



**Société Française de Néonatalogie**  
Association des professionnels de la médecine néonatale

*Commission environnement des soins de la SFN*

**Groupe de Réflexion et d'Evaluation de l'Environnement des Nouveau-nés**

**Titre : Quels sont les niveaux lumineux idéaux en néonatalogie ? (version longue)**

**Title : Which are the ideal light levels in neonatal units? (full text)**

**Auteurs:** C Zores-Koenig<sup>1</sup>, P Kuhn<sup>1,2</sup> L Caeymaex<sup>3</sup>, et le groupe GREEN de la SFN<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Médecine et réanimation du Nouveau-né, Hôpital de Hautepierre, CHU Strasbourg,

<sup>2</sup> Institut des Neurosciences Cellulaires et Intégratives, UPR 3212, CNRS et Université de Strasbourg, France

<sup>3</sup> CHIC Créteil, France

<sup>4</sup> Groupe de Réflexion et d'Evaluation sur l'Environnement du Nouveau-né de la Société Française de Néonatalogie (GREEN) : Aurore Allen (Port Royal-Paris), Frédérique Berne-Audeoud (CHU Grenoble), Charlotte Bouvard (SOS Préma), Anne Brandicourt (CH Sud Francilien), Charlotte Casper (CHU Toulouse), Laurence Caeymaex (CHIC Créteil), Hélène Denoual (CH Le Mans), Marie Agnès Duboz (CHU Besançon), Anne Evrard (Comité Inter-Associatif de la Naissance), Christine Fichtner (CHU Saint-Etienne), Céline Fischer-Fumeaux (CHUV Lausanne) Laurence Girard (Association Connaître), Françoise Gonnaud (CHU Lyon), Dominique Haumont (Hôpital Saint-Pierre Bruxelles), Petra Hüppi (CHU Genève), Nadine Knezovic (CHU Strasbourg), Pierre Kuhn (CHU Strasbourg), Elisabeth Laprugne-Garcia (CHU Lyon), Sophie Legouais (Paris), Fabienne Mons (CHU Limoges), Valérie Pelofy (CHU Toulouse), Jean-Charles Picaud (CHU Lyon), Véronique Pierrat (CHU Lille, Inserm EPopé), Patrick Pladys (CHU Rennes), Audrey Renaud (SOS préma), Laurent Renesme (CHU Bordeaux), Jacques Sizun (CHU Brest), Gilles Souet (ARS Centre), Gérard Thiriez (CHU Besançon), Pierre Tourneux (CHU Amiens), Marie Touzet (Hôpital de Port-Royal, Paris), Patrick Truffert (CHU Lille), Catherine Zaoui (CHG Valenciennes), Elodie Zana-Taieb (Hôpital de Port-Royal), Claire Zores-Koenig (CHU Strasbourg).

**Auteur correspondant :**

Dr Claire Zores-Koenig, Service de néonatalogie, CHU Strasbourg

Hôpital de Hautepierre, Avenue Molière, 67098 Strasbourg, France

Courriel : [Claire.zores@chru-strasbourg.fr](mailto:Claire.zores@chru-strasbourg.fr)

## **Relecteurs :**

Nos plus vifs remerciements vont aux relecteurs externes de ce texte. Ils ont permis l'évaluation du contenu scientifique et de l'applicabilité de cette recommandation. Par ordre alphabétique :

BERANGER Rémi (Rennes, Collège National des Sages-Femmes ), CAMARET Evelyne (Brest), CHAFA Linda (Paris, Commission Scientifique SFN-JFRN), COPPENS Sophie (Bruxelles, Belgique), FAZZI Elisa (Brescia, Italie), LEJEUNE Fleur (Genève, Suisse), MARTINET Myrtha (Genève, Suisse), MOTTE-SIGNORET Emmanuelle (Poissy Commission Scientifique SFN-JFRN), PATURAL Hugues (Saint-Etienne), PERAPOCH Josep (Barcelone, Espagne), ROUE Jean-Michel (Brest, Commission Scientifique SFN-JFRN), SPEEG Claude (Strasbourg), TISSERAND Elodie (Reims), TORCHIN Héloïse (Paris – Port-Royal, Commission Scientifique SFN-JFRN), WALTER NICOLET Elisabeth (Paris – Saint-Joseph), WIRTH Maelle (Nancy), ZUPAN SIMUNEK Véronique (Paris – Antoine Béchère)

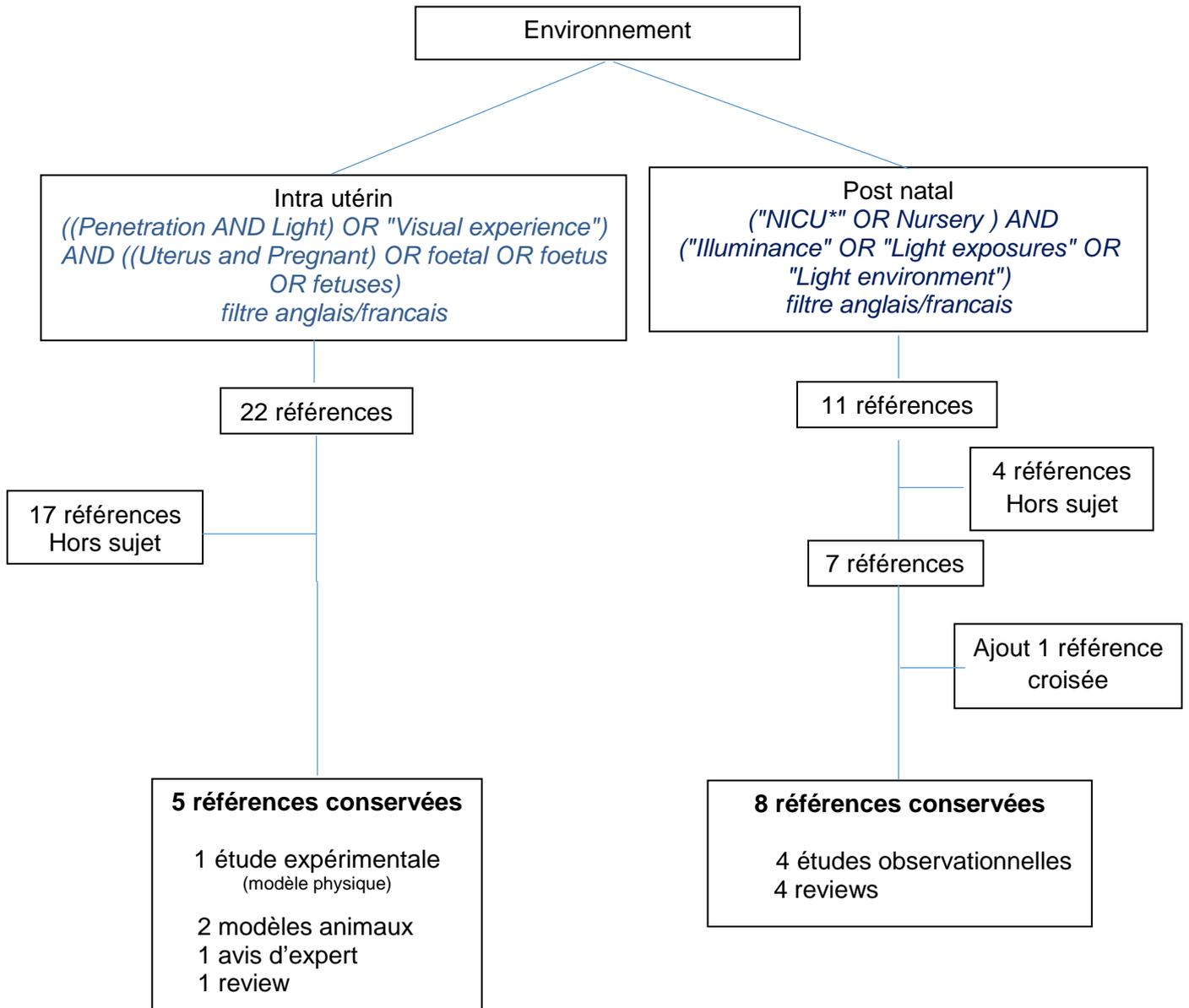
Un grand merci à Mme RAUCH Amandine (Strasbourg) qui a assuré le suivi et l'anonymisation de la relecture externe de cette recommandation

