



Reçu le :
10 novembre 2014
Accepté le :
21 août 2015

Prévalence et déterminants de l'anémie chez le jeune enfant en Afrique francophone – Implication de la carence en fer[☆]

Prevalence and determinants of anemia in young children in French-speaking Africa. Role of iron deficiency

S. Diouf^a, M. Folquet^b, K. Mbofung^c, O. Ndiaye^d, K. Brou^e, C. Dupont^f, D. N'dri^g, M. Vuillerod^h, V. Azaïs-Braesco^{i,*}, E. Tetanye^j

^a Institut de pédiatrie, université Cheikh Anta Diop, BP 5593, Dakar, Sénégal

^b Service de pédiatrie, CHU Cocody, université Houphouët Boigny, 25 BP 567, Abidjan 25, Côte d'Ivoire

^c Biochimie et nutrition humaine, université de Bamenda, BP 516, Bamenda, Cameroun

^d Service de pédiatrie et néonatalogie, CHU Abass Ndao, université Cheikh Anta Diop, BP 15872, Dakar, Sénégal

^e Laboratoire de nutrition et sécurité alimentaire, université Nangui Abrogoua, 02 BP 801, Abidjan 02, Côte d'Ivoire

^f Service des explorations digestives et fonctionnelles, hôpital Necker, 149, rue de Sèvres, 75015 Paris, France

^g Recherche et développement, Danone Nutricia Africa & Overseas – Cocody, 2, plateaux Vallons, 28 BP 651, Abidjan, Côte d'Ivoire

^h Danone Nutricia Africa & Overseas, 383, rue Philippe-Héron, 69653 Villefranche-sur-Saône cedex, France

ⁱ VAB-nutrition, 1, rue Claude-Danziger, 63100 Clermont-Ferrand, France

^j Université de Yaoundé, BP 2036, Yaoundé, Cameroun

Disponible en ligne sur

ScienceDirect

www.sciencedirect.com

Summary

Anemia and iron deficiency are major public health issues worldwide and particularly in Africa. Reliable information about their prevalence and associated factors is required to allow for effective actions. In this study, we used data from recent (2006–2012) large population health surveys, carried out in 11 French-speaking African countries (Benin, Burkina Faso, Cameroon, Congo Brazzaville, Ivory Coast, Gabon, Guinea, Mali, Niger, Democratic Republic of Congo, and Senegal). Hemoglobin (Hb) was assessed and demographic and health-related parameters were obtained from nation-representative samples of children aged 6–59 months. Anemia (Hb < 11 g/dL) was found in 72.4% of the children (60.2–87.8%), with no gender difference but a slightly lower incidence in older children (62% at age 4–5 years versus 85% at age 9 months), especially for the more severe forms (2.1% versus 8.7%, respectively). Anemia was only slightly but significantly affected by location (75.5% in rural areas versus 67.3% in towns), income (79.8% in lower quintile of income

Résumé

L'anémie et la carence en fer sont des questions de santé publique majeures au niveau mondial. Ce travail synthétise la situation existant chez l'enfant de 6 mois à 5 ans dans 11 pays d'Afrique francophone, à partir d'études démographiques de santé récentes et d'une recherche bibliographique complémentaire. La prévalence de l'anémie (taux d'hémoglobine [Hb] < 11 g/L) chez les enfants s'établit à 72,4 % (60,2–87,8 %) ; elle est légèrement plus élevée chez les jeunes enfants, notamment pour les formes sévères, que chez les enfants de plus de 3 ans. Près de 50 % des femmes en âge de procréer sont anémiées. Moins de la moitié des enfants consomment régulièrement des aliments riches en fer et seulement 12,6 % d'entre eux reçoivent des suppléments de fer. La malnutrition (protéino-énergétique et vitaminique) contribue à la survenue d'une anémie. L'existence d'un statut inflammatoire, d'origine infectieuse ou parasitaire, modifie certains critères d'évaluation de la carence en fer dont le diagnostic devient alors délicat. Dans les populations étudiées, le

[☆] Ce travail a été réalisé avec le soutien financier de Danone Nutricia Africa & Overseas.

* Auteur correspondant.

e-mail : veronique.braesco@vab-nutrition.com (V. Azaïs-Braesco).

versus 62.3% in higher quintile), or maternal education (74.1% in children from non-educated mothers versus 62.4% in children whose mothers had secondary education). Nearly 50% of women of child-bearing age had anemia. In the countries that report this information, less than 50% (17–65%) of children consumed iron-rich foods regularly and only 12% (7.4–20.5%) received iron supplementation. Infection and parasitism are known to affect some markers of iron status, because of the inflammatory reaction, thereby making the diagnosis of iron deficiency difficult. In the study countries, acute respiratory diseases and diarrhea affected 6.2 and 15.6% of children aged between 6 and 59 months, respectively; their distribution according to age and location is very different from the one of anemia, which is also the case for the distribution of malaria. It is thus likely that a large part of the anemia observed in young children is due to iron deficiency, although further research is needed to confirm this. This fully justifies the nationwide programs of iron fortification of flour, currently undergoing in most countries of French-speaking Africa. Their formal evaluation is still pending but the initial data suggest some efficacy, although far from optimal. It is thus likely that a more holistic approach, including iron fortification, actions against undernutrition and parasitism in children, and actions in favor of improving young women's iron and nutritional status, together with appropriate communication and education objectives, would be more effective.

© 2015 Elsevier Masson SAS. All rights reserved.

1. Introduction

Dans une étude publiée en 2005, l'anémie touchait plus de 47 % des enfants de moins de 5 ans au niveau mondial [1]. Ce taux est d'environ 40 % en Amérique du Sud, 17 % en Europe et atteint 64,6 % sur le continent africain, ce qui représente plus de 90 millions d'enfants. La carence en fer, qui constitue l'une des principales causes d'anémie en Afrique, affecte de manière profonde le développement cognitif des jeunes enfants et altère donc leurs capacités d'apprentissage et leur insertion sociale et économique ultérieure [2,3]. La croissance et les performances physiques sont également touchées [4] ainsi que les défenses immunitaires, augmentant la morbidité infectieuse [5,6]. C'est pour ces différentes raisons que l'éradication de la carence en fer est une priorité de santé publique et une des grandes causes sanitaires internationales [7]. Cependant, de nombreuses questions demeurent encore sans réponse en ce qui concerne la prévalence réelle et les facteurs étiologiques de la carence martiale dans les pays en développement, limitant souvent la portée des stratégies mises en œuvre.

