

## تنظيم الحرارة عند الخدج

A. MDAGHRI ALAOUI, A. THIMOU, S. HAMDANI, L. EL HARIM, N. LAMDOUAR BOUAZZAOUI..

**ملخص :** منذ الولادة، إبقاء علاقة السخونة تلزم على كل مولود جديد. بالفعل، وفي الأيام الأولى من الحياة، المولودون الجدد وخاصة المبكرين غير قادرين على استقراء كاف لتوليد الحرارة أمام أي اقتحام حراري. إنهم إذن متوقفون على الحرارة المحيطة وهكذا، فعند المبكر ومن أجل إبقاء حرارة مركزية عادية، استقباله يجب أن يكون في وسط حراري محايد وذلك من أجل التقليل إلى الحد الأدنى من استهلاك الطاقة ومن أجل تجنب أي نقصان للحرارة. يقتضي كل هذا مراقبة صارمة للوسط الحراري المرطابي للمولود الجديد الخديج من أجل الوصول إلى إحكام مراقبة الاستتباب الحراري عند المبكرين، الآخرين ذوي الوسائل المختلفة لتنظيم الحرارة عند الخدج وبالتأكيد على توليد الحرارة، آليات التبريد، تدارك ضياع الحرارة ومخاطر وسائل المراقبة الحرارية.

**Résumé :** Dès la naissance, le maintien de la "chaîne du chaud" s'impose à tout nouveau-né. En effet, dans les premiers jours de vie, les nouveau-nés prématurés sont inaptes à induire une thermogénèse suffisante face à toute agression thermique. Ils sont donc dépendants de la température ambiante. Ainsi, pour le maintien de leur température centrale normale, leur accueil doit s'effectuer dans un environnement chaud adapté, afin de réduire au minimum les dépenses énergétiques et d'éviter toute déperdition de chaleur. Tout cela nécessite un contrôle rigoureux de l'environnement thermique, hygrométrique du nouveau-né prématuré. Afin de parvenir à maîtriser le contrôle de l'homéostasie thermique des prématures, les auteurs développent les différents moyens de la thermorégulation chez le prématuré en insistant sur la thermogénèse, les mécanismes de refroidissement, les préventions de la déperdition de chaleur et les aléas des méthodes de contrôle thermique.

**Mots-clés :** Régulation thermique - mécanismes - prématuré.

**Abstract :** Since the birth, the maintenance of the "chains of the heat" is binding to any newborn. Indeed, in the first days of the life, the newborns especially premature are inapt to induce a sufficient thermogenesis in front of any thermal aggression. So, they are dependent on the ambient temperature. For the premature, newborn the maintenance of a normal central temperature, must be carried out in neutral environment in order to reduce the energy expenditure to the minimum and to avoid any deperdition of heat. All that requires a rigorous control of the thermal and hygrometrical, environment of the premature newborn. In order to succeed in the control of the thermal homeostasis of the premature, the authors discuss the various means of the thermoregulation in the premature pointing out the thermogenesis, the mechanisms of cooling, the preventions of the deperdition of heat and the risks of the thermal control methods.

**Key-words :** thermal regulation - mechanisms - premature

## INTRODUCTION

En milieu ambiant, le nouveau-né est exposé au risque d'hypothermie. Ceci est la conséquence de l'insuffisance des mécanismes de production de chaleur (réserves énergétiques faibles, frissons et activités musculaires presque inexistantes) et aussi des pertes thermiques accrues favorisées par l'importance de la surface corporelle et la minceur du panicule adipeux.

Les moyens de thermorégulation sont immatures chez le prématuré qui reste particulièrement exposé aux dérèglements thermiques de l'environnement.

Ainsi, dès la naissance le maintien de la "chaîne du chaud" et la limitation des pertes énergétiques représentent deux préoccupations essentielles. Ils contribuent largement à diminuer la mortalité et la morbidité néonatales.

Nous développerons dans ce travail, successivement :

- L'influence de l'environnement thermique sur la survie des prématures
- La thermolyse : mécanismes de déperdition de chaleur
- La thermogénèse : modalités de production de chaleur
- L'environnement thermique neutre : zones thermiques de confort
- Les différentes méthodes de mesure de la température chez le nouveau-né prématuré
- Les sources artificielles de chaleur
- Les modalités pratiques de la protection thermique des prématures.

