



**HAL**  
open science

## Apport de la tomographie dans l'étude de la fragilisation par l'hydrogène d'un acier de fonderie

Ahmed Yaktiti, Olivier Valfort, Frédéric Christien, Jean François Carton

### ► To cite this version:

Ahmed Yaktiti, Olivier Valfort, Frédéric Christien, Jean François Carton. Apport de la tomographie dans l'étude de la fragilisation par l'hydrogène d'un acier de fonderie. Rayons X et Matière 2019, Nov 2019, Villers-lès-Nancy, France. . emse-02389701

**HAL Id: emse-02389701**

**<https://hal-emse.ccsd.cnrs.fr/emse-02389701>**

Submitted on 3 Dec 2019

**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.

# Apport de la tomographie dans l'étude de la fragilisation par l'hydrogène d'un acier de fonderie

A. Yaktiti<sup>1,3,\*</sup>, O. Valfort<sup>2</sup>, F. Christien<sup>1</sup>, J.F. Carton<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Mines Saint-Etienne, Univ Lyon, CNRS, UMR 5307 LGF, Centre SMS, F-42023 Saint-Etienne France.

<sup>2</sup> Mines Saint-Etienne, Univ Lyon, CNRS, UMR 5307 LGF, Centre SPIN, F-42023 Saint-Etienne France.

<sup>3</sup> SafeMetal, 1 Boulevard de la Boissonnette, 42110 Feurs, France.

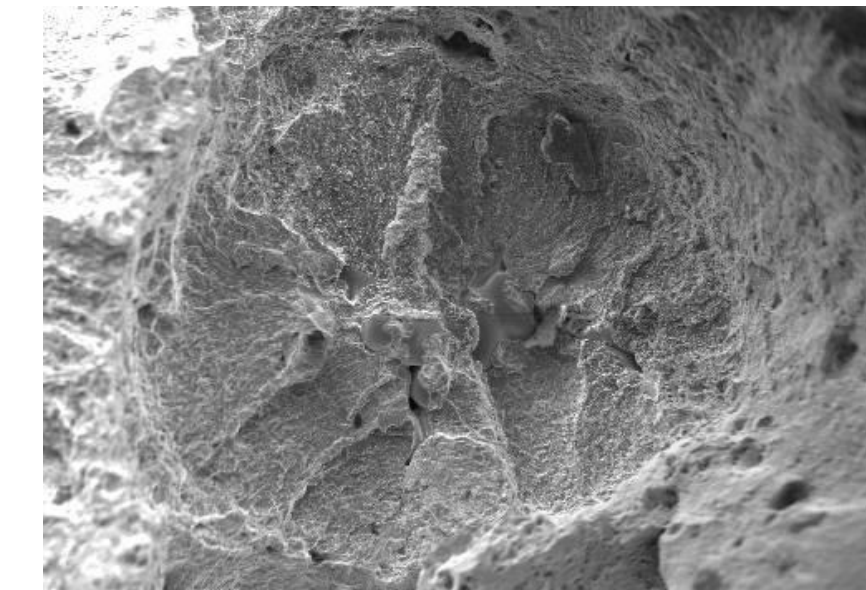
\*e-mail: ahmed.yaktiti@emse.fr

## Introduction

Au cours de l'élaboration des aciers moulés, l'hydrogène (provenant de la vapeur d'eau dans l'air, de la chaux humide, des moules en sable...) se dissout dans l'acier liquide. Cet hydrogène, après solidification, se trouve sous forme atomique dans la matrice et il peut se recombinaison en hydrogène moléculaire à l'intérieur des microcavités. L'accumulation d'hydrogène recombiné génère des pressions internes énormes. Lors des essais de traction, parfois, les faciès de rupture présentent un défaut appelé « **Ceil de poisson** ».

Nuance	Concentration (ppm)
12MnMoV6	4,2
G18NiCrMo3-6	3,9

Mesure d'hydrogène à l'état liquide par sonde Hydrys.