## 1. Introduction

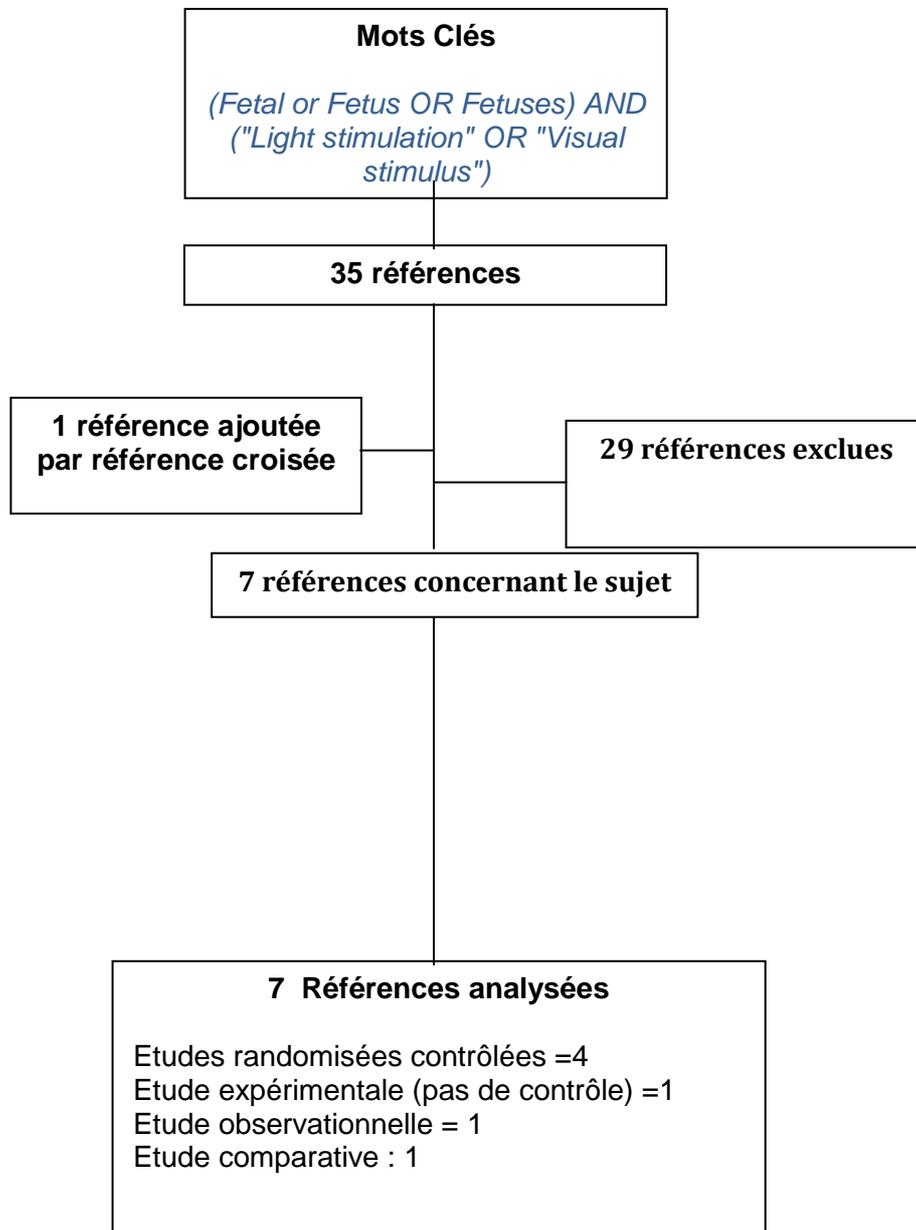
Les objectifs généraux du travail du groupe sont a) de présenter le rationnel scientifique sur la mise en place de la fonction visuelle et des caractéristiques de l'environnement lumineux et de présenter l'état des lieux actuel, b) d'émettre des recommandations pratiques pour optimiser l'environnement lumineux selon les caractéristiques des nouveau-nés hospitalisés, c) de proposer des stratégies permettant de les appliquer, d) de déterminer les points non résolus, e) d'identifier des perspectives de recherche.

Le but de ce travail est d'évaluer l'impact des niveaux lumineux sur le nouveau-né, ses parents et les soignants. Plusieurs questions spécifiques ont été abordées pour envisager l'optimisation de l'environnement lumineux : *Quel est l'environnement lumineux adapté aux nouveau-nés en services de soins? La cyclisation de la luminosité ambiante est-elle bénéfique à l'enfant ? Quel est l'environnement lumineux adapté au bien-être des parents, des soignants et à la sécurité des soins ?*

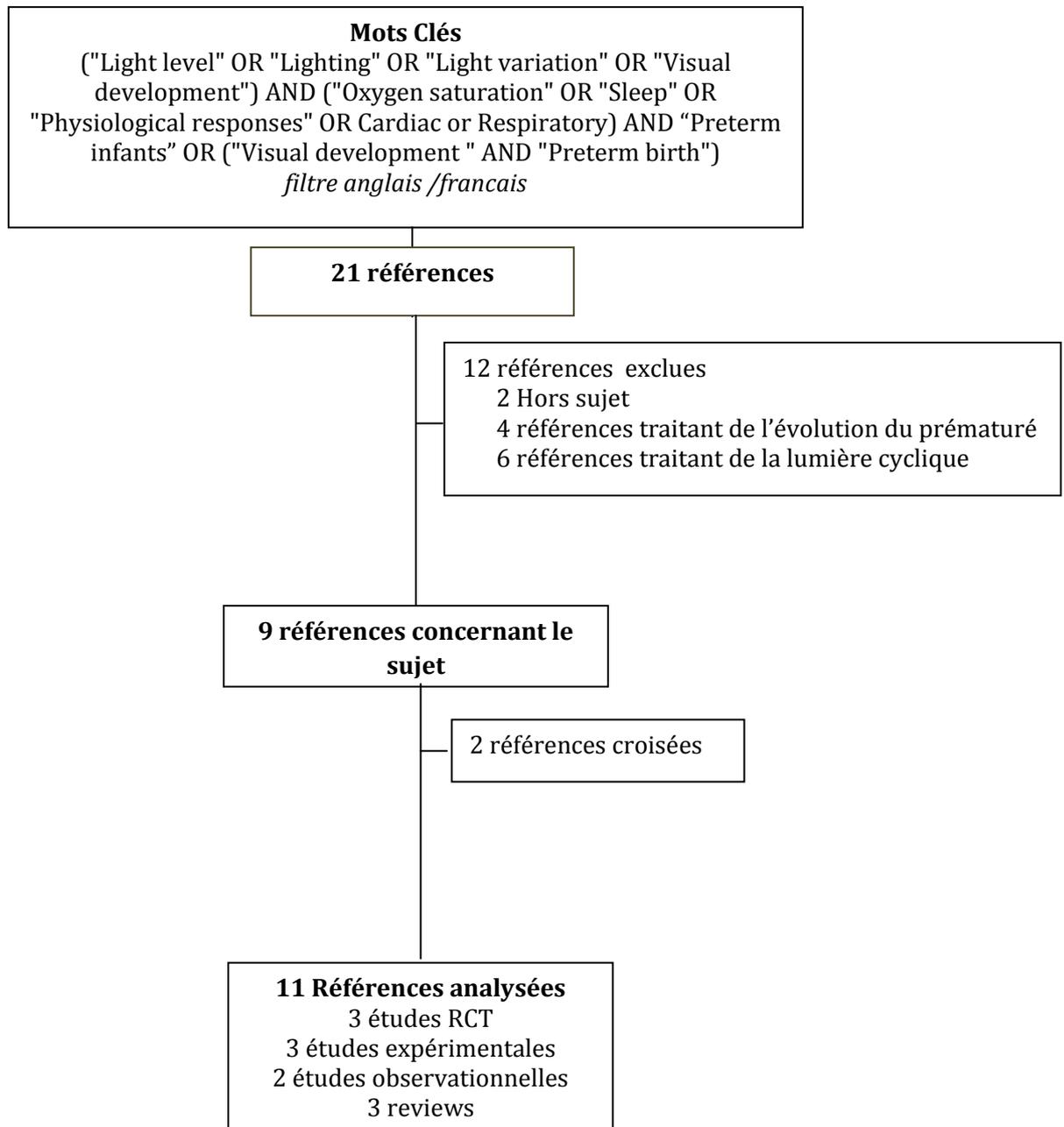
L'analyse de la littérature a reposé sur une recherche dans la base de données Pubmed, à l'aide des mots clés pour chaque sous chapitre associé à un filtre de langue française et anglaise, interrogée en juillet 2018. Les études étant anciennes nous n'avons pas mis en place de filtre de temporalité. Des recherches spécifiques, avec une analyse systématique des articles publiés sur les thématiques suivantes, ont été effectuées : environnement intra utérin et extra utérin ; données existantes attestant d'une réactivité du fœtus et du nouveau-né aux variations de l'environnement lumineux ; impact de la cyclisation. Une méta-analyse sur l'impact de la lumière cyclisée sur le nouveau-né a été retrouvée. Elle a été utilisée pour l'évaluation de cette question spécifique. Une analyse de plusieurs livres sur cette thématique ainsi que les références aux textes légaux ont été ajoutés afin de compléter les recherches. Les recommandations issues de l'analyse de la littérature ont été classées en fonction des grades retenus par l'HAS (grade A,B,C) (cf méthodologie générale du GREEN). Les résultats des recherches bibliographiques sont présentés dans les figures 1,2 et 3 et les analyses des études dans les tableaux 1 et 2.



**Figure 1 : Diagramme des articles sur l'environnement intra et extra-utérin**



**Figure 2: Diagramme des articles sur la réactivité du foetus aux stimuli lumineux**



**Figure 3: Diagramme des articles sur la réactivité du nouveau-né prématuré aux stimuli lumineux**

## 2. Rationnel scientifique et état des lieux

### 2.1 Quel est l'environnement lumineux adapté aux nouveau-nés en service de soins?

#### 2.1.1 Développement du système visuel

La vision est le système sensoriel le plus tardif à se mettre en place. Même à terme, il n'est que partiellement fonctionnel à la naissance. Le tableau 3 résume le développement anatomique et fonctionnel des différentes structures impliquées dans la vision. Ce tableau détaille aussi les systèmes de protection physiologiques à l'égard de la lumière (1,2).

#### 2.1.2 Facteurs déterminant le développement visuel normal

La première phase du développement (multiplication, différenciation et migration des cellules rétiniennes) semble régie principalement par des **déterminants génétiques**. Des processus **épigénétiques** tels que les caractéristiques du milieu intra utérin, l'exposition à des toxiques, à des catécholamines, à des endotoxines ou à un stress prolongé et important peuvent cependant interférer avec ce développement en influençant l'expression des gènes impliqués (3). La mise en place de ces connexions synaptiques est imprécise et des stimulations exogènes et endogènes permettent de les affiner.

