



La Fusion avec WEST - Jeux et coloriages

Julien Hillairet, Christophe Roux

► To cite this version:

| Julien Hillairet, Christophe Roux. La Fusion avec WEST - Jeux et coloriages. 2019. cea-02314868

HAL Id: cea-02314868

<https://cea.hal.science/cea-02314868>

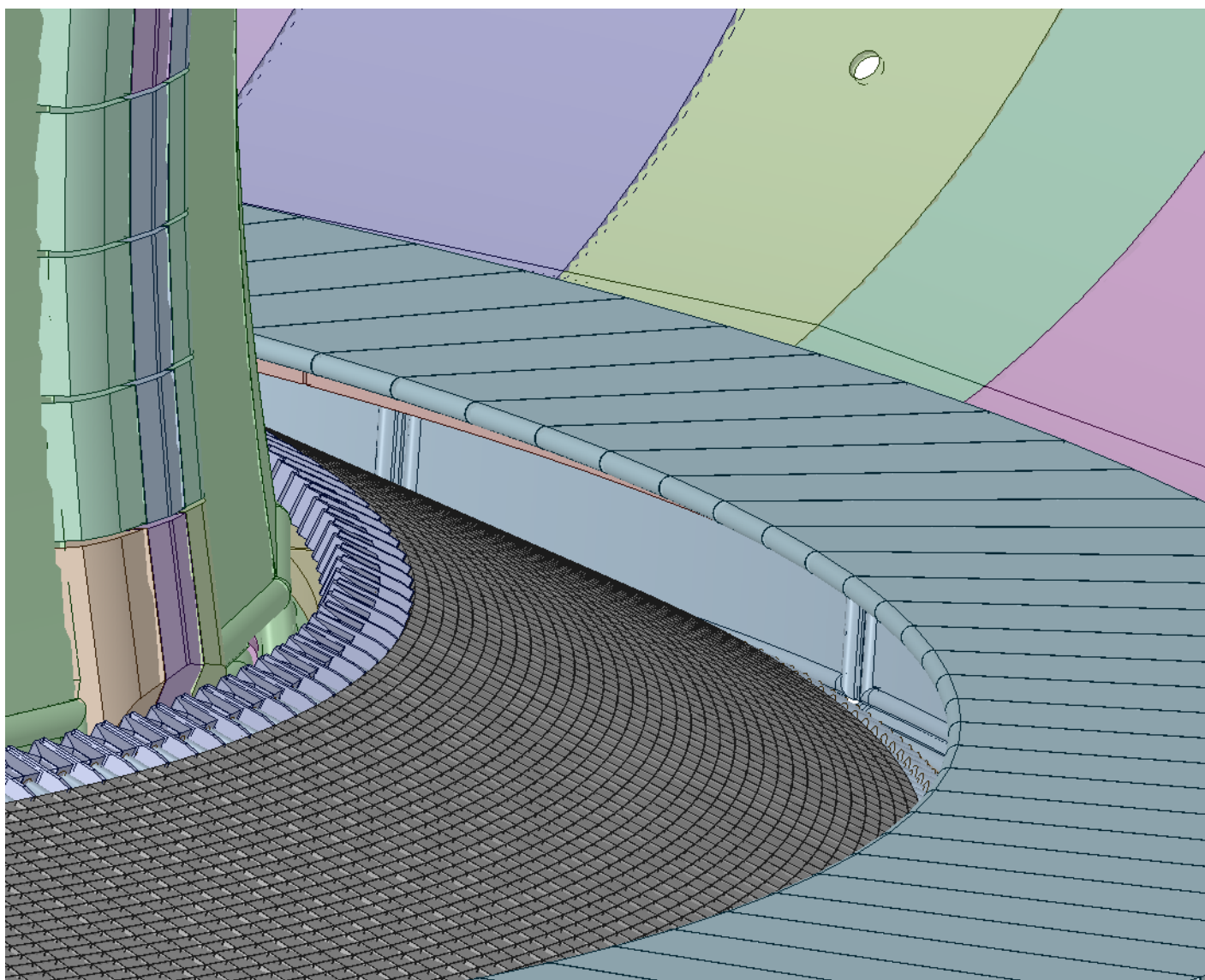
Submitted on 14 Oct 2019

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.

