

# Etude de maximisation de la densité du plasma dans GOLEM

Présenté par le Groupe 3 : Mohamed Farhat Ben karoui  
Nour El Houda Slimani  
Amir Loris Ben El Ghali  
Ibtissem Jendoubi  
Eya Majdoub  
Mouheba Jdai  
Sami Chakroun

Encadré par : M.Philippe MOREAU

# Plan

**1**

**Introduction: objectifs**

**2**

**Protocole expérimental**

**3**

**Résultats et analyses**

**4**

**Interpretations**

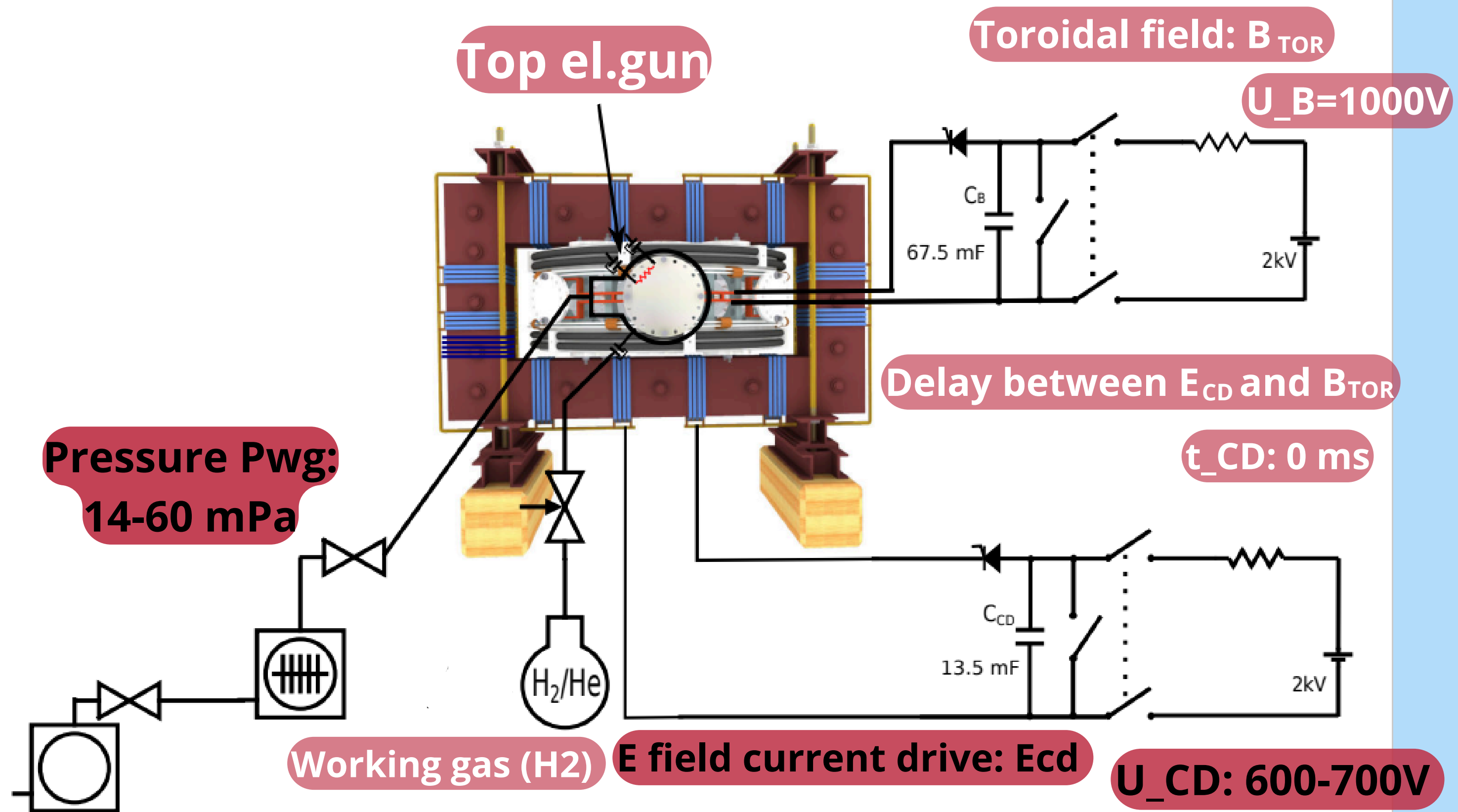
**5**

**Conclusions et perspectives**

# Introduction : Objectifs

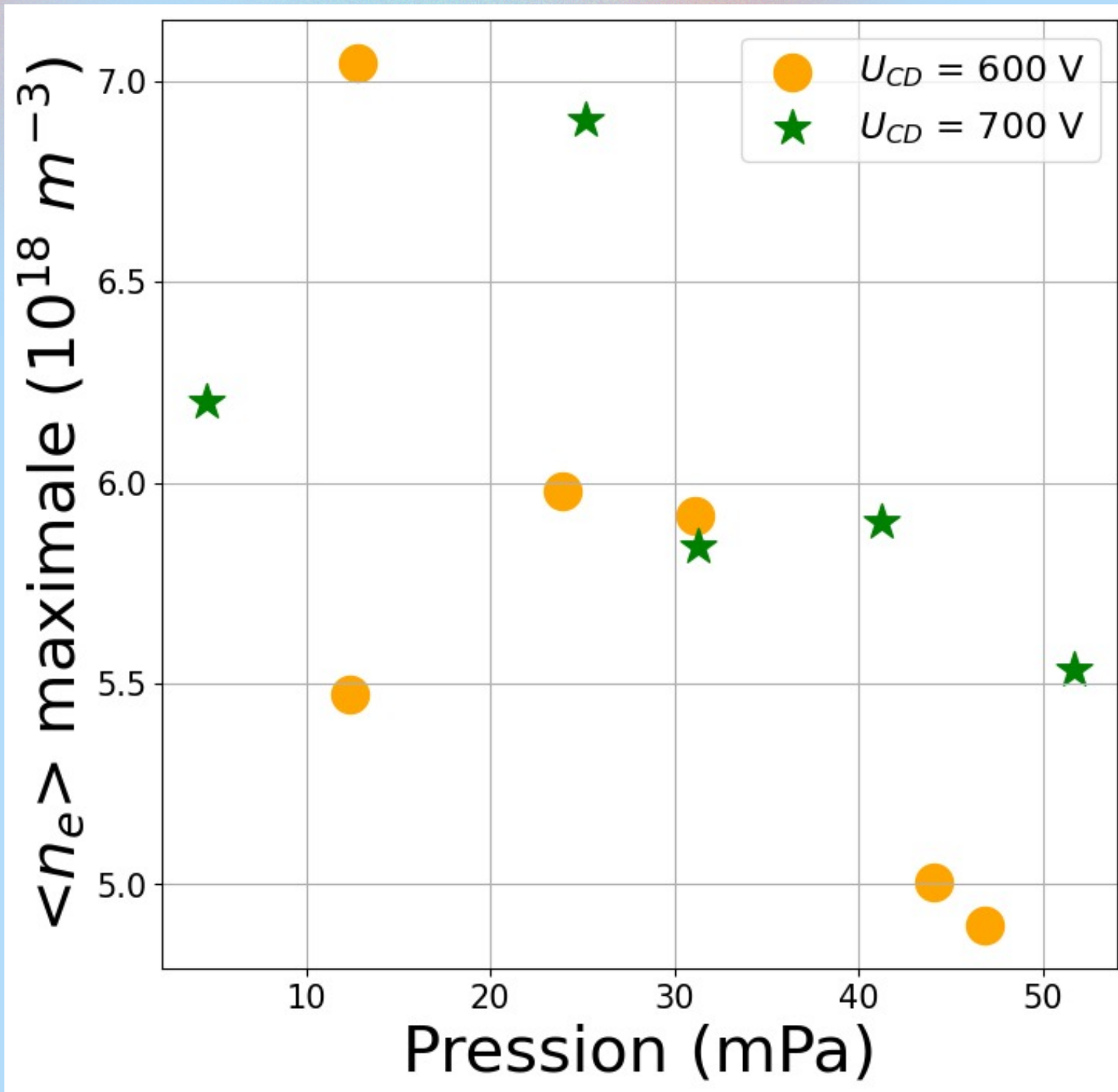
- **On maximise la densité**  
**Existe-il une limite?**
  1. Comparer la densité de Greenwald avec la densité expérimentale.
  2. Détermination de la température de plasma.