Il existe des périodes cruciales du développement (12 à 14 dernières semaines de la vie fœtale et des premiers mois de vie (3) où la mise en place des structures (organisation topographique, développement des colonnes de dominance oculaire et d'orientation) et le bon développement du système visuel ne peuvent se faire que sous l'influence de **stimuli endogènes** adéquats, générés par l'activité spontanée des cellules neuronales et de la préservation du sommeil paradoxal et des mouvements oculaires rapides (2,4).

L'impact de **stimulations exogènes** semble toucher davantage à la bonne fonctionnalité qu'à la structure même de la rétine (2). Aucune donnée n'a été trouvée concernant l'impact des stimulations visuelles inhabituelles sur la vision, le comportement ou encore la santé du nouveau-né prématuré. Cependant, une comparaison de la croissance cérébrale évaluée par IRM de 47 nouveau-nés extrêmement prématurés à celle de nouveau-nés à terme a mis en évidence une augmentation de volume de la substance grise et blanche au niveau des aires corticales de régions impliquées dans le traitement visuel (5). Ces résultats suggèrent ainsi

qu'une expérience visuelle extra-utérine plus prolongée lors de périodes critiques du développement cérébral pourrait aboutir à une maturation anatomique plus précoce des régions visuelles.

Des études animales ont approché indirectement les effets de stimulations exogènes sur le développement visuel. Des stimuli intenses - bruit, douleur, lumières excessives - pourraient interférer avec la mise en place des connexions synaptiques, soit par interférence avec les mouvements oculaires rapides soit en supprimant directement l'activité neuronale (6). Le développement des principaux réseaux de la rétine peut être altéré par **l'exposition à une stimulation lumineuse intense**. Celle-ci provoque une activation des photorécepteurs avant même que les cellules bipolaires se soient développées. Dans ces conditions, le signal ne peut donc cheminer de façon naturelle jusqu'au cortex. Ceci pourrait désorganiser la structure rétinienne et le système visuel immature et même interférer vers d'autres systèmes sensoriels tels que l'audition (7).

Un autre facteur qui pourrait interférer avec le développement harmonieux des structures visuelles est lié à une **carence de stimulations visuelles** : carence en stimuli focalisés (images), en mouvements, en attention - par exemple liée à une sédation -, manque de changement environnemental par habituation ou faible intérêt pour l'environnement, ou encore absence totale de lumière (2). Enfin, l'interférence avec d'autres stimulations sensorielles peut également altérer une maturation fonctionnelle harmonieuse.

### *2.1.3 Environnement lumineux intra-utérin et postnatal*

**Les stimulations visuelles intra utérines** sont pauvres et semblent peu enclines à l'apprentissage transnatal. La lumière externe peut modifier la luminosité intra utérine en fonction de sa puissance, de sa longueur d'onde et de l'épaisseur des tissus maternels. Les études animales et celles s'appuyant sur des modèles physiques montrent que la transmission de lumière est estimée entre **0.1 % à 2 %** (8) et augmente avec l'âge gestationnel. Le niveau lumineux intra utérin peut donc atteindre un **niveau supérieur à 50 lux**. La vision intra utérine est donc possible, ce d'autant que le seuil minimal de perception de luminosité chez le fœtus est estimé à 10 lux (9). Le fœtus possède de meilleures capacités discriminatives pour les longueurs d'onde élevées, dont la transmission trans-utérine est meilleure (10–13).

A la naissance et durant leur hospitalisation, les nouveau-nés prématurés sont le plus souvent dans un **environnement illuminé 24 heures sur 24** et dont l'ambiance dépend de la lumière

extérieure mais surtout des lumières artificielles. Le taux d'illumination varie de façon importante entre les unités de soins. Dans une étude américaine, le seuil de luminosité retrouvé en moyenne durant la **journée était de 470 lux** (236-905 lux) et la  **nuit de 348 lux (192 à 690 lux)** (14). Dans une autre étude aux Etats-Unis, des valeurs élevées de plus de 10000 lux ont été rapportées dans certaines structures de soin lorsque la lumière extérieure s'additionnait à la lumière artificielle (15). Une étude s'est intéressée au niveau lumineux retrouvé au sein des incubateurs. Celle-ci est en moyenne de 9 lux (+/-9) lorsque l'incubateur est recouvert par un couvre couveuse opaque et de 78 lux (+/- 62) quand l'incubateur est recouvert d'un drap plus léger (16).

Dans une autre étude, le degré de luminosité est corrélé à la sévérité de la pathologie de l'enfant : les services de réanimation (300 lux) sont plus illuminés que ceux de soins intensifs (162 lux) (17) et l'intensité lumineuse croit avec l'intensité de l'aide ventilatoire apportée au nouveau-né (14).

L'impact de la **photothérapie** sur les niveaux de luminosité régnant dans les chambres est majeur. Son utilisation multiplie par 20 l'intensité lumineuse (14) et modifie le **type de lumière**. Sans lunettes protectrices efficaces, les nouveau-nés sous photothérapie sont exposés non seulement à une source de lumière intense (2400 à 3400 lux) mais également à une luminosité atypique en terme de longueurs d'onde.

L'analyse spectrale de la lumière retrouvée dans les services de soins de néonatalogie montre que les **lumières artificielles** peuvent émettre jusqu'à 40 % de leur énergie dans des longueurs d'onde en dehors du spectre normal (18).

De plus, l'**architecture** même du service et la **composition** de la chambre (19) jouent un rôle dans les caractéristiques environnementales : ainsi, selon des données américaines, les chambres familiales sont moins illuminées que les chambres multiples. La luminosité s'accroît d'autant plus qu'il y a présence dans la chambre de plusieurs sources de lumière. **L'orientation architecturale** modifie grandement l'éclairage de la pièce, ainsi, on peut retrouver une luminosité pouvant atteindre les 18761 lux dans une exposition ouest, 9816 lux dans une **exposition** sud et 5672 lux en exposition nord (19). La lumière est influencée par les **saisons et le temps qu'il fait**.

A ces facteurs environnementaux s'ajoutent des facteurs liés à la **position du nouveau-né**. L'orientation de la tête du nouveau-né au sein de l'incubateur modifie grandement la lumière incidente à son œil : la position de la tête tournée vers le matelas (ou les yeux tournés vers le bas) diminue à 25 % (0 à 78 %) la perception de la lumière extérieure alors que la position des yeux ouverts, orientés vers le haut fait augmenter la lumière perçue à 86 % (57-100%)

(20,21). Un nouveau-né tournant le dos à la source de lumière extérieure ne perçoit que 1442 lux des 12 163 lux en exposition ouest et 8 des 466 lux en exposition nord (22).

#### *2.1.4 Réactivité aux variations de seuil lumineux*

**Chez le fœtus** (23), il existe dès 28 SA une vision rudimentaire. Une réactivité du fœtus aux stimulations visuelles a été montrée dès 26 semaines dans des conditions expérimentales par la présence de mouvements fœtaux dès ce terme (24). Une accélération du rythme cardiaque fœtal suite à une stimulation lumineuse est retrouvée après 38 SA (25). Une activation corticale, en résonance magnétique, secondaire à des stimulations visuelles chez des fœtus proche du terme (26) et la positivité de réponses évoquées visuelles dès 28 SA (27) ont été montrées. Cette réactivité augmente avec l'avancée en âge gestationnel (28) et est favorisée par l'état de veille ou de sommeil actif du fœtus (29). La réactivité du fœtus aux variations lumineuses « naturelles » constituées par les différences de luminosité de l'environnement extérieur modulées par le climat, les saisons, le style de vie et les activités des mères n'a pas été explorée.

Chez le **nouveau-né prématuré**, les tableaux 4a et 4b résument l'état des connaissances sur la réactivité de l'enfant.

## ***2.2 La cyclisation de la luminosité ambiante est-elle bénéfique pour l'enfant prématuré ?***

### *2.2.1 Mise en place du rythme circadien*

Le terme rythme circadien fait référence à un rythme biologique d'une durée d'environ 24 heures, qui détermine de nombreux comportements et activités physiologiques (alternance veille-sommeil, vigilance-activité, sécrétion d'hormones, variations de la température corporelle) (30). Le système de création et de régulation de ces rythmes est constitué d'une horloge biologique interne (noyaux supra-chiasmatiques de l'hypothalamus antérieur (NSC) présentant une oscillation proche de 24 heures, de voies afférentes et de voies efférentes (31,32). Le rythme interne s'ajuste à des facteurs environnementaux par les voies afférentes rétino-hypothalamiques reliant les informations lumineuses de la rétine vers les NSC (33,34). Différents marqueurs de la rythmicité circadienne peuvent être utilisés dans les études cliniques : température centrale ou cutanée, fréquence cardiaque, périodes d'activité (actigraphie), étude du sommeil (somnographie).

Si la rythmicité ne semble pas être présente avant 30 à 32 semaines d'âge corrigé (35,36), des rythmes ultradiens ou pluriquotidiens inférieurs à 24 heures sont trouvés à 35 semaines (35,37,38) corrélant avec des données d'actigraphie montrant la présence d'un rythme à 34 SA (39,40).

Les faisceaux rétino-hypothalamiques semblent fonctionnels chez l'enfant prématuré. Cela suggère que les niveaux de luminosité présents dans les services de soins peuvent entraîner une réponse de l'horloge biologique interne chez l'enfant prématuré (41–43). Le fœtus *in utero* est soumis à des variations des stimuli auditifs et des mouvements de la mère, qui pourraient induire une perception circadienne. Le nouveau-né prématuré hospitalisé, exposé en permanence à la pénombre, n'a pas de repères temporels (33). L'intérêt de la cyclisation lumineuse pour l'enfant prématuré a été exploré dans l'hypothèse qu'elle puisse limiter de caractère anarchique de la rythmicité du sommeil, de la régulation thermique ou améliorer la prise de poids des enfants (33).

