



HAL
open science

Intérêt du pH au cordon en systématique dans les situations physiologiques ? Étude rétrospective à la maternité Port-Royal (Paris)

Guillemette Perier

► To cite this version:

Guillemette Perier. Intérêt du pH au cordon en systématique dans les situations physiologiques ? Étude rétrospective à la maternité Port-Royal (Paris). Gynécologie et obstétrique. 2014. dumas-01058840

HAL Id: dumas-01058840

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01058840>

Submitted on 28 Aug 2014

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.

AVERTISSEMENT

Ce mémoire est le fruit d'un travail approuvé par le jury de soutenance et réalisé dans le but d'obtenir le diplôme d'Etat de sage-femme. Ce document est mis à disposition de l'ensemble de la communauté universitaire élargie.

Il est soumis à la propriété intellectuelle de l'auteur. Ceci implique une obligation de citation et de référencement lors de l'utilisation de ce document.

D'autre part, toute contrefaçon, plagiat, reproduction illicite encourt toute poursuite pénale.

Code de la Propriété Intellectuelle. Articles L 122.4

Code de la Propriété Intellectuelle. Articles L 335.2-L 335.10

UNIVERSITÉ PARIS DESCARTES



Faculté de Médecine de Paris Descartes

ECOLE DE SAGES-FEMMES BAUDELOCQUE

Mémoire pour obtenir le
Diplôme d'Etat de Sage-Femme

Présenté et soutenu publiquement

le 29 avril 2014

par

Guillemette PERIER

Née le 30 juillet 1989

**Intérêt du pH au cordon en systématique
dans les situations physiologiques ?**

Etude rétrospective à la maternité Port-Royal (Paris)

DIRECTEUR DU MEMOIRE :

Mme CHANTRY Anne Sage-femme enseignante, Docteur en Epidémiologie

JURY :

Dr BLANC Julie	CCA, Représentante du Directeur Technique et d'Enseignement de l'école de sages-femmes Baudelocque
Mme VEROT Christèle	Sage-femme cadre enseignante, Représentante de la directrice de l'école de sages-femmes Baudelocque
Mme MONIER Isabelle	Sage-femme, Doctorante en épidémiologie
Mme DEPUT RAMPON Camille	Sage-femme
Mme CHANTRY Anne	Sage-femme enseignante, Docteur en Epidémiologie

N° du mémoire : 2014PA05MA27

Remerciements

Je tiens à remercier en premier lieu Anne Chantry qui a accepté de diriger ce mémoire. Un immense merci pour vos encouragements, vos conseils, et le temps que vous m'avez accordé sans compter tout au long de la réalisation de ce travail. Votre recul et vos compétences dans le domaine de la recherche m'ont été très précieux pour mener à bien ce mémoire.

Un grand merci à Mme Lucile Caubit, sage-femme chargée de l'évaluation à la maternité Port-Royal, de m'avoir transmis les données DIAMM, indispensables à la constitution de la base de données de cette étude.

Un grand merci au Dr Camille Chenevier-Gobeaux, du service de diagnostic biologique automatisé de l'hôpital Cochin, pour toutes les informations nécessaires à l'étude de coûts. Merci pour votre disponibilité.

Merci à Mme Allain-Watel et à toute l'équipe des archives de Port-Royal de m'avoir permis d'accéder aux dossiers de la maternité et de m'en avoir expliqué le classement.

Merci Marie pour ta relecture attentive depuis l'autre bout du monde !

Merci à tous ceux qui m'ont encouragée et accompagnée pendant ces cinq années d'études de sage-femme et notamment lors de ce travail de mémoire. Un merci tout particulier à mes parents pour leur présence, leur confiance et leur soutien inconditionnel.

Table des matières

Liste des tableaux	I
Liste des figures.....	III
Liste des annexes	IV
Lexique	V
Introduction.....	1
Première partie : De la prévention des séquelles neurologiques à la réalisation des gaz du sang de cordon	2
1.1 L'asphyxie perpartum, une situation potentiellement délétère	2
1.1.1 Equilibre acido-basique du fœtus : mécanismes physiopathologiques de l'hypoxie-anoxie	2
1.1.1.1 <i>Circulation materno-fœtale et asphyxie fœtale</i>	2
1.1.1.2 <i>Reflet acido-basique de l'asphyxie fœtale</i>	3
1.1.2 Conséquences de l'asphyxie perpartum	4
1.1.3 Epidémiologie de l'acidose néonatale, de l'encéphalopathie néonatale et de la paralysie cérébrale	6
1.1.4 Traitements de l'asphyxie perpartum	8
1.2 L'interprétation du rythme cardiaque fœtal (RCF) au cours du travail en prévention de l'asphyxie perpartum	9
1.2.1 Mécanismes physiologiques de la régulation du RCF	9
1.2.2 Validité du RCF dans le dépistage des asphyxies perpartum.....	9
1.3 L'apport des gaz du sang de cordon dans le diagnostic des asphyxies perpartum	11
1.3.1 Principe des gaz du sang de cordon ou « pH au cordon »	11
1.3.2 Fiabilité des gaz du sang de cordon	12
1.3.3 Gaz du sang de cordon : population concernée ?	13
1.3.3.1 <i>Sur facteurs de risque (Etats-Unis, Royaume-Uni)</i>	13
1.3.3.2 <i>En systématique (France, Canada)</i>	14
2^{ème} partie : Etude rétrospective sur 1275 dossiers de juin à décembre 2012 à la maternité Port-Royal (Paris).....	15
2.1 Méthodologie de l'étude	15
2.1.1 Problématique.....	15
2.1.2 Hypothèses.....	15
2.1.3 Objectifs.....	16
2.1.4 Matériel et méthodes	16
2.1.4.1 <i>Type d'étude</i>	16
2.1.4.2 <i>Lieu de l'étude</i>	17

2.1.4.3	<i>Population de l'étude</i>	17
2.1.4.4	<i>Consultation des dossiers</i>	19
2.1.4.5	<i>Recueil de données</i>	20
2.1.4.6	<i>Méthode d'analyse du RCF</i>	20
2.1.4.7	<i>Analyses statistiques</i>	21
2.2	Présentation des résultats	22
2.2.1	Caractéristiques générales de la population.....	22
2.2.2	Etude de l'association des caractéristiques du travail (autre que le RCF) avec l'acidose.....	25
2.2.3	Deux interprétations des RCF.....	27
2.2.3.1	<i>Présentation de la répartition des RCF selon révision</i>	28
2.2.3.2	<i>Corrélation entre analyse RCF DIAMM® et analyse selon CNGOF + Melchior</i> .	29
2.2.4	Evaluation du RCF comme test de dépistage de l'asphyxie perpartum (Objectifs O1 et O1bis).....	30
2.2.5	pH au cordon pathologique : facteur de risque d'un mauvais état néonatal ? (Objectifs O2 et O2bis)	34
2.2.6	Evaluation des coûts à la maternité Port-Royal (Objectif O3).....	42
3^{ème}	partie : Discussion et analyse des résultats	46
3.1	Synthèse des principaux résultats	46
3.2	Forces et limites de l'étude	47
3.2.1	Forces.....	47
3.2.2	Limites et biais.....	48
3.2.3	Motifs du choix de la définition de l'état néonatal.....	49
3.3	Comparaison des résultats aux données de la littérature	50
3.3.1	Incidence de l'acidose	50
3.3.2	Validité du RCF comme test de dépistage de l'asphyxie perpartum	51
3.3.3	Acidose et état néonatal dans un groupe à bas risque	53
3.4	pH au cordon en systématique ou sur facteurs de risque ?	53
3.4.1	Le pH en systématique : peu d'impact sur la prise en charge néonatale immédiate	53
3.4.2	Le pH en systématique : un surcoût négligeable.....	55
3.4.3	Le pH en systématique : un intérêt sous réserve de sa fiabilité	55
3.4.4	Le pH en systématique : une contribution possible à l'évaluation de pratiques professionnelles	56
3.4.5	Le pH en systématique : une protection médico-légale	57
3.4.6	La place du pH au cordon dans l'identification des asphyxies perpartum : un complément intéressant au RCF	58
	Conclusion	59
	Bibliographie	
	Annexes	

Liste des tableaux

Tableau 1 : Définitions des différents types d'acidose.....	4
Tableau 2 : Consensus multidisciplinaire définissant les critères permettant d'attribuer une encéphalopathie néonatale ou une paralysie cérébrale à une asphyxie perpartum de l'International Cerebral Palsy Task Force (1999), révisés par l'American College of Obstetricians and Gynecologists et l'American Academy of Pediatrics (2003)	6
Tableau 3 : Valeurs artérielles et veineuses des gaz du sang de cordon.....	12
Tableau 4 : Sélection des dossiers à consulter pour réinterprétation du RCF.....	19
Tableau 5 : Caractéristiques maternelles	23
Tableau 6 : Caractéristiques du travail	23
Tableau 7 : Issues néonatales	24
Tableau 8 : Associations entre caractéristiques du travail et pH au cordon (seuil pH 7,15)	26
Tableau 9 : Associations entre caractéristiques du travail et pH au cordon (seuil pH 7,10)	26
Tableau 10 : Associations entre caractéristiques du travail et pH au cordon (seuil pH 7,00)	27
Tableau 11: Nombre de dossiers à consulter pour réinterprétation RCF.....	28
Tableau 12 : Comparaison des deux interprétations du RCF.....	29
Tableau 13 : Répartition des RCF selon DIAMM® en fonction du pH au cordon (seuil pH 7,15)	30
Tableau 14 : Répartition des RCF selon DIAMM® en fonction du pH au cordon (seuil pH 7,10)	30
Tableau 15 : Répartition des RCF selon DIAMM® en fonction du pH au cordon (seuil pH 7,00)	30
Tableau 16 : Caractéristiques du RCF comme test de dépistage de l'asphyxie perpartum (RCF selon DIAMM®).....	31
Tableau 17 : Répartition des RCF selon révision en fonction du pH au cordon (seuil pH 7,15)	32
Tableau 18 : Répartition des RCF selon révision en fonction du pH au cordon (seuil pH 7,10)	32
Tableau 19 : Répartition des RCF selon révision en fonction du pH au cordon (seuil pH 7,00)	32
Tableau 20 : Caractéristiques du RCF comme test de dépistage de l'asphyxie perpartum (RCF selon révision comparé au RCF selon DIAMM®)	33
Tableau 21 : Répartition des états néonataux en fonction du pH au cordon (toute la base de données)	34
Tableau 22 : Association pH au cordon et état néonatal (seuil pH 7,15).....	35

Tableau 23 : Association pH au cordon et état néonatal (seuil pH 7,10)	35
Tableau 24 : Association pH au cordon et état néonatal (seuil pH 7,00)	36
Tableau 25 : Répartition des états néonataux en fonction du pH au cordon (RCF normaux selon DIAMM®)	38
Tableau 26 : Association pH au cordon et état néonatal parmi les RCF normaux selon DIAMM® (seuil pH 7,15).....	39
Tableau 27 : Association pH au cordon et état néonatal parmi les RCF normaux selon DIAMM® (seuil pH 7,10).....	39
Tableau 28 : Association pH au cordon et état néonatal parmi les RCF normaux selon DIAMM® (seuil pH 7,00).....	40
Tableau 29 : Répartition des états néonataux en fonction du pH au cordon (RCF normaux selon révision)	41
Tableau 30 : Association pH au cordon et état néonatal parmi les RCF normaux selon révision (seuil pH 7,15)	41
Tableau 31 : Récapitulatif des dépenses relatives au pH au cordon à Port-Royal.....	44
Tableau 32 : Calcul du surcoût du pH en systématique par rapport au pH sur facteurs de risque à Port-Royal de juin à décembre 2012	45
Tableau 33 : Comparaison des caractéristiques du RCF comme test de dépistage de l'asphyxie perpartum dans différentes études	52

Liste des figures

Figure 1 : Conséquences possibles de l'asphyxie perpartum	5
Figure 2 : Diagramme de flux de sélection de la population d'étude	18

Liste des annexes

Annexe I : Classification du CNGOF (2007)

Annexe II : Classification de Melchior (1972)

Annexe III : Données recueillies sur DIAMM®

Annexe IV : Données recueillies dans les dossiers ouverts

Annexe V : Valeurs artérielles du pH au cordon

Lexique

ACOG : American College of Obstetricians and Gynecologists

APD : Analgésie PériDurale

bpm : Battements Par Minute

CNGOF : Collège National des Gynécologues Obstétriciens Français

DB : Déficit de Bases

DEE : Durée des Efforts Expulsifs

DOO : Durée d'Ouverture de l'Œuf

IMC : Indice de Masse Corporelle

IMG : Interruption Médicale de Grossesse

IV : IntraVeineux(se)

LA : Liquide Amniotique

MFIU : Mort Fœtale In Utero

OR : Odd Ratio

PCO₂ : Pression partielle en dioxyde de carbone

pH : Potentiel Hydrogène

RCF : Rythme Cardiaque Fœtal

UME : Unité Mère-Enfant

VPN : Valeur Prédictive Négative

VPP : Valeur Prédictive Positive

Introduction

La mesure des gaz du sang de cordon, couramment désignée sous le terme « pH au cordon » est aujourd'hui une pratique courante en obstétrique. Ce prélèvement réalisé quotidiennement par les sages-femmes en salle de naissance est un reflet de l'oxygénation du fœtus au cours du travail. Au cours des différents stages effectués pendant mes études, j'ai pu observer des protocoles hétérogènes concernant le pH au cordon : pratiqué en systématique dans certaines maternités, il ne l'est que sur facteurs de risque dans d'autres maternités. La coexistence de ces deux attitudes se retrouve dans les recommandations internationales : certains pays, dont la France, préconisent de prélever un pH au cordon en systématique pour toute naissance, d'autres pays comme le Royaume-Uni ou les Etats-Unis, recommandent ce prélèvement sur facteurs de risque uniquement.

Ces différences de pratiques m'ont conduite à m'interroger sur l'intérêt de réaliser un pH au cordon en systématique dans les situations physiologiques.

A partir des données de la maternité Port-Royal (Paris), nous avons cherché à évaluer la pertinence de réaliser ce prélèvement en systématique pour 1275 naissances en 2012.

Dans une première partie, nous expliquerons ce qu'implique un défaut d'oxygénation fœtale au cours du travail et ce que les équipes obstétricales recherchent en réalisant le prélèvement du pH au cordon. Puis, la méthodologie de l'étude et ses résultats seront présentés dans une deuxième partie. Enfin, dans une troisième partie, nous discuterons des arguments en faveur et en défaveur de la réalisation du pH en systématique au vu des résultats de l'étude, confrontés aux données de la littérature.

Première partie :

De la prévention des séquelles neurologiques à la réalisation des gaz du sang de cordon

1.1 L'asphyxie perpartum, une situation potentiellement délétère

La surveillance du travail vise à permettre la naissance dans les meilleures conditions pour la mère et pour l'enfant, et notamment à prévenir chez ce dernier les séquelles consécutives aux situations d'hypoxie-anoxie. Comment définir l'hypoxie-anoxie fœtale et quelles sont ses conséquences ?

1.1.1 Equilibre acido-basique du fœtus : mécanismes physiopathologiques de l'hypoxie-anoxie

1.1.1.1 Circulation materno-fœtale et asphyxie fœtale

La circulation materno-fœtale permet l'apport de sang oxygéné au fœtus via la veine ombilicale et le retour du sang pauvre en dioxygène et riche en dioxyde de carbone vers la circulation maternelle via les artères ombilicales. Lorsque ces échanges sanguins materno-fœtaux sont perturbés, le sang fœtal s'appauvrit en oxygène et le dioxyde de carbone s'accumule. Différents mécanismes permettent au fœtus de lutter contre cette situation délétère : augmentation de l'extraction d'oxygène par le placenta et par les tissus (augmentation du nombre de cotylédons mis en jeu et effet Bohr), redistribution du flux sanguin en priorité vers les organes nobles (cerveau, cœur, glandes surrénales), libération de catécholamines entraînant une hausse du rythme cardiaque et une vasoconstriction périphérique, complément d'apport énergétique via le mécanisme anaérobie, diminution des activités non essentielles (mouvements actifs fœtaux par exemple) (1–4).

Le processus d'hypoxie-anoxie se décline en trois étapes : hypoxémie, hypoxie, puis asphyxie (ou anoxie). La diminution progressive de la teneur en O₂ du sang circulant concerne d'abord les artères (hypoxémie), puis les tissus périphériques (hypoxie), et enfin les organes nobles (asphyxie ou anoxie). L'asphyxie, étape ultime de ce processus atteinte lorsque les capacités de défense du fœtus sont dépassées,

est associée à une défaillance multiviscérale et à un risque élevé de séquelles neurologiques voire de décès périnatal détaillés dans le paragraphe 1.1.2 (4,5).

Au cours du travail, les contractions utérines et l'éventuelle compression cordonale peuvent affecter les échanges gazeux entre la mère et le fœtus(1). Le travail constitue donc une période à risque accru d'asphyxie fœtale.

1.1.1.2 Reflet acido-basique de l'asphyxie fœtale

L'asphyxie fœtale se traduit par une acidose c'est-à-dire une diminution du pH sanguin.

En effet, l'accumulation de CO₂ entraîne la libération d'ions H⁺ selon la réaction suivante : $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HCO}_3^- + \text{H}^+$

La correction de l'acidose par les systèmes tampons entraîne la diminution des réserves de bases tampons (essentiellement les bicarbonates). Le déficit de bases (DB) ou base excess est défini comme la différence entre les bases totales théoriques et les bases totales mesurées.

De plus, le métabolisme anaérobie qui se met en place lors de situations d'asphyxie prolongée entraîne une production d'acide lactique qui accroît la consommation des réserves de bases tampons.

Les normes des gaz du sang et du pH dépendent du type de prélèvement effectué. Nous présentons ici les valeurs pour un prélèvement de l'artère ombilicale à la naissance.

D'après la revue de littérature réalisée par Vandenbussche et al. en 1999, la plupart des auteurs fixe la limite inférieure des pH normaux entre 7,10 et 7,20 (6) (cf annexe V). L'acidose est considérée comme sévère lorsque le pH artériel au cordon est inférieur à 7,00 (7).

On distingue deux types principaux d'acidose :

- Lorsque l'acidose est due à une accumulation de CO₂, on parle d'*acidose respiratoire* : la diminution du pH s'accompagne d'une augmentation de la PCO₂ sans augmentation du déficit de bases.

- Lorsque l'acidose résulte de la mise en jeu des mécanismes anaérobies et de la consommation des systèmes tampons, on parle d'*acidose métabolique* : la diminution du pH s'accompagne d'une PCO₂ normale et d'une augmentation du déficit de bases.

Les deux types d'acidose peuvent coexister, on parle alors d'*acidose mixte* : la diminution du pH s'accompagne d'une augmentation de la PCO₂ et d'une augmentation du déficit de bases. A la naissance, l'acidose métabolique pure est peu fréquente, l'acidose est généralement mixte ou respiratoire (8). Winkler et al. ont ainsi retrouvé que les acidoses néonatales se décomposaient en 44% d'acidose respiratoire, 41% d'acidose mixte et 15% d'acidose métabolique (9).

