



HAL
open science

Étude de la faisabilité de la mise en place du protocole de dépistage des cardiopathies congénitales critiques, par oxymétrie de pouls en maternité, au CHU Amiens et au CHU Saint-Quentin

Samira Bouqsi

► **To cite this version:**

Samira Bouqsi. Étude de la faisabilité de la mise en place du protocole de dépistage des cardiopathies congénitales critiques, par oxymétrie de pouls en maternité, au CHU Amiens et au CHU Saint-Quentin. Pédiatrie. 2021. dumas-03551619

HAL Id: dumas-03551619

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03551619>

Submitted on 1 Feb 2022

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

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



Université de Picardie Jules Verne

Faculté de Médecine d'Amiens

Année 2021

N° 2021 - 197

**Etude de la faisabilité de la mise en place du protocole de
dépistage des cardiopathies congénitales critiques, par
oxymétrie de pouls en maternité, au CHU Amiens et au CH
Saint Quentin**

THESE POUR LE DOCTORAT EN MEDECINE (DIPLOME D'ETAT)

SPECIALITE DE PEDIATRIE

PRESENTEE ET SOUTENUE PUBLIQUEMENT LE 18/10/21 PAR

Madame BOUQSI Samira

Née le 03/09/1992

Président du Jury de Thèse : Monsieur le Professeur Jean GONDRY

Membres du Jury : Monsieur le Professeur Djamel-Dine DJEDDI

Monsieur le Docteur André LEKE

Monsieur le Docteur François-Marie CARON

Directeur de Thèse : Madame le Docteur Lucie RAZAFIMANANTSOA

Remerciements

A mon Président de Jury,

Monsieur le Professeur Jean GONDRY

Professeur des Universités-Praticien Hospitalier

(Gynécologie et Obstétrique)

Chef du Service de gynécologie - obstétrique – orthogénie

Pôle "Femme - Couple - Enfant"

Vous me faites l'honneur de présider mon jury de thèse. Je vous remercie de l'intérêt que vous avez porté à notre travail. Je vous prie d'accepter l'expression de mon plus profond respect.

A mes juges de jury de thèse,

Monsieur le Docteur André LEKE

Praticien Hospitalier

Responsable du service des Soins Intensifs de néonatalogie et de la Médecine néonatale

Je suis très sensible à l'honneur que vous me faites en acceptant de juger mon travail. Je vous remercie pour votre enseignement de qualité et votre disponibilité. J'espère être digne de votre confiance. C'est pour moi l'occasion de vous dire à quel point j'ai été touchée par votre bienveillance, votre sympathie. Je vous remercie pour votre bonté, votre modestie. Permettez-moi de vous témoigner mon respect et mon estime les plus sincères.

Monsieur le Professeur Djamal-Dine DJEDDI

Professeur des Universités – Praticien Hospitalier

(Pédiatrie)

Responsable du centre d'activité "Médecine Pédiatrique"

Pôle "Femme - Couple - Enfant"

*Je vous remercie d'avoir accepté de
siéger à mon jury de thèse. Vous me faites
l'honneur de participer à ce jury et de vous
intéresser à mon travail. J'ai eu la chance de
pouvoir bénéficier de votre enseignement, au
cours de mon internat.*

Soyez assuré de ma profonde gratitude.

Monsieur le Docteur François-Marie CARON

Praticien Hospitalier

Cardiologue Pédiatrique

*Je vous suis très reconnaissante d'avoir
accepté de participer à mon jury de thèse.*

*Recevez mes sincères remerciements et le
témoignage de ma profonde considération.*

A mon directeur de thèse le Docteur RAZAFIMANANTSOA Lucie

Praticien Hospitalier

Médecine néonatale

*Merci pour ta disponibilité et à la qualité
de tes conseils lors de l'élaboration de ce
travail. Je te suis très reconnaissante.*

Dédicaces :

A mes très chers parents Ahmed et Zahra

Tous les mots du monde ne sauraient exprimer l'immense amour que je vous porte, ni le profond respect que je vous dois. Je vous témoigne ma profonde gratitude pour tous les efforts et les sacrifices que vous avez fait pour moi. J'espère avoir répondu aux espoirs que vous avez fondés en moi. C'est avec beaucoup d'émotion, que je vous dédie ce travail en guise de remerciement et en témoignage de mon amour éternel.

A mes petits frères Yacine, Mounir et Karim,

Je vous remercie d'avoir été présents dans ma vie dans les pires comme dans les meilleurs moments. Je ne sais sincèrement pas comment j'aurais pu faire sans vous. Je vous serais éternellement reconnaissante.

A mes grandes sœurs, Malika, Anissa et à mes grands frères Nordine, Rachid et Farid,

Je ne saurai exprimer avec des mots l'affection que je vous porte. Merci pour votre soutien et tous vos conseils.

A mon beau-frère Ahmed,

Tu as été là depuis le début de mes études, à me soutenir. Tu as toujours été de très bon conseil. Je te remercie.

A mes belles sœurs et à tous mes neveux et nièces,

Je vous dédie cette thèse en témoignage de mes profonds sentiments, de mon amour et de mon attachement que je vous porte.

A ma très chère amie (sœur) Selma,

Ta compagnie durant toutes nos études supérieures, a été pour moi, précieuse. Tu as partagé avec moi les meilleurs comme les mauvaises expériences de ma vie. Tu as toujours été là au bon moment. Je te remercie pour cette belle amitié. Notre tour du monde n'est pas fini.

A mes chères amis, *Kesuki, Rabiaa, Zineb, Aicha et Khadija, Safiya et celles que je n'ai pas citées,*

Je vous dédie ce travail en souvenir des moments merveilleux que nous avons passé ensemble et aux liens solides qui nous unissent. Pour tout le soutien que vous m'avez apporté durant toute notre amitié.

A mes Co internes,

Je dédie cette thèse en particulier, à mes chères amies Juliette, Camille, Yasmine et Leila. Votre soutien pendant cet internat est inoubliable. Merci pour tout !

Et, à toutes celles et ceux qui ont participé à cette thèse,

Ce travail n'aurait pu être mené à bien sans la disponibilité des internes de Néonatalogie/Maternité, aux externes, aux équipes de maternité, aux puéricultrices du CH Saint Quentin. Je vous remercie pour votre participation.

Table des matières

I.	Généralités	19
II.	Mode de découverte des cardiopathies congénitales en post-natal	20
A.	Souffle cardiaque.....	21
B.	Cyanose	21
C.	Insuffisance cardiaque.....	21
D.	Abolition des pouls fémoraux	22
E.	Gradient tensionnel.....	22
F.	Choc cardiogénique.....	22
III.	Physiologie cardiaque.....	22
A.	La circulation foetale normale	22
B.	Les modifications hémodynamiques à la naissance.....	23
IV.	Principe physique de l'oxymétrie de pouls	23
A.	Généralités	23
B.	Principes physiques de l'oxymétrie.....	24
V.	Dépistage anténatal des cardiopathies congénitales.....	24
A.	Méthodes de dépistage prénatal des cardiopathies congénitales	24
1.	La vision globale de repérage du cœur en 5 points :	25
2.	La coupe des 4 cavités en 4 points	26
3.	La coupe des 3 vaisseaux en 3 points.....	27
4.	Les 2 voies d'éjection en 2 points.....	27
5.	Le Doppler couleur	28
B.	Intérêt du dépistage anténatal par échographie	29
1.	Organisation de la naissance et prise en charge selon le risque néonatal	29
2.	Le DAN permet une diminution de la mortalité.....	30
3.	Le traitement du fœtus	30
4.	Un point d'appel vers un syndrome génétique.....	31
5.	Informations aux parents	31

6.	Préserver le lien parents-enfant.....	31
7.	Amélioration des compétences cognitives	31
VI.	Histoire du dépistage des cardiopathies congénitales critiques par oxymétrie de pouls basée sur la littérature.....	32
A.	L'oxymétrie de pouls, un outil efficace de dépistage de masse des cardiopathies congénitales	32
B.	Les grandes études cliniques de la littérature.....	32
1.	Etude Suédoise en 2009	32
2.	Etude Allemande en 2010	33
3.	Etude britannique en 2011.....	34
4.	Etude Chinoise en 2014.....	34
C.	Revue de la littérature.....	35
D.	Les modalités de dépistage	36
E.	Limitation du dépistage par oxymétrie	37
F.	Coût et acceptabilité des soignants et parents	37
G.	Les recommandations de dépistage des cardiopathies congénitales.....	38
1.	Etat des lieux dans le monde sur l'institution de recommandations nationales de dépistage des cardiopathies par oxymétrie.....	38
2.	Recommandations Américaines.....	38
3.	Recommandations Suisse.....	39
4.	Recommandations européennes	40
VII.	Les 7 cardiopathies dépistées par l'oxymètre de pouls	41
A.	La transposition des gros vaisseaux	41
B.	Retour veineux pulmonaire anormal total	44
1.	RVPAT bloqué.....	44
2.	RVPAT non bloqué.....	45
C.	Tétralogie de Fallot.....	46
D.	Atrésie pulmonaire à septum ouvert (APSO)	47

E.	Le syndrome d’hypoplasie du ventricule gauche	48
F.	Atrésie tricuspide	49
G.	Tronc artériel commun (TAC)	50
	NOTRE ETUDE.....	51
VIII.	Objectifs.....	51
IX.	Matériel et méthode	51
A.	Population étudiée	51
B.	Critères de jugements	52
C.	Centres d’étude	52
D.	Saisie des données	53
E.	Organisation des sorties.....	53
F.	Planification de la mise en place du protocole	55
G.	Information et sensibilisation de l’équipe sur l’intérêt du dépistage des cardiopathies congénitales critiques en maternité.....	56
H.	Formation de l’équipe au dépistage.....	56
I.	Mise en œuvre du dépistage.....	57
X.	Résultats	59
A.	Diagramme d’inclusion au CHU Amiens	59
B.	Diagramme d’inclusion au CH Saint Quentin	60
C.	Caractéristiques de la population incluse à l’étude	61
D.	Les facteurs de risque de cardiopathie congénitale.....	62
1.	Antécédent familial de cardiopathie congénitale	62
2.	Antécédent de maladie génétique	63
E.	Anomalies cardiaques découvertes ou suspectées en anténatal	64
F.	Dépistage des cardiopathies congénitales par oxymétrie de pouls en maternité	66
1.	Nombre de dépistages comparé au nombre de naissances par mois	66
2.	Réalisation du test de dépistage par oxymétrie de pouls	67
3.	Nombres et taux des mesures selon la saturation en pré-ductale ou post-ductale	69

4.	Difficultés rencontrées lors de la réalisation du test de dépistage.....	72
5.	Examen clinique	73
6.	Les sorties précoces selon les mois	74
7.	Acceptabilité des parents	75
8.	Evolution à 1 mois	76
XI.	Analyse des données	76
A.	Caractéristiques de la population	76
B.	Examen clinique	77
C.	Taux de réalisation du test de dépistage dans les 2 centres.....	78
D.	Opérateur qui réalise le test de dépistage	78
E.	Moment de réalisation du test.....	79
F.	Analyse des résultats.....	79
G.	Cardiopathies congénitales découvertes hors dépistage pendant la période d'inclusion	80
H.	Difficultés rencontrées	80
I.	Place du dépistage des cardiopathies congénitale critique à l'ère des sorties précoces	81
J.	Critère de jugement secondaire	81
K.	Acceptabilité des parents	81
XII.	Discussion	82
XIII.	Conclusion	87
XIV.	BIBLIOGRAPHIE.....	102

ABREVIATIONS :

Ao : aortique

AP : Artère pulmonaire

APSI : Atrésie pulmonaire septum intact

APSO : Atrésie pulmonaire septum ouvert

CA : Canal artériel

CAV : canal atrio-ventriculaire

CIA : Communication inter auriculaire

CIV : Communication inter-ventriculaire

CMH : Cardiomyopathie hypertrophique

CPDPN : Centre Pluridisciplinaire de Diagnostic Prénatal

DAN : Diagnostic anténatal

DIU : Diplôme inter-universitaire

FOP : Foramen ovale perméable

HTA : Hypertension artérielle

HTAP : Hypertension artériel pulmonaire

IAA : Interruption arche aortique

IHAB : Initiative Hôpital Ami des Bébés

IMG : Interruption médicale de grossesse

M3C : Centre de référence malformations cardiaques congénitales complexes

MACPA: Major Aorto Pulmonary Collateral Artery

NN : nouveau-né

OAP : Œdème aigu du poumon

OD : oreillette droite

OEA : Oto-émission-auditive

OG : oreillette gauche

OMS : Organisation mondiale de la Santé

Pao : Pression aortique

PGE1 : prostaglandine E₁

POD : Pression oreillette droite

POG : Pression oreillette gauche

QI : Quotient intellectuel

RVPAT : Retour veineux pulmonaire anormal total

SA : Semaine d'aménorrhée

SACHDNC : Comité consultatif du Secrétaire sur les troubles héréditaires du nouveau-né et de l'enfant

SaO₂ : Saturation artérielle en oxygène

Shunt D/G : shunt droit/gauche

TAC : Tronc artériel commun

TGV : Transposition des gros vaisseaux

TVI : tronc veineux innominé

UNICEF : Fonds des Nations unies pour l'enfance

VAV : Valve atrio-ventriculaire

VD : Ventricule droit

VDDI : Ventricule droit à double issu

VG : ventricule gauche

VP : Veines pulmonaires

VU : Ventricule unique

TABLE DES ILLUSTRATIONS :

Figure 1 Capteur d'oxymètre de pouls (38).....	24
Figure 2 : Moyen mnémotechnique pour retenir ces 5 points SPORT (Situs Position Orientation Rythme Taille) (14)	25
Figure 3 : les 4 points vérifiés sur la coupe 4 cavités (14).....	26
Figure 4 : La coupe des 3 vaisseaux en 3 points (14)	27
Figure 5 : La coupe des 2 voies d'éjection en 2 points (14)	28
Figure 6 : Le Doppler en bonus (14)	29
Figure 7 : Répartition géographique des recommandations de dépistage des cardiopathies congénitales par oxymétrie de pouls en 2020 (33).....	38
Figure 8 : Cœur normal à gauche, TGV à droite (49)	41
Figure 9 : Formes anatomiques de la TGV (49).....	43
Figure 10 : Manoeuvre de Rashkind.....	44
Figure 11 : Schéma d'un RVPAT bloqué (49).....	44
Figure 12 : Schéma d'un RVPAT non bloqué (49).....	45
Figure 13 : Schéma d'une Tétralogie de Fallot	46
Figure 14 : Les 4 formes anatomiques de l'APSO (49)	47
Figure 15 : Schéma d'une hypoplasie ventriculaire gauche.....	48
Figure 16 : Protocole de dépistage des cardiopathies congénitales critiques en maternité	57
Figure 17 : Diagramme d'inclusion au CHU Amiens	59
Figure 18 : Diagramme d'inclusion au CH Saint Quentin	60
Figure 19 : Activité de dépistage selon le nombre de naissance par mois au CHU Amiens.....	66
Figure 20 : Activité de dépistage selon le nombre de naissance par mois au CH Saint Quentin	66
Figure 21 : Opérateur réalisant le test de dépistage au CHU Amiens	67
Figure 22 : Opérateur réalisant le test de dépistage au CH Saint Quentin	67
Figure 23 : Date de réalisation du dépistage au CHU Amiens.....	68
Figure 24 : Date de réalisation du dépistage au CH Saint Quentin	68
Figure 25 : Différentielle de saturation entre la main droite et membre inférieur.....	69
Figure 26 : Différentielle de saturation entre la main droite et membre inférieur.....	71
Figure 27 : Difficultés lors de la réalisation du test de dépistage au CHU Amiens	72
Figure 28 : Difficultés lors de la réalisation du test de dépistage au CH Saint Quentin.....	72
Figure 29 : Examen clinique pédiatrique en maternité au CHU Amiens.....	73
Figure 30 : Examen clinique pédiatrique en maternité au CH Saint Quentin.....	73
Figure 31 : Nombre et taux de sorties précoces par mois au CHU Amiens	74

Figure 32 : Nombre et taux de sortie précoce par mois au CH Saint Quentin 74

Tableau 1 : Performance de l'oxymétrie de pouls et de l'examen clinique dans l'étude de A. De-Wahl Granelli..... 33

Tableau 2 : Performance de l'oxymétrie de pouls dans l'étude de F.Riede 34

Tableau 3 : Performance de l'oxymétrie de pouls dans l'étude de A. Ewer 34

Tableau 4 : Performance de l'oxymétrie de pouls et de l'oxymétrie de pouls dans l'étude de Qu-ming Zhao 35

Tableau 5 : Caractéristique de la population incluses à l'étude 61

Tableau 6 : Antécédent de cardiopathie congénitale familiale dans la population incluse au CHU Amiens. 62

Tableau 7 : Antécédent de cardiopathie congénitale familiale dans la population incluse au CH Saint Quentin 63

Tableau 8 : Antécédent de maladie génétique dans la population incluse au CHU Amiens..... 63

Tableau 9 : Antécédent de maladie génétique dans la population incluse au CH Saint Quentin..... 64

Tableau 10 : Résultat du nombre de dépistages réalisés en pré et post ductale selon la saturation obtenue 69

Tableau 11 : Résultat du nombre de test de dépistage de contrôle réalisé en pré et post ductale selon la saturation obtenue..... 70

Tableau 12 : Résultat du nombre de test de dépistage réalisé en pré et post ductale selon la saturation obtenue 70

Tableau 13 : Acceptabilité du test de dépistage par les parents 75

Tableau 14 : Acceptabilité du test de dépistage par les parents 75

Algorithme 1 : Stratégies de dépistage des cardiopathies congénitales critiques (35)..... 39

Algorithme 2 : Recommandations Suisse dépistage des cardiopathies congénitales critiques (28) 40

ANNEXE 1 : Formulaire pour les soignants

ANNEXE 2 : Formulaire pour les parents

ANNEXE 3 : Dépliant sur le dépistage des cardiopathies congénitales critique par oxymétrie de pouls

ANNEXE 4 : Brochure sur le dépistage des cardiopathies congénitales critique par oxymétrie de pouls, en maternité

I. Généralités

Les cardiopathies congénitales sont des malformations du cœur et/ou des vaisseaux, présentes à la naissance, en rapport avec une anomalie du développement. Les malformations cardiaques congénitales sont les plus fréquentes des anomalies congénitales avec une prévalence relativement élevée (environ 1% de toutes les naissances) (1). La prévalence totale des cardiopathies congénitales en Europe est de 8,0 pour 1 000 naissances. Elles touchent 5000 à 6000 nouveau-nés par an en France.

Les cardiopathies congénitales représentent la première cause de décès infantiles par malformation (43,44). Les progrès diagnostiques et thérapeutiques en cardiologie pédiatrie et en chirurgie cardiaque au cours des dernières décennies ont considérablement réduit la mortalité et ont permis aux patients d'atteindre l'âge adulte.

Le diagnostic prénatal, la chirurgie cardiaque et le cathétérisme interventionnel vont permettre une prise en charge optimale dès la période néonatale, avec un meilleur résultat.

Les cardiopathies congénitales critiques sont définies comme des malformations cardiaques nécessitant une intervention chirurgicale ou par cathétérisme cardiaque au cours du premier mois (2). Elles concernent environ 2 naissances vivantes sur 1000 et sont une cause importante de mortalité et morbidité néonatales (3).

Certaines cardiopathies congénitales ne sont pas détectées en anténatal malgré l'application des recommandations du Collège français d'échographie fœtale. Le taux de dépistage varie de 17,9% en l'absence de suivi organisé à 55,6% quand 3 échographies sont réalisées systématiquement. La France est l'un des pays où l'on dépiste le mieux les cardiopathies congénitales. Le taux de dépistage est variable selon les régions avec 47,3% en région parisienne ou 71 % en Haute Normandie (5). Ce taux varie aussi selon le type de cardiopathie. Les cardiopathies univentriculaires sont mieux détectées à 85%, comme l'hypoplasie du cœur gauche. Les malformations des gros vaisseaux dont la transposition des gros vaisseaux et la tétralogie de Fallot sont en moyenne détecté à 75% (45).

Malgré les échographies de dépistage anténatal et l'examen clinique systématique à la naissance, jusqu'à 30% des cardiopathies critiques peuvent être méconnues lors de la sortie de la maternité (4).

La performance de l'examen clinique postnatal seul reste insuffisante. En particulier, l'hypoxie liée aux cardiopathies cyanogènes, qui n'apparaît cliniquement visible que pour une SpO₂ < 85%. Certaines cardiopathies sévères peuvent être méconnues tant que le canal artériel reste perméable. Non diagnostiquées en période néonatale, 40% vont manifester un choc cardiogénique et 5% sont diagnostiqués à l'autopsie (2).

La période néonatale est critique, notamment lors de la fermeture du canal artériel, pouvant conduire à une décompensation des cardiopathies ducto-dépendantes. La morbi-mortalité est augmentée pendant cette période (6). Le maintien du canal artériel ouvert par une perfusion de prostaglandines (PGE1) est indispensable à la survie avant les interventions palliatives ou correctives (3,27).

Ainsi la détection précoce des cardiopathies congénitales graves à risque de décompensation en période néonatale est un enjeu clinique majeur. La prise en charge tardive aggrave le pronostic dans un tableau de défaillance multiviscérale (7).

La plupart des cardiopathies critiques entraînent un certain degré d'hypoxémie, d'où l'intérêt de l'utilisation de l'oxymétrie de pouls comme marqueur de la qualité de la circulation post-natal (9). Il s'agit d'une technique non invasive, facilement reproductible. Plusieurs études ont prouvé son intérêt dans le dépistage de masse et ont permis d'établir des recommandations nationales.

En France, plusieurs centres appliquent le dépistage à tous les nouveau-nés (Caen, Nice, Bordeaux, Nantes). Le dépistage est réalisé à la clinique Pauchet (Amiens) depuis 2019, à la maternité du centre hospitalier de Compiègne et à la clinique Saint Côme (Compiègne) et récemment à la maternité du centre hospitalier de Beauvais.

Dans le contexte actuel de sortie précoce de la maternité dès 48 heures de vie, le dépistage par oxymétrie de pouls, une technique simple, est recommandée.

II. Mode de découverte des cardiopathies congénitales en post-natal

La symptomatologie des cardiopathies congénitales est variable, elle comprend le plus souvent :

- Souffle cardiaque
- Cyanose

- Insuffisance cardiaque
- Pouls fémoraux diminués ou non palpables
- Signes dysmorphiques

Il peut s'agir aussi d'un choc circulatoire, une mauvaise perfusion, une anomalie du rythme cardiaque, lent, rapide ou irrégulier.

A. Souffle cardiaque

La plupart des shunts gauche-droite ainsi que les lésions obstructives génèrent des souffles entendus à l'auscultation du nouveau-né.

B. Cyanose

La cyanose centrale est caractérisée par une anomalie de coloration bleuâtre des lèvres et de la langue et/ou des lits de l'ongle ; elle se produit en cas d'augmentation de l'hémoglobine désoxygénée (au moins 5 g/dL) et nécessite un taux d'oxygène bas (généralement une saturation en oxygène < 85%). La cyanose péribuccale et l'acrocyanose (cyanose des mains et des pieds), sans cyanose des lèvres ou du lit de l'ongle est causée par une vasoconstriction périphérique plutôt que par une hypoxémie et est une constatation normale fréquente chez les nouveau-nés. Les enfants plus âgés ayant une cyanose de longue date développent souvent un hippocratisme digital.

