

# Évaluation in vitro d'un nouvel agent permanent à base d'un polymère végétal agar-agar pour embolisation artérielle

Arthur Haroutounian<sup>1</sup>, Thibault Agripnidis<sup>2</sup>, Alexis Ruimy<sup>2</sup>, Boris Chayer<sup>3</sup>, Ricardo Holderbaum Do Amaral<sup>1</sup>, Vincent Vidal<sup>2</sup>, Sophie Lerouge<sup>3</sup>, Gilles Soulez<sup>1</sup>

1. Département de radiologie, Université de Montréal 2. Département de radiologie, Hôpital Universitaire de Marseille Timone

3. Département de génie mécanique, École de technologie supérieure

## Introduction

Le marché d'agents embolisants englobe plusieurs choix dont la colle, l'onyx, les coils, etc. Toutefois, la plupart de ces produits sont faits de polymères non résorbables et donc restent des corps étrangers dans les patients. Embobio, un nouveau produit d'embolisation biodégradable et accessible à base d'agar-agar, fut proposé pour pallier cette problématique.

Des essais in vitro sont nécessaires pour détailler le mode d'emploi et les caractéristiques biomécaniques du produit. Pour ce faire, Embobio est embolisé sous forme de cartouche (Torpedo) ou de mélange en suspension (Slurry) dans un banc d'essai avec un phantôme répliquant la physiologie rénale artérielle.

