



**HAL**  
open science

## Un aliment mixte pour lutter contre l'anémie : le fer passé aux rayons X sur LUCIA.

Coline Schiell, Camille Rivard, Stéphane Portanguen, Valérie Scislowski,  
Pierre-Sylvain Mirade, Thierry Astruc

### ► To cite this version:

Coline Schiell, Camille Rivard, Stéphane Portanguen, Valérie Scislowski, Pierre-Sylvain Mirade, et al.. Un aliment mixte pour lutter contre l'anémie : le fer passé aux rayons X sur LUCIA.. 2024. hal-04820520

**HAL Id: hal-04820520**

**<https://hal.inrae.fr/hal-04820520v1>**

Submitted on 5 Dec 2024

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

# Un aliment mixte pour lutter contre l'anémie : le fer passé aux rayons X sur LUCIA

La carence en fer est la principale cause d'anémie, qui touche environ 25% de la population mondiale. Le développement de nouveaux aliments riches en fer, naturellement apporté par les ingrédients utilisés, est une approche prometteuse pour y remédier. Néanmoins, l'absorption du fer par l'organisme est un phénomène complexe dépendant de nombreux facteurs.

Des scientifiques d'INRAE et de l'ADIV à Clermont-Ferrand se sont penchés sur la question de la biodisponibilité du fer, en utilisant les rayons X sur la ligne de lumière LUCIA, afin de concevoir de nouveaux aliments pour les personnes carencées.

Au-delà de la quantité de fer ingérée, la spéciation du fer, c'est-à-dire son état d'oxydation et sa liaison à d'autres éléments chimiques, joue un rôle déterminant dans son absorption par l'organisme. Dans l'alimentation, le fer se trouve sous deux formes : le fer héminique, essentiellement d'origine animale (viande) et le fer non-héminique que l'on retrouve à la fois dans les produits animaux et végétaux et qui regroupe les ions de fer libre ( $Fe^{2+}$  et  $Fe^{3+}$ ), mais aussi des formes complexées comme la ferritine. Le fer non-héminique est le fer majoritairement consommé, mais il est beaucoup moins bien absorbé que le fer héminique car il interagit plus facilement avec d'autres composés. Des études ont mis en évidence certains composés capables d'inhiber l'absorption du fer, comme l'acide phytique (riche en phosphore) ou les polyphénols et d'autres, au contraire, capables de favoriser cette absorption, comme l'acide ascorbique et les tissus animaux, contenant notamment des peptides soufrés.

Dans ce contexte, des travaux émergent afin de mettre au point des associations d'ingrédients permettant de maximiser l'absorption du fer par l'organisme : c'est le cas de l'association de matières premières animales et végétales. En effet, il a été démontré que les produits animaux tels que les abats, en plus de contenir du fer très assimilable, étaient aussi en capacité d'augmenter l'absorption du fer végétal en réduisant l'impact de certains inhibiteurs s'ils sont consommés en même temps.

Nous utilisons des cookies sur ce site pour améliorer votre expérience utilisateur

ACCEPTER

NON, MERCI

En cliquant sur le bouton "Accepter", vous nous autorisez à le faire  
[Donnez-moi plus d'informations](#)

via une approche combinant la cartographie de fluorescence X (XRF) et la spectroscopie d'absorption X (XANES) mise en œuvre sur la ligne LUCIA (Figure 1).