C. Insuffisance cardiaque

Chez le nourrisson, les signes d'insuffisance cardiaque sont les suivants :

- Tachycardie
- Tachypnée
- Pâleur cutanée
- Dyspnée lors de l'alimentation
- Hypersudation, surtout au moment de la prise alimentaire
- Agitation, irritabilité
- Hépatomégalie : rebord hépatique à plus de 3 cm au-dessous du rebord-costal

La dyspnée survenant pendant la tétée entraîne une alimentation insuffisante et un retard de croissance pondérale, aggravé par l'augmentation des besoins énergétiques et métaboliques et par de fréquentes infections des voies respiratoires.

D. Abolition des pouls fémoraux

Une diminution ou abolition des pouls fémoraux peut être un signe d'appel d'une coarctation aortique.

E. Gradient tensionnel

Une différentielle de tension artérielle supérieure 20 mmHg entre les membres supérieurs et inférieurs conforte une suspicion de sténose de l'arche ou de l'isthme aortique.

F. Choc cardiogénique

Certaines cardiopathies non diagnostiquées peuvent se compliquer d'un choc cardiogénique. Le nouveau-né présente des muqueuses pâles ou cyanosées, des extrémités froides, un temps de recoloration cutanée allongé, des pouls diminués, une hypotension artérielle et une réponse réduite aux stimuli (10).

III. Physiologie cardiaque

A. La circulation fœtale normale

Les deux ventricules sont remplis à la même précharge et se vident à la même postcharge c'est-à-dire se remplissent et se vident à la même pression en raison de larges communications ou shunts qui égalisent les pressions en amont (POG=POD via le FO et la PAP=Pao via le CA).

La circulation fœtale est caractérisée par plusieurs shunts, communications vasculaires et intra cardiaque

- Le canal veineux d'Arantius qui relie la veine ombilicale à la veine cave inférieure en court circuitant une partie de la circulation hépatique.
- Le canal artériel est un shunt extra cardiaque, reliant l'artère pulmonaire et l'aorte. Le sang shunte les poumons par le canal artériel. Le shunt est facilité par une résistance pulmonaire élevée et une résistance relativement faible dans la circulation systémique (y compris la circulation placentaire). Le canal artériel fœtal est maintenu ouvert par une PaO₂ systémique fœtale basse (environ 25 mmHg) associée à une production locale de prostaglandines.
- Le foramen ovale perméable relie les oreillettes droite et gauche, avec un shunt droite/gauche. Le foramen ovale est maintenu ouvert par les différences de pressions auriculaires : la pression auriculaire gauche est relativement faible en

raison du faible retour pulmonaire sanguin, la pression auriculaire droite est relativement élevée du fait du volume important de sang provenant du placenta.

B. Les modifications hémodynamiques à la naissance

Les résistances artériolaires pulmonaires baissent rapidement, du fait de la vasodilatation liée à l'expansion pulmonaire, de l'augmentation de la PaO₂ dès les premières inspirations, et de la diminution de la PaCO₂. Les forces élastiques des côtes et de la paroi thoracique réduisent la pression pulmonaire interstitielle, augmentant par la suite le flux sanguin dans les capillaires pulmonaires. On observe une inversion du shunt par le canal artériel, chez le fœtus un shunt allant de l'artère pulmonaire vers l'aorte et à la naissance de l'aorte vers l'artère pulmonaire.

Après la naissance, les résistances vasculaires systémiques s'élève au-dessus des résistances artériolaires pulmonaires. Vers 24 à 72 heures, le sang entrant dans le canal à partir de l'aorte avec une PO₂ élevée, et les modifications du métabolisme des prostaglandines, aboutissent à la constriction et la fermeture du canal artériel. Les deux ventricules fonctionnent alors en série.

Au cours des jours suivant la naissance, un stress peut entraîner un retour à une circulation de type fœtal. Une asphyxie avec hypoxie et hypercapnie entraîne la constriction des artéioles pulmonaires et la dilatation du canal artériel, inversant le processus décrit précédemment et créant un shunt droit-gauche par le canal artériel à nouveau ouvert et le foramen ovale. Le nouveau-né est hypoxémique, on parle d'une hypertension artérielle pulmonaire persistante.

IV. Principe physique de l'oxymétrie de pouls

A. Généralités

L'oxymétrie de pouls permet rapidement d'obtenir une estimation fiable de la pression en oxygène du sang. Il s'agit d'une aide précieuse car l'œil humain peut avoir des difficultés à reconnaître une cyanose. En effet, la cyanose est décelable cliniquement pour une saturation < 85 %. Elle n'apparaît que lorsque le taux d'Hb réduite atteint 5g/dl dans le sang capillaire (38). L'utilisation est simple, facile et non invasive.

B. Principes physiques de l'oxymétrie

L'oxymétrie de pouls est basée sur le principe selon lequel l'oxyhémoglobine et l'hémoglobine réduite ont des spectres d'absorption de la lumière différents. Selon la loi de Beer-Lambert, la concentration d'un soluté dans une solution peut être mesurée par l'intensité de l'absorption de la lumière à travers la solution.

Les oxymètres de pouls utilisent, au niveau de leurs capteurs, 2 diodes électroluminescentes, l'une émettrice de lumière rouge (longueur d'onde de 660 nm) et l'autre infrarouge (longueur d'onde de 940 nm) et un photorécepteur.

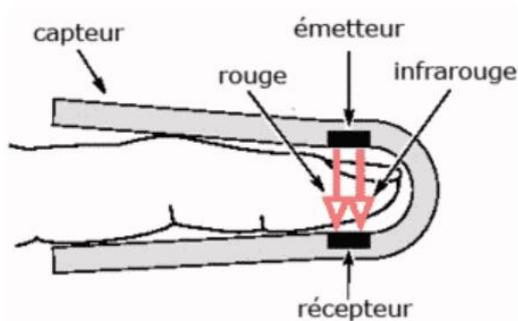


Figure 1 Capteur d'oxymètre de pouls (38)

Le photorécepteur mesure la quantité de lumière de chaque longueur d'onde absorbée à travers les tissus. Pour préciser la part d'absorption qui revient au sang artériel pulsatile, l'oxymètre de pouls réalise des centaines de mesures par seconde et détermine les moments d'absorption maximale et minimale pour chaque longueur d'onde. La différence des 2 moments correspond au sang artériel pulsatile. Chaque type d'Hb a une absorption propre pour la lumière rouge et la lumière infrarouge. L'oxymètre de pouls détermine l'absorption de 2 lumières, puis établit un rapport de ces 2 absorptions. La visualisation de la courbe de pléthysmographie avec un caractère pulsatile du signal atteste de son origine artérielle et valide la SaO₂ affichée.

V. Dépistage anténatal des cardiopathies congénitales

A. Méthodes de dépistage prénatal des cardiopathies congénitales

L'échocardiographie fœtale a émergé dans les années 1980, l'examen morphologique permet de dépister environ 50% des cardiopathies, en fonction de l'expérience de l'opérateur et du type de cardiopathie (11). Le dépistage anténatal est particulièrement important pour les

cardiopathies qui ont un retentissement hémodynamique néonatal. Des recommandations ont été élaborées en 2005, modifiées en 2016 (12-13).

1. La vision globale de repérage du cœur en 5 points :

- **Situs :** L'analyse du cœur débute à partir de la coupe abdominale transverse ; on repère l'aorte en avant et à gauche du rachis et la veine cave inférieure en avant et à droite de l'aorte. Le balayage de la sonde échographique vers la tête du fœtus permet de suivre la VCI jusqu'à son abouchement dans l'oreillette située à droite. Si la VCI est bien située à droite et en avant de l'aorte dans l'abdomen, le situs est alors dit solitus.
- **Position de l'aorte :** L'aorte est repérée sur la coupe abdominale transverse à gauche de la vertèbre et lors du balayage abdomino-thoracique ; l'aorte est en arrière de l'oreillette gauche, en avant et à gauche de la vertèbre sur la coupe des 4 cavités.
- **Orientation du cœur :** L'axe du cœur représenté par le septum inter-ventriculaire, fait un angle de 45° avec l'axe antéro-postérieur du thorax.
- **Rythme cardiaque :** Il n'est pas trop rapide (< 180 battements par minutes), pas trop lent (> 120 battements par min). Le cœur fœtal a un rythme rapide à environ 150 battements par minute et régulier. Des ralentissements du rythme peuvent survenir mais ils sont toujours transitoires.
- **Taille :** Le cœur occupe environ 30 à 40 % du thorax. Lorsque la fonction du cœur fœtal est altérée, le cœur augmente de volume.



Figure 2 : Moyenn mnémotechnique pour retenir ces 5 points SPORT (Situs Position Orientation Rythme Taille) (14)

2. La coupe des 4 cavités en 4 points

- **Équilibre des cavités**

Les 4 cavités sont équilibrées, les oreillettes droite et gauche sont de taille comparable. Les 2 ventricules sont de même taille au 2^{ème} trimestre. Au 3^{ème} trimestre, la taille du ventricule droit est supérieure à celle du ventricule gauche. Cependant, le rapport tricuspide/mitrale est inférieur à 1,5.

- **Valves et décalage mitro-tricuspidien**

On vérifie la bonne ouverture des valves mitrale et tricuspide. La tricuspide est décalée vers la pointe du cœur et la mitrale vers la base. Ce décalage mitro-tricuspidien peut être minime mais est important à rechercher.

- **Veines pulmonaires**

L'incorporation des veines pulmonaires à la face postérieure de l'oreillette gauche donne un aspect rectiligne ou légèrement concave, qui peut prendre la forme de cornes de taureau ou de calot de bachelier. Cet aspect est plus sensible que le Doppler couleur, qui peut être trompeur.

- **Septum**

Le septum doit être continu de la base à la pointe du cœur sauf au niveau du foramen ovale, situé au centre de la cloison interauriculaire. La valvule de Vieussens (septum primum) flotte dans l'oreillette gauche et viendra fermer cette communication après la naissance.

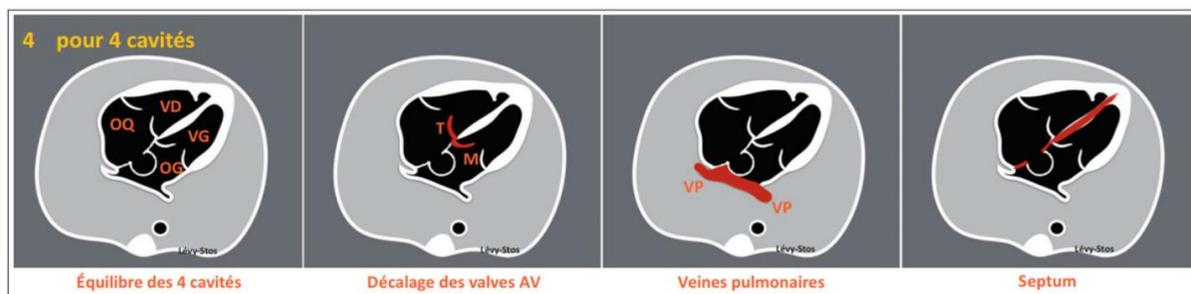


Figure 3 : les 4 points vérifiés sur la coupe 4 cavités (14)

3. La coupe des 3 vaisseaux en 3 points

- **Nombre**

En remontant vers la tête du fœtus à partir de la coupe des 4 cavités, on identifie 3 vaisseaux, de gauche à droite : l'artère pulmonaire, l'aorte et la veine cave supérieure.

- **Équilibre**

Au deuxième trimestre, l'artère pulmonaire et l'aorte ont à peu près la même taille. Au troisième trimestre, une asymétrie est physiologique, à condition de respecter un ratio $AP/Ao \leq 1,5$. L'artère pulmonaire, l'aorte et la veine cave supérieure sont alors de taille décroissante.

- **Position**

Les 3 vaisseaux doivent être alignés, avec de gauche à droite et d'avant en arrière l'artère pulmonaire (qui sort en avant du ventricule droit), l'aorte (qui sort au centre du cœur du ventricule gauche) et la veine cave supérieure (qui rejoint l'oreillette droite). Sur la coupe des 3 vaisseaux passant par les crosses, la confluence aorte-canal artériel prend un aspect de V qui s'inscrit à gauche de la trachée.

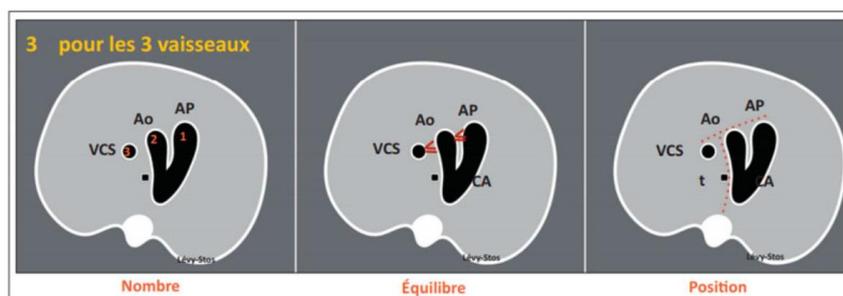


Figure 4 : La coupe des 3 vaisseaux en 3 points (14)

4. Les 2 voies d'éjection en 2 points

- **Voie ventricule gauche-aorte et continuité septo-aortique**

La voie VG-aorte est retrouvée à partir de la coupe des 4 cavités en faisant un balayage de la sonde vers l'avant, en tournant légèrement la sonde sur son axe en vissant ou dévissant. L'analyse de la voie d'éjection ventriculaire gauche fait partie des nouvelles

recommandations. Il est en effet très important de vérifier l'intégrité de la cloison interventriculaire sous l'aorte et de bien dégager la continuité septo-aortique.

- **Voie ventricule droit-artère pulmonaire et bifurcation pulmonaire**

Sur la coupe de la voie d'éjection ventriculaire droite, l'artère qui sort du ventricule droit bifurque rapidement, permettant d'affirmer qu'il s'agit de l'artère pulmonaire. Elle se divise en branche pulmonaire droite et canal artériel, qui se dirige en arrière vers l'aorte. L'artère pulmonaire gauche est plus difficile à voir ; sur certaines incidences, il est possible de voir la trifurcation pulmonaire.

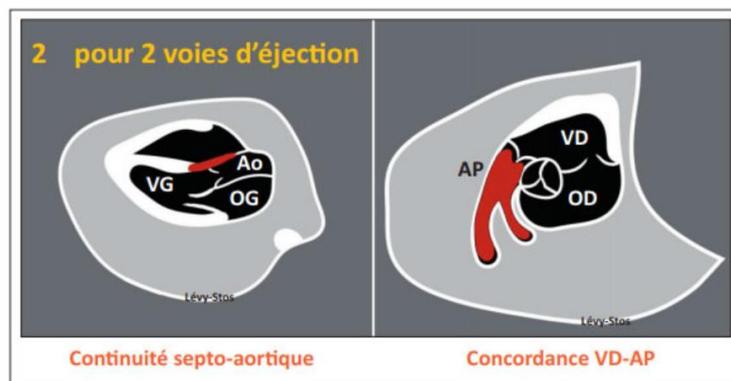


Figure 5 : La coupe des 2 voies d'éjection en 2 points (14)

Lorsque l'artère pulmonaire est connectée au ventricule droit et l'aorte au ventricule gauche, on parle de concordance ventriculo-artérielle, qui signe la bonne position des gros vaisseaux.

5. Le Doppler couleur

Le Doppler couleur permet de vérifier le sens des flux artériels au niveau des cosses de l'aorte et du canal artériel. Ils doivent se faire dans le sens antérograde. Le doppler peut être trompeur pour les veines pulmonaires et sur la cloison interventriculaire, le dépistage anténatal des petites communications interventriculaires musculaires n'ayant pas de répercussion (14).

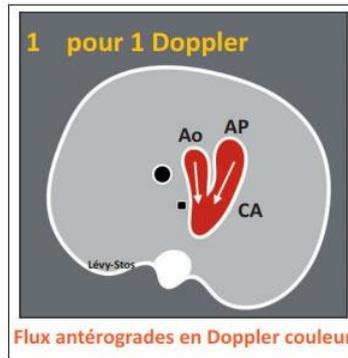


Figure 6 : Le Doppler couleur (14)

B. Intérêt du dépistage anténatal par échographie

1. Organisation de la naissance et prise en charge selon le risque néonatal

Le diagnostic anténatal permet une organisation de la naissance selon le risque néonatal et une prise en charge dans un secteur adapté (8)

Niveau du risque néonatal	Types de centre de maternité
Risque élevé	Naissance dans une maternité niveau III Avec possibilité de cathétérisme Transposition des gros vaisseaux Naissance à proximité d'un centre de chirurgie cardiaque Retour veineux pulmonaire anormale total bloqué
Risque moyen	Prise en charge dans un centre de niveau III et transfert secondaire en chirurgie Cardiopathies ducto-dépendantes -Obstacle droit : APSO, Tétralogie de Fallot, Sténose pulmonaire critique -Obstacle gauche : Hypoplasie du ventricule gauche, coarctation aortique -Ventricule unique

Risque faible	Naissance dans la maternité d'origine avec échographie cardiaque à la sortie CIA, CIV, CAV, RVPA partiel
---------------	--

Le DAN permet d'anticiper de traitement après la naissance (15, 16,17), de discuter de manière collégiale la prise en charge et d'informer les parents des décisions thérapeutiques : cathétérisme interventionnel précoce, chirurgie, ou abstention thérapeutique et accompagnement.

Certaines cardiopathies nécessitent une prise en charge urgente à la naissance, telle la réalisation d'une manœuvre de Rashkind (atrioseptostomie) devant une TGV avec un FOP restrictif, ou la perforation et dilatation de la valve pulmonaire pour une APSI, en salle de cathétérisme.

Ainsi, le DAN permet une prise en charge rapide, optimale, limitant les risques de morbidité immédiate.

2. Le DAN permet une diminution de la mortalité

Le diagnostic prénatal des cardiopathies congénitales et la prise en charge postnatale optimale constituent une prévention secondaire de la mortalité et de la morbidité et une amélioration des résultats à long terme. Les chances de survie des nouveau-nés atteints de certains types de cardiopathie congénitale sont améliorées par le diagnostic prénatal ; c'est le cas de la TGV (44).

3. Le traitement du fœtus

Un cathétérisme cardiaque fœtal peut être réalisé dans un centre spécialisé. Dilatation de la valve aortique par ballonnet, in utero en cas de sténose valvulaire aortique critique avec dysfonction ventriculaire gauche. Ou de la valve pulmonaire en cas de sténose pulmonaire critique. L'injection intra ombilicale in utero d'un traitement antiarythmique reste une indication rare.

4. Un point d'appel vers un syndrome génétique

Certaines cardiopathies s'intègrent dans un syndrome polymalformatif et permet d'établir un diagnostic de syndrome génétique (Syndrome de Di George, Trisomie 21...)

5. Informations aux parents

Le dépistage prénatal d'une cardiopathie congénitale est suivi d'une information aux parents, leur permettant de se préparer à l'accueil de l'enfant. Dans les cas de cardiopathies complexes nécessitant des réparations chirurgicales complexes, le DAN, permet de donner aux parents le plus précocement possible, les informations éclairées sur la cardiopathie, la prise en charge, le suivi à court, moyen et long terme, le pronostic. En cas de cardiopathie complexe, sévère ou incurable, l'indication d'une IMG est discutée, ou un accompagnement néonatal avec une prise en charge psychologique.

6. Préserver le lien parents-enfant

La naissance du nouveau-né dans un centre périnatal de type III réunissant toutes les compétences (obstétricien, néonatalogiste et cardiopédiatre) évite la séparation mère-enfant. Un transfert in utéro vers un centre de chirurgie cardiaque économise un transfert postnatal parfois risqué et coûteux.

7. Amélioration des compétences cognitives

Une étude prospective menée entre 2003 et 2005, chez des enfants âgés de 4 à 6 ans, opérés d'une transposition des gros vaisseaux (TGV), a évalué l'impact du diagnostic prénatal sur les résultats neurocognitifs. Tous les enfants sont comparables en termes d'âge, de sexe et de variables démographiques. Les groupes de diagnostic ne diffèrent pas en termes de variables préopératoires, peropératoires et postopératoires. 45 patients éligibles ont été examinés ; 29 ont eu un diagnostic anténatal de TGV et 16 sont diagnostiqués en postnatal.

Les déficits neurocognitifs sont plus fréquents et plus sévères chez les enfants diagnostiqués en postnatal. Le diagnostic prénatal de TGV est associé à de meilleurs résultats neurocognitifs (18,19).

VI. Histoire du dépistage des cardiopathies congénitales critiques par oxymétrie de pouls basée sur la littérature

A. L'oxymétrie de pouls, un outil efficace de dépistage de masse des cardiopathies congénitales

L'amélioration constante de la performance du diagnostic anténatal des cardiopathies congénitales en constante ne permet pas de dépister toutes les cardiopathies congénitales.

A la naissance, l'examen clinique ne suffit pas à lui-même pour dépister certaines cardiopathies. Les nouveau-nés porteurs de cardiopathie congénitale ducto-dépendante peuvent rester asymptomatique les premiers jours voire les premières semaines de vie. A la fermeture du canal artériel, on assiste à un collapsus cardiovasculaire. De même, la cyanose peut ne pas être évidente à l'examen clinique. Ainsi, jusqu'à 50% des cardiopathies congénitales non diagnostiquées en anténatal dont 30% de formes sévères ne sont pas détectés lors de l'examen clinique néonatal. Ce délai de retard de diagnostic peut être palier par la prise de saturation, méthode simple, rapide, qui permet de mesurer le degré d'hypoxémie présent dans la majorité des cardiopathies congénitales critiques avant la défaillance cardiovasculaire.

La littérature offre un panel d'études qui démontrent l'intérêt de l'oxymétrie de pouls dans la stratégie de dépistage des cardiopathies congénitales Ce test est très spécifique et modérément sensible répondant aux critères du dépistage universel.

L'oxymétrie de pouls ajoutée aux dépistages existants (échographie anténatale et examen post-natal) augmente la détection globale des cardiopathies congénitales à 90-96%.

B. Les grandes études cliniques de la littérature

1. Etude Suédoise en 2009

L'étude de cohorte Suédoise menée par A. De-Wahl Granelli, en 2009 a porté sur 39 821 nouveau-nés (20). La saturation est prise en pré et post ductale chez tous les nouveau-nés sains de la maternité avant la sortie. Un test est considéré comme positif si la saturation est < 90%. En cas de saturation en oxygène préductale et postductale entre 90 et 95 % ou une

différentielle >3 %, un contrôle est réalisé. Une échographie cardiaque est réalisée après de trois mesures positives répétées.

L'étude a prouvé que l'examen clinique couplé à l'oxymétrie de pouls améliore le taux de dépistage des cardiopathies congénitales avec un taux de détection de 82,76 %.

L'étude a également noté que le pourcentage de nouveau-nés porteurs d'une cardiopathie congénitale ducto-dépendante sortie de la maternité, sans diagnostic est passé de 28% à 8% dans les maternités où le dépistage par oxymétrie de pouls est instauré. Il existe une différence significative du taux de mortalité et morbidité dû aux cardiopathies congénitales entre les maternités qui réalisent et celles qui n'effectuent pas le dépistage systématique.

Dans cette étude, il y avait 0,17% de faux positif. Parmi les tests faux positifs, 45% des nouveau-nés ont un problème pulmonaire ou une infection.

<i>Etude Granelli 2009</i>	Examen clinique seul (n=38 374)	Prise de saturations (n=38 429)	Examen clinique associée à la prise de saturations (n = 38 429)
Sensibilité (IC à 95 %)	62,50 % (35,43 à 84,80)	62,07 % (42,3 à 79,31)	82,76 % (64,23 à 94,15)
Spécificité (IC à 95 %)	98,07 % (97,93 à 98,21)	99,82 % (99,77 à 99,86)	97,88 % (97,73 à 98,03)

Tableau 1 : Performance de l'oxymétrie de pouls et de l'examen clinique dans l'étude de A.

