



RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE

*Liberté
Égalité
Fraternité*

RECOMMANDATIONS SUR LES STRATÉGIES DE SUPPLÉMENTATION EN FER LORS D'UN STAGE EN ALTITUDE CHEZ L'ATHLÈTE



Le réseau grand INSEP (RGI)

Le réseau grand INSEP est une organisation en réseau des centres d'entraînement de haut niveau maillant le territoire français (CREPS, Écoles nationales, centres fédéraux d'entraînement, CNSD, etc.). À travers la mutualisation des expertises, la dynamique collaborative du RGI permet de renforcer les coopérations entre acteurs du haut niveau, fédérant les centres d'entraînement tout en favorisant leur progression.

Via des groupes de travail, *workshops*, séminaires, le réseau grand INSEP produit différents supports et outils numériques destinés à optimiser les performances des sportifs de haut niveau et favoriser la montée en compétence des cadres et entraîneurs, à travers le prisme d'un accompagnement à 360°.

En ce sens, la thématique de l'accompagnement en stress environnemental (altitude, chaleur, humidité) est une thématique majeure au sein du RGI. Axe transversal touchant aussi bien à l'accompagnement en dimension physique qu'à l'innovation-recherche et au médical-paramédical, ce champ d'optimisation de la performance représente un levier essentiel pour les sportifs de haut niveau et leur encadrement.

Le réseau Accompagnement à la performance en stress environnemental (ASTRE)

Depuis les Jeux Olympiques et Paralympiques de Tokyo 2020, de plus en plus de fédérations ont fait le choix d'intégrer les stress environnementaux dans leur préparation. La montée en puissance des installations hypoxiques dans les centres du réseau grand INSEP (CNE FFTennis, CREPS Vichy, CREPS Bourgogne-Franche-Comté, CREPS Île-de-France, etc.) et privés contribue à la modernisation des équipements et à l'amélioration des conditions de préparation des sportifs français.

Dans ce contexte, le réseau Accompagnement à la performance en stress environnemental a été déployé au sein du réseau grand INSEP en 2020, agissant comme une *task-force* et réunissant aussi bien des préparateurs physiques, des chercheurs, des ressources médicales-paramédicales de centres du RGI, de fédérations, ou encore de clubs sportifs accompagnant des sportifs de haut niveau.

Piloté par le CREPS Montpellier - CNEA Font-Romeu, le CNSNMM Prémanon et l'INSEP, ce groupe ressource cherche à répondre à différents objectifs :

- être un centre de ressources fiable, avec les meilleurs experts des centres équipés travaillant avec les fédérations françaises les plus investies dans ce domaine ;
- proposer du conseil et de l'accompagnement, avec une logique de veille scientifique ;
- être un support de réflexions et d'échanges avec les entraîneurs ;
- développer des outils permettant de partager les mêmes protocoles et les mêmes suivis afin de garantir aux fédérations une fiabilité des données.

Objectif du livret

De nombreuses fédérations utilisent aujourd'hui l'altitude dans le cadre de leur préparation, mais des variations de niveau d'information et de stratégies sont observables. En étroite collaboration avec les chercheurs impliqués dans le Programme prioritaire de recherche (PPR) HYPOXPERF, les personnes ressources de la thématique se sont aperçues que les mesures de masse d'hémoglobine, du niveau de fer et de supplémentation en fer connaissent un grand écart. En outre, un manque criant de cadre semble se dessiner dans les procédures d'accompagnement, aussi bien chez les sportifs de haut niveau que chez les entraîneurs et les staffs médicaux.