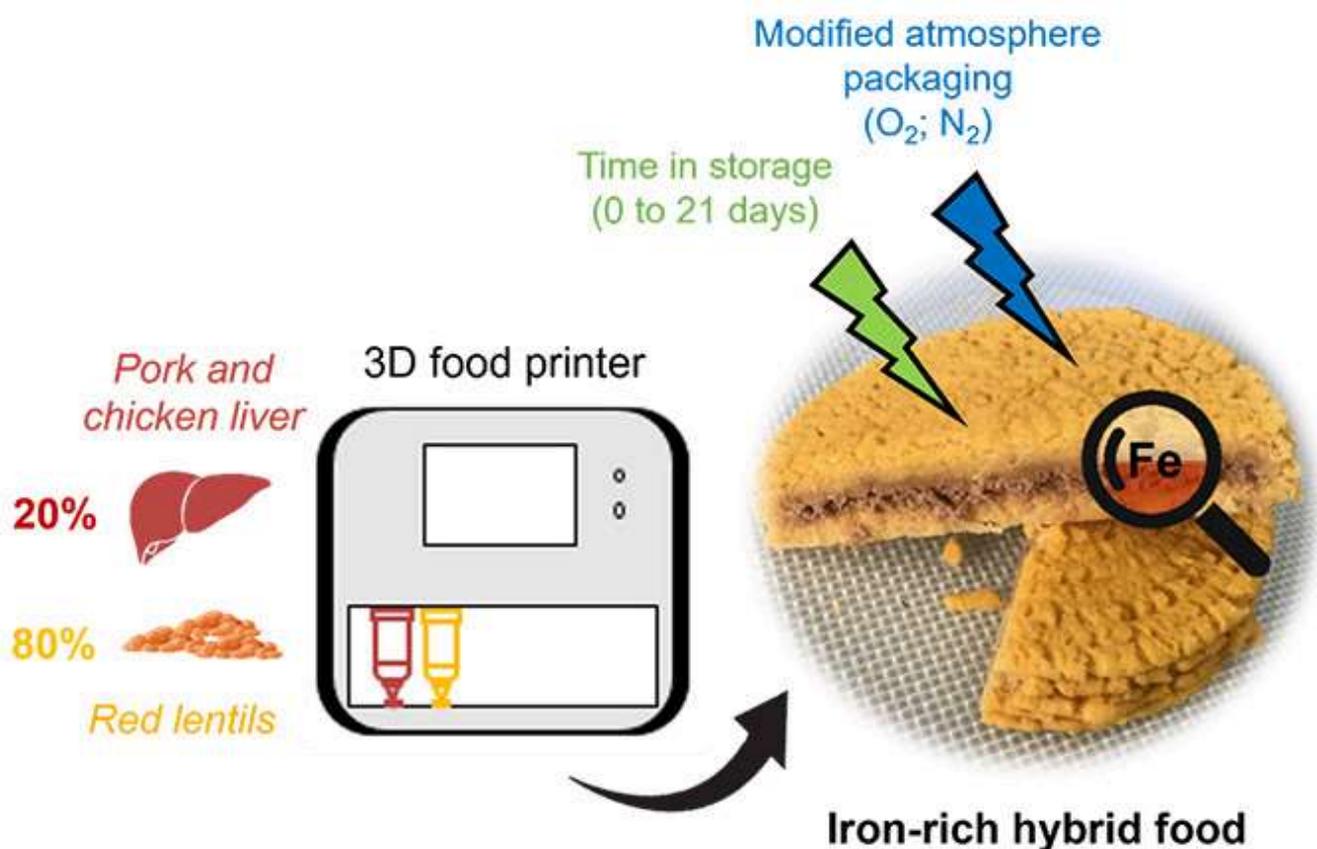


Figure 1 : Schéma expérimental pour l'étude du fer dans l'aliment mixte.

La microspectroscopie de fluorescence X ( $\mu$ -XRF) a permis de cartographier dans l'aliment la distribution du fer, mais aussi, simultanément, celles du phosphore et du soufre. Ces analyses ont ainsi mis en évidence une concentration du fer dans les amyloplastes des lentilles en présence d'oxygène, ainsi que la colocalisation du fer avec le soufre et le phosphore (Figure 2). Ces données suggèrent que le fer pourrait interagir avec la ferritine, les phytates, ou encore les acides aminés soufrés, avec de possibles conséquences sur son absorption.

Nous utilisons des cookies sur ce site pour améliorer votre expérience utilisateur