De-Wahl Granelli

2. Etude Allemande en 2010

Une étude prospective multicentrique en Allemagne en 2010 par F. Riede sur 42 240 nouveau-nés asymptomatique à terme entre 24 heures et 72heures de vie (21).

Le test est considéré positif si une saturation en oxygène de ≤ 95 % a été mesurée aux membres inférieurs et confirmée par un contrôle 1 heure après, un examen clinique complet et une échocardiographie sont effectués.

L'étude démontre comme la précédente que le test par oxymétrie de pouls est très spécifique et raisonnablement sensible.

<i>Etude Riede 2010</i>	Sensibilité de l'oxymètre de pouls	Spécificité de l'oxymètre de pouls	Faux positif
	77,78 %	99,9 %	0,1%

Tableau 2 : Performance de l'oxymétrie de pouls dans l'étude de F.Riede

Parmi les faux positifs, d'autres pathologies sont rapportées, notamment une septicémie néonatale.

3. Etude britannique en 2011

L'étude publiée dans le Lancet, par A. Ewer, a été menée sur une cohorte de 20 055 nouveau-nés, dans 6 maternités, dépistés avant leur sortie de maternité. Ces nouveau-nés ont été suivis pendant les 12 premiers mois (22). L'étude conclut également que l'oxymétrie de pouls est un test réalisable et sûr, ajoute de la valeur au dépistage existant et permet aussi la détection précoce d'autres maladies.

<i>Etude Ewer 2011</i>	Sensibilité de l'oxymètre de pouls	Spécificité de l'oxymètre de pouls	Faux positif
	75%	99,2%	0,8%

Tableau 3 : Performance de l'oxymétrie de pouls dans l'étude de A. Ewer

4. Etude Chinoise en 2014

Qu-ming Zhao a réalisé une grande étude, avec une cohorte de 122 738. Il a évalué la faisabilité et la fiabilité de l'oxymétrie de pouls ainsi que l'évaluation clinique pour la détection des cardiopathies congénitales, en particulier les cardiopathies congénitales critiques, dans un pays à faible revenu.

Les nouveau-nés sont dépistés entre 6 heures et 72 heures de vie.

L'étude démontre que l'ajout de l'oxymétrie de pouls à l'évaluation clinique permet d'améliorer la sensibilité pour la détection des cardiopathies congénitales critiques de 77,4 %

(IC à 95 % 70.0–83.4) à 93,2 % (87,9–96.2). De plus, le taux de faux positifs pour la détection d'une maladie critique était de 2,7 % pour l'évaluation clinique seule et de 0,3 % pour l'oxymétrie de pouls seule.

<i>Etude</i>	<i>Zhao</i>	Sensibilité oxymétrie de pouls seul	Sensibilité de l'oxymétrie de pouls associée à l'examen clinique	Spécificité de l'oxymétrie seul	Faux positif
		77,4 %	93,2%	93,3 %	0,3 %

Tableau 4 : Performance de l'oxymétrie de pouls et de l'oxymétrie de pouls dans l'étude de Qu-ming Zhao

C. Revue de la littérature

Plusieurs métaanalyses étayent l'intérêt de l'oxymétrie dans la détection des cardiopathies congénitales.

- En 2012, S. Thangaratnam a réalisé une méta analyse sur le dépistage par oxymétrie de pouls des cardiopathies congénitales sévères. Il a compilé 13 études représentant 229 421 nouveau-nés et a conclu que l'oxymétrie de pouls est un test raisonnablement sensible avec une sensibilité de 76,5% et extrêmement spécifique avec une spécificité de 99,9%. Le taux de faux positif est fortement réduit si le dépistage est réalisé à partir de 24 heures de vie (0,05% versus 0,5% avant les 24 premières heures de vie) (24).
- En 2018, une revue de la littérature publiée dans la Cochrane, a inclus 21 études, totalisant près de 500 000 nouveau-nés. La sensibilité de l'oxymétrie de pouls a été calculée à 76,3% pour une spécificité de 99,9%. Le taux de faux positifs est très faible, de l'ordre de 0,14%, correspondant à d'autres pathologies, un syndrome de détresse respiratoire, une hypertension pulmonaire ou un sepsis (25).
- En 2019, les données ont été analysées sur un échantillon de 404 735 nouveau-nés dans les cinq études incluses ont permis de conclure que la combinaison de l'examen à l'oxymétrie de pouls permet d'augmenter la sensibilité du dépistage (26) :

	Examen clinique seul	Examen clinique associé à l'oxymétrie de pouls
Sensibilité (IC à 95 %)	0,53 % (0,28-0,78)	0,92 % (IC 0,87-0,95)
Spécificité (IC à 95 %)	0,99 % (0,97-1,00)	0,98 % (0,89-1,00)

En résumé, toutes ces données de la littérature démontrent que l'oxymétrie de pouls remplit les critères d'outil de dépistage universel des cardiopathies congénitales critiques.

D. Les modalités de dépistage

Les modalités de dépistage sont relativement variables d'une étude à l'autre (9, 24). Les principales variations portent sur le moment où le test est pratiqué et sur le site de la mesure de la saturation, uniquement post-ductale, ou pré- et post-ductale.

Le taux de faux positifs est beaucoup plus bas lorsque le test est pratiqué après 24 heures de vie (27,24).

Cependant, jusqu'à 50% des bébés atteints de cardiopathie congénitale peuvent présenter des symptômes (y compris un collapsus cardiovasculaire) avant l'âge de 24 heures.

Il en est de même pour les affections non cardiaques identifiées par oxymétrie de pouls (27).

Concernant le site de mesure, la revue Cochrane de 2018, ne retrouve pas de différence significative entre les deux sites en matière de sensibilité et de spécificité (24, 25).

Par exemple, les Sociétés Suisses de Cardiologie pédiatrique et de Néonatalogie recommandent uniquement une mesure en post-ductale (28).

Néanmoins, une étude mesurant les saturations pré et post-ductales a permis de dépister des cardiopathies congénitales critiques qui sont méconnues avec une seule mesure post-ductale (20, 22).

E. Limitation du dépistage par oxymétrie

Toutes les cardiopathies congénitales critiques ne sont pas dépistées par l'oxymétrie de pouls, notamment celles qui n'induisent pas une hypoxémie comme les différentes formes d'obstruction du cœur gauche dont les plus fréquentes sont : coarctation de l'aorte, interruption de l'arche aortique. Dans l'étude de Thangaratinam, en 2012, 25% des cardiopathies congénitales critiques n'étaient pas dépistées (24).

Par l'examen clinique seul, uniquement 31% des enfants porteurs d'un obstacle de la voie gauche ont un examen anormal (30). L'autre hypothèse avancée est la tendance aux sorties précoces.

De nouvelles avancées technologiques dans le traitement du signal de l'onde de pouls permette de disposer d'un nouvel indice prometteur : l'index de perfusion périphérique (IPP). Ce dernier est défini comme le rapport du signal pulsatile indexé au signal non pulsatile de la composante infrarouge de la lumière traversant un tissu et s'exprime en pourcentage (30).

Ce nouvel indice a fait l'objet d'étude et aurait un intérêt dans le diagnostic de cardiopathie congénitale critique non dépistée par l'oxymétrie seule, notamment les lésions obstructives du cœur gauche (31). Chez les nouveau-nés, une valeur moins de 0,70 indique une perfusion périphérique possiblement altérée et une hypoperfusion définitive pour une valeur inférieure à 0,50 (32).

F. Coût et acceptabilité des soignants et parents

L'étude britannique a démontré que le dépistage des cardiopathies congénitales par oxymétrie de pouls est un test simple, rapide, indolore, économique et acceptable par le personnel et par les parents. Le niveau d'anxiété n'est pas augmenté en cas de faux positif et le ratio coût/efficacité est favorable dans le système de soins des Royaumes Unis (7).

En France, une étude OXYNAT est en cours, depuis 2015, elle évalue l'efficacité par un ratio coût-efficacité, exprimé en coût par complication évitée. Les résultats seront publiés prochainement permettant de relever si le dépistage systématique des cardiopathies congénitales critiques par oxymétrie de pouls est efficace pour éviter des complications et à quel coût en France (46).

G. Les recommandations de dépistage des cardiopathies congénitales

1. Etat des lieux dans le monde sur l'institution de recommandations nationales de dépistage des cardiopathies par oxymétrie

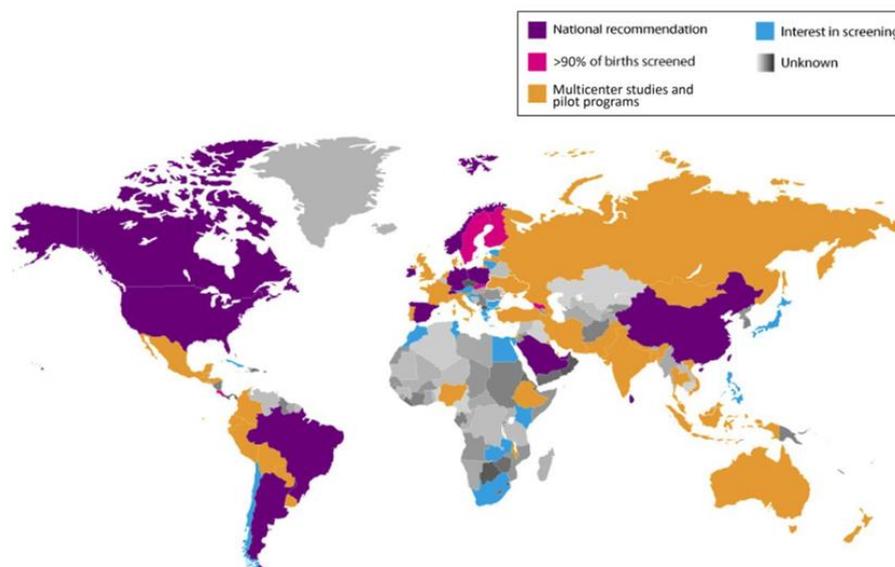


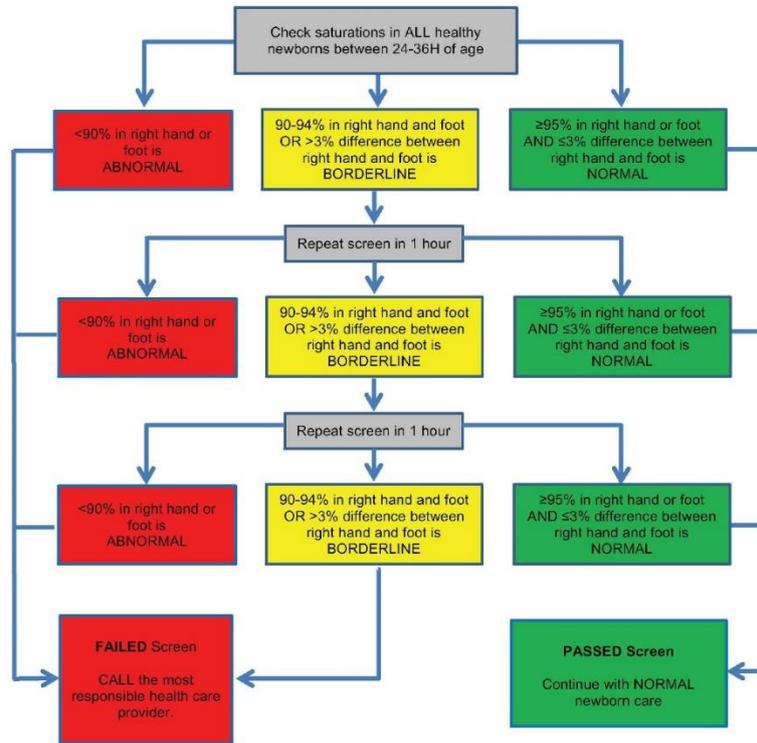
Figure 7 : Répartition géographique des recommandations de dépistage des cardiopathies congénitales par oxymétrie de pouls en 2020 (33)

2. Recommandations Américaines

En 2011, suite aux nombreuses études sur l'intérêt de l'oxymétrie de pouls dans le dépistage des cardiopathies congénitales critiques, un groupe de travail de AR. Kemper aux Etats-Unis, a été formé pour élaborer des stratégies de dépistage sûres et efficaces des cardiopathies congénitales critiques par oxymétrie de pouls. Ce groupe de travail a trouvé des preuves suffisantes pour recommander l'utilisation de l'oxymétrie de pouls dans le dépistage des cardiopathies congénitales critiques (34).

Il est recommandé que le dépistage soit effectué avec un oxymètre de pouls accrédité FDA sensible au bas débit et aux mouvements. Selon les recommandations de l'American Academy of Pediatrics, le dépistage doit être réalisé après 24 heures afin d'éviter les faux positifs. Les mesures sont prises en pré et post-ductale. Le test est positif si la saturation est inférieure à 90% ou si la saturation est inférieure à 95% aux 2 extrémités à deux reprises à une heure d'intervalle ou si la différentielle de saturation est supérieure à 3% entre la main droite

et le pied. Le test est négatif, si la saturation est supérieure ou égale à 95% dans chaque extrémité avec une différentielle inférieure ou égale à 3% (35).



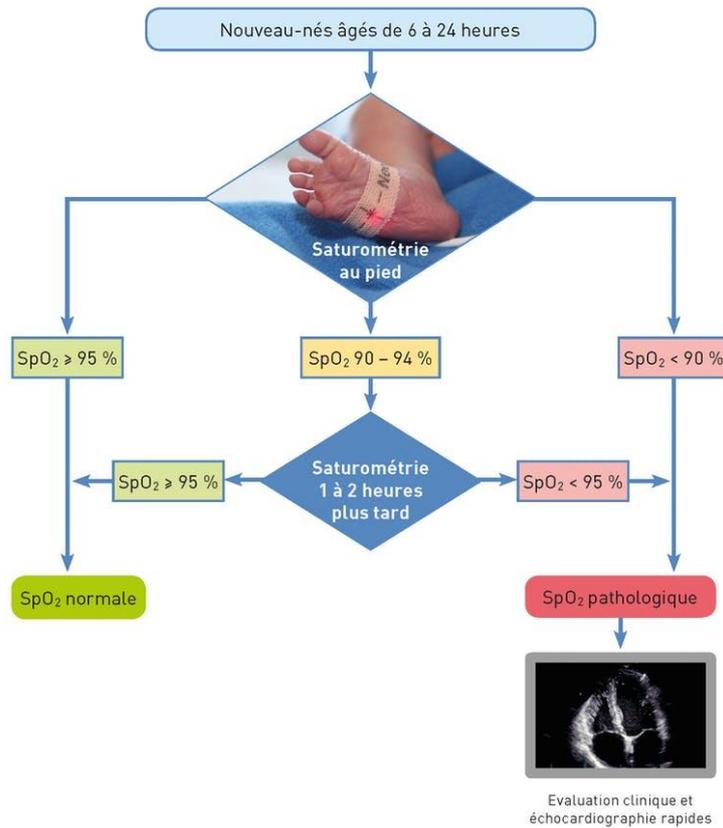
Algorithme 1 : Stratégies de dépistage des cardiopathies congénitales critiques (35)

Une étude récente, réalisée en 2017, par Rahi Abouk, a montré une diminution de 33 % des décès liés à une cardiopathie congénitale chez les nouveau-nés après la mise en œuvre des politiques obligatoires de dépistage des CCC aux États-Unis par rapport à des périodes antérieures et aux États où ces politiques ne sont pas en vigueur, ainsi qu'une baisse de 21 % de la mortalité infantile précoce pour d'autres causes cardiaques (36).

3. Recommandations Suisse

En 2005, les recommandations de la Société Suisse de Néonatalogie et de la Société Suisse de Cardiologie Pédiatrique de dépistage des cardiopathies congénitales critiques par oxymétrie de pouls sont officielles (28).

Le test est effectué dans les 24 premières heures de vie du nouveau-né, après 6 heures de vie, le temps de l'adaptation physiologique cardio-pulmonaire néonatale. Une mesure uniquement post-ductale est recommandée.



Algorithme 2 : Recommandations Suisse dépistage des cardiopathies congénitales critiques (28)

4. Recommandations européennes

En 2017, des pays européens : Pologne, Irlande, Suisse, ont établi des recommandations à l'échelle nationale sur le dépistage des cardiopathies congénitales par oxymétrie de pouls.

En France, il n'y a pas de recommandation nationale. Le déploiement du dépistage se fait plus progressivement du fait de plusieurs raisons :

- Une forte politique de dépistage anténatale. Néanmoins toutes les cardiopathies congénitales critiques ne sont pas dépistées. Notamment la TGV.
- La pratique d'autres dépistages en maternité

Le groupe de travail européen recommande le dépistage par oxymétrie de pouls des cardiopathies congénitales critiques à tous les pays européens et doit être effectué avec un

équipement de nouvelle génération tolérant au mouvement, après 6 heures de vie ou avant la sortie (de préférence dans les 24 heures suivant la naissance), en pré et post ductale.

Chaque pays doit tenir compte des avantages et des inconvénients des protocoles disponibles et utiliser ce qui convient le mieux à leur population (37).

VII. Les 7 cardiopathies dépistées par l'oxymètre de pouls

En septembre 2010, le Comité consultatif du Secrétaire sur les troubles héréditaires du nouveau-né et de l'enfant (SACHDNC), en collaboration avec l'américain Academy of Pediatrics, l'American College of Cardiology Fondation, et l'American Heart Association, a considéré 7 lésions spécifiques comme cibles principales pour le dépistage sur la base des conseils d'un groupe d'experts (35) :

- Syndrome hypoplasique du cœur gauche
- Atrésie pulmonaire
- Tétralogie de Fallot
- Retour veineux pulmonaire anormale totale
- Transposition des gros vaisseaux
- Atrésie tricuspide
- Tronc artériel commun

A. La transposition des gros vaisseaux

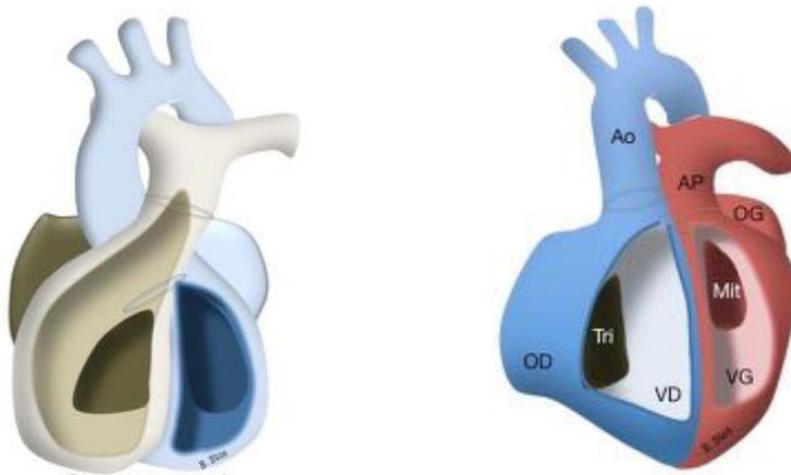


Figure 8 : Cœur normal à gauche, TGV à droite (49)

Elle représente 8 à 9 % des cardiopathies congénitales.

La transposition des gros vaisseaux est caractérisée par une malposition vasculaire. Elle correspond à une aorte qui naît directement du ventricule droit et à une artère pulmonaire qui naît du ventricule gauche (on parle de discordance ventriculo-artérielle), ce qui entraîne la formation de 2 circulations, systémique et pulmonaire, indépendantes et parallèles.

À la naissance, les deux circulations, pulmonaire et systémique, fonctionnent en parallèle, réalisant respectivement un shunt gauche-droite et un shunt droite-gauche. Le sang désaturé venant des veines caves repart dans la circulation systémique sans passer par les poumons, et le sang veineux pulmonaire oxygéné est redistribué dans la circulation pulmonaire, sans parvenir à la périphérie du corps. Les échanges sanguins entre les deux circulations, qui forment le véritable débit effectif, ne sont possibles que par le canal artériel et le foramen ovale. Le canal artériel et le foramen ovale permettent respectivement à du sang désaturé venant de la circulation systémique de gagner la circulation pulmonaire et à du sang oxygéné de circuler dans la circulation systémique. Quelques heures après la naissance, lorsque les résistances pulmonaires chutent, le débit à travers le canal artériel se fait dans le sens AO-AP. Le retour veineux pulmonaire est ainsi augmenté et dilate l'OG, permettant la persistance du foramen ovale. Il se crée alors un débit à travers celui-ci, de l'OG à l'OD, opposé mais équivalent à celui du canal artériel. Dans le cas plus défavorable où ce dernier se ferme, un débit bidirectionnel à travers un foramen ovale suffisamment large assure le débit effectif. Risque d'OAP si FOP restrictif.

Le diagnostic postnatal de la TGV est évoqué devant une cyanose isolée, réfractaire à l'oxygène, présente dès les premières heures de vie, mais la cyanose peut être modérée en cas de bon mélange des deux circulations, pulmonaire et systémique, à travers le canal artériel et le foramen ovale. Certaines formes très graves, dues à l'absence de shunt à cause d'un foramen ovale trop petit, se manifestent dès les premières minutes de vie par une hypoxémie profonde avec acidose, pouvant simuler une détresse respiratoire ou un état de choc.

En l'absence de traitement, la TGV simple est une cardiopathie létale dans 90 % des cas pendant la première année de vie.

- **Anatomie de la TGV**

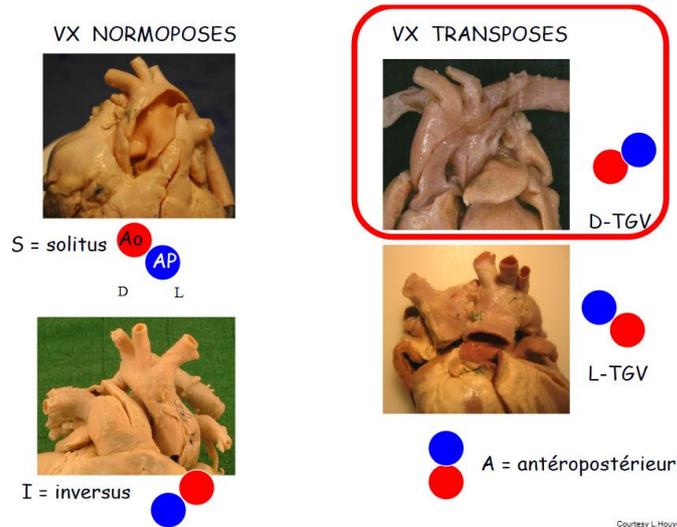


Figure 9 : Formes anatomiques de la TGV (49)

- **Types anatomiques : simples et complexes**

- TGV simple = 60% des cas, pas d'autre lésion associée
- TGV avec CIV
- TGV avec CIV et coarctation
- TGV avec CIV et sténose pulmonaire
- L-TGV (très rare)

- **Prise en charge de la TGV**

Il s'agit d'une urgence néonatale. En cas de diagnostic anténatal, l'accouchement est organisé dans une maternité de niveau III et hospitalisation immédiate avec un cardiopédiatre à proximité immédiate.

Il est urgent de maintenir la perméabilité du canal artériel par la prostaglandine. Une manœuvre de Rashkind est réalisée en urgence en salle de cathétérisme :

Manœuvre de Rashkind (1966)

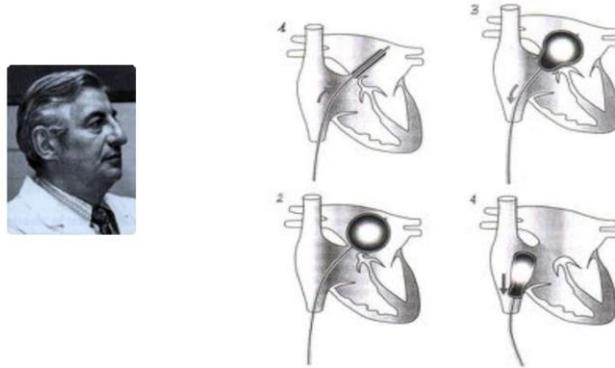


Figure 10 : Manoeuvre de Rashkind

Un switch artériel est réalisé secondairement.

