



**HAL**  
open science

# Utilisation du Quantra® en pratique clinique pour réduire les délais de prise en charge des hémorragies du post-partum : évaluation des pratiques professionnelles

Marjorie Chaix

## ► To cite this version:

Marjorie Chaix. Utilisation du Quantra® en pratique clinique pour réduire les délais de prise en charge des hémorragies du post-partum : évaluation des pratiques professionnelles. Human health and pathology. 2023. dumas-04316453

**HAL Id: dumas-04316453**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-04316453>**

Submitted on 30 Nov 2023

**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.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - ShareAlike 4.0 International License

UNIVERSITE DE MONTPELLIER  
FACULTE DE MEDECINE MONTPELLIER-NIMES

**THESE**

Pour obtenir le titre de  
**DOCTEUR EN MEDECINE**

Présentée et soutenue publiquement  
Par

**Marjorie CHAIX**

le 14 avril 2023

TITRE

Utilisation du Quantra en pratique clinique pour réduire les délais de prise en charge des hémorragies du post partum : évaluation des pratiques professionnelles

Directeur de thèse : Madame le Docteur Jessie GRENIE

JURY

Président : Monsieur le Professeur Christophe DADURE

Assesseurs :

Monsieur le Professeur Philippe CUVILLON

Madame le Docteur Jessie GRENIE

Madame le Docteur Isabelle CAU

UNIVERSITE DE MONTPELLIER  
FACULTE DE MEDECINE MONTPELLIER-NIMES

**THESE**

Pour obtenir le titre de  
**DOCTEUR EN MEDECINE**

Présentée et soutenue publiquement

Par

**Marjorie CHAIX**

le 14 avril 2023

TITRE

Utilisation du Quantra en pratique clinique pour réduire les délais de prise en charge des hémorragies du post partum : évaluation des pratiques professionnelles

Directeur de thèse : Madame le Docteur Jessie GRENIE

JURY

Président : Monsieur le Professeur Christophe DADURE

Assesseurs :

Monsieur le Professeur Philippe CUVILLON

Madame le Docteur Jessie GRENIE

Madame le Docteur Isabelle CAU

ANNEE UNIVERSITAIRE 2022-2023

PERSONNEL ENSEIGNANT

Professeurs Honoraires

ALBAT Bernard	BRUNEL Michel	HERTAULT Jean	NAVARRO Maurice
ALLIEU Yves	CAMU William	HUMEAU Claude	NAVRATIL Henri
ALRIC Robert	CANAUD Bernard	JAFFIOL Claude	OTHONIEL Jacques
ARNAUD Bernard	CHAPTAL Paul-André	JANBON Charles	PAGES Michel
ASENCIO Gérard	CIURANA Albert-Jean	JANBON François	PEGURET Claude
ASTRUC Jacques	CLOT Jacques	JARRY Daniel	PELISSIER Jacques
AUSSILLOUX Charles	COSTA Pierre	JOURDAN Jacques	PETIT Pierre
AVEROUS Michel	COTTALORDA Jérôme	KLEIN Bernard	POUGET Régis
AYRAL Guy	D'ATHIS Françoise	LAFFARGUE François	PUJOL Henri
BAILLAT Xavier	DEMAILLE Jacques	LALLEMANT Jean Gabriel	RABISCHONG Pierre
BALDET Pierre	DESCOMPS Bernard	LAMARQUE Jean-Louis	RAMUZ Michel
BALDY-MOULINIER Michel	DIMEGLIO Alain	LAPEYRIE Henri	REBOUL Jean
BALMES Jean-Louis	DUBOIS Jean Bernard	LEROUX Jean-Louis	RIEU Daniel
BANSARD Nicole	DUJOLS Pierre	LESBROS Daniel	ROCHEFORT Henri
BILLIARD Michel	DUMAZER Romain	LOPEZ François Michel	ROUANET DE VIGNE LAVIT Jean Pierre
BLARD Jean-Marie	ECHENNE Bernard	LORRIOT Jean	SAINT-AUBERT Bernard
BLAYAC Jean Pierre	FABRE Serge	LOUBATIERES Marie Madeleine	SANCHO-GARNIER Hélène
BLOTMAN Francis	FREREBEAU Philippe	MAGNAN DE BORNIER Bernard	SANY Jacques
BONNEL François	GALIFER René Benoît	MARTY ANE Charles	SEGNARBIEUX François
BOURGEOIS Jean-Marie	GODLEWSKI Guilhem	MATHIEU-DAUDE Pierre	SENAC Jean-Paul
BOUSQUET Jean	GRASSET Daniel	MEYNADIER Jean	SERRE Arlette
BRUEL Jean Michel	GUILHOU Jean-Jacques	MICHEL François-Bernard	TOUITOU Isabelle
BUREAU Jean-Paul	GUITER Pierre	MION Charles	VIDAL Jacques
	HEDON berbard	MIRO Luis	VISIER Jean Pierre



**Professeurs Emérites**

ARTUS Jean-Claude	JONQUET Olivier
BASTIEN Patrick	LANDAIS Paul
BLANC François	LARREY Dominique
BONAFE Alain	LE QUELLEC Alain
BOULENGER Jean-Philippe	MARES Pierre
BOURREL Gérard	MAUDELONDE Thierry
BRINGER Jacques	MAURY Michèle
CLAUSTRES Mireille	MESSNER Patrick
COMBE Bernard	MILLAT Bertrand
DAURES Jean-Pierre	MONNIER Louis
DAUZAT Michel	MOURAD Georges
DAVY Jean-Marc	PREFAUT Christian
DEDET Jean-Pierre	PUJOL Remy
DE LA COUSSAYE Jean-Emmanuel	RIBSTEIN Jean
GROLLEAU RAOUX Robert	SCHVED Jean-François
GUERRIER Bernard	SULTAN Charles
GUILLOT Bernard	TOUCHON Jacques
HERISSON Christian	UZIEL Alain

**Docteurs Emerites**

PRAT Dominique
PUJOL Joseph

**Professeurs des Universités - Praticiens Hospitaliers**

**PU-PH de classe exceptionnelle**

AGUILAR MARTINEZ Patricia	Hématologie ; transfusion
ALRIC Pierre	Chirurgie vasculaire ; médecine vasculaire (option chirurgie vasculaire)
AVIGNON Antoine	Nutrition
AZRIA David	Cancérologie ; radiothérapie
BACCINO Eric	Médecine légale et droit de la santé
BEREGI Jean-Paul	Radiologie et imagerie médicale
BLAIN Hubert	Médecine interne ; gériatrie et biologie du vieillissement, médecine générale, addictologie
BOULOT Pierre	Gynécologie-obstétrique ; gynécologie médicale
CAMBONIE Gilles	Pédiatrie
CANOVAS François	Anatomie
CAPDEVILA Xavier	Anesthésiologie-réanimation et médecine péri-opératoire
CHAMMAS Michel	Chirurgie orthopédique et traumatologique
COLSON Pascal	Anesthésiologie-réanimation et médecine péri-opératoire
COSTES Valérie	Anatomie et cytologie pathologiques
COUBES Philippe	Neurochirurgie
COURTET Philippe	Psychiatrie d'adultes ; addictologie
CRAMPETTE Louis	Oto-rhino-laryngologie
CRISTOL Jean Paul	Biochimie et biologie moléculaire
CYTEVAL Catherine	Radiologie et imagerie médicale
DAUVILLIERS Yves	Physiologie
DE TAYRAC Renaud	Gynécologie-obstétrique, gynécologie médicale
DE WAZIERES Benoît	Médecine interne ; gériatrie et biologie du vieillissement, médecine générale, addictologie
DELAPORTE Eric	Maladies infectieuses ; maladies tropicales
DEMARIA Roland	Chirurgie thoracique et cardio-vasculaire
DEMOLY Pascal	Pneumologie ; addictologie
DEREURE Olivier	Dermatologie - vénéréologie
DOMERGUE Jacques	Chirurgie viscérale et digestive
DUFFAU Hugues	Neurochirurgie
ELIAOU Jean François	Immunologie
FABRE Jean Michel	Chirurgie viscérale et digestive

HAMAMAH Samir	Biologie et Médecine du développement et de la reproduction ; gynécologie médicale
JABER Samir	Anesthésiologie-réanimation et médecine péri-opératoire
JEANDEL Claude	Médecine interne ; gériatrie et biologie du vieillissement, médecine générale, addictologie
JORGENSEN Christian	Thérapeutique ; médecine d'urgence ; addictologie
KOENIG Michel	Génétique
KOTZKI Pierre Olivier	Biophysique et médecine nucléaire
LABAUGE Pierre	Neurologie
LAFFONT Isabelle	Médecine physique et de réadaptation
LECLERCQ Florence	Cardiologie
LEFRANT Jean-Yves	Anesthésiologie-réanimation et médecine péri-opératoire
LEHMANN Sylvain	Biochimie et biologie moléculaire
LUMBROSO Serge	Biochimie et Biologie moléculaire
MARIANO-GOULART Denis	Biophysique et médecine nucléaire
MERCIER Jacques	Physiologie
MEUNIER Laurent	Dermato-vénéréologie
MONDAIN Michel	Oto-rhino-laryngologie
MORIN Denis	Pédiatrie
PAGEAUX Georges-Philippe	Gastroentérologie ; hépatologie ; addictologie
PRUDHOMME Michel	Anatomie
PUJOL Pascal	Biologie cellulaire
QUERE Isabelle	Chirurgie vasculaire ; médecine vasculaire (option médecine vasculaire)
RENARD Eric	Endocrinologie, diabète et maladies métaboliques ; gynécologie médicale
REYNES Jacques	Maladies infectieuses, maladies tropicales
RIPART Jacques	Anesthésiologie-réanimation et médecine péri-opératoire
ROUANET Philippe	Cancérologie ; radiothérapie
SOTTO Albert	Maladies infectieuses ; maladies tropicales
TAOUREL Patrice	Radiologie et imagerie médicale
TRAN Tu-Anh	Pédiatrie
VANDE PERRE Philippe	Bactériologie-virologie ; hygiène hospitalière
VERNHET Hélène	Radiologie et imagerie médicale
YCHOU Marc	Cancérologie ; radiothérapie