L'objectif de ce travail était d'effectuer une analyse de la situation d'une large partie de l'Afrique francophone (Bénin, Burkina Faso, Cameroun, Congo Brazzaville, Côte d'Ivoire, Gabon, Guinée, Mali, Niger, République démocratique du

niveau de prévalence du paludisme et des infections intestinales et respiratoires, et leur distribution suggèrent toutefois qu'une large partie des anémies observées seraient ferriprives. Ceci justifie les vastes programmes de fortification en fer de la farine mis en œuvre dans la quasi-totalité de la zone étudiée. Bien que leur efficacité n'ait pas encore été formellement évaluée, une amélioration semble se dessiner. Elle reste cependant modérée et des actions complémentaires sont nécessaires.

© 2015 Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

Congo et Sénégal) en matière d'anémie et de carence en fer. Cette synthèse cherche également à identifier les déterminants possibles de la carence en fer et discute des stratégies de lutte existantes.

2. Rappels sur les marqueurs de l'anémie et de la carence en fer

L'anémie correspond à un état dans lequel le nombre de globules rouges, ou leur capacité à transporter l'oxygène (c'est-à-dire le taux d'hémoglobine [Hb]), est insuffisant. D'après l'Organisation mondiale de la santé (OMS), chez l'enfant de 6 mois à 5 ans, un taux d'Hb inférieur à 11 g/dL signe une anémie, qui est légère jusqu'à 10 g/dL, modérée entre 7 et 10 g/dL et sévère en deçà de 7 g/dL (<http://www.who.int/vmnis/indicators/haemoglobin.pdf>). Ces valeurs doivent être adaptées à l'altitude. Bien qu'ils soient les plus souvent utilisés, notamment dans les pays en développement, ces seuils ne font pas l'objet d'un consensus universel et des valeurs différentes peuvent parfois être utilisées. L'évaluation du statut en fer s'appuie sur différents marqueurs : l'Hb peut être considérée comme la forme circulante du fer, alors que la ferritine ou le niveau de saturation du récepteur de la transferrine reflètent l'état des réserves en fer

de l'organisme. L'interprétation de ces marqueurs est complexe.

3. Sources de données

Nous avons travaillé à partir des enquêtes démographiques de santé (EDS) de 11 pays d'Afrique francophone [8–19], publiées entre 2006 et 2013. Les EDS sont conduites à intervalles réguliers sur de larges échantillons de foyers, représentatifs de la population de chaque pays. Elles sont réalisées sous l'égide du ministère de la Santé de chaque pays et mettent en œuvre une collaboration entre le Centre de statistiques national et divers organismes internationaux qui apportent un soutien technique et financier. Leur objectif est de fournir aux gouvernements des informations sur les indicateurs de santé de la population afin de permettre une adaptation des politiques sanitaires. Un intérêt majeur de ces enquêtes est l'homogénéité de leur méthodologie dans les différents pays, qui permet, dans une grande majorité de cas, de pouvoir comparer les données et d'obtenir une vision globale. Les EDS abordent un grand nombre de thèmes de santé, parmi lesquels la reproduction (y compris les modalités de naissance et soins en période périnatale), la santé de l'enfant (allaitement et état nutritionnel, vaccinations, infections respiratoires aiguës et diarrhées), le paludisme, le virus de l'immunodéficience humaine (VIH). Le détail de la méthodologie des enquêtes et des données collectées est disponible dans chaque EDS et sur le site <http://www.dhsprogram.com/>. Il faut noter que les rapports disponibles ne contiennent pour l'essentiel que des statistiques descriptives ; les seules analyses croisées associent des facteurs démographiques (âge, lieu de résidence, niveau socio-économique) aux paramètres de santé.

Nous avons sélectionné dans les EDS retenues les données sur l'anémie chez les enfants de 6 mois à 5 ans, ainsi que les informations portant sur la consommation de suppléments en fer et d'aliments riches en fer. On entend par aliments « riches en fer », la viande (abats et insectes inclus), le poisson, les volailles et œufs, c'est-à-dire des aliments dans lesquels le fer présente la meilleure biodisponibilité [20]. Ces données sont croisées avec différents paramètres démographiques et notamment l'âge des enfants, le lieu de résidence et le niveau de revenu. Bien que des paramètres pertinents tels que le paludisme ou les infections soient documentés dans les EDS, nous n'avons pas travaillé sur les chiffres bruts et les données d'anémie n'ont pas pu être croisées avec ces indicateurs. La prévalence de l'anémie dans les EDS a été évaluée selon les seuils de l'OMS, à partir de prélèvements effectués après obtention du consentement éclairé des parents. Une goutte de sang était obtenue en piquant le bout du doigt avec une lancette rétractable, stérile et non réutilisable, et ensuite introduite dans un photomètre portable indiquant le niveau d'hémoglobine, par une méthode analytique correctement validée (système HemoCue) [21].

En complément des données des enquêtes EDS, nous avons effectué une recherche bibliographique sur la base de données PubMed en ciblant les travaux cliniques, expérimentaux ou épidémiologiques réalisés dans les pays d'Afrique francophone sur la carence en fer des enfants de moins de 5 ans. L'ensemble de ces données a été analysé et compilé afin de fournir une analyse de la prévalence actuelle de l'anémie en Afrique francophone, et d'approcher celle de la carence en fer. Les déterminants de l'anémie et de la carence en fer et l'efficacité des interventions sont ensuite discutés.

