la formation de connexions neuronales cruciales pour la santé mentale.
- **Cancers** : Il a été montré que des expositions *in utero* à certains facteurs de stress environnementaux, comme des toxines ou des produits chimiques, pourraient contribuer au développement de cancers plus tard dans la vie, en modifiant le fonctionnement de certaines cellules dans le fœtus.

5. Implications et applications de la théorie de Barker

La théorie de Barker porte une signification profonde pour la santé publique et les politiques de santé :

- **Prévention des pathologies chroniques** : En intervenant tôt, notamment pendant la grossesse, pour améliorer la nutrition maternelle et la gestion du stress, il est possible de baisser significativement le risque de maladies chroniques pour les générations futures.
- **Surveillance prénatale** : Une attention accrue à la santé de la mère durant la grossesse, avec des mesures pour prévenir la malnutrition, la dépression ou le stress, pourrait avoir un effet sur la prévention des maladies à long terme.
- **Éducation à la nutrition** : Des programmes d'éducation à la nutrition pour les femmes enceintes et les jeunes adultes peuvent aider à assurer des grossesses en santé et, par conséquent, à promouvoir la santé des générations futures.

Pour résumer, la théorie de Barker a révolutionné notre compréhension des sources des maladies chroniques en soulignant l'importance des phases initiales de la vie, en particulier la période prénatale. Elle a tracé la voie pour des stratégies préventives axées sur la santé des mères et des enfants, dans le but de minimiser les risques de maladies à long terme. Actuellement, ce concept est largement incorporé dans les secteurs de la médecine, de l'alimentation et de la santé communautaire.

Conclusion

La nutrition pédiatrique et l'origine foétale des maladies examine l'importance primordiale de la nutrition dès les premières étapes de la vie, en soulignant les relations entre la diète maternelle durant la grossesse, le développement fœtal et le bien-être futur de l'enfant. Il traite en particulier de la théorie de Barker, selon laquelle des conditions nutritionnelles précoces dans le ventre maternel peuvent « programmer » le métabolisme et accroître la probabilité de diverses maladies à l'âge adulte, comme l'obésité, le diabète de type 2 ou les affections cardiovasculaires.

Le document met l'accent sur l'importance des 1 000 premiers jours de vie (de la conception jusqu'aux deux ans de l'enfant) en tant que période cruciale pour prévenir les maladies chroniques, tout en soulignant les besoins nutritionnels particuliers du nourrisson, de l'enfant et de l'adolescent. Il met finalement l'accent sur l'importance primordiale de l'allaitement maternel, de l'introduction progressive des aliments et d'une nutrition équilibrée pour assurer un développement optimal et une santé pérenne.

Pour conclure, il est crucial d'adopter une alimentation appropriée à chaque phase de la vie, de la grossesse jusqu'à l'adolescence, afin d'assurer un développement optimal, une croissance saine et une prévention efficace des maladies à l'âge adulte. Il est crucial que les professionnels de la santé, les parents et les éducateurs participent activement à la promotion d'une alimentation saine et prennent conscience des enjeux liés à la nutrition des enfants.

6. Bibliographie

Dai W, White R, Liu J, Liu H. Organelles coordinate milk production and secretion during lactation: Insights into mammary pathologies. *Progress in Lipid Research*.2022; 86:101159. <https://doi.org/10.1016/j.plipres.2022.101159>.

Delplanque B, Gibson R, Koletzko B, Lapillonne A and Strandvik B. Lipid Quality in Infant Nutrition: Current Knowledge and Future Opportunities. *JPGN*. 2015; 61 (1):8-17.

Edward R. Yeomans, Barbara L. Hoffman, Larry C. Gilstrap, F. Gary Cunningham, John O. Schorge, Karen D. Bradshaw, Lisa M. Halvorson, Joseph I. Schaffer, Marlene M. Corton, Kenneth J. Leveno, Jodi S. Dashe, Catherine Y. Spong, Brian M. Casey (2022). *Williams Obstetrics* (25th ed.). New York, NY: McGraw-Hill Education.

Richter M, Baerlocher K, Bauer JM, Elmadfa I, Heseker H, Leschik-Bonnet E, Stangl G, Volkert D, Stehle P. Revised Reference Values for the Intake of Protein. *Ann Nutr Metab*. 2019; 74: 242-250.

Schlembach Dietmar. Fetal Growth Restriction–Diagnostic Work-up, Management and Delivery. *Geburtsh Frauenheilk Science*.2020; 80(10): 1016–1025. DOI: 10.1055/a-1232-1418.

Stan SV, Grathwohl D, O'Neill LM, Saavedra JM, Butte NF, Cohen SS. Estimated Energy Requirements of Infants and Young Children up to 24 Months of Age. *Curr Dev Nutr*. 2021; 5(11):nzab122. Doi : 10.1093/cdn/nzab122. eCollection 2021 Nov.

Suzan ÖK, Kaya Ö, Kolukisa T, Koyuncu O, Tecik S, Çınar N. Water consumption in 0-6-month-old healthy infants and effective factors: A systematic review. *Biomédica*. 2023 ; 43:181-99. <https://doi.org/10.7705/biomedica.6745>.

Tizard IR. (2023).The evolution and role of lactation(Chapter 3). *Comparative Mammalian Immunology*, p. 29-39. <https://doi.org/10.1016/b978-0-323-95219-4.00009-5>.

Tsikouras P, Antsaklis P, Nikolettos K, Kotanidoou S, Kristsotaki N, Bothou A, Andreou S, Nalmpanti T, Chalkia K, Spanakis V, Iatrakis G and Nikolettos N.Diagnosis, Prevention, and Management of Fetal Growth Restriction (FGR). *J. Pers. Med*. 2024; 14(7): 698. <https://doi.org/10.3390/jpm14070698>.

Zakharova IN & Davydovskaya AA. What we should know about the carbohydrate component of infant formula. *Meditinskiy sovet = Medical Council*. 2021; (11):57–65. (In Russ.) <https://doi.org/10.21518/2079-701X-2021-11-57-65>.

https://www.aly-abbara.com/echographie/Atlas_echographie/images/serie_02/perimetre_abdominal_2.jpg