

## Action 1.1.2 - Mesures et évaluation des sections efficaces ( $n,\gamma$ ) et ( $n,xn$ ) sur $^{233}\text{U}$ (mesures à $n\_TOF$ ) et $^{239}\text{Pu}$ (mesures à NFS)

Collaboration DRF, DAM, CENBG, IRSN, DES (+JRC-Geel)

### 1. Développement collaboratif de chambres à fission

1.1 Mesure  $^{233}\text{U}(n,\gamma)$  à  $n\_TOF$  (PI DRF, Thèse de M. Bacak)

1.2 Mesure ( $n,xn$ ) de  $^{238}\text{U}$  et  $^{239}\text{Pu}$  à NFS (PI DAM)

*Défi : Identification des réactions ( $n,\gamma$ ) ou ( $n,xn$ ) des actinides fissiles dans un flot d'événements de fission avec un bruit de fond radioactif pouvant être très important (cas de  $^{233}\text{U}$  et surtout  $^{239}\text{Pu}$ )*

### 2. Evaluation de $^{233}\text{U}$ (PI IRSN)

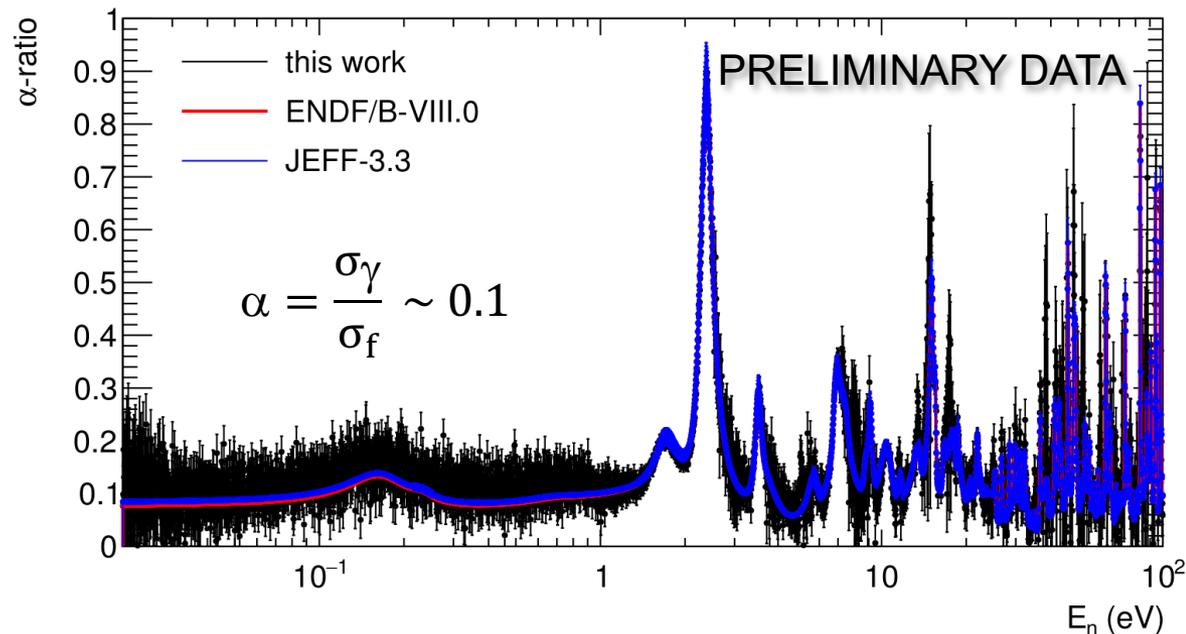
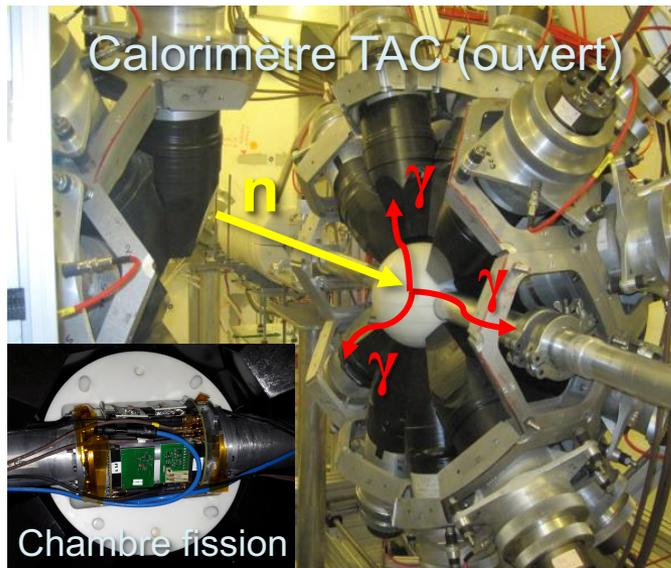
*Défi : synchroniser le temps de la mesure et de l'évaluation, et... publier les données  $n\_TOF$ ...*