4. Prévalence de l'anémie

La compilation des données des EDS indique que plus de 72 % des enfants âgés de 6 mois à 5 ans souffrent d'anémie au niveau de l'ensemble des 11 pays considérés (*tableau I*). La prévalence est légèrement plus faible en Afrique équatoriale (Gabon, Congo Brazzaville et Cameroun), notamment pour les formes sévères qui n'y touchent que 1 à 2 % des enfants contre 10 % au Burkina Faso et au Mali. La prévalence reste cependant élevée dans tous les pays. Dans une étude effectuée au Tchad sur un petit nombre d'enfants, des taux de 27 % d'anémie ont été observés, sans que l'on puisse déterminer d'autre raison pour cette valeur plus faible que dans d'autres pays que des différences méthodologiques dans l'enquête [22]. La prévalence globale de l'anémie ne dépend pas du sexe de l'enfant, mais elle varie avec l'âge en étant légèrement plus faible chez les enfants les plus âgés, passant de près de 85 % entre 9 et 11 mois à moins de 62 % entre 4 et 5 ans (*fig. 1*). Les formes les plus sévères ($Hb < 7 \text{ g/dL}$) sont ainsi plus répandues chez les jeunes enfants (8,7 % par rapport aux plus âgés (2,1 %). Différents travaux, de plus petite ampleur, confirment ces données. Au Sénégal, 86,5 % d'un échantillon de 245 enfants en bonne santé apparente, âgés de 9 à 15 mois, présentaient une $Hb < 11 \text{ g/dL}$ [23], alors que seulement 50 % d'un échantillon dont la moyenne d'âge était de 5 ans étaient anémiés [24]. En Côte d'Ivoire, 78 % d'un échantillon de 128 enfants de 6 mois à 2 ans étaient anémiés, dont 7 % de façon sévère [25]. Au Gabon, 74 % d'un échantillon de 275 enfants de 6 mois à 5 ans étaient anémiés [26].

La résidence en milieu rural semble légèrement augmenter la prévalence de l'anémie, d'environ 8 % ($75,5 \pm 8,8 \%$ par rapport à $67,3 \pm 5,6 \%$ en milieu urbain ; $p = 0,017$ [test de Student]). Cet effet du milieu de vie semble varier selon les pays : dans un travail mené au Mali et au Bénin, les auteurs ont mis en évidence un risque d'anémie accru en milieu rural au Bénin, mais diminué au Mali [27]. Le niveau de revenu est également associé au taux de prévalence de l'anémie : les enfants issus des familles à faible revenu sont plus souvent anémiés que ceux issus des ménages les plus aisés ($79,8 \pm 9,5 \%$ par rapport à $62,3 \pm 7,7 \%$; $p = 0,0015$ [test de Student]). De même, le niveau d'éducation maternel apparaît négativement associé à la prévalence de l'anémie (*tableau II*).

Tableau I

Prévalence de l'anémie chez l'enfant de 6 à 59 mois dans 11 pays africains.

	% d'enfants anémiés				Nombre d'enfants
	Anémie (< 11,0 g/dL)	Anémie légère (10,0-10,9 g/dL)	Anémie modérée (7,0-9,9 g/dL)	Anémie sévère (< 7,0 g/dL)	
Bénin	78,1	24,7	45,9	7,6	4286
Burkina Faso	87,8	18,2	58,5	11,1	6380
Cameroun	60,3	27,4	31,1	1,7	5432
Congo Brazzaville	66,7	32,3	33,5	1,0	4089
Côte d'Ivoire	74,8	25,1	46,4	3,3	3245
Gabon	60,2	29,8	28,3	2,1	3570
Guinée	76,6	24,2	44,8	7,6	3246
Mali	81,2	21,4	49,8	10,0	3689
Niger	73,4	27,3	43,2	2,9	4962
RD Congo	71,4	23,4	43,7	4,2	3656
Sénégal	71,2	25,3	41,9	4,0	5293
Total Afrique francophone	72,4	25,4	42,1	4,9	47 848

Enquêtes démographiques de santé (EDS).

RD Congo : République démocratique du Congo.

5. Anémie inflammatoire ou anémie ferriprive ?

Si le déficit d'apport en fer reste la cause la plus fréquente d'anémie, d'autres facteurs peuvent également être impliqués, et notamment le statut inflammatoire [22]. Le métabolisme du fer peut en effet être modifié en situation d'inflammation : l'hepcidine, protéine de régulation de l'homéostasie du fer, est alors augmentée, ce qui diminue l'absorption intestinale et le relargage du fer par les macrophages : l'Hb diminue, générant une anémie inflammatoire, sur laquelle l'apport de fer est inopérant. La mesure de l'Hb n'est donc pas un indicateur fiable de la carence en fer

[22]. Même lorsque l'anémie est d'origine ferriprive, l'Hb ne baisse que tardivement, alors que les réserves en fer sont déjà diminuées, et n'est donc pas un indicateur sensible. La ferritine qui reflète l'état des réserves est plus sensible mais peu spécifique car elle est augmentée en situation d'inflammation, ce qui peut masquer un déficit martial. Le niveau de saturation du récepteur de la transferrine (sTfR), réputé moins sensible à l'inflammation, peut permettre de détecter précocement une dégradation des réserves en fer. Le diagnostic de la carence en fer nécessite donc le plus souvent plusieurs indicateurs (voir [28] pour un algorithme simple), ce qui pose des problèmes de coût et de faisabilité lors d'études sur le terrain. Les anémies observées en Afrique francophone sont le

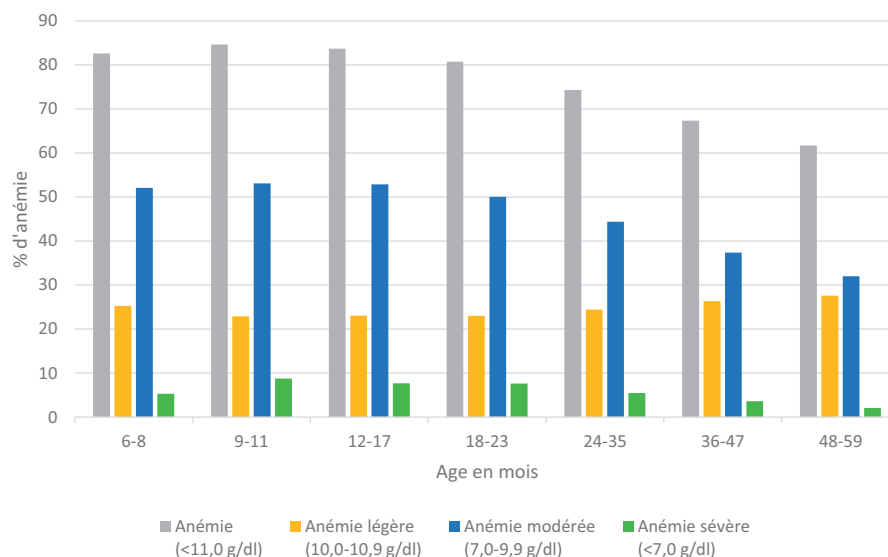


Figure 1. Prévalence de l'anémie chez l'enfant en Afrique francophone en fonction de l'âge.