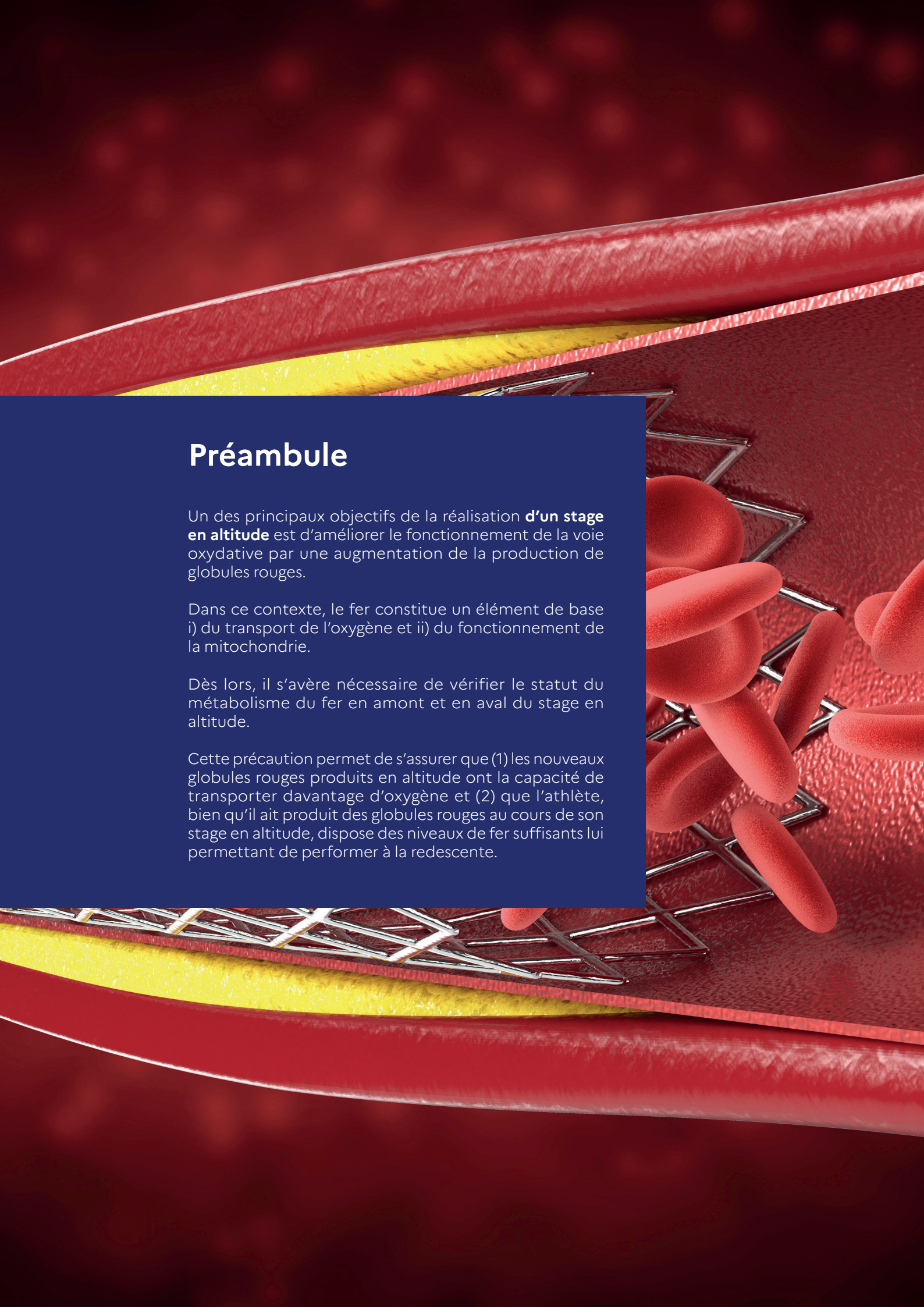
L'objectif de ce livret de recommandations est donc de définir des procédures d'accompagnement et de mesure standardisées à destination des sportifs de haut niveau, de leurs entraîneurs, staffs et encadrants, abordant divers aspects inhérents à la question de la supplémentation en fer en altitude.

Méthodologie

S'inscrivant pleinement dans la logique du réseau ASTRE, un groupe de travail réunissant différents experts du réseau et de fédérations sportives s'est saisi de la question afin d'échanger, de mutualiser les savoirs et les bonnes pratiques et d'ainsi proposer des pistes concrètes d'optimisation des performances concernant cette thématique.

Au total, plus de 30 personnes issues de divers champs métiers (performance, médical, nutrition, recherche) se sont réunies afin de réfléchir collégialement aux bonnes pratiques à adopter. L'objectif était de proposer des recommandations spécifiques pour les stages en altitude, ayant pour axes principaux l'optimisation de la performance autant que la préservation de la santé de l'athlète.