**PU-PH de 1<sup>er</sup> classe**

ASSENAT Éric	Gastroentérologie ; hépatologie ; addictologie
BAGHDADLI Amani	Pédopsychiatrie ; addictologie
BLANC Pierre	Gastroentérologie ; hépatologie ; addictologie
BORIE Frédéric	Chirurgie viscérale et digestive
BOURDIN Arnaud	Pneumologie ; addictologie
BOURGIER Céline	Cancérologie ; radiothérapie
CAPTIER Guillaume	Anatomie
CARTRON Guillaume	Hématologie ; transfusion
CAYLA Guillaume	Cardiologie
CHANQUES Gérard	Anesthésiologie-réanimation et médecine péri-opératoire
CORBEAU Pierre	Immunologie
COULET Bertrand	Chirurgie orthopédique et traumatologique
CUVILLON Philippe	Anesthésiologie-réanimation et médecine péri-opératoire
DADURE Christophe	Anesthésiologie-réanimation et médecine péri-opératoire
DE VOS John	Histologie, embryologie et cytogénétique
DROUPY Stéphane	Urologie
DUCROS Anne	Neurologie
DUPEYRON Arnaud	Médecine physique et de réadaptation
FESLER Pierre	Médecine interne ; gériatrie et biologie du vieillissement, médecine générale, addictologie
GARREL Renaud	Oto-rhino-laryngologie
GENEVIEVE David	Génétique
GUILLAUME Sébastien	Psychiatrie d'adultes ; addictologie
GUILPAIN Philippe	Médecine Interne, gériatrie et biologie du vieillissement; addictologie
GUIU Boris	Radiologie et imagerie médicale
HAYOT Maurice	Physiologie
HOUEDE Nadine	Cancérologie ; radiothérapie
JACOT William	Cancérologie ; Radiothérapie
JUNG Boris	Médecine intensive-réanimation
KALFA Nicolas	Chirurgie infantile
KLOUCHE Kada	Médecine intensive-réanimation
KOUYOUMDJIAN Pascal	Chirurgie orthopédique et traumatologique



LACHAUD Laurence	Parasitologie et mycologie
LAVABRE-BERTRAND Thierry	Histologie, embryologie et cytogénétique
LAVIGNE Jean-Philippe	Bactériologie-virologie ; hygiène hospitalière
LE MOING Vincent	Maladies infectieuses ; maladies tropicales
LETOUZEY Vincent	Gynécologie-obstétrique ; gynécologie médicale
MATECKI Stéfan	Physiologie
MORANNE Olivier	Néphrologie
MOREL Jacques	Rhumatologie
NAGOT Nicolas	Biostatistiques, informatique médicale et technologies de la communication
NAVARRO Francis	Chirurgie viscérale et digestive
NOCCA David	Chirurgie viscérale et digestive
PANARO Fabrizio	Chirurgie viscérale et digestive
PASQUIE Jean-Luc	Cardiologie
PEREZ MARTIN Antonia	Chirurgie vasculaire ; médecine vasculaire (option médecine vasculaire)
PERNEY Pascal	Médecine interne ; gériatrie et biologie du vieillissement, médecine générale, addictologie
PUJOL Jean Louis	Pneumologie ; addictologie
PURPER-OUAKIL Diane	Pédopsychiatrie ; addictologie
RIGAU Valérie	Anatomie et cytologie pathologiques
ROGER Pascal	Anatomie et cytologie pathologiques
ROUBILLE François	Cardiologie
SOLASSOL Jérôme	Biologie cellulaire
SULTAN Ariane	Nutrition
VINCENT Thierry	Immunologie
<b><u>PU-PH de 2ème classe</u></b>	
AYRIGNAC Xavier	Neurologie
BELZEAUX Raoul	Psychiatrie d'adultes ; Addictologie
BERTRAND Martin	Anatomie
BOBBIA Xavier	Médecine d'urgence
CANAUD Ludovic	Chirurgie vasculaire ; médecine vasculaire (option chirurgie vasculaire)
CAPDEVIELLE Delphine	Psychiatrie d'Adultes ; addictologie
CLARET Pierre-Géraud	Médecine d'urgence
COLOMBO Pierre-Emmanuel	Cancérologie ; radiothérapie



COSTALAT Vincent

Radiologie et imagerie médicale



DAIEN Vincent	Ophthalmologie
DE JONG Audrey	Anesthésiologie-réanimation et médecine péri-opératoire
DONNADIEU Héléne	Gastroentérologie ; hépatologie ; addictologie
DORANDEU Anne	Médecine légale et droit de la santé
FAILLIE Jean-Luc	Pharmacologie fondamentale ; pharmacologie clinique ; addictologie
FRANDON Julien	Radiologie et imagerie médicale
FUCHS Florent	Gynécologie-obstétrique ; gynécologie médicale
GABELLE DELOUSTAL Audrey	Neurologie
GANDET Thomas	Chirurgie thoracique et cardiovasculaire
GAUJOUX Viala Cécile	Rhumatologie
GELIS Anthony	Médecine physique et de réadaptation
GODREUIL Sylvain	Bactériologie-virologie ; hygiène hospitalière
HERLIN Christian	Chirurgie plastique, reconstructrice et esthétique, brûlologie
IMMEDIATO DAIEN Claire	Rhumatologie
JEZIORSKI Eric	Pédiatrie
LALLEMANT Benjamin	Oto-rhino-laryngologie
LATTUCA Benoît	Cardiologie
LE QUINTREC DONNETTE Moglie	Néphrologie
LONJON Nicolas	Neurochirurgie
LOPEZ CASTROMAN Jorge	Psychiatrie d'Adultes ; addictologie
LUKAS Cédric	Rhumatologie
MAKINSON Alain	Maladies infectieuses, Maladies tropicales
MENJOT de CHAMPFLEUR Nicolas	Radiologie et imagerie médicale
MILLET Ingrid	Radiologie et imagerie médicale
MURA Thibault	Biostatistiques, informatique médicale et technologies de la communication
OLIE Emilie	Psychiatrie d'adultes; addictologie
PARIS Françoise	Biologie et médecine du développement et de la reproduction ; gynécologie médicale
PELLESTOR Franck	Histologie, embryologie et cytogénétique
PERS Yves-Marie	Thérapeutique; addictologie
POUDEROUX Philippe	Gastroentérologie ; hépatologie ; addictologie
RIVIER François	Pédiatrie
ROGER Claire	Anesthésiologie-réanimation et médecine péri-opératoire



ROSSI Jean François	Hématologie ; transfusion
SEBBANE Mustapha	Médecine d'urgence
SIRVENT Nicolas	Pédiatrie
STERKERS Yvon	Parasitologie et mycologie
STOEBNER Pierre	Dermato-vénérologie
THOUVENOT Éric	Neurologie
THURET Rodolphe	Urologie
TUAILLON Edouard	Bactériologie-virologie; hygiène hospitalière
VENAIL Frédéric	Oto-rhino-laryngologie
VILLAIN Max	Ophtalmologie
VINCENT Denis	Médecine interne ; gériatrie et biologie du vieillissement, médecine générale, addictologie

#### PROFESSEURS DES UNIVERSITES

##### 1<sup>re</sup> classe :

COLINGE Jacques (Cancérologie, Signalisation cellulaire et systèmes complexes)  
LAOUDJ CHENIVESSE Dalila (Biochimie et biologie moléculaire)  
VISIER Laurent (Sociologie, démographie)

##### 2<sup>ème</sup> classe :

CHAZAL Nathalie (Biologie cellulaire)  
MOREAUX Jérôme (Sciences biologiques fondamentales et cliniques)

#### PROFESSEURS DES UNIVERSITES - Médecine générale

##### 1<sup>re</sup> classe :

AMOUYAL Michel

#### PROFESSEURS ASSOCIES - Médecine Générale

CLARY Bernard  
GARCIA Marc  
MILLION Elodie  
REBOUL Marie-Catherine

#### PROFESSEURS ASSOCIES - Médecine

BESSIS Didier (Dermato-vénérologie)  
DEBIEN Blaise (Médecine d'urgence)  
MEUNIER Isabelle (Ophtalmologie)

MULLER Laurent (Anesthésiologie-réanimation et médecine péri-opératoire)

PERRIGAULT Pierre-François (Anesthésiologie-réanimation et médecine péri-opératoire)

QUANTIN Xavier (Pneumologie)

ROUBERTIE Agathe (Pédiatrie)

VIEL Eric (Soins palliatifs et traitement de la douleur)

### Maîtres de Conférences des Universités - Praticiens Hospitaliers

#### MCU-PH Hors classe - Echelon Exceptionnel

MARTRILLE Laurent Médecine légale et droit de la santé

RICHARD Bruno Médecine palliative

#### MCU-PH Hors classe

BADIOU Stéphanie Biochimie et biologie moléculaire

BOUDOUSQ Vincent Biophysique et médecine nucléaire

BOULLE Nathalie Biologie cellulaire

CACHEUX-RATABOUL Valère Génétique

CARRIERE Christian Bactériologie-virologie ; hygiène hospitalière

CHARACHON Sylvie Bactériologie-virologie ; hygiène hospitalière

FABBRO-PERAY Pascale Epidémiologie, économie de la santé et prévention

GIANSILY-BLAIZOT Muriel Hématologie ; transfusion

#### MCU-PH de 1<sup>re</sup> classe

BRET Caroline Hématologie biologique

BROUILLET Sophie Biologie et médecine du développement et de la reproduction ; gynécologie médicale

CHIRIAC Anca Immunologie

COSSEE Mireille Génétique

FITENI Frédéric Cancérologie ; radiothérapie

GIRARDET-BESSIS Anne Biochimie et biologie moléculaire

HERRERO Astrid Chirurgie viscérale et digestive

LAVIGNE Géraldine Hématologie ; transfusion

LESAGE François-Xavier Médecine et Santé au Travail

MATHIEU Olivier Pharmacologie fondamentale ; pharmacologie clinique ; addictologie

MOUZAT Kévin	Biochimie et biologie moléculaire
PANABIERES Catherine	Biologie cellulaire
PANTEL Alix	Bactériologie-virologie ; hygiène hospitalière
RAVEL Christophe	Parasitologie et mycologie
ROUBILLE Camille	Médecine interne ; gériatrie et biologie du vieillissement ; addictologie
SCHUSTER-BECK Iris	Physiologie
SZABLEWSKY	Anatomie et cytologie pathologiques
THEVENIN-RENE Céline	Immunologie

**MCU-PH de 2<sup>ème</sup> classe**

BARATEAU Lucie	Physiologie
BERGOUIGNOUX Anne	Génétique
BOETTO Julien	Neurochirurgie
DESHAYES Emmanuel	Biophysique et médecine nucléaire
DUFLOS Claire	Biostatistiques, informatique médicale et technologies de la communication
DU THANH Aurélie	Dermato-vénérologie
ENGELMANN Ilka	Bactériologie-virologie ; hygiène hospitalière
GATINOIS Vincent	Histologie, embryologie et cytogénétique
GOUZI Farès	Physiologie
HERBAUX Charles	Hématologie, transfusion
HUBERLANT Stéphanie	Gynécologie-obstétrique ; Gynécologie médicale
LEVEQUE Maude	Parasitologie et mycologie
MARIA Alexandre	Médecine interne ; gériatrie et biologie du vieillissement ; addictologie
RANISAVELJEVIC Noémie	Biologie et médecine du développement et de la reproduction; Gynecologie médicale
SOUCHE François-Régis	Chirurgie viscérale et digestive

**Maitres de Conférences des Universités**

**Maitres de Conférences hors classe**

BECAMEL Carine	Neurosciences
DELABY Constance	Biochimie et biologie moléculaire
MAIMOUN Laurent	Sciences physico-chimiques et ingénierie appliquée à la santé