Tableau II
Niveau d'éducation maternel, prévalence de l'anémie et apports en fer.

	Niveau d'éducation de la mère			
	Aucun	Primaire	1 ^{er} cycle	2 ^e cycle
% d'enfants anémiés (Hb < 11 g/dL)				
Moyenne ± ET	74,1 ± 5,9	72,8 ± 4,4	67,0 ± 4	62,4 ± 7,9
% d'enfants consommant des aliments riches en fer				
Moyenne ± ET	12,5 ± 4,8	13,4 ± 2,7	15,5 ± 4,3	15,4 ± 3,6
% d'enfants consommant des suppléments de fer				
Moyenne ± ET	38,4 ± 13,3	49,0 ± 13,8	56,5 ± 9,7	57,4 ± 10,4

Enquêtes démographiques de santé (EDS).
Hb : hémoglobine ; ET : écart-type.

plus souvent des anémies hypochromes microcytaires. Dans un contexte où les examens tels que la ferritinémie sont rarement disponibles, Diagne et al. [24], dans une étude réalisée au Sénégal, confirment la sensibilité de la microcytose et de l'hypochromie comme critère de diagnostic d'une anémie ferriprive.

En Afrique francophone, la prévalence élevée de parasitisme complique encore la situation. *Plasmodium falciparum*, l'agent vecteur du paludisme, diminue l'Hb car il détruit les érythrocytes, mais n'entraîne pas de perte nette en fer, à l'inverse des helminthes ou des nématodes qui favorisent des saignements intestinaux. Les rapports des EDS n'abordent pas spécifiquement la relation entre infection et anémie ou entre parasitisme et anémie. Ils donnent cependant des indications sur la prévalence des infections intestinales et respiratoires aiguës dans les 2 semaines précédant l'enquête, ainsi que du paludisme, toutes conditions susceptibles d'interagir avec le diagnostic d'un déficit en fer. Quoique non négligeables, la prévalence des infections respiratoires (6,2 % en moyenne sur les 11 pays) et des diarrhées (15,6 %) reste très en deçà de celle de l'anémie et ne pourrait donc expliquer qu'une partie minime de celle-ci. Par ailleurs, si la prévalence du paludisme est élevée dans la zone géographique concernée et peut sans doute contribuer à diminuer l'Hb des enfants sans signer pour autant une carence en fer, la répartition du paludisme, beaucoup plus répandu dans les zones rurales (57,3 % en moyenne sur les seuls 4 pays où cette information est disponible) que dans les zones urbaines (26,5 %), est très différente de celle de l'anémie. De même, dans les EDS, la prévalence du paludisme augmente avec l'âge des enfants, à l'inverse de la prévalence de l'anémie qui diminue lorsque les enfants grandissent. Ces observations, quoique très macroscopiques, permettent de supposer qu'un déficit d'apport en fer est vraisemblablement la cause d'une très large part des anémies observées. Il serait cependant très instructif de retravailler sur les données brutes des enquêtes EDS afin d'exploiter plus utilement les données disponibles et confirmer cette conclusion préliminaire.

Plusieurs autres observations ou travaux expérimentaux cliniques menés en Afrique francophone confirment l'étiologie

complexe de l'anémie. Dans diverses études menées au Burkina Faso [29], au Gabon [26] ou en Côte d'Ivoire [30], seule une partie des sujets anémiés étaient carencés en fer. Cependant, cet effet confondant paraît moins net chez les jeunes enfants que chez les plus âgés ou les adultes : 70 à 90 % des jeunes enfants anémiés présentaient une carence martiale, mais ce n'était le cas que de 50 % des enfants de plus de 6 ans et des femmes [30]. Dans un groupe de 95 enfants de 6 mois à 2 ans vivant dans une zone rurale de Côte d'Ivoire dont 80 % étaient anémiés, le risque d'anémie était 8 fois plus important en cas d'infestation par *P. falciparum* [25]. Une exploration approfondie du statut inflammatoire et martial de ces enfants a montré que la ferritine, mais aussi la sTfR étaient modifiées par l'inflammation, ce qui est un élément nouveau. Lorsque les auteurs évaluent la prévalence de la déficience en fer sans tenir compte de l'inflammation ou du parasitisme, les résultats variaient selon l'indicateur retenu et s'établissent respectivement à 74, 15 et 73 % pour la sTfR, la ferritine et l'index sTfR/ferritine. Lorsqu'on applique des facteurs de corrections sur la base de l'infestation et de l'inflammation, les valeurs de prévalence deviennent 54, 21 et 66 % [31]. Ces données récentes sont importantes car elles soulignent la difficulté d'une évaluation précise de la carence en fer, qui nécessite la prise en compte de l'inflammation et de l'infestation.

6. Déterminants alimentaires de l'anémie et de la carence en fer

Chez le jeune enfant, le niveau des réserves de fer est lié au statut en fer à la naissance, puis aux apports alimentaires, via le lait maternel ou les formules infantiles, puis par les aliments consommés pendant la période de diversification [32].

6.1. Statut en fer à la naissance

Le statut à la naissance dépend du poids, du terme et du statut martial de la mère. Une étude rétrospective menée en Côte d'Ivoire sur 241 prématurés a montré que 21,5 % d'entre eux étaient anémiés, dont 3,7 % de façon sévère (Hb < 8 g/dL) [33].