### 3. Synthèse/Perspectives

## 2016-2020 – Mesure (n, $\gamma$ ) de U-233 à n\_TOF (DRF, Thèse de M. Bacak)

Projet DRF : Mesure à basse énergie des rendements gammas de capture et de fission de U-233 avec le calorimètre TAC (n\_TOF) et une chambre à fission (CaF) servant de cible active

- Etude des gammas émis lors des réactions de capture et de fission
- Mesure de la section efficace de capture de U-233 à basse énergie



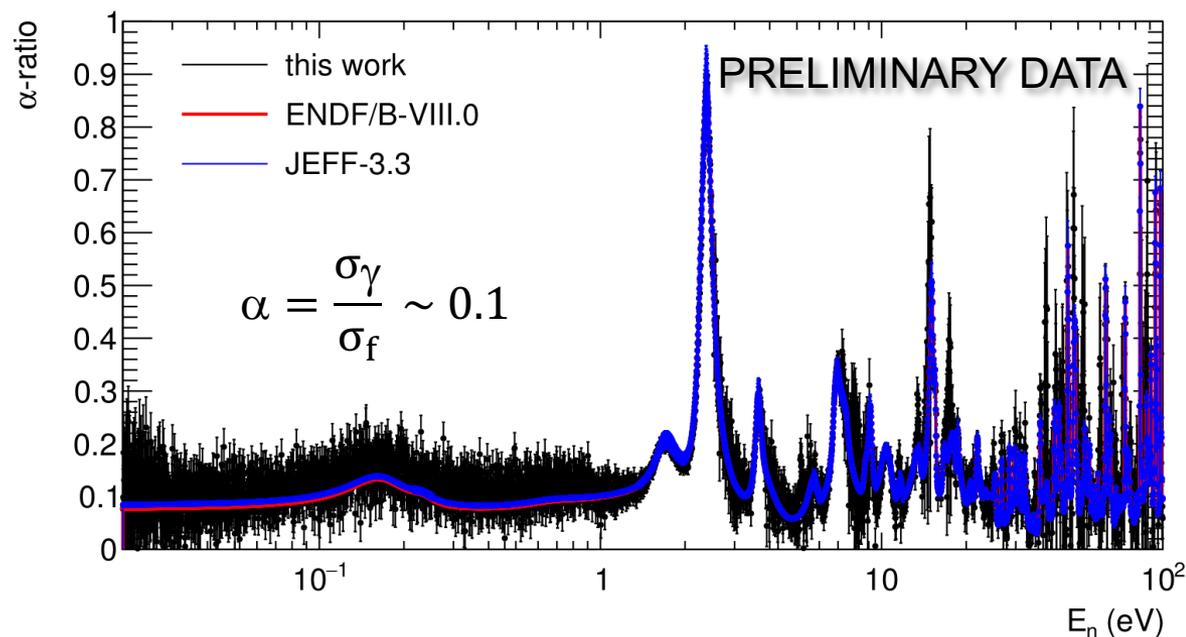
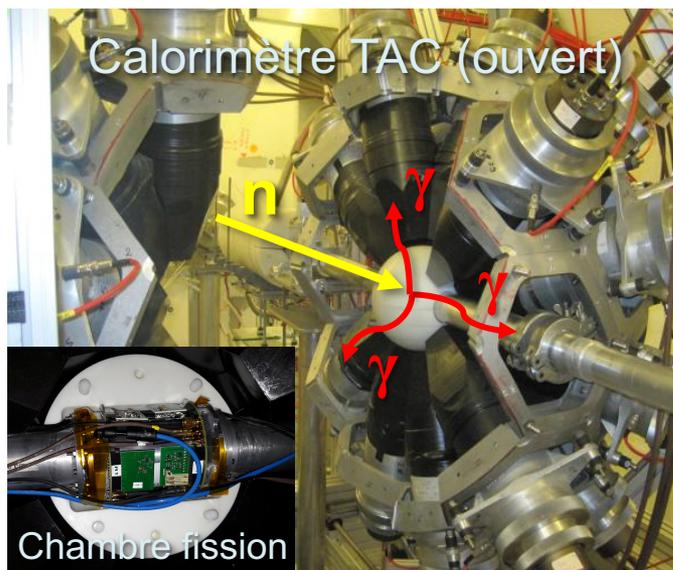
2016-2020 – Mesure  $(n,\gamma)$  de U-233 à n\_TOF (DRF, Thèse de M. Bacak)

