

# Le fer

---

**Collège des Enseignants de Nutrition**

**Date de création du document 2010-2011**

## Table des matières

<b>I</b>	<b>Rappel métabolique.....</b>	<b>3</b>
<b>II</b>	<b>Les besoins en fer.....</b>	<b>5</b>
	<b>II.1 Les pertes en fer de l'organisme .....</b>	<b>5</b>
	<b>II.2 Les besoins au cours de la grossesse .....</b>	<b>5</b>
	<b>II.3 Les besoins au cours de la lactation .....</b>	<b>6</b>
	<b>II.4 Les besoins chez le nourrisson, l'enfant et l'adolescent .....</b>	<b>7</b>
	<b>II.5 Pertes en fer liées à certaines pathologies ou certains comportements .....</b>	<b>8</b>
<b>III</b>	<b>Les apports alimentaires en fer.....</b>	<b>8</b>
	<b>III.1 Les activateurs de l'absorption du fer .....</b>	<b>10</b>
	<b>III.2 Les inhibiteurs de l'absorption du fer .....</b>	<b>10</b>
	<b>III.3 L'état des réserves en fer de l'individu .....</b>	<b>13</b>

## I RAPPEL MÉTABOLIQUE

---

Le fer, bien que présent en très faible quantité dans l'organisme (0,005 % du poids corporel) joue un rôle essentiel dans de nombreuses fonctions biologiques (Hercberg, 1988). Il intervient dans la constitution de l'hémoglobine (pigment respiratoire qui assure l'échange de l'oxygène et du gaz carbonique avec le milieu extérieur), de la myoglobine (forme de réserve de l'oxygène du muscle) et d'enzymes jouant un rôle capital dans de nombreuses réactions métaboliques.

Dans l'organisme, le fer existe sous deux formes (**tableau 1**) : le fer héminique et le fer non héminique. Le fer héminique (incorporé dans la structure de l'hème) entre dans la constitution de l'hémoglobine, de la myoglobine et des enzymes hémoprotéiques ; le fer non héminique (non incorporé dans la structure de l'hème) est présent dans certaines enzymes et correspond aux formes de transport (par la transferrine) et de réserve du fer.

Le fer est distribué dans de nombreux organes au niveau de multiples localisations subcellulaires (Hercberg et Galan, 1989) et par là-même, intervient dans des fonctions métaboliques variées.

Le fer circule dans le plasma lié à une protéine, la transferrine ou sidérophiline. Chez le sujet normal, cette protéine n'est saturée en fer que partiellement, au tiers de sa capacité : le coefficient de saturation de la transferrine est normalement de l'ordre de 30 %. Sa capacité totale de fixation du fer est de l'ordre de 300 à 350  $\mu$ g/dl. Le fer plasmatique total représente 3 à 4 mg, ce qui correspond à une teneur moyenne en fer d'environ 100  $\mu$ g/dl.

A côté de la transferrine, il existe d'autres protéines susceptibles de porter du fer telles la lactoferrine et la ferritine, mais elles n'ont, semble-t-il, aucun rôle dans le transport physiologique du fer. Le rôle biologique de la lactoferrine est encore mal connu mais il lui est attribué une capacité bactériostatique et bactéricide et une action favorisant sur l'absorption intestinale du fer.

Les réserves en fer de l'organisme sont localisées au niveau du système réticulo-endothélial, notamment dans le foie, la rate, la moelle osseuse et les muscles squelettiques (où les réserves sont plus particulièrement sous la forme d'hémosidérine) et dans le parenchyme hépatique (où c'est la ferritine qui prédomine).

L'originalité du métabolisme du fer tient au fait qu'il s'effectue quasiment en circuit fermé. L'organisme est particulièrement économe de son fer. Le pool du fer de l'organisme (4 g chez l'homme adulte ; 2,5 chez la femme adulte) est en renouvellement permanent : le fer ayant servi à la synthèse de l'hémoglobine est récupéré après la destruction des globules

rouges et réutilisé. Les quantités de fer quotidiennement éliminées sont très faibles, de 1 à 2 mg/jour, ce qui ne représente que 1/1 000 à 1/4 000 du pool total de fer de l'organisme. Mais cette faible dépendance envers l'extérieur est un facteur d'une extrême importance car en cas de non-compensation de ces pertes par les apports alimentaires, il y a risque de déséquilibre de la balance en fer.