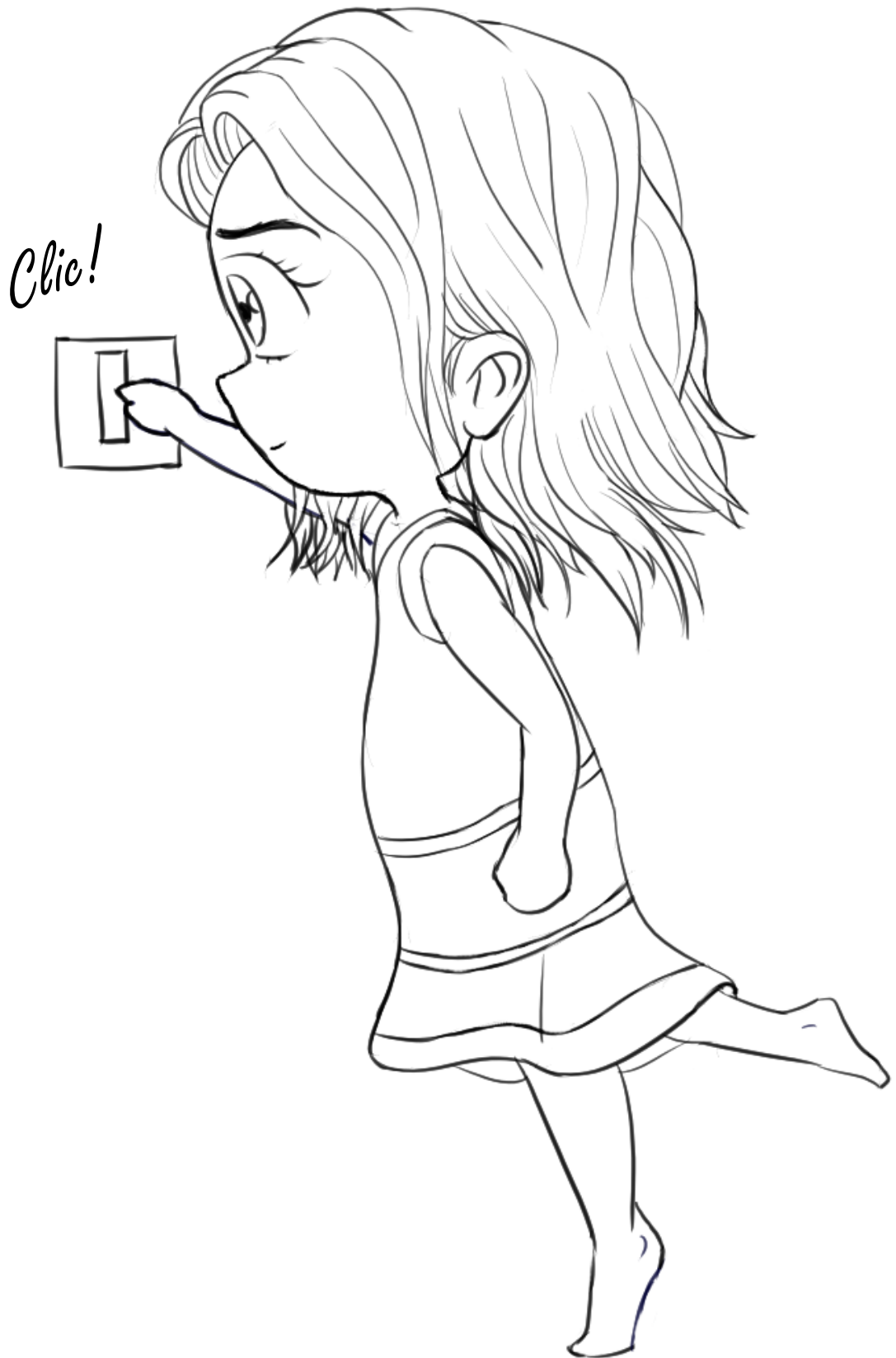
L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

La Fusion avec WEST

Jeux et coloriages



*Sais-tu d'où vient l'électricité qui te
permet d'allumer la lumière?*

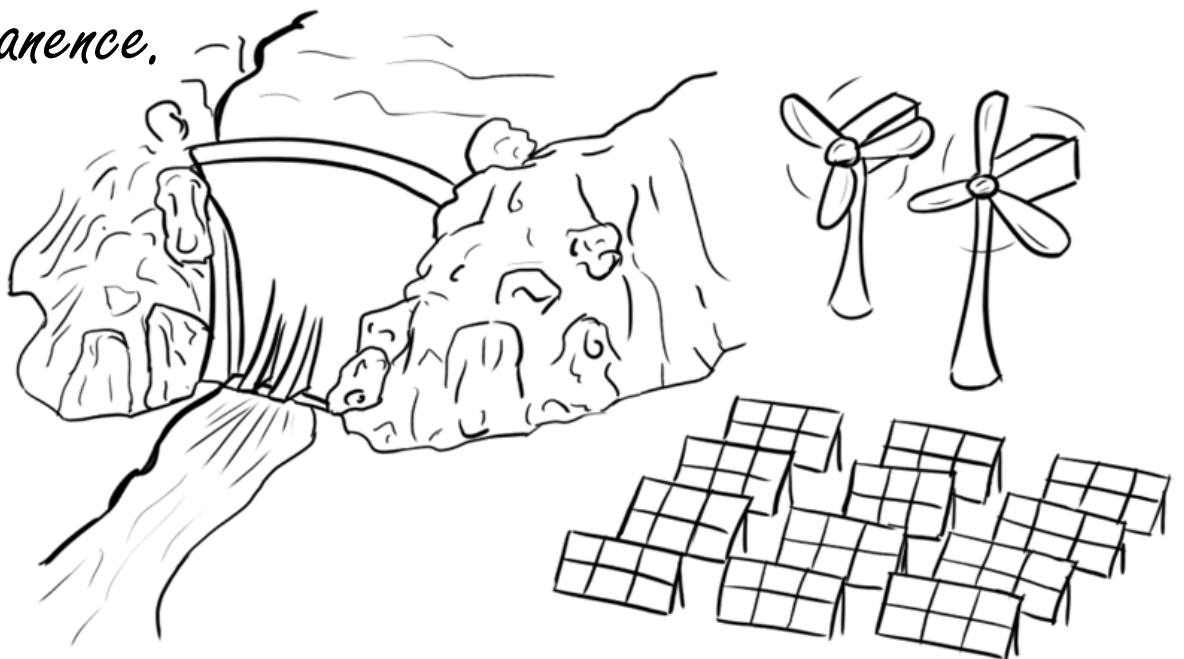


Cette électricité provient de centrales électriques.