Plusieurs temps d'échanges et de présentation ont permis d'aboutir à l'identification de procédures communes, dans un cadre aussi bien général que spécifique. Ce livret intitulé « Recommandations sur les stratégies de supplémentation en fer lors d'un stage en altitude chez l'athlète » est le fruit de ce travail collaboratif.

A 3D medical illustration of a blood vessel. The vessel is shown in cross-section, revealing a red outer wall and a yellow inner lining. Several red blood cells, depicted as biconcave discs, are shown flowing through the vessel. A blue rectangular text box is overlaid on the left side of the image.

Préambule

Un des principaux objectifs de la réalisation **d'un stage en altitude** est d'améliorer le fonctionnement de la voie oxydative par une augmentation de la production de globules rouges.

Dans ce contexte, le fer constitue un élément de base i) du transport de l'oxygène et ii) du fonctionnement de la mitochondrie.

Dès lors, il s'avère nécessaire de vérifier le statut du métabolisme du fer en amont et en aval du stage en altitude.

Cette précaution permet de s'assurer que (1) les nouveaux globules rouges produits en altitude ont la capacité de transporter davantage d'oxygène et (2) que l'athlète, bien qu'il ait produit des globules rouges au cours de son stage en altitude, dispose des niveaux de fer suffisants lui permettant de performer à la redescende.

Étape 1 : Quels marqueurs sanguins vérifier lors de la planification de stage en altitude et quand les vérifier ?

La réalisation de bilans sanguins en amont et en aval du stage en altitude permet aux athlètes et aux staffs de s'assurer que l'organisme est parfaitement armé à produire des globules rouges au cours du stage en altitude. De toute évidence, la prescription de ce bilan sanguin est réalisée à la suite d'une consultation médicale qui permettra au médecin d'évaluer toutes contre-indications associées (maladie et/ou pathologie). Ce bilan sanguin est réalisé à au moins 48 heures de toute sollicitation intense ou inhabituelle pour l'athlète.

Ainsi, nous recommandons d'effectuer :

- Une prise de sang comprenant un dosage de la Numération Formule Sanguine (NFS), de la Protéine C Réactive (CRP), de la ferritine, du fer sérique, de la transferrine, du Coefficient de Saturation de la Transferrine (CST) et du Récepteur soluble de la Transferrine (Rs - Tf) six semaines avant le début du stage en altitude afin de déterminer si une supplémentation est à envisager en amont du stage en altitude.
- Une prise de sang comprenant les mêmes marqueurs que ci-dessus, en ajoutant l'évaluation des réticulocytes dans la semaine qui précède le stage en altitude afin de vérifier le niveau de ferritine.
- Une prise de sang comprenant les mêmes marqueurs que ci-dessus, en ajoutant l'évaluation des réticulocytes dans la semaine qui suit le stage en altitude (J+3 à J+7) afin de calculer le delta de ferritine au cours du stage et envisager éventuellement une poursuite de la supplémentation en fer post-stage.
- Cette prise de sang doit être composée de différents marqueurs qui permettront d'évaluer le niveau d'inflammation de l'athlète, les stocks en fer de l'organisme ainsi que la manière dont le corps utilise ce fer.

La temporalité et les marqueurs importants à évaluer sont schématisés dans la figure 1.