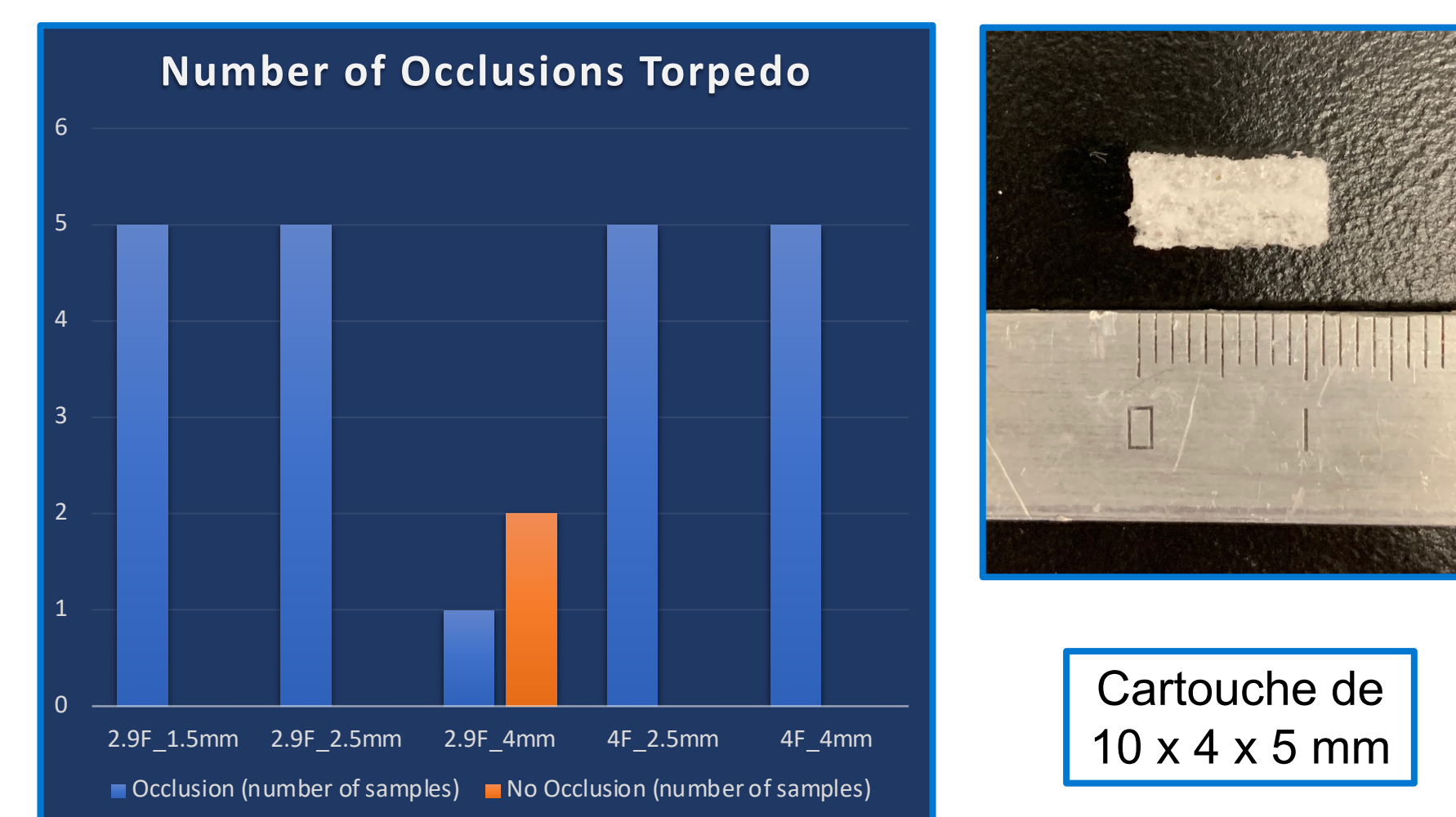
## Objectifs

1. Occlusion de la branche embolisée ?
2. Migration ou embolisation non-désirée dans une autre branche ?
3. Pourcentage de la branche occluse.
4. Quantité de produit injectée.
5. Différence de pression pré et post-embolisation.
6. Différence de flux proximal pré et post-embolisation.
7. Flux distal post-embolisation.

## Méthodologie

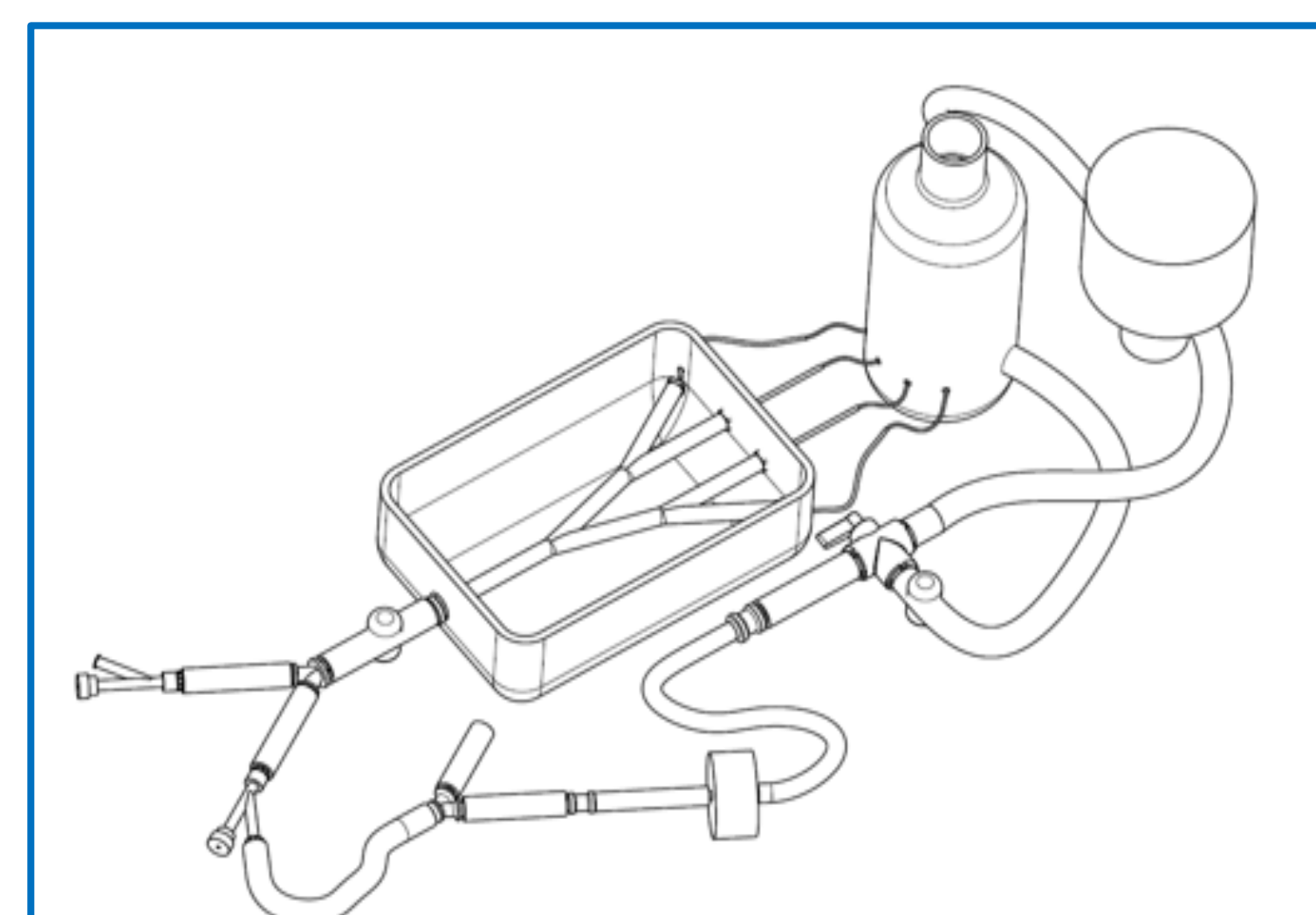
- Fabrication d'un phantôme à base de silicone avec 4 embranchements allant de 4 à 2.5 à 1.5 mm et répliquant la physiologie artérielle rénale.
- Insertion du phantôme dans un banc d'essai composé d'une pompe circulant une solution de glycérol et salin physiologique (40%/60%) dans une série de tubulures de façon pulsatile.
- Injection du produit dans le phantôme artériel avec un microcatheter 2.9 F ou un catheter 4F.
  - Branche de 4 mm
  - Branche de 2.5 mm
  - Branche de 1.5 mm
- Monitorer la pression et le flux pré et post-embolisation via un débitmètre et un manomètre, intégrés dans le banc d'essai.
- Observer le flux distal à la branche embolisée pour statuer la présence ou non d'occlusion.
- Mesurer la taille de l'embolo et sa distance du site d'injection tout en observant la migration dans les branches avoisinantes.
- Documenter la quantité de produit injecté, soit le nombre de Torpedo ou le volume de Slurry.