## INFLUENCE DE L'ENVIRONNEMENT THERMIQUE SUR LA SURVIE DES NOUVEAU-NES PREMATURES

Dès la naissance, le prématuré tend à se refroidir rapidement. En température ambiante ( $\leq 23^{\circ}\text{C}$ ), sa température cutanée diminue de  $0,5^{\circ}\text{C}/\text{min}$  (la température centrale diminue en moyenne de  $0,1^{\circ}\text{C}/\text{min}$ ) atteignant les  $32^{\circ}\text{C}$  au bout de 10 min, cette hypothermie est responsable d'une mortalité élevée avoisinant les 98% (1,2).

Ainsi, pour maintenir la température centrale constante entre  $36,5^{\circ}\text{C}$  et  $37^{\circ}\text{C}$ , le prématuré produira la chaleur par le biais de son activité métabolique ( $5-20 \text{ kcal}/\text{kg}/\text{j}$ ) (3), mais vu que ses possibilités seront rapidement débordées, une aide extérieure doit être apportée afin que sa température corporelle soit régulièrement maintenue au niveau souhaitable, c'est dire l'importance de prévenir tout refroidissement en salle de naissance.

Tout ceci, nous montre le rôle primordial que joue la thermorégulation dans les dépenses énergétiques du prématuré et l'importance du contrôle de l'environnement thermique.

Cette thermorégulation est basée sur les pertes de chaleur (thermolyse) et/ou sur sa production (thermogénèse).

## LES MODALITES DE DEPERDITION DE CHALEUR : THERMOLYSE

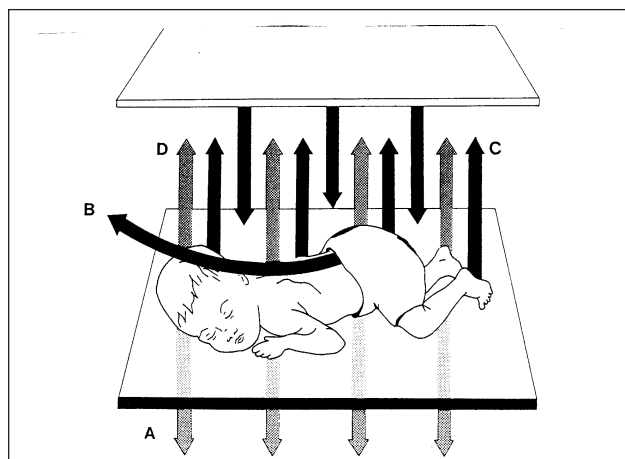
Les pertes de chaleur entre l'intérieur du corps et l'environnement se réalisent en deux temps :

- Les transferts de chaleur interne de la profondeur à la surface.
- Les pertes à la surface du corps.

En ce qui concerne les transferts de la chaleur interne, ils se font par la circulation sanguine, et sont conditionnés par la vascularisation cutanée superficielle. La vasoconstriction diminue ces pertes, la vasodilatation les augmente.

Quant aux pertes à la surface du corps; les échanges thermiques se font par 4 mécanismes : conduction, convection, évaporation et radiation. Elles sont toutes fonction de la surface cutanée et de la différence de la température entre la peau et le milieu ambiant (figure n°1).

Fig. 1



Les quatre mécanismes de la thermolyse (1)  
A : Conduction, B : Convection, C : Radiation, D : Evaporation

### Les pertes par conduction

Tout nouveau-né nu reposant sur une surface plane non chauffée, transmettra de la chaleur à cette dernière. Ces pertes par conduction n'excèdent pas 1% des pertes énergétiques si le prématuré est mis sur un matelas d'eau qui s'équilibre avec la température de l'incubateur ou sur un matelas chauffant à  $36^{\circ}\text{C}$ (3).

### Les pertes par convection

Elles représentent le réchauffement de l'air froid circulant autour de l'enfant par contact avec sa peau. Son intensité dépend de la position du bébé ainsi que de la vitesse de circulation et de la température de l'air. En effet, le prématuré dans son incubateur est réchauffé ou refroidi selon que

la température dans l'incubateur est supérieure ou inférieure à 36,5°C. Le fait de recouvrir le corps du prématuré d'une couverture et sa tête d'un bonnet, réduit les pertes par convection.

### **Les pertes par évaporation**

Elles se font par la respiration et les pertes hydriques insensibles de la peau, ce sont des causes majeures de déperdition énergétique (0,58 kcal/g d'eau évaporée).

*Ces pertes évaporatives augmentent dans les éventualités suivantes :*

- L'âge gestationnel faible (respiration rapide et peau mince).
- L'âge post natal faible.
- Une vitesse de circulation d'air élevée (éviter les courants d'air).
- Une humidité d'air inférieure à 50% ou supérieure à 70%.