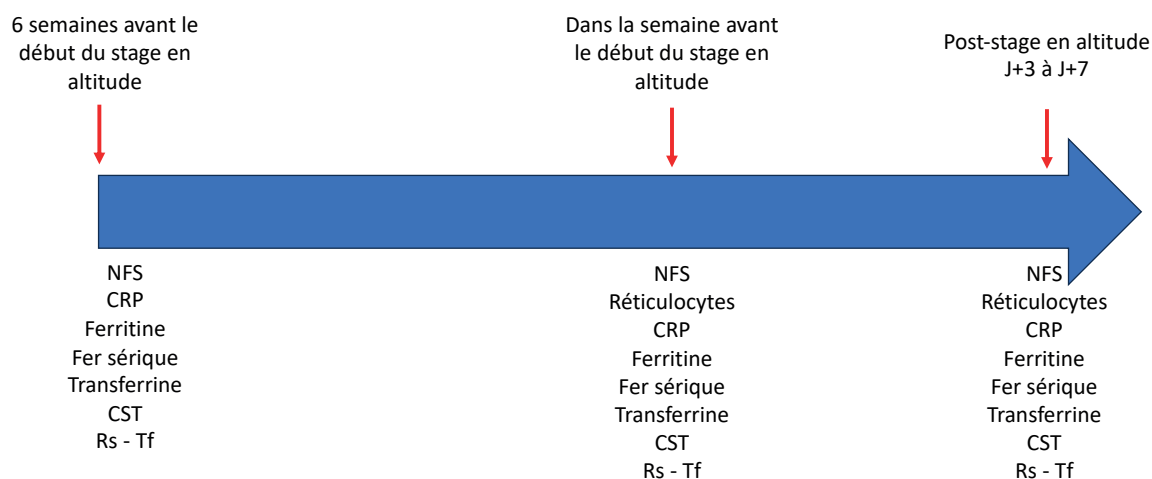


Figure 1 : Schématisation de la temporalité et des différents marqueurs sanguins à évaluer en amont et en aval du stage en altitude : NFS (Numération Formule Sanguine), CRP (Protéine C Réactive), CST (Coefficient de Saturation de la Transferrine), Rs - Tf (Récepteur soluble de la Transferrine).

Étape 2 : Conduite à tenir au regard de ces bilans sanguins

Vous trouverez ci-dessous un arbre décisionnel (figure 2) permettant d'effectuer les choix en matière de supplémentation en fer au regard des taux de ferritine observés au cours des différents bilans sanguins en amont et en aval du stage en altitude. Le choix du type de fer que l'athlète devra prendre au cours de la supplémentation sera notamment dépendant du taux de ferritine en amont du stage mais également de la tolérance digestive individuelle de l'athlète.

Cet arbre décisionnel recense la posologie (en mg/jour) en matière de supplémentation en fer qui est conseillée à l'athlète de prendre au regard de son taux de ferritine. Dès lors, il revient à l'athlète et au staff de choisir la marque et le type (sulfate ou bisglycinate) de supplémentation en fer. Pour cela, nous vous invitons à vous référer à l'étape 3.

Quel que soit le taux de ferritine de l'athlète, il est indispensable de supplémenter en fer durant le stage en altitude afin (1) que le corps puisse produire des globules rouges et (2) que le taux de ferritine post-stage ne soit pas trop impacté par le stage en altitude.

