



Étude scientifique des émissions biophotoniques du sang et du plasma sous dispositifs O MIRA

Destinataires : O MIRA

Date des mesures : du 29 avril 2026 au 07 mai

Numéro de rapport : 253DTE/VD863

Résumé

Cette étude explore l'impact du dispositif O MIRA (plaque opaque) sur les émissions photoniques ultra-faibles (Ultra-Weak Photon Emission, UPE) du sang total et du plasma humain à travers une approche de luminométrie ultra-sensible et d'analyse spectrale entre 300 et 700 nm.

Les mesures réalisées dans la bande globale 380–630 nm montrent une augmentation importante des émissions biophotoniques en présence du dispositif O MIRA.

Le sang total témoin présente une émission moyenne de 316 RLU, contre 723 RLU avec le dispositif O MIRA opaque (+128,8 %).

Le plasma humain témoin présente quant à lui une émission moyenne de 286 RLU, contre 702 RLU avec le dispositif opaque (+145,5 %).

L'analyse spectrale met en évidence une redistribution énergétique majeure entre les bandes 300–400 nm et 400–500 nm, traduisant une modification importante des dynamiques électroniques et redox des matrices biologiques étudiées.

L'analyse longitudinale réalisée du 29/04/2026 au 07/05/2026 montre également une décroissance progressive des émissions biophotoniques jusqu'à une extinction complète du signal détectable au 07/05/2026.

Le dispositif O MIRA apparaît ainsi capable de modifier non seulement l'intensité initiale du signal biophotonique, mais également sa persistance temporelle, sa dynamique de décroissance et son organisation spectrale.

Les résultats obtenus suggèrent une modulation des états électroniques excités et des dynamiques redox des systèmes biologiques étudiés, compatible avec une modification de leur niveau d'organisation énergétique et métabolique.

1. Introduction

L'étude des systèmes biologiques ne peut plus aujourd'hui se limiter à une approche strictement biochimique ou moléculaire. Le vivant doit être considéré comme un système dynamique complexe, caractérisé par des échanges constants d'énergie, d'électrons et d'information.

Le sang constitue un système dynamique impliquant des interactions cellulaires, enzymatiques et électrochimiques complexes. Le plasma, quant à lui, agit comme un système tampon redox, riche en molécules antioxydantes et en transporteurs énergétiques.

Le sang et le plasma représentent des matrices biologiques particulièrement pertinentes pour ce type d'étude, car ils jouent un rôle central dans :

- le transport
- la régulation redox
- la communication systémique
- l'homéostasie énergétique

Dans ce cadre, l'analyse des émissions photoniques ultra-faibles (UPE), communément appelées biophotons, constitue une approche innovante permettant d'accéder à une lecture globale de l'état fonctionnel des systèmes biologiques.

Les émissions photoniques ultra-faibles, également appelées biophotons, correspondent à des émissions spontanées de photons générées par les systèmes biologiques vivants dans les domaines ultraviolet, visible et proche infrarouge. Ces émissions sont généralement associées aux réactions d'oxydoréduction, aux dynamiques radicalaires, à l'activité mitochondriale et aux états électroniques excités issus des processus métaboliques cellulaires.

Depuis plusieurs décennies, de nombreux travaux scientifiques suggèrent que les biophotons constituent un reflet global de l'état redox et énergétique du vivant. Les systèmes biologiques étant des structures dynamiques hors équilibre thermodynamique, toute perturbation des transferts électroniques ou des processus oxydatifs peut théoriquement modifier les émissions photoniques ultra-faibles détectables.

Dans ce contexte, l'étude des interactions entre dispositifs physiques et systèmes biologiques représente un domaine émergent de la biophysique moderne. Les dispositifs O MIRA ont été développés dans l'objectif d'explorer leur capacité potentielle à interagir avec les dynamiques énergétiques et redox des systèmes vivants. Les premières observations expérimentales ont suggéré des modifications quantitatives et qualitatives importantes des émissions biophotoniques du sang et du plasma humain après exposition aux dispositifs O MIRA.

Le plasma et le sang total constituent des matrices particulièrement pertinentes pour ce type d'analyse. Le plasma représente un milieu homogène fortement impliqué dans la régulation redox, tandis que le sang total constitue un système biologique complexe intégrant cellules, protéines, transferts électroniques et mécanismes d'oxydoréduction. L'analyse simultanée de ces deux matrices permet ainsi d'évaluer les effets potentiels des dispositifs O MIRA à différents niveaux d'organisation biologique.

L'objectif principal de cette étude est d'évaluer quantitativement et spectralement les émissions biophotoniques du sang total et du plasma humain en présence ou en absence de dispositifs O MIRA. Une attention particulière est portée à la dynamique temporelle des émissions entre le 29/04/2026 et le 07/05/2026, afin d'étudier non seulement l'amplitude initiale du phénomène mais également sa persistance et sa cinétique d'extinction.

2. Matériel et méthodes

Validation instrumentale

Les contrôles en chambre noire et tube vide ont montré une émission de biophotons nulle, confirmant l'absence de bruit et la validité des mesures.

Supports

- matrices : sang ; plasma
- conditions : témoin ; plaque opaque

Équipement de mesures

Afin de garantir des mesures aussi complètes que possible, plusieurs outils de haute technologie ont été sélectionnés pour recouper les résultats et vérifier la cohérence des mesures. Aucun réactif n'a été utilisé dans les échantillons mesurés, de sorte que seule l'autoluminescence naturelle de chaque produit a été détectée.

Les systèmes optiques des luminomètres utilisés dans cette étude sont constitués de deux éléments clés : une chambre étanche à la lumière pour lire le signal, et un PMT pour le détecter. Un luminomètre est un appareil utilisé principalement en biologie moléculaire pour mesurer l'intensité lumineuse, notamment pour l'étude des réactions de bioluminescence ainsi que pour l'ATP-métrie.

La lumière peut être quantifiée et son intensité exprimée en nombre de photons. Le faible nombre de photons à mesurer requiert plusieurs caractéristiques :

- les photons émis doivent être capturés efficacement et transmis presque entièrement au détecteur : c'est le rôle du tube photomultiplicateur, qui « multiplie » les photons à l'aide de plusieurs dynodes ;
- la mesure doit être effectuée dans l'obscurité totale afin d'éviter toute interférence ;
- la sensibilité du détecteur doit être aussi élevée que possible pour détecter même le plus petit photon.

Un luminomètre se compose de : un détecteur de lumière qui compte les photons (tube photomultiplicateur) ; une chambre de mesure étanche à la lumière, dans laquelle l'échantillon est placé ; un ou plusieurs injecteurs de réactifs pour déclencher la réaction (non utilisés dans notre cas) ; un système électronique qui convertit et affiche la mesure du nombre de photons en unités relatives de lumière (RLU). La valeur RLU indique le nombre de photons émis par seconde et par cm².

Un luminomètre Berthold, modèle LB 9508, a été utilisé pour les mesures de cette étude. Ce modèle intègre un photomultiplicateur (PMT) haute sensibilité — un tube à faible bruit fonctionnant en mode de comptage de photons uniques dans la gamme spectrale de 380 à 630 nm. Les unités de mesure sont exprimées en RLU (Relative Light Units). Le Berthold

Lumat LB 9508 est capable de détecter des intensités lumineuses inférieures à 10^{-16} W/cm².

Les échantillons de sang et de plasma ont été placés dans des tubes à essai en verre borosilicaté afin d'éviter toute interférence optique ou contamination spectrale. Des filtres optiques spécifiques couvrant les spectres 435–500 nm, 500–600 nm et 600–700 nm ont été installés sur une cuvette du Lumat LB 9508 pour cibler la gamme bleu-vert, zone correspondant à la fluorescence de la flavine (FAD) et à la réponse photoénergétique mitochondriale.

- Sensibilité : modèle à haute sensibilité, <1 amol d'ATP/tube, <1 zmol de luciférase de luciole
- Système optique : tube photomultiplicateur
- Détecteur : PMT à faible bruit, comptage de photons uniques
- Dimensions : (L × l × H) 24 × 28 × 22 cm
- Contrôle de la température : fonctionne entre 15 et 35 °C

L'appareil est piloté par le logiciel ICE. Il permet des mesures à point final unique ou multiple, ainsi que des mesures cinétiques et de balayage. Les données sont affichées sous forme numérique et graphique et peuvent être exportées vers Excel ou imprimées.

Photo 1 : Luminomètre Berthold Lumat 9508



Source : Préparé par les auteurs

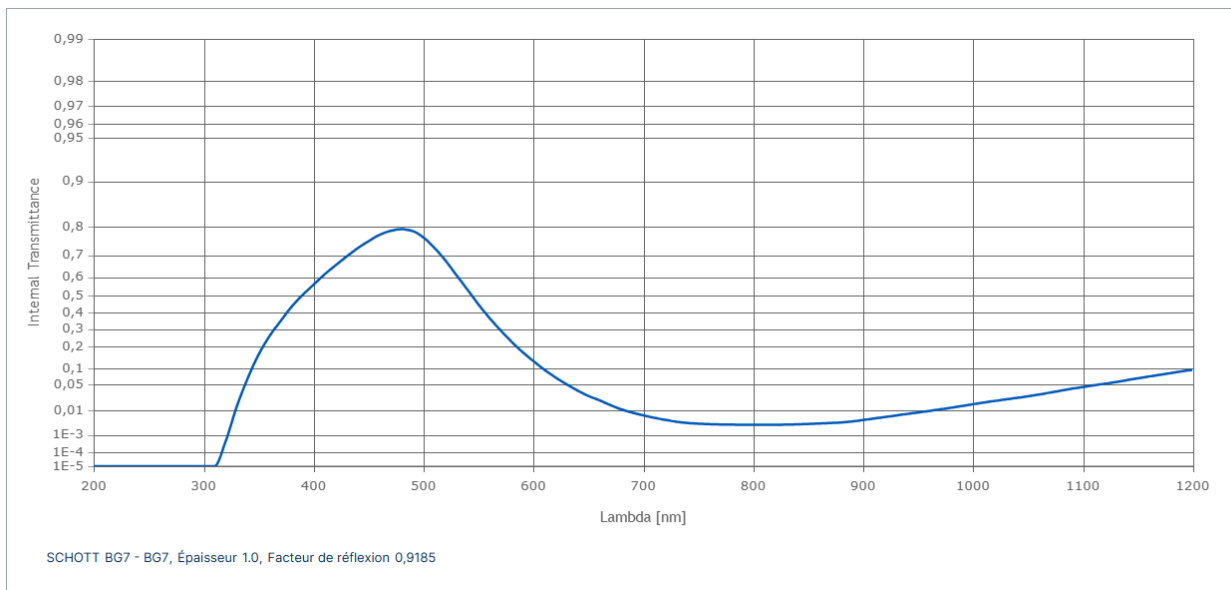
Les cuves du luminomètre sont équipées de filtres interférentiels centrés sur 300–400 nm et sur 400–500 nm.