Tableau 1 : Définitions des différents types d'acidose

Seuils pathologiques d'après B. Carbonne, 2007-2008 (10,11) et C. Vayssière, 2008 (8)

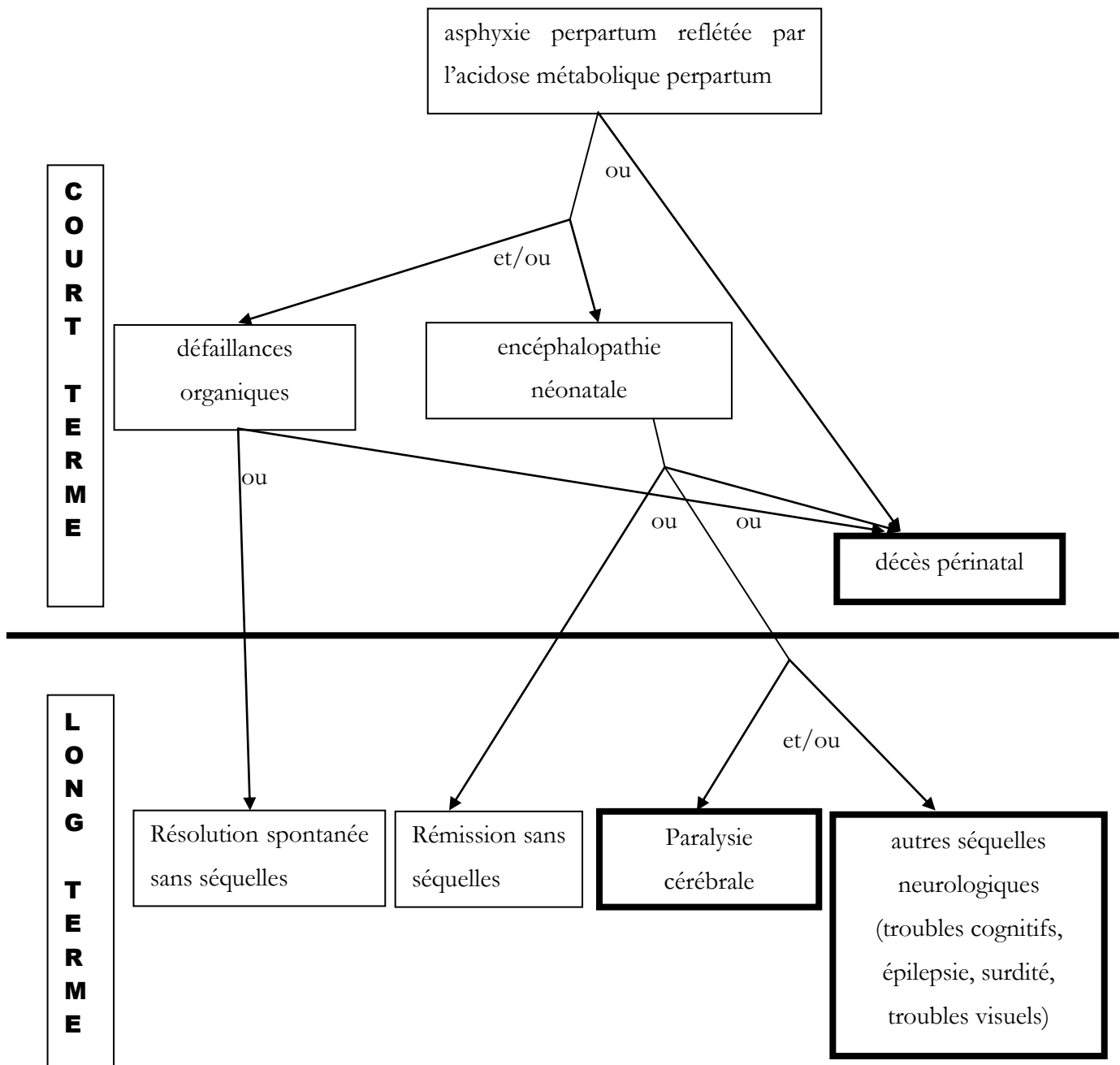
Type d'acidose	respiratoire	mixte	métabolique
pH	< 7,15	< 7,15	< 7,15
PCO ₂ (mmHg)	> 65	> 65	< 65
DB (mEq/L)	< 8	> 8	> 8

Alors que l'acidose respiratoire est transitoire, sans atteinte d'organe et donc sans gravité pour le fœtus, l'acidose métabolique, plus durable, peut être délétère pour le fœtus et conduire à des séquelles à court et long terme (10).

1.1.2 Conséquences de l'asphyxie perpartum

L'asphyxie perpartum, reflétée par l'acidose métabolique, peut engendrer des conséquences graves : défaillance multiviscérale, encéphalopathie néonatale (alors qualifiée d'anoxo-ischémique), ou mort périnatale. Les défaillances organiques sont en général réversibles en cas de survie et non corrélées au pronostic neurodéveloppemental. L'encéphalopathie néonatale peut aboutir à une paralysie cérébrale ou à d'autres séquelles neurologiques (troubles cognitifs, épilepsie, surdité, troubles visuels) (5,12). Ces conséquences sont représentées dans la figure 1.

Figure 1 : Conséquences possibles de l'asphyxie perpartum



Cependant, les séquelles neurologiques (paralysie cérébrale notamment) ne sont pas toutes imputables à une situation d'asphyxie perpartum. Les enfants ne développant pas d'encéphalopathie néonatale anoxo-ischémique n'ont pas de séquelles neurologiques attribuables à l'asphyxie (13). Afin de préciser le lien entre asphyxie perpartum et séquelles neurologiques, l'American College of Obstetricians and Gynecologists (ACOG) et l'American Academy of Pediatrics (AAP) ont établi en 2003 des critères permettant d'attribuer une encéphalopathie néonatale ou une paralysie cérébrale à une asphyxie perpartum, présentés dans le Tableau 2.

Tableau 2 : Consensus multidisciplinaire définissant les critères permettant d'attribuer une encéphalopathie néonatale ou une paralysie cérébrale à une asphyxie perpartum de l'International Cerebral Palsy Task Force (1999), révisés par l'American College of Obstetricians and Gynecologists et l'American Academy of Pediatrics (2003)(14)

Critères essentiels (devant être tous présents)
1- Mise en évidence d'une acidose métabolique fœtale perpartum, au cordon sur l'artère ombilicale ou précocement chez le nouveau-né (moins d'une heure de vie) : pH < 7,00 et déficit de bases \geq 12 mEq/L
2- Encéphalopathie précoce modérée à sévère chez un enfant \geq 34 semaines d'âge gestationnel
3- Paralysie cérébrale de type quadriplégie spastique ou de type dyskinétique
4- Exclusion des autres causes : traumatisme, troubles de coagulation, pathologie infectieuse, problème génétique
Critères suggérant ensemble une origine perpartum mais non spécifiques en eux-mêmes (si certains des critères suivants sont absents ou contradictoires, l'origine perpartum du processus demeure incertaine)
5- Événement hypoxique sentinelle survenant avant ou pendant le travail
6- Altération brutale et prolongée du rythme cardiaque fœtal faisant suite à l'événement sentinelle, le tracé précédant l'événement étant normal ; les anomalies du rythme cardiaque fœtal évocatrices étant une bradycardie ou une disparition de la variabilité ou des décélérations tardives ou variables prolongées
7- Score d'Apgar entre 0 et 3 au-delà de 5 min
8- Altérations multiorganiques précoces (début avant 72 heures de vie)
9- Imagerie néonatale précoce montrant des anomalies non focales

1.1.3 Epidémiologie de l'acidose néonatale, de l'encéphalopathie néonatale et de la paralysie cérébrale

Incidence de l'acidose néonatale

L'incidence d'acidose néonatale sévère (pH<7,00) est estimée à 1% des naissances vivantes dans la population générale et 0,5% pour les naissances à terme (13,15). En définissant l'acidose à partir de sa composante métabolique (DB > 12 mEq/L), Low trouve une incidence d'acidose de 2 à 2,6% chez les enfants à terme (16,17).

Incidence de l'encéphalopathie néonatale

L'incidence d'encéphalopathie néonatale est estimée à 6 pour 1000 naissances vivantes (18). La part d'encéphalopathie modérée ou sévère est de l'ordre de 1,6 à 3,8 pour 1000 naissances vivantes (18–20).

Incidence de la paralysie cérébrale

Parmi les séquelles neurologiques post anoxiques, la paralysie cérébrale constitue une conséquence grave et une entité clinique bien définie. C'est pourquoi elle est retenue comme critère de jugement des séquelles neurologiques post anoxiques dans la plupart des études (8).

Les données actuelles de la littérature estiment le nombre de paralysies cérébrales de 1,9 à 2,5 cas pour 1000 naissances vivantes (15,21–23) .

Part de l'asphyxie perpartum dans les étiologies des paralysies cérébrales

Dans la population générale, on estime à environ 10% les cas de paralysies cérébrales associés à une asphyxie perpartum, et cette proportion serait de 15% chez les enfants nés à terme (24,25). En considérant uniquement les cas où la relation causale entre l'asphyxie perpartum et la paralysie cérébrale est établie de façon certaine, la part de l'asphyxie perpartum dans les étiologies des paralysies cérébrales semble encore plus limitée (26). Ainsi en appliquant les critères stricts de l'ACOG, dans une étude rétrospective réalisée sur une cohorte de 213 cas d'infirmité motrice cérébrale, Strijbis et al. ont retrouvé moins de 2% de cas attribuables à une asphyxie perpartum et Etori et al., dans une étude rétrospective sur 110 cas de paralysie cérébrale, en ont retrouvé moins de 4% (aucun cas ne remplissait tous les critères mais 4 cas étaient discutables) (27,28). La paralysie cérébrale est donc majoritairement due à des causes anténatales ou post-natales (15).

Ces résultats montrant une responsabilité extrêmement faible de l'asphyxie perpartum vis-à-vis de séquelles neurologiques restent toutefois à nuancer.

Il existe en effet de nombreux cas où l'étiologie de la paralysie cérébrale ne peut être clairement identifiée (21% dans l'étude d'Etori et al.) et dont l'origine perpartum ne peut donc être exclue de façon certaine. Le caractère très strict des critères de l'AGOG privilégie en effet la spécificité à la sensibilité, (c'est-à-dire de limiter le nombre de cas de paralysie cérébrale imputés à tort à une asphyxie perpartum, quitte à omettre à tort la responsabilité de l'asphyxie perpartum dans certains cas de

paralysie cérébrale). Dans le contexte actuel de pression médico-légale grandissante, les experts souhaitent ainsi éviter de faire porter au praticien la responsabilité de séquelles neurologiques lorsque le lien avec une asphyxie perpartum n'est pas clairement démontré (8).

De plus, les séquelles neurologiques possibles de l'asphyxie perpartum ne se limitent pas à la paralysie cérébrale, l'asphyxie perpartum peut en effet entraîner également des troubles cognitifs, visuels, auditifs et des épilepsies (15). Toutefois, la part de ces autres séquelles attribuable à l'asphyxie perpartum est difficile à quantifier faute d'éléments fiables dans la littérature.

Les asphyxies perpartum représentent l'une des rares étiologies évitables de la paralysie cérébrale d'où l'importance accordée à cette étiologie malgré sa faible proportion par rapport aux autres causes de paralysies cérébrales (25).

1.1.4 Traitements de l'asphyxie perpartum

La prise en charge d'un nouveau-né asphyxique qui présente une dépression cardiorespiratoire (bradycardie et absence de ventilation efficace) repose en premier lieu sur une ventilation en pression positive (au masque ou sur tube endotrachéal). Celle-ci suffit la plupart du temps à rétablir l'hémodynamique et l'hématose (12). Dans le cas d'une acidose respiratoire pure, le rétablissement des échanges gazeux permet de corriger rapidement l'acidose, la récupération est plus longue dans le cas d'une acidose métabolique (3,10,12).

En cas d'acidose métabolique, la concentration en acide lactique peut rester élevée plusieurs heures après correction de l'hypoxie et provoquer des lésions cérébrales irréversibles, quand celles-ci n'ont pas déjà eu lieu in utero (10). Le développement actuel de l'hypothermie cérébrale contrôlée offre de nouveaux espoirs de traitement postnatal de l'asphyxie. Ces protocoles d'hypothermie visent à limiter la cascade biochimique qui entraîne une mort neuronale retardée suite à l'hypoxie-ischémie mais ne permettent pas la réparation des lésions cérébrales une fois celles-ci constituées (29).

Il reste donc primordial d'intervenir en amont des dommages cérébraux dans les situations d'hypoxie foétale. Selon le caractère aigu ou non de l'asphyxie, le temps disponible pour intervenir à partir du début du déficit en oxygène varie entre moins de 10 minutes pour les événements hypoxiques les plus aigus (procidence,

Benkiser...) et quelques jours ou quelques semaines pour les hypoxémies d'installation progressive (RCIU par exemple) (4).

L'absence de prise en charge satisfaisante des conséquences de l'asphyxie perpartum justifie la nécessité de recourir à des techniques de dépistage des situations d'hypoxie fœtale au cours du travail, la plus couramment utilisée étant la surveillance du rythme cardiaque fœtal.

1.2 L'interprétation du rythme cardiaque fœtal (RCF) au cours du travail en prévention de l'asphyxie perpartum

1.2.1 Mécanismes physiologiques de la régulation du RCF

Le rythme cardiaque fœtal (RCF) résulte d'un équilibre complexe entre les stimulations du système sympathique qui augmentent le rythme cardiaque et celles du système parasympathique qui le diminuent. Ces stimulations sont liées aux barorécepteurs sensibles aux variations de pression artérielle et aux chémorécepteurs sensibles aux variations sanguines du taux d'O₂ et de CO₂ et du pH (1). Le rythme cardiaque fœtal reflète ainsi la qualité de l'oxygénation fœtale.

L'interprétation du rythme cardiaque fœtal est complexe car les anomalies font appel à des mécanismes physiologiques variés et pour certains encore mal connus (1). De nombreux travaux cherchent à distinguer les différents types de RCF en fonction de la gravité de l'état fœtal, notamment du point de vue de l'équilibre acido-basique, auxquels ils correspondent.

Depuis les années soixante-dix, l'analyse du rythme cardiaque fœtal au cours du travail s'est largement développée et s'est imposée comme méthode de référence de l'évaluation du bien-être fœtal dans le but de diminuer les asphyxies perpartum (25,30).

1.2.2 Validité du RCF dans le dépistage des asphyxies perpartum

Les caractéristiques du rythme cardiaque fœtal (RCF) comme test de dépistage de l'asphyxie perpartum peuvent être définies de la façon suivante :

- la sensibilité est la probabilité que le RCF soit anormal quand il y a une asphyxie perpartum.

- la spécificité est la probabilité que le RCF soit normal quand il n'y a pas d'asphyxie perpartum.
- la VPP (Valeur Prédictive Positive) est la probabilité qu'il y ait une asphyxie perpartum lorsque le RCF est anormal.
- la VPN (Valeur Prédictive Négative) est la probabilité qu'il n'y ait pas d'asphyxie perpartum lorsque le RCF est normal.

Différentes études sur l'interprétation du RCF s'accordent pour dire que l'enregistrement du RCF pendant le travail a une bonne sensibilité pour dépister l'asphyxie fœtale (31–33), c'est-à-dire que la plupart des asphyxies fœtales correspondent à un RCF anormal. Dans une étude cas-témoins rétrospective sur 142 cas, Low et al. ont étudié l'intérêt de l'analyse RCF dans le dépistage de l'asphyxie fœtale perpartum (définie comme un déficit de bases supérieur à 16mEq/L). En prenant une définition assez large d'un RCF pathologique, ils ont obtenu une sensibilité de 93% (32).

En revanche la spécificité du RCF pendant le travail vis-à-vis de l'asphyxie fœtale est en général assez faible, c'est-à-dire que parmi les enfants n'ayant pas d'asphyxie, un nombre important a tout de même un RCF anormal (31). Avec une définition large du RCF pathologique, Low et al. ont obtenu une spécificité de 29 % (32). En définissant le RCF pathologique de façon plus restreinte la spécificité augmentait (jusqu'à 98%) mais la sensibilité diminuait (jusqu'à 17%). Cette faible spécificité du RCF justifie la mise en œuvre de techniques de deuxième ligne (pH au scalp, lactates au scalp, STAN...) pour améliorer le diagnostic de l'asphyxie perpartum.

Lorsque le RCF est normal, la valeur prédictive négative de celui-ci vis-à-vis du risque d'asphyxie perpartum est excellente comme le soulignent les RCP du CNGOF de 2007, c'est-à-dire que la probabilité qu'il n'y ait pas d'asphyxie en cas de RCF normal est très élevée (13). Elle était de 99,5% dans l'étude de Low et al. (32). Dans une revue de la littérature, Parer et al. ont retrouvé qu'une variabilité normale du RCF était associée à 98% de pH au cordon $\geq 7,15$ ou de nouveau-né vigoureux (score d'Apgar à 5min ≥ 7) (34).

Le RCF, comme la plupart des tests de dépistage, ne permet donc pas d'établir un diagnostic de l'asphyxie perpartum. C'est dans cette optique de diagnostic de l'acidose foetale et donc de l'asphyxie perpartum que sont réalisés les gaz de sang de cordon à la naissance.

1.3 L'apport des gaz du sang de cordon dans le diagnostic des asphyxies perpartum

1.3.1 Principe des gaz du sang de cordon ou « pH au cordon »

Le prélèvement de sang de cordon à la naissance permet de mesurer les gaz du sang (pH, PCO_2 , PO_2 et déficit de bases) afin d'établir l'état acido-basique du nouveau-né et de diagnostiquer l'acidose et donc l'asphyxie. Ce prélèvement est désigné en pratique courante sous nom de « pH au cordon », mais les valeurs de PCO_2 et du déficit de bases sont également importantes pour déterminer le type d'acidose qui traduit la gravité de l'asphyxie (comme détaillé en 1.1.1.2.). Dans ce travail, l'expression « pH au cordon » sera utilisée pour désigner les gaz de sang ombilical, étant sous-entendu que le « pH au cordon » comprend non seulement la mesure du pH mais également celles de la PCO_2 et du déficit de bases.

Certaines équipes préconisent l'utilisation d'autres mesures (lactates (35), pH eucapnique (26)) pour le diagnostic de l'acidose à la naissance mais les gaz du sang de cordon sont la mesure la plus répandue actuellement et c'est donc celle-ci qui sera étudiée dans ce mémoire.

Un prélèvement de sang ombilical et une analyse de ce prélèvement aussi précoces que possible suivant la naissance sont en général recommandés car les valeurs des gaz du sang se modifient rapidement après la naissance. Le prélèvement peut se faire sans clamber le cordon (36).

Il est important de distinguer les prélèvements artériels et veineux car les normes des valeurs attendues ne sont pas les mêmes : le pH artériel est plus faible que le pH veineux et la PCO_2 artérielle est plus élevée que la PCO_2 veineuse (cf Tableau 3). En effet le sang artériel est directement issu de la circulation du nouveau-né alors que le sang de la veine ombilicale provient du placenta. Un pH veineux normal peut coexister avec un pH artériel anormal, en cas de compression cordonale par exemple. Lorsqu'un seul prélèvement est réalisé, il est donc recommandé de le faire

en artériel afin d'obtenir un reflet plus fidèle de l'état acido-basique du nouveau-né (13).

Tableau 3 : Valeurs artérielles et veineuses des gaz du sang de cordon d'après Westgate, 1994 (37)

Sang ombilical	Artériel [2,5 ^{ème} ; 97,5 ^{ème} perc]	Veineux [2,5 ^{ème} - 97,5 ^{ème} perc]
pH	7,26 [7,05 ; 7,38]	7,35 [7,17 ; 7,48]
pCO ₂ (en mmHg)	54,8 [36,8 ; 80,3]	39,8 [26,2 ; 59,3]
DB (en mEq/L)	2,4 [-2,5 ; 9,7]	3,0 [-1,0 ; 8,9]

Lorsque deux prélèvements (artériel et veineux) sont effectués, les différences artério-veineuses du pH et de la PCO₂ permettent d'évaluer la durée de l'acidose le cas échéant. Une différence élevée signe un phénomène aigu (compression cordonale, procidence) alors qu'une différence faible atteste d'un phénomène plus chronique, survenu progressivement au cours du travail voire avant le travail (10).

1.3.2 Fiabilité des gaz du sang de cordon

Le double prélèvement (artériel et veineux) permet de valider l'origine artérielle de l'un des prélèvements (37–40).

Le sang des artères ombilicales a un pH inférieur et une pCO₂ supérieure à celui de la veine ombilicale. Le contraire laisse supposer une inversion des prélèvements (au moment du prélèvement, de l'étiquetage ou de l'analyse). Par ailleurs, des valeurs artérielles et veineuses très proches font suspecter un double prélèvement du même vaisseau. Une différence artério-veineuse du pH supérieure à 0,01 ou 0,02 selon les études et une différence artério-veineuse de la PCO₂ supérieure à seuil variant de 0,2 mmHg à 5,25 mmHg permettrait de s'assurer qu'un des prélèvements a bien été réalisé en artériel.

En appliquant ces critères à leur cohorte, différentes études ont retrouvé que 10 à 20% des prélèvements présentés comme artériels ne l'étaient en fait pas de façon certaine (37–40).

Interpréter des résultats veineux en les pensant artériels pourrait être faussement rassurant en élevant la valeur du pH (cf Tableau 3), d'où l'importance de s'assurer de la nature du prélèvement.

1.3.3 Gaz du sang de cordon : population concernée ?

Actuellement, il n'existe pas de consensus dans les recommandations internationales sur les indications du prélèvement du pH au cordon (en systématique ou uniquement sur facteurs de risque.)