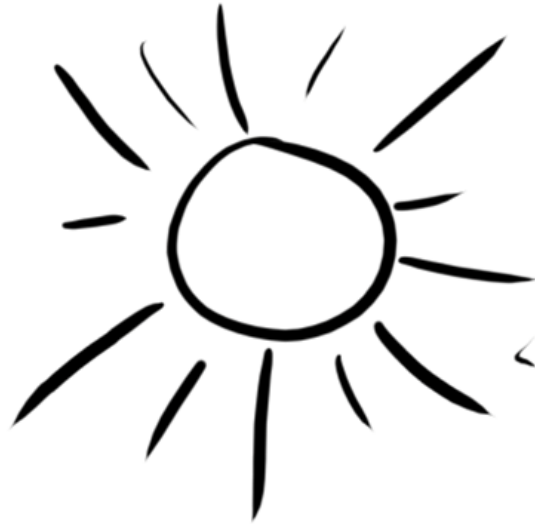
Certaines fonctionnent tout le temps, de jour comme de nuit. Mais ces centrales produisent des déchets difficiles à gérer ou elles polluent la planète.



D'autres fonctionnent grâce à l'énergie du vent, du soleil ou de l'eau, mais elles ne peuvent pas fonctionner en permanence.



Pourtant, ça serait chouette si on pouvait profiter de l'énergie du soleil pour produire de l'électricité tout le temps, même la nuit!



Les scientifiques pensent que c'est possible ! Il faudrait pour cela reproduire l'énergie du soleil dans une centrale.

C'est intéressant, car on pourrait utiliser de l'eau de mer pour faire fonctionner cette centrale. Et de l'eau de mer, il y en a beaucoup sur Terre !



Avec l'équivalent du contenu d'une petite bouteille d'eau, on pourrait fournir assez d'énergie pour une maison pendant un mois !

*Mais comment faire pour
réaliser cette machine ?*



*Au coeur du soleil, des particules
de gaz rentrent en collision et
s'assemblent.*

On dit qu'elles fusionnent.



*Cette fusion produit beaucoup d'énergie, et c'est pour
cela que le soleil est très chaud et qu'il brille si fort.*

Mais pour que cette fusion se produise, le gaz doit être très très chaud (plusieurs centaines de millions de degrés!).



Sur terre, obtenir de si grandes températures dans une machine, ce n'est pas simple, mais c'est possible!

Les chercheurs ont déjà construit plusieurs machines capables d'obtenir de si grandes températures, et même démontré qu'on pouvait produire de l'énergie de cette façon.

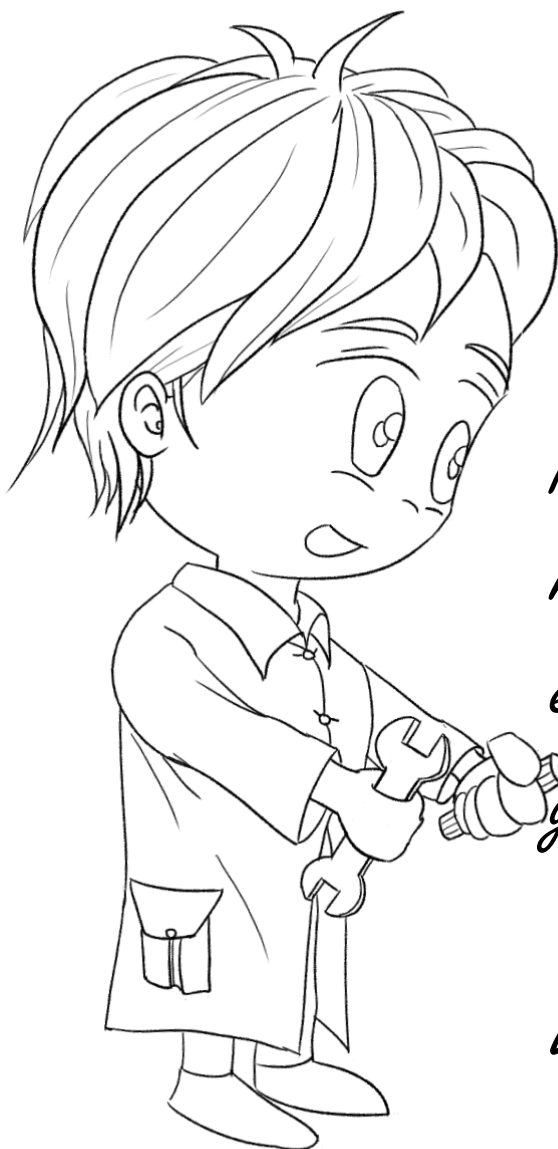
$$\nabla \times E = -\frac{1}{c} \frac{\partial B}{\partial t}$$

$$\nabla \cdot E = 4\pi\rho$$

$$\nabla \cdot B = 0$$

$$\frac{\partial \mathcal{L}_e}{\partial t} + v_e \cdot \nabla \mathcal{L}_e - e \left(E + \frac{v_e}{c} \times B \right) \cdot \frac{\partial \mathcal{L}_e}{\partial p} = 0$$