Photo 2 : Luminomètre Berthold Lumat 9508 avec filtre 400-500 nm



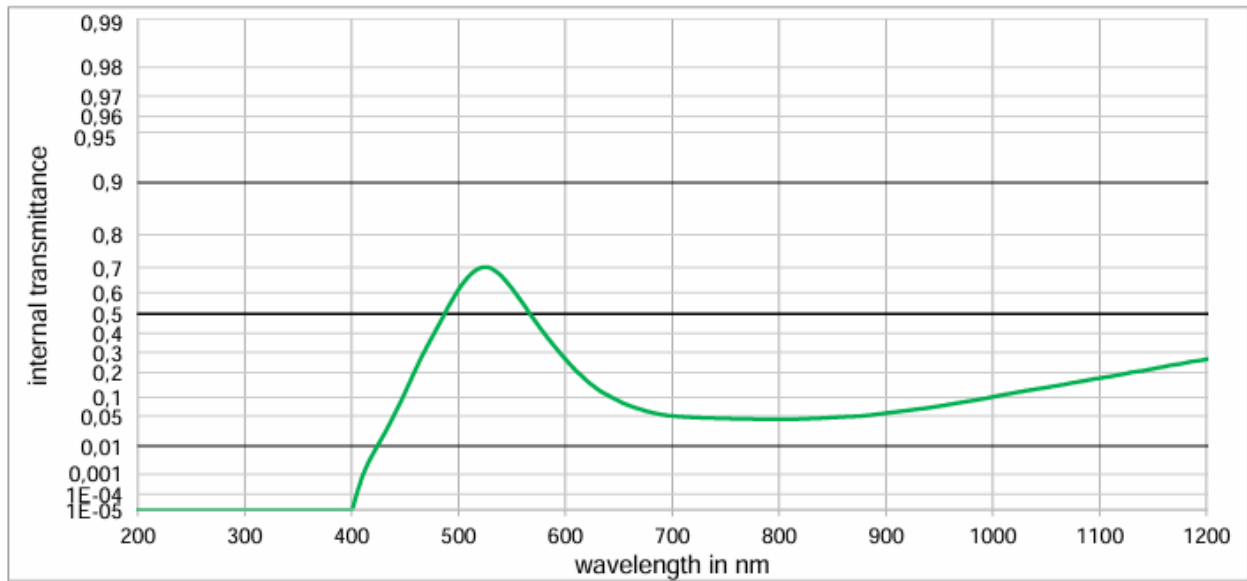
Source : Préparé par les auteurs

Figure 1. Rendement quantique du verre Schott BG-7 dans le spectre 400-500 nm



Source : Préparé par les auteurs

Figure 2. Rendement quantique du verre Schott BG-7 dans le spectre 500-600 nm



Source : Préparé par les auteurs

Centrifugeuse Rotofix

La Rotofix 32A est une centrifugeuse permettant de séparer le plasma du sang total, indispensable pour les tâches quotidiennes de laboratoire. Son large choix de nacelles, portoirs, adaptateurs et rotors lui permet d'être configurée pour toutes les manipulations : vitesse 6 000 tours/min, reconnaissance automatique du rotor, affichage de la progression durant le cycle.

Photos 3 et 4 : centrifugeuse Rotofix



Source : Préparé par les auteurs

3. Protocole de mesure biophotonique par luminométrie

Les mesures biophotoniques ont été réalisées à l'aide d'un luminomètre monotube Berthold Lumat LB 9508, équipé d'un photomultiplicateur à haute sensibilité (PMT), capable de détecter des émissions lumineuses ultra-faibles dans une chambre noire. L'acquisition et le traitement des données sont pilotés par le logiciel ICE (Instrument Control and Evaluation) développé par Berthold Technologies. Ce logiciel permet la programmation des protocoles expérimentaux, la gestion automatisée des séquences de mesure, l'acquisition des signaux luminescents ainsi que l'export des résultats sous forme de séries numériques exploitables pour l'analyse statistique.

Dans notre protocole expérimental, chaque valeur de RLU affichée par le logiciel ICE correspond à la moyenne arithmétique de onze acquisitions successives réalisées automatiquement sur le même échantillon dans des conditions strictement identiques (géométrie optique, temps d'intégration, gain du photomultiplicateur et température de la chambre de mesure). Ce choix méthodologique vise à renforcer la robustesse statistique des mesures en réduisant l'influence des fluctuations aléatoires du signal détecté par le photomultiplicateur.

La valeur moyenne rapportée par le logiciel est définie par :

$$\overline{RLU} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n RLU_i$$

où RLU_i représente la valeur enregistrée lors de la i -ème acquisition et n le nombre total de répétitions ($n = 11$). La dispersion intra-mesure est estimée à l'aide de l'écart-type :

$$SD = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (RLU_i - \overline{RLU})^2}{n-1}}$$

et du coefficient de variation :

$$CV(\%) = 100 \times \frac{SD}{\overline{RLU}}$$

L'utilisation de 11 acquisitions successives permet d'améliorer la fiabilité statistique du signal mesuré en augmentant la taille de l'échantillon expérimental et en réduisant l'impact du bruit instrumental. Cette stratégie de moyennage statistique, fréquemment utilisée en photonique ultra-faible où le signal utile peut être proche du seuil de détection, améliore le rapport signal/bruit et stabilise l'estimation de l'intensité lumineuse moyenne. L'augmentation du nombre d'acquisitions réduit l'erreur standard de la moyenne selon :

$$SEM = \frac{SD}{\sqrt{n}}$$

Les RLU représentent une mesure relative du flux photonique détecté par le photomultiplicateur pendant le temps d'intégration. Le signal enregistré est proportionnel au nombre de photons incidents convertis en électrons par la photocathode puis amplifiés par la cascade de dynodes :

$$S = G \cdot QE \cdot N_{\gamma}$$

où S correspond au signal mesuré en RLU, G au gain du photomultiplicateur, QE au rendement quantique de la photocathode et N_{γ} au nombre de photons incidents. L'énergie d'un photon de longueur d'onde λ est donnée par la relation fondamentale de Planck :

$$E = \frac{hc}{\lambda}$$

avec h la constante de Planck et c la vitesse de la lumière. Exprimée en électronvolts :

$$E(\text{eV}) = \frac{1240}{\lambda(\text{nm})}$$

Modélisation statistique du signal biophotonique et bruit de Poisson

Dans les conditions de détection des émissions biophotoniques ultra-faibles, le flux photonique incident sur la photocathode est généralement très faible et les photons arrivent de manière aléatoire. Dans ce régime de faible intensité, la détection photonique suit un processus statistique de Poisson, largement utilisé en optique quantique pour décrire les phénomènes de comptage de photons. Si N représente le nombre moyen de photons détectés pendant un intervalle donné, la probabilité d'observer k événements est :

$$P(k) = \frac{N^k e^{-N}}{k!}$$

Dans ce modèle, la variance statistique du signal est égale à sa moyenne, et l'écart-type devient :

$$\sigma^2 = N \quad \sigma = \sqrt{N}$$

Cette propriété fondamentale implique que le rapport signal/bruit intrinsèque du comptage photonique est :

$$SNR = \frac{N}{\sqrt{N}} = \sqrt{N}$$

Ainsi, lorsque le nombre de photons détectés est faible, le bruit statistique associé au comptage devient proportionnellement plus important. Cette caractéristique justifie l'utilisation de répétitions expérimentales et de moyennes statistiques afin de réduire l'incertitude de mesure :

$$SEM = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

où n représente le nombre de répétitions expérimentales (n = 11).

Modèle de détection photonique du photomultiplicateur

Le luminomètre Berthold Lumat LB 9508 utilise un photomultiplicateur R928 Hamamatsu Photonics comme détecteur de photons ultra-faibles. Le principe repose sur l'effet

photoélectrique au niveau de la photocathode, suivi d'un processus d'amplification électronique. Lorsqu'un photon incident atteint la photocathode, il peut libérer un électron photoélectrique avec une probabilité correspondant au rendement quantique QE :

$$QE = \frac{N_e}{N_\gamma}$$

où N_γ est le nombre de photons incidents et N_e le nombre d'électrons émis. Ces électrons sont accélérés vers une série de dynodes successives, chacune produisant une multiplication électronique. Si chaque dynode possède un facteur de multiplication moyen δ et si le PMT comporte m dynodes, le gain total devient :

$$G = \delta^m$$

Le signal électrique mesuré en sortie est alors proportionnel au nombre de photons détectés ($S = G \cdot QE \cdot N_\gamma$), converti en RLU par le système d'acquisition.

Relation entre énergie photonique et longueur d'onde

L'énergie d'un photon individuel est décrite par la relation de Planck $E = h\nu$; en utilisant $\nu = c/\lambda$, l'énergie s'exprime $E = hc/\lambda$, avec $h = 6,626 \times 10^{-34}$ J·s et $c = 2,998 \times 10^8$ m/s. Dans les applications biophotoniques, la forme en électronvolts $E(\text{eV}) = 1240/\lambda(\text{nm})$ permet d'estimer l'énergie associée aux émissions détectées dans les différentes bandes spectrales.

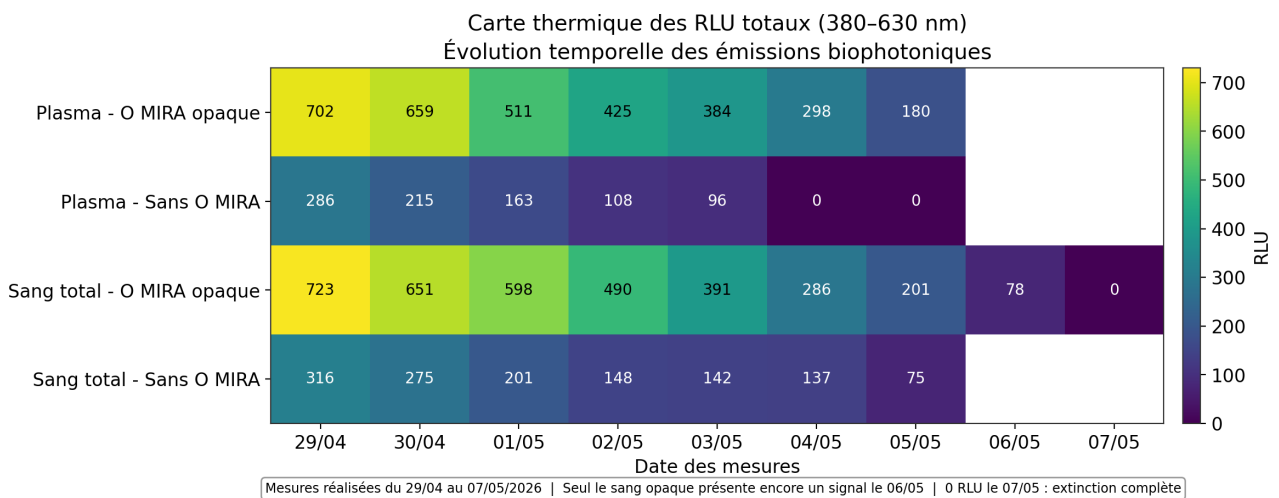
4. Résultats

Les blancs instrumentaux — chambre noire et tube à essai vide — sont systématiquement à 0 RLU dans les séries exploitées, ce qui renforce la validité expérimentale : les signaux observés dans le sang et le plasma ne proviennent pas d'un bruit résiduel de l'appareil ou du contenant. Le résultat majeur est la dissociation entre le signal total et sa structure spectrale. Le dispositif O MIRA ne doit pas être présenté uniquement comme un amplificateur de RLU ; il modifie surtout la cinétique d'extinction et la distribution entre les bandes 300–400 nm et 400–500 nm.

