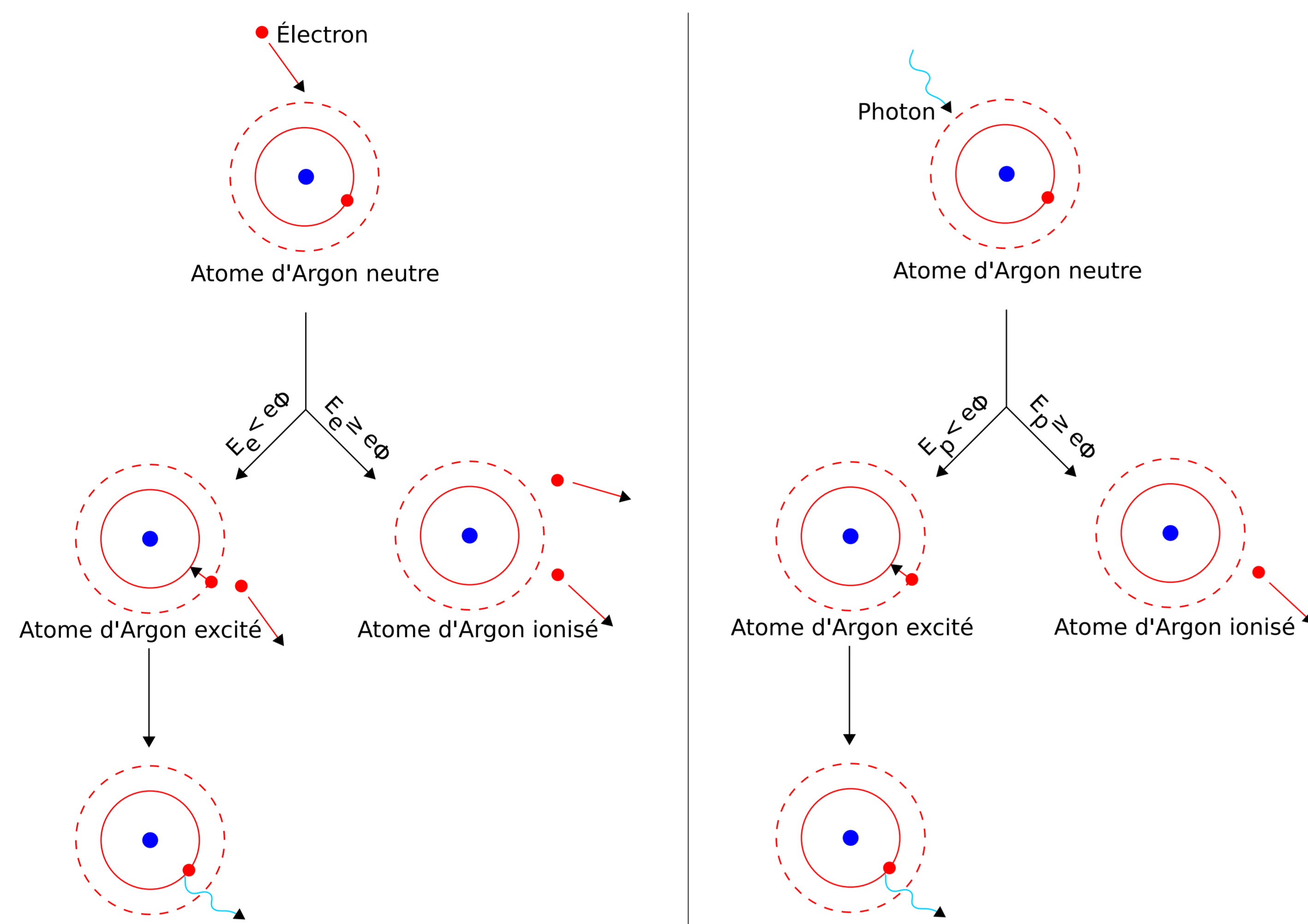


## LA BOULE À PLASMA

Valérie De Smet, Gustavo Lucena Gómez, Micha Moskovic, Florian Spinnler  
Experimentarium, Département de Physique

### La décharge dans les gaz

#### Processus d'ionisation



Différents apports d'énergie, et leurs effets.

**Ionisation par collision :**  $Ar + e^- \rightarrow Ar^+ + 2e^-$

Un électron libre accéléré par le champ électrique peut fournir à un atome assez d'énergie pour éjecter un électron.

$$E_e = \frac{1}{2}m_e v^2$$

**Photo-ionisation :**  $Ar + photon \rightarrow Ar^+ + e^-$

Les atomes excités émettent des photons (de la lumière), qui peuvent fournir de l'énergie à un atome.

$$E_{photon} = h\nu$$

**Ionisation thermique :** à plus haute température, les collisions atome-atome deviennent également un processus d'ionisation important.

**Excitation :** si l'électron ou le photon n'a pas assez d'énergie pour ioniser l'atome, il ne peut que l'exciter. L'atome excité émet un photon lorsqu'il se désexcite (c'est cette lumière que nous observons dans la boule à plasma).

### Avalanche !

La décharge a lieu par un effet d'avalanche, qui conduit à une très forte augmentation (*exponentielle*) du nombre d'ions et d'électrons libres dans le gaz :

1. l'électron est accéléré par le champ électrique et ionisera un autre atome (si son énergie est suffisante), ce qui libère un nouvel électron ;
2. on a maintenant deux électrons, et le processus recommence.