Chez le sujet considéré en bonne santé, il existe un état d'équilibre entre les apports et les pertes. Cette balance peut être déséquilibrée dans le sens de la carence en diverses circonstances :

- insuffisance des apports ou diminution de l'absorption,
- augmentation des pertes,
- augmentation des besoins.

Ces différentes causes peuvent être associées entre elles et s'aggraver mutuellement. En cas de rupture de l'équilibre de la balance en fer, l'organisme puise dans ses réserves disponibles ; lorsque celles-ci sont épuisées, les fonctions métaboliques dans lesquelles le fer intervient sont perturbées.

**Tableau 1**

Tableau 1 : Répartition du fer de l'organisme			
		Répartition en poids	Répartition en pourcentage
Fer héminique	Hémoglobine	2 000 à 2 500 mg	65 %
	Myoglobine	150 à 200 mg	3 à 5 %
	Enzymes héminiques	8 à 15 mg	0,3 %
	Enzymes non héminiques		
Fer non héminique	Transferrine	3 à 4 mg	0,1 %
	Fer de réserve	300 à 1 200 mg	30 %

## II LES BESOINS EN FER

---

### II.1 LES PERTES EN FER DE L'ORGANISME

Les pertes en fer de l'organisme constituent un phénomène obligatoire lié à la desquamation des cellules des différentes surfaces du corps humain. Environ les deux-tiers des pertes en fer se font par l'intermédiaire du tractus gastro-intestinal. Les pertes par la peau se font essentiellement par la desquamation de l'épiderme, les quantités de fer perdues par la sueur pouvant être considérées comme négligeables (même en climat chaud et humide). Les pertes en fer par les urines sont également très faibles.

Les pertes basales journalières varient, chez l'adulte, de 0,9 à 1 mg de fer/jour ce qui correspond à des pertes d'environ 14 g/kg. Près de 0,6 mg sont perdus par les selles, 0,2 à 0,3 mg par la peau et 0,1 par les urines.

Pour les femmes de la puberté à la ménopause, il est nécessaire d'ajouter aux pertes basales celles liées aux hémorragies menstruelles (INACG, 1982). Les pertes en fer dues aux menstruations ont été étudiées chez les femmes de pays développés (Suède, Royaume-Uni, Canada) et de pays en voie de développement (Égypte, Inde, Birmanie). Dix pour cent des femmes considérées en bonne santé ont des pertes menstruelles supérieures à un volume de 80 ml/mois. La médiane des pertes menstruelles se situe entre 25 et 30 ml/mois, ce qui correspond à des pertes en fer de 12,5 à 15 mg par mois, soit 0,4 à 0,5 mg/jour qui viennent s'ajouter aux pertes basales habituelles (0,8 mg/jour). Au total, 50 % des femmes ont donc des pertes totales en fer supérieures à 1,3 mg/jour, 10 % ont des pertes supérieures à 2,1 mg/jour et 5 % supérieures à 2,4 mg/jour. De nombreux facteurs, tels que l'hérédité, le poids, la taille, l'âge, la parité ont une influence sur le volume des règles. Mais le facteur majeur est constitué par l'utilisation de certains modes de contraception. Les contraceptifs oraux peuvent diminuer de 50 % le volume des règles alors qu'une augmentation de plus de 100 % peut être observée chez les femmes utilisatrices d'un dispositif intra-utérin.

### II.2 LES BESOINS AU COURS DE LA GROSSESSE

Les besoins en fer sont considérablement augmentés durant la grossesse du fait de l'augmentation physiologique de la masse érythrocytaire, c'est-à-dire du nombre de globules rouges maternels (nécessitant environ 500 mg de fer), de la constitution des tissus du fœtus (environ 290 mg de fer) et du placenta (environ 25 mg de fer). Ces dépenses spécifiques viennent s'ajouter aux pertes basales (0,8 mg/jour compte tenu de l'interruption des menstruations, soit 220 mg pour l'ensemble de la gestation).