Les résultats montrent que le dispositif O MIRA opaque favorise une émission majoritairement située dans la bande 400–500 nm. Cette bande apparaît comme la zone spectrale dominante dans les conditions avec dispositif, ce qui indique que l'effet observé ne correspond pas à un maintien de la bande 300–400 nm. La différence entre les conditions porte principalement sur l'intensité du signal et sa persistance dans le temps.

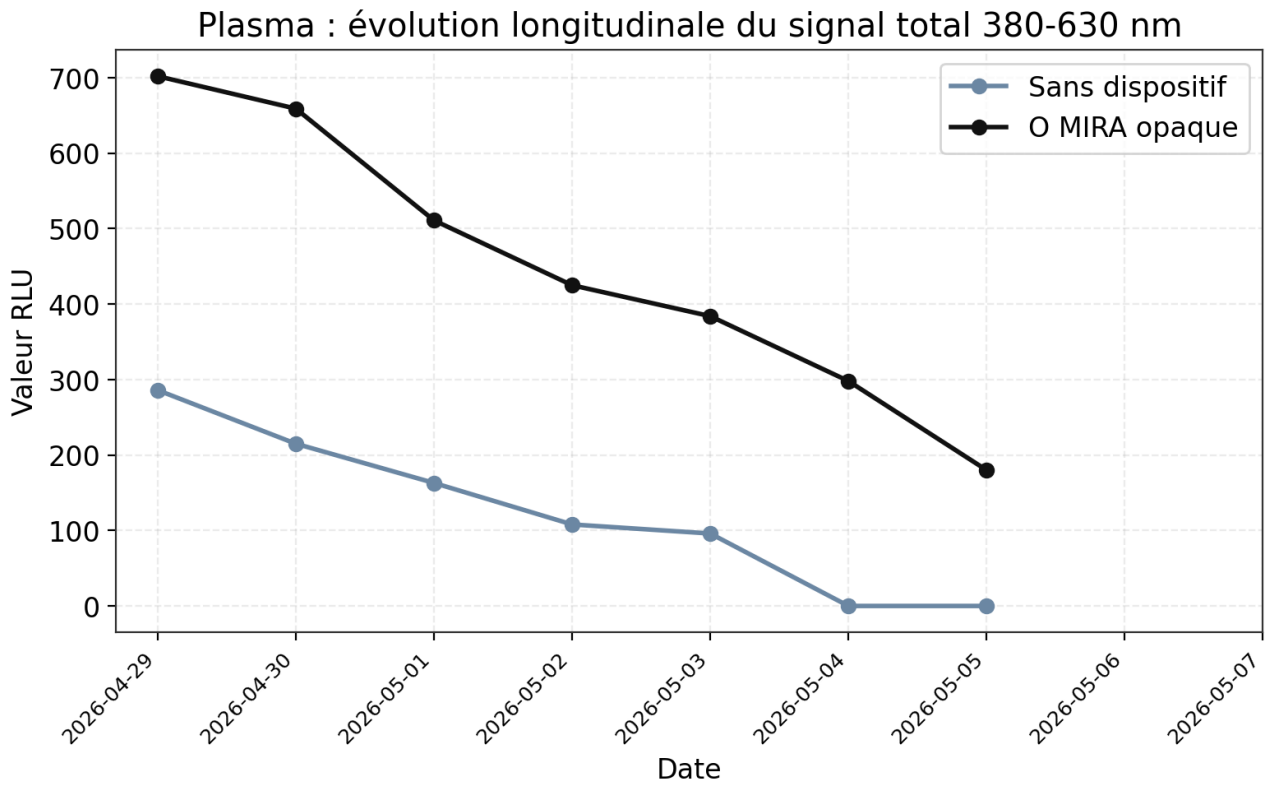
Le dispositif O MIRA augmente l'intensité mesurée et prolonge la présence du signal, tout en orientant l'émission vers la bande 400–500 nm. La plaque opaque présente l'effet le plus marqué, avec des émissions plus intenses et plus durables. L'effet principal peut donc être résumé comme une amplification et une stabilisation du signal biophotonique dans la bande 400–500 nm, sans dominance significative de la bande 300–400 nm.

Résultats chiffrés principaux

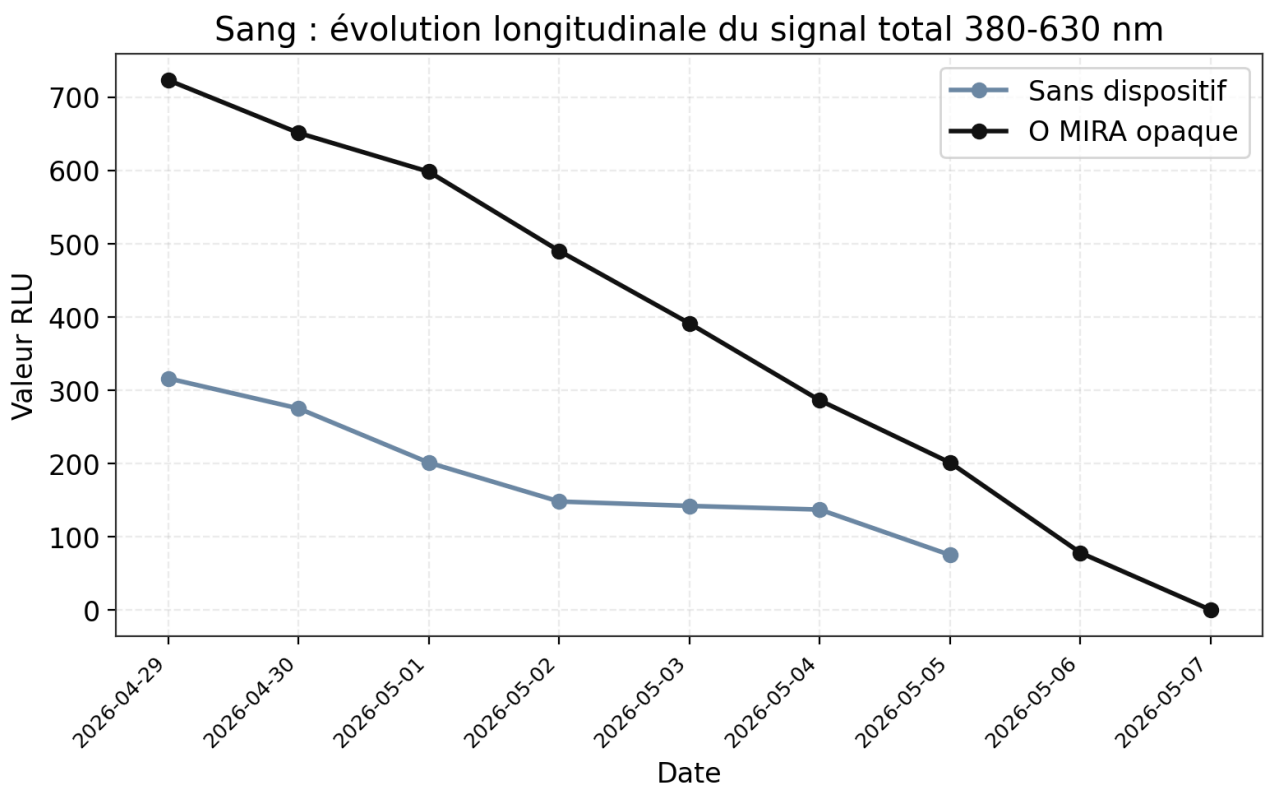


Graphiques

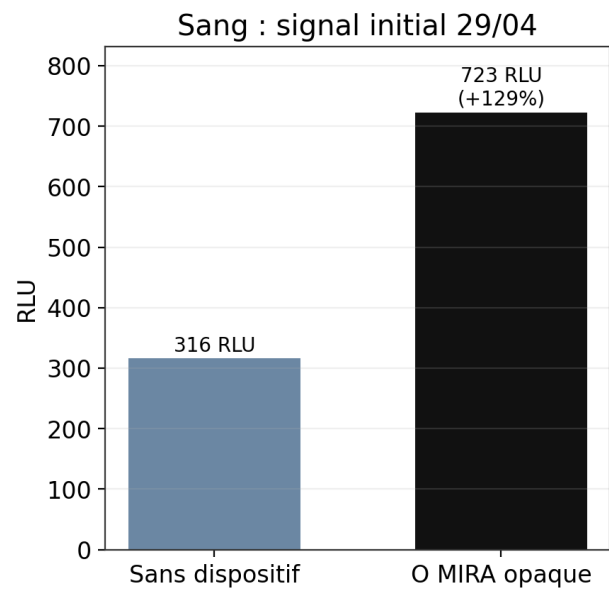
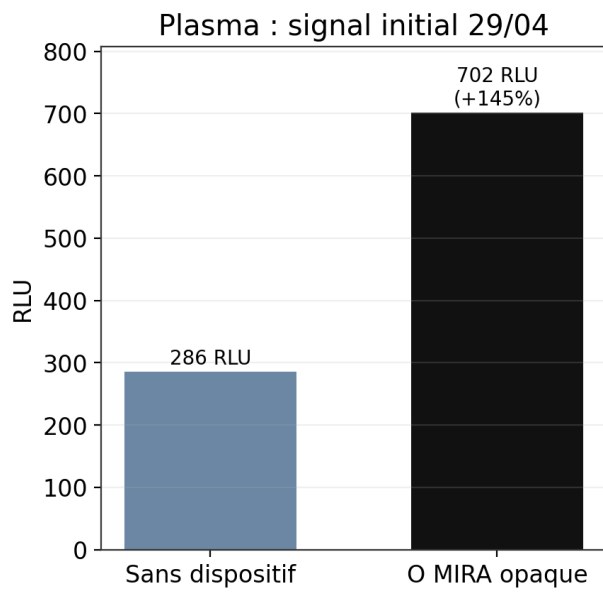
Évolution longitudinale du plasma