### 2.2.2 Impact d'une cyclisation

L'effet de la cyclisation de la lumière a été étudié en utilisant des variations de la luminosité ambiante, en général, à partir d'une exposition à une alternance :

- de +/- 12 heures de lumière vive : cache couveuse relevé, exposition à la lumière du jour ou à une lumière artificielle, correspondant à des niveaux > 200 à 500 lux
- et +/- 12 heures :
  - o d'obscurité : rideaux ou stores fermés, lumière minimale < 30 lux avec lunettes protectrices lors des gestes nécessitant une illumination forte
  - o ou de pénombre : souvent 5 à 10 lux, obtenue par des lunettes et un variateur

ou d'autres régimes de luminosité ambiante (alternance irrégulière de lumière vive avec pénombre ou alternance de pénombre avec obscurité).

La méta-analyse Cochrane de 2011 (44) a évalué l'efficacité et l'innocuité de la cyclisation (12 heures lumière allumée / 12 heures lumière éteinte) sur la croissance pondérale à 3 et 6 mois d'âge corrigé, et sur d'autres paramètres, chez des prématurés de terme < 37 semaines. Des analyses séparées comparaient lumière cyclisée à pénombre irrégulière ou pénombre et lumière cyclisée versus lumière continue vive. Sept études randomisées ou quasi randomisées ont été retenues avec des interventions de cyclisation versus pénombre irrégulière (irregular dimlight) ou pénombre (near darkness)<sup>1</sup> ou lumière vive permanente (continuous bright light).

---

<sup>1</sup> En pratique les intensités lumineuses étaient similaires dans les études utilisant le terme *dimlight* et le terme *near darkness*) et la distinction entre ces deux termes est discutable.

Deux études supplémentaires ont été ajoutées dans les deux mises à jour 2013 (45) et 2016 (46). Ces études sont résumées dans les tableaux 5 et 6.

En résumé, pour l'intervention **groupe lumière cyclisée versus pénombre continu** (442 enfants) (tableau 3)

- On ne retrouve pas de bénéfice sur le gain pondéral à 3 et 6 mois.
- Une étude retrouve 18% d'activité supplémentaire durant le jour que la nuit dans le groupe cyclisé dans les 10 jours précédant la sortie des enfants (différence moyenne 0.18, 95% confidence interval (CI) 0.17 to 0.19) et un nombre plus faible de mouvements par jour (entre 1 et 10 jours après la sortie, également entre 11 et 20 jours après la sortie et pour finir entre 20 et 30 jours après la sortie)
- Une étude retrouve une durée des pleurs inférieure dans le groupe cyclisé à 11 semaines d'âge corrigé (-0.57 heures/24 h, 95% CI -1.09 to -0.05).
- Deux études portant sur l'incidence de la rétinopathie du prématuré (y compris la rétinopathie sévère) ne retrouvent pas de différence significative.
- Deux des quatre études portant sur la durée moyenne de séjour retrouvent une diminution de la durée du séjour dans le groupe cyclisé. (-13 jours, 95% CI -23 to -2, I<sup>2</sup> = 0%).

A noter que les quelques résultats significatifs concernaient des nouveau-nés dont l'intervention avait débuté vers 32 semaines, après stabilisation des fonctions vitales.

En résumé, pour le **groupe d'intervention lumière cyclisée versus lumière continue** (120 enfants) (tableau 4) :

- on note une diminution du nombre de jours jusqu'à la première alimentation orale dans le groupe cyclisé – 7 jours (95 % CI -13 à -0,3 jours) (une étude).
- une diminution du nombre de jours de ventilation assistée dans le groupe cyclisé (-18 jours (95 % CI -31 à -5) (une étude).
- un poids moyen supérieur et une durée d'éveil moindre dans le groupe cyclisé à 3 mois d'âge corrigé ( $p < 0,05$ ) (une étude).
- une durée de séjour diminuée dans le groupe cyclisé (-16.48 jours, 95% CI -26.16 to -6.79) (deux études).

En conclusion, selon les résultats de la méta-analyse de 2011 et ses mises à jour 2013 et 2016 (total de 544 nouveau-nés), la cyclisation semble bénéfique notamment sur la durée du séjour dans le groupe d'intervention lumière cyclisée vs lumière continue comme elle semble l'être dans le groupe lumière cyclisé versus pénombre. Néanmoins, la variabilité des paramètres mesurés et des stratégies utilisées dans les différentes études ainsi que le nombre limité

d'enfants inclus dans ces études incitent à la prudence. En effet, le « grade » accordé à ces études est bas, les études montrant le plus souvent des différences non significatives. Il est à noter que les études citées dans la méta-analyse sont monocentriques, n'ont pas les mêmes critères de jugements principaux et ne sont pas calibrées pour atteindre une puissance suffisante. Par ailleurs, la rythmicité dépend de la maturation des mécanismes biochimiques et génétiques, de l'environnement lumineux et peut être aussi des horaires d'alimentation et de soins, ce qui reste à évaluer plus précisément.

### ***2.3 Quel est l'environnement lumineux adapté au bien-être des nouveau-nés, des parents, des soignants et à la sécurité des soins ?***

Les recommandations édictées par les sociétés savantes (47,48) sur le niveau de luminosité à maintenir dans les services de néonatalogie se basent sur les quelques études s'étant intéressées à l'environnement de ces services de soin et sur le bon sens visant à concilier capacité de travail et bien être du nouveau-né.

Concernant **les nouveau-nés**, la récente tendance à maintenir une lumière cyclique a été portée par les recommandations préconisant une lumière de 10 à 20 foot-candles (soit 107 à 215 lux) (AAP) et le filtrage des lumières dans l'ultra-violet (47). Les niveaux préconisés actuellement ont été résumés par White (48) : une lumière individuelle devrait exister pour chaque nouveau-né ; la lumière artificielle ne devrait pas délivrer plus de 2000 lux au niveau du plan du lit et une attention devrait être donnée à ce que moins de 2 % de la luminosité globale ne dépasse ce seuil ; la lumière devrait être ajustable ; une augmentation de la luminosité centrée sur le nouveau-né en cas de soins doit pouvoir se faire sans déranger les autres nouveau-nés de la pièce ; la lumière doit être choisie afin de minimiser le taux de lumière direct, être réglable en termes d'intensité et de lieu d'exercice tout en permettant d'être optimal pour un travail minutieux. Une source de lumière naturelle extérieure devrait être présente au niveau de chaque pièce ; Les fenêtres devraient se situer au moins à 0.6 mètre du lit du bébé; elles devraient être équipées de stores de couleur neutre permettant de minimiser la lumière incidente, et de ne pas modifier les couleurs extérieures. A l'inverse, la lumière doit être optimale dans les lieux où les soins précis doivent être exercés. Cet espace peut être illuminé par une lumière blanche pour les soins simples : 300-500 lux à l'œil ce qui correspond au niveau du plan de travail à une luminance de 1500 à 2500 lux. Une étude aux Etats-Unis (14) a montré que les recommandations de l'AAP étaient respectées dans 99 % des cas. Une exception peut-être faire pour les enfants en lit ouvert et ventilé, où une médiane de

1.99 % (0-19%) de non-respect des recommandations est constatée (14). Aucune publication en peer review ne montre de bénéfice chez le nouveau-né prématuré à l'application d'un enrichissement visuel et notamment de cible contrasté au sein de l'incubateur. Une publication ancienne montre tout de même une orientation préférentielle du regard du nouveau-né à terme vers un objet présenté sur le côté (49).

Concernant le **personnel soignant**, la loi Française stipule que le niveau minimal imposé par le Code du travail est de 120 lux (200 lux si le local est aveugle LEGIGRANCE Article R4223-4 créée par le Décret n2008-244 du 7 mars 2008 avec la précision apportée par l'article R4223-5 (Décret n 2008-244 du 7 mars 2008). Si les niveaux d'éclairage peuvent être suffisants pour des tâches ne nécessitant pas la perception du détail, l'employeur doit en revanche adapter le niveau d'éclairage à la nature et à la précision des travaux à exécuter ( C du 11 avril 1984 et Art R 4223-5 du Code du travail). On peut donc arriver à un niveau d'éclairage minimal de 800 lux dans les tâches difficiles. Une priorité doit être apportée à la lumière naturelle (Art R 4223-3 du Code du travail) mais sans limite minimale fixée.

Au niveau de la Communauté Européenne, il n'existe pas de texte spécifique de l'éclairage des locaux de travail excepté des prescriptions minimales de sécurité et de santé figurant à l'annexe 1 de la directive (89/654/CEE) du 30 novembre 1989 concernant les prescriptions minimales pour les lieux de travail . A propos de l'éclairage naturel et artificiel, cette directive dispose que :

- Les lieux de travail doivent autant que possible permettre un éclairage naturel suffisant et être équipés de dispositifs permettant un éclairage artificiel adéquat pour protéger la santé des travailleurs.
- Les installations d'éclairage des locaux de travail et des voies de communication doivent être placées de façon à ce que le type d'éclairage prévu ne présente pas de risque pour les travailleurs.

Des recommandations ergonomiques existent de la part de l'association Française de Normalisation (AFNOR) qui préconise un niveau d'éclairage moyen de 500 lux dans les bureaux. L'association Française de l'Eclairage recommande pour sa part 250 à 500 lux pour les postes de travail informatisés. D'autre part, pour le bien-être des travailleurs, principalement au poste central, la luminosité devrait être plus élevée. On sait qu'une lumière plus importante pendant au moins 15 minutes améliore la capacité de travail la nuit et les désordres psycho-affectifs saisonniers (50). Dans les services de soins intensifs, les fenêtres procurent un important bénéfice pour l'équipe soignante et la famille (51).