Au total, c'est plus de 1 000 mg de fer dont la femme enceinte a besoin pour assurer sa balance en fer au cours de la grossesse. Ces besoins sont particulièrement concentrés sur le 2<sup>e</sup> et le 3<sup>e</sup> trimestre (**tableau 2**). L'état des réserves en fer au début de la grossesse est un facteur essentiel pour évaluer les besoins en fer des femmes enceintes. Si les réserves en fer sont de l'ordre de 500 mg en début de gestation, ils permettent d'assurer la couverture des besoins liés à l'augmentation de la masse érythrocytaire : les besoins journaliers en fer peuvent donc être évalués aux environs de 2,5 mg/jour pour les deux derniers trimestres de la grossesse. Si les réserves sont par contre faibles, voire nulles, les besoins sont difficiles à couvrir par l'alimentation, malgré l'augmentation de l'absorption du fer observée au cours de la 2<sup>e</sup> moitié de la grossesse.

**Tableau 2**

Tableau 2 : Répartition des besoins en fer (mg) au cours de la grossesse				
	1 <sup>er</sup> trimestre	2 <sup>e</sup> trimestre	3 <sup>e</sup> trimestre	TOTAL
Augmentation de la masse érythrocytaire	–	250	250	500
Fer foetal		60	230	290
Fer du placenta	–	–	25	25
Hémorragies de l'accouchement et du post-partum	–	–	–	–
Dépense physiologiques	80	80	80	240
TOTAL	80	390	585	1 055

### II.3 LES BESOINS AU COURS DE LA LACTATION

La teneur en fer du lait maternel est relativement faible, de 0,3 à 1,5 mg/l. Mais la spoliation supplémentaire de fer due à l'allaitement, contribue à aggraver le déséquilibre de la balance en fer chez des femmes qui sont le plus souvent déjà à leur niveau de réserve le plus bas (voire même franchement carencées) du fait des besoins élevés de la grossesse qui vient d'arriver à terme et des hémorragies habituelles de l'accouchement et du post-partum (même en cas d'accouchement non traumatique, ces pertes en fer supplémentaires représentent au moins 250 mg). Cependant, la récupération du fer provenant du déclin de la masse érythrocytaire maternelle et « l'économie » de fer due à l'absence des menstruations pendant plusieurs semaines après l'accouchement permettent d'estimer que les besoins en fer des femmes allaitantes sont légèrement supérieurs à ceux d'une femme en âge de procréer, tout au moins au cours des 6 premiers mois de lactation. Si l'allaitement est prolongé au-delà de cette période (situation habituelle dans de nombreux pays en voie de développement), les besoins sont alors nettement supérieurs à partir du 6<sup>e</sup> mois.

## II.4 LES BESOINS CHEZ LE NOURRISSON, L'ENFANT ET L'ADOLESCENT

L'organisme d'un nouveau-né à terme contient entre 260 et 290 mg de fer acquis au cours de la gestation. Environ 25 % de ce fer correspond à des réserves tissulaires, mais une grande partie est sous forme d'hémoglobine dont le taux est particulièrement élevé à la naissance. Les besoins de l'enfant au cours de la première année de la vie sont liés aux pertes basales, à l'expansion de la masse érythrocytaire et à la croissance des tissus de l'organisme. Au cours des 8 à 10 premières semaines de vie, le taux d'hémoglobine va chuter profondément, passant du niveau le plus élevé au niveau le plus bas relevé pendant toute la période de développement. Cette chute du taux d'hémoglobine est liée à une nette diminution de l'érythropoïèse en réponse à l'oxygénation accrue des tissus après la naissance. L'hémolyse accrue (qui contribue à libérer du fer) et le fer absorbé permettent d'éviter des carences en fer au cours de cette période. Dans un deuxième temps, l'érythropoïèse se réactive : le taux d'hémoglobine augmente de sa valeur moyenne la plus basse 10 g/100 ml à une valeur moyenne de 12,5 g/100 ml et s'y maintient pendant toute la première année de la vie.