B. Retour veineux pulmonaire anormal total

1. RVPAT bloqué

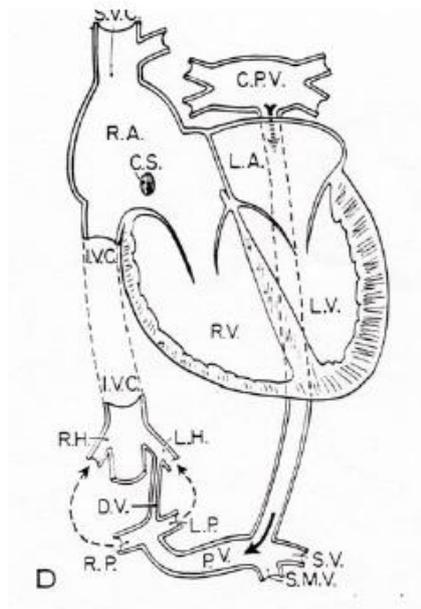


Figure 11 : Schéma d'un RVPAT bloqué (49)

Cette cardiopathie correspond à un abouchement anormal de toutes les veines pulmonaires. Il s'agit d'une malformation rare. Le diagnostic prénatal possible mais difficile. Elle peut être une potentielle urgence chirurgicale néonatale.

Il existe différent type de RVPAT bloqué, classé selon le site d'abouchement du collecteur :

- Supra-diaphragmatique
- Infra-diaphragmatique
- Mixtes

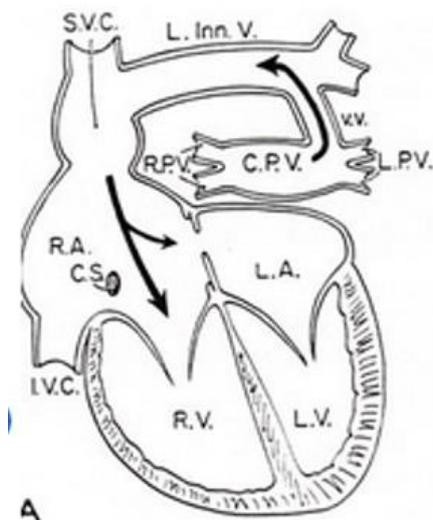
La forme bloquée s'observe surtout dans les formes infra-diaphragmatiques.

- **Clinique**

En général, il n'est pas accompagné de souffle. Il se présente par une détresse respiratoire sévère néonatale, une cyanose sévère ($SaO_2 < 75\%$), réfractaire et par un petit débit systémique, une défaillance hémodynamique. Un tableau de choc et cyanose.

Il s'agit d'une urgence chirurgicale.

2. **RVPAT non bloqué**



Typiquement, le drainage est supra diaphragmatique, de la confluence via la veine verticale dans TVI. Il existe un shunt gauche droit des veines pulmonaires à l'OD ce qui entraîne une dilatation cavité droite. Le débit systémique est entièrement dépendant de la CIA à shunt D/G obligatoire ce qui entraîne une surcharge droite, une augmentation du débit pulmonaire et une désaturation modérée puisqu'il y a un shunt droite/gauche au niveau de la CIA.

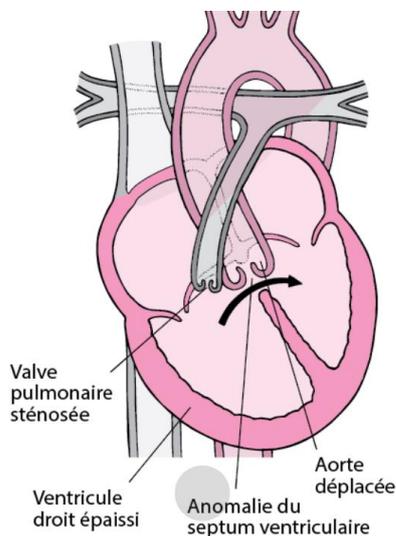
Figure 12 : Schéma d'un RVPAT non bloqué (49)

- **Clinique** :

Les signes fonctionnels d'hyperdébit pulmonaire s'installent progressivement, parallèlement à la baisse des résistances pulmonaires avec polypnée, dyspnée. Il peut se présenter avec des difficultés alimentaires et un retard pondéral modéré. La cyanose est modérée (85-90%).

Le traitement est chirurgical, il peut être différé et un traitement symptomatique prescrit en attendant la cure.

C. Tétralogie de Fallot



La tétralogie de Fallot est la plus fréquente des cardiopathies congénitales cyanogènes. Elle représente 7 à 10% des anomalies cardiaques congénitales.

Embryologiquement, elle fait partie des cardiopathies conotruncales. L'anomalie se situe au moment du wedging. Il existe une bascule antérieure et à droite du septum conal responsable d'une CIV haute de malignement et d'une sténose pulmonaire.

Anatomiquement, il s'agit pour l'essentiel d'une communication interventriculaire conotruncale, associée à une dextroposition de l'aorte, à une sténose pulmonaire, une hypertrophie ventriculaire droite.

Figure 13 : Schéma d'une Tétralogie de Fallot

Les différentes formes :

Forme régulière	Forme irrégulière
<ul style="list-style-type: none"> - CIV unique - Coronaires normales - Artères pulmonaires normales 	<ul style="list-style-type: none"> - CIV multiples - Coronaires anormales - Anomalies des branches pulmonaires (sténose, agénésie, naissance anormale)

En période néonatale, on note cliniquement un souffle systolique éjectionnel au foyer pulmonaire permettant souvent de conduire au diagnostic, une cyanose pouvant s'accroître lors d'un effort (pleurs, tétées), secondaire à une activation adrénergique, une hyperactivité infundibulaire majeure la sténose pulmonaire conduisant à une hypoperfusion pulmonaire, avec risque de malaise.

Si la sténose sur la voie pulmonaire est trop importante, n'assurant pas assez le débit pulmonaire, il faut maintenir la perméabilité du canal artériel par l'administration de PROSTINE, et réalisée ensuite une chirurgie palliative de type anastomose systémico-pulmonaire de Blalock qui consiste à créer un shunt entre l'artère sous clavière et l'artère pulmonaire en attendant la cure complète habituellement vers l'âge de 5 à 6 mois.

D. Atrésie pulmonaire à septum ouvert (APSO)

Elle fait partie des cardiopathies conotruncales.

Il existe 4 formes anatomiques :

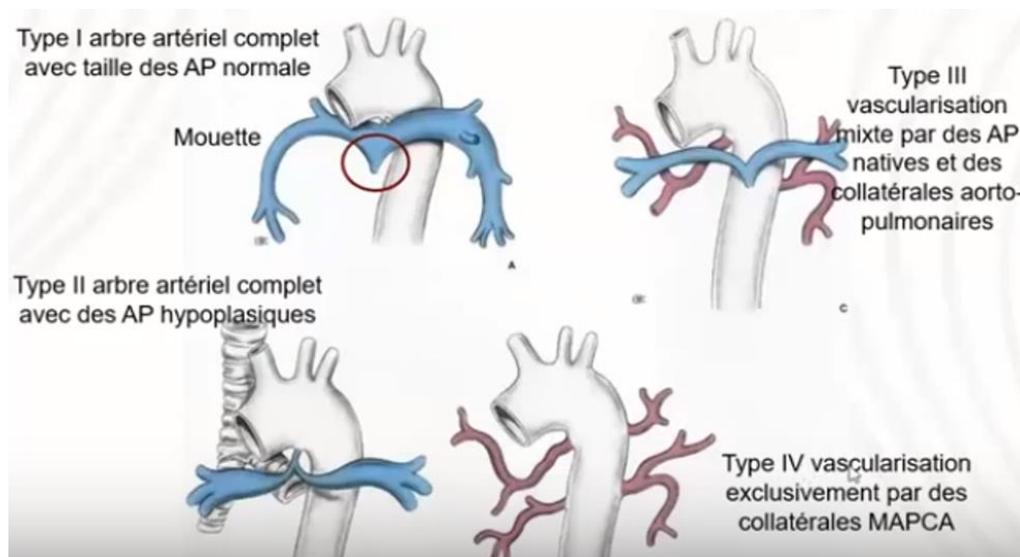


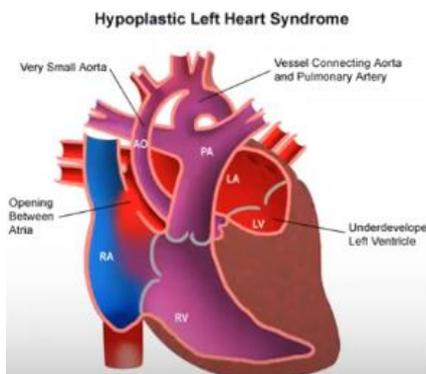
Figure 14 : Les 4 formes anatomiques de l'APSO (49)

Les MAPCA (Major Aorto Pulmonary Collateral Artery) correspondent à des collatérales systémico-pulmonaires développées au dépend d'une artère bronchique et venant supplées la vascularisation pulmonaire.

Cliniquement, en période néonatale, une APSO se présente par une cyanose ou par des signes d'insuffisance cardiaque congestive dans les formes avec hyperdébit par vascularisation abondante par des MAPCA.

La prise en charge consiste en cas de découverte anténatale, à organiser la naissance en milieu spécialisée avec une équipe cardiopédiatrique. En cas de cyanose profonde, une perfusion de prostine peut être indiquée. Puis une prise en charge dans un centre de chirurgie cardiaque pédiatrique et congénitale.

E. Le syndrome d'hypoplasie du ventricule gauche



Le syndrome d'hypoplasie du ventricule gauche est caractérisé par un défaut de développement des structures gauches (ventricule gauche, aorte, valve aortique et valve mitrale), conduisant à un obstacle à l'éjection gauche.

Figure 15 : Schéma d'une hypoplasie ventriculaire gauche

Elle représente 0,8% des naissances vivantes et 1% des cardiopathies congénitales.

Le diagnostic peut être fait en anténatal sur la coupe 4 cavités devant un déséquilibre ventriculaire.

La présentation clinique post natale chez un nouveau-né à terme peut être une cyanose peu visible, il n'y a pas de souffle cardiaque, d'où l'intérêt du dépistage par oxymétrie de pouls. A la fermeture du canal artériel, survient une polypnée liée au débit pulmonaire important,

augmentant avec la baisse des résistances pulmonaires, une tachycardie, une oligurie voire un choc cardiogénique.

La prise en charge est une urgence néonatale avec un maintien du canal artériel, afin d'optimiser le rapport débit pulmonaire sur débit systémique. Les facteurs tels le sepsis, la prématurité, l'inhalation du liquide méconial peuvent faire augmenter les résistances pulmonaires donc faire diminuer le débit pulmonaire. Devant une saturation qui reste basse, on recherche un éventuel obstacle au niveau de la circulation pulmonaire (obstacle sur le retour des veines pulmonaire, sténose veine pulmonaire). En cas de CIA restrictive une septostomie de Rashkind peut être indiquée.

Une mauvaise perfusion indique une baisse du débit systémique, avec un risque d'ischémie myocardique et d'hypoperfusion périphérique. Il faut alors diminuer le débit pulmonaire pour favoriser le débit systémique. Une réparation chirurgicale en plusieurs temps est envisagée.

F. Atrésie tricuspide

Il s'agit d'une cardiopathie cyanogène, représente 2% des cardiopathies congénitales, caractérisée par une absence de connexion atrio-ventriculaire à droite.

Les études épidémiologiques montrent que cette malformation cardiaque est le plus souvent isolée sans anomalie extracardiaque et sans anomalie chromosomique avec un taux de récurrence faible.

L'atrésie tricuspide est en général, non menaçante chez le nouveau-né sauf en cas d'atrésie pulmonaire associée où la lésion devient ducto-dépendante ou en cas de coarctation de l'aorte, dans les formes avec malposition vasculaire où l'aorte naît du ventricule droit hypoplasique avec souvent une sténose sous aortique en raison d'un conus sous aortique étroit. Dans la forme habituelle avec les vaisseaux normalement posés et sténose pulmonaire, le diagnostic repose sur la cyanose associée à un souffle de sténose.

L'atrésie tricuspide s'intègre dans le cadre des ventricules uniques, avec une hypoplasie de ventricule droit ne pouvant pas bénéficier d'une réparation à deux ventricules.

Dans les formes avec atrésie pulmonaire ou sténose très serrée, une anastomose systémico-pulmonaire est indiquée en période néonatale, suivie d'une dérivation cavo-pulmonaire

partielle (après l'âge de 6 mois) et une dérivation cavo-pulmonaire totale (après l'âge de 2 ans).

G. Tronc artériel commun (TAC)

Le tronc artériel commun fait partie du groupe des cardiopathies cono-troncales. Représente 1,4% des cardiopathies congénitales (1/1000), est souvent associé au syndrome de Di George (délétion 22q.11)

Embryologiquement, il n'y a pas eu de septation aortico pulmonaire qui fait qu'il n'existe qu'une seule valve troncale.

Anatomiquement, il est caractérisé par :

- Une CIV large cono-troncale
- Une valve troncale dysplasique
- Des anomalies coronaires : une coronaire unique (50%)
- Une naissance variable des branches pulmonaires classant les TAC en IV types

Cliniquement, le nouveau-né est rapidement symptomatique avec une polypnée en rapport avec un hyperdébit pulmonaire, majorée à la chute des résistances artériolaires pulmonaires.

La prise en charge consiste à contrôler l'hyperdébit pulmonaire en agissant sur les résistances systémiques et pulmonaires, avec un traitement symptomatique par diurétique en cas de signe congestif. La prise en charge chirurgicale s'effectue avant un mois.

NOTRE ETUDE

VIII. Objectifs

L'objectif principal de notre étude est d'étudier la faisabilité de la mise en place du protocole de dépistage systématique des cardiopathies congénitales critiques dans 2 services de maternité des Hauts-de-France, au CHU Amiens et au CH de Saint Quentin, et d'évaluer l'acceptabilité du test par les parents.

Les objectifs secondaires sont de relever le nombre et le type de cardiopathies congénitales diagnostiquées et le nombre et le type d'autres pathologies diagnostiquées à la suite du dépistage, comme un sepsis, une HTAP.

IX. Matériel et méthode

Il s'agit d'une étude prospective menée dans 2 maternités. CHU Amiens et CH Saint Quentin.

A. Population étudiée

- **Critères d'inclusion**

Les nouveau-nés concernés par notre étude sont, tous les nouveau-nés au terme supérieur ou égal 35 SA n'ayant pas de diagnostic anténatal de cardiopathie congénitale

- **Critères de non-inclusion**

Les nouveau-nés hospitalisés

Les prématurés < 35 SA

Les nouveau-nés avec un diagnostic anténatal de cardiopathie congénitale

En cas de refus du dépistage par les parents

Naissances sous X

Les naissances non vivantes : IMG, MFIU, fausses couches

B. Critères de jugements

- **Critères de jugement principal de l'étude**

Evaluer le pourcentage de nouveau-né ayant bénéficié de la réalisation du test de dépistage par la mesure de SaO₂, calculé par rapport au nombre total des nouveau-nés éligibles pendant la période de notre étude. Évaluer l'acceptabilité de la mise en place du protocole par les soignants et l'acceptabilité du test par les parents.

- **Critères de jugement secondaires**

Evaluer le nombre et le type de cardiopathies diagnostiquées suite au dépistage par la technique de la SaO₂. Evaluer le nombre et le type d'autres pathologies diagnostiquées suite au dépistage : sepsis, HTAP, autres.

C. Centres d'étude

- **CHU Amiens**

La maternité du CHU Amiens est un centre de niveau III, on dénombre 2282 accouchements en 2020 et 1083 accouchements de janvier à juin 2021. Le service de maternité est constitué de 29 lits. On note la présence quotidienne d'un pédiatre, un interne, parfois un externe, 2 sages-femmes, 2 auxiliaires puéricultrices, et 1 aide-soignante.

La maternité recrute toutes les catégories sociales de la population, ce qui garantit la représentativité de l'étude.

Le CHU Amiens dispose d'un service de cardiologie pédiatrique et congénitale avec un domaine d'expertise dans le diagnostic anténatal des cardiopathies congénitales (Echographie cardiaque fœtale de référence, Traitement médical in utéro). Les cardiopédiatres sont acteurs principaux au sein du CPDPN pour le diagnostic et le suivi anténatal.

Pour la chirurgie cardiaque pédiatrique, le CHU Amiens collabore avec les centres de compétence en chirurgie cardiaque : Hôpital Necker, hôpital Marie Lannelongue à Paris.

Au CHU Amiens, l'étude a été menée du 1^{er} janvier 2021 au 30 juin 2021.

Matériels utilisés :

- 2 saturomètres adaptés au nouveau-né de marque Philips
- Capteurs d'oxymétrie de pouls réutilisables
- Algorithme de prise en charge du dépistage

Le test de dépistage est réalisé par un pédiatre, un interne de pédiatrie du service de Néonatalogie/Maternité ou un externe en médecine, une auxiliaire de puériculture ; entre 6 heures et 24 heures de vie.

- **CH Saint Quentin**

La maternité de Saint Quentin est une maternité de niveau 2B. On dénombre 1273 naissances en 2020. La maternité de Saint Quentin a obtenu le label de qualité IHAB, soutenue par l'OMS et l'UNICEF. Le service de maternité est constitué de 28 lits. On note la présence quotidienne d'un pédiatre, 2 puéricultrices, 2 sages-femmes et de 2 auxiliaires puéricultrices.

L'étude s'est déroulée du 1^{er} janvier 2021 au 31 mai 2021.

Matériels utilisés est

- 1 saturomètre de marque Massimo radical 7
- Capteurs d'oxymétrie de pouls réutilisables
- Algorithme de prise en charge du dépistage

Le test est réalisé par les puéricultrices.

D. Saisie des données

Les données sont saisies et traitées sur un logiciel Excel.

E. Organisation des sorties

- **A la maternité du CHU Amiens :**

Sortie J2 précoce

- Accouchement par voie basse avant 14 heures.
- Naissance > 38 SA

- Poids de naissance > 3^{ème} percentile (>2300g pour un terme entre 38 et 38 +6 SA, >2500g pour un terme entre 39 et 39 +6 SA, >2600g à partir de 40SA)
- Bonne adaptation à la vie extra utérine (Apgar > 7 à 5 minutes, pH artériel > 7,1 et lactates < 7 mmol/l) sans hospitalisation initiale
- Poids de sortie suffisant < 8% du poids de naissance
- Alimentation établie avec des tétées efficaces
Mictions et émission de selles spontanées
- Statut ictère bas : index situé sous la courbe verte du normogramme de Bhutani
- Absence de risque infectieux ou Critère infectieux A selon HAS)

Si tous ces critères sont remplis, une sortie précoce est envisageable. L'examen clinique pédiatrique autorise la sortie avec un rendez-vous dans les 24 heures avec une sage-femme ou un médecin

Sortie J2 plus

- Accouchement par voie basse après 14 heures
- Avec les mêmes conditions de terme, d'adaptation à la naissance, de poids, d'alimentation, de statut infectieux et de statut ictère.

Sortie J3

- Précoce après un accouchement par césarienne
- Standard après un accouchement par voie basse
- Terme > 37 SA
- Poids de sortie suffisant < 8% du poids de naissance
- Alimentation établie, tétées efficaces
- Mictions et émission de selles spontanées
- Statut ictère bas
- Critère infectieux A ou B avec une surveillance clinique normale

L'examen clinique pédiatrique autorise la sortie avec un rendez-vous dans les 48 heures avec une sage-femme ou un médecin.

- **A la maternité du CH Saint Quentin**

Une sortie précoce à J2, est possible si :

- Naissance par voie basse avant 10 heures
- Perte de poids < 8% du poids de naissance
- Alimentation établie
- Absence de contexte infectieux
- Absence de contexte social particulier
- Examen pédiatrique de sortie par un pédiatre favorable
- Un suivi avec le service PRADO est organisé

En cas de naissance par césarienne, une sortie à J3 selon l'examen clinique du pédiatre.

F. Planification de la mise en place du protocole

Pour établir le protocole nous nous sommes basés sur les recommandations de dépistage européennes. Le protocole consiste à mesurer la saturation à la main droite et au pied entre 6 heures et 24 heures de vie chez tous les nouveau-nés asymptomatiques en maternité de terme ≥ 35 SA sans DAN de cardiopathie congénitale.

- Saturation < 90%, au membre inférieur ou supérieur, une évaluation clinique et une échographie cardiaque sont réalisées.
- Saturation entre 90 et 95% à la main droite et membre inférieur OU une différentielle > 3%, une deuxième mesure est effectuée une heure après. Si le résultat est toujours positif, une évaluation clinique et une échographie cardiaque sont réalisées.
- Saturation $\geq 95\%$ ET une différentielle $\leq 3\%$, la surveillance classique du nouveau-né en maternité est poursuivie.

Nous avons eu un premier temps de rencontre avec les responsables des services de maternité et de cardiologie pédiatrique et les cadres pour les modalités de la mise en place du protocole, en maternité.

Par la suite, nous avons organisé des rencontres avec les personnels de la maternité susceptibles de participer à l'étude, à savoir au CHU Amiens, les internes, externes, sages-

femmes et auxiliaires de puériculture et au CH Saint Quentin, les puéricultrices, dans le but de présenter et expliquer l'étude.

Au cours de l'étude, nous avons pu nous entretenir à plusieurs reprises individuellement, avec les différents intervenants afin de relever les éventuelles difficultés, problématiques. Ce qui a permis, le cas échéant d'assouplir le protocole et de s'adapter à l'organisation du service.

G. Information et sensibilisation de l'équipe sur l'intérêt du dépistage des cardiopathies congénitales critiques en maternité

Un diaporama est présenté pour expliquer l'objectif de notre étude, résumer les différentes grandes études démontrant son intérêt comme outils de dépistage de masse et son efficacité. A partir de rappels sur la physiopathologie des cardiopathies congénitales critiques, nous avons expliqué l'intérêt majeur de l'oxymétrie de pouls couplée à l'examen clinique dans l'identification précoce des cardiopathies susceptibles d'engager le pronostic vital.

Le but de notre étude est de rendre, le test, systématique, faisant partie intégrante de notre pratique dans nos maternités.

H. Formation de l'équipe au dépistage

Le protocole a été expliqué pas à pas. La prise de la saturation est prise à la main droite et au pied. Les résultats (saturations et différentielle) sont notés sur un formulaire établi.

Les intervenants participants à l'étude notent également les éventuelles difficultés et obstacles rencontrés en pratique.

Un dépliant avec un QR code permettant d'accéder à une brochure explicative sur l'instauration systématique du dépistage des cardiopathies congénitale critique en maternité est remis aux parents par l'opérateur réalisant le test. Cela permet d'informer les parents et de recueillir leur consentement oral de manière éclairée.

Le questionnaire mentionne des questions sur l'acceptabilité des parents à la mise en place du test de dépistage.

Afin de garder l'anonymat, chaque nouveau-né est référencé par son numéro d'accouchement.