Les études réalisées en conditions expérimentales montrent que la lumière artificielle de haute

intensité peut être une contre-mesure efficace aux troubles du sommeil et de la vigilance des travailleurs postés et/ou de nuit (52). Toutefois, selon l'HAS les études en conditions réelles sont insuffisantes à l'heure actuelle pour recommander un matériel d'exposition à la lumière artificielle (lampe de luminothérapie ou de photothérapie) ou d'évitement de la lumière (lunettes filtrantes) particulier (53).

Concernant **les parents**, il n'y a pas d'étude spécifique publiée ; néanmoins, les mêmes recommandations peuvent s'appliquer pour eux.

Les études cellulaires (54) et animales (55) commencent à faire évoquer la possibilité d'une toxicité accrue de la lumière bleue et particulièrement dans le spectre violet compris entre 415 nm – 455 nm qui pourrait déclencher des processus apoptotiques au niveau rétinien. Cette exposition est incriminée dans la dégénérescence maculaire liée à l'âge et commence à être mis en avant dans le développement des cataractes et la myopie (54,56–59). Ces résultats pourraient soulever la question de l'innocuité de la photothérapie (longueur d'onde très proche 458 nm) pour le personnel soignant.

### **3. Recommandations pour les niveaux lumineux en néonatalogie**

L'analyse de la littérature nous permet d'émettre les propositions suivantes :

Au vu des effets délétères physiologiques pour l'enfant, de l'exposition à des intensités lumineuses supérieures à 1000 lux (*niveau 3*), il convient d'éviter les sources lumineuses naturelles ou artificielles de plus de 1000 lux (**grade C**). Un impact physiologique plus grand étant noté en cas de variation rapide de la lumière (*niveau 3*), une augmentation progressive des niveaux lumineux est préconisée à chaque changement lumineux (**grade C**). Pour les nouveau-nés de moins de 32 SA d'âge corrigé, l'usage de protections face aux sources lumineuses est recommandé (**grade C**). Cette protection doit être adaptée individuellement et basée sur l'analyse des variations de stade veille/sommeil et des réponses comportementales de l'enfant (**avis d'expert**). Il n'existe aucun argument en faveur d'une isolation sensorielle visuelle totale des nouveau-nés prématurés, quel que soit leur âge gestationnel, pour prévenir la rétinopathie du prématuré (**grade B**).

Il est recommandé de ne pas exposer l'enfant à une lumière forte continue quel que soit son terme et son âge postnatal (**grade A**). La cyclisation systématique de la luminosité ambiante avant la fin de l'hospitalisation semble inoffensive et semble bénéfique sur la durée d'hospitalisation et peut-être sur la répartition de l'activité jour/nuit après la sortie de l'hôpital

(niveau 1). Sa mise en place semble donc recommandée (**grade A**). Ces modalités d'utilisation (type de cyclisation, date d'introduction, population) restent à définir (**avis d'expert**).

En cas de photothérapie par rampe ou tunnel, une protection adaptée (protection oculaire directe) constante est obligatoire pour tout enfant directement ou indirectement exposé et est recommandée pour l'entourage, aussi bien pour les autres enfants situés dans la chambre que pour les soignants ou la famille (**avis d'expert**).

Une luminosité plus élevée au poste central de soin et un accès à la lumière naturelle sont recommandés pour les soignants (**avis d'expert**). Une attention particulière doit être portée à l'exposition aux fortes intensités lumineuses, nécessaires pour la réalisation de gestes fins (pose de cathéters, intubation,...) (**avis d'expert**), pour lesquels une protection oculaire individuelle spécifique de l'enfant est indiquée (**avis d'expert**).

Au vu des effets potentiellement délétères à long terme de la lumière bleue (**avis d'expert**), l'exposition à la lumière dans ce spectre doit être limitée aussi bien pour les patients, que pour leurs familles et pour le personnel soignant (**avis d'expert**).

Lors de la pratique du peau à peau, il convient de protéger l'enfant d'une surexposition lumineuse tout en permettant une bonne interaction visuelle entre lui et son parent (**avis d'expert**).

#### **4. Stratégies à recommander pour les mettre en pratique**

Pour respecter ces recommandations, différentes stratégies sont utiles. Elles portent sur un aménagement architectural et mobilier de la chambre de l'enfant, des moyens physiques de protection de la lumière et des pratiques de soins adaptées intégrant des objectifs d'environnement lumineux et visuel.

##### ***4.1 Aménagement architectural, mobilier et technique :***

- Des volets et des stores doivent être installés aux fenêtres intérieures et extérieures des chambres ; leur fermeture doit être modifiée en fonction de l'incidence variable des rayons lumineux au courant de la journée.

- Des variateurs de lumière doivent être utilisés pour limiter le niveau global d'illumination des chambres, et dans les couloirs et espaces communs s'ils illuminent les chambres par des vitres.
- Le recours à des lumières individuelles et indirectes dans les chambres permet de limiter les niveaux de luminosité atteignant l'enfant. L'utilisation de chambres individuelles (ou doubles) permet d'offrir à l'enfant un environnement lumineux personnalisé, adaptable selon les besoins spécifiques de chacun.
- Pour les personnels soignants et les familles, une salle de détente équipée de fenêtres vers l'extérieur permet un accès à la lumière naturelle essentiel à leur bien-être. Le recours à des dispositifs de luminothérapie pourrait être une alternative.
- Une chambre avec une fenêtre donnant sur l'extérieur peut aider à la mise en place d'une cyclisation de manière spontanée.

#### ***4.2 Systèmes de protection de la lumière***

- L'usage de couvre couveuses pour les nouveau-nés de moins de 32 SA permet d'atténuer le niveau de luminosité dans l'incubateur. Une adaptation individuelle basée sur les réponses comportementales du nouveau-né à l'exposition à la lumière lors des différents soins ou lors de séances de peau à peau est indiquée. Pour s'adapter à la maturation progressive de l'enfant, un ajustement est possible par l'usage d'un couvre couveuse moins opaque (drap) ou par la levée progressive d'un ou de plusieurs pans du couvre couveuse, jusqu'à son retrait.
- Les lunettes protectrices doivent être réservées à des situations spécifiques, afin d'éviter d'entraver les interactions visuelles entre l'enfant et ses parents/soignants.
- En cas de photothérapie, une protection oculaire directe doit être systématique. Des paravents doivent être placés afin de protéger les enfants voisins. L'extinction de la source de photothérapie lors de la pratique de soins à l'enfant ou de la présence parentale permet de limiter les risques de surexposition.

#### ***4.3 Pratiques de soins***

- Les personnes intervenant auprès de l'enfant (parents, famille, soignants) doivent être vigilantes à la position du nouveau-né par rapport aux sources lumineuses auxquelles il est exposé car il ne peut modifier sa position par lui-même.

- L'ajustement de l'intensité lumineuse lors d'un soin devrait être fait de façon à laisser une lumière tamisée suffisante pour assurer une surveillance clinique (couleur, comportement du nouveau-né) mais permettant également à l'enfant d'ouvrir les yeux et d'entrer en interaction sans difficulté avec son entourage.
- Une protection temporaire de l'enfant est nécessaire dans certaines situations telle qu'un examen de fond d'œil avec dilatation de la pupille (lunettes, couvre couveuse pendant plusieurs heures), ou lors d'un soin précis nécessitant une luminosité plus importante (lunettes, tissus, mains des soignants et/ou des parents).
- Privilégier la luminosité minimale nécessaire lors de l'ophtalmoscopie indirecte ou lors de l'usage de la caméra de rétine tout en permettant une bonne qualité de l'image.
- Lors de la pratique du peau à peau, une lumière indirecte ou une lumière naturelle tamisée est nécessaire pour protéger l'enfant de la surexposition lumineuse tout en permettant des interactions visuelles.

## **5. Points non résolus**

- Adaptation des niveaux lumineux de certains locaux dédiés aux situations d'urgence (salles de naissances) et durant les transports d'urgence (ambulance, SAMU).
- Réactivité des nouveau-nés prématurés aux variations d'intensités (< 1000 lux) au sein des niveaux recommandés par l'AAP.
- Intérêt d'une cyclisation systématique de la lumière (12heures/12heures), son moment et ses modalités d'instauration (ex. < 20 lux la nuit versus > 200 lux le jour en comparaison avec la pénombre continue de < 20 lux).
- Innocuité pour les soignants d'une exposition régulière à la photothérapie.
- Intérêt de l'utilisation de filtres de lumière bleue.

## **6. Perspectives de recherche**

- Détermination des seuils lumineux idéaux lors du peau à peau.
- Evaluation de l'impact des niveaux lumineux dans les différents spectres de couleur
- Evaluation de la satisfaction parentale et des soignants au niveau d'illumination ambiant
- Evaluation randomisée à forte puissance de la cyclisation (et de son moment idéal de mise en place) sur le bien-être et le développement des nouveau-nés vulnérables.

- Détermination des niveaux lumineux idéaux pour promouvoir le sommeil.
- Détermination des niveaux lumineux idéaux soutenant les interactions sociales de l'enfant.
- Détermination des niveaux lumineux permettant de soutenir les compétences visuelles.
- Détermination de l'effet de la luminothérapie sur le sommeil et le bien-être des parents et du personnel soignant.

## 7. Références.

Les différents articles inclus dans la revue de la Cochrane ne sont pas répertoriés dans la bibliographie ci-dessous.