En cliquant sur le bouton "Accepter", vous nous autorisez à le faire

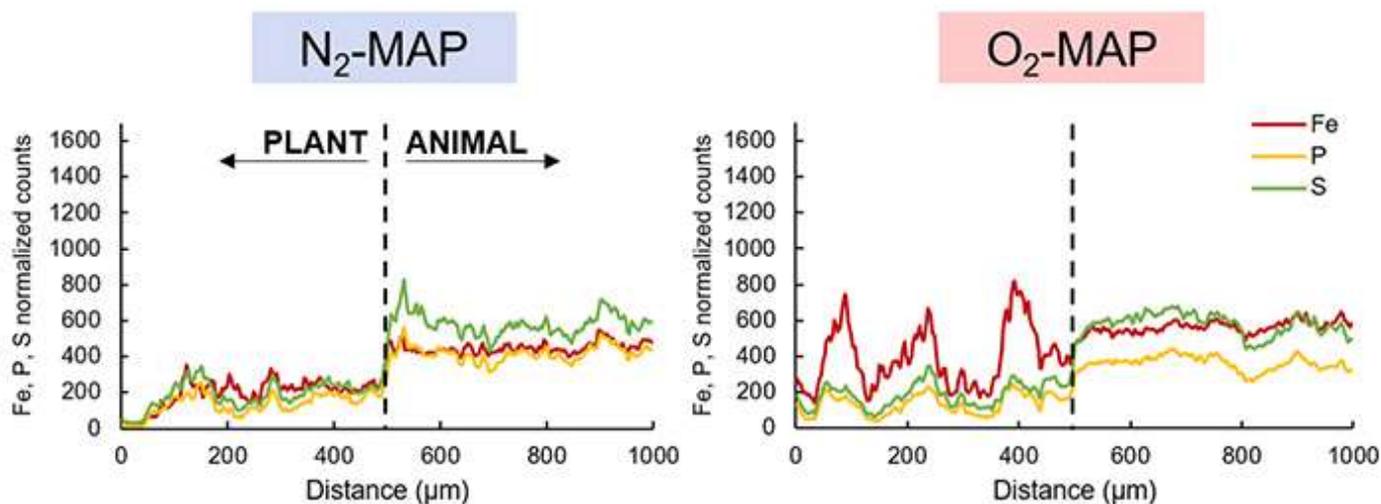


Figure 2 : Comparaison des profils du fer (Fe), du phosphore (P) et du soufre (S) extraits des cartographies  $\mu$ -XRF dans les aliments en fonction des conditions de conservation (en présence d'azote,  $N_2$ -MAP ou d'oxygène,  $O_2$ -MAP). La ligne en pointillé marque l'interface végétal/animal, avec la partie végétale à gauche et la partie animale à droite.

Dans un second temps, la spectroscopie XANES a permis d'identifier et de différencier les formes de fer propres aux matrices animales et végétales. Les résultats ont montré des formes de fer plus réduites pour les matrices à base de foie et des formes plus oxydées pour celles contenant des lentilles (Figure 3). Après quelques jours de conservation, la spectroscopie  $\mu$ -XANES a révélé des interactions entre les parties animales et végétales dans l'aliment mixte, avec la présence de formes de fer réduites proches de celles du foie dans la partie végétale. Deux hypothèses ont alors été formulées : un phénomène de diffusion du fer d'origine animale vers la partie végétale ou un changement dans la spéciation du fer d'origine végétale vers une forme plus réduite, ce qui pourrait expliquer une meilleure assimilation ensuite par l'organisme.

Nous utilisons des cookies sur ce site pour améliorer votre expérience utilisateur