# GOLEM Adjustable parameters



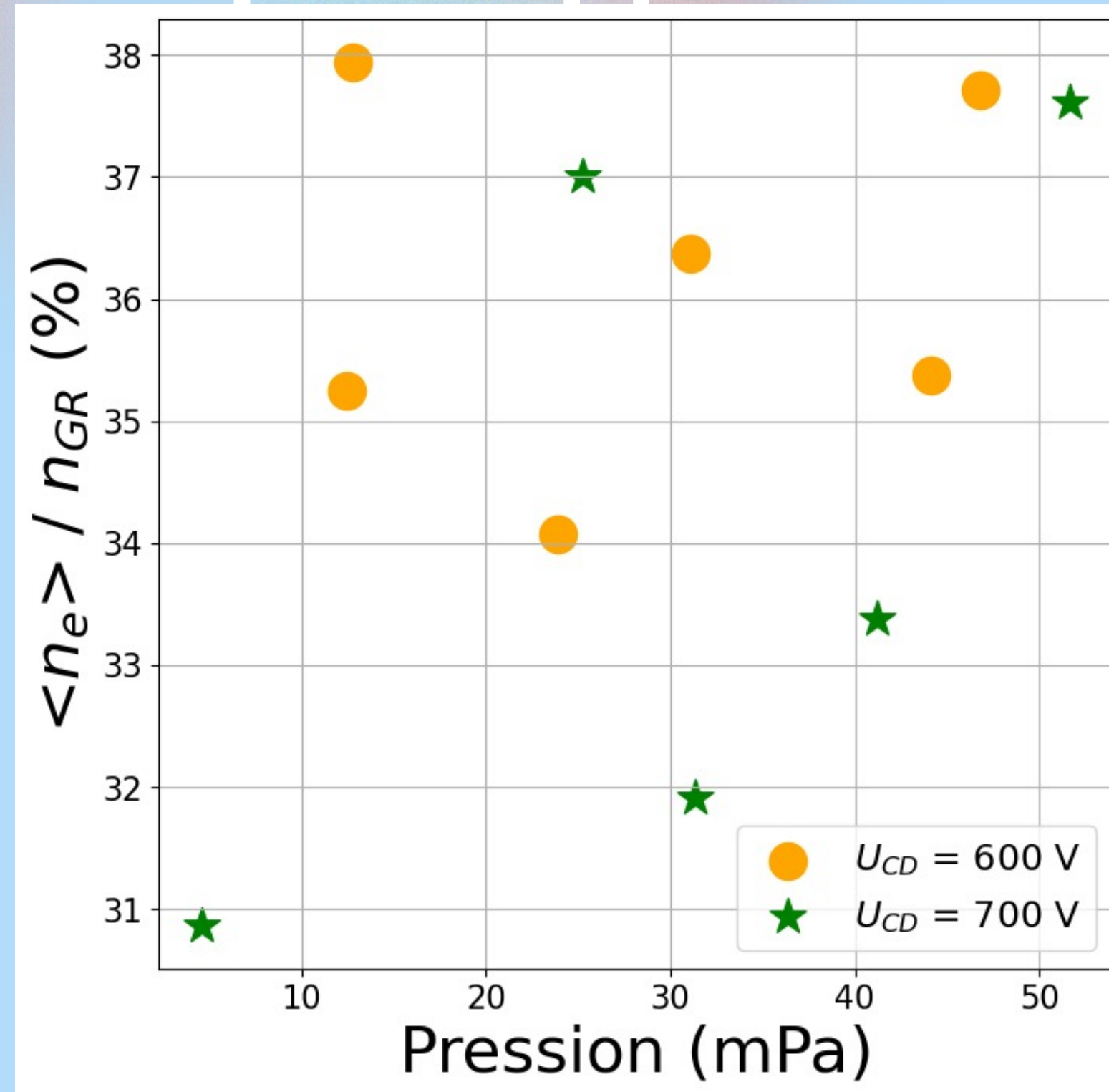
# Résultats et Analyses

# L'évolution de la densité maximale du plasma par rapport à la pression d'amorçage:



La densité n'augmente pas avec la pression d'amorçage !