Les enfants de milieux moins favorisés ou dont les mères n'avaient pas bénéficié de prophylaxie contre l'anémie et le paludisme avaient plus de risque de présenter une anémie précoce. Les rapports des EDS indiquent que, en moyenne sur 9 pays de la zone, 46,2 % des femmes (enceintes ou non) de 15 à 49 ans sont anémiées. Durant la grossesse, une majorité (80 % en moyenne) de femmes déclare avoir pris du fer sous forme de comprimés ou de sirop, mais la durée de cette supplémentation est variable et souvent inférieure à 3 mois. Il est donc probable, même si des mécanismes de « préférence fœtale » existent, que certains enfants naissent avec des réserves martiales faibles.

Les pratiques au moment de l'accouchement sont importantes : si on retarde le clamp du cordon ombilical 2 à 3 min après la naissance, on permet une redistribution du sang entre le placenta et la circulation du nouveau-né et cette courte « transfusion placentaire » peut fournir environ 75 mg de fer, ce qui suffit à couvrir les besoins de l'enfant pendant 3 mois [34]. La mise en œuvre de cette pratique simple nécessite une information ou formation des personnes aidant à l'accouchement. Les données des EDS précisent que 64 % en moyenne des accouchements sont assistés d'un personnel formé ; cette proportion varie de 30 % au Niger à 94 % au Congo Brazzaville et il n'est pas indiqué si cette formation traite du clamp du cordon ombilical.

6.2. Apports alimentaires en fer dans les premières années de la vie

Le statut en fer à la naissance est d'autant plus critique que le lait maternel est relativement peu riche en fer avec une concentration moyenne de l'ordre de 0,35 mg/L, ce qui correspond selon l'âge et le coefficient d'absorption retenu à un apport quotidien chez l'enfant variant de 0,03 à 0,15 mg de fer par jour [32], pour des besoins estimés à 0,55 mg/j de 6 mois à un an [7]. Bien que le consensus ne soit pas total sur ce point, il semble que le statut en fer et la supplémentation en fer de la mère allaitante n'affectent pas ou très peu le statut en fer du nourrisson [35].

Comme l'indiquent les données des EDS, la période la plus critique semble se situer entre 6 mois et 2 ans (fig. 1), c'est-à-dire lorsque les réserves prénatales s'épuisent et que commence la diversification alimentaire qui ne comporte pas toujours suffisamment d'aliments riches en fer. Pour 8 des pays dans lesquels des EDS ont été conduites, on dispose de données sur les déclarations de consommation d'aliments riches en fer (viande [abats inclus], poisson, volaille et œufs) dans les 24 h précédant l'enquête (tableau III) et on note une assez forte disparité selon les pays. L'apport de fer par supplémentation reste limité, d'après les déclarations recueillies.

6.3. Biodisponibilité du fer

La biodisponibilité du fer conditionne la quantité de fer qui est effectivement absorbée ; elle dépend, entre autres facteurs,

Tableau III
Proportion des enfants recevant des aliments riches en fer ou des suppléments de fer.

	% des enfants ayant reçu des	
	Aliments riches en fer dans les dernières 24 h (enfants âgés de 6 à 24 mois)	Suppléments de fer au cours des 7 derniers jours (enfants âgés de 6 à 59 mois)
Bénin	53,1	ND
Burkina Faso	22,6	7,4
Cameroun	61,2	9,2
Congo Brazzaville	64,9	ND
Côte d'Ivoire	56,5	13,4
Gabon	56,7	20,5
Mali	22,9	ND
Niger	16,8	ND
Moyenne ± ET	44,3 ± 19,9	12,6 ± 5,8

Enquêtes démographiques de santé (EDS).
ND : non disponible ; ET : écart-type.

de la forme chimique du fer et de la composition du régime et du repas [20]. La biodisponibilité est la meilleure pour le fer hémérique (viandes et poissons [5–35 %]), dont l'absorption n'est pas ou peu influencée par le pH, les sécrétions gastriques et les autres constituants des repas, mais elle est facilitée par les protéines animales et inhibée par le calcium. La biodisponibilité du fer non hémérique, présent dans les aliments d'origine végétale mais aussi dans le fer d'enrichissement ou de supplémentation, est nettement plus faible (1 à 5 %) et fortement influencée par les composants du repas, qui peuvent l'augmenter (acide ascorbique, acides organiques des fruits et légumes) ou la diminuer (phytates des céréales et des légumineuses, tannins du thé et café). Des travaux récents au Sénégal sur 245 enfants de 9 à 15 mois ont confirmé ces points sur le terrain : par rapport aux enfants consommateurs, l'anémie est plus fréquente chez les enfants ne consommant pas de viande, poisson ou œuf ($p < 0,0001$) et chez ceux ne consommant pas de fruits, légumes ou laitages ($p < 0,0001$) [23]. Outre la composition du repas, le taux d'absorption dépend du statut en fer de l'individu et en particulier de l'état de ses réserves en fer : l'absorption augmente lors de la diminution des réserves.

6.4. Malnutrition et carence en fer

L'anémie et la carence en fer sont souvent associées à d'autres déficiences nutritionnelles, vitaminiques et minérales, mais aussi protéino-énergétiques. L'anémie chez les enfants dénutris est souvent améliorée par la prise en charge nutritionnelle, même sans apport de fer. Dans une étude portant sur 48 enfants hospitalisés pour kwashiorkor à Dakar, des apports protéiques et vitaminiques, sans apport de fer, ont permis d'améliorer significativement, mais pas totalement, les marqueurs de l'anémie et du statut en fer : entre l'admission et la

fonte des œdèmes, le taux d'Hb avait augmenté de 17 % et celui de la transferrine avait plus que doublé [36]. Ces associations anémie/malnutrition sont cohérentes avec l'hypothèse d'une diminution de la formation des hématies. En effet, le renouvellement cellulaire rapide du tissu hématopoïétique exige un apport important de nutriments, en particulier de protéines, mais aussi de vitamines B9 (folates) et B12, et bien sûr de fer. Des travaux expérimentaux sur des rongeurs en situation de carence protéique ont montré une réduction de la prolifération des cellules progénitrices pluri-potentes, à l'origine des hématies [37,38]. Une étude d'observation a comparé des enfants égyptiens présentant une malnutrition protéique sévère à des enfants normaux. Les marqueurs d'érythropoïèse étaient significativement moindres chez les enfants dénutris, qui présentaient également une anémie et de faibles taux d'acide folique [39].