1.3.3.1 *Sur facteurs de risque (Etats-Unis, Royaume-Uni)*

Dans certains pays, parmi lesquels les Etats-Unis et le Royaume-Uni, le prélèvement du pH au cordon n'est pas recommandé en systématique mais uniquement dans les situations présentant des facteurs de risque d'acidose.

Les facteurs de risque identifiés dans la littérature sont de deux types : les facteurs qui rendent le fœtus plus vulnérable à une éventuelle situation d'asphyxie et ceux qui indiquent la présence potentielle d'une asphyxie au cours du travail.

La capacité d'adaptation et de tolérance du fœtus à la diminution des apports en oxygène peut être réduite par un fœtus fragilisé (prématurité, hypotrophie, infection...) et/ou par une altération pré-existante des échanges placentaires (grossesse prolongée, hypertension maternelle, pré-éclampsie...) (1,5)

Le principal signe évocateur d'asphyxie perpartum est un rythme cardiaque fœtal anormal. D'autres signes comme une diminution des mouvements actifs ou un liquide amniotique méconial peuvent également être pris en compte.

Le Royal College of Obstetricians and Gynecologists (RCOG) recommande de réaliser un pH au cordon en cas de préoccupation vis-à-vis de l'état de l'enfant pendant le travail ou immédiatement après la naissance, la détermination de ces situations étant laissée à l'appréciation du praticien (41).

L'American College of Obstetricians and Gynecologists (ACOG) définit de façon plus précise les situations requérant un pH au cordon (42). Il est recommandé de faire un prélèvement en présence d'un ou plusieurs des facteurs de risque suivants :

- césarienne d'indication fœtale
- score d'Apgar bas à 5 min
- RCIU sévère
- Anomalie du RCF
- pathologie thyroïdienne maternelle
- fièvre perpartum
- grossesse multiple

1.3.3.2 En systématique (France, Canada)

Dans d'autres pays, comme la France et le Canada, il est recommandé de prélever un pH au cordon en systématique c'est-à-dire pour toute naissance (13,43). Le CNGOF précise ainsi dans ses recommandations qu' « il est souhaitable de réaliser systématiquement une gazométrie au cordon (artérielle et si possible veineuse). Si sa réalisation systématique n'est pas possible, il est recommandé de l'effectuer en cas d'anomalies du RCF (accord professionnel)»(13).

Plusieurs arguments étayent ce point de vue.

Lorsqu'on réalise le prélèvement sur facteurs de risque, les études montrent que dans les situations où l'on suspecte une acidose, le pH au cordon est parfois oublié et n'est pas toujours fiable (40,44,45). Simplifier la procédure en systématisant le prélèvement diminue le risque d'oubli et permet d'entraîner les équipes à faire ce prélèvement en augmentant ainsi sa fiabilité (prélèvement artériel et non veineux, clampage rapide du cordon, analyse dans les délais impartis ...) dans les situations d'urgence où il est réellement nécessaire.

Le pH au cordon constitue un critère objectif d'évaluation de l'état néonatal. Il contribue donc à une évaluation des pratiques, avec un rôle pédagogique. D'après une étude de White (46), la systématisation du pH au cordon aurait permis une amélioration des états néonataux dans les années qui ont suivi son introduction au sein d'une unité obstétricale avec une réduction significative des pH artériels au cordon $<7,10$ (OR = 0,71) et des admissions en néonatalogie (OR=0,75).

Les résultats des gaz du sang de cordon en cas de mauvais état néonatal permettent d'orienter la prise en charge en confirmant ou non une asphyxie perpartum.

Enfin, l'argument médico-légal est celui le plus souvent invoqué. La présence de gaz du sang normaux à la naissance permet d'écarter une éventuelle cause perpartum dans des handicaps neurologiques à long terme et met ainsi hors de cause l'équipe obstétricale (13).

Au vu de ces différentes pratiques, nous avons souhaité nous intéresser au pH au cordon dans les situations physiologiques afin d'évaluer la pertinence de sa réalisation en systématique à la naissance.

2^{ème} partie : Etude rétrospective sur 1275 dossiers de juin à décembre 2012 à la maternité Port-Royal (Paris)

2.1 Méthodologie de l'étude

2.1.1 Problématique

La prise en charge obstétricale, et notamment la surveillance du RCF au cours du travail, vise à dépister les situations à risques d'asphyxie perpartum. La réalisation du pH au cordon permet le diagnostic - a posteriori - des asphyxies perpartum.

L'intérêt du prélèvement du pH au cordon dans les situations dépistées à risque d'asphyxie est aujourd'hui largement reconnu. Il permet en effet de confirmer ou d'infirmer le diagnostic de façon objective, de déterminer la nature de l'acidose éventuelle, d'orienter la prise en charge en cas de mauvais état néonatal et surtout d'évaluer et d'améliorer le dépistage des situations à risque en comparant l'analyse du RCF et la valeur du pH au cordon.

Dans les situations physiologiques où le RCF est jugé normal, on s'attend à ce que le pH au cordon soit normal. En effet, un RCF normal constitue un élément rassurant quant à l'oxygénation fœtale : en tant que test de dépistage, l'intérêt principal de la surveillance du RCF au cours du travail est ainsi d'écarter des situations d'asphyxie fœtale. Ceci nous a alors conduit à la question suivante :

Quel est l'intérêt de réaliser un pH au cordon en systématique dans les situations physiologiques ?

2.1.2 Hypothèses

Pour répondre à notre problématique, nous avons formulé les trois hypothèses suivantes :

Hypothèse H1 :

Le RCF a une bonne valeur prédictive négative vis-à-vis des situations d'asphyxie, c'est-à-dire que le taux de pH au cordon pathologiques dans le cadre d'un accouchement physiologique avec un RCF normal est faible.

Hypothèse H2 :

Lorsque le RCF est normal, il n'y a pas d'association entre pH au cordon pathologique et mauvais état néonatal.

Hypothèse H3 :

La réalisation du pH au cordon sur facteurs de risque permettrait de faire des économies par rapport à un prélèvement en systématique.

2.1.3 Objectifs

Nous nous sommes intéressés au pH au cordon dans les situations physiologiques avec les objectifs suivants :

O1 : Déterminer le nombre de pH au cordon pathologiques quand le RCF est normal (*réponse à H1*)

O2 : Etudier l'état néonatal des pH au cordon pathologiques avec RCF normal (*réponse à H2*)

O1bis et O2bis : Réinterprétation de certains RCF (étude « selon révision ») pour enrichir l'analyse et les réponses aux objectifs O1 et O2.

O3 : Déterminer le coût de réalisation du pH au cordon à la maternité Port-Royal (*réponse à H3*)

2.1.4 Matériel et méthodes

2.1.4.1 Type d'étude

Il s'agit d'une étude descriptive rétrospective monocentrique sur dossiers.

2.1.4.2 Lieu de l'étude

L'étude a été réalisée à la maternité Port-Royal située au 53 av. de l'Observatoire, Paris 14^{ème}. Il s'agit d'une maternité de type 3 ayant réalisé 4825 accouchements (≥ 22SA) en 2012.

2.1.4.3 Population de l'étude

Toutes les patientes ayant eu une grossesse unique et un accouchement à bas risque (critères d'inclusion et d'exclusion détaillés ci-après) à terme par voie basse spontanée entre le 1^{er} juin 2012 et le 31 décembre 2012 ont été intégrées à la base de données de l'étude.

Ces critères avaient pour but d'exclure les fœtus ayant une capacité réduite de défense vis-à-vis de l'hypoxie-anoxie (prématurité, postmaturité, infection, hypotrophie, grossesse multiple) et ceux pour lesquels l'intervention obstétricale (césarienne au cours du travail, extraction instrumentale, manœuvre dans le cas de dystocie des épaules) justifiait le besoin d'une évaluation de l'éventuelle asphyxie fœtale (celle-ci ayant potentiellement motivé l'intervention). Les césariennes avant travail ont été exclues car les données concernant le RCF n'étaient pas disponibles.

Critères de sélection de la base de données de l'étude :

Critères d'inclusion :

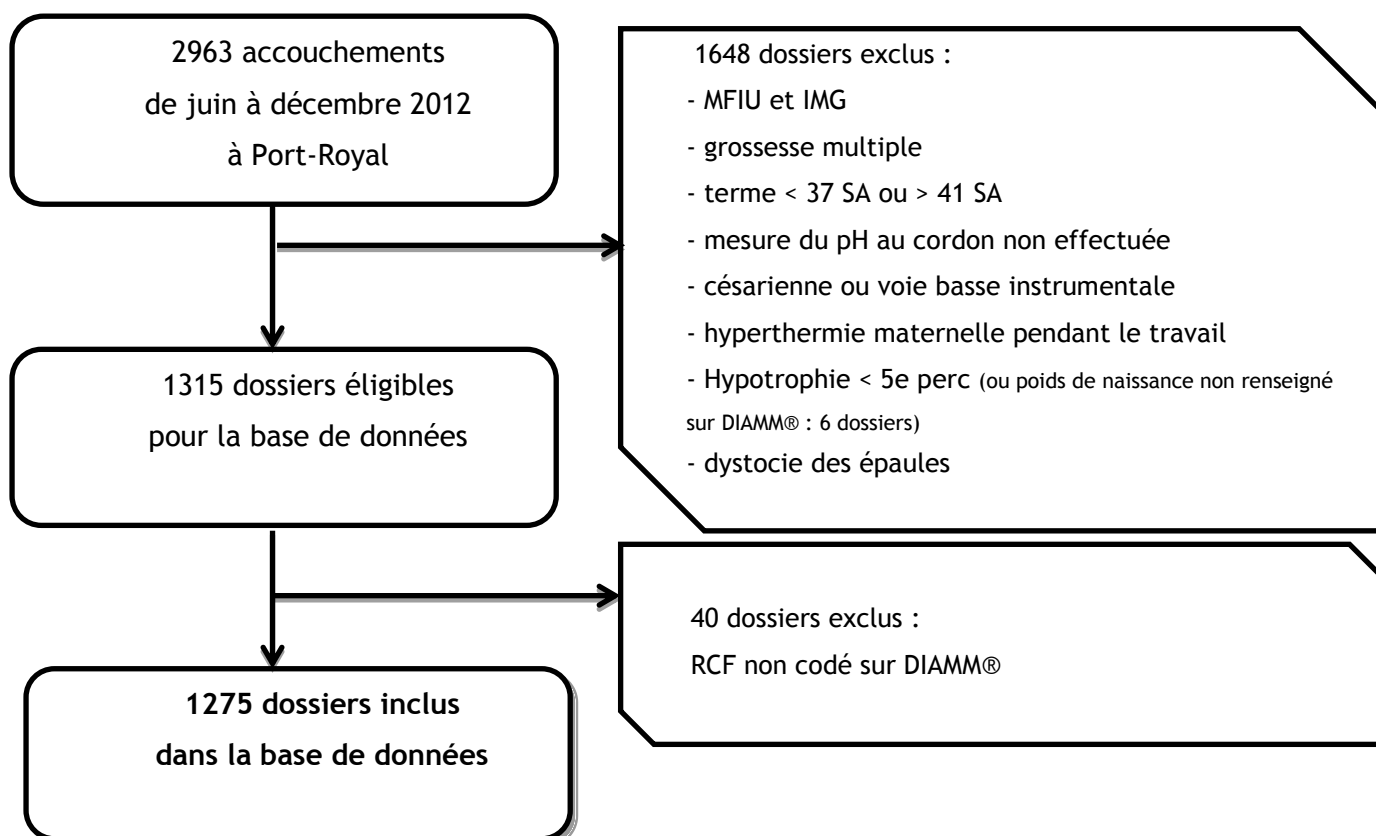
- accouchement entre le 1 juin 2012 et le 31 décembre 2012 à la maternité Port-Royal
- enfant né vivant
- grossesse unique
- terme d'accouchement ≥ 37 SA et ≤ 41 SA
- mesure du pH au cordon effectuée
- présentation céphalique ou podalique
- voie basse non instrumentale
- patiente apyrétique pendant le travail
- poids de naissance ≥ 5e percentile

Critères d'exclusion :

- Mort Foetale In Utero (MFIU) et Interruption Médicale de Grossesse (IMG)
- grossesse multiple
- terme < 37 SA ou > 41 SA
- mesure du pH au cordon non effectuée
- césarienne ou voie basse instrumentale
- hyperthermie maternelle pendant le travail
- hypotrophie < 5e percentile (RCIU sévères) (Lorsque le poids de naissance n'était pas indiqué, le dossier était exclu de la base de donnée car le critère d'exclusion « hypotrophie < 5^{ème} percentile » était impossible à vérifier.)
- dystocie des épaules

La base de données de l'étude a été constituée à partir du logiciel DIAMM® dans lequel sont codés tous les accouchements de la maternité. Les dossiers pour lesquels l'interprétation du RCF n'était pas renseignée sur DIAMM® ont été exclus (N= 40 dossiers), cette information étant indispensable dans le cadre de notre étude. La base de données constituée à partir du logiciel DIAMM® selon ces critères a permis d'inclure 1275 patientes (cf Figure 2).

Figure 2 : Diagramme de flux de sélection de la population d'étude



2.1.4.4 Consultation des dossiers

L'interprétation du RCF étant une analyse subjective, il est apparu nécessaire d'évaluer la façon dont elle était renseignée sur DIAMM® en réinterprétant les RCF. Pour des raisons techniques, il n'était pas possible de consulter les 1275 dossiers. Nous avons donc choisi de sélectionner les RCF à réinterpréter en privilégiant les situations discordantes au vu de l'interprétation du RCF selon DIAMM®, de la valeur du pH au cordon et de l'état néonatal.

Cela nous a conduit à retenir les critères suivants pour la consultation des dossiers (Tableau 2) :

- RCF codé « pathologique » ou « suspect » sur DIAMM® et pH au cordon $\geq 7,15$
- RCF codé « normal » sur DIAMM® et pH au cordon $< 7,15$
- RCF codé « normal » sur DIAMM® et pH $\geq 7,15$ et mauvais état néonatal

Un mauvais état néonatal a été défini comme un critère composite comprenant un geste de réanimation (réa) effectué (ventilation au minimum) et/ou score d'Apgar à 5min < 7 et/ou transfert du nouveau-né ailleurs qu'en suites de couches à la sortie de salle de naissance (réanimation, soins intensifs ou unité mère-enfant)

Tableau 4 : Sélection des dossiers à consulter pour réinterprétation du RCF

	RCF selon DIAMM® « normal »		RCF anormal selon DIAMM® (« suspect » ou « pathologique »)
pH $\geq 7,15$	Bon état néonatal avec RCF et pH « normaux » → dossiers non consultés	Mauvais état néonatal → dossiers à consulter	→ dossiers à consulter
pH $< 7,15$	→ dossiers à consulter		RCF et pH « anormaux » → dossiers non consultés

2.1.4.5 Recueil de données

Le recueil de données a été réalisé à partir de deux sources complémentaires :

- le logiciel DIAMM® : l'extraction de la base de données a été faite sous forme d'un fichier Excel®,
- la consultation des dossiers médicaux : les informations recueillies ont été ajoutées au fichier Excel® de la base de données.

Les données recueillies sont détaillées dans les annexes III et IV.

2.1.4.6 Méthode d'analyse du RCF

Analyse du RCF au cours du travail (hors efforts expulsifs) à partir de la classification du CNGOF

L'interprétation du rythme cardiaque fœtal a fait l'objet de nombreuses études et classifications de la part des sociétés savantes depuis le début de l'utilisation des appareils cardiotocographiques en pratique clinique dans les années 1960. Une des classifications les plus répandues est celle de la Fédération Internationale de Gynécologie et Obstétrique (FIGO), elle date de 1987 et distingue les RCF normaux, suspects et pathologiques (47). Dans ce mémoire, la classification retenue pour l'analyse du RCF est celle, plus récente, présentée dans les Recommandations pour la Pratique Clinique (RPC) en 2007 par le Collège National des Gynécologues Obstétriciens Français (CNGOF)(13) : il s'agit de la classification actuellement utilisée en France. Elle classe les RCF en cinq catégories : normal, faible risque d'acidose, risque d'acidose, risque important d'acidose et risque majeur d'acidose. Le détail est présenté en annexe I.

Analyse du RCF au cours des efforts expulsifs à partir de la classification de Melchior

Durant les efforts expulsifs, le fœtus est soumis à des contraintes mécaniques importantes, les anomalies du RCF sont alors très fréquentes. Melchior a donc proposé en 1972 une interprétation du RCF spécifique aux efforts expulsifs. Elle est présentée en annexe II.

Aspects pratiques de l'analyse du RCF dans cette étude

Le RCF au cours de la pose de l'Analgésie Péridurale n'a pas été pris en compte dans l'interprétation car il est souvent très mal capté pendant ce geste.

Les RCF ont été analysés

- en aveugle de l'interprétation qui avait été codée sur DIAMM®
- en aveugle de l'issue (valeur du pH et au cordon et état néonatal inconnus lors de l'interprétation du RCF).

La catégorie à laquelle le dossier se rattache (« RCF anormal et pH normal », « RCF normal et pH pathologique » ou « RCF normal et pH normal et mauvais état néonatal ») devait donc rester inconnue au moment de l'analyse du RCF. Pour cela, tous les dossiers devant être consultés ont été sélectionnés à partir du fichier Excel® de la base de données puis les dossiers ont été ouverts par ordre chronologique d'accouchement.

2.1.4.7 Analyses statistiques

Pour les calculs statistiques, les tests utilisés ont été le test du Chi2 ou le test exact de Fisher lorsque les effectifs théoriques étaient inférieurs à 5. Les calculs ont été réalisés à partir du logiciel Excel® et du site BiostaTGV. Le seuil de significativité a été fixé à 0,05 et les intervalles de confiances ont été calculés à 95%.

La pertinence de l'utilisation du Rythme Cardiaque Fœtal (RCF) comme dépistage de l'asphyxie perpartum a été étudiée en calculant sa sensibilité, sa spécificité, sa valeur prédictive positive (VPP) et sa valeur prédictive négative (VPN). Elles ont été définies de la façon suivante :

- sensibilité : probabilité que le RCF soit anormal quand le pH au cordon est pathologique.
- spécificité : probabilité que le RCF soit normal quand le pH au cordon est normal.
- VPP (Valeur Prédictive Positive) : probabilité que le pH au cordon soit pathologique lorsque le RCF est anormal.
- VPN (Valeur Prédictive Négative) : probabilité que le pH au cordon soit normal lorsque le RCF est normal.

2.2 Présentation des résultats

2.2.1 Caractéristiques générales de la population

En moyenne les femmes de notre étude étaient âgées de 32,5 ans, elles avaient un IMC normal et ont accouché à terme. La gestité moyenne de la population d'étude était de 2,4 et la parité moyenne (avant l'accouchement étudié) de 0,8. Ces caractéristiques générales sont présentées dans le tableau 5.

La majorité des femmes est entrée en travail spontanément, a accouché sous analgésie péridurale, en présentation céphalique avec un liquide amniotique clair. Près de la moitié (45%) des patientes a reçu des ocytociques pendant le travail. Les caractéristiques de la population étudiée concernant le travail sont détaillées dans le tableau 6.

Concernant les nouveau-nés, leur poids de naissance moyen était de 3337 g, leur taille moyenne était de 49,8 cm et leur périmètre céphalique moyen de 34,6 cm. Le pH au cordon moyen était de 7,27 [6,95 ; 7,7]. La majorité des nouveau-nés a eu un pH \geq 7,15 :

- 74 nouveau-nés ont eu un pH $<$ 7,15 soit 5,8%,
- 32 nouveau-nés ont eu un pH $<$ 7,10 soit 2,5%,
- et seuls 5 nouveau-nés ont eu un pH $<$ 7,00 soit 0,4%.

Le score d'Apgar à 5 minutes moyen était de 9,91 [2 ; 10] et seuls 5 nouveau-nés (0,4%) ont eu un score d'Apgar strictement inférieur à 7 à 5 minutes.

A la naissance, des gestes de réanimations ont été effectués pour 39 nouveau-nés (3,1%). Et 27 nouveau-nés (2,1%) ont été transférés dont 8 en réanimation néonatale. Les issues néonatales sont exposées dans le tableau 7.