Ces pertes augmentent aussi en cas de pleurs et d'agitations et/ou lors des séances de photothérapie.

*Les dépenses énergétiques par évaporation s'élèvent (3) :*

- de 30 à 80% lorsque l'humidité de l'air n'est pas comprise entre 50 et 70%
- à 50% en cas de photothérapie
- de 15% lors des pleurs.

L'emploi d'une couverture de plastique transparent permet de diminuer de 50% les pertes évaporatives. Mais à la différence des autres pertes énergétiques, elles ne peuvent jamais être complètement supprimées.

### **Les pertes par radiation (ou rayonnement)**

Ce sont des échanges de chaleur entre un nouveau-né et tout objet environnant par émission des radiations infrarouges. Les pertes par radiations dépendent de la surface exposée dans la direction de l'objet irradié et de la différence de température entre la peau et celle de l'objet. En situation courante, la première surface rencontrée est représentée par la paroi de l'incubateur ou les murs de la pièce. En effet, l'augmentation de la température de la salle de soins de 20°C à 28°C diminue de moitié les pertes par radiation. Il en est de même de l'emploi d'un incubateur à double paroi. Le fait de recouvrir le prématuré d'un tunnel de plexiglas dans l'incubateur, peut non seulement diminuer ou supprimer les pertes par radiation, mais permettre un réchauffement du prématuré.

Ainsi en résumé il faut retenir que :

- Les échanges par évaporation constituent toujours des pertes de chaleur pour l'organisme.
- Les échanges par conduction et surtout par rayonnement et convection constituent soit des pertes ou des apports de chaleur selon que la température du matelas,

des parois de l'incubateur et/ou de l'air sont inférieures ou supérieures à la température cutanée du prématuré.

## **LES MECANISMES DE PRODUCTION DE CHALEUR (THERMOGENESE)**

### **Durant la vie intra-utérine :**

L'organisme maternel joue un rôle d'échangeur thermique : il permet d'échanger de la chaleur produite par le métabolisme du fœtus. Ce dernier n'a pas à produire de chaleur pour maintenir sa température centrale constante, elle est de 0,3°C à 0,8°C supérieure à la température corporelle de la maman (4).

### **Dès la naissance ;**

Les mécanismes de production de chaleur du nouveau-né deviennent opérationnels.

La chaleur peut être produite normalement selon trois modalités :

- *Par l'augmentation de l'activité musculaire volontaire :* chez le prématuré, il y a possibilité des mouvements des membres, de trémulations : dans une ambiance froide le nouveau-né pleure et s'agite.

- *Par le frissonnement :* activité musculaire rythmique involontaire, c'est un phénomène habituellement non observé en période néonatale (4).

- *La thermogénèse chimique :* c'est le principal mécanisme de production de chaleur. Elle est basée sur la consommation de la graisse brune : les adipocytes de cette graisse se caractérisent par leur richesse en mitochondries et en vacuoles lipidiques. Cette graisse est richement perfusée et innervée par un réseau de fibres sympathiques.

En réponse au froid, la libération de noradrénaline au niveau des surfaces des adipocytes bruns, stimule les récepteurs bêta qui libère l'AMP cyclique intra cytoplasmique, et active la lipase intracellulaire qui hydrolyse les triglycérides et phospholipides en libérant glycérol et acides gras. Les acides gras libres sont oxydés dans les mitochondries des adipocytes et d'autres tissus (cœur, cerveau, muscle squelettique) produisant ainsi la chaleur.

Le tissu adipeux brun est réparti en 2 zones : superficielles (base du cou, région inter scapulaire) et profonde (région péri rachidienne du thorax et de l'abdomen).

La mise en place de cette thermogénèse s'étale sur l'ensemble du 3ème trimestre de grossesse, ceci explique la fragilité thermique du prématuré. La réponse au froid par le tissu adipeux augmente progressivement dans les premières semaines de vie.

Ainsi la thermogénèse chimique est fonction de l'âge gestationnel, l'âge post natal, elle est diminuée par l'hypoxie, les lésions du système nerveux central et par certaines médications (curares).

La production de chaleur par l'organisme et le contrôle de l'environnement thermique (gain de chaleur transcutané) permettent de compenser la thermolyse qui s'effectue à la surface corporelle et de maintenir constante la température centrale souhaitée du préterme.