7. Stratégies de lutte contre la carence en fer

La diminution de la prévalence de la carence en fer est un des objectifs majeurs des politiques de santé publique des pays concernés. En lien avec les organisations internationales et des structures non gouvernementales, elles cherchent à mettre en place des interventions, dont la majorité cible les jeunes enfants et les femmes en âge de procréer. On a vu plus haut que l'anémie et la carence en fer relevaient d'une étiologie complexe et agir de manière globale sur l'ensemble des facteurs impliqués (infections, parasitisme, malnutrition) est sûrement l'approche la plus efficace, mais sans doute la plus difficile à mettre en place aujourd'hui. Les programmes centrés sur l'augmentation des apports alimentaires en fer semblent plus accessibles, même si leur mise en place à grande échelle demeure souvent un défi. En dehors des approches visant à favoriser la consommation d'aliments riches en fer via l'amélioration des revenus et de l'éducation, on s'intéresse aux programmes de supplémentation et de fortification. Dans tous les cas, une communication efficace au plus près des populations concernées doit être mise en place pour favoriser la réussite du programme, qui suppose toujours des modifications d'habitudes dont il faut convaincre du bien-fondé [40].

7.1. Supplémentation en fer

En 2001, l'OMS a proposé la supplémentation en fer des enfants de 6 mois à 2 ans, à la dose de 2 mg/kg/jour dans les zones où la prévalence de l'anémie dans cette tranche d'âge dépassait 40 % [7]. Cette supplémentation peut être proposée sous forme de comprimés ou de sirop, ou bien via un complément pulvérulent facile à ajouter aux préparations culinaires et connu sous le nom de *multiple micronutrient powder* ou « Sprinkles » [41]. Les formes chimiques proposées sont des sels de fer (fumarate, sulfate heptahydraté ou gluconate). Cette recommandation est

toujours en vigueur en 2013 [42], malgré les résultats d'un essai d'intervention de large ampleur réalisé en 2006 dans une zone de malaria endémique et au cours duquel la morbidité et la mortalité des enfants ont été accrues dans le groupe supplémenté [43]. Bien que cette observation n'ait pas été reproduite dans d'autres essais [44,45], des experts mandatés par l'OMS ont jugé en 2007 que la supplémentation par comprimé ou sirop ne devait pas être mise en œuvre sans une évaluation du statut en fer de chaque individu. En effet, ce mode d'administration peut être dangereux chez un enfant dont le statut martial est satisfaisant. Quant aux compléments de type « Sprinkles », ils avaient été jugés « incertains » dans les zones de malaria endémique [46]. En ce qui concerne les enfants un peu plus âgés (2 à 5 ans) et dans les zones où la prévalence est supérieure à 20 %, l'OMS a recommandé en 2011 une supplémentation hebdomadaire apportant 25 mg de fer élémentaire sous forme de gouttes or de sirop et alternant des périodes de 3 mois avec et sans supplémentation [47]. Si la malaria est endémique dans la zone concernée, elle doit être dépistée et traitée simultanément à la supplémentation en fer. Enfin, la supplémentation en fer est recommandée pour les femmes enceintes, soit quotidienne (30 à 60 mg de fer élémentaire), soit hebdomadaire (120 mg), tout au long de la grossesse, afin de diminuer le risque d'accouchement prématuré, de petit poids de naissance et de réserves en fer insuffisantes du nouveau-né [42]. Elle est réalisée chez les femmes enceintes dans tous ces pays francophones contrastant avec la supplémentation en fer des enfants qui dans la plupart de ces pays ne cible encore que certains enfants à risque, notamment les prématurés.

7.2. Fortification en fer

La fortification en fer de vecteurs alimentaires appropriés est une solution de plus en plus répandue, via des actions qui réunissent pouvoirs publics, organisations internationales et non gouvernementales, mais aussi les acteurs économiques locaux. Un point critique est le choix d'un aliment support bien adapté, c'est-à-dire dont la fortification est possible sur un plan technologique et organoleptique et qui est régulièrement consommé par les populations visées. Une étude préliminaire a montré au Cameroun que les aliments les plus fréquemment consommés étaient l'huile, le sucre, la farine de blé ou de maïs et le bouillon-cube [48]. La farine est le vecteur recommandé pour la fortification en fer et de nombreux programmes ont démarré au milieu des années 2000 en Afrique francophone, via des politiques de santé publique volontaristes, se traduisant par des réglementations imposant la fortification de toute la farine vendue dans de nombreux pays de la zone. Un premier bilan (*tableau IV*) a montré que 30 à 65 % de la population était en mesure de consommer de la farine supplémentée en fer en 2010 et que ce serait le cas de 65 à 70 %, d'après les projections pour 2013 [49].

Tableau IV**Proportion et effectif de la population ayant accès à une farine fortifiée en fer en 2010 et projection pour 2013.**

	Estimation de la couverture en farine de blé fortifiée (2010) (%)	Projection pour 2013 de la couverture en farine de blé fortifiée (%)	Projection pour 2013 de la population totale ayant accès à la farine de blé fortifiée	Statut du programme de fortification (2011)
Bénin	65	75	6 496 500	Volontaire
Burkina Faso	50	70	10 663 800	Volontaire
Côte d'Ivoire	65	70	14 413 700	Obligatoire
Mali	60	75	9 529 500	Volontaire
Niger	30	65	9 557 600	Volontaire
Sénégal	60	75	9 158 250	Obligatoire
Togo	60	70	3 213 004	Volontaire
			63 032 354	

D'après [43].

7.3. Efficacité des interventions

Les programmes de supplémentation à grande échelle sont rares et les acteurs en Afrique francophone semblent préférer l'approche de la fortification, pour laquelle il n'y a cependant pas encore eu d'évaluation systématique. Les données des EDS permettent toutefois de supposer une efficacité réelle mais incomplète. Au Sénégal, par exemple, une politique de fortification a été initiée en 2009 et on constate que la prévalence de l'anémie chez l'enfant entre 2005 [50] et 2012 [19] est passée de 82,6 à 71,2 % ; la baisse était particulièrement sensible pour l'anémie sévère qui a diminué de 45,9 %. Cependant, la prévalence reste élevée, ce qui suggère que l'effort doit être maintenu et que des mesures complémentaires doivent être envisagées.