Tableau 5 : Caractéristiques maternelles

Caractéristiques maternelles (N= 1275)	Moyenne [Min ; Max]	n manquants
Age des femmes (en années)	32,5 [15,4 ; 46,5]	20
IMC (en kg/m ²)	21,64 [14 ; 60]	30
Gestité	2,4 [1 ; 10]	32
Parité (avant la grossesse actuelle)	0,8 [0 ; 7]	32
Terme (en SA,jours)	39,4 [37,0 ; 41,0]	0

Tableau 6 : Caractéristiques du travail

Caractéristiques du travail (N= 1275)	Moyenne [Min ; Max] n (%)	n manquants
Durée d'ouverture de l'œuf (en heures)	10,5 [0,02 ; 749,6]	55
Durée du travail (en heures)	5,12 [0,2 ; 30]	17
Mode d'entrée en travail		0
Travail spontané	1111 (87,1)	
Déclenchement	164 (12,9)	
- <i>Ocytocine</i>	101 (61,6)	
- <i>Prostaglandines (gel, dispositif intravaginal ou perfusion)</i>	52 (31,7)	
- <i>Rupture Artificielle des Membranes</i>	11 (6,7)	
Ocytociques IV durant le travail	575 (45,1)	0
Type d'analgésie		1
Aucune analgésie	102 (8,0)	
Analgésie péridurale (APD)	1137 (89,3)	
Rachianesthésie ou Rachi et péri combinée	17 (1,3)	
Autre (Bloc des nerfs honteux, anesthésie générale...)	18 (1,4)	
Durée des efforts expulsifs (en min)	12,7 [1 ; 75]	7
Présentation à l'accouchement		0
Sommet	1270 (99,6)	
Siège	5 (0,4)	
Aspect du liquide amniotique à la rupture		10
Clair	1115 (88,1)	
Teinté	116 (9,2)	
Méconial	30 (2,4)	
Sanglant	4 (0,3)	
Aspect du liquide amniotique à l'expulsion		6
Clair	1024 (80,7)	
Teinté	141 (11,1)	
Méconial	89 (7,0)	
Sanglant	15 (1,2)	

Tableau 7 : Issues néonatales

Issues néonatales (N= 1275)	Moyenne [Min ; Max] n (%)	n manquants
Sexe		0
Féminin	634 (49,7)	
Masculin	641 (50,3)	
Poids de naissance (en g)	3337 [2290 ; 4830]	0
Taille (en cm)	49,8 [44 ; 56,5]	6
Périmètre céphalique (en cm)	34,6 [30 ; 40]	8
pH au cordon	7,27 [6,95 ; 7,7]	0
pH ≥ 7,25	821 (64,4)	
7,20 ≤ pH < 7,25	253 (19,8)	
7,15 ≤ pH < 7,20	127 (10,0)	
7,10 ≤ pH < 7,15	42 (3,3)	
7,05 ≤ pH < 7,10	17 (1,3)	
7,00 ≤ pH < 7,05	10 (0,8)	
pH < 7,00	5 (0,4)	
Score d'Apgar à 5min	9,91 [2 ; 10]	0
Score d'Apgar à 5 min ≥ 7	1270 (99,6)	
Score d'Apgar à 5 min < 7	5 (0,4)	
Geste de réanimation effectué	39 (3,1)	0
Aspiration Liquide Amniotique méconial sous laryngoscope	8 (20,1)	
Ventilation non invasive	30 (76,9)	
Ventilation invasive	4 (10,2)	
Massage cardiaque	1 (2,6)	
Nouveau-né transféré à la sortie de salle de naissance	27 (2,1)	0
en réanimation néonatale	8 (29,6)	
en médecine néonatale	5 (18,5)	
en unité mère-enfant	14 (51,9)	

NB : ventilation invasive = ventilation sur tube endo trachéal

ventilation non invasive = ventilation au masque, PPC (pression positive continue) nasale, oxygène sous Hood ou sonde nasale

2.2.2 Etude de l'association des caractéristiques du travail (autre que le RCF) avec l'acidose

Nous avons recherché au sein de notre population d'étude si l'acidose était associée à certaines caractéristiques du travail.

Pour chaque critère, la population de la base de données a été répartie en deux catégories selon la valeur du pH au cordon : « pH normal » lorsque le pH était supérieur ou égal à la valeur seuil et « pH pathologique » lorsque le pH était strictement inférieur à la valeur seuil. Les calculs ont été effectués pour trois valeurs seuils de pH pathologique : 7,15 (Tableau 8), 7,10 (Tableau 9) et 7,00 (Tableau 10).

Quel que soit le seuil de pH retenu, aucune association significative n'a été retrouvée avec l'analgésie (que ce soit par APD, rachianesthésie ou péri rachianesthésie combinée), le déclenchement ou la maturation, la couleur du liquide amniotique (LA) à la rupture, la couleur du liquide amniotique à l'accouchement, le changement de couleur de liquide amniotique au cours du travail (de clair à teinté, de clair à méconial et de teinté à méconial).

L'utilisation de Syntocinon® au cours du travail était plus importante dans le groupe « pH pathologique » que dans le groupe « pH normal » de façon significative pour les valeurs seuils de pH 7,15 ($p=0,005$; OR=1,96 [1,21 ; 3,17]) et 7,10 ($p=0,04$; OR=2,1 [1,001 ; 4,3]). Pour la valeur seuil pH 7,00 la différence vis-à-vis de l'utilisation du Syntocinon® n'était pas significative.

Les efforts expulsifs de durée supérieure à 30min étaient significativement associés à un pH < 7,15 ($p=0,016$; OR=2,6 [1,1 ; 5,6]) et à un pH < 7,10 ($p=0,001$; OR=5,3 [1,9 ; 13,2]). En revanche aucune différence significative concernant les efforts expulsifs supérieurs à 30min n'a été retrouvée pour le seuil pH 7,00.

Une durée d'ouverture de l'œuf supérieure à 12h était significativement associée à un pH < 7,15 ($p=0,014$; OR=1,9 [1,1 ; 3,2]). Cette différence significative n'a pas été retrouvée pour les seuils de pH 7,10 et 7,00.

Tableau 8 : Associations entre caractéristiques du travail et pH au cordon (seuil pH 7,15)

TOUTE LA BASE DE DONNEES (n=1275)	pH ≥ 7,15 (n= 1201) n (%)	pH < 7,15 (n=74) n (%)	<i>p</i> (chi2 ou Fisher)	<i>n</i> manquants
Analgésie par APD, rachianesthésie ou péri rachianesthésie combinée	1084 (91,6)	70 (97,2)	0,09	19
Déclenchement ou maturation (Syntocinon® ou prostaglandines)	152 (12,7)	12 (16,2)	0,37	0
Utilisation de Syntocinon® au cours du travail	530 (44,2)	45 (60,8)	0,005	0
LA teinté ou méconial à la rupture	138 (11,6)	8 (11,0)	0,86	14
LA teinté ou méconial à l'expulsion	219 (18,5)	11 (16,9)	0,60	21
Changement de couleur de LA (clair →teinté, clair ou teinté →méconial)	112 (9,5)	5 (7,2)	0,53	29
Durée des efforts expulsifs > 30 min	60 (5)	9 (12,2)	0,016	7
Durée d'ouverture de l'œuf > 12h	225 (19,6)	23 (31,5)	0,014	55

Tableau 9 : Associations entre caractéristiques du travail et pH au cordon (seuil pH 7,10)

TOUTE LA BASE DE DONNEES (n=1275)	pH ≥ 7,10 (n= 1243) n (%)	pH < 7,10 (n=32) n (%)	<i>p</i> (chi2 ou Fisher)	<i>n</i> manquants
Analgésie par APD, rachianesthésie ou péri rachianesthésie combinée	1126 (91,8)	28 (93,3)	1	19
Déclenchement ou maturation (Syntocinon® ou prostaglandines)	162 (13,0)	2 (6,2)	0,4	0
Utilisation de Syntocinon® au cours du travail	555 (44,7)	20 (62,5)	0,04	0
LA teinté ou méconial à la rupture	143 (13,2)	3 (9,4)	1	14
LA teinté ou méconial à l'expulsion	227 (20,2)	3 (10,0)	0,23	21
Changement de couleur de LA (clair →teinté, clair ou teinté →méconial)	116 (9,5)	1 (3,3)	0,35	29
Durée des efforts expulsifs > 30 min	62 (5)	7 (21,9)	0,001	7
Durée d'ouverture de l'œuf > 12h	241 (20,3)	7 (21,9)	0,82	55

Tableau 10 : Associations entre caractéristiques du travail et pH au cordon (seuil pH 7,00)

TOUTE LA BASE DE DONNEES (n=1275)	pH ≥ 7,00 (n= 1270) n (%)	pH < 7,00 (n=5) n (%)	<i>p</i> (Fisher)	<i>n</i> <i>manquants</i>
Analgésie par APD, rachianesthésie ou péri rachianesthésie combinée	1150 (91,9)	4 (80,0)	0,34	19
Déclenchement ou maturation (Syntocinon® ou prostaglandines)	163 (12,8)	1 (20,0)	0,50	0
Utilisation de Syntocinon® au cours du travail	572 (45,0)	3 (60,0)	0,66	0
LA teinté ou méconial à la rupture	145 (12,5)	1 (20,0)	0,52	14
LA teinté ou méconial à l'expulsion	229 (18,3)	1 (20,0)	1	21
Changement de couleur de LA (clair →teinté, clair ou teinté →méconial)	117 (9,4)	0 (0,0)	1	29
Durée des efforts expulsifs > 30 min	69 (5,5)	0 (0,0)	1	7
Durée d'ouverture de l'œuf > 12h	246 (25,4)	2 (40,0)	0,27	55

Sur les huit caractéristiques du travail étudiées, seules trois étaient associées de manière significative à l'acidose : l'utilisation du Syntocinon® pendant le travail, la durée des efforts expulsifs (DEE) prolongée (>30 min) et la durée prolongée d'ouverture de l'œuf (>12h).

- **Au seuil pH 7,15 : ces trois critères étaient associés de manière significative avec l'acidose.**
- **Au seuil pH 7,10 : deux critères (Syntocinon® et DEE > 30min) étaient associés de manière significative avec l'acidose.**
- **Au seuil pH 7,00 : l'étude n'a pas mis en évidence d'association significative (échantillon de pH <7,00 très faible).**

2.2.3 Deux interprétations des RCF

Pour enrichir l'analyse, nous avons répondu aux objectifs en utilisant deux répartitions des RCF normaux/ anormaux : une, dite « selon DIAMM® », qui ne tient compte que de l'interprétation DIAMM® des RCF et l'autre, dite « selon révision », issue de notre réinterprétation des RCF.

2.2.3.1 Présentation de la répartition des RCF selon révision

Les critères retenus pour la sélection des dossiers à consulter ont conduit à un total de 314 dossiers (Tableau 11), parmi lesquels 4 dossiers n'ont pas été retrouvés. **Nous avons donc réinterprété 310 RCF (soit le quart des dossiers de la base de données de l'étude).**

Tableau 11: Nombre de dossiers à consulter pour réinterprétation RCF

N= 1275	RCF selon DIAMM® « normal » (n= 967)		RCF selon DIAMM® « suspect » ou « pathologique » (n = 308)
pH≥7,15	Bon état néonatal 915 dossiers non consultés	Mauvais état néonatal → 24 dossiers à consulter <i>(dont 1 dossier non retrouvé)</i>	→ 262 dossiers à consulter <i>(dont 3 dossiers non retrouvés)</i>
pH<7,15	→ 28 dossiers à consulter		46 dossiers non consultés

L'interprétation des RCF a été faite selon les classifications CNGOF et Melchior telles que détaillées dans le paragraphe 2.1.4.6. A l'issue de la consultation de ces dossiers, les RCF ont été reclassés sous la désignation RCF selon révision. **Sur les 310 dossiers consultés, nous avons modifié le statut (RCF normal/anormal) pour 61 d'entre eux.**

Le RCF normal selon révision a été défini de la façon suivante :

- pour les 310 dossiers ouverts :

RCF CNGOF normal (0) ou faible risque (1) pendant le travail (hors efforts expulsifs) et classification Melchior 0 ou 1 pendant l'expulsion.

- pour les dossiers non ouverts : RCF codé normal selon DIAMM®

Lorsque le RCF selon révision n'a pas été jugé normal selon les critères ci-dessus, il a été qualifié d'anormal.

Après réanalyse des RCF, il y avait **963 RCF normaux selon révision:**

- 915 RCF jugés normaux sur DIAMM® avec pH $\geq 7,15$ et bon état néonatal (aucun geste de réa, pas de transfert, score d'Apgar à 5min ≥ 7) (RCF non réanalysés)
- 10 RCF jugés normaux sur DIAMM® avec pH $\geq 7,15$ et mauvais état néonatal (RCF jugés normaux également d'après CNGOF et Melchior)
- 9 RCF jugés normaux sur DIAMM® avec pH $< 7,15$ (RCF jugés normaux également d'après CNGOF et Melchior)
- 29 RCF jugés suspects ou pathologiques sur DIAMM® avec pH $\geq 7,15$ et jugés normaux d'après CNGOF et Melchior

2.2.3.2 Corrélation entre analyse RCF DIAMM® et analyse selon CNGOF + Melchior

La répartition des interprétations des RCF selon DIAMM® et selon notre analyse est présentée dans le tableau 12. La comparaison de ces deux analyses correspond à un Kappa de Cohen de 0,25 qui traduit une corrélation médiocre.

Tableau 12 : Comparaison des deux interprétations du RCF

Analyse du RCF	Normal selon DIAMM®	Anormal selon DIAMM®	<i>Total</i>
Normal selon CNGOF et Melchior	19	29	<i>48</i>
Anormal selon CNGOF et/ou Melchior	32	230	<i>264</i>
<i>Total</i>	<i>51</i>	<i>259</i>	<i>310</i>

La corrélation entre l'analyse du RCF renseignée sur DIAMM® par la sage-femme lors de l'accouchement et celle que nous avons effectuée selon les classifications du CNGOF et de Melchior s'est avérée médiocre (Kappa=0,25).

2.2.4 Evaluation du RCF comme test de dépistage de l'asphyxie perpartum (Objectifs O1 et O1bis)

RCF selon DIAMM® (objectif O1)

Pour chaque groupe « pH normal » et « pH pathologique », les RCF ont été répartis en tracés normaux, lorsque le RCF était codé normal sur DIAMM®, et tracés anormaux, lorsque le RCF était codé suspect ou pathologique sur DIAMM®. Parmi les 1275 cas de la base de données de l'étude, le nombre de pH au cordon pathologiques avec un RCF normal selon DIAMM® a été identifié : il a été retrouvé 28 pH < 7,15 avec un RCF normal selon DIAMM®, 12 pH <7,10 avec un RCF normal selon DIAMM® et 1 pH <7,00 avec un RCF normal selon DIAMM®.

Les répartitions détaillées sont présentées dans les tableaux 13, 14 et 15 pour les valeurs seuils respectives 7,15 ; 7,10 et 7,00.

Tableau 13 : Répartition des RCF selon DIAMM® en fonction du pH au cordon (seuil pH 7,15)

RCF selon DIAMM®	Normal	Anormal (Suspect ou Pathologique)	Total
pH ≥ 7,15	939 (97,1%)	262 (85,1 %)	1201
pH < 7,15	28 (2,9%)	46 (14,9%)	74
Total	967	308	1275

Tableau 14 : Répartition des RCF selon DIAMM® en fonction du pH au cordon (seuil pH 7,10)

RCF selon DIAMM®	Normal	Anormal (Suspect ou Pathologique)	Total
pH ≥ 7,10	955 (98,8%)	288 (93,5%)	1243
pH < 7,10	12 (1,2%)	20 (6,5%)	32
Total	967	308	1275

Tableau 15 : Répartition des RCF selon DIAMM® en fonction du pH au cordon (seuil pH 7,00)

RCF selon DIAMM®	Normal	Anormal (Suspect ou Pathologique)	Total
pH ≥ 7,00	966 (99,9%)	304 (98,7 %)	1270
pH < 7,00	1 (0,1%)	4 (1,3%)	5
Total	967	308	1275

La sensibilité du RCF augmente lorsque le seuil de pH au cordon pathologique retenu diminue : elle est de 62,2% pour un pH seuil à 7,15 et de 80% pour un pH seuil à 7,00. La spécificité du RCF varie de 78,2% pour une valeur seuil de pH de 7,15 à 76,1% pour une valeur seuil de pH à 7,00. La VPP du RCF diminue avec la valeur seuil de pH retenue : elle passe de 14,9% pour une valeur seuil de 7,15 à 1,3% pour une valeur seuil de 7,00. La VPN du RCF augmente : 97,1% des RCF normaux correspondent à un pH \geq 7,15 et 99,9% des RCF normaux correspondent à un pH \geq 7,00. Ces résultats sont détaillés dans le tableau 16.

Tableau 16 : Caractéristiques du RCF comme test de dépistage de l'asphyxie perpartum (RCF selon DIAMM®)

Seuil pH pathologique	7,15	7,10	7,00
Sensibilité du RCF selon DIAMM®	62,2%	62,5%	80%
Spécificité du RCF selon DIAMM®	78,2%	76,8%	76,1%
VPP du RCF selon DIAMM®	14,9%	6,5%	1,3%
VPN du RCF selon DIAMM®	97,1%	98,8%	99,9%

D'après nos analyses, un RCF normal selon DIAMM® permettait d'écartier une asphyxie perpartum avec un niveau de probabilité élevé. La prévalence de pH < 7,15 pour les situations physiologiques avec RCF normal était de 2,9% (ce qui répond à notre premier objectif O1).

RCF selon révision (Objectif O1bis)

De la même façon qu'avec les RCF selon DIAMM®, les RCF selon révision (dont la méthode a été détaillée en 2.2.3.1) ont été répartis en « pH normal » et « pH pathologique » pour différents seuils de pH pathologiques. Parmi les 1275 cas de la base de données de l'étude, le nombre de pH au cordon pathologiques avec un RCF normal selon révision a été identifié : il a été retrouvé 9 pH < 7,15 ; 5 pH < 7,10 et 1 pH < 7,00 parmi les 963 RCF normaux selon révision. Les répartitions détaillées sont présentées dans les tableaux 17, 18 et 19 pour les valeurs seuils respectives 7,15 ; 7,10 et 7,00.

Tableau 17 : Répartition des RCF selon révision en fonction du pH au cordon (seuil pH 7,15)

RCF selon révision	Normal	Anormal	Total
pH ≥ 7,15	954 (99, 1 %)	247 (79,2%)	1201
pH < 7,15	9 (0,9%)	65 (20,8%)	74
Total	963	312	1275

Tableau 18 : Répartition des RCF selon révision en fonction du pH au cordon (seuil pH 7,10)

RCF selon révision	Normal	Anormal	Total
pH ≥ 7,15	958 (99, 5 %)	285 (91,3%)	1243
pH < 7,15	5 (0,5%)	27 (8,7%)	32
Total	963	312	1275

Tableau 19 : Répartition des RCF selon révision en fonction du pH au cordon (seuil pH 7,00)

RCF selon révision	Normal	Anormal	Total
pH ≥ 7,15	962 (99, 9 %)	308 (98,7%)	1270
pH < 7,15	1 (0,1%)	4 (1,3%)	5
Total	963	312	1275

Pour le seuil pH 7,15, la réinterprétation du RCF a amélioré les caractéristiques du RCF comme test de dépistage de l'asphyxie : la sensibilité a augmenté de 62,2% à 87,8% et la valeur prédictive négative de 97,1% à 99,1%. En revanche, la valeur prédictive positive n'a été que peu augmentée (de 14,9% à 20,8%) et la spécificité quasiment inchangée (de 78,2% à 79,4%).

Des améliorations similaires ont été constatées pour le seuil pH 7,10.

En revanche, la réinterprétation du RCF n'a pas amélioré le dépistage des asphyxies perpartum définies par un pH < 7,00 (Tableau 20).