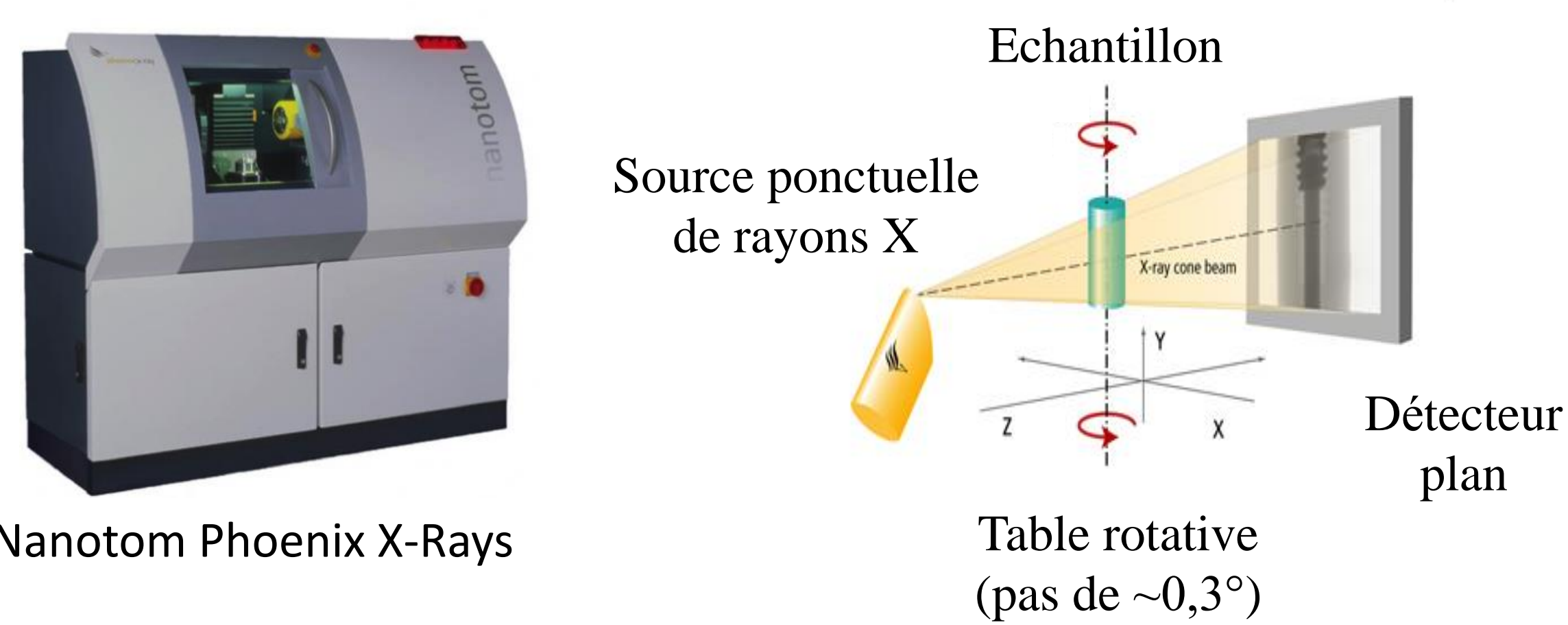
Oeil de poisson sur une surface de rupture d'un acier moulé

L'objectif de ce travail consiste à comprendre le mécanisme de formation de ce type de défaut afin de pouvoir proposer une solution efficace contre ce problème.

## 1) Tomographie

### Principe

La tomographie à rayons x est une technique non destructive qui consiste à reconstruire un objet à trois dimensions à partir d'un ensemble d'images