Des résultats encourageants ont été obtenus dans des essais d'intervention de plus petite ampleur. Ainsi, au Sénégal, chez 1055 enfants recevant une supplémentation en vitamine A, en fer (fumarate ferreux : 3 mg/kg/j) et un traitement antiparasitaire, la prévalence de l'anémie après 2 mois a diminué de 67 à 40,5 %, ce qui reste encore élevé [51].

8. Conclusion

L'anémie et la carence en fer du jeune enfant sont fortement prévalentes en Afrique francophone. Bien que le déficit d'apport en fer en soit un des facteurs essentiels, leurs causes sont multiples, ce qui rend délicat non seulement le diagnostic, mais également le choix des stratégies de lutte à mettre en place. Il n'y a pas aujourd'hui de critère simple et consensuel permettant d'évaluer le statut en fer d'une population et des efforts de recherche sont nécessaires pour proposer une méthode fiable, accessible et adaptée aux contraintes de terrain. Cette étape paraît indispensable pour adapter les actions et les rendre plus efficaces. Une approche « holistique » semble cependant la mieux à même de diminuer la prévalence de la carence en fer. Elle doit intégrer le statut en fer maternel, qui conditionne le niveau de la réserve

dans laquelle le nouveau-né puisera durant plusieurs mois, ainsi que la diffusion des bonnes pratiques pour le clamp du cordon ombilical à la naissance. La période de la diversification alimentaire est le second moment critique, durant lequel un apport suffisant en fer biodisponible doit être proposé, via des aliments riches ou enrichis dans le cadre de fortifications. Les pays d'Afrique francophone ont mis en œuvre depuis quelques années des programmes d'amélioration du statut nutritionnel des populations qui paraissent commencer à porter leurs fruits mais doivent être soutenus et développés.

Déclaration d'intérêts

Les auteurs déclarent ne pas avoir de conflits d'intérêts en relation avec cet article.

Références

- [1] McLean E, Cogswell M, Egli I, et al. Worldwide prevalence of anaemia, WHO Vitamin and Mineral Nutrition Information System, 1993–2005. *Public Health Nutr* 2009;12:444–54.
- [2] Fretham SJ, Carlson ES, Georgieff MK. The role of iron in learning and memory. *Adv Nutr* 2011;2:112–21.
- [3] Krebs NF. Dietary zinc and iron sources, physical growth and cognitive development of breastfed infants. *J Nutr* 2000;130 (Suppl.):358–60.
- [4] Lozoff B. Iron deficiency and child development. *Food Nutr Bull* 2007;28(Suppl.):560–71.
- [5] Ekiz C, Agaoglu L, Karakas Z, et al. The effect of iron deficiency anemia on the function of the immune system. *Hematol J* 2005;5:579–83.
- [6] Kumar V, Choudhry VP. Iron deficiency and infection. *Indian J Pediatr* 2010;77:789–93.
- [7] WHO. Iron deficiency anemia. Assessment, prevention and control. A guide to programme managers; 2001.
- [8] Institut national de la statistique et de l'analyse économique (INSAE), Programme national de lutte contre le sida (PNLS), Macro International Inc. Enquête démographique et de santé 2006 – Bénin; 2007.