1. Birch EE, O'Connor AR. Preterm birth and visual development. *Semin Neonatol.* 2001 Dec;6(6):487–97.
2. Graven SN. Early neurosensory visual development of the fetus and newborn. *Clin Perinatol.* 2004 Jun;31(2):199–216, v.
3. Graven SN. Early visual development: implications for the neonatal intensive care unit and care. *Clin Perinatol.* 2011 Dec;38(4):671–83.
4. Okawa H, Morokuma S, Maehara K, Arata A, Ohmura Y, Horinouchi T, et al. Eye movement activity in normal human fetuses between 24 and 39 weeks of gestation. *PLoS ONE.* 2017;12(7):e0178722.
5. Padilla N, Alexandrou G, Blennow M, Lagercrantz H, Adén U. Brain Growth Gains and Losses in Extremely Preterm Infants at Term. *Cereb Cortex.* 2014 Jan 31;
6. Penn AA, Shatz CJ. Principles of endogenous and sensory activity-dependent brain development. The visual system. Lagercrantz H, Hanson M, Evrard P, Rodeck C, editors. (Lagercrantz H, Hanson M, Evrard P, Rodeck C, editors New York: Cambridge; vol. University Press; 2002. p. 204– 25.).
7. Lickliter R. The role of sensory stimulation in perinatal development: insights from comparative research for care of the high-risk infant. *J Dev Behav Pediatr.* 2000 Dec;21(6):437–47.
8. Del Giudice M. Alone in the dark? Modeling the conditions for visual experience in human fetuses. *Dev Psychobiol.* 2011 Mar;53(2):214–9.
9. Banks M.S., Shannon E. Spatial and chromatic visual efficiency in human neonates. C. Granddud ( sous la direction de ) *Visual Perception and cognition in infancy*, Hillsdale, NJ, Erlbaum. 1993;1–46.
10. Adams RJ, Courage ML, Mercer ME. Systematic measurement of human neonatal color vision. *Vision Res.* 1994 Jul;34(13):1691–701.
11. Glass P. Development of the visual system and implications for intervention. *Infants and young children*, 15. 2002;1–10.
12. Parraguez VH, Sales F, Valenzuela GJ, Vergara M, Catalán L, Serón-Ferré M. Diurnal changes in light intensity inside the pregnant uterus in sheep. *Anim Reprod Sci.* 1998 Aug 21;52(2):123–30.
13. Jacques SL, Weaver DR, Reppert SM. Penetration of light into the uterus of pregnant animals. *Photochem Photobiol.* 1987 May;45(5):637–41.

14. Lasky RE, Williams AL. Noise and light exposures for extremely low birth weight newborns during their stay in the neonatal intensive care unit. *Pediatrics*. 2009 Feb;123(2):540–6.
15. Hamer RD, Dobson V, Mayer MJ. Absolute thresholds in human infants exposed to continuous illumination. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 1984 Apr;25(4):381–8.
16. Zores C, Dufour A, Pebayle T, Langlet C, Astruc D, Kuhn P. Very preterm infants can detect small variations in light levels in incubators. *Acta Paediatr*. 2015 Oct;104(10):1005–11.
17. Glotzbach SF, Rowlett EA, Edgar DM, Moffat RJ, Ariagno RL. Light variability in the modern neonatal nursery: chronobiologic issues. *Med Hypotheses*. 1993 Sep;41(3):217–24.
18. Robinson J, Fielder AR. Light and the immature visual system. *Eye (Lond)*. 1992;6 (Pt 2):166–72.
19. Stevens DC, Akram Khan M, Munson DP, Reid EJ, Helseth CC, Buggy J. The impact of architectural design upon the environmental sound and light exposure of neonates who require intensive care: an evaluation of the Boekelheide Neonatal Intensive Care Nursery. *J Perinatol*. 2007 Dec;27 Suppl 2:S20-28.
20. Fielder AR, Robinson J, Shaw DE, Ng YK, Moseley MJ. Light and retinopathy of prematurity: does retinal location offer a clue? *Pediatrics*. 1992 Apr;89(4 Pt 1):648–53.
21. Fielder AR, Moseley MJ. Environmental light and the preterm infant. *Semin Perinatol*. 2000 Aug;24(4):291–8.
22. Robinson J, Moseley MJ, Fielder AR. Illuminance of neonatal units. *Arch Dis Child*. 1990 Jul;65(7 Spec No):679–82.
23. Granier Deferre. sensibilité visuelle. In: *L'aube des sens 2*. ERES; (Spirale 2011/3 (n° 59)).
24. Polishuk WZ, Laufer N, Sadovsky E. [Fetal reaction to external light]. *Harefuah*. 1975 Nov 2;89(9):395–6.
25. Peleg D, Goldman JA. Fetal heart rate acceleration in response to light stimulation as a clinical measure of fetal well-being. A preliminary report. *J Perinat Med*. 1980;8(1):38–41.
26. Fulford J, Vadayar SH, Dodampahala SH, Moore RJ, Young P, Baker PN, et al. Fetal brain activity in response to a visual stimulus. *Hum Brain Mapp*. 2003 Dec;20(4):239–45.
27. Eswaran H, Wilson J, Preissl H, Robinson S, Vrba J, Murphy P, et al. Magnetoencephalographic recordings of visual evoked brain activity in the human fetus. *Lancet*. 2002 Sep 7;360(9335):779–80.
28. Tatumura M. [Studies on features of fetal movement and development of human fetus with use of fetal actogram]. *Nippon Sanka Fujinka Gakkai Zasshi*. 1991 Aug;43(8):864–73.
29. Kiuchi M, Nagata N, Ikeno S, Terakawa N. The relationship between the response to external light stimulation and behavioral states in the human fetus: how it differs from vibroacoustic stimulation. *Early Hum Dev*. 2000 May;58(2):153–65.
30. Moore RY. Circadian rhythms: basic neurobiology and clinical applications. *Annu Rev Med*. 1997;48:253–66.
31. Panda S, Hogenesch JB, Kay SA. Circadian rhythms from flies to human. *Nature*. 2002 May 16;417(6886):329–35.
32. Rivkees SA. Emergence and influences of circadian rhythmicity in infants. *Clin Perinatol*. 2004 Jun;31(2):217–28, v–vi.
33. Hughes ME, DiTacchio L, Hayes KR, Vollmers C, Pulivarthy S, Baggs JE, et al. Harmonics of circadian gene transcription in mammals. *PLoS Genet*. 2009 Apr;5(4):e1000442.
34. Mehta N, Cheng H-YM. Micro-managing the circadian clock: The role of microRNAs in biological timekeeping. *J Mol Biol*. 2013 Oct 9;425(19):3609–24.

35. Anders TF, Keener MA, Kraemer H. Sleep-wake state organization, neonatal assessment and development in premature infants during the first year of life. II. Sleep. 1985;8(3):193–206.
36. Mirmiran M, Maas YGH, Ariagno RL. Development of fetal and neonatal sleep and circadian rhythms. Sleep Med Rev. 2003 Aug;7(4):321–34.
37. Glotzbach SF, Edgar DM, Ariagno RL. Biological rhythmicity in preterm infants prior to discharge from neonatal intensive care. Pediatrics. 1995 Feb;95(2):231–7.
38. Glotzbach SF, Edgar DM, Boeddiker M, Ariagno RL. Biological rhythmicity in normal infants during the first 3 months of life. Pediatrics. 1994 Oct;94(4 Pt 1):482–8.
39. Rivkees SA, Hao H. Developing circadian rhythmicity. Semin Perinatol. 2000 Aug;24(4):232–42.
40. Rivkees SA. Developing circadian rhythmicity. Basic and clinical aspects. Pediatr Clin North Am. 1997 Apr;44(2):467–87.
41. Rivkees SA, Hofman PL, Fortman J. Newborn primate infants are entrained by low intensity lighting. Proc Natl Acad Sci USA. 1997 Jan 7;94(1):292–7.
42. Boivin DB, Duffy JF, Kronauer RE, Czeisler CA. Dose-response relationships for resetting of human circadian clock by light. Nature. 1996 Feb 8;379(6565):540–2.
43. Shanahan TL, Czeisler CA. Physiological effects of light on the human circadian pacemaker. Semin Perinatol. 2000 Aug;24(4):299–320.
44. Morag I, Ohlsson A. Cycled light in the intensive care unit for preterm and low birth weight infants. Cochrane Database Syst Rev. 2011;(1):CD006982.
45. Morag I, Ohlsson A. Cycled light in the intensive care unit for preterm and low birth weight infants. Cochrane Database Syst Rev. 2013;(8):CD006982.
46. Morag I, Ohlsson A. Cycled light in the intensive care unit for preterm and low birth weight infants. Cochrane Database Syst Rev. 2016;(8):CD006982.
47. American Academy of Pediatrics; American College of Obstetricians and Gynecologists. Guidelines for Perinatal Care. 5th ed. Elk G American Academy of Pediatrics. 2002;
48. White RD, Smith JA, Shepley MM, Committee to Establish Recommended Standards for Newborn ICU Design. Recommended standards for newborn ICU design, eighth edition. J Perinatol. 2013 Apr;33 Suppl 1:S2-16.
49. Bullinger A. [Head orientation of newborn infants in the presence of a visual stimulus]. Annee Psychol. 1977;77(2):357–64.
50. Glickman G, Byrne B, Pineda C, Hauck WW, Brainard GC. Light therapy for seasonal affective disorder with blue narrow-band light-emitting diodes (LEDs). Biol Psychiatry. 2006 Mar 15;59(6):502–7.
51. Ulrich RS. Effects of interior design on wellness: theory and recent scientific research. J Health Care Inter Des. 1991;3:97–109.
52. Waage S, Pallesen S, Moen BE, Magerøy N, Flo E, Di Milia L, et al. Predictors of shift work disorder among nurses: a longitudinal study. Sleep Med. 2014 Dec;15(12):1449–55.
53. Recommandation de Bonne Pratique Surveillance médico-professionnelle des travailleurs postés et/ou de nuit Méthode “Recommandations pour la Pratique Clinique” Attribution du Label HAS Mai. 2012.
54. Arnault E, Barrau C, Nanteau C, Gondouin P, Bigot K, Viénot F, et al. Phototoxic action spectrum on a retinal pigment epithelium model of age-related macular degeneration exposed to sunlight normalized conditions. PLoS ONE. 2013;8(8):e71398.
55. Wielgus AR, Collier RJ, Martin E, Lih FB, Tomer KB, Chignell CF, et al. Blue light induced A2E oxidation in rat eyes--experimental animal model of dry AMD. Photochem Photobiol Sci. 2010 Nov;9(11):1505–12.