Compte tenu des besoins liés à la croissance, les besoins totaux en fer sont considérables chez le jeune enfant (INACG, 1979), 8 à 10 fois supérieurs à ceux d'un adulte de sexe masculin lorsqu'ils sont exprimés par kilogramme de poids corporel. L'accélération de la croissance, particulièrement au cours des années de maturation sexuelle, s'accompagne également d'une augmentation des besoins en fer, notamment pour la production d'hémoglobine. Pendant l'année qui correspond à leur plus forte poussée de croissance, les garçons prennent en moyenne 10 kg. On peut calculer que ce gain pondéral nécessite un accroissement net de fer de 300 mg environ, ne serait-ce que pour maintenir un taux d'hémoglobine constant dans un volume sanguin en expansion. Cependant, la concentration d'hémoglobine augmente aussi de 0,5 à 1,0 g/100 ml/an à cet âge. Une augmentation du taux d'hémoglobine de 0,5 g/dl chez un adolescent de 55 kg nécessite plus de 50 mg de fer. Par conséquent, l'adolescent moyen a besoin d'environ 350 mg de fer pendant l'année de sa croissance maximale. Ce taux de croissance maximal et, vraisemblablement, l'élévation maximale parallèle de la concentration d'hémoglobine sont beaucoup plus aigus que ne le font apparaître les courbes de pourcentage de croissance et d'hémoglobine. Cela est dû aux variations individuelles de l'âge auquel survient la croissance maximale qui disparaissent lorsqu'on calcule les valeurs moyennes pour chaque âge. Chez les adolescentes, les besoins en fer sont également élevés, mais ils n'accusent pas une poussée aussi aiguë que chez les garçons, du fait que le gain pondéral annuel maximum est un peu plus faible que chez les garçons et parce que le taux d'hémoglobine chez la fille ne s'élève que légèrement pendant cette période. Le gain de poids maximum chez la fille nécessite, lui, 280 mg de fer environ pour maintenir constant le taux d'hémoglobine. Le début des règles suit habituellement la poussée de croissance maximale de l'adolescente, la déperdition menstruelle moyenne est de 30 ml environ par

menstruation chez la fille de 15 ans et elle correspond à une perte nette d'environ 175 mg de fer par an. Il y a toutefois d'importantes variations d'une adolescente à l'autre, celles qui perdent le plus de sang étant bien sûr les plus exposées au risque de carence en fer.

## **II.5 PERTES EN FER LIÉES À CERTAINES PATHOLOGIES OU CERTAINS COMPORTEMENTS**

En dehors des besoins en fer liés à la nécessité de compenser les pertes physiologiques de la vie, certaines pathologies ou comportements peuvent être responsables d'une augmentation des besoins en fer. Toutes les causes de saignements chroniques, quelle que soit leur origine, entraînent des pertes supplémentaires en fer. Épistaxis, hématuries, métrorragies ou saignements du tractus digestif, notamment lorsqu'ils sont minimes et répétés favorisent un déséquilibre du bilan du fer. De nombreuses pathologies peuvent être ainsi impliquées : fibrome utérin, endométriose, varices œsophagiennes, hernie hiatale, ulcère, polypes et tumeurs digestives... Dans les pays industrialisés, seules certaines pathologies particulièrement fréquentes (telles que les hémorroïdes), la prise de certains médicaments (aspirine, et à un moindre degré anticoagulants, anti-inflammatoires...) ou les dons du sang (surtout lorsqu'ils sont répétés plusieurs fois dans l'année) doivent être pris en compte. Dans les pays tropicaux et subtropicaux, certaines pathologies parasitaires (telles l'ankylostomiase ou la trichocéphalose), par les saignements qu'elles entraînent sont un facteur majeur dans la non-couverture des besoins en fer d'une large fraction de la population.