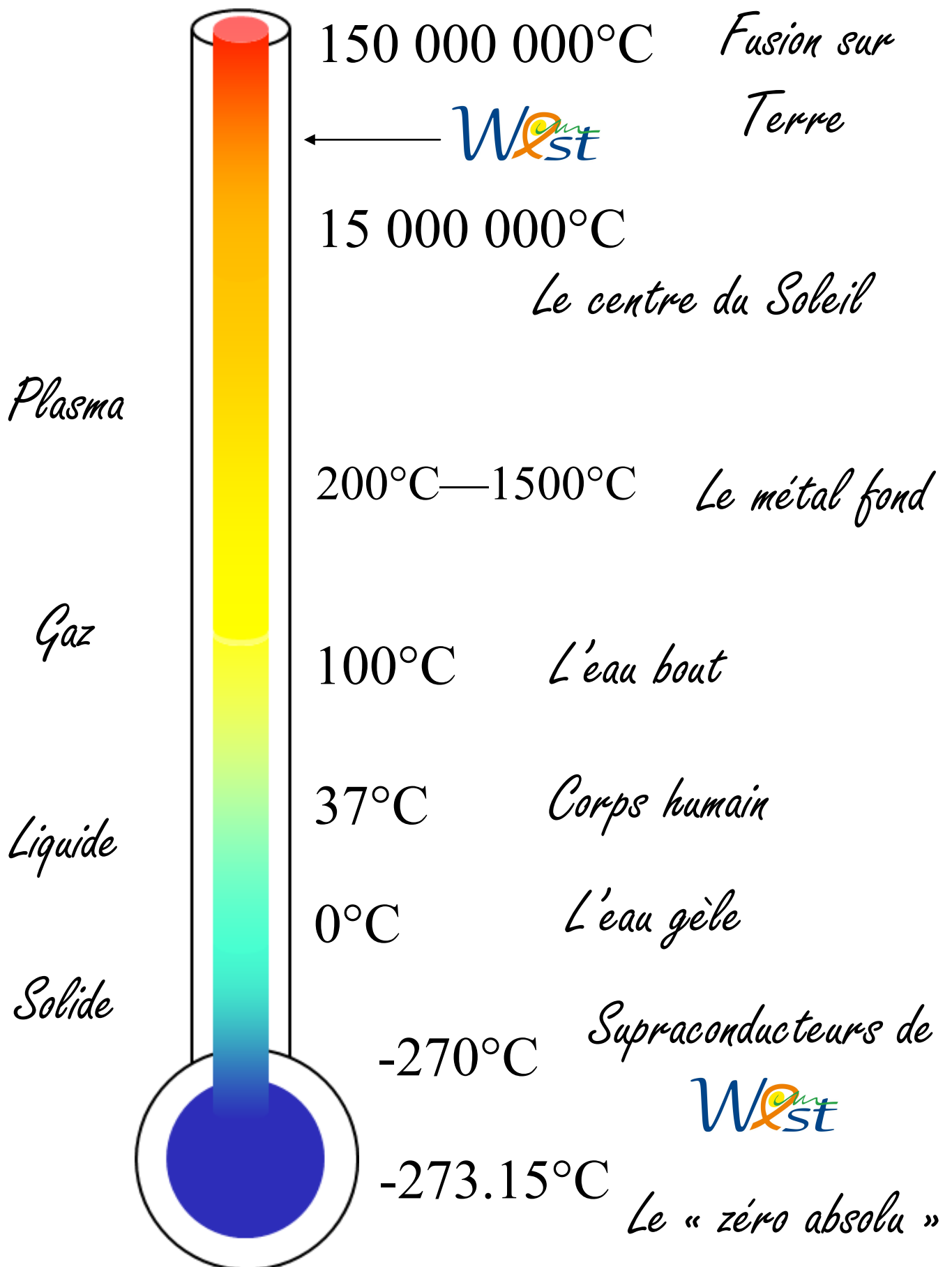
$$B = \frac{4\pi j}{c} + \frac{1}{c} \frac{\partial E}{\partial t}$$