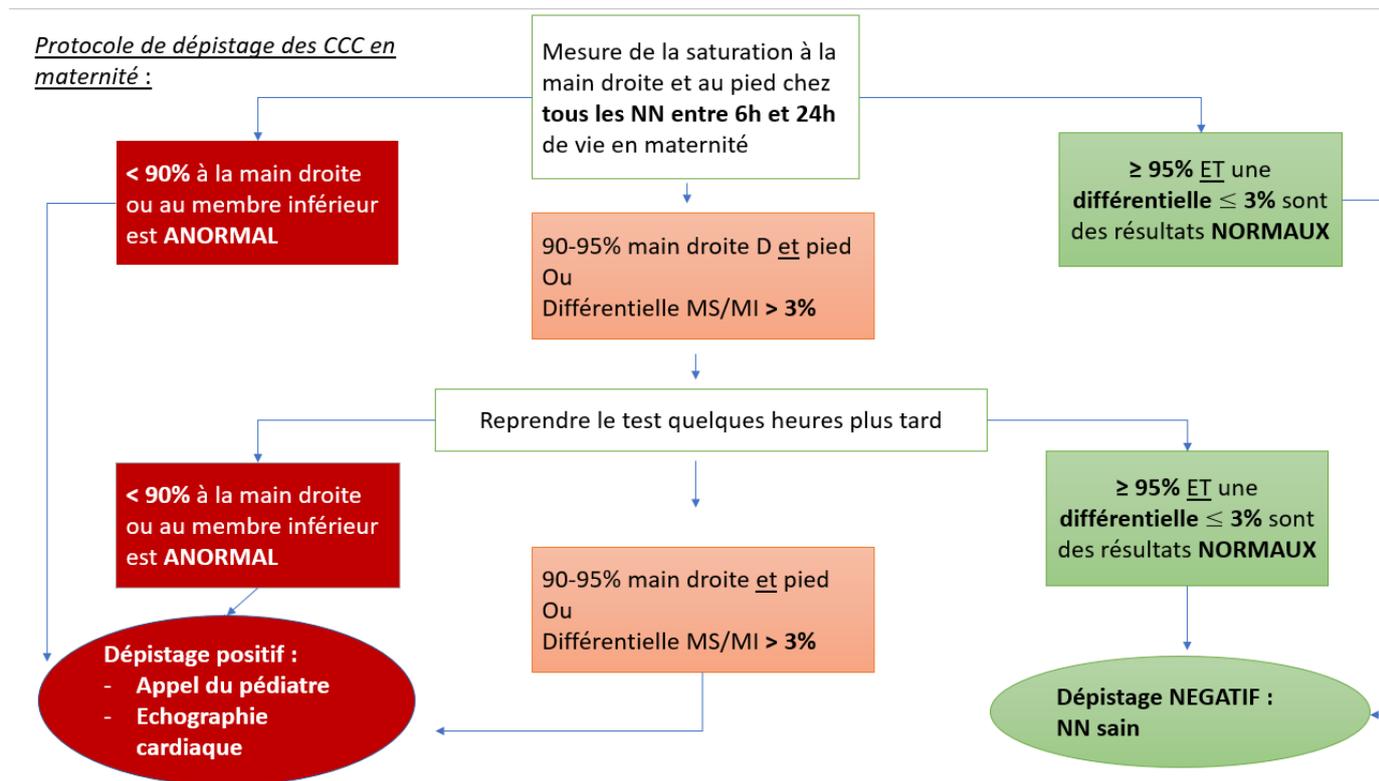


Figure 16 : Protocole de dépistage des cardiopathies congénitales critiques en maternité

I. Mise en œuvre du dépistage

• Opérateur réalisant le test de dépistage

Au CHU Amiens, le dépistage des cardiopathies congénitales critiques par oxymétrie de pouls est initialement réalisé par les internes du service de Néonatalogie/maternité avec l'aide des externes. Ensuite par les auxiliaires de puériculture.

Au CH Saint Quentin, le test est effectué par les puéricultrices.

• Moment de la réalisation du test de dépistage

Théoriquement entre 6 heures et 24 heures de vie.

• Procédure du test de dépistage

L'opérateur mesure la saturation en pré et en post ductale chez un enfant calme. Le capteur multi-usage est désinfecté avant et après chaque utilisation. Il est nécessaire d'attendre une valeur fiable en ayant une belle courbe de pléthysmographie. La démarche à suivre est indiquée sur l'algorithme, basé selon les recommandations européennes.

Le formulaire anonymisé par le numéro d'accouchement rempli par l'opérateur relève : l'examen clinique si le test est réalisé par l'interne, la saturation, < 90%, entre 90-95% ou $\geq 95\%$, la différentielle de saturation entre la main droite et le pied, le moment de la prise de saturation et les difficultés rencontrées.

Si le test est réalisé par une auxiliaire de puériculture, les données de l'examen clinique recueilli sur le dossier.

Il est important avant de procéder au dépistage, de donner des informations claires aux parents et de recueillir leur consentement oral.

Un questionnaire leur est également remis afin de relever les facteurs de risque de cardiopathie congénitale, de nous renseigner si l'information communiquée est compréhensible, si des informations complémentaires sont nécessaires, si le test effectué est une source d'inquiétude ou au contraire ils adhèrent complètement à sa mise en place.

X. Résultats

A. Diagramme d'inclusion au CHU Amiens

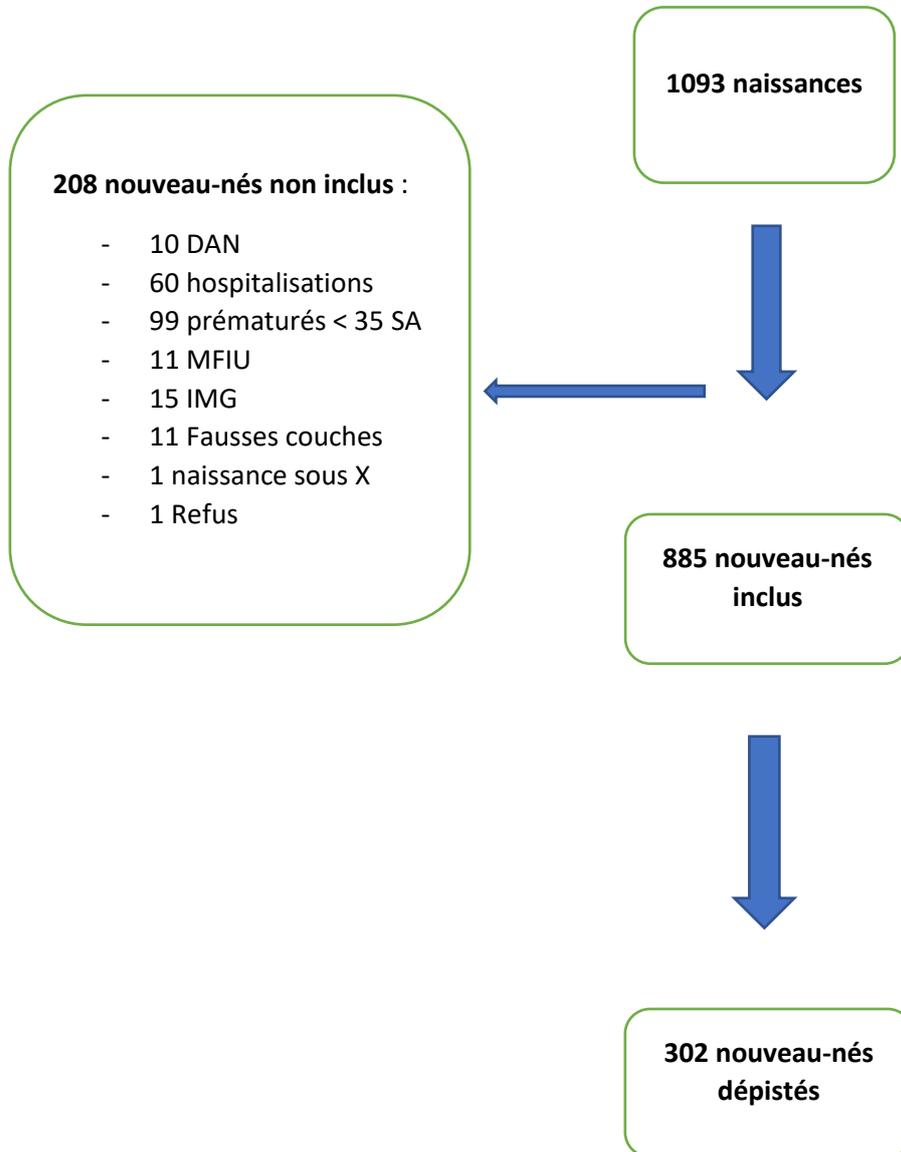


Figure 17 : Diagramme d'inclusion au CHU Amiens

B. Diagramme d'inclusion au CH Saint Quentin

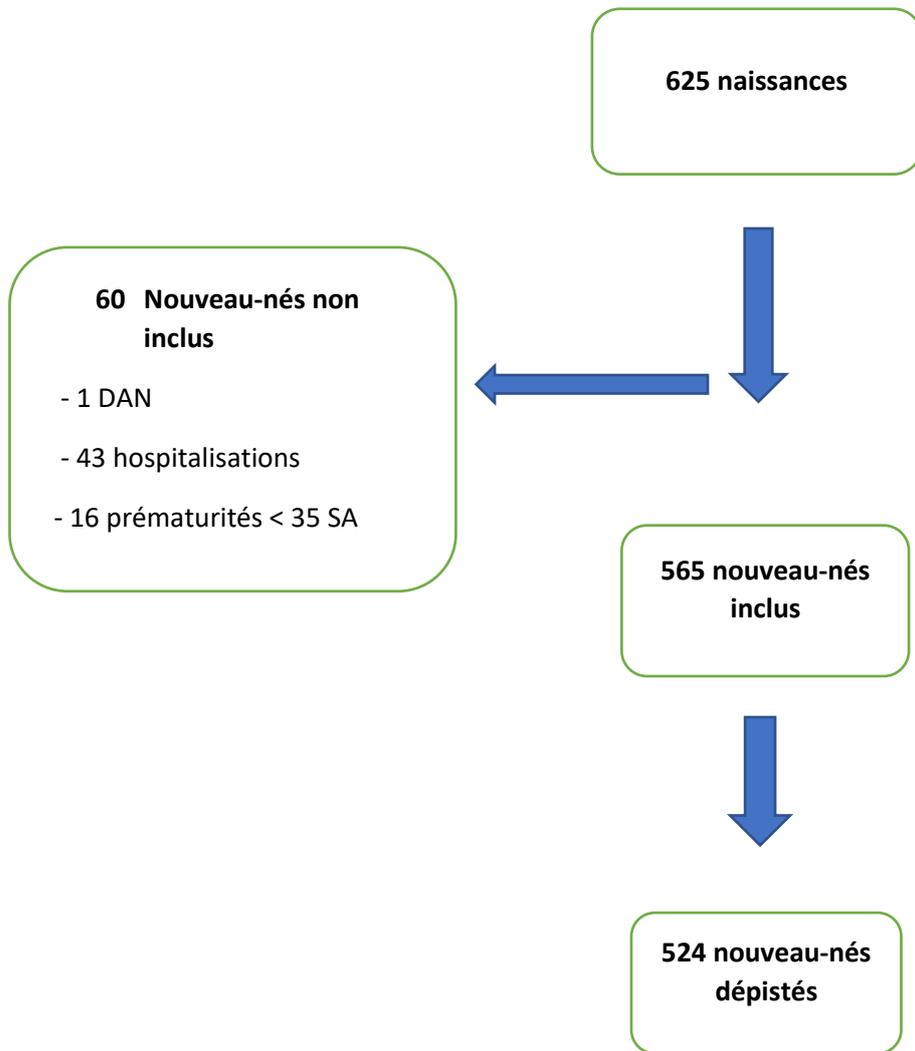


Figure 18 : Diagramme d'inclusion au CH Saint Quentin

C. Caractéristiques de la population incluse à l'étude

Caractéristique	CHU Amiens	CH Saint Quentin
Age maternel	29,2 ans +/-5,6	29,15 ans +/-5,74
Gestité	2,6 +/-1,6	2,5+/-1,59
Parité	2 +/- 1,65	2,1+/-1,3
Terme de naissance	39,5 SA +/-1,26	38,8 SA+/-1,24
Poids de naissance	3,314 kg +/-0,4	3,354 kg +/- 0,46
Antécédent personnel :		
Diabète gestationnel	93 (10,6%)	82 (14,5%)
Pathologie chronique	205 (23,3%)	140 (24,8%)
Aucun	573 (65,3%)	337 (59,8%)
Non renseigné	7 (0,8%)	5 (0,9%)
Prise médicamenteuse :		
Oui	109 (12,4%)	72 (12,8%)
Non	769 (87,6%)	492 (87,2%)
Consommation de toxique pendant la grossesse		
Non	692 (79%)	413 (73,2%)
Tabac	160 (18,3%)	130 (23%)
Alcool	2 (0,2%)	0 (0%)
Intoxication multiple	1 (0,2%)	5 (0,9%)
Non renseigné	23 (2,3%)	16 (2,8%)
Exposition aux pesticides		
Oui	1 (0,1%)	5 (1%)
Non	146 (16,6%)	339 (60%)
Non renseigné	731 (83,3%)	220 (39%)

Tableau 5 : Caractéristique de la population incluse à l'étude

D. Les facteurs de risque de cardiopathie congénitale

1. Antécédent familial de cardiopathie congénitale

- Au CHU Amiens

20 cas d'antécédent familial de cardiopathie congénitale au CHU Amiens :

Antécédent de cardiopathie congénitale familiale	N (%)
Oui	20 (2,3%)
Non	748 (85,2 %)
Non renseigné	110 (12,5%)

Tableau 6 : Antécédent de cardiopathie congénitale familiale dans la population incluse au CHU Amiens.

- Interruption de l'arche aortique
- Hypoplasie de l'arche aortique (2)
- Coarctation de l'aorte (3)
- Communication inter-auriculaire
- Tétralogie de Fallot
- Sténose aortique
- Dysplasie arythmogène du VD
- Bicuspidie aortique
- CIV trabéculée
- Canal artériel malformatif
- Ventricule unique
- Malformation cardiaque sans précision (6)

- Au CH Saint Quentin

13 cas d'antécédent familial de cardiopathie congénitale au CH de Saint Quentin :

Antécédent de cardiopathie congénitale familial :	N (%)
Oui	13 (2,3%)
Non	495 (87,8%)
Non renseigné	56 (9,9%)

Tableau 7 : Antécédent de cardiopathie congénitale familiale dans la population incluse au CH Saint Quentin

- Fente mitrale
- CIV (2)
- Tétralogie de Fallot
- Insuffisance aortique
- Ventricule unique
- Malformation cardiaque sans précision (7)

2. Antécédent de maladie génétique

- Au CHU Amiens

23 cas d'antécédent familial de maladie génétique :

Antécédent de maladie génétique :	N (%)
Oui	23 (2,6%)
Non	749 (85,3%)
Non renseigné	106 (12%)

Tableau 8 : Antécédent de maladie génétique dans la population incluse au CHU Amiens

- Trisomie 21 (19)
- Trisomie 13 (2)
- Syndrome de Turner
- Gène DAVD

- Au CH Saint Quentin

5 cas d'antécédent familial de maladie génétique

Antécédent de maladie génétique	N (%)
Oui	5 (0,9 %)
Non	502 (89 ,1%)
Non renseigné	57 (10%)

Tableau 9 : Antécédent de maladie génétique dans la population incluse au CH Saint Quentin

- Trisomie 21(3)
- Trisomie 22
- Syndrome de Pierre Robin.

E. Anomalies cardiaques découvertes ou suspectées en anténatal

- Au CHU Amiens

Parmi les nouveau-nés non inclus, 10 présentent des anomalies cardiaques aux échographies anténatales :

- Déséquilibre ventriculaire au profit des cavités gauches
- CIV trabéculée
- Déséquilibre aux dépends des cavités gauches, hypoplasie de l'arche aortique, veine cave supérieure gauche au sinus coronaire
- Déséquilibre des oreillettes au dépend de OG
- CIV de mal alignement
- CIV haute
- Déséquilibre ventriculaire
- Insertion linéaire des valves auriculoventriculaires

- Veine cave supérieur gauche (2)

3 IMG sont réalisées pour des cardiopathies complexes :

- Ventricule unique de type droit avec atrésie mitrale et hypoplasie aortique
- Ventricule unique de type gauche avec une transposition des gros vaisseaux et hypoplasie aortique
- Oreillette unique avec valve auriculo-ventriculaire unique, hypoplasie VD, large CIV sous pulmonaire, malposition des gros vaisseaux et sténose valvulaire pulmonaire.

3 Cardiopathies sont confirmées en postnatal

- CAV complet équilibré dans le cadre d'une trisomie 21
- Syndrome de Shone : rétrécissement mitral, hypoplasie VG, sténose aortique, hypoplasie de l'arche aortique.
- CIV trabéculée moyenne

- Au CH Saint Quentin

1 DAN d'une CIV péri-membraneuse confirmée en postnatal.

F. Dépistage des cardiopathies congénitales par oxymétrie de pouls en maternité

1. Nombre de dépistages comparé au nombre de naissances par mois

- CHU Amiens

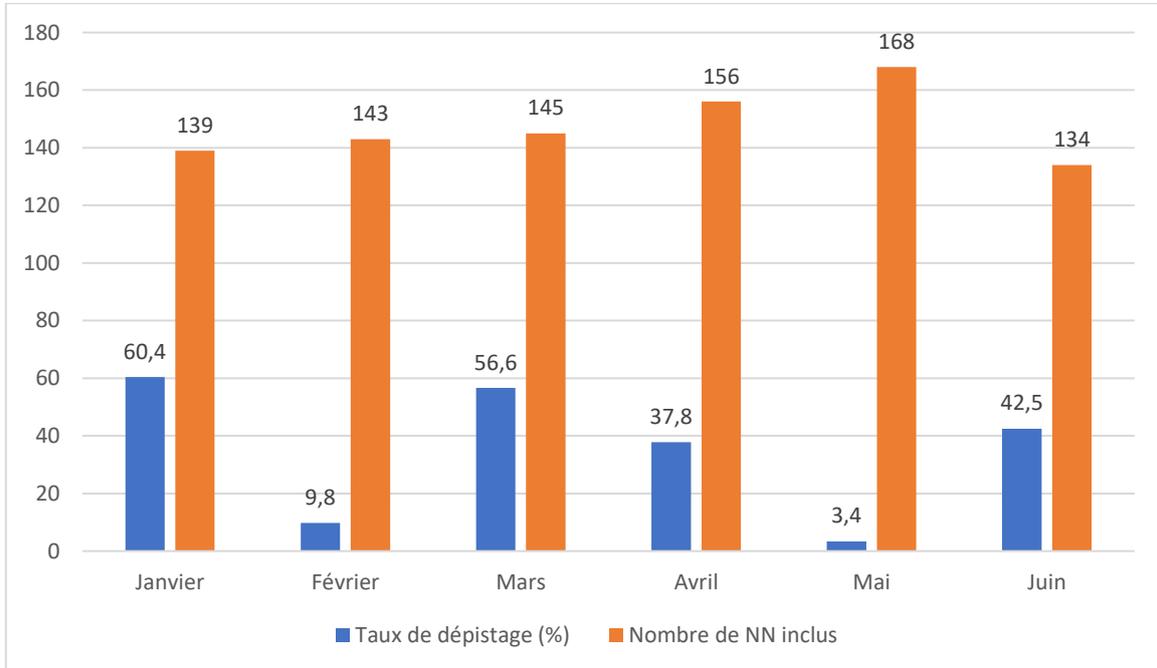


Figure 19 : Activité de dépistage selon le nombre de naissance par mois au CHU Amiens

- CH Saint Quentin

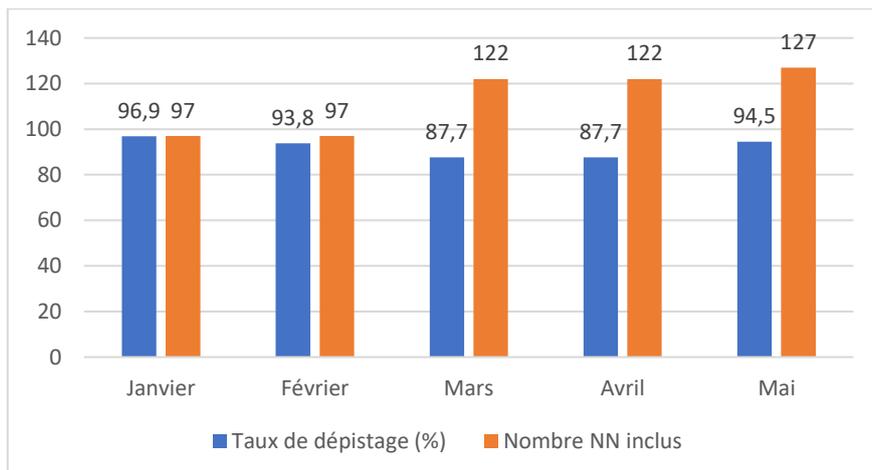


Figure 20 : Activité de dépistage selon le nombre de naissance par mois au CH Saint Quentin

2. Réalisation du test de dépistage par oxymétrie de pouls

- Opérateur

- Au CHU Amiens

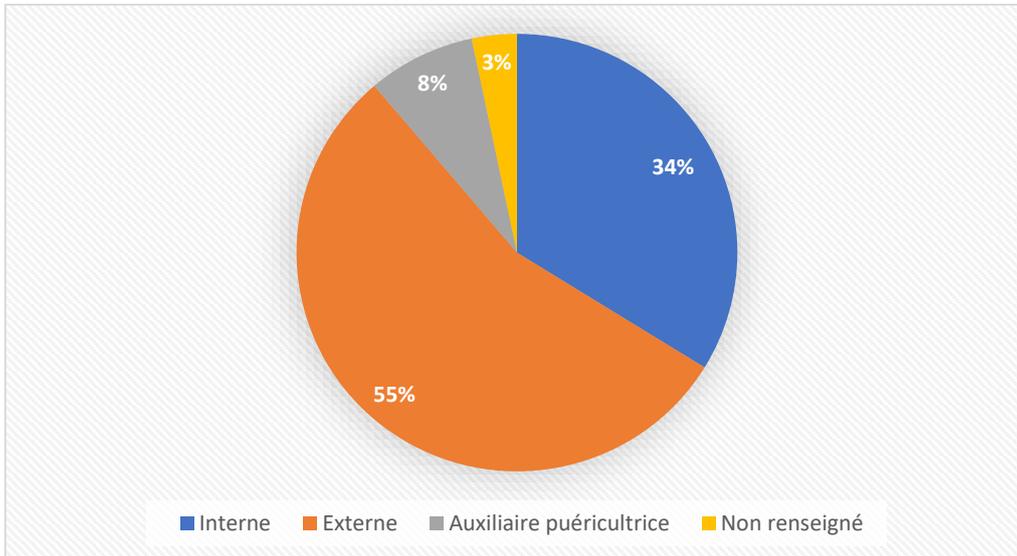


Figure 21 : Opérateur réalisant le test de dépistage au CHU Amiens

- Au CH Saint Quentin

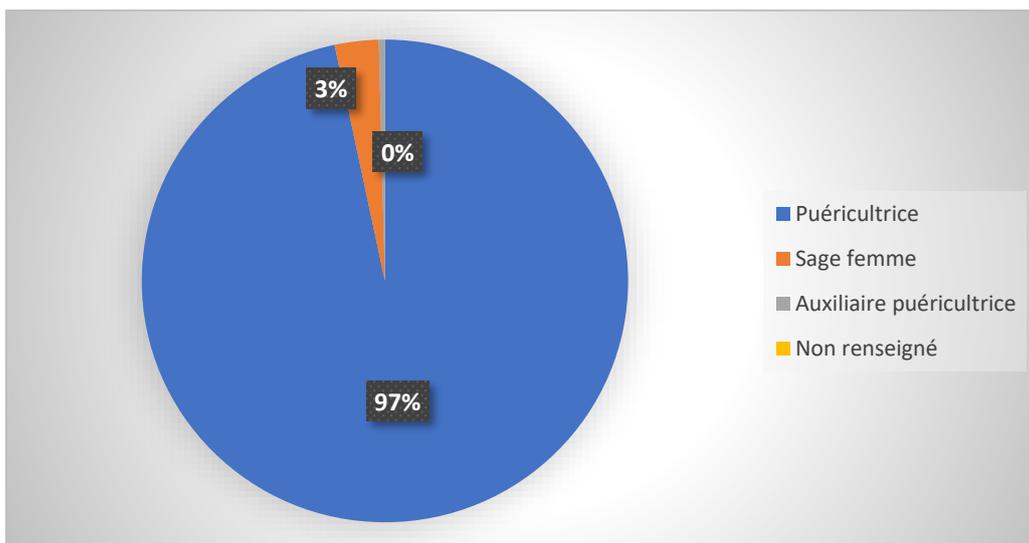


Figure 22 : Opérateur réalisant le test de dépistage au CH Saint Quentin

- **Moment du dépistage**

- Au CHU Amiens :