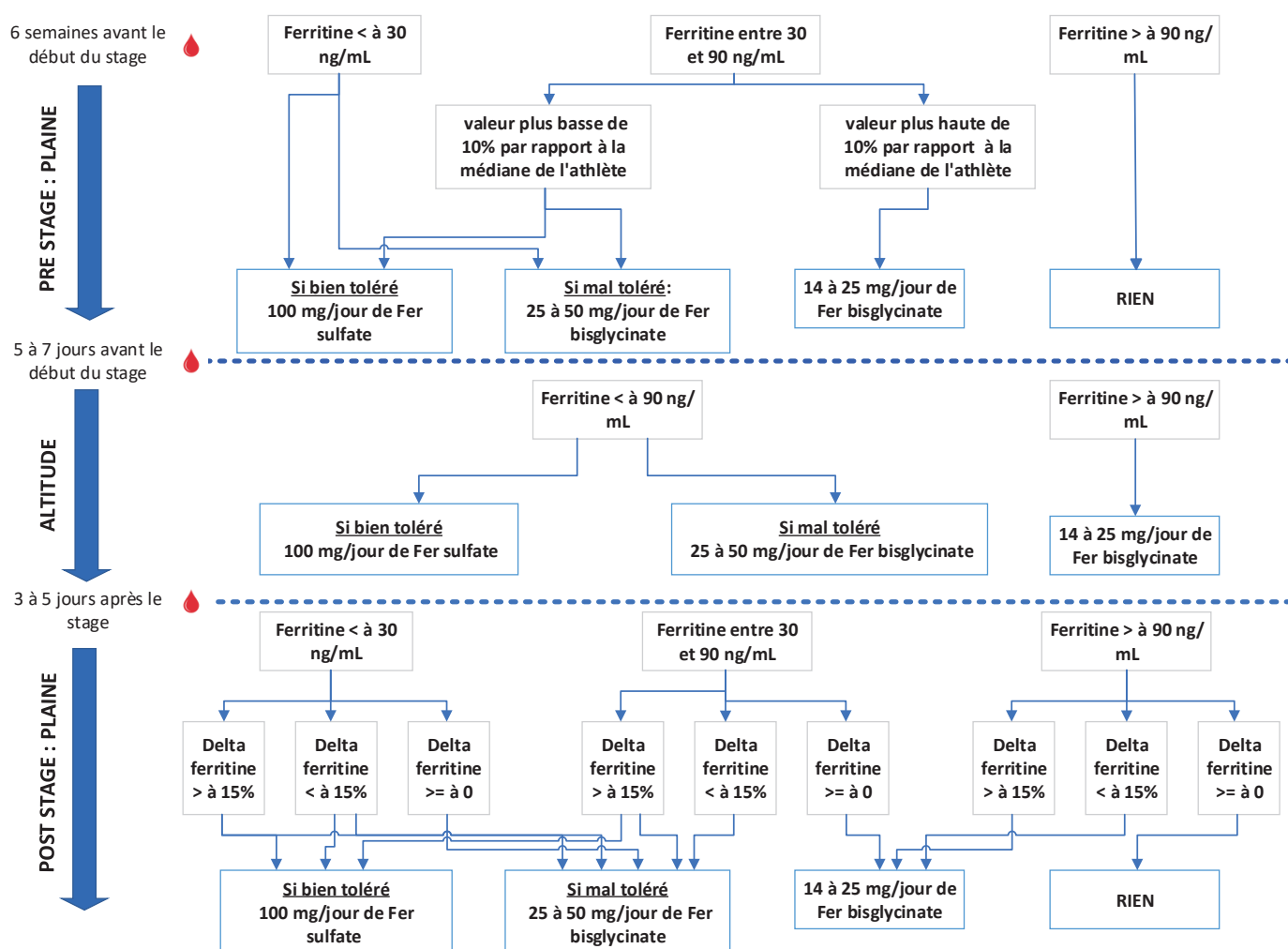


Figure 2 : Arbre décisionnel de la supplémentation en fer.

À noter que la concentration de ferritine est exprimée en ng/mL ou en µg/L (1 ng/mL = 1 µg/L).

Dans le cas d'une poursuite de la supplémentation en fer après le stage en altitude, la durée de celle-ci est à individualiser au regard du taux de ferritine ou de la proximité d'un autre stage en altitude.

Si au cours d'un processus complet de l'arbre décisionnel, l'athlète a toujours eu un niveau de ferritine inférieur à 30 ng/mL malgré les supplémentations successives, il convient d'effectuer une consultation médicale d'expertise afin de mieux comprendre, appréhender et prendre en charge ces niveaux de ferritine bas de manière chronique.

Étape 3 : Choisir sa supplémentation en fer

Avant toute chose, il faut avoir à l'esprit que le fer apporté par une supplémentation est (1) très peu assimilé par l'organisme et (2) peut engendrer des troubles gastriques et digestifs. Ainsi, il convient d'être vigilant par rapport (1) au choix du type de fer que l'on va utiliser et (2) au moment de la journée où les athlètes vont ingérer le fer, ceci afin de maximiser son assimilation par le corps.

La supplémentation en fer peut s'effectuer *via* des formes médicamenteuses ou par des compléments alimentaires :

- Les formes médicamenteuses sont le plus souvent constituées de sulfate ferreux. Cette forme de fer n'est pas très bien absorbée et peut générer des troubles digestifs (constipation, diarrhée, nausées) bien que ces effets secondaires soient très individuels. Les formes médicamenteuses de supplémentation en fer en France ne présentent aucun risque de donner lieu un contrôle anti-dopage positif. Les médicaments à base de sulfate ferreux à prise orale sont disponibles à partir du lien suivant : [Dictionnaire Vidal - Substance active fer](#)
- Concernant les compléments alimentaires, la forme à privilégier est le bisglycinate de fer car l'absorption est bien supérieure à celle du sulfate ferreux et n'engendre que peu de troubles digestifs. Il est important de noter que, comme tout complément alimentaire, il est absolument indispensable de faire preuve de la plus grande vigilance concernant le choix du complément alimentaire, notamment eu égard au risque de contrôle anti-dopage positif. Aucune prise de complément alimentaire ne devra être faite sans avis médical et avis de la personne référente en nutrition. Dans le cas d'un choix d'un complément alimentaire, en particulier pour les raisons évoquées de meilleure tolérance gastrique, il doit être accompagné de la justification d'un contrôle de non-contamination des lots achetés (exécuté par un laboratoire indépendant).