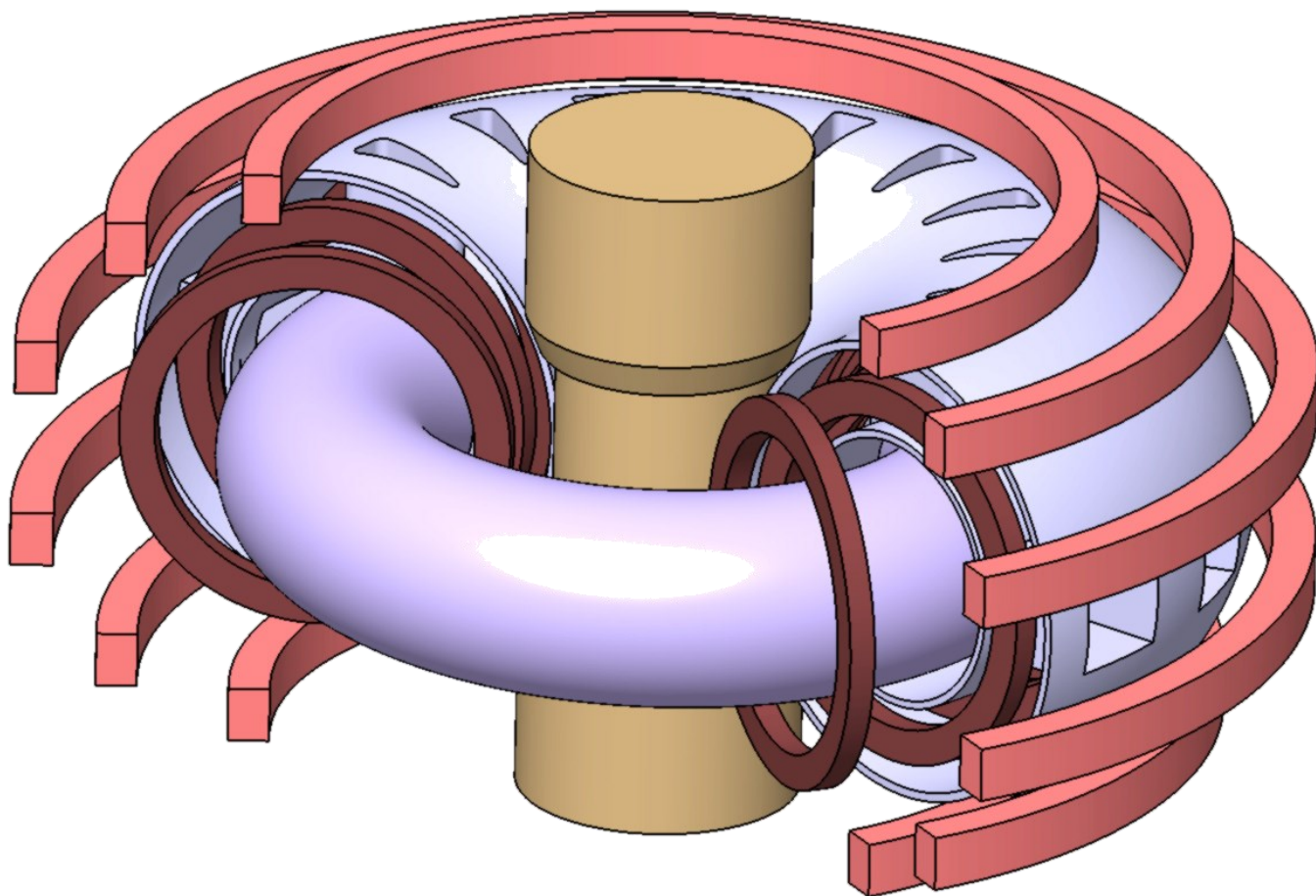
Mais pour l'instant, ces machines ne fonctionnent pas très longtemps et ne produisent pas assez d'énergie pour produire de l'électricité.

Les recherches continuent !

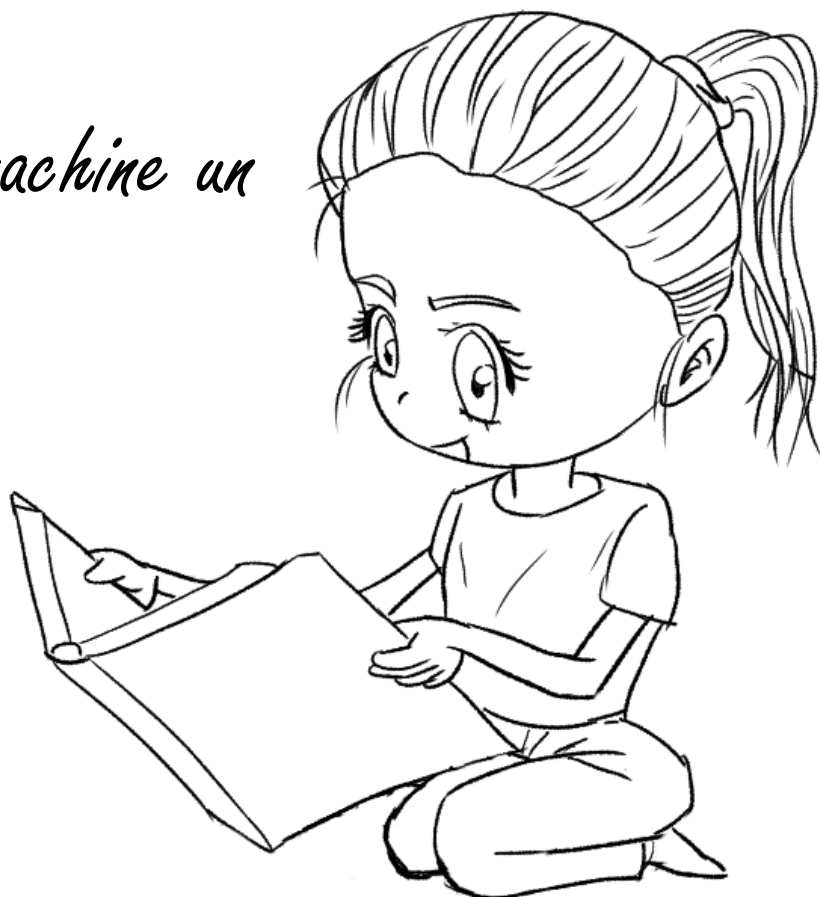
C'est chaud comment, le plasma de WEST ?