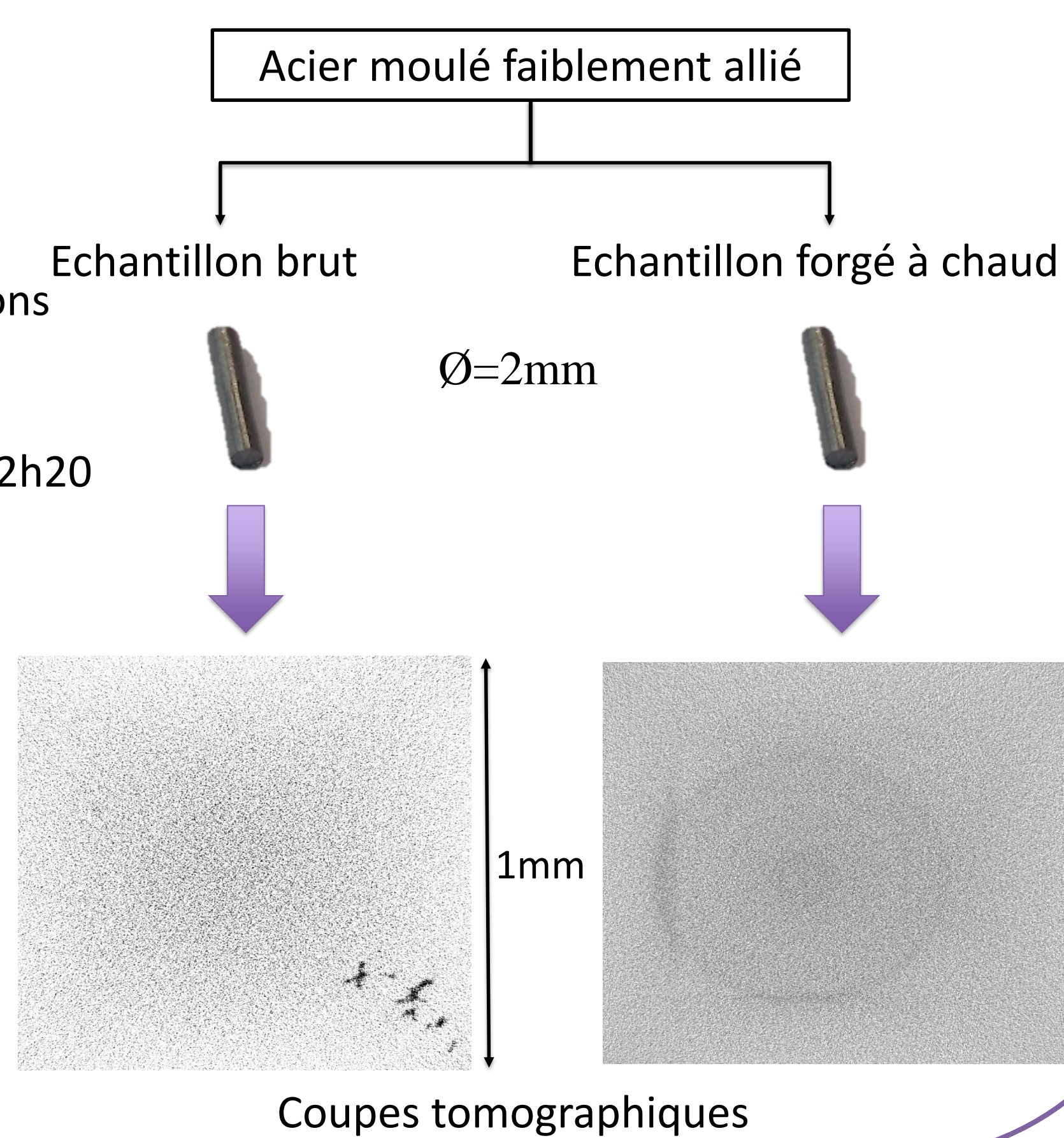
La tomographie x est basée sur la Loi de Beer Lambert

$$I_t = I_0 \times e^{-\mu x}$$

$I_t$ : intensité du rayon transmis  
 $I_0$ : intensité du rayon incident  
 $\mu$ : coefficient d'absorption massique  
 $x$ : épaisseur traversée