R&D collaborative pour développer une CaF multi-plateaux compacte

Résultats préliminaires présentés à ND2016, WONDER2018, ND2019

Publications finales :

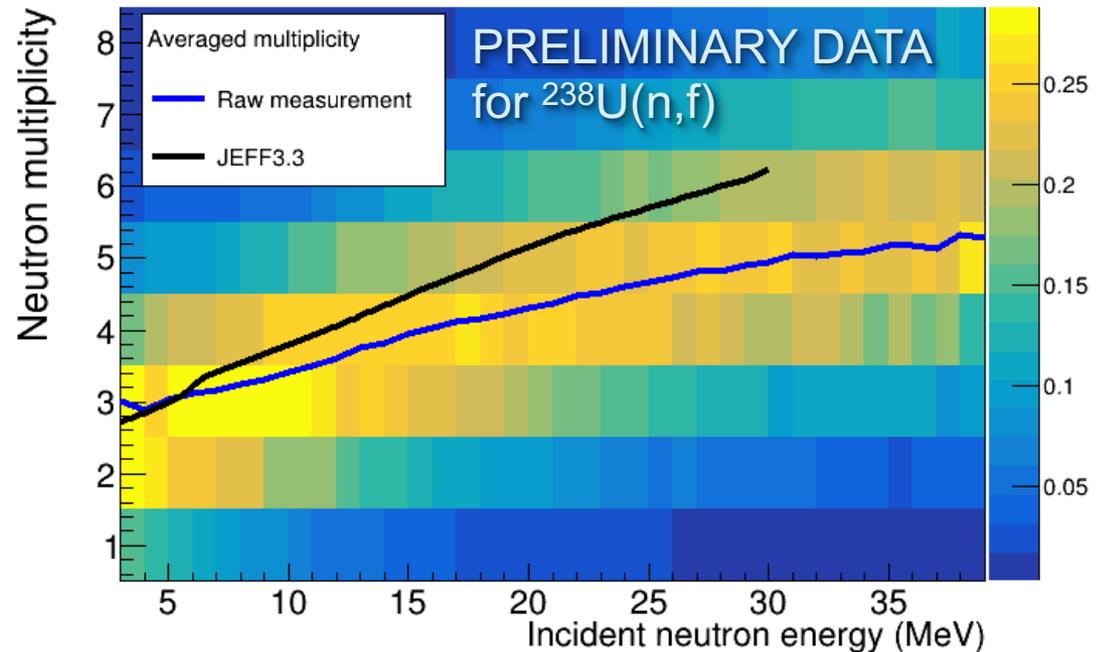
- Chambre à fission : M. Bacak, et al., NIM A 969 (2020) 163981
- Données  $(n,\gamma)$  : papier en préparation...



## 2021-202x – Mesure (n,xn) de U-238 et Pu-239 à NFS (DAM)

Projet DAM : Mesure à haute énergie des rendements neutrons des réactions (n,xn) et (n,f) avec le scintillateur 4 $\pi$  SCONE et une CaF