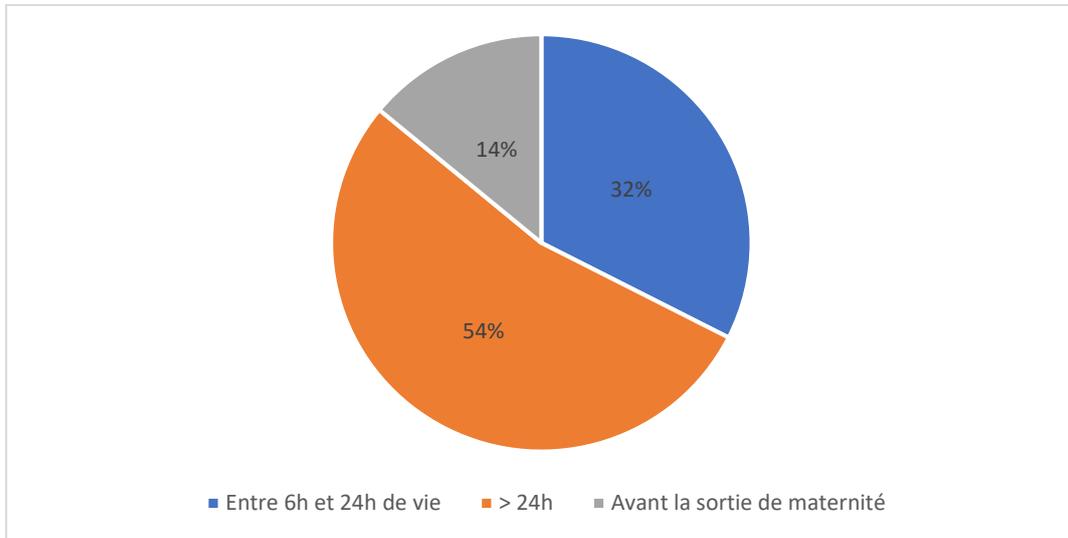


Figure 23 : Date de réalisation du dépistage au CHU Amiens

- Au CH Saint Quentin :

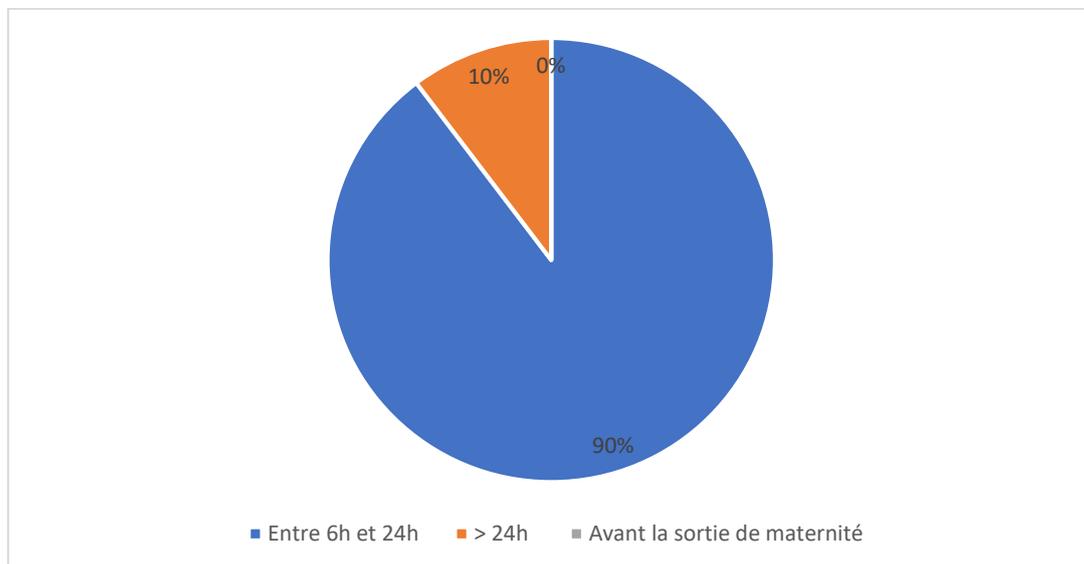


Figure 24 : Date de réalisation du dépistage au CH Saint Quentin

3. Nombres et taux des mesures selon la saturation en pré-ductale ou post-ductale

- Au CHU Amiens

• Première Prise de saturation

	Saturation pré-ductale	Saturation post-ductale
$\geq 95\%$	301 (99,7%)	301 (99,7%)
90 à 95%	1(0,3%)	1 (0,3%)
$< 90\%$	0	0

Tableau 10 : Résultat du nombre de dépistages réalisés en pré et post ductale selon la saturation obtenue

• Différentielle de saturation entre le membre supérieur droit et membre inférieur

Aucune mesure avec une différentielle ≥ 3

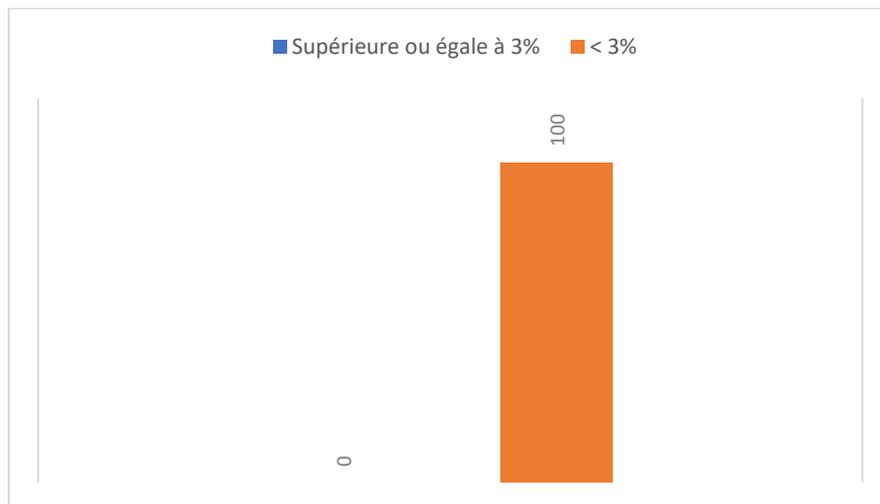


Figure 25 : Différentielle de saturation entre la main droite et membre inférieur

- **Deuxième prise de saturation**

	Saturation pré-ductale	Saturation post-ductale
≥ 95%	0	0
90 à 95%	1	0
< 90%	0	1

Tableau 11 : Résultat du nombre de test de dépistage de contrôle réalisé en pré et post ductale selon la saturation obtenue

- Au CH Saint Quentin

- **Première Prise de saturation**

	Saturation pré-ductale	Saturation post-ductale
≥ 95%	523 (99,8%)	522 (99,6%)
90 à 95%	1(0,2%)	2 (0,4%)
< 90%	0	0

Tableau 12 : Résultat du nombre de test de dépistage réalisé en pré et post ductale selon la saturation obtenue

- **Différentielle de saturation entre le membre supérieur droit et membre inférieur**

Différentielle de saturation > 3% : 1 seule fois

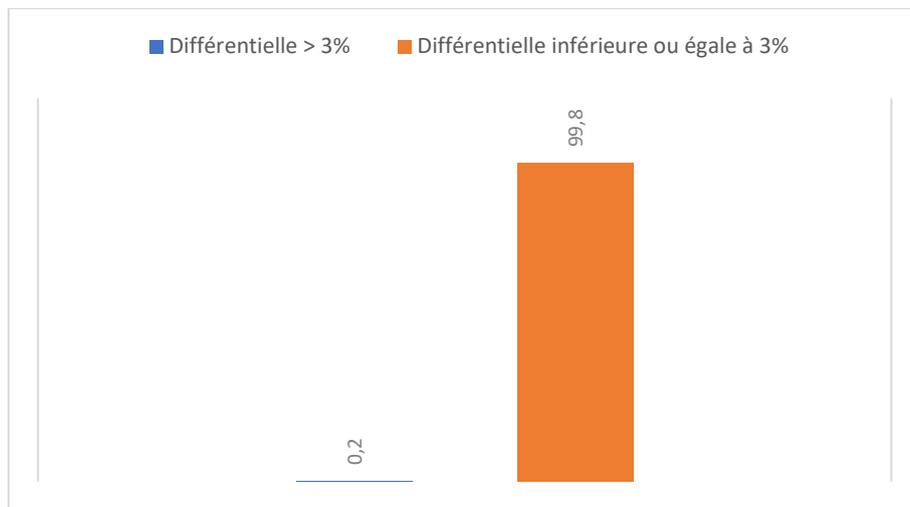


Figure 26 : Différentielle de saturation entre la main droite et membre inférieur

- **Deuxième mesure de saturation**

2 contrôles sont indiqués mais non tracés

- Saturation entre 90 - 95% en pré et post-ductale avec une différentielle $\leq 3\%$
- Différentielle > 3%

4. Difficultés rencontrées lors de la réalisation du test de dépistage

- Au CHU Amiens

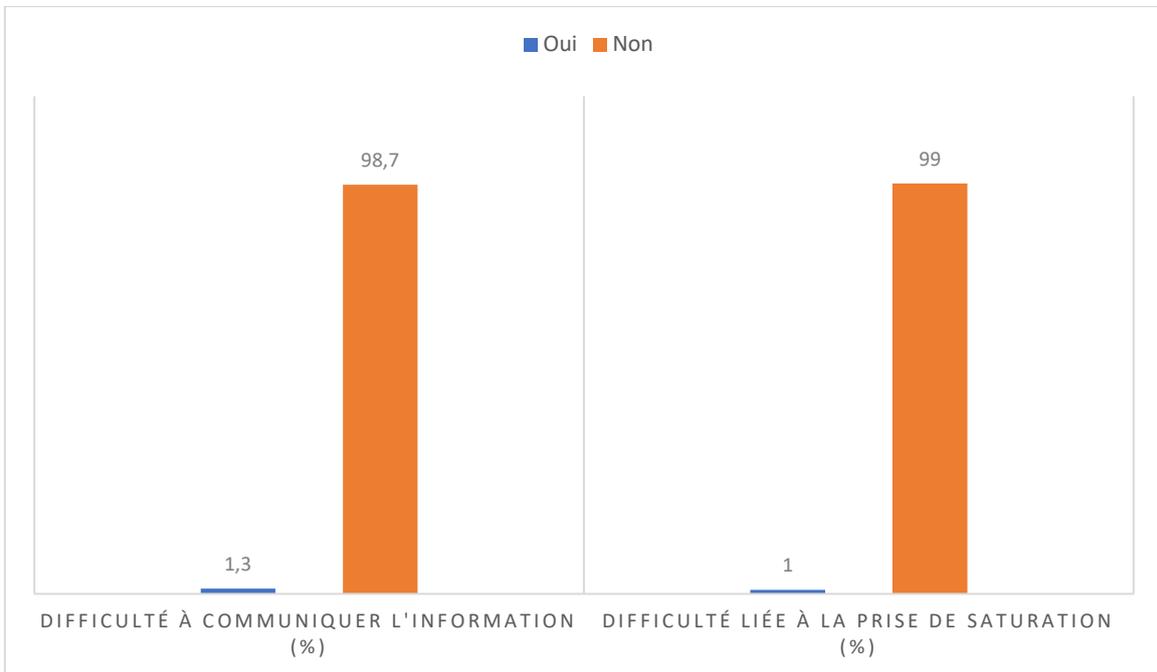


Figure 27 : Difficultés lors de la réalisation du test de dépistage au CHU Amiens

- Au CH Saint Quentin

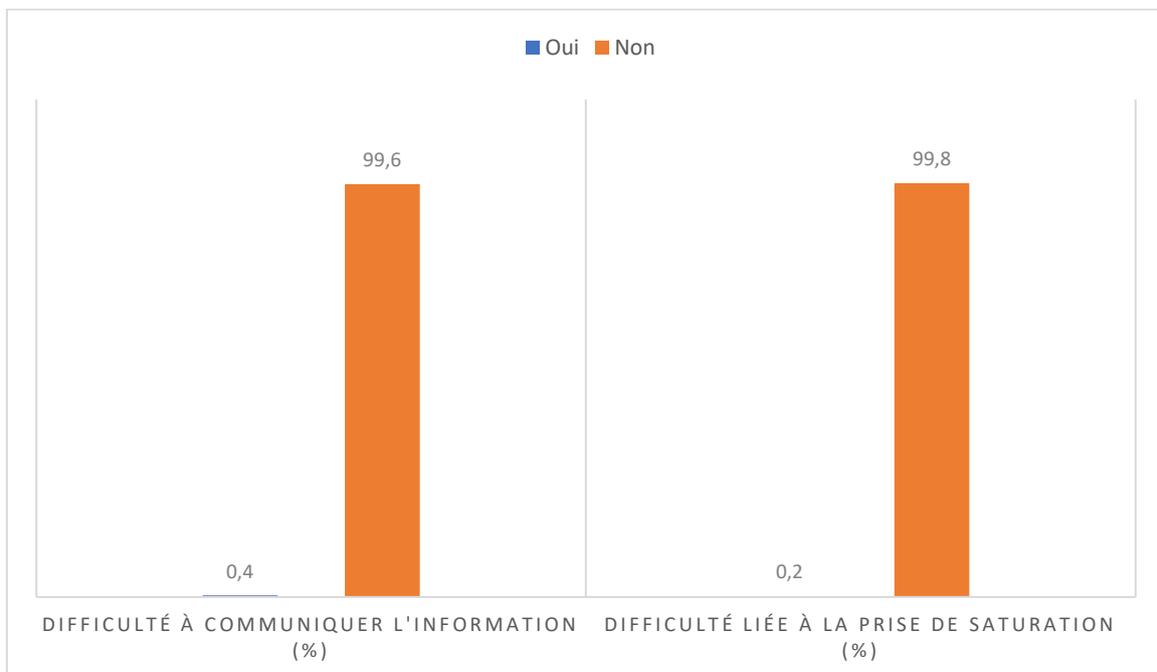


Figure 28 : Difficultés lors de la réalisation du test de dépistage au CH Saint Quentin

5. Examen clinique

- Au CHU Amiens

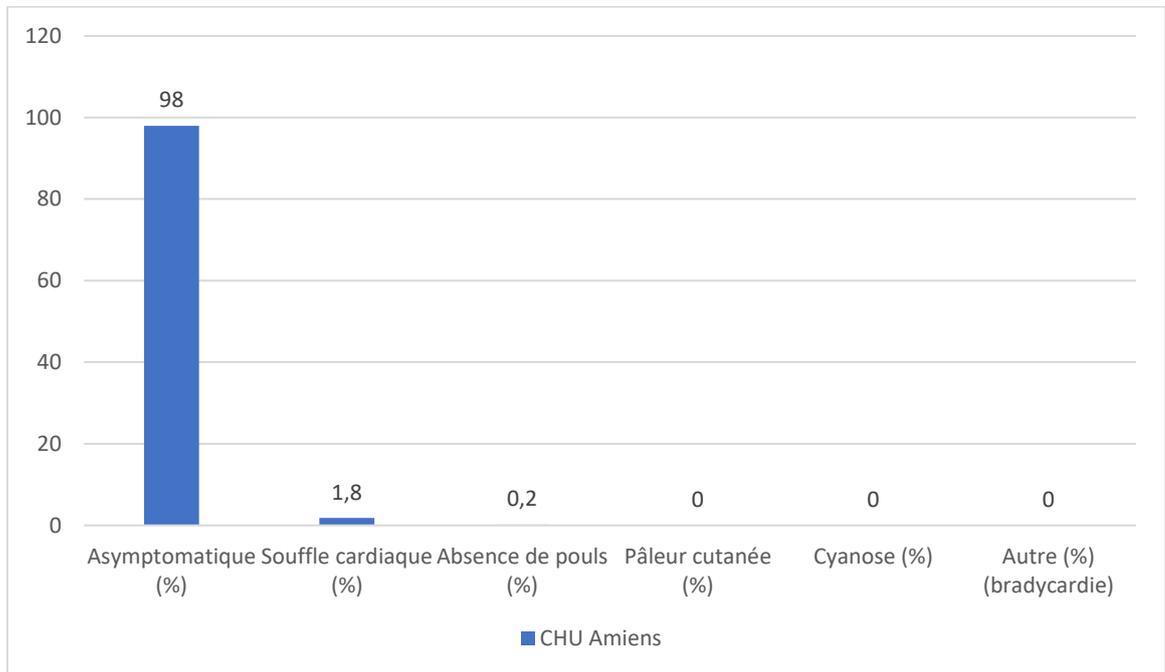


Figure 29 : Examen clinique pédiatrique en maternité au CHU Amiens

- Au CH Saint Quentin

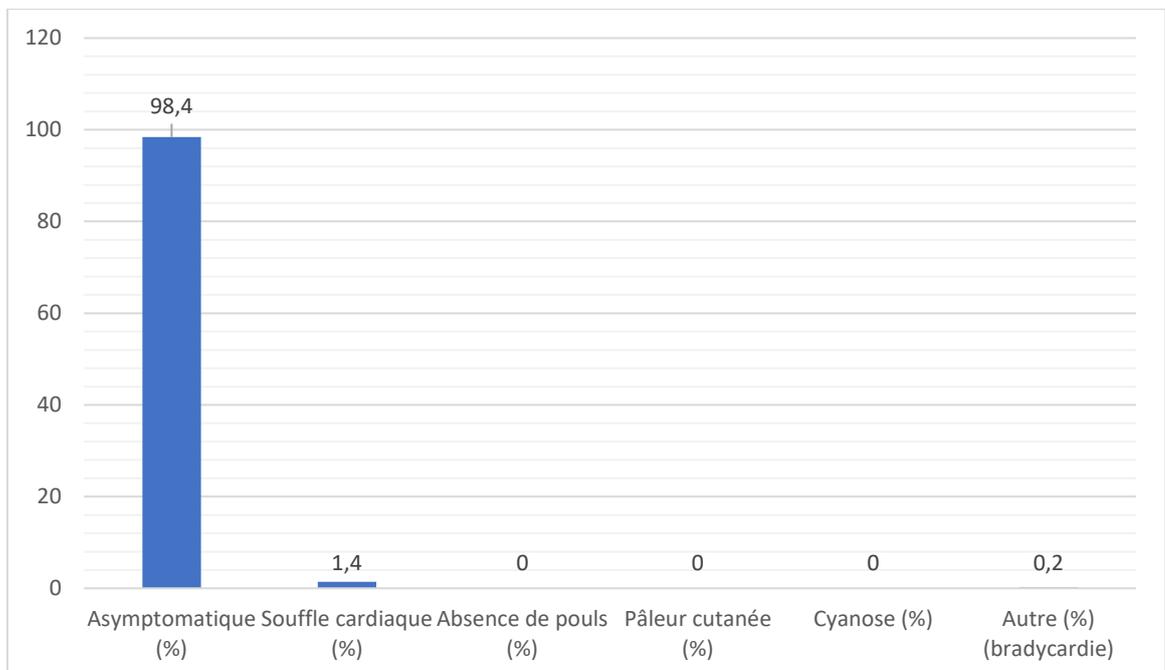


Figure 30 : Examen clinique pédiatrique en maternité au CH Saint Quentin

6. Les sorties précoces selon les mois

- Au CHU Amiens

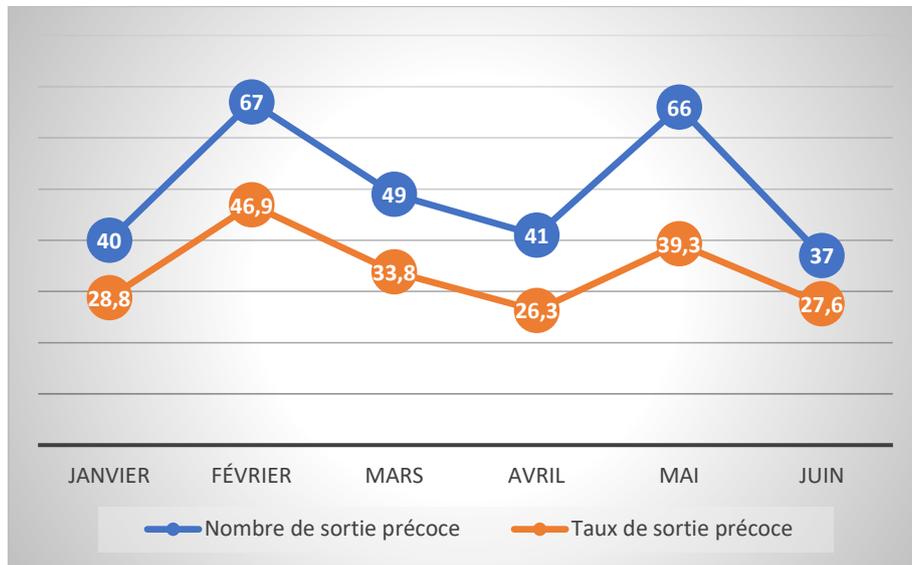


Figure 31 : Nombre et taux de sorties précoces par mois au CHU Amiens

- Au CH Saint Quentin

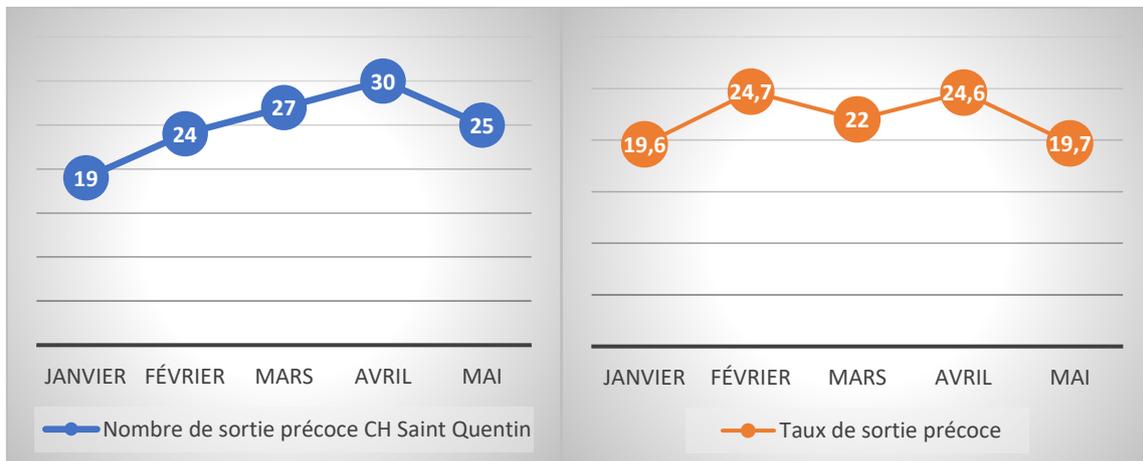


Figure 32 : Nombre et taux de sortie précoce par mois au CH Saint Quentin

7. Acceptabilité des parents

- Au CHU Amiens

	Informations compréhensibles ?	Informations source d'inquiétude ?	Nécessité d'information complémentaire ?	Si oui, l'avez-vous reçue ?
OUI complètement	279 (93,6%)	9 (3%)	9 (3%)	8 (89%)
OUI partiellement	7 (2,3%)			
NON	2 (0,7%)	276 (92,6%)	275 (92,3%)	1 (11%)
Non renseigné	10 (3,4%)	13 (4,4%)	14 (4,6%)	

Tableau 13 : Acceptabilité du test de dépistage par les parents

- CH Saint Quentin

	Informations compréhensibles ?	Informations source d'inquiétude ?	Nécessité d'information complémentaire ?	Si oui, l'avez-vous reçu ?
OUI complètement	461 (88,1%)	12 (2,3%)	8 (1,5%)	5 (62,5%)
OUI partiellement	11 (2,1%)			
NON	1 (0,2%)	483 (92,4%)	497 (95%)	3 (37,5%)
Non renseigné	50 (9,6%)	28 (5,3%)	18 (3,4%)	

Tableau 14 : Acceptabilité du test de dépistage par les parents

8. Evolution à 1 mois

- Au CHU Amiens

On note 20 hospitalisations dont 4 pour malaise du nourrisson sans étiologie cardiaque retrouvée. 97,7% de nos effectifs ne sont pas hospitalisés durant le premier mois

- Au CH Saint Quentin

- Pas d'hospitalisation dans 97,7% des cas.