## **III LES APPORTS ALIMENTAIRES EN FER**

---

Pour faire face à ses besoins en fer, l'organisme doit trouver dans son alimentation la quantité de fer nécessaire. Le fer est pré-sent en quantité variable dans de nombreux aliments, mais seule une fraction du fer consommé est réellement absorbée donc les apports « réels » en fer dépendent de la teneur en fer de l'alimentation (donc du contenu en fer des aliments), mais également de la biodisponibilité de ce fer (c'est-à-dire sa capacité à être absorbé et utilisé) et du statut en fer des individus. La teneur en fer des aliments est très variable d'un aliment à l'autre (tableau 3). Mais plus que la quantité de fer présente dans l'alimentation, c'est la qualité de ce fer qui constitue le facteur déterminant pour la couverture des besoins. En effet, diverses études faites à l'aide d'aliments marqués avec du fer radioactif ( $^{55}\text{Fe}$ ,  $^{59}\text{Fe}$ ) ont mis en évidence que l'absorption moyenne du fer chez des sujets en bonne santé est très variable d'un aliment à l'autre. Ces différences s'expliquent par la forme du fer contenu dans les aliments : fer héminique ou fer non héminique.

Le fer héminique est présent uniquement dans les aliments d'origine animale où il représente environ 40 % du fer total. Il correspond au fer des hémoprotéines,



essentiellement de l'hémoglobine et de la myoglobine. Sa biodisponibilité est d'environ 25 % et n'est pas influencée par les autres constituants des repas. Le fer non héminique existe lui à la fois dans les aliments d'origine animale et dans ceux d'origine végétale.

L'absorption du fer est maximale au niveau du duodénum et du jéjunum, où elle décroît de la partie proximale à la partie distale. Chez l'homme, seules de petites quantités de fer sont absorbées au niveau de l'estomac et exceptionnellement au niveau du côlon. Si le site d'absorption est le même pour le fer héminique et non héminique, le mode d'absorption diffère profondément. Le fer non héminique est libéré des complexes auxquels il est lié dans les aliments par les sécrétions gastriques (sécrétion peptique, acide chlorhydrique) ; une fois libéré, il entre dans un pool où il peut être réduit, chélaté ou rendu insoluble. Le fer pénètre dans la cellule muqueuse intestinale en franchissant les microvillosités des cellules intestinales (entérocytes). A l'intérieur de la cellule muqueuse, une partie du fer non héminique est liée à des transporteurs spécifiques et transférée rapidement au pôle séreux où il se fixe à la transferrine plasmatique.

Dans un régime de type occidental, les principales sources de fer sont : les produits d'origine animale (30 à 35 % du fer total), les céréales (20 à 30 %), puis les fruits et légumes, enfin les racines et tubercules amylacés. Pour les pays en voie de développement, la place du fer fourni par les aliments d'origine animale est beaucoup plus faible. Le fer non héminique représente à lui seul 90 à 95 % du fer alimentaire consommé dans les types alimentaires les plus fréquents dans le monde. Sa biodisponibilité est faible (généralement inférieure à 5 %) et peut être influencée par diverses substances contenues dans d'autres aliments.

On peut définir un coefficient d'absorption du fer pour chaque aliment (1 à 2 % pour le riz, 3 à 4 % pour les légumes secs, 16 à 22 % pour les viandes, 50 à 70 % pour le lait maternel...). Mais ces coefficients d'absorption calculés à partir d'aliments consommés isolément n'ont qu'un intérêt théorique, car il existe de nombreuses interactions entre les différents aliments pris au cours d'un même repas : certaines substances présentes dans les aliments agissent en facilitant l'absorption du fer contenu dans la ration, d'autres agissent, au contraire, comme inhibiteurs. Seul le fer non héminique (principale source de fer alimentaire dans les pays en voie de développement) est influencé par la composition du repas.

Le fer héminique (fer de l'hémoglobine et de la myoglobine) possède une grande biodisponibilité intrinsèque et à la différence du fer non héminique, il n'est pas influencé par les autres composants du repas.