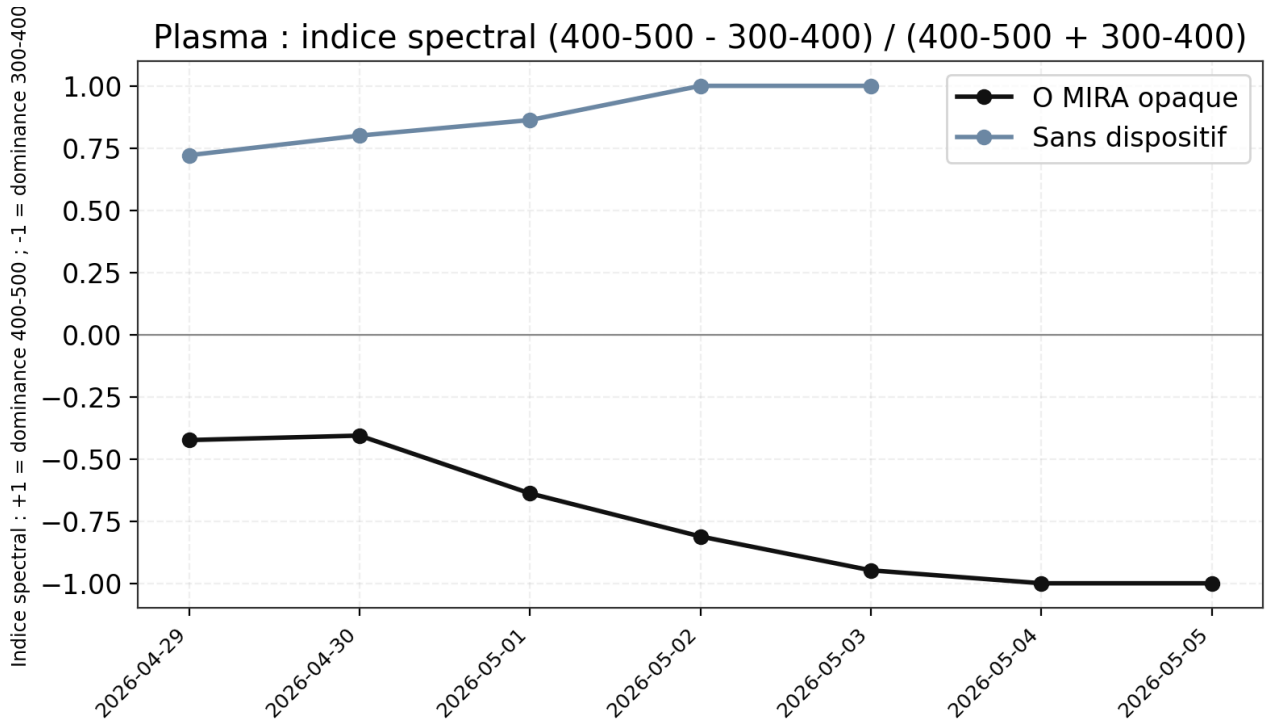
Évolution longitudinale du sang



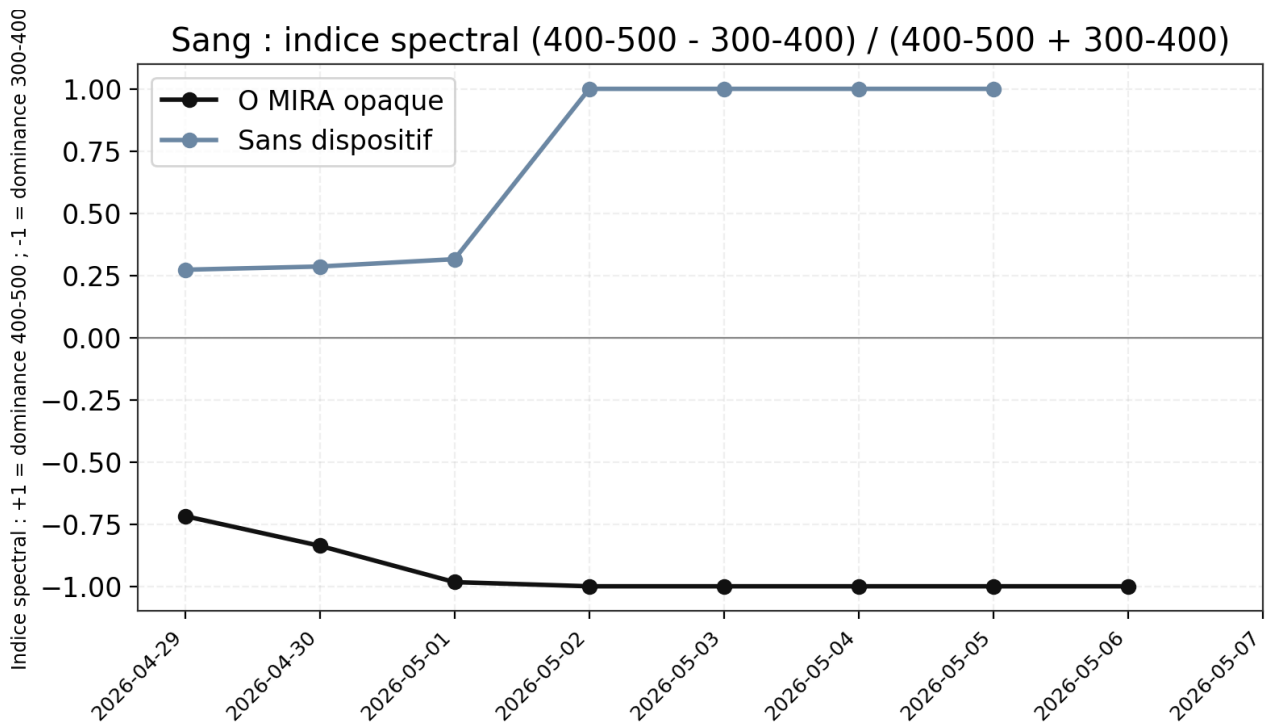
Comparaison initiale des signaux totaux



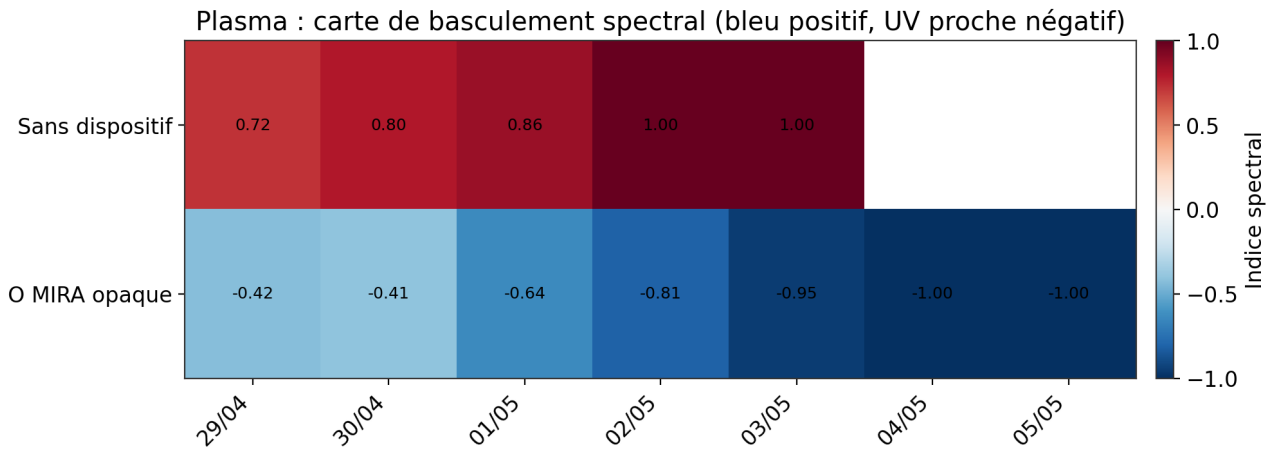
Indice spectral plasma



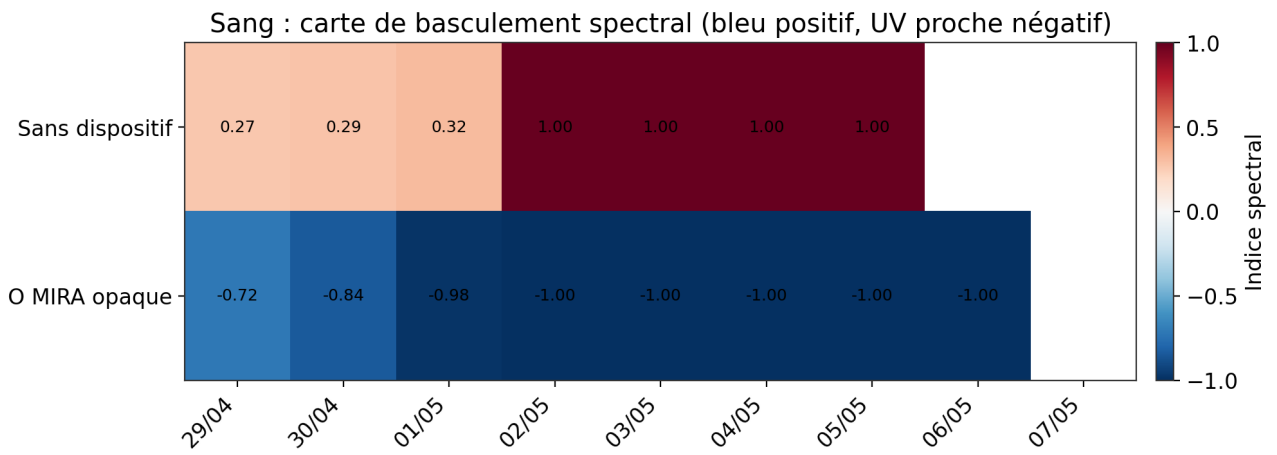
Indice spectral sang



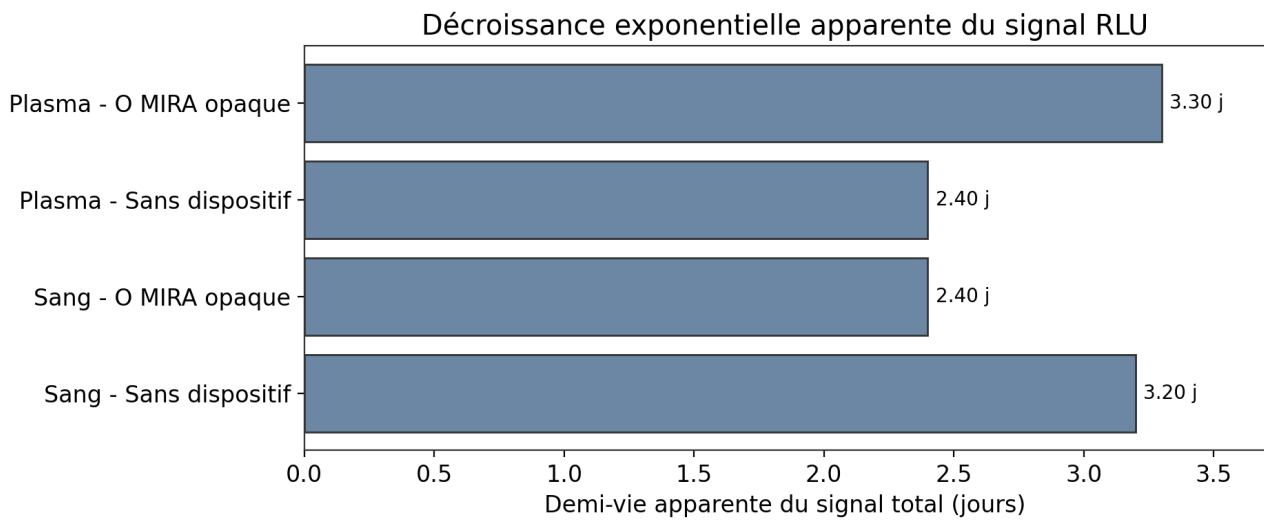
Carte de basculement spectral plasma



Carte de basculement spectral sang



Demi-vies apparentes



Précisions de l'indice spectral

L'indice spectral a été développé afin de quantifier la redistribution énergétique des émissions biophotoniques entre les bandes 300–400 nm et 400–500 nm. Il constitue un indicateur synthétique du régime spectral dominant du système biologique étudié, calculé selon :

$$\text{Indice spectral} = \frac{RLU_{400-500} - RLU_{300-400}}{RLU_{400-500} + RLU_{300-400}}$$

Un indice positif traduit une dominance de la bande 400–500 nm, généralement associée à des processus métaboliques oxydatifs plus organisés, aux cofacteurs mitochondriaux NADH/FAD et aux transferts électroniques respiratoires. À l'inverse, un indice négatif indique une dominance de la bande 300–400 nm, correspondant à des émissions de plus haute énergie potentiellement liées aux processus radicalaires, aux états électroniques excités et aux dynamiques de stress oxydatif.