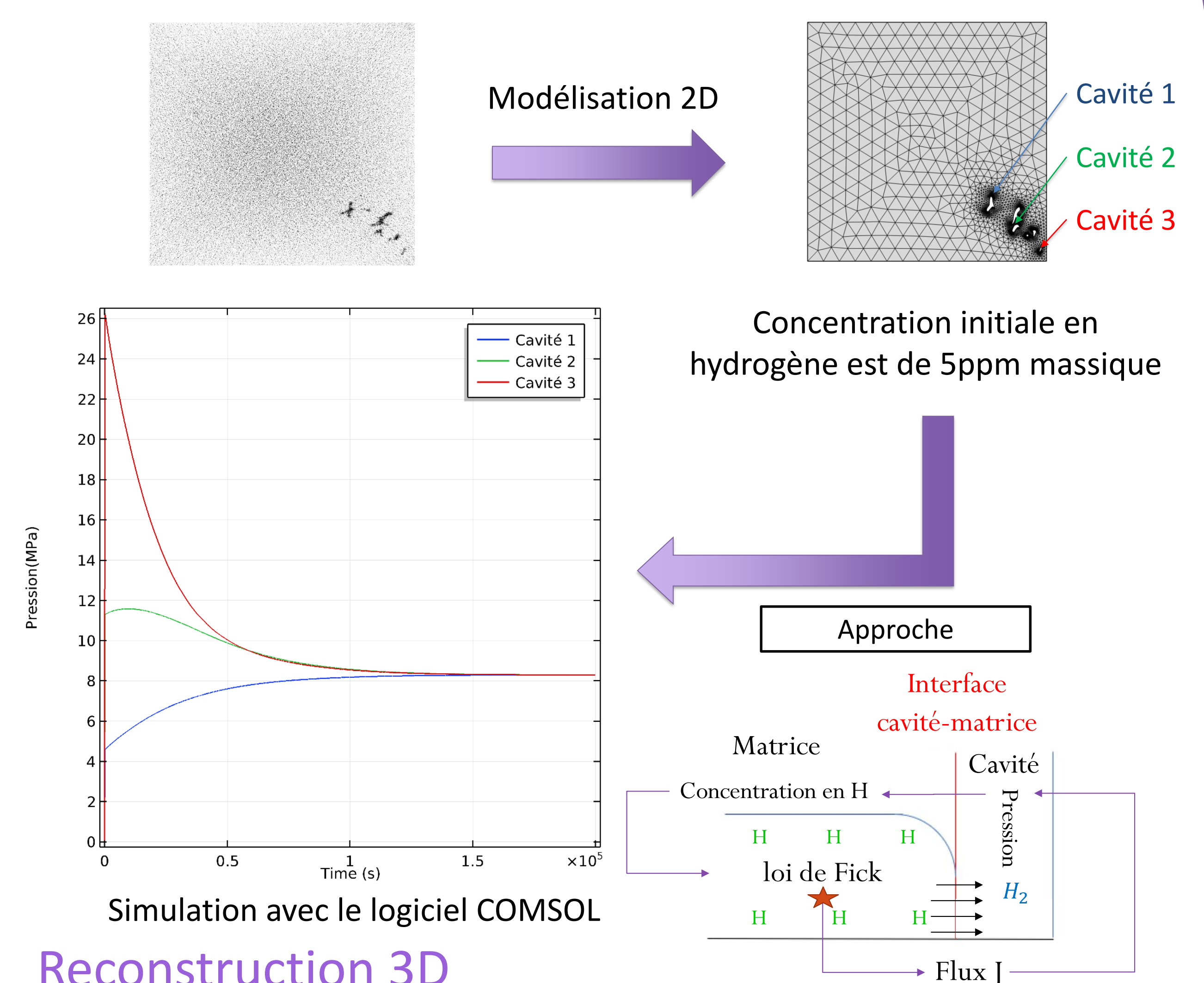
### Analyse

- Cible en W
- 160Kv/30µA
- Filtre Cu 0,5mm
- Nombre de projections 2000
- Résolution 1,5µm
- Temps d'acquisition 2h20