**Maîtres de Conférences de classe normale**

CHAUMONT-DUBEL Séverine	Sciences du médicament et des autres produits de santé
GUGLIELMI Laurence	Sciences biologiques fondamentales et cliniques
HENRY Laurent	Sciences biologiques fondamentales et cliniques
HERBET Guillaume	Neurosciences
HERVE ANDRE Emilie	
LADRET Véronique	Mathématiques appliquées et applications des mathématiques
LAINÉ Sébastien	Sciences du Médicament et autres produits de santé
LE GALLIC Lionel	Sciences du médicament et autres produits de santé
LOZZA Catherine	Sciences physico-chimiques et technologies pharmaceutiques
MORITZ-GASSER Sylvie	Neurosciences
MOUTOT Gilles	Philosophie
PASSERIEUX Emilie	Physiologie
RAMIREZ Jean-Marie	Histologie
RAYNAUD Fabrice	Sciences du Médicament et autres produits de santé
TAULAN Magali	Biologie Cellulaire

**Maîtres de Conférences des Universités - Médecine Générale**

**MCU-MG de 1<sup>er</sup> classe**

COSTA David  
OUDE ENGBERINK Agnès

**MCU-MG de 2<sup>ème</sup> classe**

FOLCO-LOGNOS Béatrice  
CARBONNEL François

**Maîtres de Conférences associés - Médecine Générale**

BADIN Mélanie  
CAMPAGNAC Jérôme  
LOPEZ Antonio  
MINET Mathilde  
PAVAGEAU Sylvain  
SERAYET Philippe



#### Praticiens Hospitaliers Universitaires

CAZAUBON Yoann	Pharmacologie fondamentale ; pharmacologie clinique ; addictologie
DAGNEAUX Louis	Chirurgie orthopédique et traumatologique
GAVOTTO Arthur	Pédiatrie
GOULABCHAND Radjiv	Médecine Interne ; gériatrie et biologie du vieillissement ; addictologie
MIOT Stéphanie	Médecine Interne ; gériatrie et biologie du vieillissement ; addictologie
POULEN Gaetan	Neurochirurgie
ROCH Benoît	Pneumologie, addictologie
URSIC BEDOYA José	Gastroentérologie ; hépatologie ; addictologie



**PH chargés d'enseignements**

ABOUKRAT Patrick	BRISOT Dominique	FAURE Elsa	MARTIN Lucille	SEGURET Fabienne
AGUILHON Sylvain	BRONER Jonathan	FILLERON Anne	MATTATIA Laurent	SENESSE Pierre
AKKARI Mohamed	CAIMMI Davide Paolo	FILLOLS Mélanie	MEROUEH Fadl	SERRE Jean-Emmanuel
ALRIC Jérôme	CARR Julie	FOURNIER Philippe	MEYER Pierre	SKALLI El Medhi
AMEDRO Pascal	CARTIER César	GAILLARD Nicolas	MICHEL Moïse	SOLA Christelle
AMOUROUX Cyril	CASPER Thierry	GALMICHE Sophie	MILESI Christophe	SOULLIER Camille
ANTOINE Valéry	CASSINOTTO Christophe	GENY Christian	MORAU Estelle	SOUKSI MEDIONI Isabelle
ARQUIZAN Caroline	CATHALA Philippe	GERONIMI Laetitia	MORQUIN David	STOEBNER DELBARRE Anne
ATTALIN Vincent	CAZABAN Michel	GINIES Patrick	MOSEY Camille	TEOT Luc
BADR Malha	CHARBIT Jonathan	GRECO Frédéric	MOUSTY Eve	THIRION Marina
BAIS Céline	CHEVALLIER Thierry	GROSSIN Delphine	MOUTERDE Gaël	TUNEZ Virginie
BARBAR Saber Davide	CHEVALLIER-MICHAUD Jox	GUEDJ Anne Marie	PERNIN Vincent	VACHIERY-LAHAYE Florence
BASSET Didier	COLIN Olivier	GUYON Gaël	PERRIGAULT Pierre François	VERNES Eric
BATIFOL Dominique	CONEJERO Ismael	HEDON Christophe	PEYRON Pierre-Antoine	VIALA Maurice
BATTISTELLA Pascal	CONSEIL Mathieu	HENRY Vincent	PICARD Eric	VINCENT Laure
BAUCHET Luc	CORBEAU Catherine	JAMMET Patrick	PICOT Marie Christine	WAGNER Laurent
BELL Artane	COROIAN Flavia-Oana	JEDRYKA François	POQUET Hélène	WALTHER LOUVIER Ulrike
BENEZECH Jean-Pierre	COUDRAY Sarah	JREIGE Riad	PUJOL Sarah-Lise	ZERKOWSKI Laetitia
BENNYS Karim	CUNTZ Danielle	KINNE Mélanie	PUPIER Florence	
BERNARD Nathalie	DARDALHON Brigitte	LABARIAS Coralie	QUANTIN Xavier	
BERTCHANSKY Ivan	DAVID Aurore	LABORDE Caroline	RAFFARD Laurence	
BIBOULET Philippe	DE BOUTRAY Marie	LACAMBRE Mathieu	RAPIDO Francesca	
BIRON-ANDREANI Christine	DE LA TRIBONNIERE Xavie	LANG Philippe	RIBRAULT Alice	
BLANC Brigitte	DEBIEN Blaise	LAZERGES Cyril	RICHAUD-MOREL Brigitte	
BLANCHARD Sylvie	DELPONT Marion	LE GUILLOU Cedric	RIDOLFO Jérôme	
BLANCHET Catherine	DENIS Hélène	LEGLISE Marie Suzanne	RIPART Sylvie	
BLATIERE Veronique	DEVILLE de PERIERE Gilles	LE MOINE DONY Marie-Christine	RONGIERES Michel	
BOGE Gudrun	DI CASTRI Alberto	LETERTRE Simon	ROULET Agnès	
BOURRAIN Jean Luc	DJANIKIAN Flora	LOPEZ Régis	RUBENOVITCH Josh	
BOUYABRINE Hassan	FAIDHERBE Jacques	LUQUIENS Amandine	SANTONI Fannie	
BRINGER-DEUTSCH Sophie	FATTON Brigitte	MANZANERA Cyril	SASSO Milène	
BRINGUIER BRANCHEREAU Sonia	FAUCHERRE Vincent	MARGUERITTE Emmanuel	SCHULDINER Sophie	.....

# Remerciements

## Aux membres de mon jury,

Monsieur le Professeur Christophe DADURE, c'est pour moi un immense honneur de vous avoir comme président de mon jury. Merci d'avoir accepté de porter ce projet, et de me permettre de présenter cette thèse. Merci également pour vos enseignements pendant le stage et le diplôme universitaire en anesthésie pédiatrique. J'ai beaucoup appris grâce à vous, et je vous en remercie sincèrement.

Monsieur le Professeur Philippe CUVILLON, merci d'avoir accepté de participer au jury de cette thèse. Mes obligations personnelles ne m'ont pas permis de venir en stage à Nîmes, mais c'est pour moi un honneur de vous compter parmi nous en ce jour.

Madame le Docteur Jessie GRENIÉ, je te suis sincèrement reconnaissante de m'avoir permis de participer à ce projet et d'avoir pu en faire ma thèse. Merci d'avoir accepté d'être mon directeur de thèse, je suis heureuse d'avoir fait ce travail avec toi. C'était un réel plaisir de collaborer avec toi, un immense merci pour ton investissement. Merci d'avoir cru en moi lorsque je pensais que je n'y arriverai pas. Merci également pour tous tes enseignements durant ce stage incroyable à la maternité. J'y ai énormément appris grâce à toi et ta rigueur.

Madame le Docteur Isabelle CAU, merci pour votre aide à la construction de ce projet, de nous avoir guidé et me permettre ainsi de présenter ce travail, merci d'avoir accepté d'être parmi nous ce jour.

## **A ma famille,**

A mon papa, toi qui m'as toujours soutenue dans mes choix, même lorsque ceux-ci paraissaient un peu fous, comme lorsque j'ai décidé de faire médecine. Tu resteras pour moi un exemple de force et de courage. J'aurai tellement voulu que tu sois avec nous pour vivre ce jour où je vais enfin prêter serrement. Mais je suis sûre que de là-haut tu es le plus fier des papas.

A ma maman, qui au départ n'aurait pas cru possible que je puisse en arriver là. Ça y est, voilà la fin de ces études si longues. J'espère que cela te rend heureuse. Car si j'ai réussi c'est aussi pour toi. Tu es mon exemple de résilience et de volonté. Grâce à toi j'ai appris à ne jamais rien lâcher et à tout donner, tous les jours.

A mon frère, merci d'avoir toujours veillé sur moi, et sur nous tous. Mon grand frère, qui a toujours été mon exemple. Si j'ai réussi c'est aussi grâce à toi, qui m'a appris à me battre pour ce que je veux. Un grand frère comme toi ça n'a pas de prix.

Mon papa, ma maman et mon frère, je vous aime si fort.

A mon Darling, mon pilier, mon roc. Toi qui as été là depuis le début, bien avant médecine, puis les études, les concours, les gardes... Merci pour ton soutien et ta compréhension. Je sais que je peux compter sur toi. Merci de me faire rire chaque jour, et de me donner la force d'avancer. Nous voilà enfin au bout cette route, mais le plus beau reste à venir. J'ai de la chance de t'avoir à mes côtés, et nos filles de t'avoir comme papa. Je suis si fière de partager ta vie. Je t'aimerai toujours.

A mes amours, mes deux petits rayons de soleil, mes petits cœurs d'amour. Vous qui m'apportez tant de bonheur chaque jour, vous illuminez ma vie. Quelle chance j'ai de vous avoir auprès de moi. C'est pour vos sourires que la vie vaut la peine d'être vécue. Vous resterez ma plus belle réussite. Je vous aime tellement.

A ma petite mémé, toi qui nous as vu grandir, ta petite poupée est devenue grande. Malgré la distance je pense très fort à toi.

A toute ma famille, de près ou de loin, merci d'être ma famille. Hâtes de partager encore plein de beaux moments à vos côtés.

A mes beaux-parents préférés, Joséphine et Bernard, merci d'avoir été là pour nous quatre et de nous apporter votre soutien. Merci pour la confiance que vous m'avez donnée, et merci d'avoir cru en moi. Je suis heureuse de faire partie de votre famille. A Stéphane, Fanette, Maelys, Noa, Octave, merci pour tous ces beaux moments passés avec vous.

## **A mes amis,**

A Laure, bien plus qu'une amie, mon double, ma sœur. Toi qui me connais par cœur. Tu sais tous les chemins par lesquels je suis passée pour en arriver là aujourd'hui, ça y est enfin docteur, comme toi. Merci d'avoir toujours été là. Je suis tellement heureuse de t'avoir à mes côtés. Ben sait la chance

qu'il a d'avoir un trésor auprès de lui. Hâtes de profiter encore de beaux moments avec toutes nos princesses.