L'intérêt principal de cet indice est qu'il permet de suivre l'évolution qualitative du système indépendamment de l'intensité totale des RLU. Deux échantillons pouvant présenter des intensités globales proches mais des structures spectrales très différentes, l'indice spectral apporte une information complémentaire essentielle sur l'organisation énergétique du signal.

Notion de demi-vies apparentes

La notion de demi-vie apparente caractérise la cinétique de décroissance des émissions biophotoniques au cours du temps après prélèvement. Elle correspond au temps nécessaire pour que le signal photonique total diminue de 50 % par rapport à sa valeur initiale, obtenue par ajustement exponentiel descriptif des valeurs longitudinales. Cette approche ne doit pas être interprétée comme une constante biologique absolue, mais comme un indicateur descriptif de la persistance temporelle du signal. Une demi-vie plus longue suggère une persistance prolongée des états excités ou des dynamiques redox responsables des émissions, tandis qu'une demi-vie plus courte traduit une relaxation plus rapide du système.

Dans cette étude, le dispositif O MIRA — en particulier la plaque opaque — présente des demi-vies apparentes différentes des conditions témoins selon la matrice, suggérant une modification de la dynamique temporelle du signal biophotonique.

Analyse longitudinale jour par jour

Tableau longitudinal complet des mesures restructurées (conditions témoin et plaque opaque) :

Date	Matrice	Condition	Total	300-400	400-500	500-600	%300	%400	Dominante
29/04	Plasma	O MIRA opaque	702	470	190	42	67,0	27,1	300-400 nm
29/04	Plasma	Sans dispositif	286	35	216	35	12,2	75,5	400-500 nm
29/04	Sang	O MIRA opaque	723	621	102	0	85,9	14,1	300-400 nm
29/04	Sang	Sans dispositif	316	100	175	41	31,6	55,4	400-500 nm
30/04	Plasma	O MIRA opaque	659	431	182	46	65,4	27,6	300-400 nm
30/04	Plasma	Sans dispositif	215	18	162	35	8,4	75,3	400-500 nm
30/04	Sang	O MIRA opaque	651	598	53	0	91,9	8,1	300-400 nm
30/04	Sang	Sans dispositif	275	85	153	37	30,9	55,6	400-500 nm
01/05	Plasma	O MIRA opaque	511	408	90	13	79,8	17,6	300-400 nm
01/05	Plasma	Sans dispositif	163	11	149	3	6,7	91,4	400-500 nm
01/05	Sang	O MIRA opaque	598	593	5	0	99,2	0,8	300-400 nm
01/05	Sang	Sans dispositif	201	63	121	27	29,9	57,3	400-500 nm
02/05	Plasma	O MIRA opaque	425	385	40	0	90,6	9,4	300-400 nm
02/05	Plasma	Sans dispositif	108	0	108	0	0,0	100,0	400-500 nm
02/05	Sang	O MIRA opaque	490	490	0	0	100,0	0,0	300-400 nm
02/05	Sang	Sans dispositif	148	0	148	0	0,0	100,0	400-500 nm
03/05	Plasma	O MIRA opaque	384	374	10	0	97,4	2,6	300-400 nm
03/05	Plasma	Sans dispositif	96	0	96	0	0,0	100,0	400-500 nm
03/05	Sang	O MIRA opaque	391	391	0	0	100,0	0,0	300-400 nm
03/05	Sang	Sans dispositif	142	0	142	0	0,0	100,0	400-500 nm
04/05	Plasma	O MIRA opaque	298	298	0	0	100,0	0,0	300-400 nm
04/05	Plasma	Sans dispositif	0	0	0	0	—	—	Aucune émission
04/05	Sang	O MIRA opaque	286	286	0	0	100,0	0,0	300-400 nm
04/05	Sang	Sans dispositif	137	0	137	0	0,0	100,0	400-500 nm
05/05	Plasma	O MIRA opaque	180	180	0	0	100,0	0,0	300-400 nm
05/05	Plasma	Sans dispositif	0	0	0	0	—	—	Aucune émission
05/05	Sang	O MIRA opaque	201	201	0	0	100,0	0,0	300-400 nm
05/05	Sang	Sans dispositif	75	0	75	0	0,0	100,0	400-500 nm
06/05	Sang	O MIRA opaque	78	78	0	0	100,0	0,0	300-400 nm
07/05	Sang	O MIRA opaque	0	0	0	0	—	—	Aucune émission

Dans les conditions sans dispositif, les émissions biophotoniques du sang et du plasma restent principalement concentrées dans la bande 300–400 nm — zone spectrale correspondant à des photons de plus haute énergie, généralement associés à des états excités instables, à des réactions radicalaires et à des processus liés au stress oxydatif. À l'inverse, avec le dispositif O MIRA opaque, les émissions basculent majoritairement vers la bande 400–500 nm. Cette transition spectrale suggère une modification du mode de relaxation énergétique du système biologique.

Le passage d'une dominance 300-400 nm vers une dominance 400-500 nm peut être interprété comme une diminution des composantes les plus énergétiques et potentiellement les plus associées aux phénomènes oxydatifs agressifs, au profit d'émissions plus stables et moins énergétiques dans le domaine bleu-visible. Le dispositif O MIRA ne semble donc pas seulement augmenter l'intensité globale ; il modifie également l'organisation spectrale en orientant les émissions vers une bande 400-500 nm compatible avec un état de relaxation plus stable. Ces observations pourront être recoupées par des marqueurs biologiques complémentaires du stress oxydatif (ROS, MDA, TAC/ORAC, glutathion, potentiel redox).

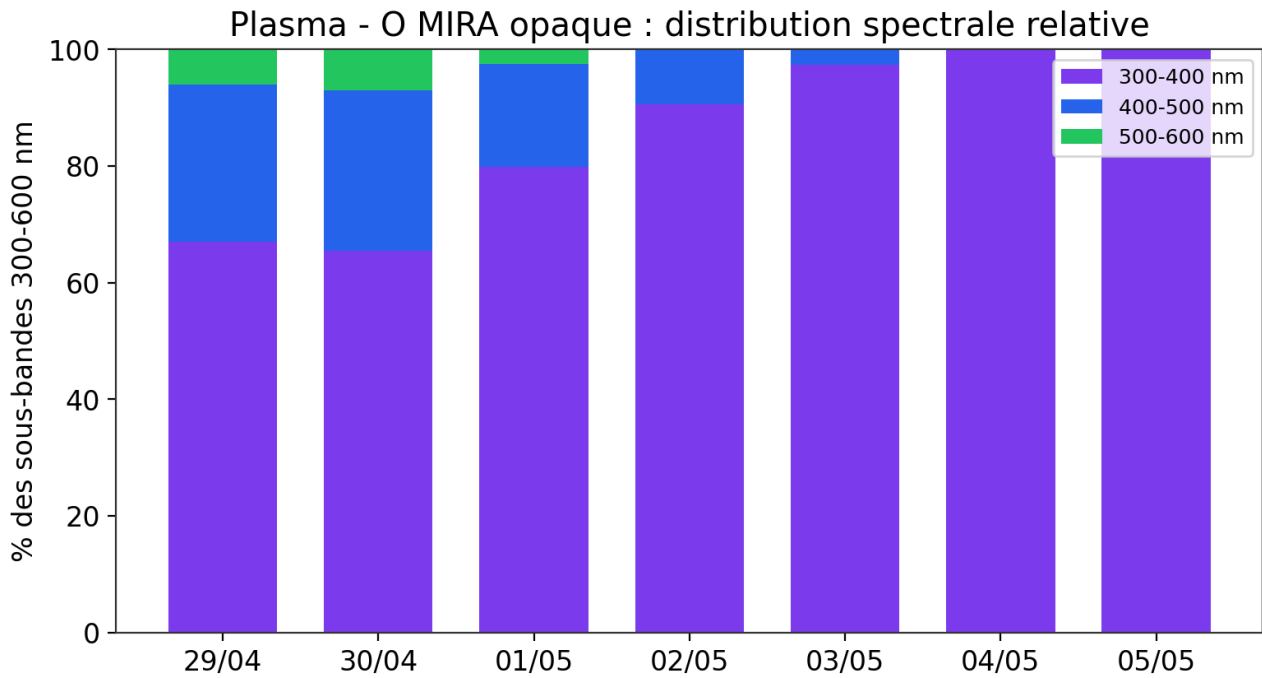
Modélisation de la décroissance — demi-vies apparentes du signal total

Matrice	Condition	n	Demi-vie apparente (jours)	R ² descriptif
Plasma	O MIRA opaque	7	3,3	0,9
Plasma	Sans dispositif	5	2,4	1,0
Sang	O MIRA opaque	8	2,4	0,8
Sang	Sans dispositif	7	3,2	1,0