## Torpedo

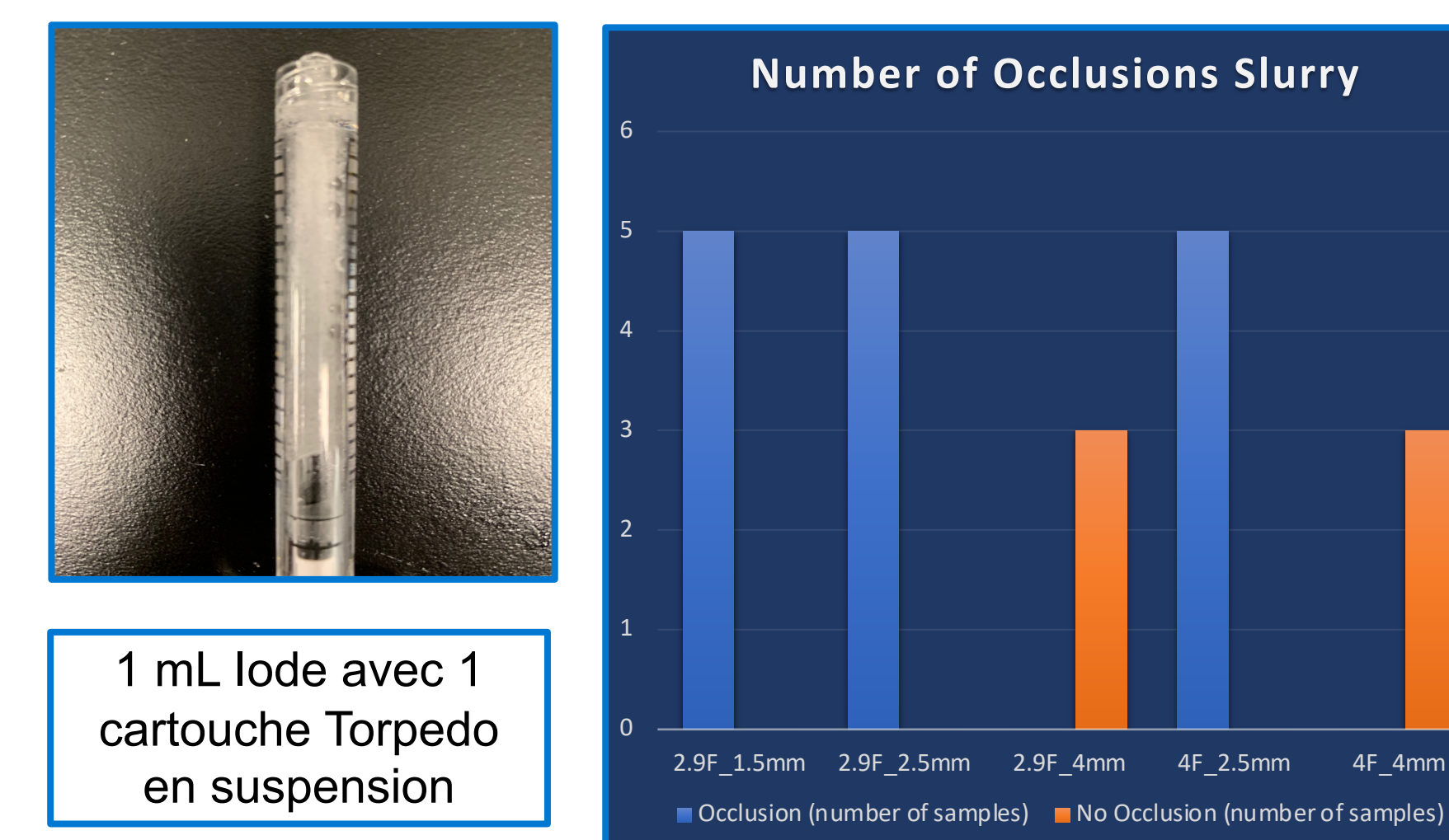


Product	N =	Catheter	Branch Embolized (mm)	Occlusion	Migration	Quantity	Percentage occluded	Pressure (mmHg)		Proximal Flow (mL/min)	
								Initial	Final	Initial	Final
								Torpedo	5	2.9F	1.5
Torpedo	5	2.9F	2.5	5	4	2 Torpedo	40%	104/68	252/162	161	95
Torpedo	3	4F	4	1	3	3.6 Torpedo	19%	114/67	426/259	159	10
Torpedo	5	4F	2.5	5	2	2 Torpedo	55%	114/43	161/65	82	49
Torpedo	5	4F	4	5	5	3 Torpedo	39%	114/62	276/180	94	8