A Virginie, Dania, Cedric et Franck, bien plus qu'une amitié, vous faites partie de notre famille. Notre bonne étoile nous a fait croiser votre route, vous qui avez toujours été là pour nous et nos bébés. Merci pour votre soutien dans toutes les étapes de notre vie, nous sommes si chanceux de vous avoir auprès de nous.

A Anne et Angèle, merci de veiller sur la prunelle de mes yeux avec tant de bienveillance pendant que je construis mon avenir. Je sais à quel point vous en prenez soin et je ne vous remercierai jamais assez pour ça. Merci d'être mes amies.

A mes amis Montpeyrusiens, Nadia, Angélique, Thomas, Jean Marc, Ju, et tous les autres... vous qui m'avez connu en train de potasser mes bouquins au lieu de faire la fête avec vous. Cela ne nous a pas empêché de créer de forts liens d'amitié, vivement la prochaine !

A Bertrand, mon acolyte pendant nos années d'externat. Toutes ces heures passées ensemble à charbonner dans ces salles sans fenêtre. Tes questions nous ont permis de réaliser nos rêves. A Mathilde qui a croisé ton chemin, et qui t'a apporté le plus merveilleux des cadeaux. Vous êtes de si belles personnes, vous me manquez les amis.

A Charlotte, mon guide dans le brouillard. Ton soutien m'a permis d'avancer dans les moments de doute. Toi qui as eu un peu le même chemin que moi, tu as toujours su m'apporter tes précieux conseils et je t'en remercie sincèrement. Ces moments partagés avec nos deux familles sont un vrai bonheur, je suis heureuse de t'avoir comme amie.

A Emilie, Jérôme, Juliette, Pierre, Adrien, Yann, qui font partie des plus belles rencontres de mon internat. Ce stage à la maternité reste pour moi le meilleur, car je vous y ai rencontré.

A Sophie Bringuier, sans qui ce manuscrit n'aurai pu voir le jour. Merci pour tout le travail que tu as fait sur cette thèse, et pour tous tes précieux conseils.

A toutes les équipes qui m'ont accueillies et qui m'ont permis de grandir et de m'épanouir dans cette voie. Un merci spécial pour toute l'équipe de la maternité, Jacques, Christine, Marie, Fanny, Meriem, Tarik, pour votre participation à ce projet. Merci à Sabine pour ton investissement et ton implication, et pour toutes ces nuits de garde de folie.

Merci à l'équipe du DAR B de m'avoir accueilli pour mes premiers pas d'interne, au DAR C et D pour vos toutes les connaissances spécialisées que vous m'avez apportées, aux équipes d'orthopédie et de pédiatrie pour ces stages incroyables, à l'équipe de Val d'Aurelle pour votre générosité et votre gentillesse, à l'équipe de St Jean pour votre accueil et votre bienveillance.

A toutes les personnes que j'ai croisé durant mon parcours, qui m'ont transmis leur savoir, je vous remercie pour chaque petite pierre que vous avez apporté à mon édifice. C'est grâce à toutes ces rencontres que je suis la personne que je suis, et le médecin que je deviens.

# Sommaire

Abréviations .....	21
Summary .....	22
Introduction.....	23
Methods.....	23
<i>Procedure</i> .....	24
<i>Description of analysis techniques</i> .....	24
<i>Data Acquisition</i> .....	25
Statistical analysis .....	25
Results.....	26
<i>Study population</i> .....	26
<i>Delay in obtaining blood tests results</i> .....	29
<i>Correlation of coagulation parameters</i> .....	30
<i>Determination of FCS threshold</i> .....	31
<i>User satisfaction</i> .....	32
Discussion.....	32
Conclusion.....	34
Acknowledgements .....	34
Bibliographie .....	35
Certificat de conformité .....	37
Serment.....	38

## Abréviations

aPTT : activated partial thromboplastin time  
AUC : area under curve  
BMI : body mass index  
CS : clot stiffness  
CSL : clot stability to lysis  
CT : clot time  
DIC : disseminated intravascular coagulation  
EDTA : ethylene diamine tetra acetic acid  
FCS : fibrinogen contribution to clot stiffness  
FFP : fresh frozen plasma  
hPa : hectopascal  
IQs : interquartile ranges  
PCS : platelet contribution to clot stiffness  
POC : point of care  
PPH : post partum hemorrhage  
PPV : predictive positive value  
PT : prothrombin time  
QQSA : Quantra® Qstat system analyzer  
RBC : red blood cells  
ROC curve : receiver operating characteristic curve  
SDs : standard deviations  
SEER : sonic estimation of elasticity via resonance  
SFAR : French society of anesthesia and intensive care medicine  
TEG : thromboelastography  
TEM : thromboelastometry  
VET : viscoelastic testing  
WA : weeks of amenorrhea

# Improving Management of Post-partum Hemorrhage With Quantra® System (QUANTRALAB study)

---

## Summary

**BACKGROUND:** Post-partum hemorrhage (PPH) is one of the leading causes of maternal morbidity worldwide. Fibrinogen has a major role in coagulation and its decrease during the early phase of PPH is associated with an increased risk of severe PPH. The Quantra® Qstat System Analyzer (QQSA) is a new, delocalized, cartridge-based hemostasis measuring device based on Sonic Estimation of Elasticity via Resonance, allowing an early identification of coagulopathies. The aim of this observational study was to assess the time in obtaining a fibrinogen level with QQSA.

**METHODS:** From April to November 2022, a prospective observational study was performed in the Montpellier university Hospital. Adult women  $\geq 24$  weeks pregnant suffering from an ongoing PPH (defined by a blood loss  $\geq 500$  mL within 24 hours) after vaginal delivery or cesarean section and requiring an emergency assessment of coagulation were included. According to local recommendations, venous blood sampling was simultaneously collected for standard laboratory testing and for QQSA.

**RESULTS:** Over the study period, 126 PPH occurred among 2101 deliveries. Sixty women benefited from both assays. French guidelines and local recommendations were followed during procedures. Assessment of the fibrinogen level was faster using QQSA than standard coagulation test through hospital laboratory. QQSA reduced the delay of fibrinogen level acknowledgement by 29 [22;40] minutes. Coagulation parameters tested with QQSA, compared to a standard laboratory test, had a good performance. Respective correlation ratio for Fibrinogen contribution to Clot Stiffness, Platelet Contribution to Clot Stiffness, Clot Stiffness and Clotting Time were 0.80, 0.67, 0.27 and 0.04, respectively. The ROC curve for the detection of fibrinogen  $< 3\text{g/L}$  allowed for an identification of Fibrinogen contribution to Clot Stiffness threshold at 2.7hPa with a sensitivity of 1 and a specificity of 0.84 and an area under the curve = 0.938.

**CONCLUSION:** During PPH, when biological assays are needed, QQSA provides quick results of coagulation test as fibrinogen level. The performance of coagulation parameters acquired by Sonic Estimation of Elasticity via Resonance was excellent for Fibrinogen and Platelet contribution to Clot Stiffness, but less for Clot Stiffness and Clotting Time. QQSA use resulted in a significant decrease in the delay to obtain a hemostasis evaluation during PPH.

**KEYWORDS:** Post-partum hemorrhage, Coagulopathy, Fibrinogen, Quantra, Sonoelastography.

## Introduction

The evolution of obstetric and medical care has resulted in a reduction in the rate of maternal death by postpartum hemorrhage (PPH) over the past 15 years, but this rate can still be improved. The latest report of morbidity and mortality in France identified 262 maternal deaths from 2013 to 2015, including 22 deaths due to PPH (1). PPH is still one of the leading causes of maternal mortality reported worldwide (2).

Fibrinogen has a major role in coagulation and a decrease in fibrinogenemia over the early phase of PPH is associated with an increased risk of severe PPH, independently of other factors (3). This risk increases by 1.9 times for a fibrinogen level between 2 and 3 g/L and by 12 for a fibrinogen level below 2 g/L (4). The French Society of Anesthesia and Intensive Care Medicine (SFAR) recommends maintaining a fibrinogen level above 2g/L during the acute phase of postpartum bleeding (5).

Quick coagulation tests, including fibrinogen, platelet count, prothrombin time (PT) and activated partial thromboplastin time (aPTT) are necessary to evaluate hemostasis during PPH. Unfortunately, due to the delay in receiving results, laboratory tests do not provide an instantaneous assessment of the maternal coagulation status (6). Depending on the structure or transport mode, the time to obtain a fibrinogen level is variable over each hospital (7). The use of delocalized hemostasis measuring devices has increased in the management of bleeding disorders. Early identification of maternal coagulopathy should help guiding the transfusion of blood products and avoid severe maternal outcomes (8). Thromboelastography (TEG) and thromboelastometry (TEM) point of care (POC) can detect hemostatic abnormalities within 20 minutes (9). Quantra QStat Cartridge Analyzer® (QQSA) (HemoSonics, LLC, Charlottesville, VA, USA) is based on a sonic estimation of elasticity via resonance (SEER), allowing for the evaluation of coagulation parameters, such as Clot Time (CT), Clot Stiffness (CS), Platelet contribution to Clot Stiffness (PCS), Fibrinogen contribution to Clot Stiffness (FCS) and the Clot Stability to Lysis (CSL) (10).

A high correlation has been shown between standard laboratory test and Quantra QStat Cartridge Analyzer® (QQSA) test concerning the fibrinogen profile in a cohort of healthy, third trimester pregnant women (11). QQSA results were acquired faster than rotational TEM if the processing of reagents was considered (11). In our hospital, despite the protocolization of blood testing during PPH, the reception of laboratory results remains sometimes too long to improve patient blood management. The primary outcome of this study was the delay in obtaining fibrinogen level by using QQSA (assessed by FCS) and standard laboratory test. Secondary outcomes were the time to obtain other coagulation parameters, correlation between laboratory tests (Claus fibrinogen, platelet count, PT and aPTT,) and Quantra parameters (FCS, PCS, CT and CS) and determination of FCS threshold matching a standard fibrinogen level  $\leq 3$  g/L.

## Methods

After approval of the IRB of the Montpellier University Hospital (IRB n° 2021-12-202100982), adult women  $\geq 24$  weeks of amenorrhea (WA), suffering from postpartum hemorrhage (defined as a blood loss  $\geq 500$  mL occurring in the 24 hours after childbirth), were recruited in our tertiary care center (Arnaud De Villeneuve University Hospital, Montpellier, France). Oral information was provided before inclusion, during the pre-anesthetic consultation or visit. All patients included in the present



study received written information. The study was registered on Clinicaltrial.gov (NCT05336838). Exclusion criteria were: inherited or drug acquired coagulopathy, inherited or drug acquired thrombopathy, anemia  $\leq 70\text{g/L}$ , thrombocytopenia  $< 100 \text{ G/L}$  and previous administration of tranexamic acid.