56. Torii H, Ohnuma K, Kurihara T, Tsubota K, Negishi K. Violet Light Transmission is Related to Myopia Progression in Adult High Myopia. *Sci Rep*. 2017 Nov 6;7(1):14523.
57. Lockley SW, Brainard GC, Czeisler CA. High sensitivity of the human circadian melatonin rhythm to resetting by short wavelength light. *J Clin Endocrinol Metab*. 2003 Sep;88(9):4502–5.
58. Young RW. Solar radiation and age-related macular degeneration. *Surv Ophthalmol*. 1988 Feb;32(4):252–69.
59. Tomany SC, Cruickshanks KJ, Klein R, Klein BEK, Knudtson MD. Sunlight and the 10-year incidence of age-related maculopathy: the Beaver Dam Eye Study. *Arch Ophthalmol*. 2004 May;122(5):750–7.
60. Robinson J, Moseley MJ, Thompson JR, Fielder AR. Eyelid opening in preterm neonates. *Arch Dis Child*. 1989 Jul;64(7 Spec No):943–8.
61. Robinson J, Bayliss SC, Fielder AR. Transmission of light across the adult and neonatal eyelid in vivo. *Vision Res*. 1991;31(10):1837–40.
62. Ikeda T, Ishikawa H, Shimizu K, Asakawa K, Goseki T. Pupillary Size and Light Reflex in Premature Infants. *Neuroophthalmology*. 2015 Aug;39(4):175–8.
63. Isenberg SJ, Molarte A, Vazquez M. The fixed and dilated pupils of premature neonates. *Am J Ophthalmol*. 1990 Aug 15;110(2):168–71.
64. Provis JM, van Driel D, Billson FA, Russell P. Development of the human retina: patterns of cell distribution and redistribution in the ganglion cell layer. *J Comp Neurol*. 1985 Mar 22;233(4):429–51.
65. Diaz-Araya C, Provis JM. Evidence of photoreceptor migration during early foveal development: a quantitative analysis of human fetal retinae. *Vis Neurosci*. 1992 Jun;8(6):505–14.
66. Yuodelis C, Hendrickson A. A qualitative and quantitative analysis of the human fovea during development. *Vision Res*. 1986;26(6):847–55.
67. Rakic P, Riley KP. Regulation of axon number in primate optic nerve by prenatal binocular competition. *Nature*. 1983 Sep 8;305(5930):135–7.
68. Magoon EH, Robb RM. Development of myelin in human optic nerve and tract. A light and electron microscopic study. *Arch Ophthalmol*. 1981 Apr;99(4):655–9.
69. Huttenlocher PR, de Courten C. The development of synapses in striate cortex of man. *Hum Neurobiol*. 1987;6(1):1–9.
70. Garey LJ. Structural development of the visual system of man. *Hum Neurobiol*. 1984;3(2):75–80.
71. Shogan MG, Schumann LL. The effect of environmental lighting on the oxygen saturation of preterm infants in the NICU. *Neonatal Netw*. 1993 Aug;12(5):7–13.
72. Ozawa M, Sasaki M, Kanda K. Effect of procedure light on the physiological responses of preterm infants. *Jpn J Nurs Sci*. 2010 Jun;7(1):76–83.
73. Zores C, Dufour A, Pebayle T, Dahan I, Astruc D, Kuhn P. Observational study found that even small variations in light can wake up very preterm infants in a neonatal intensive care unit. *Acta Paediatr*. 2018 Feb 7;
74. Shiroywa Y, Kamiya Y, Uchibori S, Inukai K, Kito H, Shibata T, et al. Activity, cardiac and respiratory responses of blindfold preterm infants in a neonatal intensive care unit. *Early Hum Dev*. 1986 Dec;14(3–4):259–65.
75. Ricci B. Development of the main electroretinographic components in premature infants during the first week of life. *Arch soc Oftal Optom*. 1983;17:159–65.
76. Kriss A, Russell-Eggitt I. Electrophysiological assessment of visual pathway function in infants. *Eye*. 1992 Mar;6(2):145–53.

77. Taylor MJ, Menzies R, MacMillan LJ, Whyte HE. VEPs in normal full-term and premature neonates: longitudinal versus cross-sectional data. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol*. 1987 Jan;68(1):20–7.
78. Harding GF, Grose J, Wilton A, Bissenden JG. The pattern reversal VEP in short-gestation infants. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol*. 1989 Feb;74(1):76–80.
79. Gross J, Harding G, Wilton A. The maturation of pattern reversal VEP and flash ERG in pre-term infants. *Clin Vis Sci* 1989;4:239–246.
80. Erberich SG, Friedlich P, Seri I, Nelson MD Jr, Blüml S. Functional MRI in neonates using neonatal head coil and MR compatible incubator. *Neuroimage*. 2003 Oct;20(2):683–92.
81. Ricci D, Romeo DMM, Haataja L, van Haastert IC, Cesarini L, Maunu J, et al. Neurological examination of preterm infants at term equivalent age. *Early Hum Dev*. 2008 Nov;84(11):751–61.
82. Ricci D, Cesarini L, Romeo DMM, Gallini F, Serrao F, Groppo M, et al. Visual function at 35 and 40 weeks' postmenstrual age in low-risk preterm infants. *Pediatrics*. 2008 Dec;122(6):e1193-1198.
83. Brown AM, Yamamoto M. Visual acuity in newborn and preterm infants measured with grating acuity cards. *Am J Ophthalmol*. 1986 Aug 15;102(2):245–53.

**Tableau 1: Réactivité du fœtus**

<b>Auteur/journal</b>	<b>Type d'étude</b>	<b>Population</b>	<b>Résultats</b>	<b>Commentaires</b>
Thanaboonyawat J Med Assoc Thai. 2006	RCT  (lumière vs rien)	N=176 32-42 SA	Stimulation puis toutes les 10 minutes (max trois fois) jusqu'à obtenir une accélération du rythme cardiaque fœtal Stimulation visuelle perçue et plus de perception quand proche du terme.	Etude visant à valider une stimulation lumineuse comme NST (non stress test)
Bolnick J Matern Fetal Neonatal Med. 2006	RCT Randomisation lumière/ stimulation vibroacoustique / pas de stimulation (ordre) durée 10 sec répétées par 10 min (max 3 fois)	N=60 33-39 SA	Réponse cardiaque (augmentation) obtenue dans les deux conditions et plus rapide après lumière	Etude visant à valider une stimulation lumineuse comme NST (non stress test)
Caridi Am J Obstet Gynecol. 2004	RCT lumière vs pas. durée 10 sec répétées par 10 min (max 3 fois)	N=107 32-42 SA	Modification rythme cardiaque (accélération)	Etude visant à valider une stimulation lumineuse comme NST (non stress test)
Fulford J, Hum Brain Mapp. 2003	RCT cross over 8 sec lumière (1100-1200lux) puis 16 s rien (40 fois)	A 36SA. 9 IRM fœtale (8 ont pu être analysées)	Activation chez 3/8 au niveau cortex préfrontal et frontal.	
Kiuchi Early Hum Dev. 2000	Etude comparative	N=56 36-40 SA	Variation FC et mouvements après stimulation (délais de réponse 4 secondes)  Différents selon stade sommeil (surtout en 2F et 3F)	
Peleg J Perinat Med. 1980	Observationnelle		Modification durant amnioscopie de la FC	Peu d'informations, texte non disponible
Eswaran <u>H</u> <u>Lancet</u> . 2002	Stimulation visuelles (flash) enregistrements en MEG	N=10 28-36 SA	réponses 4/10	

**Tableau 2: Réactivité du nouveau- né prématuré**

Auteur/journal	Type d'étude	Population	Résultats	Commentaires
Zores C Acta Paediatr. 2018	Observationnelle	27 NN 26-31 SA	Périodes où variation lumineuse (n=275) Vs périodes contrôles (n=275). Pourcentage de réveils plus importants lorsque survient une modification lumineuses (16 % vs 11 %, p = 0.03) surtout lors moyens de protections plus faibles. (25.6% vs 6.7%, p = 0.01)	
Zores C Acta Paediatr. 2015	Observationnelle	27 NN 26-31 SA	Augmentation FC, FR et rSO2 Si variations supérieure à 50 lux Surtout quand le niveau lumineux initial est élevé (couvre couveuse simple vs opaque)	
Aita M Clin Nurs Res. 2013	RCT Cross over	54 NN 28-32 SA	Protection oculaire et auditive pendant 4 h. Plus de stress lors intervention : FC max plus élevée et variabilité rythme cardiaque	
Ozawa M Jpn J Nurs Sci. 2010	RCT cross over	8 NN 29-31 SA	Augmentation de 1000 lux : augmentation lente vs on/off. Variation rythme respiratoire et saturation moins importante lors augmentation progressive	
Shogan MG Neonatal Netw. 1993	Expérimentale	27 NN 26-37 SA	Augmentation de < 5fc à 100 fc pendant 30 min. diminution de la satO2 dans les 1 à 5 min après augmentation de la luminosité mais pas après diminution	.
Shiroiwa Early Hum Dev. 1986 Japon	Cross over	10 NN 29- 37 SA.	10 h pendant deux jours. Avec Protection oculaire et couvre couveuse opaque vs rien. FR plus basse et mouvements moins importants quand présence d'une protection.	Enregistrement sur 20 min ponctuellement
Harding GF Electroencephalogr Clin Neurophysiol. 1989	Expérimentale	10 NN 32-35 SA	rVEP retrouvée à partir de 32-33 SA (activation corticale), chez tous à 37 SA	A partir review birch O Connor
Taylor MJ Electroencephalogr Clin Neurophysiol. 1987	Expérimentale	75 NN 22-42 SA dont 32 suivis longitudinalement	PEV retrouvé depuis 24 SA, maturation différente en intra et extra utérin Composante P200 (dendrites dans le cortex visuel) vers 30 SA	A partir review birch O Connor