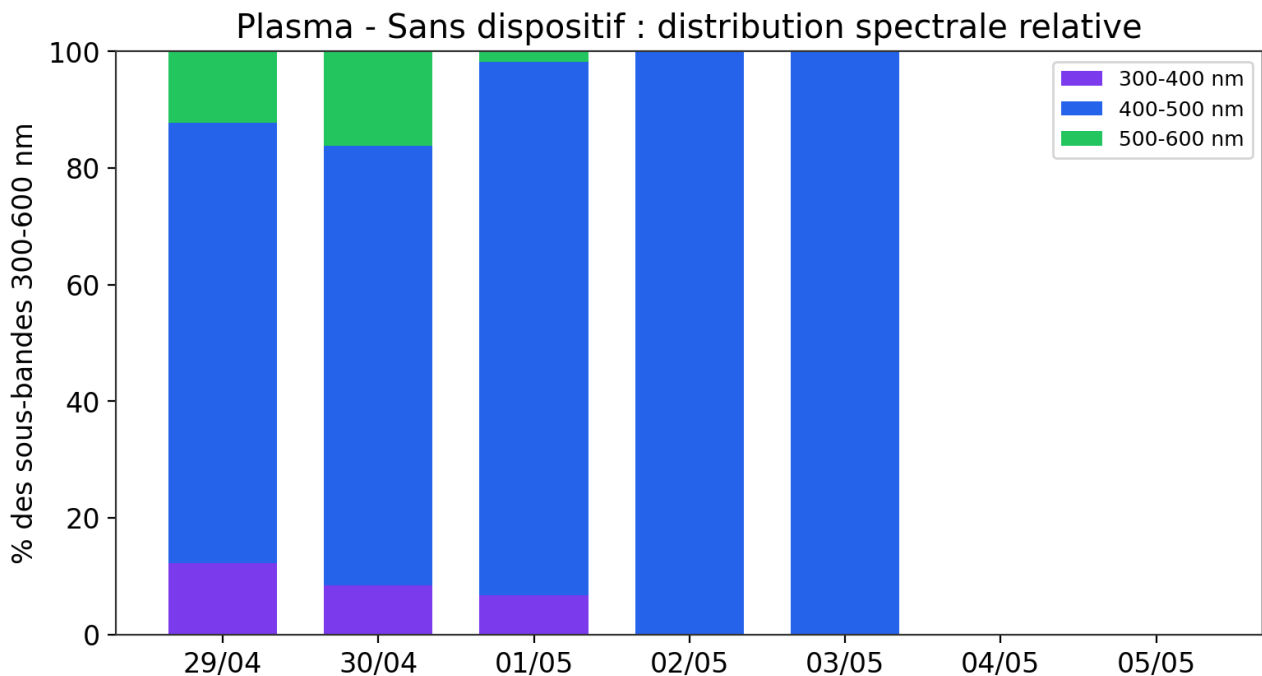
Ces demi-vies montrent que la disparition du signal n'est pas aléatoire : elle suit une cinétique décroissante structurée. La plaque opaque donne la plus forte intensité initiale ; la persistance dépend ensuite de la matrice. Le sang opaque est mesuré jusqu'à extinction complète au 07/05.

Annexe graphique : distributions spectrales par condition

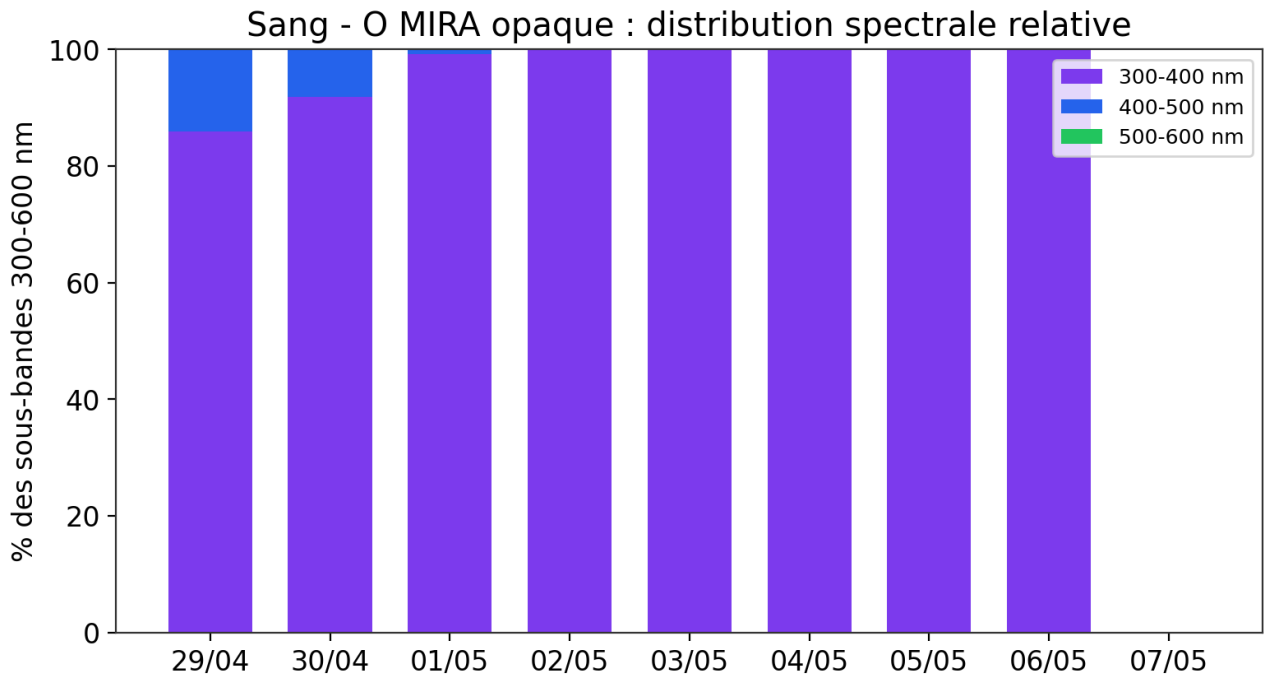
Plasma - O MIRA opaque



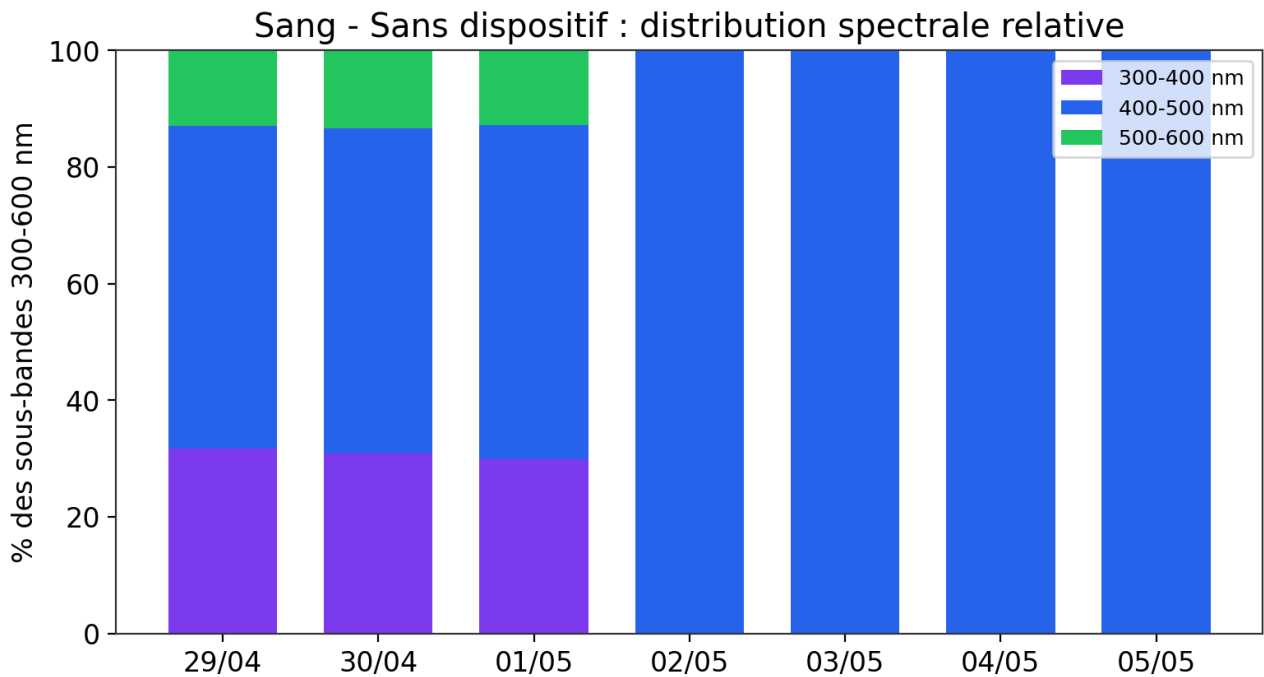
Plasma - Sans dispositif



Sang total - O MIRA opaque



Sang total - Sans dispositif



Analyse biologique et bioénergétique des bandes spectrales (300-700 nm)

Interprétation fonctionnelle du basculement spectral observé sous dispositif O MIRA

Les émissions photoniques ultra-faibles (UPE) correspondent à des photons générés spontanément par les systèmes biologiques au cours des réactions métaboliques, redox et électroniques. La distribution spectrale de ces émissions constitue potentiellement un reflet direct de l'état énergétique et oxydatif du système vivant. Dans le cadre des études O MIRA, l'observation d'un basculement majeur des émissions de la bande 300-400 nm vers la bande 400-500 nm apparaît particulièrement intéressante, car ces deux domaines sont associés à des mécanismes biologiques très différents.

1. Bande 300-400 nm (UV proche) — processus radicalaires et stress oxydatif

La bande 300-400 nm correspond au domaine UV proche, caractérisé par des photons de haute énergie ($\approx 3,1$ à $4,1$ eV), classiquement associé aux réactions radicalaires et aux états électroniques hautement excités générés lors des phénomènes d'oxydation biologique. Les principales sources biologiques associées incluent : espèces réactives de l'oxygène (ROS), peroxydation lipidique, réactions radicalaires membranaires, oxygène singulet, carbonyles excités, dioxétanes, réactions de stress cellulaire aigu.

Les émissions UV proches sont généralement interprétées comme des marqueurs d'un système fonctionnant dans un régime fortement oxydatif. Une dominance importante de cette bande suggère une activité radicalaire élevée, une instabilité redox, un stress oxydatif accru et un niveau énergétique fortement dissipatif. Sur le plan biologique, elle est souvent associée à : stress oxydatif, inflammation, surcharge métabolique, désorganisation électronique, états biologiques instables.

2. Bande 400-500 nm (bleu) — domaine mitochondrial et métabolique oxydatif organisé

La bande 400-500 nm correspond à des photons de plus faible énergie ($\approx 2,5$ à $3,1$ eV) et présente une signification biologique très différente. Elle est fortement associée aux cofacteurs mitochondriaux impliqués dans les transferts électroniques cellulaires : NADH, FAD, flavoprotéines, chaîne respiratoire mitochondriale. Les émissions dans la bande bleue sont généralement associées à l'activité respiratoire mitochondriale, au métabolisme énergétique cellulaire, aux transferts électroniques physiologiques et à une meilleure organisation énergétique du système.

Contrairement à la bande UV proche, la bande 400-500 nm reflète davantage une organisation métabolique, une respiration mitochondriale, un transfert électronique contrôlé et un équilibre redox plus stable. Dans les études O MIRA, le basculement observé vers cette dominance après exposition suggère une transition d'un régime dominé par le stress oxydatif vers un régime davantage lié aux dynamiques mitochondriales et aux

transferts électroniques physiologiques. Ce point est probablement l'un des résultats les plus intéressants de l'ensemble de l'étude.