### III.1 LES ACTIVATEURS DE L'ABSORPTION DU FER

#### ⇒ L'acide ascorbique

Il est le plus puissant facilitateur connu de l'absorption du fer non héminique (Cook et Monsen, 1977). Il n'y a pas de limite à son action facilitatrice, même à des concentrations très élevées ; mais au-delà de 100 mg d'acide ascorbique dans un repas, son effet est moins prononcé. L'acide ascorbique facilite l'absorption du fer par formation d'un chélate de fer soluble à pH bas, qui reste soluble au pH de l'intestin grêle. L'absorption du fer d'un repas peut être multipliée par trois lorsqu'il est consommé simultanément avec 100 ml de jus d'orange et par 7 avec un jus de papaye. D'autres acides, tels que l'acide citrique et l'acide malique ont également un effet activateur sur l'absorption du fer non héminique.

#### ⇒ Les tissus animaux

Depuis quelques années, on a mis en évidence l'effet facilitateur de la viande et du poisson (Cook et Monsen, 1976) : l'absorption du fer non héminique est multipliée par 2 ou 3 quand on ajoute au repas des protéines d'origine animale (viandes et poissons exclusivement). L'action de 1 gramme de viande est à peu près équivalente à celle de 1 mg d'acide ascorbique. Le mécanisme exact de cet effet activateur est encore mal connu. Certaines études impliquent la cystéine comme étant le facteur facilitateur. Mais cette hypothèse n'a pas été totalement confirmée.

### III.2 LES INHIBITEURS DE L'ABSORPTION DU FER

#### ⇒ Les tannins

Disler et al. (1975) ont été les premiers à signaler l'effet inhibiteur prononcé du thé sur l'absorption du fer ; une seule tasse de thé prise au cours d'un repas peut faire chuter l'absorption du fer de 11 % à 2,5 %. L'absorption du chlorure de fer diminue de 22 à 6 % lorsque les comprimés sont pris en même temps que du thé. Dans un petit déjeuner de type occidental, l'absorption du fer non héminique est réduite d'environ 60 % par la prise du thé. Par contre, le thé sans tannin n'a pas d'action sur l'absorption du fer. L'effet inhibiteur des tannins résulte de la formation de précipités insolubles de tannates de fer. Le thé constitue expérimentalement le plus puissant inhibiteur de l'absorption de fer actuellement connu. Les tannins sont également présents dans le café, mais l'effet inhibiteur du café sur l'absorption du fer est bien moindre que celui du thé. Cet effet pourrait être également lié à la présence d'autres composés polyphénoliques. Les tannins sont aussi largement répandus dans les végétaux et leur présence pourrait expliquer la faible absorption du fer contenu dans ce type d'aliments.

### ⇒ **Le rapport calcium/phosphate**

Chez l'homme, des études ont mis en évidence la réduction considérable de l'absorption du fer héminique par le jaune d'œuf. Ce fait a été attribué au vitellin, principal complexe phosphorotéique dans le jaune d'œuf. Les composés phosphatés contenus dans un repas constitueraient des inhibiteurs de l'absorption du fer par la formation de phosphate ferrique insoluble (Peters et al., 1971). Cet effet serait majoré par la présence simultanée de calcium dans le repas ; le fer serait co-précipité par un complexe insoluble calcium-phosphate.

### ⇒ **Les protéines**

Il est difficile d'apprécier le rôle direct des protéines sur l'absorption du fer. Ceci s'explique par le fait que la plu-part des études réalisées, notamment chez l'animal, sont basées sur la modification de la part des protéines dans l'apport énergétique, celui-ci étant maintenu constant. Il en résulte une grande difficulté d'interprétation, car il est difficile de déterminer si un phénomène observé est dû à la seule modification de l'apport protéique ou à l'augmentation et/ou à la réduction des autres composants. Bien que les pouvoirs facilitateurs de la viande ont souvent été attribués aux protéines (sans que ceci puisse être réellement démontré), des études récentes ont montré que certaines protéines semi purifiées peuvent inhiber l'absorption du fer. Lorsque l'on double la quantité d'albumine de l'œuf dans un repas, l'absorption du fer chute de 2,3 à 1,4 %. A l'inverse, lorsque l'on soustrait cette protéine, l'absorption du fer augmente de 3,8 à 9,6 % (Monsen et Cook, 1979). Récemment, a été également mis en évidence un effet inhibiteur des protéines de soja sans que le mécanisme en soit connu (Cook et al., 1981a).