Tableau 20 : Caractéristiques du RCF comme test de dépistage de l'asphyxie perpartum (RCF selon révision comparé au RCF selon DIAMM®)

Seuil pH pathologique	7,15	7,10	7,00
Sensibilité du RCF selon révision <i>(Sensibilité du RCF selon DIAMM®)</i>	87,8% <i>(62,2%)</i>	84,4% <i>(62,5%)</i>	80% <i>(80%)</i>
Spécificité du RCF selon révision <i>(Spécificité du RCF selon DIAMM®)</i>	79,4% <i>(78,2%)</i>	77,1% <i>(76,8%)</i>	75,7% <i>(76,1%)</i>
VPP du RCF selon révision <i>(VPP du RCF selon DIAMM®)</i>	20,8% <i>(14,9%)</i>	8,6% <i>(6,5%)</i>	1,3% <i>(1,3%)</i>
VPN du RCF selon révision <i>(VPN du RCF selon DIAMM®)</i>	99,1% <i>(97,1%)</i>	99,5% <i>(98,8%)</i>	99,9% <i>(99,9%)</i>

La réinterprétation de certains RCF a permis d'écartier une asphyxie perpartum en cas de RCF normal avec un niveau de probabilité encore plus élevé. La prévalence de pH <7,15 pour les situations physiologiques avec RCF normal est passée de 2,9% dans l'interprétation selon DIAMM® à 0,9% dans l'interprétation selon révision. La révision a permis une amélioration notable de la sensibilité du RCF (de 62,2% selon DIAMM® à 87,8% selon révision) et de la valeur prédictive négative du RCF (de 97,1% selon DIAMM® à 99,1% selon révision) (ce qui répond à l'objectif O1bis).

Le taux de pH au cordon pathologiques dans le cadre d'un accouchement physiologique avec RCF normal était donc faible (0,9% à 2,9%) ; le RCF avait une bonne valeur prédictive négative vis-à-vis des situations d'asphyxie : l'hypothèse H1 est validée.

2.2.5 pH au cordon pathologique : facteur de risque d'un mauvais état néonatal ? (Objectifs O2 et O2bis)

Etude au sein de la population totale de l'étude

Parmi les 74 nouveau-nés ayant un pH <7,15 de la population de l'étude, 63 avaient un bon état néonatal, soit 85,1% (Tableau 21).

Tableau 21 : Répartition des états néonataux en fonction du pH au cordon (toute la base de données)

<i>TOUTE LA BASE DE DONNEES (n=1275)</i>	pH ≥ 7,15 n (%)	pH < 7, 15 n (%)	Total
Bon état néonatal	1157 (96,3)	63 (85,1)	1220
Mauvais état néonatal (geste réa, transfert en réa, soins intensifs ou UME, score d'Apgar <7 à 5 min)	44 (3,7)	11 (14,9)	55
Total	1201	74	1275

Pour étudier l'association entre l'état acido-basique du nouveau-né et son état néonatal, différents critères ont été utilisés : geste de réanimation effectué (ventilation au minimum), transfert en réanimation, transfert tous services confondus (réanimation, soins intensifs ou unité mère-enfant), score d'Apgar à 5min < 7.

Un mauvais état néonatal a été défini comme un critère composite comprenant un geste de réanimation effectué (ventilation au minimum) et/ou score d'Apgar à 5min <7 et/ou transfert du nouveau-né ailleurs qu'en suites de couches à la sortie de salle de naissance (réanimation, soins intensifs ou unité mère-enfant).

Une définition plus restreinte du mauvais état néonatal, ne tenant pas compte des transferts en soins intensifs ou en unité mère-enfant a également été étudiée : un geste de réanimation effectué (ventilation au minimum) et/ou score d'Apgar à 5min <7 et/ou transfert en réanimation.

Pour tous ces critères, les calculs ont été effectués pour les 3 valeurs seuils de pH 7,15 (Tableau 22), 7,10 (Tableau 23) et 7,00 (Tableau 24).

Tableau 22 : Association pH au cordon et état néonatal (seuil pH 7,15)

TOUTE LA BASE DE DONNEES (n=1275)	pH ≥ 7,15 (n = 1201) n (%)	pH < 7,15 (n=74) n (%)	<i>p</i> (Fisher)	OR [IC à 95%]
Mauvais état néonatal (geste réa et/ou transfert en réa, soins intensifs ou UME et/ou score d'Apgar < 7 à 5 min)	44 (3,7)	11 (14,9)	0,0001	4,6 [2,0 ; 9,6]
Mauvais état néonatal - définition restreinte (geste réa et/ou transfert en réa et/ou score d'Apgar < 7 à 5 min)	31 (2,3)	10 (13,5)	<0,0001	5,9 [2,5 ; 13]
Score d'Apgar < 7 à 5min	5 (0,4)	1 (1,3)	0,3	
Geste de réanimation effectué (ventilation au minimum)	29 (2,4)	10 (13,5)	<0,0001	9,6 [3,8 ; 23]
Transfert (réanimation, soins intensifs ou UME)	23 (1,9)	4 (5,4)	0,07	
Transfert en réanimation	7 (0,6)	1 (1,3)	0,4	

Tableau 23 : Association pH au cordon et état néonatal (seuil pH 7,10)

TOUTE LA BASE DE DONNEES (n=1275)	pH ≥ 7,10 (n=1243) n (%)	pH < 7,10 (n=32) n (%)	<i>p</i> (Fisher)	OR [IC à 95%]
Mauvais état néonatal (geste réa et/ou transfert en réa, soins intensifs ou UME et/ou score d'Apgar < 7 à 5 min)	48 (3,9)	7 (21,9)	0,0003	6,9 [2,4 ; 17,6]
Mauvais état néonatal - définition restreinte (geste réa et/ou transfert en réa et/ou score d'Apgar < 7 à 5 min)	35 (2,8)	6 (18,7)	0,0004	7,9 [2,5 ; 21,4]
Score d'Apgar < 7 à 5min	5 (0,4)	1 (3,1)	0,14	
Geste de réanimation effectué (ventilation au minimum)	33 (2,6)	6 (18,7)	0,0003	8,4 [2,7 ; 22,9]
Transfert (réanimation, soins intensifs ou UME)	24 (1,9)	3 (9,4)	0,03	5,4 [0,96 ; 18,8]
Transfert en réanimation	7 (0,6)	1 (3,1)	0,18	

Tableau 24 : Association pH au cordon et état néonatal (seuil pH 7,00)

<i>TOUTE LA BASE DE DONNEES (n=1275)</i>	pH ≥ 7,00 (n= 1270) n (%)	pH < 7,00 (n=5) n (%)	<i>p</i> (Fisher)	OR [IC à 95%]
Mauvais état néonatal (geste réa et/ou transfert en réa, soins intensifs ou UME et/ou score d'Apgar<7 à 5 min)	53 (4,2)	2 (40)	0,01	15,2 [1,2 ; 135,3]
Mauvais état néonatal - définition restreinte (geste réa et/ou transfert en réa et/ou score d'Apgar < 7 à 5 min)	40 (3,1)	1 (20)	0,15	
Score d'Apgar < 7 à 5min	5 (0,4)	1 (20)	0,02	61,1 [1,1 ; 800]
Geste de réanimation effectué (ventilation au minimum)	38 (3,0)	1 (20)	0,14	
Transfert (réanimation, soins intensifs ou UME)	25 (2,0)	2 (40)	0,004	32,7 [2,6 ; 298,2]
Transfert en réanimation	7 (0,6)	1 (20)	0,03	44 [0,8 ; 536,3]

- Etude globale

Quel que soit le seuil pathologique de pH retenu, il existait une association significative ($p \leq 0,01$) entre mauvais état néonatal et pH pathologique. Le risque de mauvais états néonataux du groupe pH pathologique par rapport au groupe pH normal était multiplié par 4,5 [2,0 ; 9,6] avec le seuil pH <7,15, par 6,9 [2,4 ; 17,6] avec le seuil pH <7,10 et par 15,2 [1,2 ; 135,3] avec le seuil pH<7,00. Ces associations ont été retrouvées avec la définition restreinte du mauvais état néonatal pour les valeurs seuils 7,15 et 7,10, mais pour la valeur seuil 7,00, l'association entre pH pathologique et mauvais état néonatal (selon la définition restreinte) n'était pas significative.

- Etude critère par critère

Nous avons également étudié chaque critère indépendamment (geste de réanimation, score d'Apgar à 5 min, transfert tous services confondus et transfert en réanimation uniquement) pour rechercher une association éventuelle avec l'acidose.

Pour le seuil pH < 7,15, les gestes de réanimations étaient significativement plus courants dans le groupe pH au cordon pathologiques ($p < 0,0001$) avec un OR à 9,6 [3,8 ; 23]. En revanche les scores d'Apgar bas à 5min, et les transferts n'étaient pas significativement associés aux situations d'acidose.

Pour le seuil $\text{pH} < 7,10$, les gestes de réanimations étaient significativement plus courants dans le groupe pH au cordon pathologiques ($p=0,0003$) avec un OR à 8,4 [2,7 ; 22,9]. Les transferts étaient significativement associés à l'acidose si tous les transferts étaient pris en compte ($p=0,03$) mais cette association n'était plus significative lorsqu'il s'agissait uniquement des transferts en réanimation. L'association retrouvée entre score d'Apgar bas à 5 min et acidose n'était pas significative.

Pour le seuil $\text{pH} < 7,00$, l'association de l'acidose avec les gestes de réanimation n'était pas significative, contrairement à celle avec du score d'Apgar < 7 à 5 min ($p=0,02$) et celle avec les transferts ($p = 0,004$ pour transferts tous services confondus et $p=0,03$ pour transfert en réanimation uniquement).

Aucun des critères pris indépendamment ne suffit à expliquer à lui seul, pour toutes les valeurs seuils, l'association entre acidose et mauvais état néonatal (défini à partir de l'ensemble des critères), c'est donc bien la conjugaison de ces critères qui est associée à l'acidose.

Dans notre population totale d'étude, les pH au cordon pathologiques étaient significativement associés à un mauvais état néonatal ($p \leq 0,01$) lorsqu'on ne tenait pas compte du RCF. Cette association persiste-t-elle au sein de la sous- population des RCF normaux ?

Etude au sein des RCF normaux selon DIAMM® (Objectif O2)

Parmi les 28 nouveau-nés ayant un pH <7,15 au sein des RCF normaux selon DIAMM®, 25 avaient un bon état néonatal soit 89,3% (Tableau 25).

Tableau 25 : Répartition des états néonataux en fonction du pH au cordon (RCF normaux selon DIAMM®)

RCF NORMAUX SELON DIAMM® (n=967)	pH ≥ 7,15 n (%)	pH < 7, 15 n (%)	Total
Bon état néonatal	915 (97,4)	25 (89,3)	940
Mauvais état néonatal (geste réa, transfert en réa, soins intensifs ou UME, score d'Apgar < 7 à 5 min)	24 (2,6)	3 (10,7)	27
Total	939	28	967

Les associations entre pH et cordon et état néonatal ont été étudiées au sein du groupe RCF normal selon DIAMM® de la même manière qu'elles avaient été étudiées pour toute la base de données précédemment.

Pour le seuil pH 7,15 l'acidose était associée de manière significative à un mauvais état néonatal (p=0,04). Dans l'étude détaillée des critères, seule l'association de l'acidose avec les gestes de réanimation était significative (p=0,02). (Tableau 26)

Contrairement aux résultats trouvés en considérant toute la base de données (c'est-à-dire quel que soit le RCF), aucune association significative entre pH pathologique et état néonatal n'a été retrouvée pour les seuils 7,10 (Tableau 27) et 7,00 (Tableau 28) au sein des RCF normaux selon DIAMM®.

Tableau 26 : Association pH au cordon et état néonatal parmi les RCF normaux selon DIAMM® (seuil pH 7,15)

<i>RCF NORMAUX SELON DIAMM® (n=967)</i>	pH ≥ 7,15 (n=939) n (%)	pH < 7,15 (n=28) n (%)	<i>p</i> (Fisher)	OR [IC à 95%]
Mauvais état néonatal (geste réa et/ou transfert en réa, soins intensifs ou UME et/ou score d'Apgar < 7 à 5 min)	24 (2,6)	3 (10,7)	0,04	4,6 [0,8 ; 16,6]
Mauvais état néonatal - définition restreinte (geste réa et/ou transfert en réa et/ou score d'Apgar < 7 à 5 min)	19 (2,0)	3 (10,6)	0,02	5,8 [1,03 ; 21,6]
Score d'Apgar < 7 à 5min	3 (3,2)	0 (0)	1	
Geste de réanimation effectué (ventilation au minimum)	18 (1,9)	3 (10,7)	0,02	6,1 [1,08 ; 23,0]
Transfert (réanimation, soins intensifs ou UME)	12 (1,3)	1 (3,6)	0,3	
Transfert en réanimation	6 (1,0)	0 (0)	1	

Tableau 27 : Association pH au cordon et état néonatal parmi les RCF normaux selon DIAMM® (seuil pH 7,10)

<i>RCF NORMAUX SELON DIAMM® (n=967)</i>	pH ≥ 7,10 (n=955) n (%)	pH < 7,10 (n=12) n (%)	<i>p</i> (Fisher)
Mauvais état néonatal (geste réa et/ou transfert en réa, soins intensifs ou UME et/ou score d'Apgar < 7 à 5 min)	26 (2,7)	1 (8,3)	0,3
Mauvais état néonatal - définition restreinte (geste réa et/ou transfert en réa et/ou score d'Apgar < 7 à 5 min)	21 (5,9)	1 (8,3)	0,24
Score d'Apgar < 7 à 5min	3 (0,3)	0 (0)	1
Geste de réanimation effectué (ventilation au minimum)	20 (2,1)	1 (8,3)	0,23
Transfert (réanimation, soins intensifs ou UME)	12 (1,3)	1 (8,3)	0,15
Transfert en réanimation	6 (0,6)	0 (0)	1

Tableau 28 : Association pH au cordon et état néonatal parmi les RCF normaux selon DIAMM® (seuil pH 7,00)

RCF NORMAUX SELON DIAMM® (n=967)	pH ≥ 7,00 (n= 966) n (%)	pH < 7,00 (n=1) n (%)	p (Fisher)
Mauvais état néonatal (geste réa et/ou transfert en réa, soins intensifs ou UME et/ou score d'Apgar < 7 à 5 min)	27 (2,8)	0 (0)	1
Mauvais état néonatal - définition restreinte (geste réa et/ou transfert en réa et/ou score d'Apgar < 7 à 5 min)	22 (2,2)	0 (0)	1
Score d'Apgar < 7 à 5min	3 (0,3)	0 (0)	1
Geste de réanimation effectué (ventilation au minimum)	21 (2,2)	0 (0)	1
Transfert (réanimation, soins intensifs ou UME)	13 (1,3)	0 (0)	1
Transfert en réanimation	6 (0,6)	0 (0)	1

En considérant uniquement les RCF normaux selon DIAMM®, les pH au cordon pathologiques restaient associés à un mauvais état néonatal de manière significative pour le seuil pH 7,15 mais avec un intervalle de confiance de l'OR non significatif. Cette association n'était plus significative pour les seuils 7,10 et 7,00.

Nous en concluons que l'association entre acidose et mauvais état néonatal n'était pas significative en cas de RCF normal, ce qui était illustré par les constats suivants :

- d'une part, si on n'avait pas réalisé de pH au cordon pour les RCF normaux selon DIAMM®, on aurait certes omis 2,9% des cas d'acidose (28 cas sur les 1275 naissances de l'étude) mais parmi ceux-ci, seuls 3 cas correspondaient à des mauvais états néonataux.

- d'autre part, au sein des RCF normaux selon DIAMM®, 24 des 27 mauvais états néonataux (soit 89%) ne correspondaient pas à des pH au cordon pathologiques (pH ≥ 7,15).

(Réponse à l'objectif O2)

Au sein des RCF normaux selon révision (Objectif O2bis)

Parmi les 9 nouveau-nés ayant un pH < 7,15 au sein des RCF normaux selon révision, tous avaient un bon état néonatal (Tableau 29). Les calculs statistiques n'ont donc été réalisés cette fois-ci que pour le seuil pH 7,15.

Aucune association significative n'a été retrouvée entre acidose et mauvais état néonatal, tant pour les définitions globale et restreinte du mauvais état néonatal que pour les critères considérés un par un (score d'Apgar à 5min <7, geste de réanimation, transfert tous services confondus, transfert en réanimation) (Tableau 30). (Réponse à l'objectif O2bis)

Tableau 29 : Répartition des états néonataux en fonction du pH au cordon (RCF normaux selon révision)

<i>RCF NORMAUX SELON REVISION (n=963)</i>	pH ≥ 7,15 n (%)	pH < 7,15 n (%)	Total
Bon état néonatal	944 (99,0)	9 (100)	953
Mauvais état néonatal (geste réa, transfert en réa, soins intensifs ou UME, score d'Apgar <7 à 5 min)	10 (1,0)	0 (0)	10
Total	954	9	963

Tableau 30 : Association pH au cordon et état néonatal parmi les RCF normaux selon révision (seuil pH 7,15)

<i>RCF NORMAUX SELON REVISION (n=963)</i>	pH ≥ 7,15 (n= 954) n (%)	pH < 7,15 (n=9) n (%)	<i>p</i> (Fisher)
Mauvais état néonatal (geste réa et/ou transfert en réa, soins intensifs ou UME et/ou score d'Apgar < 7 à 5 min)	10 (1)	0 (0)	1
Mauvais état néonatal - définition restreinte (geste réa et/ou transfert en réa et/ou score Apgar < 7 à 5 min)	8 (0,8)	0 (0)	1
Score d'Apgar < 7 à 5min	1 (0,1)	0 (0)	1
Geste de réanimation effectué (ventilation au minimum)	8 (0,8)	0 (0)	1
Transfert (réanimation, soins intensifs ou UME)	5 (0,5)	0 (0)	1
Transfert en réanimation	3 (0,3)	0 (0)	1

Ainsi l'association observée dans la population totale de notre étude entre mauvais état néonatal et acidose n'est plus significative au sein des RCF normaux : l'hypothèse 2 est validée.

2.2.6 Evaluation des coûts à la maternité Port-Royal (Objectif O3)

A la maternité Port-Royal, deux analyseurs sont disponibles dans les services : un ABL810 (Radiometer) en salle de naissance et un ABL825 (Radiometer) en réanimation néonatale. Sur les 2 analyseurs, 30 495 actes ont été effectués en 2012 selon la répartition suivante (48) :

- 13 292 gaz du sang (8 793 capillaires et 4499 pH au cordon)
- 15 594 glycémies capillaires
- 1 307 lactatémies capillaires

Coûts variables

Le budget des réactifs pour l'ensemble des actes effectués en 2012 est de 25 000€. (48)

Nous n'avons pas pu obtenir d'information concernant la proportion relative de réactifs utilisée par les gaz du sang de cordon. Nous avons donc réalisé plusieurs estimations selon différentes hypothèses :

- Hypothèse A : tous les actes utilisent la même quantité de réactifs.

On obtient alors un coût des réactifs de 0,82€ par acte dans l'hypothèse A.

- Hypothèse B : seuls les gaz du sang consomment des réactifs (hypothèse arbitraire qui permet de privilégier une surestimation des coûts de réactifs pour les gaz du sang à une sous-estimation).

Le coût des réactifs s'élève à 1,88€ par gaz du sang dans l'hypothèse B.

- Hypothèse C : seuls les gaz du sang consomment des réactifs et cette consommation est proportionnelle à la quantité de sang analysée (hypothèse B à laquelle on ajoute un critère supplémentaire).

Les prélèvements au cordon représentent une quantité de sang plus importante (environ 1mL) que les prélèvements capillaires (environ 50µL). En considérant que la consommation de réactifs est proportionnelle au volume de sang, on obtient donc qu'un prélèvement au cordon consomme autant de réactifs que 20 prélèvements capillaires. Les 8793 prélèvements capillaires correspondent en termes de volume à l'équivalent de 440 prélèvements au cordon.

D'après l'hypothèse C, 4939 équivalents pH au cordon ont donc été réalisés en 2012. Le coût des réactifs reviendrait alors à 5,06€ par prélèvement au cordon.

Le coût d'une seringue préhéparinée (avec aiguille) utilisée pour le prélèvement des gaz du sang de cordon est de 0,74 €.

Coûts fixes

La maintenance quotidienne de ces deux analyseurs est effectuée par un technicien du laboratoire délocalisé et représente 0,35 équivalent temps plein. Cela représente un budget de 17 640€/an (48).

Le budget de maintenance par le fournisseur et le dépannage pour ces deux analyseurs correspond à 2 000€/an (48).

La maintenance (technicien délocalisé et fournisseur) s'élève donc à 0,64€ par acte. Ces frais liés à la maintenance et à l'entretien ont été considérés comme des coûts fixes dans notre étude.