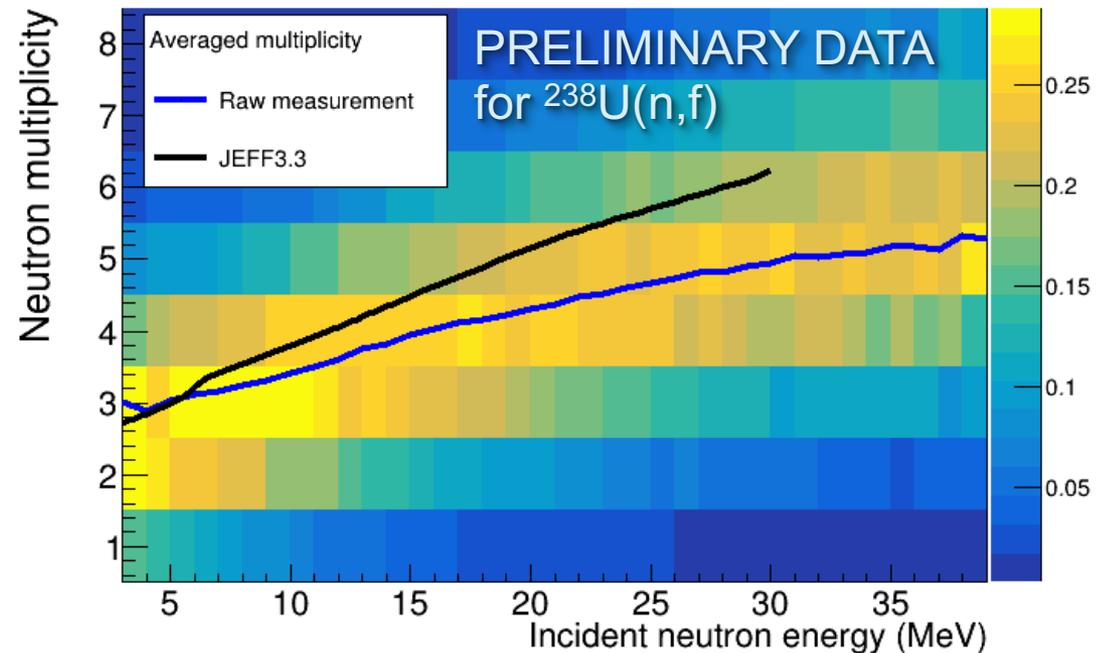
- Etude des neutrons émis lors des réactions (n,xn) et de fission
- Mesure de la multiplicité neutron et de l'énergie gamma totale
- Mesure des sections efficaces (n,xn) jusqu'à 40 MeV



## 2021-202x – Mesure (n,xn) de U-238 et Pu-239 à NFS (DAM)

Continuité d'une R&D collaborative sur les chambres à fission compacte à haut taux de comptage (plusieurs MBq/voie)

- ➡ échantillons de plus faibles masses
- ➡ adaptation de la « CaF U3 » pour la mesure test de U-238 à NFS (2021)



## 2. Evaluation de U-233 (IRSN)

Présentation de Luiz Leal

Les données  $n\_TOF$  de la section  $^{233}\text{U}(n,\gamma)$  ne sont pas encore disponibles (car elles ne sont pas publiées...)

La publication est en préparation...

## 3. Synthèse/Perspectives

### Objectifs « NACRE »

- R&D collaborative pour les chambres à fission ✓
- Echanges entre les participants (via les ateliers notamment) ✓
- Participations croisées aux projets des instituts ✓
- Projet « de la R&D à la mesure puis à l'évaluation » ✗

### Forces/Faiblesses

- Cadre unique pour la communauté française des données
- Manque de projets/objectifs fédérateurs

### Perspectives

- Poursuite de la R&D collaborative pour une « CaF Pu »
- Projet DAM : mesures à NFS de la  $(n,xn)$  de U-238 et de Pu-239 (TBC)
- Projet DRF : mesures à  $n\_TOF$  de la  $(n,\gamma)$  de Pu-239 et/ou Pu-241 (TBC)