### *Procedure*

After vaginal or cesarean delivery, blood loss was measured using collection bags or by quantifying intraoperative blood loss in the suction jar, the weight of compresses, underpads and surgical drapes. Women were included by the anesthesiologist in charge when PPH occurred. Women suffering from PPH  $\geq 500 \text{ mL}$  and requiring a blood assessment had a blood sample to perform a biological assay, including a complete blood count, Clauss fibrinogen, PT, aPTT and a Quantra<sup>®</sup> analysis using a Qstat<sup>®</sup> cartridge.

According to the local procedure of PPH management, 2 mL of blood sample were first collected in a dry tube for clinical assessment of coagulation (analyzed by anesthesia team). 2.9 mL of blood patient were also collected for coagulation analysis, 2 mL for blood count and 2.9 mL for QQSA. When needed, an extra 6 mL was collected for blood type analysis. Uncommonly, 4 mL were collected for a ionogram or lactate evaluation. An HemoCue<sup>®</sup> Hb 201 system (HemoCue, Ängelholm, Sweden) was also performed on a blood drop of the patient. All blood tests were immediately sent to the laboratory by a carrier as part of the local hemorrhagic emergency procedure. Simultaneously, a test was launched on the QQSA.

All patients were treated according to the local protocol of PPH management based on French recommendations. They received an infusion of tranexamic acid and treatments including crystalloids, blood transfusion and blood products, when needed. They also benefited from an antibiotic therapy. All therapies deemed necessary were given based on laboratory tests and clinical evaluation. Obstetrical management of PPH was standardized and all patients went through the recommended procedure (5).

### *Description of analysis techniques*

The reference method of fibrinogen measurement in a standard laboratory is the Clauss method. It is an indirect analysis which consists of diluting citrated plasma in presence of thrombin in high concentration and measuring fibrin clot occurrence. QQSA is based on SEER technology, using a citrated whole blood sampling activated by tissue factor and exposed to a platelet inhibitor. FCS is obtained after subtraction of PCS in CS. Both measurement techniques are efficient in assessing fibrinogen levels. Platelet count was automatized and was verified by a microscopic count when platelet count was low. PT and aPTT were determined using patient plasma on an automated instrument.

SEER uses ultrasound technology to measure clot stiffness over time using ultrasound-induced resonance. It provides an evaluation of the participation in clotting of the main components of the coagulation cascade, such as fibrinogen, assessed by FCS in hPa, platelets assessed by PCS in hPa, clotting factors assessed by CT in seconds, CS in hPa and CSL in percentages. QQSA provides results of FCS, PCS, CS and CT in less than 25 minutes and then continues the analysis until CSL results in less than 60 minutes. When CSL is available, the analysis stops and the total time of analysis can be

seen on the screen. At any moment during the analysis, QQSA can be stopped. A delay of 5 minutes is needed before being available for another analysis.

### *Data Acquisition*

Delivery times and results of coagulation parameters, assessed by both laboratory tests and the QQSA test, were noted, as well as medical and surgical therapies administered to the patient. Time to obtain CT, CS, FCS and PCS corresponded to the time between the collection of a blood sample from the patient and the first QQSA test results. The time to obtain standard laboratory tests, including hemoglobin, hematocrit concentration, platelet count, PT, aPTT and Clauss fibrinogen, was also measured between the collection of a blood sample and the results (received by a phone call from a laboratory technologist).

After the emergence of main results, QQSA proceeded with the analysis until obtaining CSL. Total time of analysis on the Quantra test was the time to obtain CSL, which was the last result to appear, collected on QQSA screen.

Clinical and obstetrical data were obtained from computerized medical records, including age, weight at delivery, height, ASA, pregnancy characteristics, delivery procedures, blood loss at PPH diagnosis, total blood loss, mechanism of hemorrhage, hemostasis procedures, fluid resuscitation, tranexamic acid dose, volume of hemostatic products given such as fibrinogen, and number of transfused red blood cells (RBC), fresh frozen plasma (FFP), platelets and coagulation factors products.

Anesthesiologist satisfaction was evaluated with a 5-points Likert scale, 1 being “strongly agree” and 5 “very strongly disagree”.

### **Statistical Analysis**

The number of subjects required was calculated based on the main outcome, defined as the delay in obtaining fibrinogen level. Fibrinogen assessment by standard coagulation test was 40 minutes. We estimated that using QQSA would result in a reduction of 15 minutes in delay to obtain fibrinogen assessment.

With a risk  $\alpha$  of 5% and a power at 90%, 13 patients in each group would be needed. We chose to increase the number of subjects to 60 patients.

The data are presented as frequencies for qualitative variables and means with standard deviations (SDs) or medians and interquartile ranges (IQRs) for quantitative variables.

Comparison of delay in obtaining fibrinogen results was evaluated by paired student's *t*-test.

In order to evaluate the accuracy of QQSA parameters, we used the Person or Spearman correlation coefficient (for non-Gaussian variables). All results are expressed by *r* coefficient of correlation.

In our maternity ward, in case of PPH, we have chosen a threshold of 3g/L (determined by standard coagulation test) to start fibrinogen replacement therapy, depending on the clinical evaluation of PPH severity. This reference permitted to study QQSA sensibility and specificity for multiples thresholds. For fibrinogen cut-off determination, standard fibrinogen test at 3 g/L was applied as a reference to determine indication of fibrinogen replacement therapy.

The receiver operating characteristic (ROC) curve was analyzed and the Youden index was used to determine the optimal cut-off of QQSA. Sensitivity, specificity, positive and negative predictive values were calculated for the selected threshold.

Statistical significance was set at  $P < 0.05$ . Data were analyzed with SAS Enterprise version 8.3 (SAS Institute, Cary, NC).

## Results

### Study population

From April 21<sup>st</sup> to November 11<sup>th</sup> 2022, we registered 126 PPH (6%) among 2101 deliveries  $\geq 24$  SA, including 25% of patients having cesarean delivery. Among these 126 post-partum hemorrhages, 60 were included. Thirty-three patients (55%) suffered from severe PPH, defined as a total blood loss  $\geq 1000$  mL/24 hours (Figure 1).

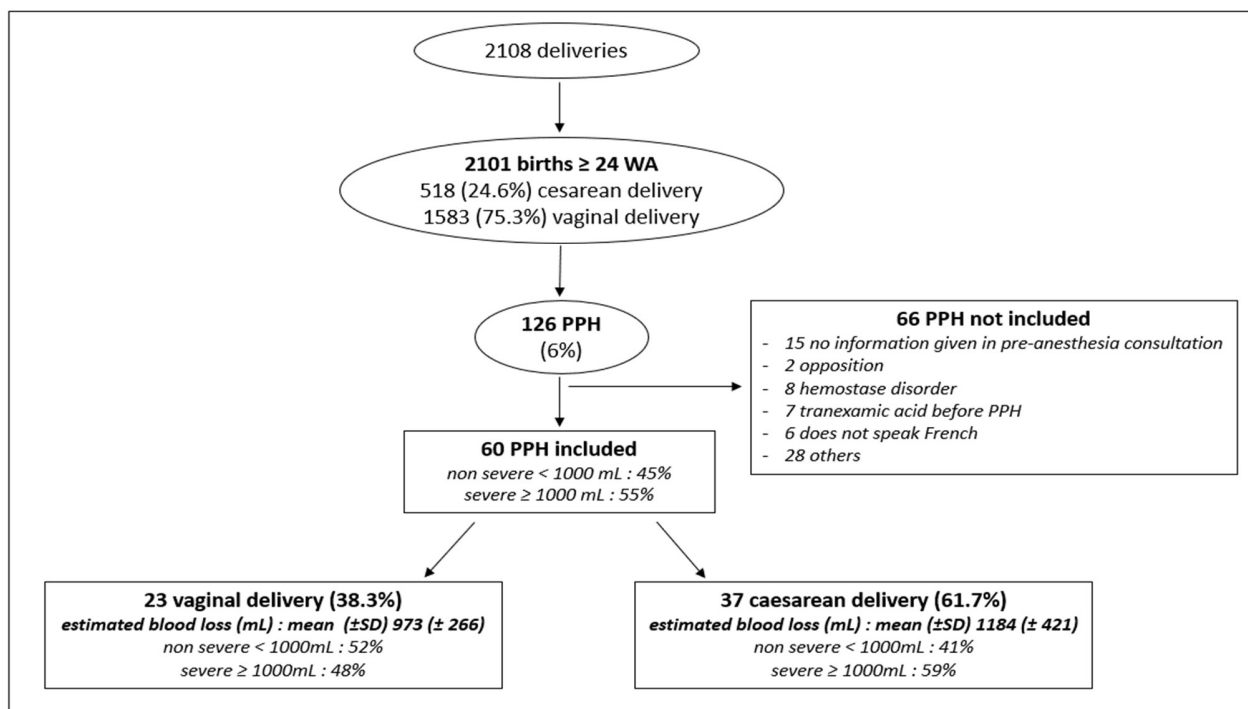


Figure 1: Flow chart

Demographic and obstetrical characteristics of women included are shown in Table 1. Sixty-five percent of patients were multiparous.

Age, y, median (IQ)	34 (30;39.5)
Weight, kg, median (IQ)	76 (69.5;86)
BMI, kg/m <sup>2</sup> , median (IQ)	28.21 (25.07;32.89)
ASA status, median (IQ)	2 (2;2)
Gestational age, week + day, median (IQ)	39+1 (36+5;40+6)
Primiparous, n (%)	21 (35)

Singleton pregnancy, n (%)	56 (93.3)
Spontaneous pregnancy, n (%)	52 (86.7)
Complicated pregnancy, n (%)	
Hypertensive disorders	2 (3.3)
Pre-eclampsia	1 (1.7)
Gestational diabetes	14 (23.3)
Diabetes mellitus	5 (8.3)
Gestational thrombocytopenia, n (%), mean /mm <sup>3</sup> (SD)	3 (5), 132 000 (±27 800)
Induced labor, n (%)	15 (25)
Delivery, n (%)	
Vaginal	20 (33.3)
Instrumental	3 (5)
Elective caesarean	6 (10)
Emergency caesarean	31 (51.7)
Placenta insertion, n (%)	
Normal	56 (93.3)
Low insertion	4 (6.7)
Previous PPH, n (%)	8 (13)
Fetal macrosomia, n (%)	12 (20)
Fetal growth restriction, n (%)	1 (1.67)
Hydramnios all causes, n (%)	2 (3,33)
Fetal presentation, n (%)	
Cephalic	54 (90)
Breech	5 (8.3)
Other	1 (1.7)
Anesthesia mode, n (%)	
General anesthesia	7 (11.7)
Neuraxial anesthesia	53 (88.3)

Table 1: Materno-fetal demographic and obstetrical characteristics at delivery (n=60)

The three main causes of excessive bleeding after delivery among included women were uterine atony (53%), genital tract trauma (33.3%) and bleeding from hysterotomy during cesarean section (16.8%). Median bleeding at inclusion was 600.00mL [500.00;750.00] and median total blood loss at the end of patient care was 1100.00 mL [800.00;1300.00]. Among 33 patients suffering from severe PPH, nine women had severe PPH over 1500 mL of blood loss.