Nous attirons votre attention que l'achat de médicaments et compléments alimentaires à l'étranger et sur Internet peut engendrer un contrôle anti-dopage positif.



Étape 4 : Quand et comment prendre sa supplémentation en fer ?

Il convient de rappeler que la prise d'une supplémentation en fer ne se substitue pas à une alimentation équilibrée et notamment l'utilisation d'aliments riches en fer tout au long de l'année et de manière plus marquée à l'approche ou lors de stage en altitude. La figure 3 présente quelques exemples d'aliments riches en fer. Nous vous rappelons que le fer provenant d'aliments d'origine animale est mieux absorbé que celui provenant d'aliments d'origine végétale.

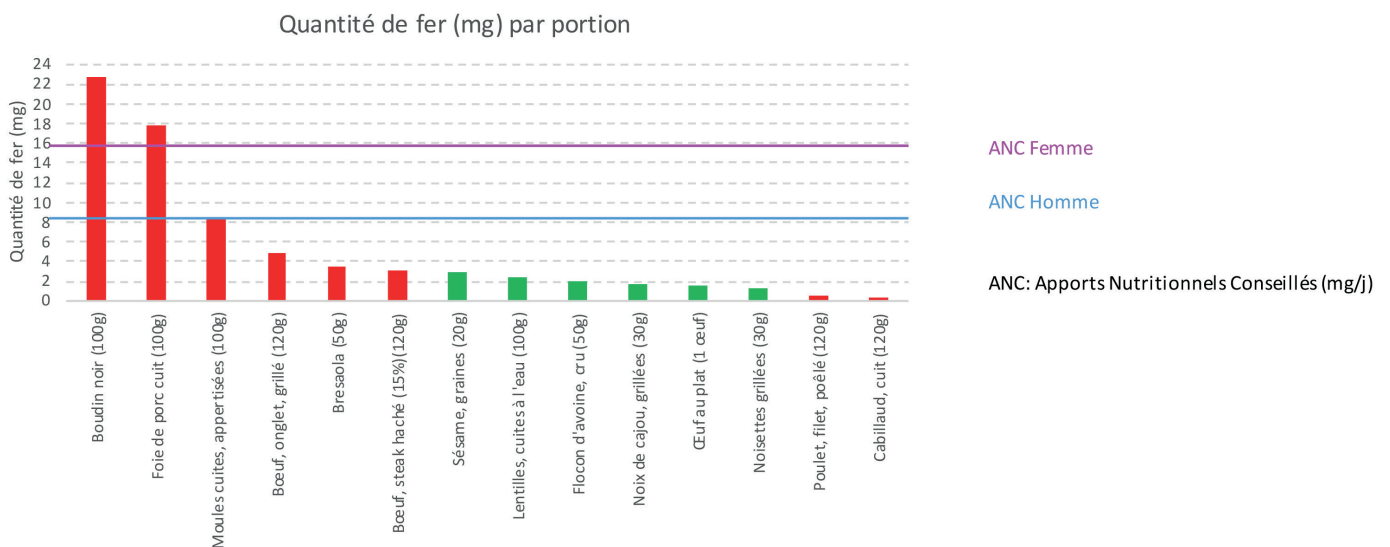


Figure 3 : Quelques exemples d'aliments riches en fer (ligne rose pour les femmes et ligne bleue pour les hommes).
Source : Table de composition des aliments CIQUAL 2023

Afin de maximiser l'absorption du fer, il faudra donc privilégier la prise de la supplémentation :

- Lorsque l'état inflammatoire de l'athlète est le moins élevé **c'est-à-dire le matin entre le lever et la première séance d'entraînement.**
- Associer la prise de fer **avec de la vitamine C (200 à 500 mg).**
- **Éloigner au maximum la prise de la supplémentation en fer de toute prise de calcium, thé/tisane et café (même décaféiné).**
- Veiller à ce que l'athlète ait **un apport glucidique minimal tout au long de la supplémentation.**