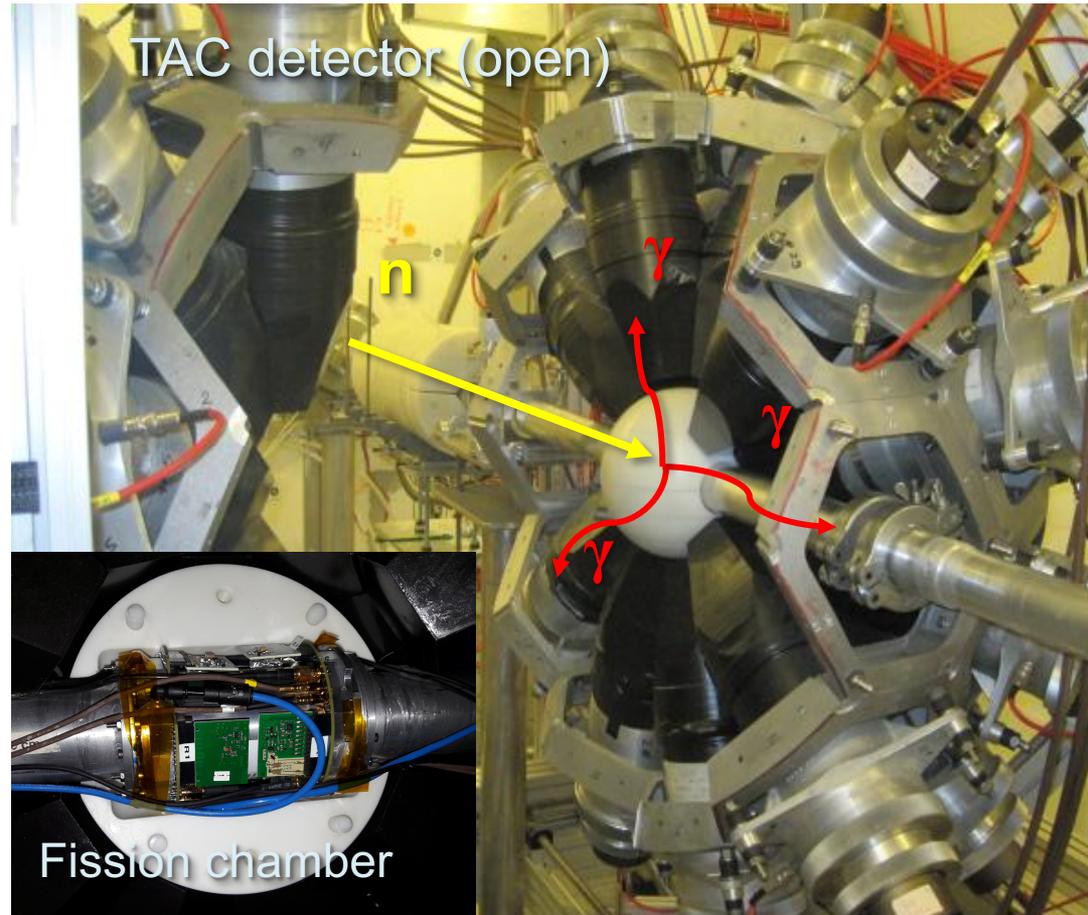
**Thank you for your attention!**

## Why

- U-233 capture cross section is important for reactors using the Th/U fuel cycle
- Only two measurements are available because of U-233 radioactivity and low capture cross section with respect to fission

## How

- Development of a compact fission chamber to be coupled with the TAC
- Fission-tagging measurement of the U-233 capture cross section



## Fission Chamber

[M. Bacak, NIMA 969 (2020) 163981]

**Compact** (L 12 cm x Ø 9 cm)

**Multi-plate chamber**

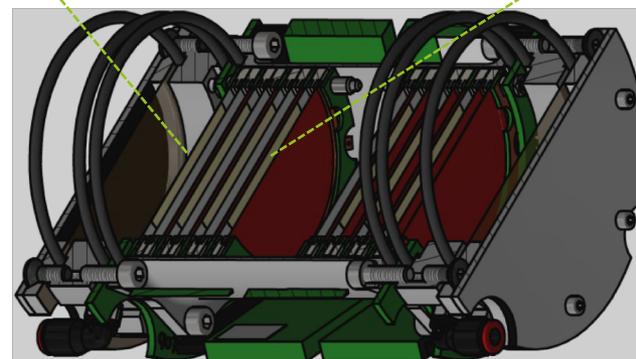
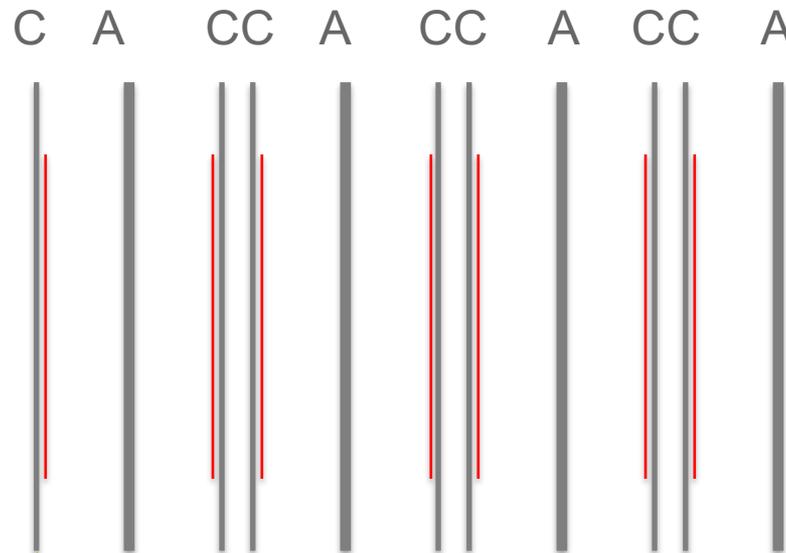
- 14 ionization cells
- Readout from 8 anodes