All patients received either oxytocin or carbetocin when cesarean delivery occurred. 50% of patients needed a perfusion of sulprostone consistent with uterine atony as a major cause of bleeding in our cohort. Six patients benefited from intra uterine balloon tamponade, two had surgical uterine artery ligation, two had Cho's square uterine suture and only one patient needed emergency uterine artery embolization. No patient required a hysterectomy.

During the initial management of acute PPH, 18% of the patients had RBC transfusion, 5% had FFP administration and 18% required fibrinogen perfusion. (Table 2)

Estimated Blood loss at PPH diagnosis (mL) median [IQ]	600 [500;750]
Etiology of bleeding, n (%)	
Uterine atony	32 (53.3)
Genital tract trauma	20 (33.3)
Perineal laceration	17 (28.3)
Cervical laceration	3 (5.0)
Hysterotomy bleeding	11 (18.3)
Uterine artery laceration	3 (5.0)
Retained fetal membranes	9 (15)
Others	6 (10)
Tranexamic acid administration	
Patients, n (%)	60 (100)
Total dose (g), median [IQ]	1 [1;1]
Antibiotic treatment	
Patients, n (%)	53 (88.3)
Crystalloids (mL) median [IQ]	1000 [500.00;1000.00]
RBC transfusion	
Patients, n (%)	11 (18.3)
RBC transfused, median [IQ]	2.00 [2.00;3.00]
FFP transfusion	
Patients, n (%)	3 (5)
FFP transfused, median [IQ]	3.00 [2.00;5.00]
Platelet transfusion	
Patients, n (%)	1 (1.7)
Platelet packs transfused, median [IQ]	1.00 [1.00;1.00]
Fibrinogen administration (g)	
Patients, n (%)	11 (18.3)
median [IQ]	3.00 [1.50;3.00]
Oxytocin (UI)	
Patients, n (%)	27 (45)
median [IQ]	20.00 [15.00;20.00]
Carbetocin (100 µg)	
Patients, n (%)	33 (55)
Sulprostone (µg)	
Patients, n (%)	30 (50)
median [IQ]	500 [500;1000]
Total estimated blood loss (mL) median [IQ] ≥ 1000 mL, n (%) ≥ 1500 mL, n (%)	1100.00 [800.00;1300.00] 33 (55) 9 (15)

Table 2 : PPH management characteristics

Laboratory and Quantra® assays are summarized in Table 3.

<i>Laboratory results</i>	
Fibrinogen (mg/dL)	440 [390;490]
PT (seconds)	10.4 [10.1;10.8]
aPTT (seconds)	1.02 [0.95;1.08]
Platelets (/mm <sup>3</sup> )	212 500 [176 000;251 000]
Hemoglobin (g/L)	110.5 [99.0;117.5]
Hematocrit (%)	33.0 [31.0;35.2]
<i>Quantra results</i>	
FCS (hPa)	3.85 [2.90;5.30]
PCS (hPa)	27.00 [21.80;31.70]
CT (seconds)	113.00 [105.00;117.50]
CS (hPa)	31.80 [24.60;36.70]
CSL (%)	99.00 [98.00;100.00]
HemoCue® (g/dL)	10.80 [9.85;11.65]
Clot in dry tube (number)	58

Table 3 : Summary of main blood test results (median [IQ])

#### Delay in obtaining blood tests results

Collection of fibrinogen levels using QQSA was faster than standard coagulation analysis, with median difference of 29 [22;40] minutes ( $p < 0.001$ ). The median time to obtain Clauss fibrinogen was 47 [39;58] minutes. The median time to obtain FCS with QQSA was 16 [14;19] minutes. The assessment of the duration to obtain coagulation parameters were recorded at each step (Figure 2).

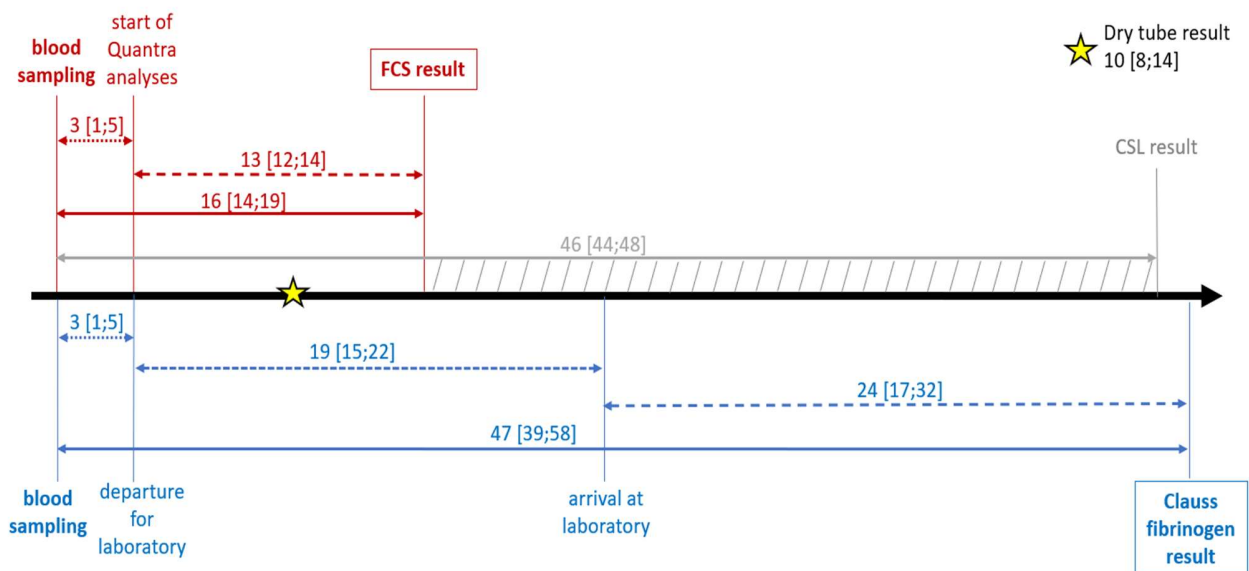


Figure 2 : Comparison of durations to obtain coagulation parameters in minutes (median [± SD])

Speed analysis of QQSA was verified with all coagulation parameters as they appeared at the same time as FCS except for CSL which was the last parameter to appear at 46.05[43.9;48.06] minutes. CSL was not compared to any standard coagulation parameters since no standard test was available in routine assay in our hospital to demonstrate hyperfibrinolysis.

#### *Correlation of coagulation parameters*

Fibrinogen evaluation through FCS showed a good correlation with standard Clauss method ( $r=0.80$   $p<0.0001$ ), (Figure 3). Likewise, other coagulation parameters showed a lower correlation between rapid assessment through Quantra® analysis and correspondent standard coagulation tests. PCS correlation coefficient was 0.67 ( $p<0.0001$ ), (Figure 4).

Performance review ended in a poor correlation for CS with coefficient statistically significant at 0.27 ( $p<0.04$ ). We did not find any correlation for CT ( $p=0.79$ ).

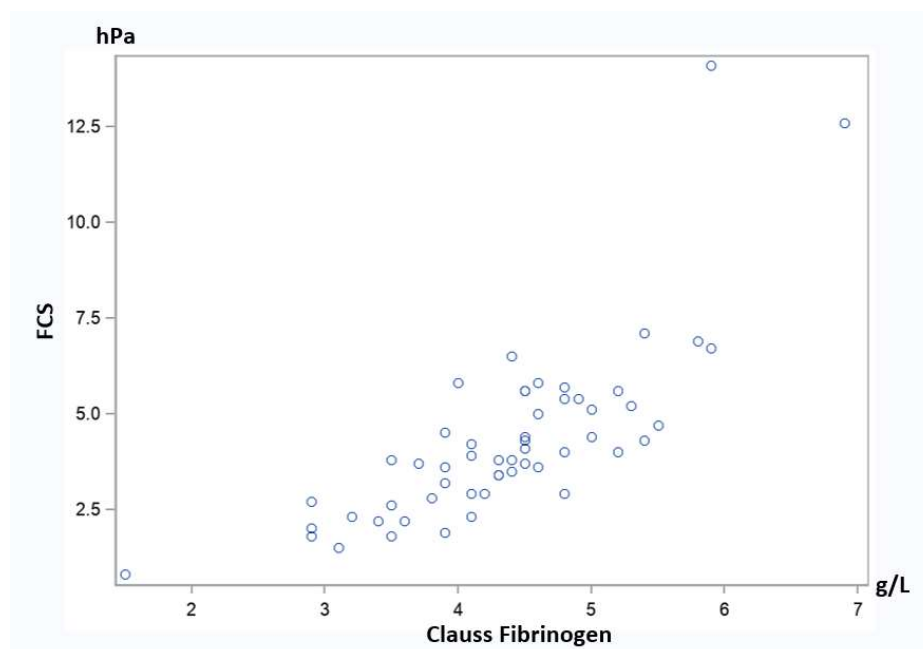


Figure 3 : Spearman correlation between fibrinogen level assessed by QQSA and standard laboratory test

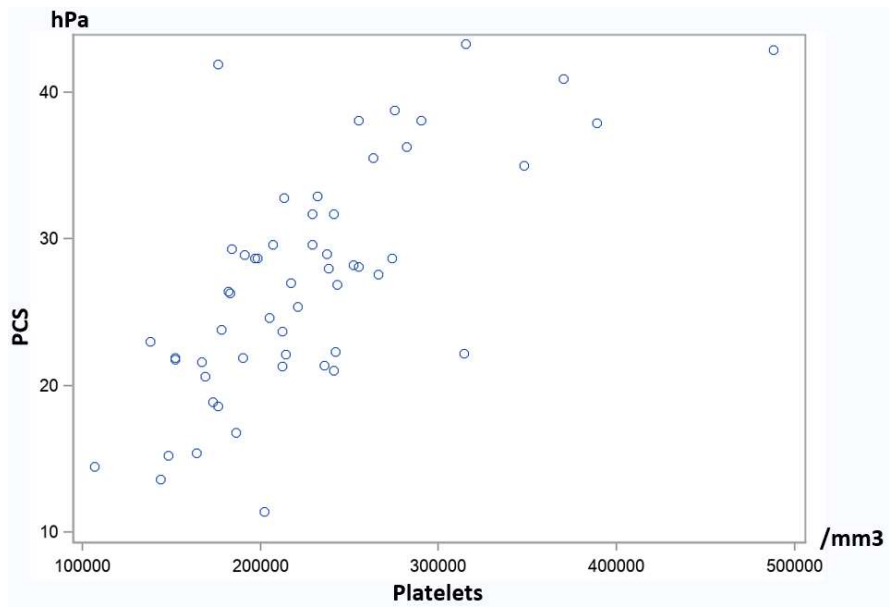


Figure 4 : Spearman correlation between platelet count assessed by QQSA and standard laboratory test

*Determination of FCS threshold*

Based on a 3g/L fibrinogen threshold as a reference, a ROC curve was built, with an AUC of 0.938 (Figure 5). Using a Youden index, a cutoff of 2.7hPa was optimal with sensitivity of 1 and specificity 0.84 (Figure 6).