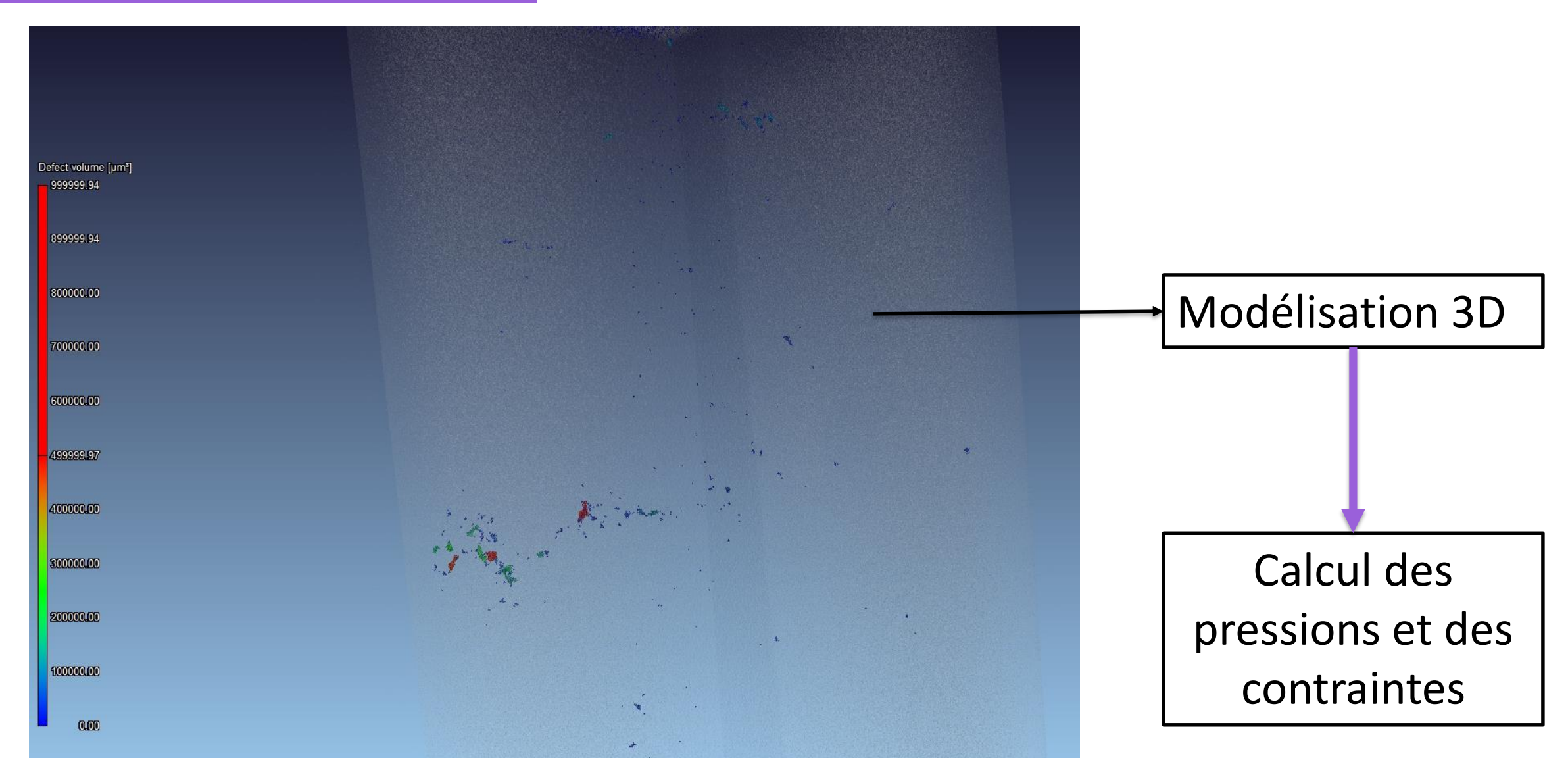


## 2) Modélisation

Le but de cette partie est d'estimer la pression à l'intérieur d'une cavité à partir d'une concentration initiale d'hydrogène dissous dans le matériau.



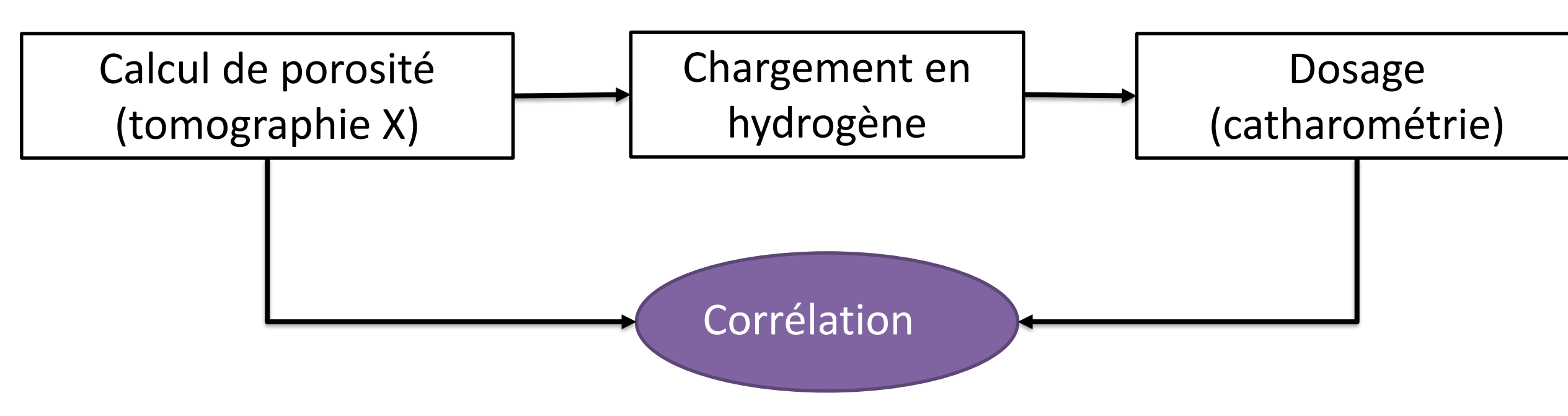
### Reconstruction 3D



Le rendu 3D permet de calculer le volume de chaque cavité et d'avoir la distribution de la porosité dans l'échantillon.

## 3) Perspectives

Etudier l'influence de la porosité sur le processus de la fragilisation par l'hydrogène.



## 4) Conclusions

- La tomographie représente une technique fiable et robuste pour étudier la porosité (la résolution doit être adaptée à la taille du défaut à détecter).
- La tomographie a confirmé l'absence des cavités dans l'échantillon forgé.
- La reconstruction 3D nous permet de créer un modèle géométrique semblable à la configuration réelle (volume et distribution des cavités), utilisable ensuite dans le modèle de diffusion de l'hydrogène.