Au regard de ce contexte, nous recommandons vivement aux athlètes de prendre leur supplémentation en fer :

- Si le petit-déjeuner ne contient pas de thé, café, laitages ou produits contenant du calcium : **la supplémentation peut être prise au lever à jeun et/ou au petit-déjeuner.**
- Si le petit-déjeuner contient du thé, café, produits laitiers ou produits contenant du calcium : **la supplémentation peut être prise juste avant le début de la première session d'entraînement du matin sauf si ce premier entraînement a lieu juste après le petit-déjeuner. Dans ce cas, la supplémentation peut être différée à la fin de cet entraînement.**

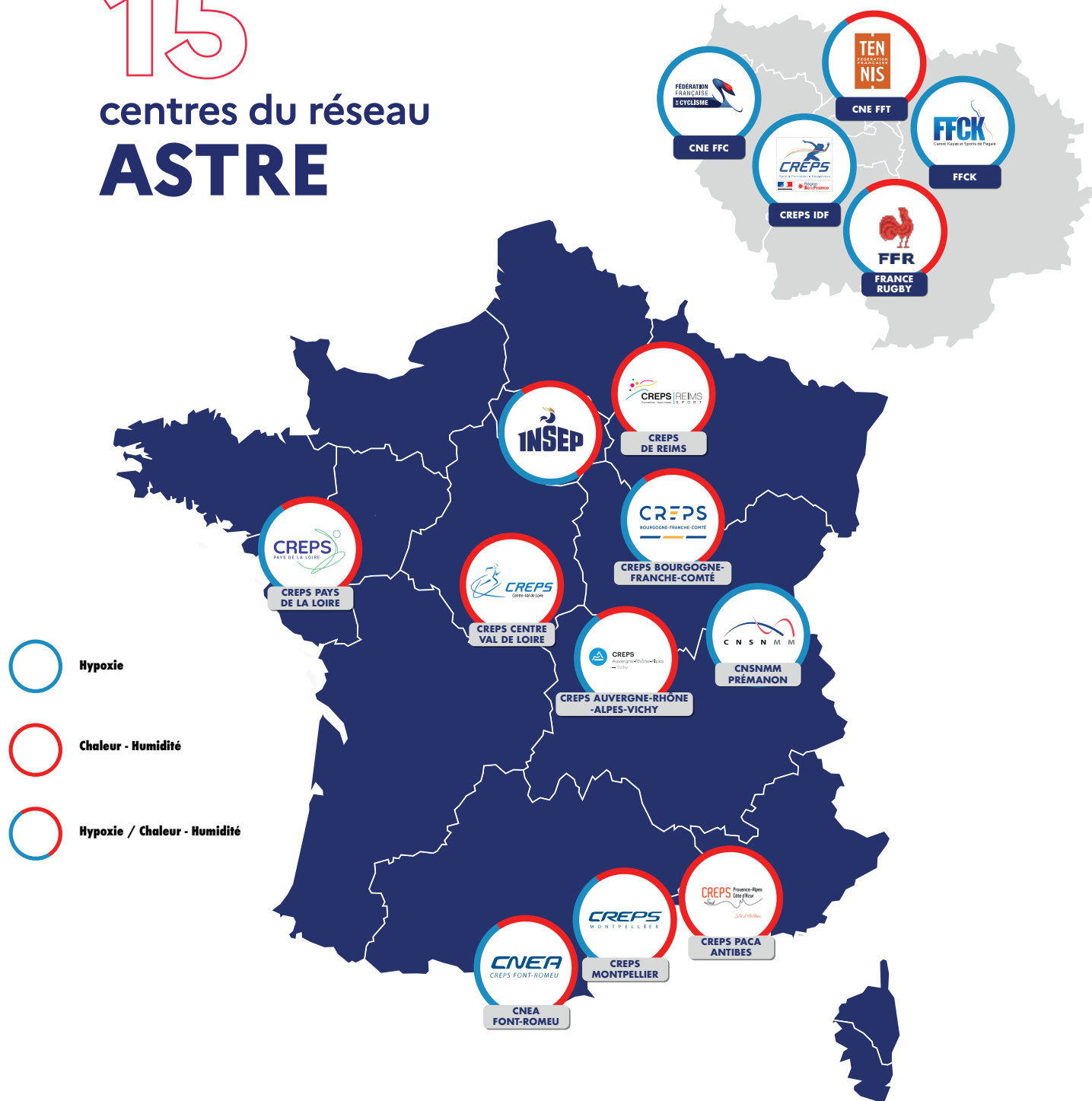
Conclusion

Pour optimiser les stratégies de supplémentation en fer lors d'**un stage en altitude** chez l'athlète, il est crucial de réaliser **des bilans sanguins préalables** pour évaluer le statut en fer de l'organisme (figure 1). Ces bilans doivent être effectués à distance de toute sollicitation intense et comprendre une série de marqueurs sanguins pertinents. Sur la base des résultats, une **supplémentation en fer adaptée devrait être envisagée** (figure 2), en prenant en compte la tolérance individuelle et le type de fer à utiliser.

Il est essentiel de souligner que la supplémentation ne remplace pas une alimentation équilibrée, et que sa prise devrait être planifiée pour maximiser son absorption, notamment en associant la vitamine C et en évitant les interférences avec d'autres substances (café, thé, tisane, calcium). Enfin, il est recommandé aux athlètes de consulter un médecin pour guider leur démarche de supplémentation en fer, afin d'optimiser leurs performances tout en préservant leur santé.

15

centres du réseau ASTRE



La montée en puissance des installations hypoxiques / environnements chauds et humides dans les centres du réseau grand INSEP.