En cliquant sur le bouton "Accepter", vous nous autorisez à le faire

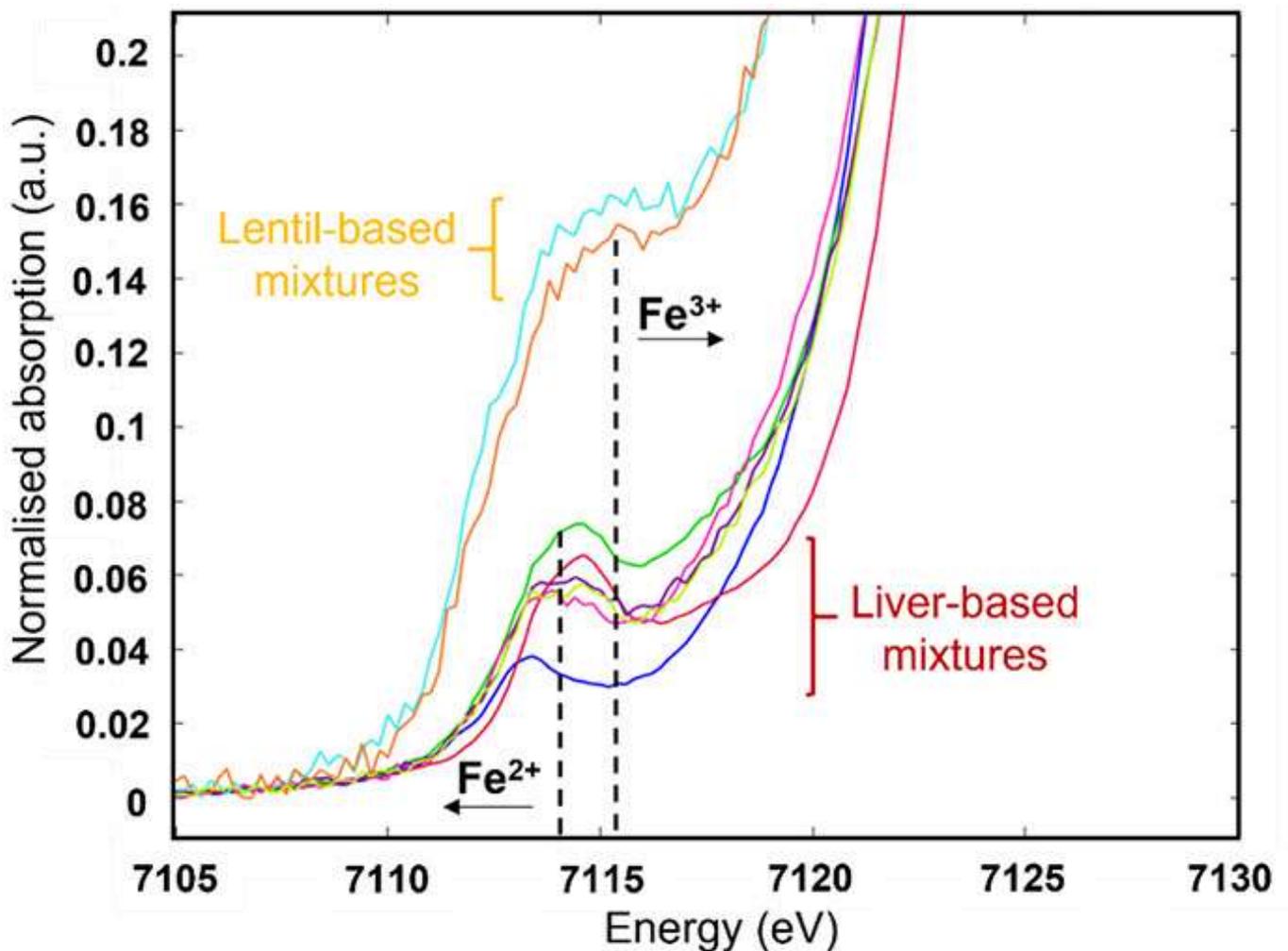


Figure 3 : Comparaison des spectres XANES du fer, pour les mélanges animaux et végétaux dans la région du pré-pic (énergies comprises entre 7105,2 – 7121,0 eV).

Ces travaux apportent de nouveaux éléments sur les mécanismes d'interaction entre le fer et les autres constituants, à prendre en compte lors de la conception d'aliments innovants riches en fer. Cette étude montre également l'intérêt des aliments mixtes, associant matières premières animales, notamment issues de coproduits, et matières premières végétales comme moyen pour lutter contre les carences en fer. En complément, des expériences *in vivo* seraient particulièrement intéressantes pour évaluer la biodisponibilité du fer d'un tel aliment à l'échelle de l'organisme.

*Image d'illustration : Cartographie d'une coupe d'aliment mixte : partie végétale (lentilles) à gauche et partie animale (foie) à droite - Image obtenue par spectroscopie de fluorescence X sur la liane LUCIA (fer en rouge) :*

Nous utilisons des cookies sur ce site pour améliorer votre expérience utilisateur

En cliquant sur le bouton "Accepter", vous nous autorisez à le faire

---

Schiell, C., Rivard, C., Portanguen, S., Scislowski, V., Mirade, P.S., Astruc, T. "Iron distribution and speciation in a 3D-printed hybrid food using synchrotron X-ray fluorescence and X-ray absorption spectroscopy" *Food Chemistry*, **463**(1): art.n° 141058. (2025).

## CONTACTS

Coline Schiell

Thierry Astruc

Camille Rivard

## ADDITIONAL RESOURCES

---

INRAE, UR370 Qualité des Produits Animaux (QuaPA)

---

ADIV (Association pour le Développement de l'Institut de la Viande)

## À LIRE AUSSI

---

Une tablette d'envoûtement d'époque romaine étudiée par tomographie aux rayons X sur la ligne de lumière PSICHE

---

Le mystère de l'audition directionnelle sous l'eau résolu

---

Comment le Coronavirus HKU1 force la porte d'entrée de nos cellules

---

Nous utilisons des cookies sur ce site pour améliorer votre expérience utilisateur

En cliquant sur le bouton "Accepter", vous nous autorisez à le faire