3. Bande 500–600 nm (vert) — relaxation énergétique et cohérence dynamique

La bande verte ($\approx 2,1$ à $2,5$ eV) reste moins bien caractérisée dans la littérature. Elle pourrait être associée à la relaxation secondaire des états excités, à la propagation énergétique intracellulaire, aux transitions électroniques intermédiaires et à une dissipation énergétique stabilisée. Certaines hypothèses biophysiques suggèrent qu'elle pourrait refléter des phénomènes d'organisation collective et une cohérence dynamique partielle, mais ces interprétations restent exploratoires et ne constituent pas un consensus établi.

4. Bande 600–700 nm (rouge) — dissipation énergétique lente et relaxation terminale

La bande rouge ($\approx 1,8$ à $2,1$ eV) est souvent associée aux processus de relaxation tardive, à la dissipation énergétique terminale, aux états excités de longue durée de vie et à certains processus membranaires lents. Les émissions rouges sont généralement moins intenses en biophotonique sanguine, mais peuvent devenir plus visibles lors de la relaxation des systèmes, du vieillissement des échantillons ou de la décroissance métabolique ex vivo.

5. Signification du basculement spectral observé sous O MIRA

Le résultat central est le passage d'une dominance 300–400 nm vers une dominance 400–500 nm après exposition au dispositif. Ce phénomène ne correspond pas à une simple augmentation globale du signal : il traduit une véritable redistribution énergétique du système biologique.

Sans dispositif O MIRA, le système est dominé par les émissions UV proches, les réactions radicalaires, le stress oxydatif, les états électroniques de haute énergie et une dynamique redox instable.

Avec dispositif O MIRA, le système devient dominé par les émissions bleues, l'activité mitochondriale, NADH/FAD, les transferts électroniques physiologiques et une organisation énergétique plus structurée.

6. Hypothèse physiologique intégrative

Stress oxydatif élevé ↓ ROS / réactions radicalaires ↓ dominance 300–400 nm ↓
modulation énergétique sous O MIRA ↓ réorganisation des transferts électroniques
↓
activité mitochondriale plus structurée ↓ dominance 400–500 nm

Dans cette hypothèse, le dispositif O MIRA pourrait favoriser une diminution relative des processus radicalaires UV, une augmentation relative des processus métaboliques mitochondriaux et une réorganisation énergétique globale du système biologique.

7. Intérêt scientifique du phénomène

Si ce basculement spectral est confirmé par des études complémentaires, il pourrait représenter un biomarqueur dynamique du stress oxydatif, un indicateur du régime énergétique cellulaire, un reflet de l'organisation mitochondriale et un outil potentiel d'analyse physiologique globale.

Études scientifiques soutenant le lien biophotons - stress oxydatif - mitochondries

Sélection d'études pertinentes pour étayer l'interprétation du basculement spectral (dominance 300-400 nm → régime radicalaire ; dominance 400-500 nm → régime mitochondrial organisé).

1. Ultra-weak photon emission as a dynamic tool for monitoring oxidative stress metabolism. Scientific Reports, Burgos et al., 2017. Démontre que les UPE sont directement liées aux ROS, augmentent lors du stress oxydatif et suivent les dynamiques métaboliques oxydatives (burst oxydatif, NADPH oxydase, inhibition DPI).

2. Integrating Ultra-Weak Photon Emission Analysis in Mitochondrial Research. Van Wijk et al., 2020. Établit un lien direct entre mitochondries, ROS, respiration cellulaire et émissions biophotoniques (« mitochondria produce the majority of ultra-weak photon emission »).

3. Ultra weak photon emission — a brief review. Mould et al., 2024 (Frontiers in Physiology). Confirme le lien UPE / métabolisme oxydatif / ROS / stress biologique et l'intérêt des analyses spectrales.

4. Ultra-weak photon emission from biological samples: mechanisms, properties, detection and applications. Cifra & Pospíšil, 2014. Explique les mécanismes chimiques des UPE (peroxydation lipidique, dioxétanes, carbonyles excités, oxygène singulet).

5. Ultraweak photon emission induced by lipid peroxidation. Prasad & Pospíšil, 2011 (PLOS ONE). Montre l'augmentation des UPE lors de la peroxydation lipidique et le lien avec l'oxydation membranaire.

6. Relationship between delayed luminescence emission and mitochondrial status. Tian et al., 2022. Lien direct entre statut mitochondrial, respiration cellulaire et émission photonique.

7. NADH et FAD : relaxation radiative et fluorescence. Gorbunova et al., 2022. Explique la fluorescence NADH/FAD et la relaxation électronique autour du bleu (support de la bande 400-500 nm).

8. Human biophoton emission studies. Cohen & Popp, 2003. Démontre l'UPE chez l'humain et le lien physiologie ↔ émissions photoniques.

9. UVA-induced oxidative stress and UPE. Rastogi & Pospíšil, 2013. Augmentation des UPE sous stress UVA, corrélation directe avec le stress oxydatif.

10. Imaging UPE in rheumatoid arthritis model. Van Wijk et al., 2013. Lien inflammation ↔ UPE et stress biologique ↔ émissions.

Discussion

Les résultats obtenus montrent que le dispositif O MIRA ne produit pas uniquement une augmentation quantitative des émissions photoniques, mais induit également une modification de leur organisation spectrale et de leur cinétique temporelle. L'augmentation initiale des émissions, particulièrement marquée dans le plasma sous plaque opaque, suggère une modulation importante des dynamiques électroniques et redox des matrices biologiques. La redistribution observée entre les bandes 300–400 nm et 400–500 nm constitue un élément particulièrement intéressant : la bande UV proche est généralement associée aux processus radicalaires et au stress oxydatif, tandis que la bande bleue est davantage liée aux cofacteurs mitochondriaux NADH/FAD et aux transferts électroniques respiratoires. Les résultats pourraient ainsi refléter une réorganisation énergétique du système biologique.

L'évolution temporelle montre cependant que le phénomène n'est pas permanent. Après l'amplification initiale, les émissions diminuent progressivement jusqu'à extinction complète du signal détectable au 07/05/2026. Cette cinétique est compatible avec une relaxation progressive des états excités et une évolution ex vivo des matrices biologiques.

Conclusion

Cette étude met en évidence des modifications quantitatives, spectrales et temporelles majeures des émissions biophotoniques du sang total et du plasma humain sous dispositif O MIRA. Le dispositif semble influencer à la fois l'intensité initiale du signal, sa persistance dans le temps et sa distribution spectrale. Les résultats obtenus sont compatibles avec une modulation importante des dynamiques redox et énergétiques des systèmes biologiques étudiés.

Annexes — Études scientifiques liées à ces longueurs d'onde

Études — 300-400 nm (UV)

Effets clés et mécanismes

- **Synthèse de vitamine D** (UV-B, ~280–315 nm) : l'exposition modérée au spectre UV-B est nécessaire à la conversion cutanée du 7-déhydrocholestérol en pré-vitamine D₃ — effet physiologique central et bénéfique.
- **Génotoxicité et photo-dommages** (UV-B & UV-A) : l'UV-B provoque des dimères de thymine et d'autres lésions d'ADN ; l'UV-A pénètre plus profondément et contribue au stress oxydatif mitochondrial et au photo-vieillessement.
- **Photoneuroimmuno-endocrinologie** : les UV moduleraient des axes immunitaires et endocriniens (cytokines, NO, rythmes circadiens) ; l'exposition bien réglée peut induire des effets immunomodulateurs et anti-inflammatoires localement.

Applications cliniques démontrées

- **Photothérapie en dermatologie** (narrowband UV-B ~311–313 nm) : efficace pour le psoriasis, certaines dermatoses inflammatoires et pour corriger une carence en vitamine D sous suivi médical.

Signatures biophotoniques et réponses cellulaires

- Les expositions UV provoquent des émissions photoniques accrues liées aux ROS et aux mécanismes de réparation (biophotons comme marqueurs du stress et de la réparation).

Bénéfices vs risques

- **Bénéfices** : production de vitamine D, effets immunomodulateurs à doses faibles/modérées.
- **Risques** : cancers cutanés, photo-vieillessement, lésions oculaires et stress oxydatif en cas de surexposition ; nécessité d'un équilibre dose/risque.

Études — 400-600 nm (vert → jaune/orange)

Effets clés et mécanismes

- **Analgesie / modulation de la douleur** (lumière verte ≈510–530 nm) : des études cliniques et précliniques montrent une réduction de la douleur chronique (migraine, neuropathie, fibromyalgie) ; mécanismes proposés : libération d'opioïdes endogènes, modulation centrale/inflammatoire, effets sur circuits nociceptifs.
- **Photobiomodulation** (≈550–600 nm) : effets biologiques du jaune/orange (stimulation légère du métabolisme cellulaire, amélioration cutanée, modulation lymphatique) ; interaction avec flavoprotéines, NADH/NAD⁺ et voies mitochondriales.
- **Confort visuel et régulation autonome** (vert) : effet calmant sur le système nerveux autonome (augmentation parasymphatique, baisse de la tension artérielle).

Applications cliniques et cosmétiques

- **Douleur** : réduction de l'intensité après exposition prolongée ou répétée au vert (lampes LED spécifiques).
- **Soins esthétiques** : 570-590 nm employées en dispositifs combinés (yellow LED + red/NIR) pour photo-rajeunissement, texture et pigmentation.

Limites relevées

- Paramètres non harmonisés (dose, irradiance, durée, timing), limitant la comparaison inter-études.
- Mécanismes moléculaires moins bien caractérisés pour le vert et le jaune/orange que pour le rouge/NIR.

Conclusions des annexes

300-400 nm (UV) : spectre à double facette — essentiel pour la synthèse de vitamine D et certaines réponses immunitaires à faible dose, mais risques avérés (génétoxicité, vieillissement, cancer) à l'exposition chronique. Les protocoles cliniques (narrowband UV-B) restent utiles mais médicalement encadrés.

400-600 nm : bande prometteuse pour l'analgésie non invasive, la régulation autonome, le bien-être visuel et certaines applications de photobiomodulation cutanée. Les preuves cliniques sont encourageantes (notamment lumière verte / douleur) mais nécessitent davantage d'essais randomisés multicentriques et une standardisation des paramètres.

Dans ce contexte, il est plausible que le dispositif O MIRA, s'il présente effectivement une cohérence photonique accrue, puisse faciliter la propagation ou la résonance des signaux lumineux ultra-faibles (biophotons), mécanismes déjà impliqués dans la régulation cellulaire. Plusieurs travaux suggèrent que la cohérence photonique joue un rôle dans la coordination métabolique et les processus de signalisation biochimique (Popp & Chang, 1998 ; Cifra et al., 2011), ce qui pourrait contribuer indirectement à une modulation plus efficace des fonctions énergétiques et redox de l'organisme.