## Banc d'essai

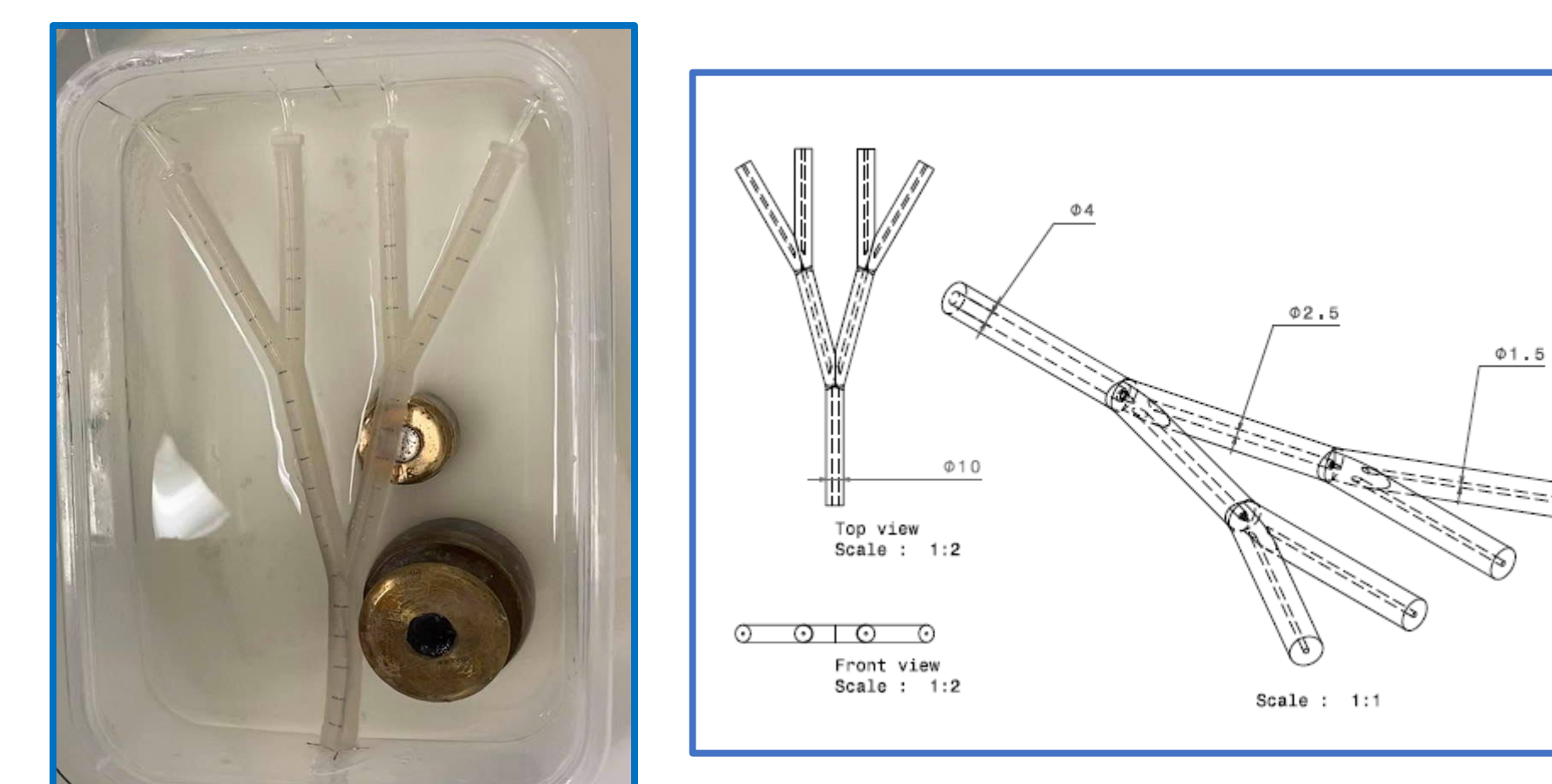


## Slurry



Product	N =	Catheter	Branch Embolized (mm)	Occlusion	Migration	Quantity	Percentage occluded	Pressure (mmHg)		Proximal Flow (mL/min)	
								Initial	Final	Initial	Final
								Slurry	5	2.9F	1.5
Slurry	5	2.9F	2.5	5	5	5 mL	100%	104/56	172/81	184	157
Slurry	3	4F	4	0	3	10 mL	0%	114/77	322/243	170	151
Slurry	5	4F	2.5	5	4	2 mL	100%	103/49	163/82	120	96
Slurry	3	4F	4	0	3	7.3 mL	0%	104/50	487/308	137	9

## Phantôme artériel rénal



## Résultats

### Injection branche 1.5 mm

- 2.9F = Slurry optimal
  - Slurry
    - Occlusion 5/5 avec 1/5 migration distale
- Torpedo
  - Occlusion 5/5 avec 3/5 migration avoisinante, donc avec plus de reflux

### Injection branche 2.5 mm

- 2.9F = Slurry ou Torpedo optimal
  - Slurry
    - Occlusion 5/5 avec migration distale
    - Occlusion complète 100%
  - Torpedo
    - Occlusion 5/5
    - Premier embolo occlusion distale de la branche (point de sortie) et deuxième avec occlusion proximale (point d'entrée) 3/5
- 4F = Torpedo optimal
  - Slurry
    - Occlusion 5/5
    - Occlusion complète 100% mais moins dense
  - Torpedo
    - Occlusion 5/5
    - Premier embolo occlusion distale de la branche (point de sortie) et deuxième avec occlusion proximale (point d'entrée) 3/5
    - Moins de migration que 2.9 F, 2/5

### Injection branche 4 mm

- 2.9F = pas idéal
  - Slurry
    - Aucune occlusion, migration ++++
  - Torpedo
    - Occlusion 1/3, migration +++
- 4F = Torpedo optimal
  - Slurry
    - Aucune occlusion, migration +++
  - Torpedo
    - Deux premiers embolos occluent la bifurcation 2.5 mm, troisième occlut 4 mm 5/5

## Conclusion

En somme, le banc d'essai est une approche intéressante permettant de tester de nouveaux produits embolisants tout en reproduisant la physiologie vasculaire.

Dans nos expériences in vitro, Slurry démontre des meilleures propriétés occlusives pour l'embolisation de petites branches distales, tandis que Torpedo occlut de façon préférentielle des plus grosses branches proximales.

Embobio est donc une approche intéressante pour un produit biodégradable et accessible. Ces essais in vitro sont cruciaux pour optimiser le mode d'emploi pour les expériences futures.