Amortissement

Le coût d'achat d'un analyseur est estimé entre 20 000 et 25 000€. La durée de vie d'un analyseur étant de 10 ans, le coût d'amortissement annuel de deux analyseurs est de 4 000 à 5 000€. Rapporté au nombre d'actes, cet amortissement annuel est compris entre 0,13 et 0,16€, nous retiendrons uniquement cette valeur supérieure de 0,16€ pour simplifier les calculs. Cependant, les analyseurs actuellement utilisés à la maternité Port-Royal n'ont pas été achetés mais ont été mis à disposition par le fabricant, en échange de l'achat des réactifs et du contrat de maintenance et dépannage. Nous avons donc distingué dans les calculs les coûts « hors amortissement » et « y compris amortissement ».

Nous avons ainsi estimé le coût d'un prélèvement de pH au cordon à Port-Royal selon les différentes hypothèses et avons trouvé un coût unitaire hors amortissement compris entre 2,21€ (hypothèse A) et 6,45€ (hypothèse C) (Tableau 31).

Tableau 31 : Récapitulatif des dépenses relatives au pH au cordon à Port-Royal

Poste de dépense	Coût annuel (en €)	Nombre d'actes / an			Coût unitaire (en €/ actes)		
<i>Coûts variables</i>							
<i>Hypothèse</i>		<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>
Réactifs	25 000	30495	13292	4939	0,82	1,88	5,06
Seringue préhéparinée					0,74		
Sous-Total coûts variables					1,56	2,62	5,80
<i>Coûts fixes</i>							
Maintenance et dépannage	2 000	30 495			0,07		
Technicien délocalisé	17 640	30 495			0,58		
Sous-total (hors amortissement des analyseurs)					2,21	3,27	6,45
<i>Coûts d'amortissement</i>							
Analyseurs	5 000	30 495			0.16		
Total (y compris amortissement des analyseurs)					2,37	3,43	6,61

De juin à décembre 2012, il y a eu 2963 accouchements. On considérera que le nombre d'enfants nés sans vie au sein de ces accouchements (IMG et MFIU) est négligeable. Le coût total du pH en systématique pour cette période est donc compris entre 6 500€ (hypothèse A hors amortissement) et 19 100€ (hypothèse C hors amortissement).

Si le pH avait été prélevé uniquement sur facteurs de risque -tels que définis dans notre étude- il y aurait eu 1996 prélèvements (2963 accouchements – 967 situations physiologiques avec RCF normal selon DIAMM®). Les coûts fixes (entretien, maintenance) et ceux liés à l'amortissement (analyseurs) ne varient pas selon le nombre de pH au cordon prélevés, nous avons donc calculé la différence des coûts variables (réactifs, seringue) entre le prélèvement en systématique et le prélèvement sur facteurs de risque (Tableau 32). Le surcoût du prélèvement en systématique a été évalué entre 1 500 euros (hypothèse A) et 5 600 euros (hypothèse C).

Tableau 32 : Calcul du surcoût du pH en systématique par rapport au pH sur facteurs de risque à Port-Royal de juin à décembre 2012 (valeurs en €, arrondies à la centaine)

<i>Hypothèse</i>	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>
<i>Coûts variables unitaires</i>	1,56 €	2,62 €	5,80 €
Coûts variables pH en systématique (N=2963)	4 600	7 800	17 200
Coûts variables pH sur facteurs de risque (N= 2963-967 = 1996)	3 100	5 200	11 600
Surcoût du pH en systématique	1 500	2 600	5 600

A la maternité Port-Royal, qui dispose d'un analyseur de gaz du sang en salle de naissance, le surcoût du prélèvement du pH au cordon en systématique par rapport au prélèvement sur facteurs de risque a été évalué de 1 500 à 5 600 euros sur 7 mois (ce qui répond à l'objectif O3). Cela n'est pas décisif par rapport au budget total d'un tel établissement : l'hypothèse 3 est infirmée.

3^{ème} partie : Discussion et analyse des résultats

3.1 Synthèse des principaux résultats

Cette étude sur 1275 naissances physiologiques a permis de mettre en évidence plusieurs éléments relatifs au pH au cordon dont voici les principaux résultats.

Le RCF a une bonne valeur prédictive négative vis-à-vis des situations d'asphyxies. Le taux de pH au cordon pathologiques ($\text{pH} < 7,15$) dans le cadre d'un accouchement physiologique avec un RCF normal est de 2,9% selon l'interprétation DIAMM® du RCF et de 0,9% selon l'interprétation révisée, ce qui correspond à des sensibilités du RCF de respectivement 62,2% et de 87,8%.

Lorsque le RCF est normal, il n'y a pas d'association significative entre mauvais état néonatal et pH pathologique. En cas de RCF normal selon DIAMM®, 89% des nouveau-nés ayant un $\text{pH} < 7,15$ présentent un bon état néonatal et 89% des nouveau-nés présentant un mauvais état néonatal ont un $\text{pH} \geq 7,15$; ces proportions montant à 100% en cas de RCF normal selon révision.

La limitation du prélèvement aux situations à risque par rapport à la pratique en systématique ne génère pas d'économies décisives. Le surcoût du prélèvement du pH au cordon en systématique par rapport au prélèvement sur facteurs de risque calculé sur 7 mois à la maternité Port-Royal est évalué entre 1 500 et 5 600 euros (1,52 à 5,80€ par prélèvement).

Nous avons constaté une corrélation médiocre ($\text{kappa} = 0,25$) entre l'interprétation codée sur DIAMM® et la réinterprétation (selon CNGOF et Melchior), **ce qui illustre le caractère subjectif de l'analyse du RCF.**

Enfin, sur les huit caractéristiques du travail étudiées, **seules trois sont associées de manière significative à l'acidose** : l'utilisation du Syntocinon® pendant le travail, la durée des efforts expulsifs prolongée (**DEE >30 min**) et la durée d'ouverture de l'œuf prolongée (**DOO >12h**).

3.2 Forces et limites de l'étude

3.2.1 Forces

Tout d'abord, cette étude s'appuie sur un échantillon important : 1275 cas, ce qui permet d'obtenir d'effectuer des analyses par sous-groupes non réalisables avec des petits effectifs. La force de ce travail repose également sur le caractère exhaustif de l'échantillon sur la période de l'étude : tous les accouchements répondant aux critères d'inclusion ont été pris en compte.

Par ailleurs, pour consolider les résultats de l'étude, 310 dossiers ont été consultés pour l'analyse du RCF soit un quart de la base de données de l'étude. Cette analyse a été réalisée en aveugle de l'issue (valeur du pH et état néonatal), de l'interprétation de la sage-femme et de celle renseignée sur DIAMM®. Cette réinterprétation du RCF s'est révélée une bonne illustration du caractère subjectif du RCF.

En outre, une lecture critique de la base de données utilisée a permis de mener l'étude en s'appuyant sur les critères les plus fiables (par exemple, nous n'avons pas pris en compte les données relatives aux antécédents maternels car cet item était manifestement mal renseigné sur DIAMM®). Nous avons dans la mesure du possible éliminé les données aberrantes : lorsque la gestité était renseignée à 0, nous avons considéré qu'il s'agissait d'une donnée manquante (puisque'elle était nécessairement ≥ 1 du fait de la grossesse actuelle).

Enfin, une étude de coûts a été réalisée pour compléter le volet statistique. Elle apporte un élément décisionnel important dans la politique de systématiser ou non ce prélèvement.

3.2.2 Limites et biais

Le caractère monocentrique de l'étude limite la portée de nos résultats.

De plus, l'étude est marquée par un biais d'information lié au recueil de données à partir d'une base de données informatisée (biais confirmé lors de la consultation des 310 dossiers et de leur comparaison aux informations DIAMM®). Par exemple, nous avons retrouvé 3 cas d'hyperthermie maternelle pendant le travail signalés dans le dossier mais pas dans DIAMM®. Les dossiers correspondants ont alors été exclus de l'étude. De façon générale, en cas de discordance entre DIAMM® et le dossier consulté, nous avons privilégié les informations du dossier.

Le codage du RCF sur DIAMM® constitue également un biais puisqu'il n'a pas été possible d'établir à partir de quelle classification le RCF était analysé. L'interprétation en « normal », « suspect » ou « pathologique » dépend donc du jugement de chaque sage-femme en salle de naissance, de sa connaissance des classifications actuelles et du temps accordé au codage.

Bien que la réinterprétation du RCF ait été effectuée selon des classifications préétablies et en aveugle de l'issue, cette analyse reste subjective. Il aurait été intéressant qu'elle soit menée par plusieurs personnes mais cela était difficilement envisageable dans le cadre de ce mémoire.

Un autre biais est constitué par l'absence de validation des valeurs du pH au cordon. En effet, les gaz du sang au cordon sont prélevés uniquement en artériel à la maternité Port-Royal. En l'absence de prélèvement veineux, la fiabilité de la gazométrie cordonale n'a donc pas pu être évaluée.

Les valeurs de la PCO_2 et du DB n'étaient pas accessibles sur DIAMM® empêchant l'analyse détaillée du type d'acidose. Cependant, on peut supposer qu'en cas d'acidose sévère, il y a la plupart du temps une composante métabolique, comme l'ont retrouvé Thorp et al. dans une étude rétrospective sur 1924 cas. (49).

Enfin il aurait été intéressant d'avoir des données chiffrées sur la réalisation du pH au cordon en France pour savoir combien de maternités pratiquent ce prélèvement et parmi celles-ci, combien le réalisent en systématique.

3.2.3 Motifs du choix de la définition de l'état néonatal

Les critères d'évaluation de l'état néonatal retenus dans cette étude (score d'Apgar à 5min, geste de réanimation, transfert) sont ceux couramment utilisés dans les études. Sont-ils pertinents pour évaluer les conséquences possibles de l'asphyxie perpartum ? Dans une telle évaluation, deux démarches sont a priori envisageables : prendre en compte les séquelles neurologiques à long terme (paralysie cérébrale principalement) ou prendre en compte l'état néonatal à court terme (présence de défaillances multiviscérales et/ou d'encéphalopathie néonatale dans les premiers jours de vie.)

Pour des raisons de faisabilité et de façon semblable à une partie de la littérature, nous avons choisi dans cette étude de retenir le pronostic à court terme comme critère de jugement des séquelles possibles, sachant qu'aucune séquelle neurologique à long terme n'est imputable à une acidose perpartum en l'absence d'encéphalopathie anoxo-ischémique à la naissance.

Bien que les critères d'évaluation de l'état néonatal retenus ne soient pas caractéristiques de l'encéphalopathie, ils nous ont semblés suffisamment pertinents pour notre étude. Le diagnostic d'encéphalopathie néonatale est fondé principalement sur l'examen clinique neurologique, élément non disponible dans notre base de données. Cependant, nous avons considéré que si l'examen neurologique réalisé par la sage-femme en salle de naissance s'avérait anormal, l'enfant était transféré et donc pris en compte dans nos critères définissant un « mauvais état néonatal ».

Les critères retenus nous paraissaient assez larges et le « mauvais état néonatal » incluait bien plus que les seuls cas liés à l'asphyxie perpartum (par exemple un enfant cliniquement normal mais transféré en Unité Mère-Enfant car à risque d'hypoglycémie.) C'est pourquoi nous avons étudié également chaque critère indépendamment (geste de réanimation, transfert en réanimation, score d'Apgar à 5min...) vis à vis du pH, ce qui n'a pas donné de différence notable.

Ainsi la définition retenue du mauvais état néonatal, bien que non spécifique des cas d'encéphalopathie néonatale anoxo-ischémique, inclut a priori toutes les conséquences possibles de l'asphyxie perpartum sur l'enfant.

3.3 Comparaison des résultats aux données de la littérature

3.3.1 Incidence de l'acidose

Dans notre étude, le pH moyen était de 7,27 et l'écart type de 0,08, ce qui est en accord avec les résultats de la littérature (cf annexe V). L'incidence de l'acidose avec $\text{pH} < 7,10$ était dans notre population de 2,5% et proche des 2,7% retrouvés par White et al. dans une étude sur 3808 naissances (46). Une acidose sévère (définie par un $\text{pH} < 7,00$) a été retrouvée chez 0,4% des nouveau-nés à terme ce qui rejoint les données épidémiologiques actuelles (13,39).

Pour la sélection des dossiers à ouvrir, nous avons choisi le seuil de pH pathologique à 7,15 : il s'agit de la valeur moyenne entre 7,10 et 7,20 qui correspondent aux bornes de variation du seuil pathologique retenu selon les études (6).

Si nous avons utilisé les valeurs de pH de notre étude pour définir le pH pathologique, le seuil correspondant à la moyenne moins deux écarts types aurait été 7,11. Cela aurait conduit à consulter 325 dossiers (286 dossiers communs à ceux consultés, 24 en plus de ceux consultés et 13 en moins), soit un nombre équivalent à celui des 310 dossiers consultés. Nous avons préféré conserver 7,15 qui correspond en général au seuil en dessous duquel l'attitude clinique change (par exemple un pH de contrôle est dans ce cas prélevé à une heure de vie chez le nouveau-né).

L'utilisation du Syntocinon® au cours du travail était significativement associée à des asphyxies perpartum. Le Syntocinon® pourrait ainsi être lui-même à l'origine de l'augmentation des asphyxies perpartum par les hypercinésies utérines et hypertonies qu'il peut entraîner. Toutefois, l'utilisation de Syntocinon® pourrait être un facteur confondant si l'on considère que c'est l'indication d'utilisation du Syntocinon® et non le Syntocinon® lui-même qui est associée à l'asphyxie perpartum. Les données cliniques permettant de confirmer ces hypothèses n'étaient cependant pas disponibles dans notre étude. Il convient de toute façon de rester vigilant lors de l'utilisation du Syntocinon® et le CNGOF recommande à ce sujet d' « utiliser des faibles doses d'ocytociques en respectant des délais d'augmentation de 30 minutes afin d'éviter la survenue d'une hyperactivité utérine et de troubles du RCF (grade A) » (13).

L'augmentation des acidoses en cas de prolongation des efforts expulsifs est assez controversée dans la littérature actuelle : Schaal et al. considèrent dans une revue de la littérature que le risque d'acidose est croissant avec la durée de la phase d'expulsion, en accord avec les résultats de notre étude (50). Au contraire, dans une étude sur 3330 primipares à bas risque, Le Ray et al. n'ont pas retrouvé de corrélation entre la durée des efforts expulsifs et le risque d'asphyxie néonatale, résultat cependant à nuancer à cause du faible effectif de patientes ayant poussé plus de 30 min (51). Les auteurs de cette étude invitent donc à la réalisation d'un essai randomisé multicentrique pour évaluer l'impact de la durée des efforts expulsifs sur les issues néonatales et maternelles.

La présence de liquide amniotique méconial est souvent décrite comme un signe d'hypoxie-anoxie fœtale. D'après Larma et al., au sein d'une population de nouveau-nés acidotiques, le liquide amniotique méconial était un facteur de risque d'encéphalopathie anoxo-ischémique (52). Dans notre population, le liquide amniotique méconial n'était pas associé à l'acidose néonatale, au contraire de l'étude de Low et al. qui retrouvait une association significative ($p=0,05$) (32). Cette différence pourrait s'expliquer par le faible nombre de cas d'acidoses sévères dans notre étude (5 cas), alors que la méthodologie cas-témoins de l'étude de Low et al. a permis l'inclusion de 71 cas d'acidose sévère.

3.3.2 Validité du RCF comme test de dépistage de l'asphyxie perpartum

Dans la littérature, la pertinence du RCF est évaluée par rapport au dépistage des acidoses sévères. Nous avons donc comparé les sensibilité, spécificité, valeur prédictive positive et négative de notre étude pour le seuil pH 7,00 à celles retrouvées dans différentes études (Tableau 33).

Dans notre étude, la valeur prédictive négative du RCF vis-à-vis du risque d'asphyxie sévère (99,9%) était tout à fait comparable à celles de Low et al. (99,5%) et de Dellinger et al. (100%) : un RCF normal est donc « rassurant » vis-à-vis du risque d'acidose (ce qui conforte notre hypothèse H1).

Les valeurs prédictives positives du RCF dans ces études étaient toutes les trois faibles (de 1,3 à 3%), confirmant la nécessité de l'utilisation des techniques de 2^{ème} ligne au cours du travail.

Tableau 33 : Comparaison des caractéristiques du RCF comme test de dépistage de l'asphyxie perpartum dans différentes études

Etude du RCF	Notre étude (RCF selon révision)	Low et al., 1999 (32)	Dellinger et al., 2000 (33)	Larma et al., 2007 (52)
<i>Population d'étude</i>	<i>N= 1275 Bas risque</i>	<i>N= 142 Cas-Témoins</i>	<i>N= 898 Singletons ≥ 32SA</i>	<i>N= 214 Cas-Témoins</i>
<i>Asphyxie définie par</i>	<i>pH <7,00</i>	<i>DB > 16mEq/L</i>	<i>pH <7,00</i>	<i>pH < 7,00 et DB ≤ -12 mEq/L</i>
Sensibilité du RCF	80%	93%	100%	57,4%
Spécificité du RCF	75,7%	29%	66%	69,3%
VPP du RCF	1,3%	2,6%	3%	65,2%
VPN du RCF	99,9%	99,5%	100%	62,0%

La sensibilité du RCF dans notre étude (80%) était inférieure à celles de Low et al. (93%) et de Dellinger et al. (100%).

Concernant la spécificité, elle était bien plus faible dans l'étude de Low et al. (29 %) que dans notre étude (75,7%) et dans celle de Dellinger et al. (66%). La population à bas risque de notre étude (nouveau-nés à terme uniquement, exclusion des hyperthermies maternelles, des hypotrophies...) pourrait expliquer en partie la spécificité augmentée de notre étude par l'exclusion de situations susceptibles d'engendrer des anomalies du RCF.

Les résultats de l'étude de Larma et al. sont assez surprenants car très différents du reste de la littérature et de nos propres résultats. Cela pourrait s'expliquer par les critères retenus pour l'analyse du RCF qui ne tiennent par exemple pas compte de la variabilité du RCF. Il aurait cependant été intéressant que les auteurs commentent la sensibilité (57,4%) et la VPN (62,0%) relativement faibles retrouvées pour le RCF dans leur étude qui remettent en question le caractère « rassurant » d'un RCF normal et posent donc la question de l'intérêt de l'utilisation clinique du RCF.

3.3.3 Acidose et état néonatal dans un groupe à bas risque

Dans notre étude, l'acidose néonatale n'a pas été retrouvée comme un facteur de risque de mauvais état néonatal au sein de la population avec RCF normal, à l'instar des données de la littérature. Ainsi dans l'étude prospective d'Ahmadpour et al., il n'y avait pas de corrélation significative entre le pH artériel au cordon et les scores d'Apgar à 1 et 5 minutes au sein des 47 cas de la population à bas risque (53). Dans le groupe à bas risque avec RCF normal de l'étude de Goodlin et al., l'acidose néonatale n'était pas associée avec une réelle pathologie néonatale : 96% des enfants acidotiques (pH artériel ombilical <7,13) sont sortis avec leur mère (vs 84% en cas d'acidose suspectée en prénatal) (54).

De plus, d'après plusieurs études, le pH au cordon ne semble pas un marqueur très sensible ni très spécifique de dommages irréversibles (6,52). Dans la revue de la littérature de Vandebussche et al., 90% des enfants avec un pH anormal à la naissance n'ont pas eu de conséquences à long terme (6).

3.4 pH au cordon en systématique ou sur facteurs de risque ?

Notre étude associée aux résultats de la littérature permet d'apporter un regard critique sur les avantages et les inconvénients du pH en systématique, en termes de prise en charge néonatale, de coût, de fiabilité, d'évaluation des pratiques professionnelles et d'impact médico-légal.

3.4.1 Le pH en systématique : peu d'impact sur la prise en charge néonatale immédiate

Le pH au cordon constitue un élément de diagnostic a posteriori, et ne peut donc pas intervenir dans la prise en charge obstétricale de l'enfant déjà né. Sa réalisation en systématique pourrait cependant être justifiée s'il intervenait dans la prise en charge néonatale.

Chez les enfants à terme, un pH ombilical normal à la naissance ne garantit pas un état neurologique normal et inversement la plupart des nouveau-nés ayant un état neurologique suspect ou anormal ont des valeurs de pH normales (55). Il paraît donc légitime de s'interroger sur l'utilité du pH et a fortiori du pH en systématique dans la prise en charge immédiate de l'enfant.