**Fast signals** (34 ns FWHM) for high  $\alpha$ -count rates (>1 MBq per anode)

- Fast ionizing gas  $\text{CF}_4$
- Fast electronics (DAM/DIF)
- Gap width: 3 mm @ 420 V

14 isotopically enriched (>99.9%) U-233 samples (JRC-Geel)

- Ø 4 cm
- ~46 mg  $^{233}\text{U}$  total

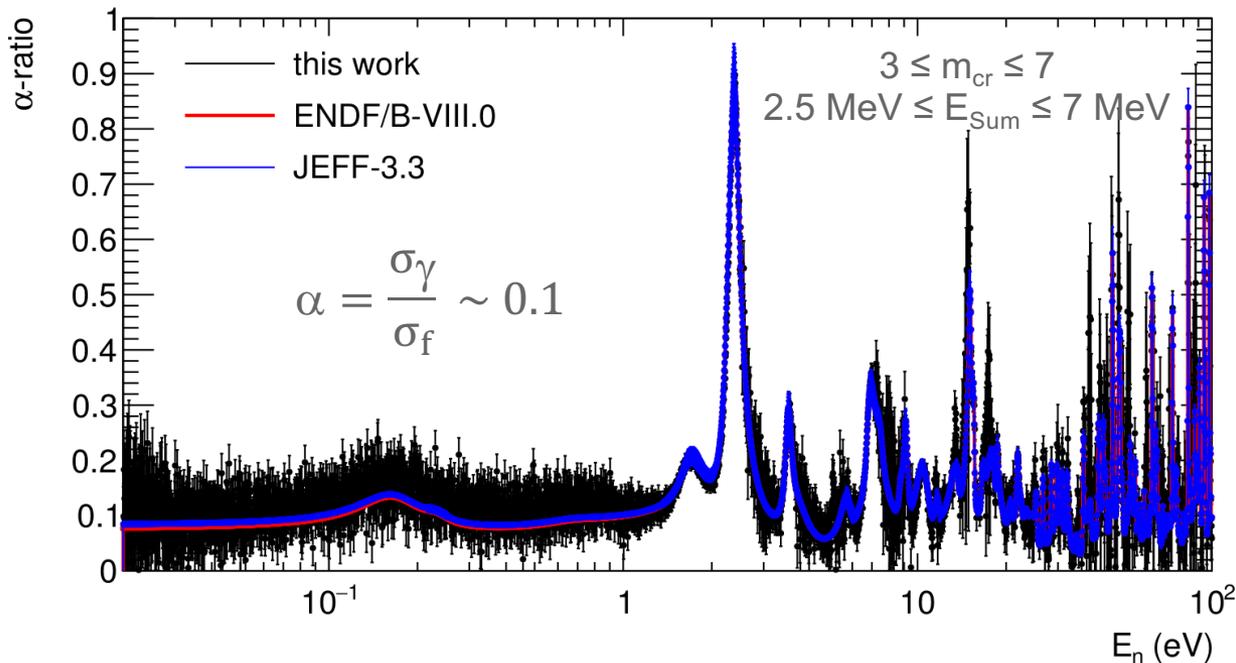


## U-233 $\alpha$ -ratio measurement at n\_TOF

Thesis work of Michael Bacak (PhD defence on 25 October 2019)

- TAC and Fission Chamber operated in coincidence (i.e., fission-tagging measurement)
  - Six weeks of measurement
  - 950 TB of data to process
  
- Multi-parametric data analysis (anti/coincidences, crystal multiplicity, Sum energy, gamma spectra)
  
- Monte-Carlo simulations for various corrections (thresholds, background, efficiency)

## Preliminary $\alpha$ -ratio



M. Bacak, ND2019,  
EPJ Conf. (2020)

- Overall consistency with evaluated libraries
- Some deviations to investigate further
- Final physics paper still to be published before release of the data
- Resonance analysis in collaboration with evaluators