- 14 hospitalisations, dont une, suite à la découverte à J12 de vie d'une TSV avec un faisceau de Kent compliqué d'un AVC, sans cardiopathie sous-jacente.

XI. Analyse des données

A. Caractéristiques de la population

L'âge moyen maternel d'accouchement au CHU et à Saint Quentin est de 29,2 ans. Dans les deux populations confondues, en moyenne 12,6% des mères ont un diabète gestationnel, 24% une pathologie chronique (diabète, dysthyroïdie, épilepsie...). 62,6% n'ont aucun antécédent.

12,4% des mères ayant accouché au CHU Amiens ont consommé des médicaments contre 12,8% au CH de Saint Quentin. La consommation de toxiques concerne 18,7% au CHU Amiens, et 23,9% au CH Saint Quentin.

Des antécédents familiaux de cardiopathies congénitales sont rapportés pour 2,3% de l'ensemble des nouveau-nés inclus au CHU Amiens et au CH Saint Quentin.

Des antécédents familiaux de maladie génétique sont rapportés pour 2,6 % des nouveau-nés inclus au CHU Amiens, et 0,9 % au CH de Saint Quentin.

Le terme de naissance moyen est de 39,5 SA au CHU Amiens et de 38,8 SA au CH Saint Quentin. Le poids de naissance moyen 3,114 kg au CHU Amiens et 3,354kg au CH de Saint Quentin.

B. Examen clinique

98,2 % des nouveau-nés sont asymptomatiques dans l'ensemble des deux centres.

- Au CHU Amiens

16 nouveau-nés (soit 1,8 % des nouveau-nés inclus) présentent un souffle à la maternité. On retrouve à l'échographie cardiaque :

- 6 CIV trabéculées
- 2 CIV d'admission dont 1 avec une fente mitrale
- 1 CIV péri-membraneuse
- 1 dysplasie valvulaire pulmonaire
- 1 accélération du flux au niveau de l'isthme aortique sans coarctation
- 1 canal artériel large
- 4 échographies normales

Parmi les 16 nouveau-nés qui présentent un souffle, seulement 6 dépistages ont été réalisés dont 1 positif révélant à l'échographie un canal artériel large

Les pouls fémoraux sont mal perçus chez 2 nouveau-nés, leurs échographies cardiaques ne retrouvent pas de cardiopathie.

- Au CH Saint Quentin

8 nouveau-nés (soit 1,4 % des nouveau-nés inclus) présentent un souffle à la maternité. On retrouve à l'échographie cardiaque :

- 3 CIV trabéculées
- 1 CIV péri-membraneuse
- 1 canal artériel perméable
- 4 échographies normales

Les 8 nouveau-nés présentant un souffle ont eu un dépistage. Les tests sont négatifs.

C. Taux de réalisation du test de dépistage dans les 2 centres

- Au CHU Amiens

885 nouveau-nés sont inclus sur une période de 6 mois, 302 sont dépistés, soit 34 %. Le taux de dépistage est variable par mois, allant de 3,6% à 60,4% le premier mois. Cette variabilité dépend étroitement de l'activité du service impactant sur la disponibilité du personnel. Le mois où le taux de dépistage est le plus bas à 3,6% correspond au mois où le nombre d'accouchements est le plus élevé pendant la période de l'étude (193 en février et 190 en mai).

- Au CH Saint Quentin

565 nouveau-nés sont inclus sur une période de 5 mois, 524 sont dépistés soit, 92,7%. Le taux de dépistage moyen est de 92% avec peu de fluctuation d'un mois à l'autre.

D. Opérateur qui réalise le test de dépistage

On note une différence entre les deux centres. Au CH Saint Quentin, les mesures sont réalisées majoritairement par une infirmière puéricultrice (97% des tests)

Au CHU Amiens, nous avons rencontré une difficulté lors de l'étude pour définir la personne qui réalise le test de dépistage. Initialement, les mesures de saturation chez les nouveau-nés inclus dans l'étude sont réalisées par les internes et les externes en médecine, en stage dans le service de Néonatalogie/Maternité. Par la suite, après discussion avec l'encadrement et l'ensemble de l'équipe de Maternité, les auxiliaires de puéricultures ont participé au dépistage.

89% des tests de dépistage sont réalisés par les internes et externes.

E. Moment de réalisation du test

La majeure partie des tests de dépistage est réalisée au-delà de 24h au CHU Amiens, soit à partir de J2 de vie. A Saint Quentin, le protocole est bien suivi, 89% des nouveau-nés sont dépistés entre 6 heures et 24 heures de vie, le test est réalisé systématiquement à J1 de vie.

F. Analyse des résultats

Au CHU Amiens, on relève un test positif : Saturation 98% à la main droite et 91% au membre inférieur soit une différentielle de 7% à la première mesure. A la deuxième mesure, la saturation est à 95% et 86% soit une différentielle significative à 9%. Un souffle est décelé à l'examen clinique et l'échographie cardiaque retrouve un canal artériel large.

Au CH Saint Quentin, un test révèle une saturation entre 90 % et 95% en pré et post ductale et un autre, avec une différentielle > 3%, Une deuxième mesure est indiquée dans le protocole mais n'a pas été réalisée.

On ne relève pas de faux négatifs, aucun nouveau-né suivi pendant l'étude n'a été hospitalisé pour une découverte post-natale de cardiopathie congénitale critique dans le premier mois de vie.

On note également l'absence de faux positifs, qui peuvent être une source d'inquiétude pour les parents et un coût supplémentaire par la réalisation d'examens complémentaires.

Le faible taux de dépistage ne nous permet pas de conclure sur la sensibilité et spécificité du test pour notre étude. La littérature cependant démontre bien l'intérêt de l'oxymétrie de pouls dans le dépistage de cardiopathie congénitale. Une méta-analyse de 13 études incluant près de 230 000 nouveau-nés conclut que l'oxymétrie de pouls est extrêmement spécifique (spécificité 99,9 % ; IC 95 % ; 99,7-99,9), raisonnablement sensible (sensibilité 76,5 %, IC 95 % : 67,7-83,5) et remplit les critères pour un dépistage de masse (24).

G. Cardiopathies congénitales découvertes hors dépistage pendant la période d'inclusion

5 cardiopathies congénitales ont été découvertes en post-natal au CHU Amiens dont une cardiopathie congénitale critique :

- Un CAV partiel découvert sur un souffle cardiaque en maternité
- Un CAV partiel équilibré, découvert dans le cadre d'un bilan de trisomie 21
- Un CAV complet équilibré dans un contexte de trisomie 21.
- Une CIV large musculaire d'extension péri-membraneuse associée à une CIA ostium secundum, un canal artériel large dans le cadre d'une suspicion de maladie génétique
- Une atrésie pulmonaire à septum ouvert (APSO) découverte à la naissance devant une cyanose

2 cardiopathies congénitales de diagnostic post-natal ont été prises en charge au CHU Amiens, provenant d'un autre centre :

- Une Tétralogie de Fallot de forme régulière découverte à J3 de vie devant un souffle à la Clinique Pauchet Amiens
- Une malposition des gros vaisseaux à type de VDDI + TGV associée à une CIV et une coarctation de l'aorte. A la maternité du CH de Beauvais, suite à la découverte d'un souffle à l'examen de sortie à J4 de vie, suivie d'une prise de saturation avec une différentielle de 9%. 81% à la main droite et 90% au membre inférieur

H. Difficultés rencontrées

Durant l'étude, les formulaires remis aux soignants qui réalisent le test de dépistage permettent aussi d'évaluer les éventuelles difficultés rencontrées en pratique. Au CHU Amiens, 1% des opérateurs ont répondu avoir rencontré des difficultés liées à la prise de saturation, parfois trop longue contre 0,2% Au CH Saint Quentin.

I. Place du dépistage des cardiopathies congénitale critique à l'ère des sorties précoces

Certaines cardiopathies dites ducto-dépendantes, peuvent se révéler à la fermeture du canal artériel, qui se fait quelques heures à quelques jours après la naissance.

L'HAS a publié des recommandations en 2014 concernant l'organisation des sorties précoces. Elle est définie en cas de sortie dans les 72 première heures de vie en cas de naissance par voie basse ou dans les 96 premières heures de vie en cas de naissance par césarienne.

Au CHU Amiens, elle représente en moyenne 34% des sorties. Au CH Saint Quentin, on dénombre en moyenne 22 % sorties précoces.

Dans cette dynamique de raccourcissement de la durée du séjour en maternité, le test de dépistage se justifie davantage d'être réalisé précocement.

J. Critère de jugement secondaire

Des pathologies néonatales, pulmonaires ou infectieuses peuvent être dépistées par la mesure de la saturation. Pendant notre étude, de courte durée, aucune pathologie pulmonaire ou infection néonatale sévère n'a été décelée.

K. Acceptabilité des parents

Le ressenti des parents par rapport à la réalisation du test est recueilli sur un questionnaire. Le test est refusé une fois au CHU Amiens. Aucun refus des parents n'est noté au CH Saint Quentin.

Les informations données sont dans la majorité des cas bien comprises par les parents. 9 parents ont eu besoin d'explications complémentaires au CHU Amiens, 89% affirment l'avoir reçues. Au CH Saint Quentin, 8 parents sur les 505 qui ont répondu ont eu besoin d'explications complémentaires. 5 parmi eux l'ont reçu.

Nous relevons également que l'information communiquée n'est pas source d'inquiétude. Au CHU Amiens, sur les réponses rendues, 97% ont répondu que le test n'induit pas de stress supplémentaire et 97,6% au CH Saint Quentin.

L'acceptabilité du test par les parents est satisfaisante dans les deux centres. Ceci est déjà démontré par plusieurs études avec des cohortes significatives (7).

XII. Discussion

La mise en place du dépistage systématique par oxymétrie de pouls des cardiopathies congénitales critiques, à la maternité du CHU Amiens a rencontré des difficultés. En effet, la faisabilité de l'instauration d'un nouveau protocole dans un service dépend de l'acceptabilité des soignants à réaliser le et à l'intégrer dans la pratique quotidienne.

Comme énoncé dans les recommandations européennes, le protocole peut être ajusté selon l'organisation de chaque maternité. Suite aux difficultés relevées en pratique au cours de notre étude, le protocole est modifié concernant le moment du dépistage. Cependant, le taux de réalisation du dépistage reste bas.

Afin de définir les différents freins à la réalisation du test, un questionnaire (présenté ci-dessous) est remis aux personnes qui ont participé à l'étude, 6 internes de pédiatrie, 4 externes en médecine sur 5 et 2 auxiliaires de puériculture sur 3 ont répondu au CHU Amiens. 9 puéricultrices sur 11 ont donné leurs réponses au CH Saint Quentin.

Questionnaire	CHU Amiens			CH Saint Quentin		
	Participants : 12			Participants : 9		
	Oui	Non	Sans réponse	Oui	Non	Sans réponse
1. Connaissiez-vous cette modalité de dépistage avant l'étude	5	7	0	7	2	0
2. La technique est intéressante	12	0	0	9	0	0
3. La technique est facile	11	0	1	9	0	0
4. La technique est rapide	8	4	0	8	1	0
5. Les informations sont suffisantes	10	2	0	9	0	0
6. Le dépistage est une charge de travail supplémentaire	8	4	0	2	7	0
Si oui, elle est due au fait de						
Remplir un questionnaire	6 / 8			2 / 2		
Récupérer un questionnaire	5 / 8			2 / 2		
Informers les parents	7 / 8			0 / 2		
Prendre la saturation	4 / 8			0 / 2		
Autre : nombre de naissances sur une journée	0 / 8			0 / 2		
7. Motifs de non-réalisation du test						
Temps pour remplir les questionnaires	7	5		0	9	
Temps supplémentaire pour informer les parents	4	8		0	9	
Charge de travail importante	9	3		0	9	
Bébé / mère non disponible	6	6		0	9	
Sous-effectif du personnel :	5	7		1	8	
Passage supplémentaire dans la chambre	3	9		0	9	
Peur de ne pas respecter le protocole	0	12		1	8	
8. Le meilleur moment pour réaliser le test						
Au moment du Guthrie	0	12		0	9	
Au moment de la réalisation des OEA	5	7		1	8	
Au moment des premiers soins	2	10		7	2	
Avant la sortie de maternité	7	5		0	9	
Autre : dans la journée quand ça ne dérange pas	0	12		0	9	
9. Difficultés dans la réalisation des mesures	12	0		9	0	
Si oui, ces difficultés sont en rapport avec						
Un matériel non adapté	0	12	0	0	8	1
Prise trop longue	3	9	0	2	7	3
Bébé trop agité	5	7	0	3	7	0
Maman non disponible	5	7	0	1	7	1
Barrière de la langue	2	9	1	3	6	0

Questionnaire	CHU Amiens			CH Saint Quentin		
	Participants : 12			Participants : 9		
	Oui	Non	Sans réponse	Oui	Non	Sans réponse
10. Les dépliants sont suffisants pour les parents	12	0	0	9	0	0
11. Les parents sont satisfaits de l'information	12	0	0	9	0	0
12. Les parents sont satisfaits du test de dépistage	12	0	0	9	0	0
13. Source d'inquiétude	4	8	0	0	9	0
14. Réalisable en dehors du contexte de l'étude	10	2	0	8	0	1

Les principaux freins de notre étude relevés par un questionnaire auprès des différents opérateurs sont :

- **Une charge de travail supplémentaire non négligeable**

La majorité des participants ayant répondu au questionnaire ont noté les éléments intrinsèques à l'étude, responsables d'une charge de travail supplémentaire :

- Le fait de devoir anonymiser les formulaires par un numéro d'accouchement
- Le fait de remplir les formulaires
- Les explications nécessaires à donner aux parents sur le dépistage,
- Le fait de devoir récupérer les questionnaires.

Pour les auxiliaires de puériculture, une forte activité dans le service empêche de réaliser l'ensemble de l'étude. Cette appréhension est constatée avant le début du dépistage.

- **Le suivi strict du protocole**

Notre protocole est basé sur les recommandations européennes qui stipulent que le dépistage doit être réalisé idéalement entre 6 heures et 24 heures de vie.

Au début de l'étude, le dépistage est réalisé par les internes de pédiatries. Les nouveau-nés à la maternité du CHU Amiens ne sont pas vus systématiquement le premier jour par les internes. Ce qui constitue une charge de travail en plus. Les externes en médecine ont contribué également à l'étude, mais leur présence pendant la période de l'étude n'est pas continue. Le protocole est alors assoupli et le test peut être effectué au-delà de 24 heures de vie. Malgré cet assouplissement, le taux de dépistage reste faible.

Secondairement, nous avons mis à contribution les auxiliaires de puériculture. Pour que le test soit le plus systématique possible, il est réalisé le deuxième jour au même moment que les OEA. Le test est tracé sur les transmissions et intégré à la pratique.

- **Une période de sous-effectif**

Certaines périodes sont plus difficiles que d'autres. Notamment pendant les périodes de vacances où le manque d'effectifs d'internes et d'externes en maternité, a compromis la bonne réalisation de l'étude.

- **Des difficultés liées au matériel**

Dans la majorité des cas, la prise de la saturation a été facile et rapide en pratique. En moyenne elle dure entre 5 et 10 minutes. De rare fois, la saturation est difficilement captée, on note, un temps maximal de 40 minutes pour l'ensemble du test. Un équipement par un saturomètre portatif peut simplifier la procédure.

- **Des difficultés liées aux conditions de prise de saturation**

Les pleurs ou les agitations du bébé compliquent la prise de saturation. De même, à certains moments, le bébé et la maman ne sont pas disponibles pour le test.

- **Des difficultés à communiquer les informations sur le test de dépistage**

Des difficultés à communiquer des informations claires sur le dépistage ont été relevées par les auxiliaires de puériculture.

Néanmoins, la majorité des parents ayant répondu au questionnaire ont été satisfaits des explications et très peu ont réclamé des explications supplémentaires. L'accès à la brochure via un QR code, sur le dépliant a facilité la compréhension des objectifs et de l'intérêt de cet outil de dépistage par les parents.

Comparativement à d'autres études, l'acceptabilité des soignants à la mise en place du protocole est moins bonne. A titre d'exemple, après son instauration sur le plan national en Suisse, une enquête a montré que 85% de tous les nouveau-nés ont bénéficié du dépistage, la méthode a été bien acceptée par les parents et par le personnel médical et soignant (47). Ceci est confirmé dans d'autres pays (7,48).

Au CH de Saint-Quentin, le protocole a été bien accepté et intégré aux pratiques. Le protocole continue à être appliqué après l'étude. 8 puéricultrices sur les 9 qui ont répondu au questionnaire affirment la faisabilité du dépistage systématique.

Il est utile de noter que l'activité et l'organisation ne sont pas comparables dans les deux centres. Au CH Saint Quentin, le fait que le test est réalisé uniquement par une puéricultrice et de façon systématique à un moment précis des soins de la journée a permis d'éviter les oublis et à faciliter l'intégration dans les pratiques.

- **Limites de l'étude**

Concernant le CHU Amiens, le test de dépistage n'a pas pu être fait de façon systématique à tous les nouveau-nés éligibles. La nécessité de faire intervenir différents opérateurs a rendu difficile le suivi du protocole. Ainsi, le test n'est pas réalisé de façon systématique à un moment précis

Au CH Saint Quentin, la prise de saturation est pratiquée avant l'étude chez tous les nouveau-nés au deuxième jour de vie, sans protocole standardisé notamment pour les valeurs seuils, ce qui pouvait être une potentielle source d'erreur.

- **Perspective d'avenir**

Suite au sondage réalisé auprès des participants à l'étude, on peut envisager que le test de dépistage soit réalisé par les internes ou les externes, hors contexte d'étude et à condition d'être en effectif suffisant. Une formation continue sur le dépistage des cardiologies congénitales critiques par oxymétrie de pouls est nécessaire pour les internes et externes affectés à la maternité.

Le dépistage par le personnel soignant peut être envisagé à condition qu'il soit sensibilisé et informé et que le test ne soit pas une surcharge de travail supplémentaire. Le test peut alors être réalisé au deuxième ou au troisième jour selon la date de sortie, couplé avec les OEA et au cas échéant lors de l'examen de sortie.

Afin que le dépistage par oxymétrie de pouls puisse devenir systématique et s'intégrer facilement dans la pratique, l'inscription de l'acte et des résultats est tracée dans le dossier médical,

Dans le but d'améliorer l'acceptabilité et la faisabilité du test, les informations sur le dépistage peuvent être anticipées lors d'une consultation prénatale. La brochure expliquant le dépistage des cardiopathies congénitales critiques, peut être donnée à l'arrivée dans le service de maternité

L'index de perfusion périphérique, est une valeur ajoutée au dépistage des cardiopathies congénitales obstructives gauches (31). Sa réalisation peut être combinée avec le test par oxymétrie de pouls.

Le bénéfice du test de dépistage des cardiopathies congénitales critiques par oxymétrie de pouls est prouvé dans la littérature et de façon pratique dans les centres où le test est réalisé de façon systématique depuis une durée suffisamment longue.

En France, l'étude OXYNAT, datant de 2017, est en cours. Elle répond à la question de la place du dépistage de masse des cardiopathies congénitales critiques par oxymétrie de pouls en France en termes d'impact médico-économique. Elle vise à évaluer l'efficacité du dépistage systématique par un ratio cout / efficacité exprimé en cout par complication évitée. Les résultats sont attendus cette année. Des recommandations nationales françaises pourront être établies en considérant la rentabilité de cet outil dans le système de santé en France.

XIII. Conclusion

Le dépistage des cardiopathies congénitales critiques est un problème de santé publique. Les cardiopathies congénitales représentent la plus fréquente des anomalies congénitales, soit une incidence d'environ 8 pour 1000 naissances vivantes dont 2 pour 1000 naissances vivantes sont critiques. Un des enjeux est de détecter le plus précocement les cardiopathies congénitales critiques qui sont à risque de décompensation brutale en période néonatale, notamment lors de la fermeture du canal artériel. Leur prise en charge tardive, d'un enfant en défaillance multiviscérale aggrave le pronostic à court terme et à long terme, sur leur neurodéveloppement.

L'oxymétrie de pouls est un outil facile d'utilisation, non invasif et sans coût excessif qui a fait ses preuves dans de nombreuses grandes études comme outil de dépistage de masse, justifiant ainsi sa mise en place dans l'ensemble des maternités.

Au terme de notre étude, nous avons relevé que l'instauration d'un nouveau protocole dans un contexte d'étude a impacté sur l'acceptabilité du test par l'équipe soignant au CHU Amiens. L'ajustement du protocole adapté à l'organisation du service et son allègement à la seule prise de la saturation pourra surmonter cette difficulté.

Au CH Saint Quentin, le nouveau protocole a été bien accepté par l'équipe et continue à ce jour à être appliqué.

Au-delà même de nos deux sites d'étude, il est intéressant de généraliser le protocole dans la pratique de toutes les maternités. En effet, un nombre non négligeable de cardiopathies congénitales critiques diagnostiquées en post-natal proviennent des hôpitaux périphériques.

Nous avons réalisé un sondage par appel téléphonique auprès des pédiatres exerçant dans les hôpitaux périphériques rattachés au CHU Amiens. La maternité du CH Compiègne, la clinique Saint Côme à Compiègne et la clinique Victor Pauchet à Amiens, ont mis en place le test de dépistage depuis quelques années. Le test est pratiqué de manière systématique à tous les nouveau-nés de la maternité du CH Beauvais depuis 6 mois.

Une proposition a été faite pour l'instauration du protocole de dépistage dans toutes les maternités périphériques. Des réflexions et discussions sont en cours entre responsables de services et équipe médicale.

Sur le plan économique, on attend de l'étude française, Oxynat, la preuve d'une rentabilité du dépistage de masse des cardiopathies congénitales critiques dans notre système de soins.

Nous concluons avec la formule d'un éditorial du Lancet datant de 2012 : « La question n'est pas, pourquoi faut-il introduire le dépistage par oxymètre de pouls ? Mais plutôt, pourquoi ne pas diffuser plus largement cette technique de dépistage ? » (42) et nous rajoutons, surtout dans l'ère actuelle des sorties précoces.

ANNEXE 1 : Formulaire pour les soignants :



Formulaire pour le personnel soignant :

Dépistage des cardiopathies congénitales en maternité chez les nouveau-né asymptomatique :

Numéro d'accouchement :

Examen clinique du nouveau-né :

- Asymptomatique
- Souffle cardiaque
- Absence de pouls fémoraux
- Pâleur cutanée
- Cyanose
- Autre

A quel moment le test a été réalisé ?