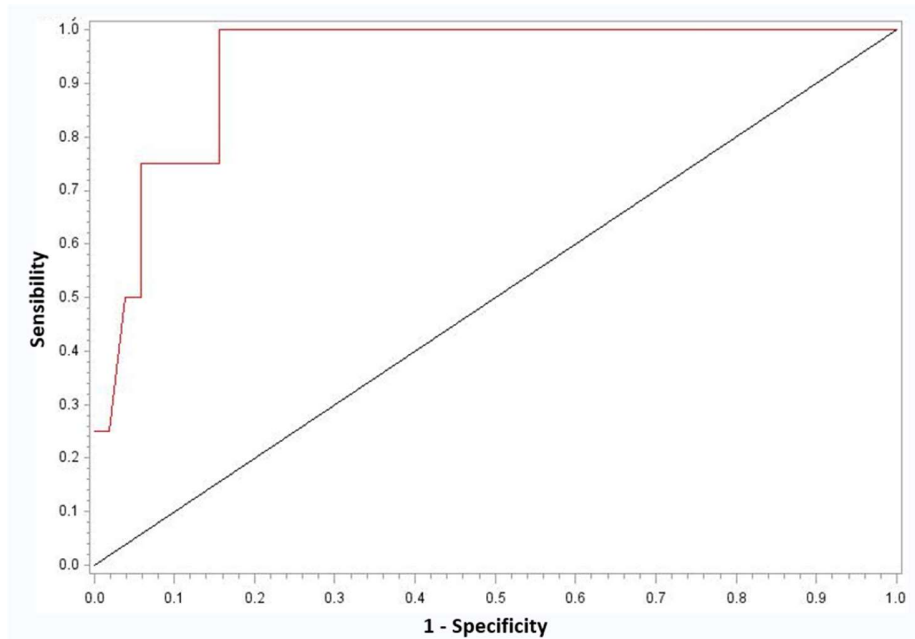


Figure 5 : FCS ROC curve for fibrinogen



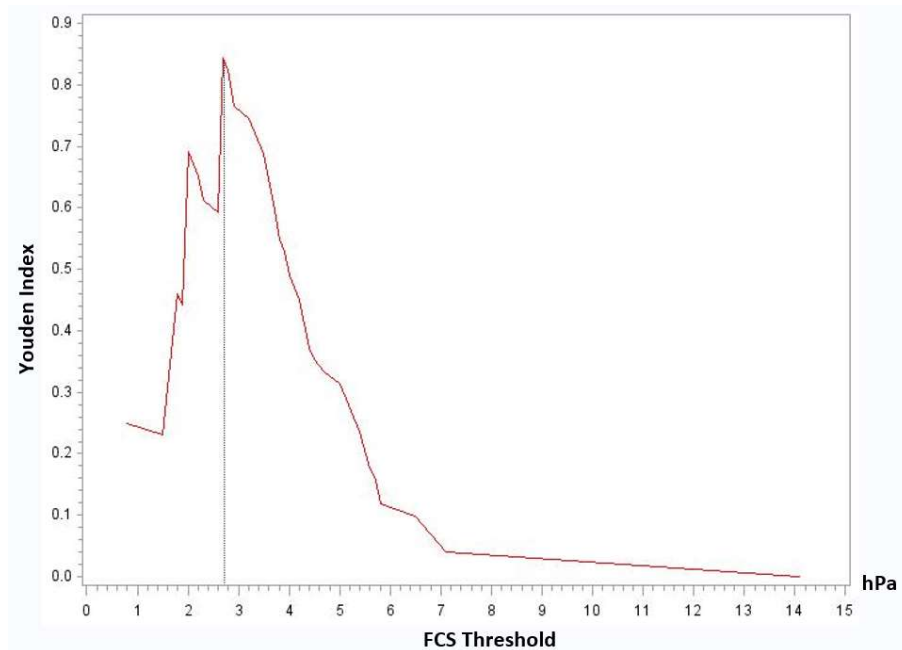


Figure 6 : Youden index to determine FCS threshold

### User satisfaction

The anesthesia team was largely satisfied with use of QQSA in PPH management. The median score, evaluated by the Likert scale, was 2.1 (+- 1.04).

### Discussion

This study confirmed that results of main coagulation parameters were acquired faster with QQSA than standard laboratory by 30 minutes in adult women suffering from PPH. Evaluation of hyperfibrinolysis by CSL was known in less than one hour.

Our study showed a good correlation between FCS result and Clauss fibrinogen with a high correlation coefficient (12). PCS correlation to laboratory platelet count was moderate. In contrast, CT and CS were not statistically significant, which was consistent with a previous study (9).

We also determined FCS threshold of 2.7hpa with very good sensitivity and specificity to detect fibrinogen lower than 3g/L. Furthermore, user satisfaction survey showed a good appreciation of QQSA during PPH.

Gonzalez-Fiol and al. showed a good correlation between QQSA and laboratory results in pregnant women during the third trimester of pregnancy, using samples drawn before elective cesarean section (11). Kodali BS & Al shows a fairly good correlation for fibrinogen in at term pregnant women (13). To our knowledge, our study is the first to evaluate QQSA in obstetrical bleeding emergencies.

During major surgical procedures, including cardiac, vascular, and orthopedic surgeries, Groves and al. compared Quantra® coagulation parameters to ROTEM. They demonstrated a high correlation

between their respective coagulation parameters (14,15). In adult trauma patients, QQSA also achieved a good correlation with ROTEM (16).

QQSA rapidity and performances have already been demonstrated in other populations. Naik and al. compared QQSA performance to standard laboratory test in cardiac and major orthopedic surgery population (17). They demonstrated that QQSA obtained quick results ( $12.6 \pm 1.5$  min) and a good performance to determine fibrinogen and platelet threshold. AUC was 0.89 [0.87,0.92] for fibrinogen under 2 g/L and 0.94 [0.92, 0.97] for platelet count lower than 80,000/mm<sup>3</sup>.

Recommendations of the French society of Anesthesia suggest maintaining fibrinogen above 2g/L during acute PPH (5). Stirling Y. and al. have already shown that pregnant women have a different coagulation profile from other patients. They have a pro-inflammatory state with an increase in coagulation factors and a significant increase in fibrinogen (18). In our study, we recorded more than 50% of severe PPH but we could not determine a threshold for FCS based on these recommendations because only one patient had fibrinogen level under 2 g/L, which is insufficient for consistent statistical analysis. She had a severe PPH with 2170ml estimated final blood loss, with blood transfusion support and QQSA found FCS at 0.8 hPa.

Therefore, we choose to perform blood sampling at the very early stage of diagnosis and we increased the fibrinogen threshold to < 3g/L to avoid ignorance of low fibrinogenemia when PPH persists. The decision to administer fibrinogen by the anesthesiologist in charge is based on a range of arguments as rapidity of bleeding, obstetrical cause of bleeding or not, previous level of fibrinogen known and hemodynamic stability. QQSA might provide a reliable and efficient evaluation of fibrinogen level to help the physician in deciding when fibrinogen therapy replacement is needed in PPH.

Results reported in our cohort are less severe than expected. We might have demonstrated a consumption of coagulation factors, hypofibrinogenemia and hyperfibrinolysis if we had repeated QQSA test when PPH became severe. It will be necessary to plan a study with a larger cohort of patients to confirm FCS value for the 2g/L threshold in this particular obstetrical population. It could be valuable to repeat QQSA tests every 500 mL of additional bleeding to observe potential coagulation abnormalities.

Moreover, in our center we usually use a dry tube as a clinical assessment of coagulation. If blood does not clot in the dry tube within 15 minutes and patient keeps bleeding, hemostasis disorders can be suspected. In our cohort, all dry tubes clotted, which was consistent with no coagulation disorders found in standard analysis. Median time blood clot observation in the dry tube by the anesthesia team was faster than QQSA result appearance (10 vs 16 minutes). However, we did not find any scientific validity of this practice in medical literature.

QQSA enabled a substantial comfort of use due to the possibility of moving and carrying it close to the patient's bed. This option allows to stay in the patient's room during acute bleeding while performing the blood test. Also, Qstats<sup>®</sup> cartridge system limit handling, which can induce errors and blood exposure. QQSA use does not require a trained anesthesiologist, which would otherwise limit the use of TEG in PPH (19). The display of parameters rate is easily understandable. At any moment, QQSA can be stopped and another test can be launched up to 5 minutes, which is useful

when two PPH occurs at the same time. Qplus® cartridge provides all results without CSL and stops the analysis when FCS appears.

However, our study has several limits. Whereas 126 patients suffered from PPH during study time, we were able to include only 47% of them. Thirty-eight patients were not included because they did not meet inclusion criteria. Other patients could not be included because the anesthesiologist was not trained to use the Quantra machine. It might have caused a selection bias and lowered precision of fibrinogen thresholds, even though it was not the primary aim.

Also, some tests failed (4/60). The main cause was an insufficiently filled citrated tube when it was difficult to obtain a blood sample in bleeding context. While 4 patients had solely QQSA test failure, 1 patient also had both QQSA test failure and laboratory. It might be explained by the fact that the anesthesiology team would favor the standard laboratory test before the QQSA test when drawing blood.

We excluded patients with innate or acquired coagulation disorders though they have a higher risk of PPH (20). It could be interesting to study a general population to explore if QQSA gives reliable information during PPH.

Patients with previous administration of tranexamic acid were also excluded. No hyperfibrinolysis was found. It might be due to the early management of PPH.

As our study focuses on immediate management of acute PPH, we did not plan a follow-up of the patients over days after PPH. We did not collect information on whether transfusion strategy was efficient on coagulation or hemoglobin level, allowing a comfortable and safe continuation of the postpartum period.

## **Conclusion**

This prospective observational study pointed out the rapidity of QQSA in obtaining coagulation parameters, with an excellent correlation to detect critically situation as fibrinogen below 3g/L during PPH. Its use could optimize the management of precious and expensive labile blood products and reduce potential complications. It could serve as a useful tool for physicians in the maternity wards to reduce morbidity and mortality in parturient women suffering from PPH. Other studies are necessary to support these new results and analyze other patient populations of varying degrees of severity.

## **Acknowledgements**

This study was conducted with kind support of Stago® Biocare by lending to Montpellier University Hospital Quantra® analyzer and offered Qstat® cartridges.