Plusieurs étapes interviennent dans le système de régulation thermique.

## LES MECANISMES DE REGULATION THERMIQUE (2,4)

Le système de régulation thermique chez le préterme existe dès la naissance, il est basé sur :

La stimulation des récepteurs cutanés et centraux par le froid ou la chaleur :

Les récepteurs cutanés sont localisés surtout au niveau de la face, alors que les récepteurs centraux siègent au niveau thoracique, abdominal et surtout hypothalamique.

La réception de l'influx nerveux au niveau des centres régulateurs de la thermorégulation situés au niveau de l'hypothalamus :

Le fonctionnement de ces centres est influencé par les pyrogènes (toute infection peut être à l'origine d'une hypothermie ou hyperthermie). Il est aussi altéré par les lésions de l'hypothalamus, les hémorragies intraventriculaires, les malformations cérébrales congénitales, l'asphyxie périnatale et l'hypoglycémie.

Les voies centrifuges répondent à la stimulation du système nerveux autonome (SNA) par la libération de la noradrénaline au niveau de la graisse brune. Il s'ensuit une vasoconstriction cutanée et activation de tissu adipeux brun. La vasoconstriction cutanée est un moyen de limiter les pertes de chaleur. Le nouveau-né peut diminuer ces déperditions en changeant de posture (par diminution de la surface corporelle exposée au froid). Cependant cette dernière possibilité est réduite chez les grands prématurés.

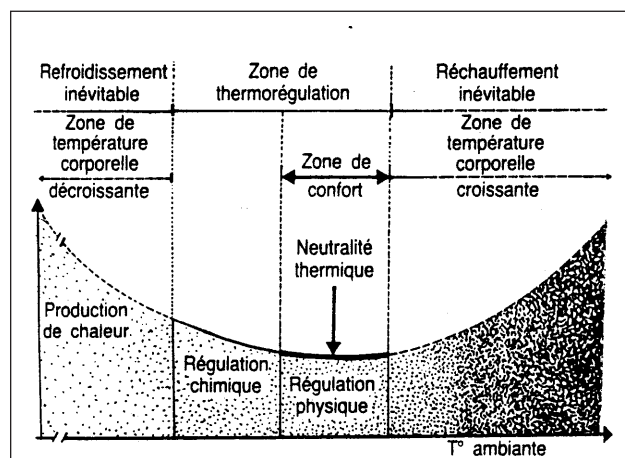
La réponse au froid nécessite, en plus, un fonctionnement thyroïdien normal. Ainsi, la régulation de l'homéostasie thermique du nouveau-né prématuré nécessite non seulement un système interne fonctionnel mais surtout des réserves énergétiques importantes, qui restent limitées chez le préterme.

Ainsi, dans le but de réduire au minimum la dépense énergétique liée à la thermorégulation, l'environnement thermique du prématuré doit être rigoureusement contrôlé : donc nécessité d'une zone de neutralité thermique ou environnement "optimum".

## L'ENVIRONNEMENT THERMIQUE NEUTRE

Il est défini par la zone de température ambiante où le métabolisme basale du nouveau-né est à son minimum tout en assurant une thermorégulation efficace (figure n°2).

Fig. 2



Schématisme du concept de zone de confort (2)

Dans cette zone, le contrôle des pertes thermiques s'effectue par un processus non évaporatif. Le nouveau-né a des possibilités de régulation thermique développées et adaptées, mais sa zone de contrôle est plus étroite que celle de l'adulte.

La limite inférieure de la zone de neutralité thermique est de 32°C chez le nouveau-né à terme et de 35°C chez le préterme, chez l'adulte elle est de 26°C à 28°C (1).

Pour réaliser cette neutralité thermique, il faut que :

- La température de l'air ambiant (28°C) et de l'incubateur (37°C) soient adaptées.
- L'environnement hydrométrique se situe entre 50 et 70%.
- Le préterme soit protégé de tout courant d'air.

Cette neutralité thermique est variable selon l'âge gestationnel, l'âge post natal, l'habillement de l'enfant, la pathologie associée et/ou les conditions d'élevage. Ceci nous impose donc une surveillance constante de la température corporelle et de l'environnement du bébé, avec en plus un contrôle rigoureux des moyens de chauffage préconisés.

## LES DIFFERENTES METHODES DE MESURE DE LA TEMPERATURE CHEZ LE PRETERME (5,6)

La mesure de la température corporelle pose la question

du choix de la meilleure méthode. Les différents types d'appareils de mesure disponibles sur le marché sont : le thermomètre à mercure (actuellement proscrit du fait des effets écologiques néfastes du mercure), le thermomètre digital électronique et le thermomètre électronique tympanique.