La progression de la décharge se fait par bonds :

1. à l'avant d'une zone d'avalanche, il y a une forte émission de photons par les atomes excités ;
2. ces photons se propagent à la vitesse de la lumière  $c$  aux alentours de la pointe de la décharge ;
3. ils peuvent ainsi démarrer une nouvelle zone d'avalanche par photo-ionisation ;
4. l'avalanche relie cette zone à la première, et le processus recommence.

### Ça claque pour moi

Pour avoir claquage, il faut que globalement, le nombre d'électrons émis à la cathode soit plus important que le nombre d'électrons « perdus » (lors de recombinaisons avec la paroi, avec des atomes de gaz, ou par diffusion des électrons).

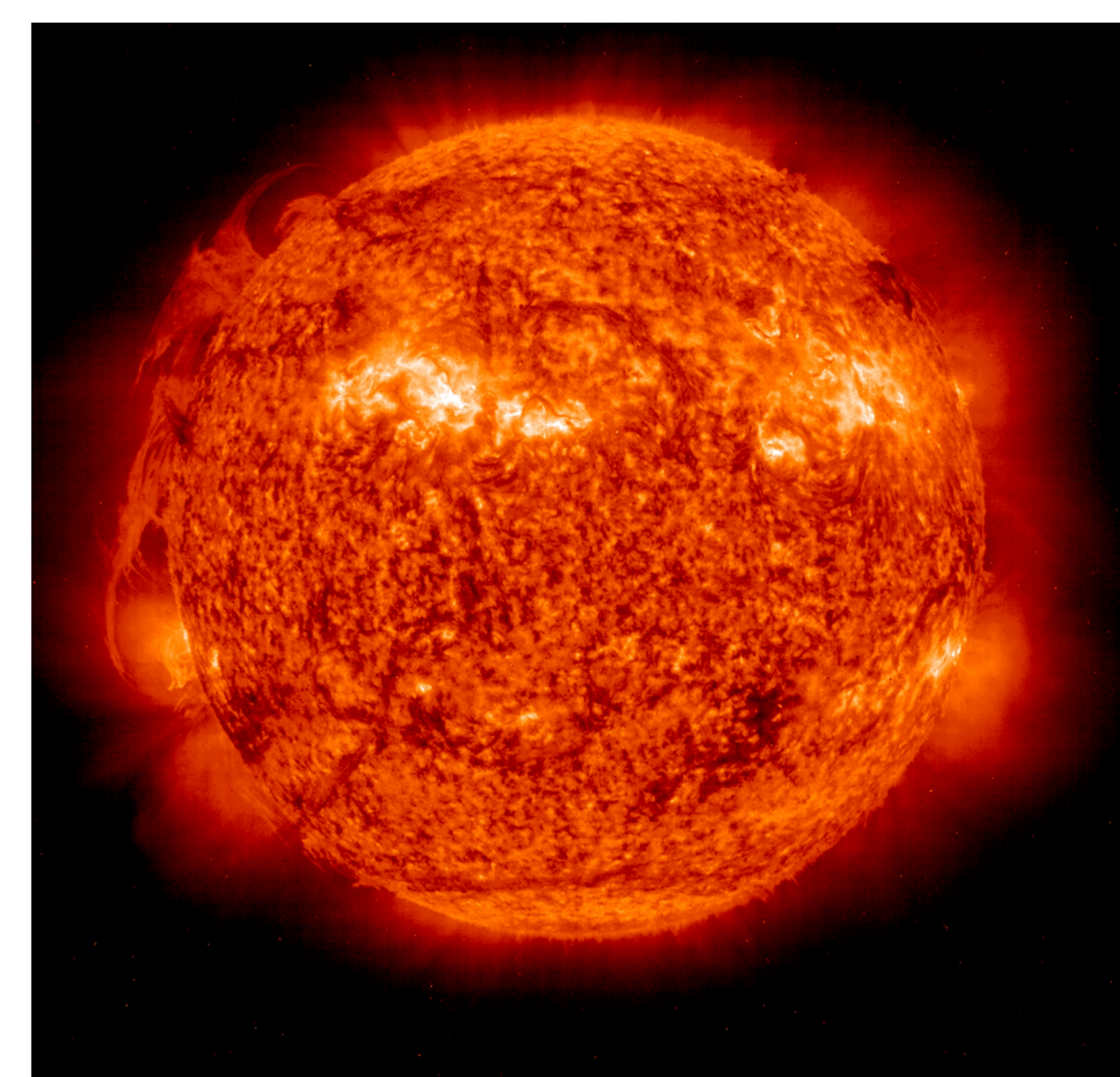
### Le plasma, « le 4ème état de la matière »

~ 99 % de la matière visible de l'Univers

### Qu'est-ce qu'un plasma ?

**Définition générale :** Ensemble de particules suffisamment excitées pour ne pas pouvoir se recombiner de manière stable.

**En particulier :** gaz ionisé globalement neutre.



<http://sohowww.nascom.nasa.gov/gallery/bestofsoho.html>

### Mais où se cachent-ils ?

#### – Les plasmas naturels

- « Sur Terre » : la foudre, les aurores boréales, l'ionosphère, le plasma formé à l'avant d'un engin spatial qui revient dans l'atmosphère.
- Dans l'espace : le vent solaire, les étoiles (le Soleil, par exemple), les nébuleuses, dans les milieux interplanétaire, interstellaire, intergalactique.

#### – Les plasmas industriels

Ecran plasma (télévision...), lampes fluorescentes (néons...), boule à plasma, propulsion de fusées, recherche en fusion nucléaire.