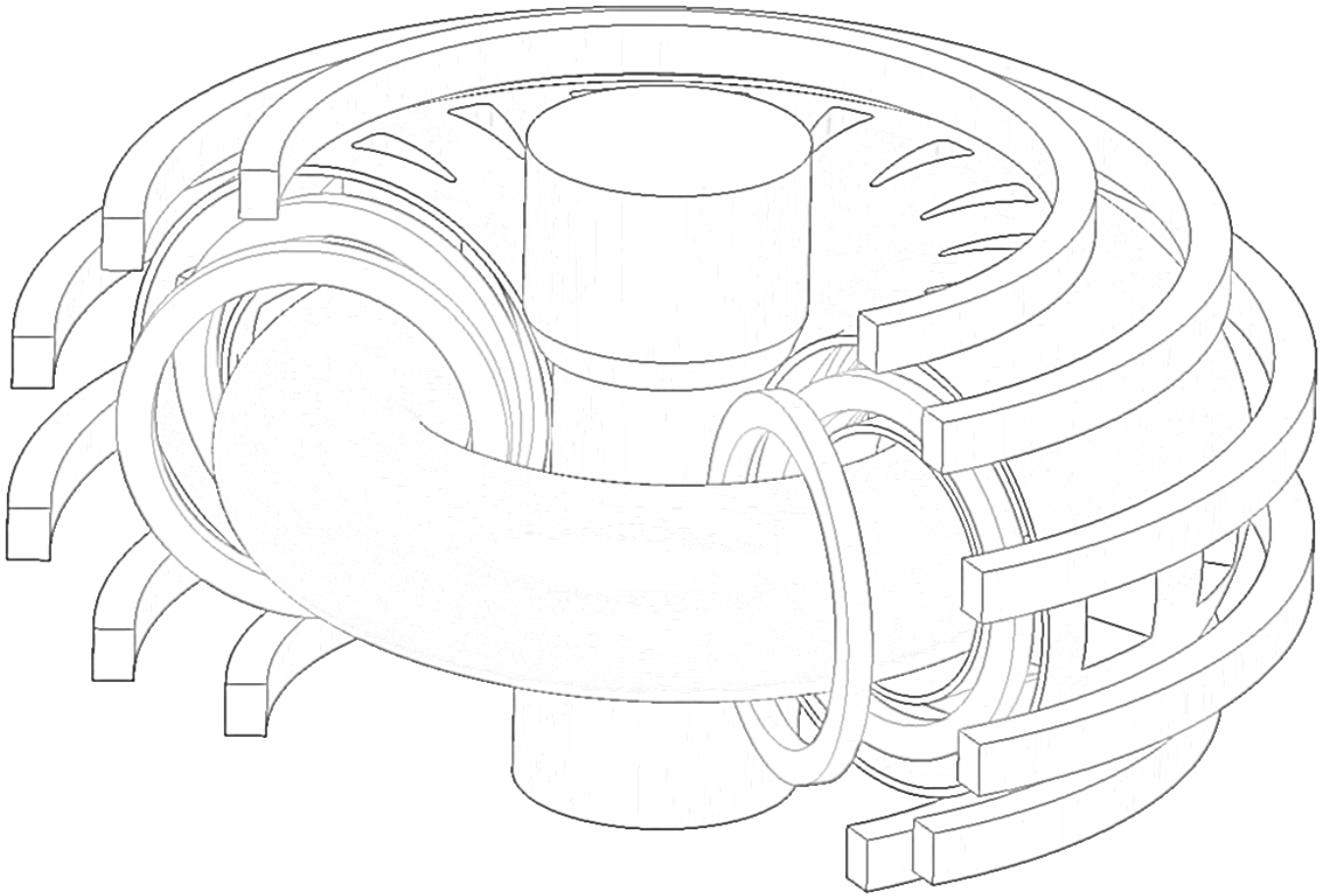


La machine West

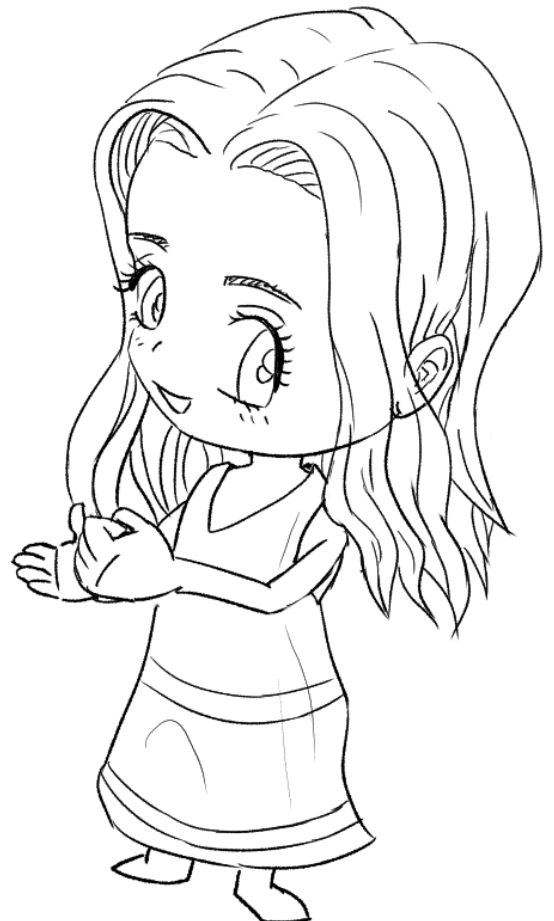