### ⇒ **Les phytates**

Au début des années 1940, Widdowson et McCance (1943) ont observé que l'absorption du fer d'un repas contenant du pain complet était plus faible par rapport à un repas contenant du pain blanc. Des études utilisant des marqueurs radioactifs ont confirmé l'effet inhibiteur du son et de nombreux travaux ont rapporté cet effet à la présence de phytates. Cependant, des études plus récentes chez l'homme et chez l'animal considèrent que les phytates ont peu d'effet sur l'absorption du fer : l'effet inhibiteur du son n'est pas modifié après destruction par hydrolyse enzymatique des phytates (Simpson et al., 1981).

## ⇒ Les fibres

Le rôle des fibres sur l'absorption du fer n'a pas été suffisamment étudié chez l'homme. Cook et al., testant deux repas qui ne se différencient que par la composition en fibres, ont observé (Cook et al., 1981b) que l'absorption du fer est de 6,1 % pour le repas à faible teneur en fibres (5,1 g). Les mêmes auteurs ont étudié l'effet des fibres sur l'absorption du fer en fonction de leur nature ; ils n'ont pas observé d'effet inhibiteur avec la pectine et la cellulose alors que cet effet était retrouvé avec le son (Cook et Reusser, 1983).

Les recherches futures sur la biodisponibilité du fer alimentaire vont vraisemblablement mettre en évidence de nombreux autres activateurs et inhibiteurs dont la connaissance permettra de mieux estimer la quantité de fer réellement biodisponible à partir d'un type alimentaire. Ceci est particulièrement important, car en fonction de la présence des substances activatrices et inhibitrices, l'absorption du fer alimentaire peut varier de 1 à 40 % chez des individus ayant des réserves en fer semblables. Ceci représente un facteur essentiel à prendre en compte pour la compréhension de la problématique de la carence en fer.

Au total, selon la composition des régimes alimentaires, on peut différencier schématiquement trois niveaux d'absorption :

- les repas contenant du fer considéré « peu biodisponible » (environ 5 % absorbable) : c'est le cas des types alimentaires avec repas monotone à base de céréales et/ou de racines-tubercules, pauvres en produits d'origine animale et en vitamine C.
- les repas contenant du fer considéré « relativement biodisponible » (environ 10 % absorbable). Ce sont des repas également à base de céréales et/ou de racines et tubercules, mais contenant également un peu d'aliments animale et de la vitamine C.
- les repas contenant du fer considéré « hautement biodisponible » (environ 15 % absorbable). Il s'agit d'alimentations diversifiées et variées contenant des quantités importantes d'aliments d'origine animale.

Il est évident que la majorité des habitants des pays en voie de développement ont une alimentation du premier type contenant du fer peu biodisponible. Ceci aide à comprendre pourquoi, dans ces pays, les populations ont un risque accru de carence en fer.

### III.3 L'ÉTAT DES RÉSERVES EN FER DE L'INDIVIDU

De nombreux travaux ont montré que la quantité de fer alimentaire absorbée ne dépend pas seulement de la teneur en fer des aliments, du type de fer et de la composition du repas, mais également de l'état des réserves en fer de l'organisme. **L'absorption du fer non héminique est augmentée en cas de diminution du stock de fer de l'organisme et réciproquement diminuée en cas de surcharge en fer.** Une forte corrélation négative existe entre le coefficient d'absorption du fer et l'importance des réserves en fer de l'organisme et ce quelles que soient les méthodes utilisées pour apprécier ces réserves (biopsie de moelle osseuse, dosage de la ferritine sérique ou méthodes de phlébotomies). Dans le même sens, on peut rapprocher, chez les femmes enceintes, l'augmentation de l'absorption du fer au fur et à mesure du déroulement de la grossesse parallèlement à l'épuisement graduel des réserves.