# L'évolution de la densité maximale du plasma par rapport à la pression d'amorçage:

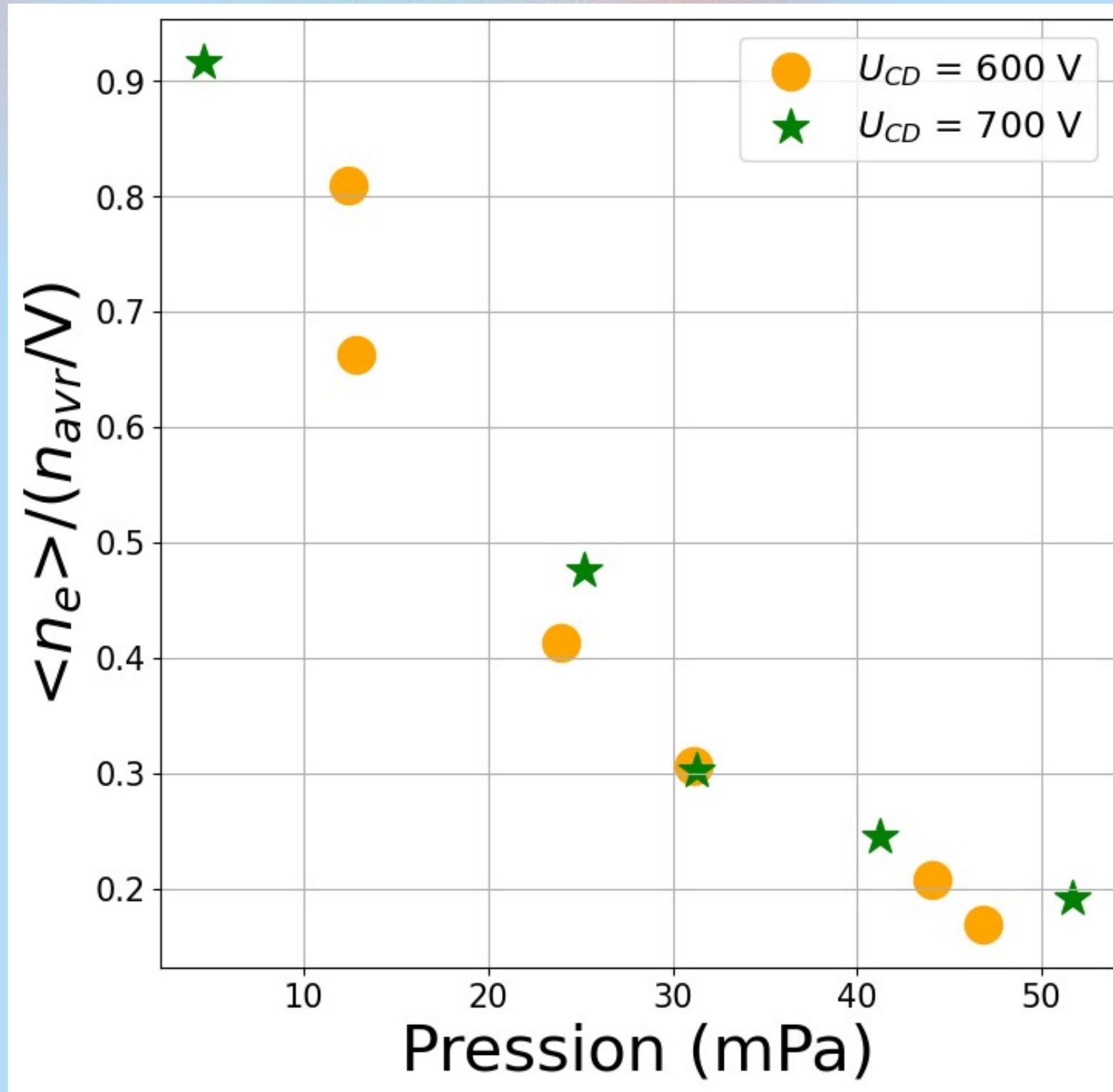


La densité n'augmente pas avec la pression d'amorçage !

Comparaison avec la densité de Grunwald