*On appelle cette machine un
« tokamak ».*

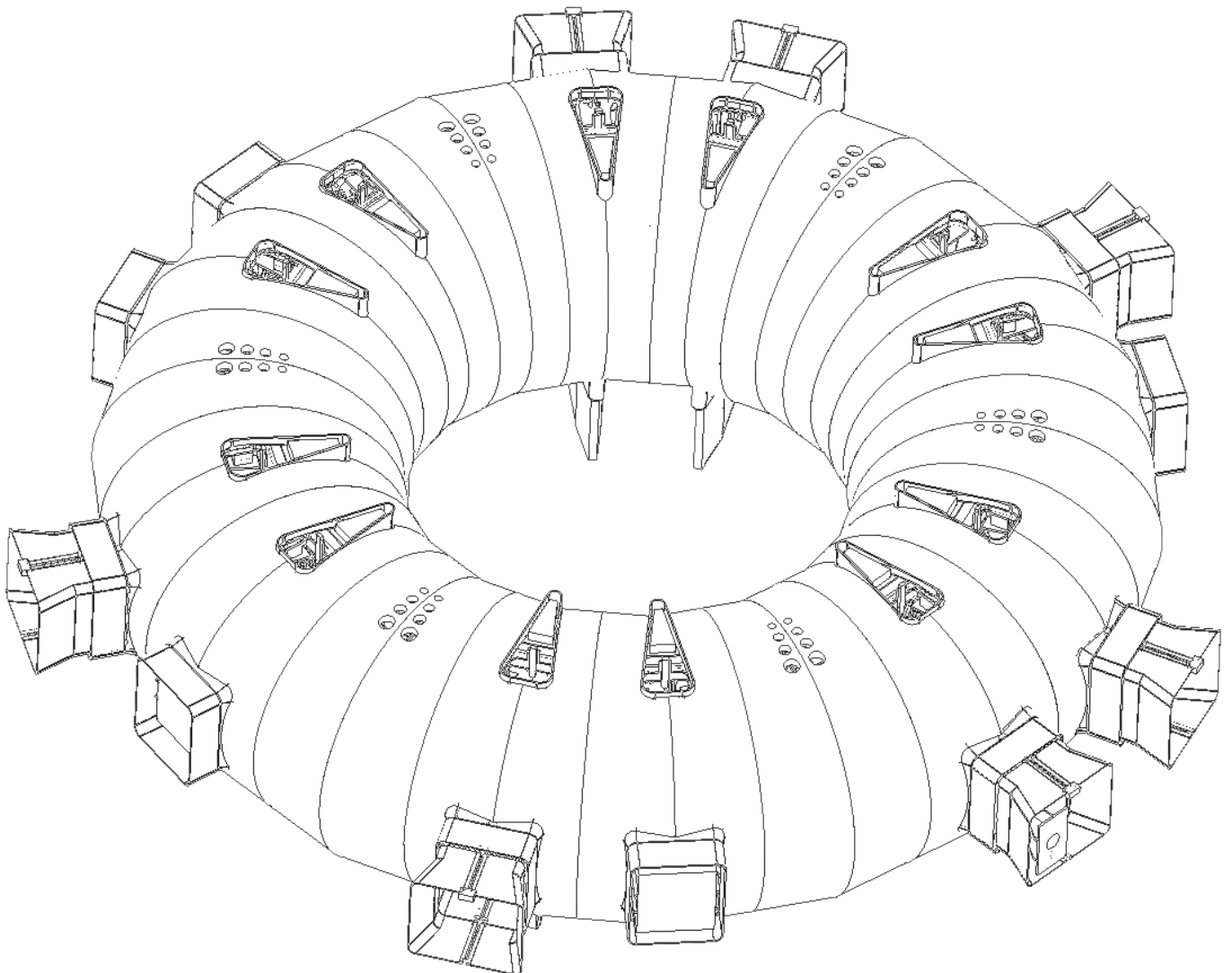
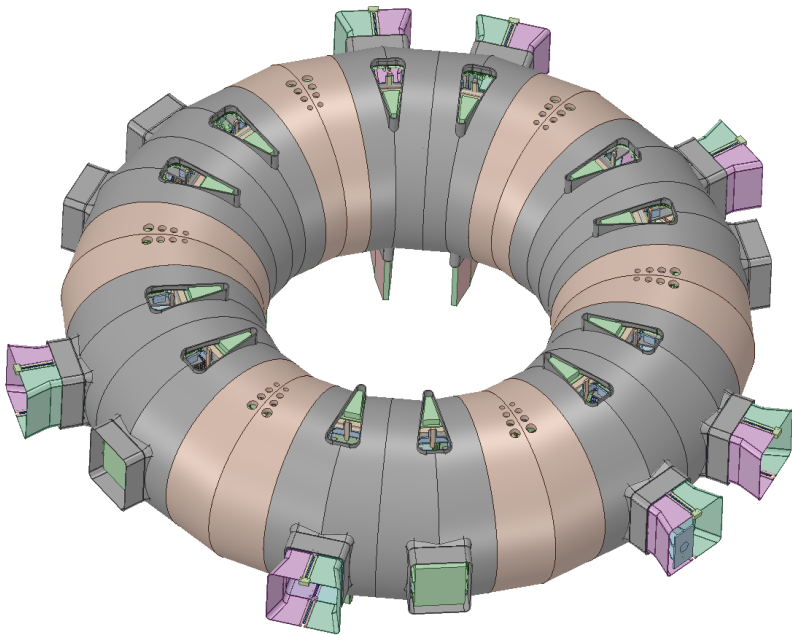