**Tableau 3 : Développement de la vision**

<b>Structures anatomiques</b>	<b>Timing de mise en place</b>	<b>Fonction / Dépendance / Impact pour le nouveau-né</b>	<b>Ref</b>
Paupières	Fusion jusqu'à 23-24 SA Fines jusqu'à 36 SA	L'immaturation diminue l'efficacité de la protection de la luminosité (en particulier les longueurs d'onde élevée)	(60,61)
Pupille (réflexe)	Début 30 SA, variable jusqu'à 32 -34 SA	L'immaturation diminue l'efficacité de la protection de la luminosité	(62,63)
Cornée cristallin, humeur aqueuse et corps vitré	Modification 3ème trimestre de grossesse	L'immaturation diminue l'efficacité de la protection de la luminosité (en particulier les courtes longueurs d'onde)	
Rétine	Couche unicellulaire 24 SA, multiplication, centrifuge (29SA)	Dépendance génétique et épigénétique (stress, toxines)	(64,65)
Photorécepteurs Bâtonnets	Développement durant la dernière partie de la vie fœtale Fonctionnels à terme	Perception de la luminosité à terme (résolution spatiale faible) dépendance stimulations endogènes, sommeil paradoxal	(3)
Photorécepteurs cones	Fonctionnel complètement à 3 mois de vie pour une naissance à terme	Discrimination des couleurs	(3)
Fovéa	Fin vers 57 SA voir 4 ans	Perception fine non possible à terme	(66)
Cellules horizontales	Type L : vers 40 SA Amacrines : vers 6 mois	Perception du contraste à terme Affinement d'une image	(2,3)
Nerf optique	Diminution du nombre de fibres fin de grossesse, Myélinisation incomplète à terme, progression jusqu'à 2 ans	Connexions dépendantes de stimulations endogènes	(67,68)
Cortex visuel	Migration de la zone germinative vers zone définitive (fin grossesse) Etude animale : connexions jusqu'à la puberté.	Dépendance de stimulations endogènes, du sommeil paradoxal (REM) et environnement Connexion vers autres aires (6 ans)	(5-7, 69,70)

**Tableau 4 a Réponses physiologiques, comportementales et cérébrales**

Outil de mesure	Mesure obtenue	Effets
Données Physiologiques Et données comportementales	Augmentation > 1000 lux	Diminution de la SatO <sub>2</sub> ↑ si stimulations simultanées et si petit âge gestationnel (71), Augmentation fréquence cardiaque (72) ↓ réaction de stress si augmentation lumière progressive (72)
	Augmentation > 50 lux	Variation de paramètres physiologiques (fréquences cardiaque et respiratoire, saturation cérébrale régionale) ↑ Si luminosité ambiante plus élevée (16) Associée à une augmentation du pourcentage de réveils par rapport à une période témoin (73)
	Diminution de la luminosité (prolongée)	Ouverture immédiate des paupières (60) Augmentation de la stabilité de l'enfant notamment sur le plan respiratoire, diminue les fréquences cardiaque et respiratoire, diminue l'agitation motrice et diminue la tension artérielle (74)
Electrorétinogramme Invasif	Réponse rétinienne	Une réponse rétinienne a été enregistrée dès 29SA (75), elle est présente de façon plus large à partir de 34 SA (76). Maturation plus rapide des réponses chez le nouveau-né prématuré
« Transient light flash Visual Evoked Potential»	Réponse du cortex occipital	Les premières réponses aux stimulations lumineuses sont observées vers 24 SA (77)
Reversal Visual Evoked Potential	Réponse corticale	Dès 30 à 33 SA selon les études (76,77)
IRM	Réponse corticale	Une activation corticale suite à une stimulation lumineuse a été retrouvée en exploration par IRM Nouveau-nés de 34 SA (80)

**Tableau 4 b Réponses comportementales**

Données comportementales		Terme	Influence de l'expérience post natale	
Mobilité oculaire conjointe	Mobilité oculaire spontanée conjointe	31-33 SA		Réf
	Fixation d'une cible d'une façon binoculaire	31-33 SA		
	Discrimination (fréquence des lignes noires et blanche)	31-33 SA	Oui	
Fixation et suivi d'une cible	Fixation	31-33 SA		(81,82)
	Suivi horizontal	31-33 SA		
	Suivi vertical	31-33 SA	Oui	
	Arc de cercle	33 SA	Oui	
Perception des couleurs	Cible de couleur	40 SA		
Attention à distance	30 cm	31-33 SA		
Regard préférentiel		32 SA		(83)

**Tableau 5 : Résultats des études portant sur lumière cyclique (CL) versus pénombre continue**

Intervention (1er groupe)	2 <sup>ème</sup> groupe	Population Et début intervention	Objectifs	Résultats	référence
N=65 342-415 lux 38-62 lux	N=62 Near darkness Réduction 99 % (lunettes)	< 1500 gr < 33 SA (moy 29 SA+/-1,7) Naissance -> 35 SA	Principal : ROP Jours de ventilation Jours d'hospitalisation	NS NS NS	Etude RC Monocentrique Seiberth 1994 Allemagne
N=50 78.4 lux vs 5.9 lux	N=46 Dim lighting 5.9 lux	< 37 SA (moy 31 SA+/-2) < 2001 gr De J7 -> sortie	Gain pondéral Durée de reprise PN Poids à 14 jrs à la sortie Age d'introduction de l'alimentation entérale	NS NS NS NS	Etude RC Monocentrique Boo 2002 Malaisie
200-225 lux vs 5-10 lux	Near darkness 5-10 lux (Extinction lumière nuit et jour sauf pendant les examens cliniques ou soins)	<31 SA (n=62) (moy 27 SA +/- 2) 3 groupes CL à la naissance (n=22) CL à 32 SA (n=19) CL à 36 SA (n=21)	Gain pondéral Jours de ventilation, d'oxygénodépendance Jours d'hospitalisation Prise de poids moyenne par jour Age début alimentation orale Jours pour alimentation complète PEA Développement neurologique à 32 SA et 36 SA ROP	NS tous les groupes NS/NS NS NS NS NS NS NS	Etude Randomisée Brandon 2002 USA
N=19 300 lux vs <20 lux	N= 21 Dim lighting < 20 lux	30 SA +/-1 Dès la naissance	Poids à 35 SA et 4 mois Organisation du sommeil (vidéo et température) Jours pour alimentation orale totale Durée d'hospitalisation	NS NS + 26 vs 38 p<0.04 + (abstract)	Etude RC Monocentrique Mirmiran 2003 USA
N=29 239 lux vs < 25 lux	N=33 Dim lighting <25 lux	<32 SA (moy : 28 SA+/-0.5) Randomisé entre 32et 34 SA puis maintien -> dizaine de jours après la sortie	Ratio : Mouvements dans la journée vs pendant la nuit par 10 jours d'intervalle Avant la sortie et jusqu'à un mois après retour	+ en faveur CL 18% d'activité de plus le jour que la nuit différence moy (MD) 0.18, 95% (CI 0.1 -0.19)	Etude RC Monocentrique Rivkees 2004 USA
N=17 499 vs 28 lux	N=20 Dim lighting (standard) 90 vs 20 lux	<32 SA (moy : 32 SA +/-1) Début intervention au transfert aux soins intensifs en moyenne 32 SA	Durée d'hospitalisation Pleurs à 11 semaines d'âge corrigé Agitation à 5 et 11 semaines d'âge corrigé Temps de Sommeil et Eveil 5 et 11 semaines Gain pondéral	+ + (MD - 0.6 h/24 h) NS NS +	Etude RC Monocentrique Guyer 2012 Suisse

**Tableau 6 : Résultats des études portant sur lumière cyclisée versus lumière vive continue**

Intervention (1er groupe)	2 <sup>ème</sup> groupe	Population Et début intervention	Objectifs	Résultats	référence
N= 20 Lumière vs lumière éteinte et caches fenêtres	N=21 Lumière tout le temps	Entre 27 et 35 SA Début entre 1 et 63 jours Cyclisation sonore	Nombres d'heures d'éveil par 24 heures sur une période de 48 h Temps d'alimentation orale Poids au jour du terme à 6 semaines et 3 mois	+ à terme, 3 mois, 6 sem + à 12 sem ; - à 6 sem +(p< 0,05 ; p<0,02)	Etude RC Monocentrique Mann 1986 GB
N=20 156-201 vs 20-32 lux	N=21 183-232 lux vs 206-274 lux	< 37 SA, < 2500 gr Moyenne 28 SA +/-2 Début à la naissance	Durée de séjour  Jours d'oxygénothérapie et ventilation Jours pour première alimentation orale Pourcentage de prise pondérale	+ (MD -16.48 jrs, 95% CI - 26.16 to -6.79) NS / + + (- 6.8 jours) + (6 et 12 sem AC)	Monocentrique Miller 1995
N = 19 249 lux vs 27 (casque amovible)	N = 19 249 lux	< 31 SA (moy 32 SA) Début dans les 24 heures de vie	Gain pondéral Durée de séjour	+ + (MD -16.74 days, 95% CI -28.79 to -4.69)	Etude RC Vasquez -Ruiz 2014 Mexique