$$n_{GR} [10^{20} m^{-3}] = \frac{I_p [MA]}{\pi a^2 [m^2]}$$

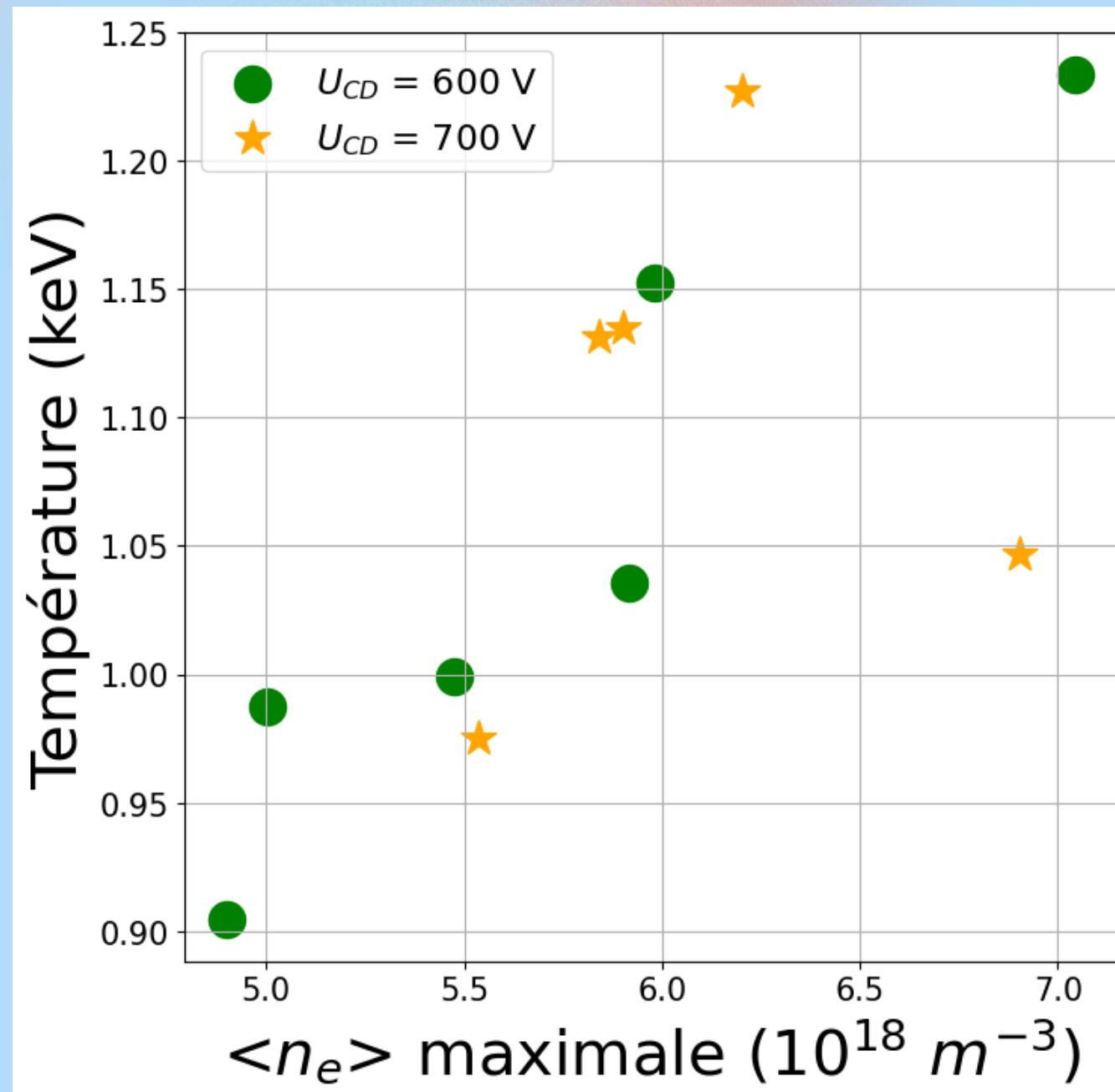
# L'évolution de la densité maximale du plasma par rapport à la pression d'amorçage:



**La quantité de particules ionisées décroît en fonction de la pression.**



# L'évolution de la température du plasma en fonction de sa densité maximale:



## Loi de Spitzer

$$T_e = 0,9 * \left( \frac{I_p}{U_{loop}} \right)^{\frac{2}{3}} : \text{Température}$$

La température augmente avec la densité !

# Conclusion

- Résultats inattendus: densité ne monte pas avec la pression.
- Calcul de la densité de Greenwald.
- On est loin de la densité limite de Greenwald.
- Faire varier un 3ème paramètre qui est le décalage entre le champ magnétique et le champ électrique .

# Références

- <https://fr.wikipedia.org/wiki/Tokamak>
- <https://golem.fjfi.cvut.cz/remote/intro/>

**Merci pour votre attention**

## Ideal gas law:

$$P V = n k_B T$$

## Gas density =

$$\frac{n}{V} = \frac{P}{k_B T}$$

P=Pressure [Pa]  
V = Volume [m<sup>3</sup>]  
N = nb of molecules

k<sub>b</sub>= Boltzmann constant=1.380649 × 10<sup>-23</sup> m<sup>2</sup> kg s<sup>-2</sup> K<sup>-1</sup>  
T= temperature [K]

## How many electrons should be made available?

H<sub>2</sub> gas has 2 electrons  
for one molecule (1  
electron per hydrogen)  
thus

$$\frac{n_{e\_avr}}{V} = \frac{2 P}{k_B T}$$

P=Pressure [Pa]  
V = Volume [m<sup>3</sup>]  
N = nb of molecules

k<sub>b</sub>= Boltzmann constant=1.380649 × 10<sup>-23</sup> m<sup>2</sup> kg s<sup>-2</sup> K<sup>-1</sup>  
T= temperature [K]  
n<sub>e\_avr</sub>= number of electrons if gas is fully ionized

## What is the plasma average density?

$$n_{e0} [m^{-3}] = \frac{3}{2} n_{l-interf} [m^{-2}]$$

$$\langle n_e \rangle [m^{-3}] = \frac{1}{2} n_{e0} = \frac{3}{4} n_{l-interf} [m^{-2}]$$

To be compared to Greenwald density limit

$$n_{Gr} [10^{+20} m^{-3}] = \frac{I_p [MA]}{\pi a^2 [m^2]}$$

Compare also  $\langle n_e \rangle$  and  $\frac{n_{e\_avr}}{V}$  → Calculate

Provide an assessment of the  
ionisation efficiency

$$\frac{\langle n_e \rangle}{\left(\frac{n_{e\_avr}}{V}\right)} = \frac{3}{8} \frac{k_B T}{P} n_{l-interf}$$

**On sait que  $U = R.I_p$**

$$R = U/I_p$$

**Spitzer :  $R = C_{ste}.(T_e)^{-3/2}$**