## Bibliographie

1. Santé Publique France I. Les morts maternelles en France : mieux comprendre pour mieux prévenir. 6e rapport de l'Enquête nationale confidentielle sur les morts maternelles (ENCMM) 2013-2015. [Internet]. 2013. Disponible sur: <https://www.santepubliquefrance.fr/import/les-morts-maternelles-en-france-mieux-comprendre-pour-mieux-prevenir.-6e-rapport-de-l-enquete-nationale-confidentielle-sur-les-morts-maternelles>
2. Maternal mortality rates and statistics [Internet]. UNICEF DATA. 2023 [cité 3 mars 2023]. Disponible sur: <https://data.unicef.org/topic/maternal-health/maternal-mortality/>
3. Charbit B, Mandelbrot L, Samain E, Baron G, Haddaoui B, Keita H, et al. The decrease of fibrinogen is an early predictor of the severity of postpartum hemorrhage. *J Thromb Haemost.* févr 2007;5(2):266-73.
4. Cortet M, Deneux-Tharoux C, Dupont C, Colin C, Rudigoz RC, Bouvier-Colle MH, et al. Association between fibrinogen level and severity of postpartum haemorrhage: secondary analysis of a prospective trial. *Br J Anaesth.* 1 juin 2012;108(6):984-9.
5. SFAR. Prise en charge de l'hémorragie du post-partum. In 2022.
6. Huissoud C, Carrabin N, Audibert F, Levrat A, Massignon D, Berland M, et al. Bedside assessment of fibrinogen level in postpartum haemorrhage by thrombelastometry. *BJOG Int J Obstet Gynaecol.* 2009;116(8):1097-102.
7. Al-Talib M, Leslie I. Speeding up laboratory test reporting in Medical Emergency and Cardiac Arrest calls: a quality improvement project. *BMJ Qual Improv Rep* [Internet]. 2017 [cité 3 mars 2023];6(1). Disponible sur: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5306686/>
8. McLintock C. Prevention and treatment of postpartum hemorrhage: focus on hematological aspects of management. *Hematol Am Soc Hematol Educ Program.* 4 déc 2020;2020(1):542-6.
9. Luddington RJ. Thrombelastography/thromboelastometry. *Clin Lab Haematol.* 2005;27(2):81-90.
10. Corey FS, Walker WF. Sonic Estimation of Elasticity via Resonance: A New Method of Assessing Hemostasis. *Ann Biomed Eng.* mai 2016;44(5):1405-24.
11. Gonzalez-Fiol A, Fardelmann KL, Yanez D, Salimi N, Mancini P, Alian A. Comparison between the Rotational Thromboelastometry (ROTEM) Delta device against the Cartridge-based Thromboelastography 6s and Quantra in a healthy third trimester pregnant cohort. *J Clin Monit Comput.* 1 févr 2023;37(1):267-73.
12. Mukaka MM. Statistics corner: A guide to appropriate use of correlation coefficient in medical research. *Malawi Med J J Med Assoc Malawi.* sept 2012;24(3):69-71.

13. Kodali BS, Karuppiyah A, Bharadwaj S, Chow J, Tanaka K. Efficacy of sonorheometry point of the care device in determining low fibrinogen levels in pregnant blood: an invitro dilution and reconstitution study. *J Clin Monit Comput.* oct 2022;36(5):1423-31.
14. Zghaibe W, Scheuermann S, Munting K, Blaudszun G, Besser M, Ortmann E, et al. Clinical utility of the Quantra® point-of-care haemostasis analyser during urgent cardiac surgery. *Anaesthesia.* mars 2020;75(3):366-73.
15. Groves DS, Welsby IJ, Naik BI, Tanaka K, Hauck JN, Greenberg CS, et al. Multicenter Evaluation of the Quantra QPlus System in Adult Patients Undergoing Major Surgical Procedures. *Anesth Analg.* avr 2020;130(4):899.
16. Michelson EA, Cripps MW, Ray B, Winegar DA, Viola F. Initial clinical experience with the Quantra QStat System in adult trauma patients. *Trauma Surg Acute Care Open.* 3 nov 2020;5(1):e000581.
17. Naik BI, Tanaka K, Sudhagoni RG, Viola F. Prediction of hypofibrinogenemia and thrombocytopenia at the point of care with the Quantra® QPlus® System. *Thromb Res.* 1 janv 2021;197:88-93.
18. Stirling Y, Woolf L, North WR, Seghatchian MJ, Meade TW. Haemostasis in normal pregnancy. *Thromb Haemost.* 31 oct 1984;52(2):176-82.
19. Rigouzzo A, Louvet N, Favier R, Ore MV, Piana F, Girault L, et al. Assessment of Coagulation by Thromboelastography During Ongoing Postpartum Hemorrhage: A Retrospective Cohort Analysis. *Anesth Analg.* févr 2020;130(2):416.
20. Lee CA, Chi C, Pavord SR, Bolton-Maggs PHB, Pollard D, Hinchcliffe-Wood A, et al. The obstetric and gynaecological management of women with inherited bleeding disorders - review with guidelines produced by a taskforce of UK Haemophilia Centre Doctors' Organization. *Haemophilia.* juill 2006;12(4):301-36.



## Serment

- *En présence des Maîtres de cette école, de mes chers condisciples et devant l'effigie d'Hippocrate, je promets et je jure, au nom de l'Être suprême, d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité dans l'exercice de la médecine.*
  
- *Je donnerai mes soins gratuits à l'indigent et n'exigerai jamais un salaire au-dessus de mon travail.*
  
- *Admis (e) dans l'intérieur des maisons, mes yeux ne verront pas ce qui s'y passe, ma langue taira les secrets qui me seront confiés, et mon état ne servira pas à corrompre les mœurs, ni à favoriser le crime.*
  
- *Respectueux (se) et reconnaissant (e) envers mes Maîtres, je rendrai à leurs enfants l'instruction que j'ai reçue de leurs pères.*
  
- *Que les hommes m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses. Que je sois couvert (e) d'opprobre et méprisé (e) de mes confrères si j'y manque.*

**CONTEXTE** : L'hémorragie du post-partum (HPP) est l'une des principales causes de morbi-mortalité maternelle dans le monde. Le fibrinogène joue un rôle majeur dans la coagulation et sa diminution au cours de la phase précoce de l'HPP est associée à un risque accru d'HPP grave. L'analyseur Quantra® est un nouvel appareil de mesure d'hémostase délocalisé, à cartouche, basé sur une estimation de l'élasticité du caillot par la résonance d'ultrasons. Il permet une identification précoce des troubles de la coagulation. L'objectif principal de cette étude observationnelle était d'évaluer la rapidité d'obtention du taux de fibrinogène avec le Quantra®.

**MÉTHODES** : Une étude observationnelle prospective a été menée au centre hospitalier universitaire de Montpellier, d'avril à novembre 2022. Les femmes adultes ayant présenté une HPP (définie par une perte sanguine  $\geq 500$  mL) dans les 24 heures suivant un accouchement après 24 semaines d'aménorrhée, par voie basse ou par césarienne et nécessitant un bilan de coagulation en urgence ont été incluses. Selon les recommandations locales, un échantillon de sang veineux a été prélevé simultanément pour l'analyse réalisée par le laboratoire standard et par le Quantra®.

**RÉSULTATS** : Au cours de la période d'étude, 126 HPP sont survenues sur 2101 accouchements. 60 femmes ont bénéficié des deux tests. Les directives françaises et les recommandations locales ont été suivies pendant la procédure. L'évaluation du taux de fibrinogène était plus rapide avec le Quantra. Les délais d'obtention du taux de fibrinogène a été réduit de 29 [22;40] minutes. La performance des paramètres de coagulation testés avec le Quantra® était bonne. Les rapports de corrélation pour la contribution du fibrinogène à la rigidité du caillot, la contribution des plaquettes à la rigidité du caillot, la rigidité du caillot et le temps de coagulation étaient respectivement de 0,80, 0,67, 0,27 et 0,04. La courbe ROC de détection du fibrinogène  $< 3\text{g/L}$  a permis d'identifier un seuil pour la contribution du fibrinogène à la rigidité du caillot à 2,7 hPa avec une sensibilité de 1 et une spécificité de 0,84. L'aire sous la courbe était de 0,938.

**CONCLUSION** : Au cours des HPP, lorsque des analyses biologiques sont nécessaires, l'analyseur d'hémostase délocalisée Quantra® permet d'obtenir une évaluation rapide du taux de fibrinogène. Les performances des paramètres de coagulation acquis par sono-élastométrie étaient excellentes pour la contribution du fibrinogène et des plaquettes à la rigidité du caillot, mais moindre pour la rigidité du caillot et le temps de coagulation. L'utilisation du Quantra® entraîne une diminution significative du délai d'obtention de l'évaluation de l'hémostase au cours de l'HPP.

#### ***Improving Management of Post-partum Hemorrhage With Quantra® System (QUANTRALAB study)***

**BACKGROUND** : Post-partum hemorrhage (PPH) is one of the leading causes of maternal morbi-mortality worldwide. Fibrinogen has a major role in coagulation and its decrease during the early phase of PPH is associated with an increased risk of severe PPH. The Quantra® Qstat system analyzer (QQSA) is a new, delocalized, cartridge-based hemostasis measuring device based on Sonic Estimation of Elasticity via Resonance, allowing an early identification of coagulopathies. The aim of this observational study was to assess the time in obtaining a fibrinogen level with QQSA.

**METHODS** : From April to November 2022, a prospective observational study was performed in the Montpellier university Hospital. Adult women  $\geq 24$  weeks pregnant suffering from an ongoing PPH (defined by a blood loss  $\geq 500$  mL within 24 hours) after vaginal delivery or cesarean section and requiring an emergency assessment of coagulation were included. According to local recommendations, venous blood sampling was simultaneously collected for standard laboratory testing and for QQSA.

**RESULTS** : Over the study period, 126 PPH occurred among 2101 deliveries. Sixty women benefited from both assays. French guidelines and local recommendations were followed during procedures. Assessment of the fibrinogen level was faster using QQSA than standard coagulation test through hospital laboratory. QQSA reduced the delay of fibrinogen level knowledge by 29 [22;40] minutes. Coagulation parameters tested with QQSA, compared to a standard laboratory test, had a good performance. Respective correlation ratio for Fibrinogen contribution to Clot Stiffness, Platelets Contribution to Clot Stiffness, Clot Stiffness and Clotting Time were 0.80, 0.67, 0.27 and 0.04. The ROC curve for the detection of fibrinogen  $< 3\text{g/L}$  allowed for an identification of Fibrinogen contribution to Clot Stiffness threshold at 2.7hPa with a sensitivity of 1 and a specificity of 0.84 and an area under the curve = 0.938.

**CONCLUSION** : During PPH, when biological assays are needed, QQSA provide quick results of coagulation test as fibrinogen level. The performance of coagulation parameters acquired by Sonic Estimation of Elasticity via Resonance was excellent for Fibrinogen and Platelet contribution to Clot Stiffness, but less for Clot Stiffness and Clotting Time. QQSA use resulted in a significant decrease in the delay to obtain a hemostasis evaluation during PPH.

**KEYWORDS** : Hémorragie du post partum, coagulopathie, fibrinogène, Quantra, sono-élastométrie

**Spécialité** : Anesthésie réanimation et médecine peri-opératoire