- [9] Institut national de la statistique et de la démographie (INSD), Ministère de l'Économie et des Finances, ICF International. Enquête démographique et de santé et à indicateurs multiples 2010 – Burkina Faso; 2012.
- [10] Institut national de la statistique, Ministère de l'Économie de la planification et de l'Aménagement du territoire, Ministère de la Santé publique. et al. Enquête démographique et de santé et à indicateurs multiples 2011 – République du Cameroun; 2012.
- [11] Gouado I, Pankoui MJ, Fotso KH, et al. Physiopathologic factors resulting in poor outcome in childhood severe malaria in Cameroon. *Pediatr Infect Dis J* 2009;28:1081–4.
- [12] Centre national de la statistique et des études économiques (CNSEE), ICF International. Enquête démographique et de santé 2011–2012 – Congo; 2012.
- [13] Ministère du Plan, Ministère de la Santé, Macro International Inc. Enquête démographique et de santé 2007 – République démocratique du Congo; 2008.
- [14] Ministère de la Santé et de la Lutte contre le sida (MSLS), Institut national de la statistique, Ministère d'État. et al. Enquête démographique et de santé et à indicateurs multiples 2011–2012 – Côte d'Ivoire; 2013.
- [15] Direction générale de la statistique, ICF International. Enquête démographique et de santé 2012 – Gabon; 2013.
- [16] Institut national de la statistique, Ministère du Plan, Ministère d'État de la santé et de l'Hygiène publique. et al. Enquête démographique et de santé et à indicateurs multiples 2012 – Guinée – Rapport préliminaire; 2012.
- [17] Cellule de planification et de statistique, Ministère de la Santé, Direction nationale de la statistique et de l'informatique. et al. Enquête démographique et de santé 2006 – Mali; 2007.
- [18] Institut national de la statistique (INS), Ministère des Finances, ICF International. Enquête démographique et de santé et à indicateurs multiples 2012 – Niger; 2013.
- [19] Agence nationale de la statistique et de la démographie (ANSD), Measure DHS, ICF International. Sénégal enquête démographique et de santé continue 2012–2013 – Sénégal – Rapport final 1^{re} année; 2013.
- [20] Hurrell RF. Bioavailability of iron. *Eur J Clin Nutr* 1997;51(Suppl. 1):4–8.
- [21] Cohen AR, Seidl-Friedman J. HemoCue system for hemoglobin measurement. Evaluation in anemic and nonanemic children. *Am J Clin Pathol* 1988;90:302–5.
- [22] Bechir M, Schelling E, Hamit MA, et al. Parasitic infections, anemia and malnutrition among rural settled and mobile pastoralist mothers and their children in Chad. *Ecohealth* 2012;9:122–31.
- [23] Diouf S, Sylla A, Diop F, et al. Anémie chez les enfants sénégalais en bonne santé apparente. *Arch Pediatr* 2013;20:312–3.
- [24] Diagne I, Fall AL, Diagne-Guèye NR, et al. Anémies hypochromes microcytaires en pédiatrie : fréquence et réponse au traitement martial. Étude chez les enfants suivis en ambulatoire au centre hospitalier national d'enfants Albert Royer de Dakar au Sénégal. *J Pediatr Pueric* 2010;23:119–24.
- [25] Righetti AA, Koua AY, Adiossan LG, et al. Etiology of anemia among infants, school-aged children, and young non-pregnant women in different settings of South-Central Cote d'Ivoire. *Am J Trop Med Hyg* 2012;87:425–34.
- [26] Ategbo S, Minto'o S, Koko J, et al. Prévalence de la carence martiale et des facteurs associés chez les enfants âgés de 6 mois à 6 ans à Libreville. *Dakar Med* 2010;55:108–16.
- [27] Ngnie-Teta I, Receveur O, Kuate-Defo B. Risk factors for moderate to severe anemia among children in Benin and Mali: insights from a multilevel analysis. *Food Nutr Bull* 2007;28:76–89.
- [28] Celi J, Reny J, Perrier A, et al. Anémie ferriprive, inflammatoire ou mixte : comment orienter le diagnostic ? *Rev Med Suisse* 2011;7:2018–23.
- [29] Sanou D, Turgeon-O'Brien H, Desrosiers T. Prévalence et déterminants non alimentaires de l'anémie et de la carence en fer chez des orphelins et enfants vulnérables d'âge préscolaire du Burkina Faso. *Nutr Clin Metab* 2008;22:10–9.
- [30] Asobayire FS, Adou P, Davidsson L, et al. Prevalence of iron deficiency with and without concurrent anemia in population groups with high prevalences of malaria and other infections: a study in Cote d'Ivoire. *Am J Clin Nutr* 2001;74:776–82.
- [31] Righetti AA, Wegmuller R, Glinz D, et al. Effects of inflammation and Plasmodium falciparum infection on soluble transferrin receptor and plasma ferritin concentration in different age groups: a prospective longitudinal study in Cote d'Ivoire. *Am J Clin Nutr* 2013;97:1364–74.
- [32] Chaparro CM. Setting the stage for child health and development: prevention of iron deficiency in early infancy. *J Nutr* 2008;138:2529–33.
- [33] Floquet Amorissani M, Sylla M, Dainguy ME, et al. Les anémies du prématuré. *Mali Med* 2007;22:1–5.
- [34] Dewey KG, Chaparro CM. Session 4: mineral metabolism and body composition iron status of breast-fed infants. *Proc Nutr Soc* 2007;66:412–22.
- [35] Baykan A, Yalcin SS, Yurdakok K. Does maternal iron supplementation during the lactation period affect iron status of exclusively breast-fed infants? *Turk J Pediatr* 2006;48:301–7.
- [36] Diagne I, Buabey-Sandani MJ, Lopez-Sall P, et al. Paramètres érythrocytaires et statut martial chez 48 enfants atteints de kwashiorkor à Dakar (Sénégal). *Arch Pediatr* 2000;7:568–9.
- [37] Borelli P, Blatt S, Pereira J, et al. Reduction of erythroid progenitors in protein-energy malnutrition. *Br J Nutr* 2007;97:307–14.
- [38] Cunha MC, Lima Fda S, Vinolo MA, et al. Protein malnutrition induces bone marrow mesenchymal stem cells commitment to adipogenic differentiation leading to hematopoietic failure. *PLoS One* 2013;8:e58872.
- [39] el-Nawawy A, Barakat S, Elwalily T, et al. Evaluation of erythropoiesis in protein energy malnutrition. *East Mediterr Health J* 2002;8:281–9.
- [40] Mannar MG. Successful food-based programmes, supplementation and fortification. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 2006;43(Suppl. 3):47–53.
- [41] Suchdev PS, Ruth LJ, Woodruff BA, et al. Selling Sprinkles micronutrient powder reduces anemia, iron deficiency, and vitamin A deficiency in young children in Western Kenya: a cluster-randomized controlled trial. *Am J Clin Nutr* 2012;95:1223–30.
- [42] WHO. Essential nutrition actions: improving maternal, newborn, infant and young child health and nutrition. Geneva: WHO; 2013.
- [43] Sazawal S, Black RE, Ramsan M, et al. Effects of routine prophylactic supplementation with iron and folic acid on admission to hospital and mortality in preschool children in a high malaria transmission setting: community-based, randomised, placebo-controlled trial. *Lancet* 2006;367:133–43.
- [44] Tielsch JM, Khatry SK, Stoltzfus RJ, et al. Effect of routine prophylactic supplementation with iron and folic acid on preschool child mortality in southern Nepal: community-based, cluster-randomised, placebo-controlled trial. *Lancet* 2006;367:144–52.
- [45] Zlotkin S, Newton S, Aimone AM, et al. Effect of iron fortification on malaria incidence in infants and young children in Ghana: a randomized trial. *JAMA* 2013;310:938–47.

- [46] World Health Organization (WHO). Report of the World Health Organization Technical Consultation on prevention and control of iron deficiency in infants and young children in malaria-endemic areas, Lyon, France, 12–14 June 2006; 2007.
- [47] WHO. Guideline: intermittent iron supplementation in pre-school and school-age children. Geneva: WHO; 2011.
- [48] Engle-Stone R, Ndjebayi AO, Nankap M, et al. Consumption of potentially fortifiable foods by women and young children varies by ecological zone and socio-economic status in Cameroon. *J Nutr* 2012;142:555–65.
- [49] Sablah M, Klopp J, Steinberg D, et al. Private-public partnerships drive one solution to vitamin and mineral deficiencies: “Fortify West Africa”. *SCNA Newsl* 2011;39.
- [50] Ndiaye S, Ayad M. Enquête démographique et de santé au Sénégal 2005. Calverton, Maryland, USA: Centre de recherche pour le développement humain [Sénégal] et ORC Macro; 2006
- [51] Diouf S, Diagne I, Moreira C, et al. Traitement intégré de la carence en fer, de l’avitaminose A et des parasitoses intestinales : impact sur la croissance des enfants sénégalais. *Arch Pediatr* 2002;9:102–3.