Les différentes voies de la prise de température sont les suivantes :

- *La voie centrale* : la mesure de la température corporelle par cette voie est le meilleur reflet de la température centrale. Il s'agit de méthodes invasives (artère pulmonaire, cœur) qui comportent des risques d'accidents et/ou d'infections, elles ne peuvent être considérées comme des méthodes de surveillance en continu de la température.

- *La voie rectale* : la mesure de température par cette voie se fait à l'aide d'un thermomètre en verre à mercure ou d'un appareil digital (thermomètre électronique). Cette voie est à proscrire chez le prématuré en raison du risque d'irritation ou de perforation rectale (muqueuse fragile).

- *La voie axillaire* elle est surtout réservée aux nouveau-nés même si la température mesurée par cette voie est peu précise. Elle varie avec l'état circulatoire (vasodilatation ou vasoconstriction) du bébé ; le thermomètre doit être maintenu en place quelques minutes.

- *La voie tympanique* : la mesure de température tympanique à travers le conduit auditif externe est un excellent reflet de la température centrale, cette mesure rapide (en 1 seconde), nécessite l'utilisation du thermomètre électronique tympanique.

## LES SOURCES ARTIFICIELLES DE CHALEUR

Ces sources de chaleur doivent être préparées et disponibles avant la naissance pour accueillir le nouveau-né dans une atmosphère de chaleur appropriée.

Pour cela, plusieurs méthodes, de complexités variables, sont utilisées en fonction de l'âge gestationnel, l'âge post natal et du poids corporel du prématuré.

Ces moyens sont basés sur :

- Le maintien de la température de la salle entre 26°C et 28°C,

- Le contrôle de la température de la couveuse qui peut se faire soit manuellement, soit à l'aide d'un système d'auto-contrôle de la sonde cutanée fixée sur le nouveau-né (6).

- Les sources de chauffage radiant.

- L'habillement de l'enfant qui évite la déperdition de chaleur (si la clinique le permet).

## MODALITES PRATIQUES DE LA PROTECTION THERMIQUE EN PERIODE NEONATALE

### En salle d'accouchement :

A la naissance, la peau humide et chaude du préterme est à l'origine d'une perte de chaleur par radiation, convection et évaporation essentiellement.

Les mesures nécessaires pour diminuer cette perte de chaleur doivent être réalisées avant et au moment de la naissance prématurée. Elles comprennent :

- Une température ambiante de la pièce maintenue entre 26°C et 28°C (tout courant d'air doit être évité).

- L'utilisation d'une source de chaleur infrarouge avec un plan de travail préchauffé.

- Un incubateur chauffé à 37°C et humidifié (de 50 à 70%) (3).

- L'accueil du bébé dans un linge stérile et chaud; le nouveau-né doit être séché, ensuite enveloppé dans un linge sec, chaud et stérile, puis couvrir sa tête d'un petit bonnet, car 50% de la chaleur est dissipée au niveau de la tête.

- La réalisation des soins systématiques sur la table de réanimation préchauffée.

- L'éviction de bains effectués à la naissance.

- L'installation du bébé dans la couveuse déjà préparée et chauffée puis son transfert vers le service d'accueil.

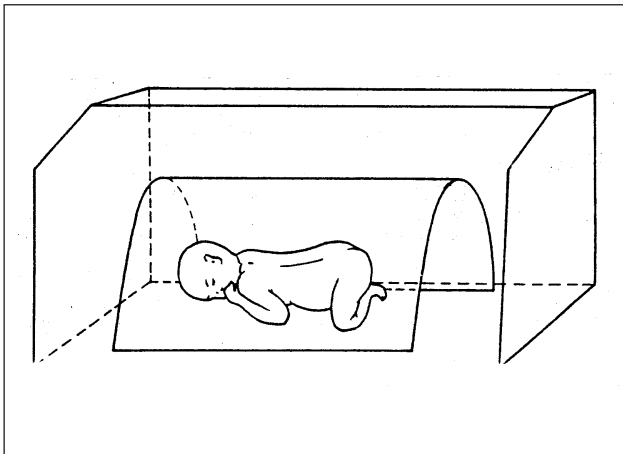
### Après la naissance (au cours du transfert et dans le centre néonatal) :

Il faut contrôler rigoureusement l'environnement thermique du prématuré en évitant au maximum les pertes par radiation, convection (limiter l'ouverture des portes de l'incubateur).