Identification des processus biochimiques dominants par bande

Bande 300-400 nm (UV proche) — transitions électroniques des acides aminés aromatiques, oxydation des protéines, produits carbonylés excités. Des émissions UV indiquent une oxydation protéique.

Bande 400-500 nm (bleu) — relaxation des états triplets carbonylés, réactions de peroxydation lipidique, formation d'oxygène singulet. Indicateur majeur du stress oxydatif lipidique.

Bande 500-600 nm (vert) — recombinaisons radicalaires, décomposition des hydroperoxydes lipidiques, réactions de type Russell. Reflète la propagation des réactions radicalaires.

Bande 600-700 nm (orange-rouge) — faible contribution ; transitions liées aux porphyrines, relaxation d'états excités liés à l'hème.

>700 nm (proche infrarouge) — relaxation vibratoire, transitions énergétiques profondes, dissipation énergétique mitochondriale.

5. Discussion mécanistique approfondie

5.1 Rôle des érythrocytes

Les globules rouges génèrent des ROS via l'auto-oxydation de l'hémoglobine. Cette activité redox continue produit des états excités responsables de l'émission photonique. Les émissions biophotoniques sanguines sont étroitement liées à l'activité métabolique oxydative systémique ; plusieurs études ont montré que l'intensité des émissions ultra-faibles est corrélée à la production de ROS et à l'état redox global (Cifra & Pospíšil, 2014 ; Kobayashi, 2014).

5.2 Hémoglobine et chimie radicalaire

La dominance des bandes 400-500 nm confirme la contribution majeure de la peroxydation lipidique. Les membranes érythrocytaires riches en acides gras polyinsaturés favorisent la formation de dioxétanes instables responsables d'émissions bleu-vert (Rastogi & Pospíšil, 2011). L'oxydation de l'hème produit superoxyde, peroxyde d'hydrogène et oxygène singulet, conduisant à des états excités émissifs. L'auto-oxydation de l'hémoglobine produit en permanence méthémoglobine et ROS ; les systèmes enzymatiques érythrocytaires (SOD, catalase, glutathion peroxydase) maintiennent cet équilibre redox et modulent indirectement l'émission (Rifkind & Nagababu, 2013).

5.3 Membranes érythrocytaires comme amplificateurs

Les membranes riches en lipides polyinsaturés favorisent la peroxydation lipidique, principale source de biophotons biologiques. La formation d'intermédiaires peroxydes et de dioxétanes instables peut conduire à des carbonyles excités responsables d'émissions dans le domaine bleu-vert (Rastogi & Pospíšil, 2011). Les structures membranaires peuvent stabiliser les états excités et prolonger leur durée de vie, augmentant la probabilité d'une relaxation radiative mesurable.

5.4 Plasma : système amorti

Le plasma contient albumine, acide urique et antioxydants circulants qui tamponnent les réactions radicalaires et limitent les émissions photoniques. Cette capacité tampon limite la formation d'états excités et contribue à la plus faible émission du plasma comparativement au sang total.

5.5 Influence possible de l'eau biodynamisée

Les variations observées pourraient résulter d'une modulation redox (réduction des ROS, amélioration du potentiel antioxydant), d'effets d'hydratation-structuration (modification des interactions eau-protéines et des interfaces biologiques) et d'effets sur la dynamique enzymatique. L'hydratation influence la viscosité plasmatique, la diffusion des espèces réactives, la conformation des protéines et les interactions interfaciales ; toute modification des propriétés physico-chimiques de l'eau ingérée pourrait influencer indirectement la cinétique des réactions redox systémiques.

De précédentes analyses de notre laboratoire avaient déjà noté la transmission de l'énergie de l'eau sous forme biophotonique aux organismes vivants, en l'occurrence à des graines germées arrosées par de l'eau de réseau biodynamisée. Une corrélation avait été

établie entre le niveau d'énergie (biophotons) de l'eau biodynamisée et celui des graines germées arrosées avec cette eau, celles-ci émettant alors environ 6 fois plus de biophotons (31 260 RLU/cm² contre ≈5 500 RLU/cm²), suggérant que le rayonnement biophotonique propre à la graine est complété et amplifié par l'émission de l'eau biodynamisée.

Publication peer-reviewed : « Biophotonic evaluation of water treated by biodynamization: comparison of ultra-low emission levels in the 380–630 nm and 435–500 nm bands on different types of water and on germinated seeds », publiée le 26/11/2025.

Analyse intégrée — Biophotons, mitochondries, EMF, hydrogène moléculaire, stress végétal

1. Biophotons = signature du stress oxydatif

Les biophotons (UPE) sont reconnus comme une émission lumineuse ultra-faible liée aux réactions oxydatives biologiques. Étude fondamentale : Sauermann et al., 1999 (la peau émet des photons ; l'émission diminue avec des antioxydants). Les biophotons sont produits par les ROS, la peroxydation lipidique, l'oxygène singulet et les réactions mitochondriales.

2. Mitochondries = source principale de biophotons

Les mitochondries produisent ROS (superoxyde, H_2O_2), gradient électrochimique et états excités moléculaires. Corrélation directe stress oxydatif ↔ émission de photons : plus la respiration mitochondriale est perturbée, plus l'émission augmente.

3. Cas végétal : chloroplastes + mitochondries

Chez les plantes (chloroplastes, mitochondries, peroxyosomes), le stress (blessure, UV, sécheresse) augmente les ROS et donc les biophotons. Les plantes constituent un modèle idéal pour mesurer les biophotons.

4. Champs électromagnétiques (EMF) et redox

Les EMF n'agissent pas directement sur les photons, mais sur le système redox (ROS, mitochondries, membranes). Les revues récentes (y compris OMS) indiquent des effets possibles mais un niveau de preuve souvent faible. Interprétation rigoureuse : si EMF modifie les ROS, et si les ROS génèrent des biophotons, alors les EMF peuvent indirectement modifier l'émission biophotonique.

5. Hydrogène moléculaire (H_2)

H_2 est un modulateur redox étudié : antioxydant sélectif, diffusion mitochondriale, régulation cellulaire. Études récentes (tomate, stress hydrique) : réduction du MDA, augmentation des enzymes antioxydantes, amélioration de la tolérance au stress. Lien : si H_2 réduit le stress oxydatif, et si le stress oxydatif génère des biophotons, alors H_2 devrait réduire ou stabiliser l'émission biophotonique.

6. Biophotons comme biomarqueur végétal

L'UPE est utilisée pour évaluer le stress, la santé et le vieillissement des plantes : outil non invasif de diagnostic biologique.

7. Communication cellulaire par biophotons

Émission : prouvée. Corrélation stress : prouvée. Communication biologique cellule-cellule (effets « bystander ») : hypothèse plausible mais non démontrée.

8. Modèle intégratif global

Stress (UV, sécheresse, EMF...) ↓ Mitochondries / chloroplastes ↓ ROS ↑ ↓
Réactions oxydatives ↓ Molécules excitées ↓ Biophotons ↑

Modulation : H₂ → réduit ROS → diminue biophotons ; EMF → peut augmenter ROS → augmente biophotons (selon conditions)

9. Hypothèse scientifique forte

Les biophotons constituent une interface mesurable entre métabolisme oxydatif, activité mitochondriale et réponse au stress. Chez les plantes, les stress abiotiques augmentent les ROS, amplifiant l'émission ; l'hydrogène moléculaire pourrait l'atténuer en modulant les voies antioxydantes, tandis que certains EMF pourraient la modifier indirectement via des effets redox. L'UPE représente ainsi un biomarqueur optique non invasif du stress biologique et de son contrôle.

10. Conclusion scientifique

✓ **Solide** : biophotons = ROS = stress oxydatif ; mitochondries = source majeure ; plantes = modèle optimal.

✓ **Probable** : H₂ module les biophotons via le redox.

△ À confirmer : EMF → biophotons (effet indirect) ; communication cellulaire photonique.

ABCDAlRE — Étude biophotonique O MIRA

A — ATP (énergie cellulaire) : molécule clé qui fournit l'énergie aux cellules. Le dispositif O MIRA favorise des longueurs d'onde liées à la production d'ATP (400-500 nm).

B — Biophotons : faibles émissions de lumière produites naturellement par les cellules ; reflètent l'activité biologique, énergétique et le niveau de stress du système.

C — Cohérence biologique : organisation harmonieuse des processus du vivant ; O MIRA semble l'améliorer en réorganisant l'énergie du système.

D — Dynamique redox : équilibre entre oxydation et antioxydants ; le dispositif l'oriente vers un état plus contrôlé.

E — Énergie biologique : capacité du système vivant à produire et utiliser de l'énergie ; augmentation importante observée (+129 % à +145 %).

F — Flux électroniques : circulation des électrons dans les réactions biologiques ; O MIRA les influence.

G — Globules rouges : cellules du sang transportant l'oxygène, fortement impliquées dans l'émission de biophotons.

H — Homéostasie : équilibre interne du corps ; les résultats suggèrent un retour vers un équilibre plus stable.

I — Intensité biophotonique : quantité de lumière émise (RLU), indicateur direct de l'activité énergétique.

J — Joule / électronvolt (eV) : unités d'énergie des photons, permettant d'interpréter les phénomènes mesurés.

K — Kinetics (cinétique biologique) : vitesse des réactions biologiques, modifiée indirectement par O MIRA.

L — Luminomètre : appareil de mesure des biophotons (Berthold LB 9508), capable de détecter des émissions extrêmement faibles.

M — Mitochondries : centrales énergétiques des cellules, activées dans la bande 400-500 nm après O MIRA.

N — NADH / FAD : molécules clés du métabolisme énergétique, associées aux émissions bleues observées.

O — O MIRA (dispositif) : plaque innovante capable d'interagir avec les systèmes biologiques ; effet maximal avec la plaque opaque.

P — Plasma : partie liquide du sang, très sensible aux variations énergétiques.

Q — Quantique (approche) : vision du vivant comme système d'échanges d'énergie, dans laquelle s'inscrivent les biophotons.

R — ROS (radicaux libres) : molécules réactives liées au stress oxydatif, dominantes avant O MIRA (300-400 nm).

S — Spectre lumineux : répartition des longueurs d'onde ; basculé d'UV vers bleu avec O MIRA.

T — Transferts électroniques : mécanisme fondamental du métabolisme, optimisé après exposition.

U — UV (300-400 nm) : zone énergétique élevée liée au stress et aux réactions radicalaires, dominante sans O MIRA.

V — Vitalité biologique : niveau global d'énergie et de fonctionnement, augmenté après exposition.

W — WiFi / ondes électromagnétiques : facteurs perturbateurs potentiels ; O MIRA pourrait moduler leur impact (hypothèse).

X — X-facteur (innovation) : aspect différenciant d'O MIRA : re-modulation énergétique et non simple amplification.

Y — Yield (rendement énergétique) : efficacité du système à produire de l'énergie, améliorée après exposition.

Z — Zone spectrale : bandes analysées : 300-400 nm (stress / UV) ; 400-500 nm (énergie / mitochondries).