La gazométrie cordonale apporte des éléments utiles pour discuter d'une mise en hypothermie lorsque l'état clinique de l'enfant oriente vers une encéphalopathie anoxo-ischémique. De manière plus générale, les gaz de sang de cordon permettent de confirmer ou d'infirmer l'hypothèse étiologique de l'asphyxie devant un mauvais état clinique néonatal. Ainsi, en cas de nouveau-né avec un pH au cordon normal mais présentant un mauvais état néonatal, l'étiologie du mauvais état clinique doit être recherchée parmi d'autres facteurs : traitement maternel, traumatisme obstétrical, anomalies congénitales...(6)

Cependant, la conduite à tenir immédiate en salle de naissance (ventilation, réanimation...) ne dépend pas de la valeur du pH mais bien de l'état clinique de l'enfant. Dans une étude rétrospective sur 11 203 naissances, Goodlin et al. ont confirmé que la valeur du pH au cordon n'a pas influencé la prise en charge néonatale des nouveau-nés acidotiques avec bon RCF (54).

Dans notre étude, le RCF avait une bonne valeur prédictive négative et les rares cas où le pH était pathologique malgré un RCF normal (9 sur 963 dans l'analyse selon révision) correspondaient à un bon état néonatal. La réalisation du pH au cordon en systématique a donc conduit à 9 prélèvements de contrôle invasifs à une heure de vie chez des enfants ayant un état clinique parfait. Ce nombre reste toutefois assez limité et ne constitue donc pas un argument suffisant pour contre-indiquer le pH en systématique. Pour limiter ces prélèvements, Goodlin et al. soulignent l'intérêt d'utiliser une section de cordon double clampé pour prélever le sang de cordon : cela permet de réaliser un deuxième prélèvement sur la section de cordon lorsque les valeurs du premier prélèvement sont anormalement basses, afin d'écartier un faux positif sans avoir à prélever l'enfant à une heure de vie (54).

Ainsi, le résultat du pH au cordon intervient rarement dans la prise en charge clinique, ce qui explique les divergences d'opinion quant à son utilité d'un point de vue clinique (6).

3.4.2 Le pH en systématique : un surcoût négligeable

Dans une structure telle que la maternité Port-Royal, disposant d'un appareil à gaz du sang délocalisé en salle de naissance, et réalisant de nombreux prélèvements (pH au cordon mais aussi pH au scalp), le surcoût du pH en systématique par rapport au pH sur facteurs de risque (évalué entre 1 500 à 5 600 euros) semble négligeable au vu du budget total d'une maternité. Cette somme semble d'autant plus dérisoire si on la compare au coût d'un procès : le montant des indemnisations à vie de handicaps moteurs peut actuellement dépasser 8 millions d'euros (56).

Cependant, il serait intéressant de réaliser une étude de coût au sein d'une structure ne disposant pas d'un appareil à gaz du sang délocalisé en salle de naissance. Un tel appareil, s'il est largement rentabilisé dans une structure réalisant près de 5000 accouchements par an, s'avère en effet plus onéreux pour une maison de naissance réalisant 500 accouchements par exemple.

3.4.3 Le pH en systématique : un intérêt sous réserve de sa fiabilité

La réalisation du pH en systématique permet aux équipes d'être entraînées et de limiter les risques d'oubli. Il a en effet été montré que l'urgence (d'une césarienne pour anomalies du RCF par exemple) était souvent associée à un oubli de prélèvement ou à un prélèvement réalisé de façon incorrecte, alors même que ce sont dans ces situations que le pH au cordon est nécessaire pour établir la présence ou non d'une asphyxie (40,44).

Toutefois, au-delà du risque d'oubli, il convient de s'interroger sur la fiabilité du prélèvement : a-t-il bien été réalisé en artériel ou est-ce du sang mêlé voire veineux ? Westgate et al. rapportent ainsi le cas d'un nouveau-né dont les valeurs artérielles étaient très pathologiques (pH=6,88 et DB = 16mEq/L) alors que les valeurs veineuses étaient normales (pH=7,38 et DB = 4mEq/L) (37). Cette acidose, expliquée par un circulaire très serré à la naissance, a conduit au décès de l'enfant. Si nous n'avions disposé que des gaz du sang veineux (que le caractère veineux du prélèvement soit connu ou que le prélèvement soit à tort supposé artériel), l'acidose n'aurait pas pu être diagnostiquée. Cet exemple illustre bien combien les gaz du sang veineux peuvent faussement rassurer sur l'état acido-basique du nouveau-né.

L'intérêt d'un double prélèvement (artériel et veineux) - comme le préconisent les recommandations françaises (13) - est donc réel pour améliorer la fiabilité du pH au cordon. Ce double prélèvement est rarement effectué en pratique d'après les observations faites au cours de nos stages dans les maternités franciliennes. Un compromis pourrait être de faire un prélèvement artériel en systématique doublé d'un prélèvement veineux dans les situations à risque.

Il serait intéressant de réaliser une étude pour déterminer la fiabilité des pH au cordon à la maternité Port-Royal où le prélèvement est habituellement réalisé en systématique mais uniquement en artériel.

3.4.4 Le pH en systématique : une contribution possible à l'évaluation de pratiques professionnelles

La réalisation du pH en systématique permet une évaluation et une amélioration des prises en charge. En comparant leur interprétation du RCF, leurs décisions d'intervention ou non à la valeur du pH au cordon pour une situation donnée, les équipes obstétricales pourront adapter leur conduite à tenir dans des situations similaires à venir grâce à l'évaluation des pratiques professionnelles (6).

Le pH constitue de plus un critère objectif et facile à utiliser comme indicateur néonatal dans les études. Sa réalisation en systématique permet sa prise en compte dans les études rétrospectives et contribue donc à aider la recherche dans le domaine de la santé périnatale.

Il convient cependant de rester vigilant à ne pas attribuer au pH au cordon plus de signification que ce qu'il peut apporter, voire d'en faire une « note de l'accouchement ». Le pH au cordon ne peut pas prédire seul l'issue néonatale à long terme (6). De plus, résumer la qualité de la prise en charge du travail et de l'accouchement à la valeur du pH serait réducteur. Le pH au cordon est certes plus objectif que l'interprétation du RCF mais reste un reflet de l'état acido-basique de l'enfant à la naissance. Il n'oriente pas la prise en charge immédiate de l'enfant, qui se fonde en premier lieu sur son état clinique (cf 3.4.1).

L'examen neurologique initial réalisé par la sage-femme demeure ainsi une donnée primordiale pour déterminer la présence éventuelle d'une encéphalopathie anoxo-ischémique.

3.4.5 Le pH en systématique : une protection médico-légale

A première vue, l'argument médico-légal de l'intérêt de réaliser un pH dans les situations où le RCF était normal ne semble pas évident. En effet, dans une situation où le RCF était normal et le pH pathologique, que pourrait-on reprocher à l'équipe obstétricale puisqu'elle n'avait pas d'élément inquiétant l'incitant à modifier sa prise en charge ?

A la lumière des résultats de notre étude, ce ne sont finalement pas les situations « RCF normal, pH pathologique » qui posent problème, dans la mesure où elles sont associées à un bon état néonatal. C'est au vu des situations « RCF normal, pH normal et mauvais état néonatal » et de la subjectivité d'interprétation du RCF que la réalisation du pH en systématique acquiert un intérêt médico-légal. En effet, puisque l'interprétation du RCF peut varier selon la personne qui l'interprète, un RCF jugé normal au cours du travail peut être jugé anormal par un autre observateur et a fortiori s'il a connaissance d'un état pathologique de l'enfant. La présence d'une valeur normale de pH au cordon permet alors d'écarter l'hypothèse étiologique de l'asphyxie perpartum, constituant ainsi une protection médico-légale de l'équipe obstétricale.

Si la principale justification du prélèvement en systématique est l'argument médico-légal, comment expliquer que le prélèvement ne soit pas recommandé en systématique aux Etats-Unis, pays connu pour la pression juridique exercée sur le monde médical ? Une enquête réalisée parmi les unités obstétricales universitaires aux Etats-Unis a indiqué que le pH au cordon était mesuré en systématique dans 27% d'entre elles en 1993 (6), il serait intéressant de connaître l'évolution de cette proportion aujourd'hui. Une explication pourrait être qu'aux Etats-Unis, les recommandations ont justement un caractère « d'obligation » aux yeux des juges et que s'il était recommandé de faire un pH en systématique, l'absence de pH pourrait être retenue en elle-même comme une faute du praticien indépendamment du RCF et de la situation clinique.

3.4.6 La place du pH au cordon dans l'identification des asphyxies perpartum : un complément intéressant au RCF

En synthèse, les cinq constats précédents amènent à prendre du recul par rapport à une réponse binaire « pH en systématique utile ou pas utile » et à proposer une approche pragmatique plus large.

Classiquement, les tests de dépistage (qui privilégient la sensibilité à la spécificité) sont appliqués à toute la population en vue d'identifier des groupes à risques qui sont alors soumis aux tests de diagnostic (présentant une meilleure spécificité). Dans cette logique, le raisonnement serait de réaliser un pH au cordon (test de diagnostic de l'asphyxie) uniquement que lorsque le RCF (test de dépistage de l'asphyxie) est anormal. Pourtant, comme exposé précédemment, la réalisation en systématique du pH au cordon présente un intérêt : aspect médico-légal et évaluation des pratiques professionnelles notamment.

Pour éclairer ce paradoxe, on peut **distinguer trois visées -prophylactique, curative et médico-légale-** qui coexistent dans la démarche d'identification des situations d'asphyxie.

- l'aspect prophylactique vise à éviter ou limiter la durée des situations d'asphyxie ;
- l'aspect curatif cherche à limiter les conséquences sur l'enfant, à court et long terme, grâce à une prise en charge adaptée comme l'hypothermie contrôlée ;
- l'aspect médico-légal cherche à déterminer la responsabilité éventuelle d'une asphyxie perpartum en cas de séquelles à long terme.

L'interprétation du RCF (et les techniques de 2^{ème} ligne : pH au scalp, STAN...) constitue un dépistage à visée prophylactique. Le diagnostic à visée curative s'effectue en premier lieu à partir de l'état clinique de l'enfant, et éventuellement en s'appuyant sur la valeur du pH au cordon en cas de mauvais état clinique. C'est donc surtout dans la visée médico-légale que le pH au cordon occupe une place de choix.

L'interprétation du RCF et le pH au cordon ne se situent donc pas sur le même versant de la recherche des asphyxies perpartum. Cela peut expliquer l'intérêt de la réalisation d'un test diagnostic (pH au cordon) alors même que le test de dépistage (interprétation du RCF) était normal sans pour autant remettre en question la pertinence du test de dépistage.

Conclusion

L'asphyxie perpartum peut entraîner des conséquences graves et irréversibles pour l'enfant, d'où la volonté des équipes obstétricales de la dépister et de la diagnostiquer, grâce à différents moyens, notamment l'interprétation du RCF et le pH au cordon. En accord avec la plupart des études, nos résultats ont retrouvé une bonne valeur prédictive négative du RCF (un RCF normal correspond dans la grande majorité des cas à une absence d'asphyxie), mais ont constaté la variabilité d'interprétation du RCF.

Face à cette subjectivité du RCF, l'intérêt du pH au cordon est d'apporter un élément complémentaire plus objectif utile dans le cadre médico-légal et pour sa contribution à l'évaluation des pratiques professionnelles. Les surcoûts induits par un prélèvement en systématique sont négligeables dans le cadre d'une maternité comme Port-Royal, point qui serait à vérifier dans une maternité non équipée d'un analyseur de gaz du sang.

Au terme de cette étude, les recommandations concernant la réalisation du pH en systématique nous paraissent donc justifiées à condition de s'assurer de la fiabilité de l'analyse par un double prélèvement. Peu pratiqué actuellement, celui-ci devrait pourtant a minima être réalisé dans les situations à risque.

Si le pH au cordon constitue une donnée périnatale intéressante, il ne remplace pas l'évaluation de l'état clinique de l'enfant à la naissance et demeure un élément parmi d'autres dans la démarche d'identification des situations d'asphyxie.

Bibliographie

1. GAUGE S. Interprétation du RCF. Analyse pratique du RCF. 2nd ed. Issy-Les-Moulineaux: Elsevier Masson; 2013. p. 11-25.
2. MARTIN A., CARBONNE B. Asphyxie fœtale aigüe. Mécaniques & Techniques Obstétricales. 3ème ed. Montpellier: Sauramps Médical; 2007. p. 171-87.
3. AUDRA P., THOULON JM. Asphyxie fœtale au cours du travail. Pratique de l'accouchement. 5ème ed. Elsevier Masson; 2011. p. 209-26.
4. UZAN S., BERKANE N., VERSTRAET L., MATHIEU E., BREART G. Equilibre acido-basique du foetus pendant le travail: physiopathologie et moyens d'exploration. Mécaniques & Techniques Obstétricales. 3ème ed. Montpellier: Sauramps Medical; 2007. p. 159-70.
5. CARBONNE B. Asphyxie foetale au cours de l'accouchement. Pédiatrie en maternité. 3ème ed. Médecine-Sciences Flammarion; 2008. p. 369-74.
6. VANDENBUSSCHE FPHA., OEPKES D., KEIRSE MJNC. The merit of routine cord blood pH measurement at birth. J Perinat Med. 1999;27(3):158-65.
7. GOLDABER KG., GILSTRAP LC 3rd, LEVENO KJ., DAX JS., MCINTIRE DD. Pathologic fetal acidemia. Obstet Gynecol. 1991;78(6):1103-7.
8. VAYSSIERE C. L'association du STAN au rythme cardiaque fœtal, en cas d'anomalie, permet-elle d'améliorer la prise en charge des patientes en salle de travail? [Strasbourg]: Louis Pasteur Strasbourg I; 2008.
9. WINKLER CL, HAUTH JC., TUCKER JM., OWEN J., BRUMFIELD CG. Neonatal complications at term as related to the degree of umbilical artery acidemia. Am J Obstet Gynecol. 1991;164(2):637-41.
10. CARBONNE B. Asphyxie fœtale per-partum: physiopathologie et exploration biochimique. Spectra Biol. 2007;(161):64-7.
11. CARBONNE B., NGUYEN A. Surveillance fœtale par mesure du pH et des lactates au scalp au cours du travail. J Gynécologie Obstétrique Biol Reprod. 2008;37(1):S65-S71.
12. ZUPAN SIMUNEK V. Définition de l'asphyxie intrapartum et conséquences sur le devenir. J Gynécologie Obstétrique Biol Reprod. 2008;37(1):S7-S15.
13. SCHAAL J-P., GOFFINET F., DREYFUS M., TEURNIER F. Modalités de surveillance foetale pendant le travail. Recommandations pour la Pratique Clinique. CNGOF; 2007. p. 371-89.
14. Task Force on Neonatal Encephalopathy and Cerebral Palsy Staff American College of Obstetricians and Gynecologists with American Academy of Pediatrics Staff. Neonatal Encephalopathy and Cerebral Palsy: Defining the Pathogenesis and Pathophysiology. Wahington, DC: The American College of Obstetricians and Gynecologists; 2003.
15. RACINET C. RCF et prévention de l'IMOC: le point de vue de l'expert judiciaire [Internet]. 2008 [consulté le 20/11/13]. disponible sur : http://www.cngof.asso.fr/D_PRESENT/pres_2008/RACINET_1/RCF_et_IMOC_Racinet_2008.pdf

16. LOW JA. Determining the contribution of asphyxia to brain damage in the neonate. *J Obstet Gynaecol Res.* 2004;30(4):276-86.
17. LOW JA. Intrapartum fetal asphyxia: prediction and diagnosis. *Textbook of Perinatal Medicine.* Editor-in-chief: Asim KURJAK. Oxford (UK): Parthenon Publishing; 1998. p. 1414-23.
18. LEVENE ML., KORNBERG J., WILLIAMS THC. The incidence and severity of post-asphyxial encephalopathy in full-term infants. *Early Hum Dev.* 1985;11(1):21-6.
19. BADAWI N., KURINCZUK JJ., KEOGH JM., ALESSANDRI LM., O'SULLIVAN F., BURTON PR., et al. Antepartum risk factors for newborn encephalopathy: the Western Australian case-control study. *BMJ.* 1998;317(7172):1549-53.
20. PIERRAT V., HAOUARI N., LISKA A., THOMAS D., SUBTIL D., TRUFFERT P. Prevalence, causes, and outcome at 2 years of age of newborn encephalopathy: population based study. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed.* 2005;90(3):F257-F261.
21. HIMMELMANN K., HAGBERG G., BECKUNG E., HAGBERG B., UVEBRANT P. The changing panorama of cerebral palsy in Sweden. IX. Prevalence and origine in the birth-year period 1995-1998. *Acta Paediatr.* 2005;94(3):287-94.
22. Surveillance of Cerebral Palsy in Europe (SCPE). Prevalence and characteristics of children with cerebral palsy in Europe. *Dev Med Child Neurol.* 2002;44:633-40.
23. STANLEY F., BLAIR E., ALBERMAN B. How common are the cerebral palsies? *Cerebral Palsies: Epidemiology & Causal Pathways.* London (UK): Mac Keith Press; 2000. p. 22-48.
24. BLAIR E. E, STANLEY F. When can cerebral palsy be prevented? The generation of causal hypotheses by multivariate analysis of a case-control study. *Paediatr Perinat Epidemiol.* 1993;7(3):272-301.
25. GOFFINET F. Anoxie per-partum et handicaps de l'enfant: aspects épidémiologiques. *J Gynécologie Obstétrique Biol Reprod.* 2003;32 (suppl. au n°1):1S111-1S113.
26. RACINET C., RICHALET G., CORNE C., FAURE P., PERESSE JF., LEVERVE X. Diagnostic de l'acidose métabolique à la naissance par la détermination du pH eucapnique. *Gynécologie Obstétrique Fertil.* 2013;41(9):485-92.
27. STRIJBIS EMM., OUDMAN I., VAN ESSEN P., MACLENNAN AH. Cerebral Palsy and the Application of the International Criteria for Acute Intrapartum Hypoxia. *Obstet Gynecol.* 2006;107:1357-65.
28. ETTORI C., GOSSET A., ARNOULD P., EQUY V., DEBILLON T., CANS C., et al. Dans quelle proportion la paralysie cérébrale peut-elle être liée à une asphyxie foetale aiguë per-partum? Etude en population de 1993 à 1999. *Rev Médecine Périnatale.* 2012;4(Suppl 1):S71.
29. SALIBA E. Encéphalopathie hypoxique-ischémique du nouveau-né à terme: neuroprotection par hypothermie et place des nouvelles molécules pharmacologiques. Deauville: Arnette; 2010. p. 183-98.
30. GAUGE S. Evaluation du bien-être foetal. Analyse pratique du RCF. 2nd ed. Issy-Les-Moulineaux: Elsevier Masson; 2013. p. 1-10.