### En ce qui concerne le préterme non refroidi

Une fois arrivé au centre néonatal, sa température corporelle doit être maintenue stable (à 36,5°C). Ainsi, durant les premières heures de vie il faut lutter contre les pertes par radiation et convection en gardant la température de la salle des soins entre 26°C et 28°C, en utilisant un incubateur à double paroi dont l'humidité est comprise entre 50% et 70% (l'eau de l'incubateur doit être changée quotidiennement pour éviter la prolifération des germes nosocomiaux à l'intérieur de la couveuse), en recouvrant la tête par un bonnet et le corps d'un tunnel de plexiglas (figure n°3).

Fig. 3



Tunnel de plexiglas interposé entre l'enfant et les parois de l'incubateur pour diminuer les pertes de chaleur par radiation(2)

La table chauffante n'est pas adaptée aux prématurés durant leur première semaine de vie sauf pour des soins prodigués en urgence (intubation, exsanguino-transfusion). En effet, son utilisation s'accompagne d'une augmentation des pertes évaporatives. Une fois la température centrale stabilisée, il faut limiter au maximum les pertes par évaporation en utilisant chez le grand prématuré une couverture de plastique transparent, un bonnet avec une humidité et une température dans l'incubateur adaptées.

La surveillance de la température corporelle du bébé et celle de l'incubateur doit être effectuée toutes les deux heures pendant la première semaine de vie puis toutes les 4 heures. Cette surveillance doit être rigoureuse afin de noter toute hypothermie ou hyperthermie dont il conviendrait de chercher la cause (dysfonctionnement de l'incubateur, ouverture intempestive de ses portes, infection).

Rapidement le préterme sain de plus de 34 semaines s'agite dans la couveuse. Il est placé dans un berceau chauffant ou en lit dans une pièce de 22°C-24°C. Dans ces conditions sa croissance s'améliore. La température doit être prise 6 fois par jour le premier jour, puis 4 fois par jour les 6 jours suivants et ensuite matin et soir.

Une courbe pondérale ascendante est un témoin d'un bon équilibre de l'environnement thermique du préterme sain correctement alimenté.

Si le prématuré est hypotherme (température centrale inférieure à 35°C)(2,5) Il nécessite un réchauffement progressif au moindre coût métabolique :

- En recouvrant sa tête d'un bonnet.
- En utilisant la couveuse en commande manuelle de manière à ce que la température de l'air ne dépasse pas de 2°C celle de la peau de l'enfant.
- En le recouvrant par un tunnel de plexiglas.
- Ensuite il faut une surveillance de la température cutanée du bébé et garder toujours la différence de 2°C entre l'air de l'incubateur et la peau du prématuré, en plus éviter l'ouverture intempestive des portes de l'incubateur, seuls les soins indispensables doivent être prodigués.

## CONCLUSION

*Toute naissance doit se dérouler dans un environnement thermique neutre, en préparant et en chauffant le matériel nécessaire aux soins du bébé.*

*Le maintien de "la chaîne du chaud" doit être assuré à tout prématuré depuis sa naissance, pendant son transfert et dans le service d'accueil afin de prévenir toute hypothermie et contribuer à diminuer la mortalité et la morbidité néonatales.*

## BIBLIOGRAPHIE

1. **F. Gold, C. Lionnet, M. H. Blond.** Adaptation à la vie extra-utérine, Pédiatrie en Maternité, réanimation en salle de naissance : édition Masson, Paris : 1997: 1 - 11.

2. **J.P. Fournet :** Thermorégulation du nouveau-né in . Perelman. R, Aniel - Tison. CI, Desbois. J.C:- Pédiatrie pratique:Périnatalogie : édition Maloine Paris, 1985 : 1898-1914.

3. **M. Voyer et Coll :** Prématurité (1) : Encycl Med Chirur (Elsevier, Paris). Pédiatrie, 4 - 002 - S - 10, 1996 : 18 - 19.

4. **F. Gold. :** Fœtus et nouveau-né de faible poids de naissance. Abrégés, édition Masson, Paris, 1997 : 98-107.

5. **G. Lenoir :** La mesure de la température et la fièvre chez l'enfant. Journal de pédiatrie et de puériculture, 1997 ;10(3) : 167-172

6. **D. Barré, E. Coatannoan :** Les incubateurs. RBM News, 1999 ; 21(3) : 9-12