- Entre 6-24h de vie
- > 24h
- Avant la sortie de la maternité

Saturation à la main droite

- Supérieur ou égale à 95%
- Entre 90 et 95%
- Inférieur à 90%

Saturation au pied

- Supérieure ou égale à 95%
- Entre 90 et 95%
- Inférieure à 90%

Différentielle de saturation > 3%

- Oui
- Non

En cas de nécessité de reconstrôler le test, indiquer les résultats obtenues de prise de saturation main droite et pied et la différentielle :

Avez-vous rencontré des difficultés à communiquer des informations concernant le dépistage aux parents ?

- Oui
- Non

Avez-vous rencontré des difficultés à effectuer le test ?

- Oui
- Non

Si oui, quel type de difficulté ?

Cocher la case en cas de refus du test des parents :

- Refus des parents du test

Si refus, pourquoi ?

Ecrivez ici...

ANNEXE 2 : Formulaire pour les parents :



Formulaire à remplir par les parents

Dépistage des cardiopathies congénitales en maternité par oxymétrie de pouls

Etude CCHD PULSEOXYM

Numéro d'accouchement :

L'information concernant l'objet de l'étude vous a été communiquée par qui ?

- L'interna de pédiatrie
- Externe
- Le pédiatre
- La sage femme

L'information communiquée est-elle compréhensible ?

- Oui, complètement
- Oui, partiellement
- Non

A t-elle était source d'inquiétude ?

- Oui
- Non

Avez-vous eu besoin d'une information complémentaire

- Oui
- Non

Si oui, l'avez vous reçu ?

- Oui
- Non

Échographie anténatale sans particularité ?

- Oui
- Non

Antécédent familial de cardiopathie congénitale ?

- Oui
- Non

Antécédent de maladie génétique familial ?

- Oui
- Non

Antécédent personnel :

- Diabète
- Diabète gestationnel
- Cardiopathie
- Épilepsie
- Problème de thyroïde:
- Autre :

Prise médicamenteuse pendant la grossesse ?

- Bêta-bloquant
- Anti-épileptique
- Anti-inflammatoires
- Hormones thyroïdiennes
- Autre :

Prise de toxique pendant la grossesse :

- Non
- Tabac
- Alcool
- Autre

Exposition à des pesticides ?

- Oui
- Non

Merci pour votre participation !

Portez-vous bien!

ANNEXE 3 : Dépliant à destiné des parents sur le dépistage des cardiopathies congénitales en maternité par oxymétrie de pouls



Dépistage des cardiopathies
congénitales par oxymétrie de pouls en
maternité

- ETUDE CCHD PULSEOXYM

Mme Bouysi & Dr Razafimanantsoa

Certaines cardiopathies congénitales ne sont pas dépistées lors des échographies anténatales.

Le dépistage proposé en maternité a pour but de déceler précocement les cardiopathies congénitales qui pourraient nécessiter une prise en charge adaptée.

Lors de votre séjour à la maternité, il vous sera proposé un test.



Test facile, rapide et non douloureux.



MERCI DE REMPLIR LE
FORMULAIRE PAPIER,
ANONYME
POUR PLUS D'INFORMATION
SCANNER LE QR CODE AU
VERSO DE LA BROCHURE

PORTEZ-VOUS BIEN !

En quoi consiste ce test ?

Cela consiste à prendre la saturation à la main droite et au pied.

Ce test ne sera pratiqué qu'avec votre accord.

Le résultat vous sera directement communiqué par le médecin qui examinera votre bébé et rapporté dans le carnet de santé.

Quel que soit le résultat du test, quand votre enfant grandira, il sera nécessaire de continuer à surveiller et au moindre doute consulter votre médecin.

ANNEXE 4 : Brochure sur le dépistage des cardiopathies congénitales critiques par oxymétrie de pouls en maternité :

Dépistage des cardiopathies congénitales en maternité par oxymétrie de pouls :

CCHD PulseOxym



Madame BOUQSI Samira & Dr RAZAFIMANANTSOA Lucie

Madame, Monsieur,

Dès les premiers jours suivant la naissance de votre bébé, l'équipe de maternité va vous proposer de lui faire un test dans le cadre de la mise en place d'un protocole dans le service, qui visera à dépister les cardiopathies congénitales.

Ce dépistage existe depuis déjà une dizaine d'années en Suisse, aux Etats-Unis, au Canada et dans certains centres en France.

Il concerne tous les nouveau-nés asymptomatiques en maternité.

Ce test de dépistage permet de repérer les nouveau-nés porteurs de certaine cardiopathie congénitale non détectée lors des échographies anténatales.

Plusieurs études scientifiques réalisées sur une grande cohorte de nouveau-nés ont permis de prouver l'intérêt de ce test, efficace, facile, rapide et indolore.

Ceux qui étaient positifs pourront bénéficier d'une échographie cardiaque par un spécialiste et puis permettre d'adapter si besoin, avant toute dégradation notre prise en charge.

Qu'est ce qu'une cardiopathie congénitale ?

Les cardiopathies congénitales sont des malformations du cœur et des gros vaisseaux, présentes à la naissance et qui résultent d'un défaut de développement survenu pendant la vie embryonnaire.

C'est la première malformation congénitale présente dès la naissance.

Quel est l'intérêt de dépister tôt ?

Le test de dépistage permet de détecter certaines cardiopathies qui peuvent ne pas être symptomatiques à la naissance, mais peuvent avoir des conséquences sérieuses chez les enfants si elles ne sont pas diagnostiquées très rapidement.

Ce test permet donc de les dépister avant toute complication puis de les prendre en charge au mieux, de manière plus adaptée.



Pourquoi dépister tous les nouveau-nés ?

Les nouveau-nés porteurs de cardiopathie congénitale peuvent être asymptomatique à la naissance et passer inaperçue. S'ils sont diagnostiqués trop tard, il y a des risques de complication grave.

Un dépistage précoce, permet une prise en charge efficace et améliore le pronostic de ces enfants.

Ça reste un événement rare.

La probabilité que votre bébé en soit atteint est donc extrêmement faible.

De surcroît, ce test ne présente aucun danger.



Quand le test est-il réalisé ?

Au mieux, le test est réalisé entre 6h et 24h de vie.

Mais il peut se faire jusqu'à la sortie de maternité.

Comment ça se passe en pratique ?

Le test est réalisé à l'aide d'un oxymètre de pouls qui mesure la saturation en oxygène dans le sang de votre bébé.

Elle sera prise à la main droite au pied.

Ce test se fait en chambre lorsque votre bébé est calme.



Concernant les résultats :

Ils vous seront directement remis et expliqués par le soignant qui réalise le test.

D'autres questions ?

Cette brochure ne remplace pas les informations qui peuvent vous être données par votre médecin ou autres professionnels de santé qui s'occupent de votre enfant.

Ils peuvent répondre à vos questions sur le dépistage si vous en avez le besoin.



En espérant que votre séjour en maternité se soit bien passé,
nous vous souhaitons un bon retour à la maison.
Et toutes nos félicitations :)

De retour à la maison, peu importe les résultats du test, votre bébé nécessitera comme tous, une surveillance de sa bonne croissance staturo-pondérale. En cas de difficulté alimentaire, de gêne respiratoire lors de la prise alimentaire, d'hyperhidration, de pâleur ou de cyanose lors des efforts de pleurs, consulter votre médecin.



XIV. BIBLIOGRAPHIE

- (1) Reller MD, Strickland MJ, Riehle-Colarusso T, et al : Prevalence of congenital heart defects in metropolitan Atlanta, 1998–2005. *J Pediatr* 153(6) :807–813, 2008.
- (2) Engel MS, Kochilas LK. Pulse oximetry screening: a review of diagnosing critical congenital heart disease in newborns. *Med Devices (Auckl)*. 2016 Jul 11 ;9 :199-203.
- (3) Mahle WT, Newburger JW, Matherne GP, Smith FC, Hoke TR, Koppel R, Gidding SS, Beekman RH 3rd, Grosse SD; American Heart Association Congenital Heart Defects Committee of the Council on Cardiovascular Disease in the Young, Council on Cardiovascular Nursing, and Interdisciplinary Council on Quality of Care and Outcomes Research; American Academy of Pediatrics Section on Cardiology And Cardiac Surgery; Committee On Fetus And Newborn. Role of pulse oximetry in examining newborns for congenital heart disease: a scientific statement from the AHA and AAP. *Pediatrics*. 2009 Aug ;124(2):823-36.
- (4) Mellander M, Sunnegårdh J. Failure to diagnose critical heart malformations in newborns before discharge--an increasing problem? *Acta Paediatr*. 2006 Apr ;95(4):407-13.
- (5) Cornélie Suard. Évaluation du dépistage anténatal des cardiopathies congénitales en région PACA : une étude rétrospective bicentrique sur 4 ans (2014-2017). *Sciences du Vivant [q-bio]*. 2018.
- (6) Michael Narvey, Kenny K Wong, Anne Fournier. Société canadienne de pédiatrie, comité d'étude du fœtus et du nouveau-né. La saturométrie pour mieux dépister la cardiopathie congénitale grave chez les nouveau-nés ; *Paediatr Child Health*. 2017 Nov; 22(8): 499–503.
- (7) Ewer AK, Furmston AT, Middleton LJ, et al. Pulse oximetry as a screening test for congenital heart defects in newborn infants: a test accuracy study with evaluation of acceptability and costeffectiveness. *Health Technol Assess* 2012; 16:1-184.

- (8) Dr Bertrand Stos, Necker, Paris-M3C. Cours DIU du le diagnostic prénatal des cardiopathies congénitales
- (9) Thangaratinam S, Daniels J, Ewer AK, Zamora J, Khan KS. Accuracy of pulse oximetry in screening for congenital heart disease in asymptomatic newborns: a systematic review. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed.* 2007 May;92(3): F176-80.
- (10) Revue générale des anomalies cardiovasculaires congénitales, les Manuels MSD
- (11) Léo Pomar, Dr Yvan. Pr Yvan Vial. Examen du cœur fœtal : apport de la coupe des trois vaisseaux. *Ultraschallserie.* October 2018. p 25-28
- (12) Dommergues M et al. Report of the French Comité national technique de l'échographie de dépistage prénatal (prenatal ultrasound) : what are the practical consequences?. *Gynecol Obstet Fertil* 2006 ; 34 : 1090-5.
- (13) Viossat P et al. Report of the French Comité national technique de l'échographie de dépistage prénatal (CNTEDP)—Recommendations for second line prenatal ultrasound. *Gynecol Obstet Fertil* 2014 ; 42 : 51-60.
- (14) M. Levy, B. Stos, UE3C, Lowendal, Paris. Mis à jour le 23 Juil 2019. Disponible sur <https://www.gacougnolle.com/echocardiographie-foetale-5-4-3-2-1-la-methode-levy-stos/>
- (15) Bensemlali M, Stirnemann J, Le Bidois J, Lévy M, Raimondi F, Hery E, Stos B, Bessières B, Boudjemline Y, Bonnet D. Discordances Between Pre-Natal and Post-Natal Diagnoses of Congenital Heart Diseases and Impact on Care Strategies. *J Am Coll Cardiol.* 2016 Aug 30 ;68(9) :921-30.
- (16) Seale AN, Carvalho JS, Gardiner HM, et al., for the British Congenital Cardiac Association. Total anomalous pulmonary venous connection: impact of prenatal diagnosis. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2012; 40:310–8.
- (17) Glatz JA, Tabbutt S, Gaynor JW, et al. Hypoplastic left heart syndrome with atrial level restriction in the era of prenatal diagnosis. *Ann Thorac Surg* 2007; 84:1633–8

- (18) Calderon J, Angeard N, Moutier S, Plumet MH, Jambaqué I, Bonnet D. Impact of prenatal diagnosis on neurocognitive outcomes in children with transposition of the great arteries. *J Pediatr.* 2012 Jul;161(1):94-8. e1.
- (19) Garne E, Stoll c, clementi M. Euroscan group. Evaluation of prenatal diagnosis of congenital heart diseases by ultrasound: Experience from 20 European registries ultrasound. *Obstet Gynecol* 2001 ;17 :386-91
- (20) de-Wahl Granelli A, Wennergren M, Sandberg K, Mellander M, Bejlum C, Inganäs L, Eriksson M, Segerdahl N, Agren A, Ekman-Joelsson BM, Sunnegårdh J, Verdicchio M, Ostman-Smith I. Impact of pulse oximetry screening on the detection of duct dependent congenital heart disease: a Swedish prospective screening study in 39,821 newborns. *BMJ.* 2009 Jan 8 ;338 : a3037.
- (21) Riede FT, Wörner C, Dähnert I, Möckel A, Kostelka M, Schneider P. Effectiveness of neonatal pulse oximetry screening for detection of critical congenital heart disease in daily clinical routine--results from a prospective multicenter study. *Eur J Pediatr.* 2010 Aug;169(8):975-81.
- (22) Ewer AK, Middleton LJ, Furnston AT, Bhoyar A, Daniels JP, Thangaratinam S, Deeks JJ, Khan KS; PulseOx Study Group. Pulse oximetry screening for congenital heart defects in newborn infants (PulseOx): a test accuracy study. *Lancet.* 2011 Aug 27 ;378(9793) :785-94.
- (23) Zhao QM, Ma XJ, Ge XL, Liu F, Yan WL, Wu L, Ye M, Liang XC, Zhang J, Gao Y, Jia B, Huang GY; Neonatal Congenital Heart Disease screening group. Pulse oximetry with clinical assessment to screen for congenital heart disease in neonates in China: a prospective study. *Lancet.* 2014 Aug 30;384(9945):747-54.
- (24) Thangaratinam S, Brown K, Zamora J, Khan KS, Ewer AK. Pulse oximetry screening for critical congenital heart defects in asymptomatic newborn babies: a systematic review and meta-analysis. *Lancet.* 2012 Jun 30 ;379(9835) :2459-2464.

- (25) Plana MN, Zamora J, Suresh G, Fernandez-Pineda L, Thangaratinam S, Ewer AK. Pulse oximetry screening for critical congenital heart defects. *Cochrane Database Syst Rev*. 2018 Mar 1;3(3):CD011912.
- (26) Aranguren Bello HC, Londoño Trujillo D, Troncoso Moreno GA, Dominguez Torres MT, Taborda Restrepo A, Fonseca A, Sandoval Reyes N, Chamorro CL, Dennis Verano RJ. Oximetry and neonatal examination for the detection of critical congenital heart disease: a systematic review and meta-analysis. *F1000Res*. 2019 Mar 1 ;8 :242.
- (27) Ewer AK. Pulse oximetry screening for critical congenital heart defects in newborn infants: should it be routine? *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed*. 2014 Jan;99(1): F93-5.
- (28) Christian Balmer, Lydie Beauport, Oliver Niesse, Romaine Arlettaz. Screening néonatal des cardiopathies congénitales critiques par saturométrie : le POx screening. *Pédiatrie suisse*. 2019 Avril
- (29) Granelli Ad, Ostman-Smith I. Noninvasive peripheral perfusion index as a possible tool for screening for critical left heart obstruction. *Acta Paediatr*. 2007 Oct ;96(10):1455-9.
- (30) Jérôme Kieffer. Etude de l'index de perfusion périphérique dans une population d'enfants sains et porteurs d'une coarctation de l'aorte : A propos de 30 cas. *Sciences du Vivant [q-bio]*. 2009.
- (31) Uygur O, Koroglu OA, Levent E, Tosyali M, Akisu M, Yalaz M, Kultursay N. The value of peripheral perfusion index measurements for early detection of critical cardiac defects. *Pediatr Neonatol*. 2019 Feb ;60(1):68-73.
- (32) S. Durand · J. Baleine · J. Le Bouhellec · C. Milési · R. Mesnage · G. Cambonie. Oxymétrie pulsée : contribution au diagnostic et à l'approche hémodynamique en pédiatrie. *SRLF et Lavoisier SAS* 2014. P322-332
- (33) Martin GR, Ewer AK, Gaviglio A, Hom LA, Saarinen A, Sontag M, Burns KM, Kemper AR, Oster ME. Updated Strategies for Pulse Oximetry Screening for Critical Congenital Heart Disease. *Pediatrics*. 2020 Jul ;146(1): e20191650.

- (34) Mahle WT, Martin GR, Beekman RH 3rd, Morrow WR; Section on Cardiology and Cardiac Surgery Executive Committee. Endorsement of Health and Human Services recommendation for pulse oximetry screening for critical congenital heart disease. *Pediatrics*. 2012 Jan ;129(1):190-2.
- (35) Kemper AR, Mahle WT, Martin GR, Cooley WC, Kumar P, Morrow WR, Kelm K, Pearson GD, Glidewell J, Grosse SD, Howell RR. Strategies for implementing screening for critical congenital heart disease. *Pediatrics*. 2011 Nov ;128(5): e1259-67.
- (36) Abouk R, Grosse SD, Ailes EC, Oster ME. Association of US State Implementation of Newborn Screening Policies for Critical Congenital Heart Disease With Early Infant Cardiac Deaths. *JAMA*. 2017 Dec 5 ;318(21):2111-2118.
- (37) Manzoni P, Martin GR, Sanchez Luna M, Mestrovic J, Simeoni U, Zimmermann L, Ewer AK; European Pulse Oximetry Screening Workgroup. Pulse oximetry screening for critical congenital heart defects: a European consensus statement. *Lancet Child Adolesc Health*. 2017 Oct;1(2):88-90.
- (38) R Carbajal L'oxymétrie de pouls en pédiatrie, *Archive de pédiatrie*. Paris : Elsevier. 1996. p 1129-1134
- (39) Kuelling B, Arlettaz Mieth R, Bauersfeld U, Balmer C. Pulse oximetry screening for congenital heart defects in Switzerland: most but not all maternity units screen their neonates. *Swiss Med Wkly*. 2009 Nov 28 ;139(47-48) :699-704. PMID : 20047132.
- (40) Dilli D, Doğan V, Özyurt BM, Özyurt A, Hakan N, Bozabalı S, Caner İ, Olgun H, Koç M, Taşoğlu İ, Karademir S, Zenciroğlu A. Should we start a nationwide screening program for critical congenital heart disease in Turkey? A pilot study on four centres with different altitudes. *Cardiol Young*. 2019 Apr ;29(4) :475-480.
- (41) El Idrissi Slitine N, Bennaoui F, Sable CA, Martin GR, Hom LA, Fadel A, Moussaoui S, Inajjarne N, Boumzebra D, Mouaffak Y, Younous S, Boukhanni L, Maoulainine FMR. Pulse Oximetry and Congenital Heart Disease Screening: Results of the First Pilot Study in Morocco. *Int J Neonatal Screen*. 2020 Jun 30;6(3):53.

- (42) The Lancet. A new milestone in the history of congenital heart disease. *Lancet*. 2012 Jun 30 ;379(9835):2401.
- (43) Dolk H, Loane M, Garne E. Malformations cardiaques congénitales en Europe : prévalence et mortalité périnatale, 2000 à 2005. *Diffusion* 2011 ;123 :841-9. 10.1161/CIRCULATIONAHA.110.958405
- (44) Khoshnood B, Lelong N, Houyel L, Bonnet D, Ballon M, Jouannic JM, Goffinet F; EPICARD Study group. Impact of prenatal diagnosis on survival of newborns with four congenital heart defects: a prospective, population-based cohort study in France (the EPICARD Study). *BMJ Open*. 2017 Nov 8 ;7(11):e018285.
- (45) D. Bonnet. Paris : Le diagnostic prénatal des cardiopathies congénitales. *Archive de Pédiatrie*. Elsevier Masson ; 2009. p 625
- (46) Dr Julie THOMAS, février 2020, Etude OXYNAT, information disponible sur : <https://www.chu-bordeaux.fr/Patient-proches/OXYNAT-information-sur-le-traitement-des-donn%C3%A9es-/>
- (47) Külling B, Arlettaz R, Bauersfeld U, Balmer C. Pulse oximetry screening for congenital heart defects in Switzerland: most but not all maternity units screen their neonates. *Swiss Med Wkly* 2009 ;139 :699-704.
- (48) Wong KK, Fournier A, Fruitman DS, Graves L, Human DG, Narvey M, et al. Canadian Cardiovascular Society/Canadian Pediatric Cardiology Association Position statement on pulse oximetry screening in newborns to enhance detection of critical congenital heart disease. *Can J Cardiol* 2017 ;33 :199-208.
- (49) Cours DIU cardiologie pédiatrique -M3C

Résumé : Etude de la faisabilité de la mise en place du protocole de dépistage des cardiopathies congénitales critiques, par oxymétrie de pouls, en maternité, au CHU Amiens et au CH Saint Quentin

Introduction : Le dépistage des cardiopathies congénitales critiques est un enjeu de santé publique. Le but étant de les détecter précocement avant toute décompensation. En dépit des preuves scientifiques il n'y a actuellement aucune recommandation nationale. De ce fait, nous avons étudié la faisabilité de ce test de dépistage au CHU Amiens et au CH Saint Quentin.

Matériel et Méthode : Il s'agit d'une étude prospective. Les nouveau-nés de terme ≥ 35 SA et sans diagnostic de cardiopathies congénitales ont été inclus. La faisabilité est estimée selon le taux de dépistage et l'acceptabilité des parents et des soignants par un questionnaire.

Résultats : Au CHU Amiens, 885 nouveau-nés ont été inclus entre le 1^{er} janvier 2021 et le 30 juin 2021 ; au CH Saint Quentin, 524 nouveau-nés ont été inclus du 1^{er} janvier 2021 au 31 mai 2021. 34 % des nouveau-nés seulement ont été dépistés au CHU Amiens contre 92,7% au CH Saint Quentin. Des freins intrinsèques à l'étude ont été relevés au CHU Amiens, expliquant la non-réalisation du test de dépistage.

Discussion et conclusion : Au CHU Amiens, le dépistage des cardiopathies congénitales critiques par oxymétrie de pouls en maternité a été difficilement mis en place pour des raisons liées à l'étude. La faisabilité hors contexte d'étude a été relevée par les opérateurs. Au CH Saint Quentin, le dépistage a été faisable, actuellement, le protocole continue à être appliqué.

Mots-clés : Cardiopathie congénitale-dépistage-oxymétrie de pouls-maternité-acceptabilité

Abstract: Feasibility study of the implementation of a screening protocol for critical congenital heart disease by pulse oximetry in maternity wards at Amiens University Hospital and Saint Quentin Hospital

Introduction: Screening for critical congenital heart disease is a public health problem. The aim is to detect them early before any decompensation. Despite scientific evidence, there is currently no national recommendation. Therefore, we studied the feasibility of this screening test at the Amiens University Hospital and the Saint Quentin Hospital.

Material and Method: This was a prospective study. Newborns of term ≥ 35 SA and without diagnosis of congenital heart disease were included. Feasibility was estimated according to the screening rate and acceptability to parents and caregivers by a questionnaire.

Results: At Amiens University Hospital, 885 newborns were included between January 1, 2021, and June 30, 2021; at Saint Quentin Hospital, 524 newborns were included from January 1, 2021, to May 31, 2021. Only 34% of newborns were screened at Amiens University Hospital, compared to 92.7% at Saint Quentin Hospital. Intrinsic barriers to the study were noted at Amiens University Hospital, explaining the non-implementation of the screening test.

Discussion and conclusion: At Amiens University Hospital, screening for critical congenital heart disease by pulse oximetry in maternity wards was difficult to implement for reasons related to the study. The feasibility outside the study context was noted by the operators. At the Saint Quentin Hospital, screening was feasible, and the protocol is currently being applied.

Keywords: Congenital heart disease-screening-pulse oximetry-maternity-acceptability