31. BREART G., UZAN S., VERSTRAET L., BERKANE N., MATHIEU E. L'équilibre acido-basique du fœtus pendant le travail: physiopathologie et moyens d'exploration [Internet]. 2003 [consulté le 25/07/13]. Disponible sur : http://www.lesjta.com/article.php?ar_id=851
32. LOW JA., VICTORY R., DERRICK EJ. Predictive value of electronic fetal monitoring for intrapartum fetal asphyxia with metabolic acidosis. *Obstet Gynecol.* 1999;93(2):285-91.
33. DELLINGER EH, BOEHM FH., CRANE MM. Electronic fetal heart rate monitoring: Early neonatal outcomes associated with normal rate, fetal stress, and fetal distress. *Am J Obstet Gynecol.* 2000;182(1):214-20.
34. PARER JT., KING T., FLANDERS S., FOX M., KILPATRICK SJ. Fetal acidemia and electronic fetal heart rate patterns: Is there evidence of an association? *J Matern Fetal Neonatal Med.* 2006;19(5):289-94.
35. MARTIN A., GAILLARD M., MIOT S., RIETHMULLER D., SCHAAL JP. Lactates et équilibre acido-basique au sang du cordon. *J Gynécologie Obstétrique Biol Reprod.* 2003;32(8-C1):713-9.
36. WIBERG N., KÄLLEN K., OLOFSSON P. Delayed umbilical cord clamping at birth has effects on arterial and venous blood gases and lactate concentrations. *BJOG Int J Obstet Gynaecol.* 2008;115(6):697-703.
37. WESTGATE J., GARIBALDI JM., GREENE KR. Umbilical cord blood gas analysis at delivery: a time for quality data. *Br J Obstet Gynaecol.* 1994;101(12):1054-63.
38. KRO GAB., YLI B, RASMUSSEN S., NOREN H., AMER-WAHLIN I., SAUGSTAD OD, et al. A new tool for the validation of umbilical cord acid-base data. *BJOG Int J Obstet Gynaecol.* 2010;117(12):1544-52.
39. WHITE CRH., DOHERTY DA, KOHAN R., NEWNHAM JP., PENNELL CE. Evaluation of selection criteria for validating paired umbilical cord blood gas samples: an observational study. *BJOG Int J Obstet Gynaecol.* 2012;119(7):857-65.
40. ERNST D., CLERC J., DECULLIER E., GAVANIER G., DUPUIS O. Validation des gazométries au cordon ombilical : étude au sein d'une maternité française. *Gynécologie Obstétrique Fertil.* 2012;40(10):566-71.
41. Royal College of Obstetricians and Gynaecologists (RCOG). The Use of Electronic Fetal Monitoring. *Evid-Based Clin Guidel.* 2001;(8).
42. American College of Obstetricians and Gynecologists (ACOG). Umbilical Cord Blood Gas and Acid-Base Analysis [Internet]. 2006 [consulté le 12/12/12]. Disponible sur : <http://www.acog.org/-/media/Committee%20Opinions/Committee%20on%20Obstetric%20Practice/co348.pdf?dmc=1&ts=20121212T1456495441>
43. Société des Gynécologues et Obstétriciens du Canada (SOGC). Surveillance du bien-être fœtal: directive consensus d'antepartum et intrapartum. *JOGC* [Internet]. 2007 Sep [consulté le 10/02/13]; Disponible sur : <http://www.sogc.org/guidelines/documents/gui197CPG0709f.pdf>
44. BULKMANS N., LYRENÄS S., HALBERG G., NIKLASSON F. Umbilical cord blood sampling-- a tool for delivery quality control? *Acta Obstet Gynecol Scand.* 1997;76(5):419-22.
45. HARRIS M., BECKLEY SL., GARIBALDI JM., KEITH RD., GREENE KR. Umbilical cord blood gas analysis at the time of delivery. *Midwifery.* 1996;12(3):146-50.

46. WHITE CRH., DOHERTY DA, HENDERSON JJ., KOHAN R., NEWNHAM JP., PENNELL CE. Benefits of introducing universal umbilical cord blood gas and lactate analysis into an obstetric unit. *Aust N Z J Obstet Gynaecol.* 2010;50(4):318-28.
47. International Federation of Gynaecology and Obstetrics (FIGO). Guideline for the use of fetal monitoring. *Int J Gynaecol Obstet.* 1987;25:159-67.
48. CHENEVIER-GOBEAUX C. Optimisation du système de management de la qualité des analyses de biologie délocalisée (ADBD) [Mémoire]. [Paris]: Ecole de management pour les médecins des hôpitaux; 2013.
49. THORP JA., SAMPSON JE., PARISI VM., CREASY RK. Routine umbilical cord blood gas determinations? *Am J Obstet Gynecol.* 1989;161(3):600-5.
50. SCHAAL JP., DREYFUS M., BRETTELLE F., CARBONNE B., DUPUIS O., FOULHY C., et al. Durée des efforts expulsifs: pousser n'est pas jouer. Réponse à l'article de C. Le Ray et F. Audibert. *J Gynécologie Obstétrique Biol Reprod.* 2008;37(7):715-23.
51. LE RAY C., WINER N., DREYFUS M., AUDIBERT F., GOFFINET F. État néonatal et durée des efforts expulsifs chez les primipares à bas risque: données observationnelles dans 138 maternités françaises. *J Gynécologie Obstétrique Biol Reprod.* 2010;39(4):297-304.
52. LARMA JD., SILVA AM., HOLCROFT CJ., THOMPSON RE., DONOHUE PK., GRAHAM EM. Intrapartum electronic fetal heart rate monitoring and the identification of metabolic acidosis and hypoxic-ischemic encephalopathy. *Am J Obstet Gynecol.* 2007;197(3):301.e1-e8.
53. AHMADPOUR-KACHO M., ASNAFI N., JAVADIAN M., HAJIAHMADI M., HOSSEINI TALEGHANI NH. Correlation between Umbilical Cord pH and Apgar Score in High-Risk Pregnancy. *Iran J Pediatr.* 2010;20(4):401-6.
54. GOODLIN RC., FREEDMAN WL., MCFEE JG., WINTER SD. The neonate with unexpected acidemia. *J Reprod Med.* 1994;39(2):97-100.
55. DIJXHOORN MJ., VISSER GH., HUISJES HJ., FIDLER V., TOUWEN BC. The relation between umbilical pH values and neonatal neurological morbidity in full term appropriate-for-dates infants. *Early Hum Dev.* 1985;11(1):33-42.
56. BOOG G. Asphyxie périnatale et infirmité motrice d'origine cérébrale (II - Implications médico-légales et prévention). *Gynécologie Obstétrique Fertil.* 2011;39(3):146-73.

Annexes

Annexe I : Classification du CNGOF (2007)

Extrait des Recommandations pour la pratique clinique : « Modalités de surveillance fœtale pendant le travail » (13)

RCF normal

Le RCF est dit normal lorsqu'il remplit les quatre critères suivants :

- Rythme de base : compris entre 110 et 160 bpm
- Variabilité : comprise entre 6 et 25 bpm
- Réactivité : présence d'accélération
- Ralentissement : absence

L'absence d'accélération pendant l'accouchement est tolérée.

Le RCF est une bonne méthode de dépistage de l'hypoxie-anoxie fœtale pendant l'accouchement car sa sensibilité est très bonne et l'existence d'un RCF normal permet d'affirmer le bien-être fœtal avec une excellente valeur prédictive négative (grade B).

Anomalies à faible risque d'acidose

Ces anomalies sont :

- la tachycardie modérée (160-180 bpm), la bradycardie modérée (100-110 bpm),
- une variabilité minimale (≤ 5 bpm) pendant moins de 40 minutes,
- les ralentissements précoces, les ralentissements prolongés inférieurs à 3 minutes, les ralentissements variables typiques non sévères.

La présence d'accélération et l'existence d'une variabilité normale sont des éléments rassurants.

La présence d'anomalies à faible risque d'acidose nécessite une surveillance cardiotocographique continue (grade C).

Anomalies à risque d'acidose

Ce sont :

- la tachycardie > 180 bpm isolée, la bradycardie entre 90-100 bpm isolée,
- une variabilité minimale (≤ 5 bpm) plus de 40 minutes, une variabilité marquée (> 25 bpm),
- des ralentissements variables atypiques et/ou sévères,

des ralentissements tardifs non répétés, des ralentissements prolongés de plus de 3 minutes.

Ces anomalies sont d'autant plus suspectes d'acidose qu'il existe des éléments non rassurants : perte des accélérations, variabilité inférieure à 5 bpm, associations de plusieurs anomalies, persistance des anomalies, aggravation des ralentissements (amplitude, atypiques).

Dans ces circonstances, il faut tenter une action correctrice. Si les anomalies persistent, il est conseillé de mettre en œuvre un moyen de surveillance de deuxième ligne (grade C).

Anomalies à risque important d'acidose

Ce sont :

- Variabilité minimale (≤ 5 bpm) ou absente inexplicée plus de 60 à 90 minutes
- Rythme sinusoïdal vrai de plus de 10 minutes (rare)
- Ralentissements tardifs répétés ou ralentissements prolongés répétés ou ralentissements variables répétés et accélérations absentes
- Ralentissements tardifs répétés ou ralentissements prolongés répétés ou ralentissements variables répétés et variabilité minimale (≤ 5 bpm)

Dans ces cas, une décision d'extraction rapide devrait être prise, l'utilisation des moyens de surveillance de deuxième ligne permettant d'exclure une acidose fœtale est possible si elle ne retarde pas l'extraction (grade B).

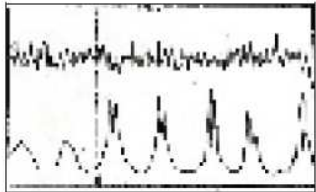

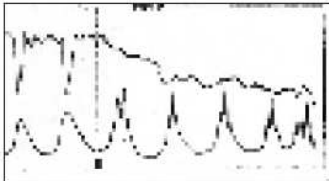
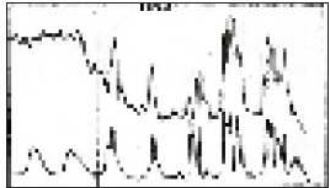
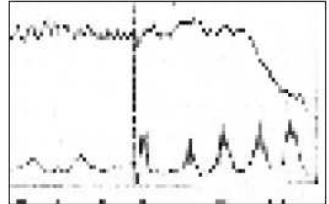
Anomalies à risque majeur d'acidose

Ce sont :

- Bradycardie persistante et variabilité absente
- Bradycardie sévère subite (< 90 bpm)
- Tachycardie progressive, variabilité minimale, perte des accélérations, puis ralentissements (séquence de Hon)
- Ralentissements tardifs répétés et variabilité absente
- Ralentissements variables répétés et variabilité absente
- Ralentissements prolongés répétés et variabilité absente

Dans ces cas, une décision d'extraction immédiate devrait être prise sans recours à une technique de deuxième ligne (grade B).

Annexe II : Classification de Melchior (1972)

Types de RCF	Description du RCF durant l'expulsion
<p data-bbox="432 432 517 465">Type 0</p> 	<ul data-bbox="715 432 879 465" style="list-style-type: none"> • RCF normal
<p data-bbox="432 734 517 768">Type 1</p> 	<ul data-bbox="715 734 1369 835" style="list-style-type: none"> • Décélérations successives à chaque effort expulsif, avec récupération du rythme normal entre les contractions utérines
<p data-bbox="432 1003 517 1037">Type 2</p> 	<ul data-bbox="715 1003 1369 1070" style="list-style-type: none"> • Bradycardie progressive avec souvent diminution des oscillations
<p data-bbox="432 1283 517 1317">Type 3</p> 	<ul data-bbox="715 1283 1369 1350" style="list-style-type: none"> • Bradycardie avec accélérations marquées à chaque contraction utérine
<p data-bbox="432 1574 517 1608">Type 4</p> 	<ul data-bbox="715 1574 1369 1641" style="list-style-type: none"> • RCF d'allure biphasique, dans un premier temps le rythme est normal, puis il évolue vers la bradycardie

Annexe III : Données recueillies sur DIAMM®

III-a N° de références des dossiers

- NIP
- N° d'accouchement

III-b Caractéristiques de la femme

- âge maternel
- gestité
- parité (avant la grossesse actuelle)
- taille maternelle
- poids maternel avant la grossesse

III-c Données concernant le travail

- RCF tel que codé dans DIAMM® (pas de distinction sur DIAMM® entre RCF pendant travail et RCF pendant l'expulsion)
- durée d'ouverture de l'œuf
- durée du travail
- mode d'entrée en travail (travail spontané ou déclenchement)
- mode de déclenchement le cas échéant (ocytocine (Syntocinon® IV), prostaglandines en dispositif intravaginal (Propess®), prostaglandines gel (Prostine®), prostaglandines IV ou rupture artificielle des membranes)
- administration de Syntocinon® pendant le travail (à l'exclusion des 5 IU IVD au moment de l'accouchement pour la délivrance dirigée)
- type d'analgésie (aucune, analgésie péridurale, rachianesthésie, péri-rachianesthésie, bloc des nerfs honteux, anesthésie locale, anesthésie générale)
- durée des efforts expulsifs
- couleur du liquide amniotique à la rupture
- couleur du liquide amniotique ultérieurement
- fièvre ($\geq 38^{\circ}\text{C}$) pendant le travail

III-d Données concernant l'accouchement

- date d'accouchement
- terme d'accouchement
- présentation fœtale à l'accouchement (sommet ou siège)
- pH au cordon (pCO₂, DB, Lactates ne sont pas renseignés sur DIAMM®)

III-e Données concernant le nouveau-né

- poids de naissance
- taille
- périmètre céphalique
- sexe
- Scores d'Apgar à 5min
- type de réanimation néonatale effectuée (pas de réanimation, ventilation au masque, PPC nasale, intubation trachéale, ventilation sur tube endotrachéal, aspiration sous laryngoscope de liquide amniotique méconial, oxygène sous Hood ou sonde nasale, massage cardiaque, injection d'adrénaline, autre injection)
- transfert éventuel en réanimation, médecine néonatale ou unité mère-enfant le cas échéant.

Annexe IV : Données recueillies dans les dossiers ouverts

IV-a Analyse du RCF

- Rythme de base (si variation au cours du travail, le rythme de base effectif pendant la majorité du temps d'enregistrement a été retenu)

- Anomalies du rythme de base (hors expulsion) avec bonne récupération par la suite :

0= aucune

1= tachycardie modérée (160-180 bpm)

2= bradycardie modérée (100-110 bpm)

3= ralentissement prolongé (3 à 9 min)

10 = tachycardie > 180 bpm

20 = bradycardie entre 90 et 100 bpm

100 = tachycardie progressive

200 = bradycardie persistante

300 = bradycardie sévère subite

- Anomalies du rythme de base (hors expulsion) sans normalisation par la suite

0= aucune

1= tachycardie modérée (160-180 bpm)

2= bradycardie modérée (100-110 bpm)

3= ralentissement prolongé (3 à 9 min)

4= augmentation progressive du rythme de base pendant le travail

5= diminution progressive du rythme de base pendant le travail

10 = tachycardie > 180 bpm

20 = bradycardie entre 90 et 100 bpm

100 = tachycardie progressive

200 = bradycardie persistante

300 = bradycardie sévère subite

- Variabilité (oscillation) (Nous avons relevé au maximum 2 types d'anomalies de la variabilité, les 2 les plus à risque d'acidose selon la classification du CNGOF s'il y en avait plus)

0= normale (6 à 25 bpm selon CNGOF)

1= minime (3 à 5 bpm) pendant moins de 40 min

11 = minime pdt 40 min à 60-90 min (ou pendant de périodes <40min mais répétées au moins 3 fois pendant le travail)

111 = minime ou absente inexplicquée pendant plus de 60 à 90min

2 = rythme sinusoïdal vrai pendant plus de 10min

3 = variabilité absente (< 3bpm)

30 = rythme pseudosinusoïdal pendant une durée limitée

4= marquée (> 25 bpm)

- réactivité (accélérations)

0 = normale (accélérations de + de 15bpm pendant + de 15sec)

1= anormale pendant un temps limité (< 1/2 durée du travail)

2= anormale pendant plus de la moitié du travail

- ralentissements (hors expulsion) (Quand il y avait plus de 3 types de ralentissements au cours du travail, nous avons relevé les 3 types les plus graves, c'est-à-dire classant le RCF dans les catégories les plus à risque d'acidose selon la classification du CNGOF)

0 = absence de ralentissements

1 = ralentissements précoces

2 = ralentissements prolongés isolés (2 à 3min)

3 = ralentissements variables typiques non sévères (<60 s et Nadir > 70 bpm)

5 = onde lambda

20 = ralentissements prolongés > 3min

30 = ralentissements variables atypiques et/ou sévères non répétés

30,1 = ébauches de ralentissements variables atypiques

40 = ralentissements tardifs non répétés

40,1 = ébauches de ralentissements tardifs non répétés

200 = ralentissements prolongés répétés

300 = ralentissement variables répétés

400 = ralentissement tardifs répétés

400,1 = ébauches de ralentissements tardifs répétés

- Jugé du tracé hors expulsion selon la classification du CNGOF 2007

0 : normal,

1 : faible risque d'acidose,

2 : risque d'acidose,

3 : risque important d'acidose,

4 : risque majeur d'acidose

- Jugé tracé Melchior à l'expulsion

0 : type 0

1 : type 1

2 : type 2

3 : type 3

4 : type 4

Types détaillés en annexe II.

IV-b Autres données

- détails sur l'état néonatal et la prise en charge de l'enfant à la naissance en cas de réanimation, de score d'Apgar <7 à 5 min ou de transfert.

Annexe V : Valeurs artérielles du pH au cordon

Tableau tiré de l'étude de Vandebussche et al. (6)

Source : Premier auteur (année)	Nombre de naissances incluses	Moyenne du pH artériel au cordon	Limite statistique inférieure du pH normal (moyenne – 2 écarts types)
Grossesse et travail non compliqués			
Saling (1946)	77	7,25	7,09
Bretscher (1967)	100	7,27	7,12
Padbury (1982)	91	7,27	7,11
Yeomans (1985)	146	7,28	7,18
Hankins (1987)	110	7,27	7,11
Ruth (1988)	106	7,29	7,15
Ramin (1989)	1 292	7,28	7,14
Thorp (1989)	1 694	7,24	7,10
Miller (1990)	147	7,27	7,15
Römer (1991)	2 549	7,27	7,13
Yancey (1992)	300	7,31	7,22
Vintzileos (1992)	243	7,28	7,14
Dudenhausen (1997)	681	7,31	(10% < 7,21)
Daniel (1998)	60	7,23	7,07
Etudes rétrospectives de cohortes			
Kubli (1972)	3 317	-	(5% < 7,10)
Römer (1976)	3 804	7,27	7,10
Sykes (1982)	899	7,20	7,04
Josten (1987)	257	7,21	7,06
Low (1988)	4 500	7,26	7,13
Fee (1990)	15 528	7,26	-
Perkins (1993)	3 183	7,31	7,15
Goodlin (1994)	11 203	7,31	7,18
Farkas (1995)	-	7,22	7,05
Westgate (1995)	1 448	7,26	(2,5% < 7,05)
Westgren (1995)	3 953	7,26	7,08

Intérêt du pH au cordon en systématique dans les situations physiologiques ?

Contexte : L'asphyxie perpartum peut entraîner des conséquences graves chez l'enfant, d'où la nécessité de l'identifier à partir du RCF et du pH au cordon. **Objectif :** Nous avons étudié la pertinence de réaliser un pH au cordon en vue du diagnostic d'asphyxie dans des situations physiologiques où une valeur de pH normale est attendue. **Matériel et méthodes :** Une étude descriptive a été menée sur 1275 naissances physiologiques de la maternité Port-Royal de juin à décembre 2012. Les cas ont été classés en 4 catégories selon le RCF normal/anormal et le pH normal/pathologique. Le RCF a été réinterprété pour les cas discordants et le coût de la réalisation du pH a été estimé. **Résultats :** Le RCF avait une bonne valeur prédictive négative vis-à-vis des situations d'asphyxies (0,9 à 2,9%). En cas de RCF normal, le pH pathologique n'était pas associé à un mauvais état néonatal ($p=1$). Limiter la réalisation du pH aux situations à risque générerait peu d'économies (1500 à 5600€ sur 7 mois). **Conclusion :** Le pH au cordon, non invasif et peu coûteux, présente avant tout un intérêt médico-légal par sa mesure objective. Sa réalisation en systématique dans une maternité disposant d'un analyseur de gaz du sang semble donc justifiée.

Mots-clés : cordon ombilical, concentration en ions d'hydrogène, analyse des gaz du sang, rythme cardiaque fœtal (RCF), asphyxie, acidose

Interest of routine umbilical cord blood gas analysis in physiological situations ?

Background: Perpartum asphyxia can lead to serious troubles for the child, making it necessary to identify by FHT and cord blood pH. **Objective:** We have studied the relevance of cord blood analysis in the diagnosis of asphyxia in physiological situations where a normal pH value is expected. **Methods:** A descriptive study was conducted on 1275 physiological births from June to December 2012 at the maternity Port-Royal. Cases were divided into 4 categories according to normal/abnormal FHT and normal/pathological pH. FHT was reinterpreted for the conflicting cases and the cost of cord blood sample was estimated. **Results:** FHT had a good negative predictive value for the identification of asphyxia (0,9% to 2,9%). When FHT was normal, there was no significant association between bad neonatal condition and pathological pH ($p=1$). Limiting umbilical pH sample to risk situations did not generate decisive savings (1500 to 5600 € for 7 months). **Conclusion:** Cord blood pH, which is non-invasive and cheap, presents mainly a medicolegal interest because it is an objective measurement. Thus, its routine use seems to be justified in a maternity with a blood gas analyser.

Keywords: umbilical cord, hydrogen-ion concentration, blood gas analysis, heart rate, fetal, asphyxia, acidosis