- Spécification et conception (en liaison avec nos services techniques)
  - Volume détecteur : de 0.1 litre (chambre à fission) à 20 litres (Micromegas)
  - Pression absolue : de 5 mbar à 3 bars
  - Régulation précise de la pression dans la gamme 2-3 bars
  - Débit du gaz : de l'ordre de 0.1 litre/min en utilisation courante
  - Monitoring : lecture à distance des valeurs de pression, débit et température
  
- Assemblage terminé
  
- Installation du soft à finaliser
  
- Tests de l'ensemble à réaliser

Le système de contrôle/commande est intégré dans un premier rack qui communique avec un second dans lequel se trouve l'instrumentation

Power ON

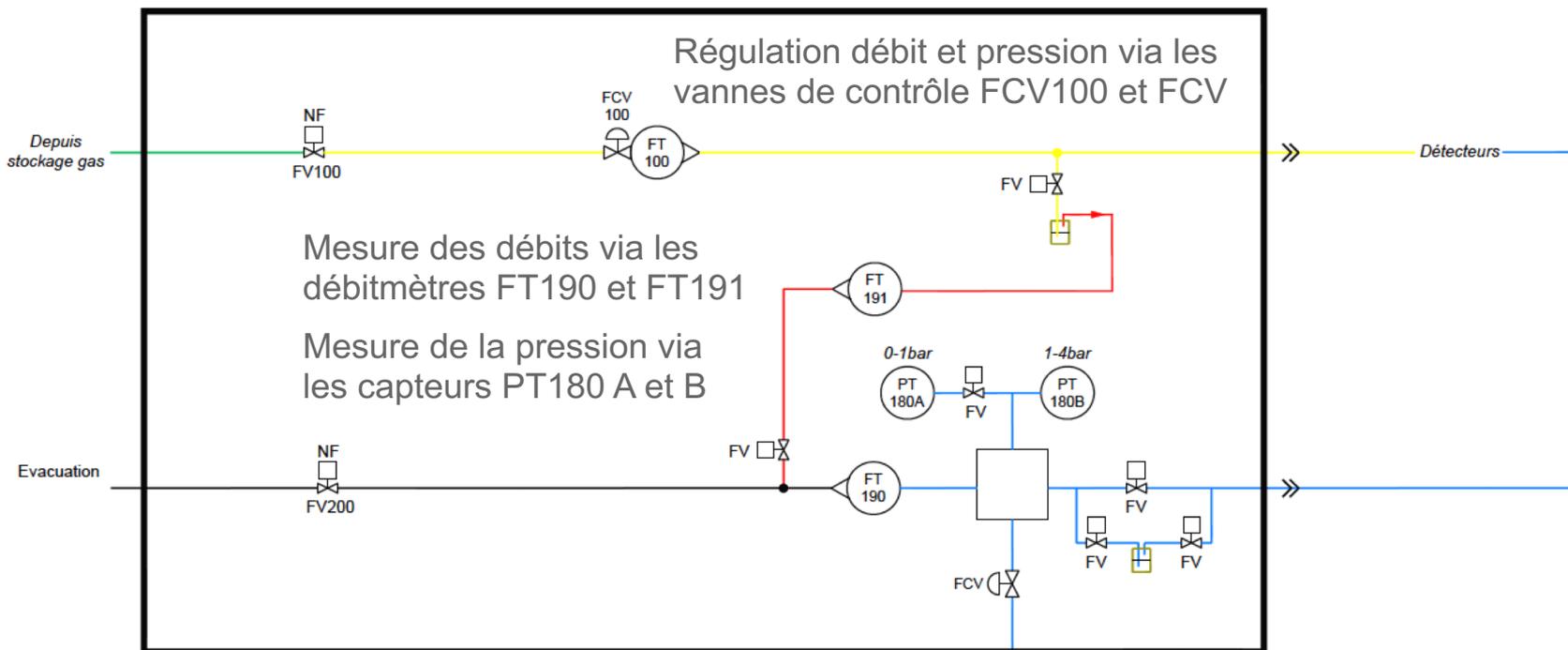
HP-BP

Start

Stop

Status

Consigne débit : xxx.x L/h  
 IN : xxx.x L/h  
 OUT : xxx.x L/h  
 Pression : xxx.x mbar



Gas in	Connecteur rapide	Mesure de pression
Input detectors	Vanne manuelle	Mesure de débit
Output detectors	Vanne de contrôle	Pompe
Overpressure	Electro-vanne (TOR)	
Gas out		