Pilotage du groupe de travail

- **Grégory DOUCENDE**
(Responsable unité d'accompagnement à la performance - CNEA Font-Romeu - HYPOXPERF)

Contribution et rédaction

- **Anthony BIRAT**
(Réfèrent scientifique - FFTriathlon)
- **Éric BRAIZE**
(Chargé de mission haute performance - CREPS Île-de-France)
- **Franck BROCHERIE**
(Chercheur - INSEP - HYPOXPERF)
- **Romain CARIN**
(Doctorant - Université de Lyon - HYPOXPERF)
- **Philippe CONNES**
(Chercheur - Université de Lyon - HYPOXPERF)
- **Emilio CORBEX**
(Réfèrent scientifique - FFMontagne et escalade)
- **Grégoire DESWARTE**
(Médecin - FFMontagne et escalade)
- **Allison DIRY**
(Réfèrent scientifique - FFAviron)
- **Jonas FOROT**
(Analyste de la performance - CNSNMM Prémanon)
- **Sandrine GUIRRONNET**
(Réfèrent scientifique - FFCyclisme)
- **Alice GUYOT**
(Médecin - FFSki)
- **Valentin LACROIX**
(Nutritionniste - Indépendant)
- **Jérôme LACROIX**
(Médecin - CNEA Font-Romeu)
- **Paul LALIRE**
(Entraîneur - FFTriathlon)

- **Sébastien LE GARREC**
(Médecin - INSEP)
- **Hugo MACIEJEWSKI**
(Réfèrent scientifique - FFAthlétisme)
- **Jacky MAILLOT**
(Médecin - FFCyclisme)
- **Élie NADER**
(Chercheur - Université de Lyon - HYPOXPERF)
- **Emmanuel ORHANT**
(Médecin - FFFootball)
- **Aurélien PICHON**
(Chercheur - Université de Poitiers - HYPOXPERF)
- **Robin PLA**
(Réfèrent scientifique - FFNatation)
- **Paul ROBACH**
(Chercheur - ENSM - site de l'ENSA Chamonix - HYPOXPERF)
- **Maryline SALVETAT**
(Médecin - FFCyclisme)
- **Marine SORG**
(Médecin - CREPS Vichy)
- **Émeric STAUFFER**
(Médecin - LIBM Lyon)
- **Patricia THOREUX**
(Médecin - INSEP)
- **Bertrand THORIBE**
(Médecin - FFCyclisme)
- **Eve TIOILLIER**
(Nutritionniste - INSEP)
- **Jean-François TOUSSAINT**
(Médecin - INSEP)

Coordination générale

- **Howard VAZQUEZ**
(Chef de la mission grand INSEP - INSEP)
- **Gabriele CAZZATO**
(Chargé de projet - INSEP)

