

### 1. Le laser de ChemCam

a. Deux propriétés du laser à choisir parmi les suivantes :

- la lumière émise est monochromatique,
- il présente une très grande puissance par unité de surface,
- un laser émet un faisceau lumineux directif,
- il permet une concentration temporelle de l'énergie

b. D'après le document 1, le laser émet un rayonnement de longueur d'onde égale à 1067 nm, donc supérieure à 800 nm : il s'agit d'un rayonnement infrarouge et non pas de la lumière visible

c. Afin d'obtenir une irradiance suffisante pour créer un plasma, le document 1 nous indique qu'elle doit être supérieure à 1,0 GW.cm<sup>-2</sup>.

L'irradiance correspond aussi à la puissance par unité de surface s'exprimant donc par la relation

$$I = \frac{P}{S} \quad \text{Avec } P : \text{puissance en GW} \quad \text{et } S : \text{surface irradiée en cm}^2 \quad \text{d'où } I : \text{irradiance en GW/cm}^2$$

- Calculons la surface S irradiée en cm<sup>2</sup> :  
 $D = 350 \mu\text{m} = 350 \times 10^{-6} \text{m} = 350 \times 10^{-6} \times 10^{-2} \text{cm} = 350 \times 10^{-4} \text{cm}$   
 D'où  $S = \pi \times (D/2)^2 = \pi \times (350 \times 10^{-4} / 2)^2 = 9,62 \times 10^{-4} \text{cm}^2$

- Calculons la puissance P du laser :

$$P = \frac{E}{\Delta t} \quad \text{Avec } E = 15 \text{mJ} = 15 \cdot 10^{-3} \text{J} \quad \text{et } \Delta t = 5 \text{ns} = 5 \cdot 10^{-9} \text{s}$$

$$\text{Donc } P = 15 \cdot 10^{-3} / (5 \cdot 10^{-9}) = 3 \cdot 10^6 \text{W}$$

Et pour finir  $I = P/S = 3 \cdot 10^6 / 9,62 \cdot 10^{-4} = 3 \cdot 10^9 \text{W/cm}^2 = 3 \text{GW/cm}^2$  (G correspond à 10<sup>9</sup>)

L'irradiance est **supérieure à 1,0 GW/cm<sup>2</sup>**. Les caractéristiques du laser de Chemcam permettent donc bien d'obtenir une irradiance suffisante pour créer des plasmas.

### 2. Test de fonctionnement de l'analyseur spectral de ChemCam.

a. Chaque atome (ou ion) possède des **niveaux d'énergie E qui lui sont propres** (comme celui de l'élément calcium donné au document 2) : on dit que l'énergie d'un atome est quantifiée (les niveaux ne sont pas les mêmes d'un atome à un autre)

La désexcitation spontanée d'un niveau d'énergie E<sub>2</sub> à un niveau d'énergie E<sub>1</sub> tels que

$$\Delta E = E_2 - E_1 \text{ s'accompagne de l'émission d'un photon d'énergie } \Delta E = \frac{h \cdot c}{\lambda}$$

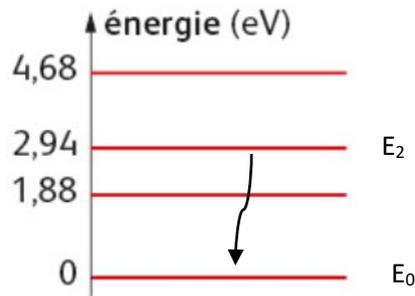
Les niveaux d'énergie étant différents d'un atome à l'autre, les **longueurs d'ondes λ des radiations émises seront différentes**. Ceci explique pourquoi deux atomes (ou ions) différents ne donnent pas le même spectre d'émission. Chaque spectre est unique et constitue « la carte d'identité » ou « l'empreinte digitale » de l'élément.

b. D'après la relation  $\Delta E = \frac{h \cdot c}{\lambda} = 6,63 \cdot 10^{-34} \times 3,00 \cdot 10^8 / 423 \cdot 10^{-9} = 4,70 \cdot 10^{-19} \text{J}$  ( $\lambda = 423 \text{nm} = 423 \cdot 10^{-9} \text{m}$ )

$$1,6 \cdot 10^{-19} \text{J} = 1 \text{eV} \text{ donc par proportionnalité}$$

$$4,70 \cdot 10^{-19} \text{J} = 4,70 \cdot 10^{-19} \times 1 / 1,6 \cdot 10^{-19} = 2,94 \text{eV}$$

Cela correspond donc à la **transition énergétique** entre le deuxième niveau excité  $E_2$  et le niveau fondamental  $E_0$  :  $E_2 - E_0 = 2,94$  eV



c. La roche témoin analysée par Chemcam contient l'élément calcium.

Si l'analyseur spectral de Chemcam fonctionne bien, nous devons retrouver dans le spectre d'émission atomique du document 3, les longueurs d'onde des raies d'émission de l'élément calcium présentées dans les données. Ceci est en effet le cas :

Longueur d'onde des raies d'émission de l'élément Ca (doc.3)(nm)	394	397	423	443	444	446
Correspondance dans le spectre de la roche témoin (données)	C	D	F	J	K	L

**Doc.3** Spectre d'émission atomique de la roche témoin