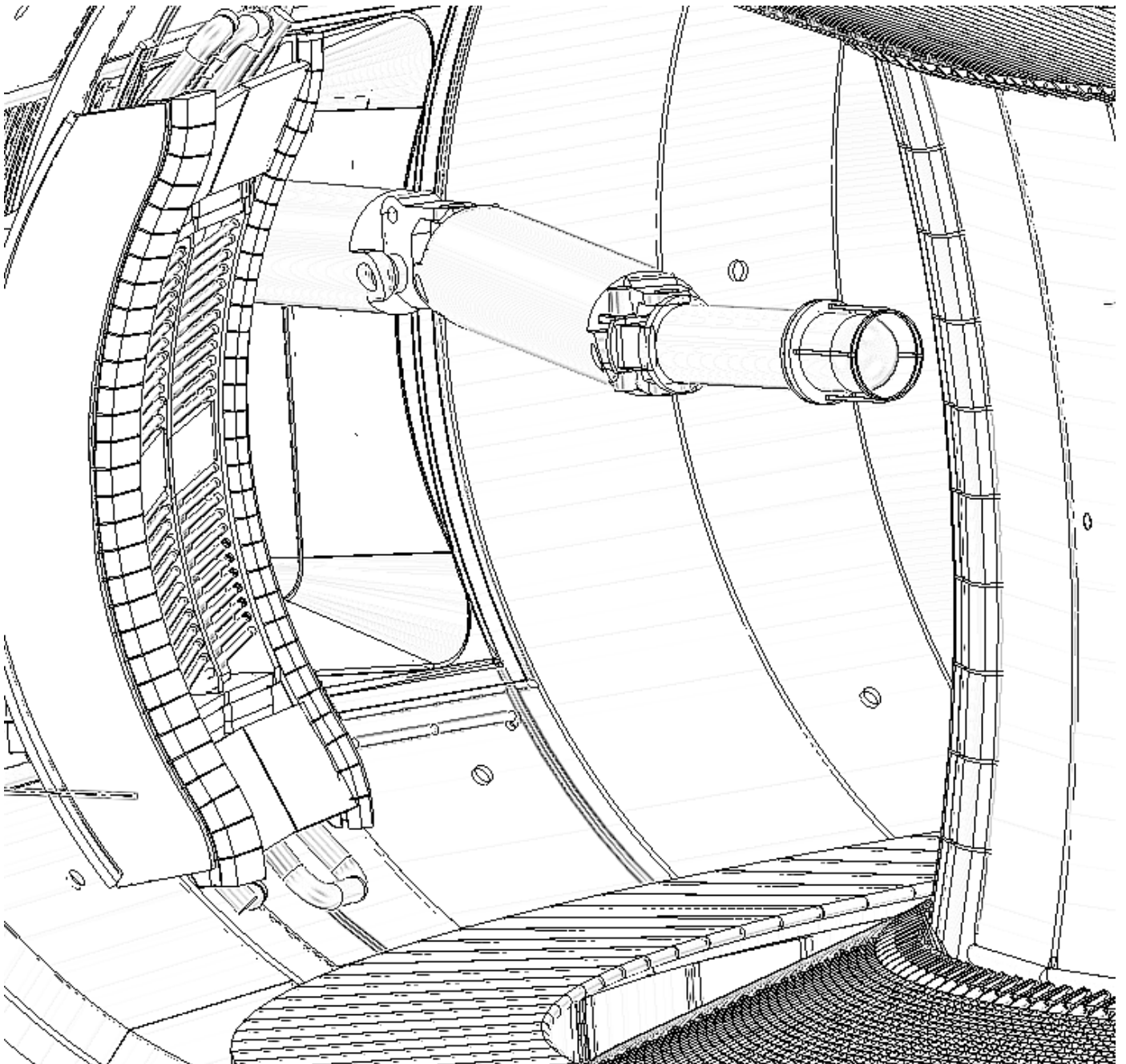
Les réactions de fusion, qui produisent beaucoup d'énergie, se font à l'intérieur de l'anneau de plasma central, qui est très chaud.



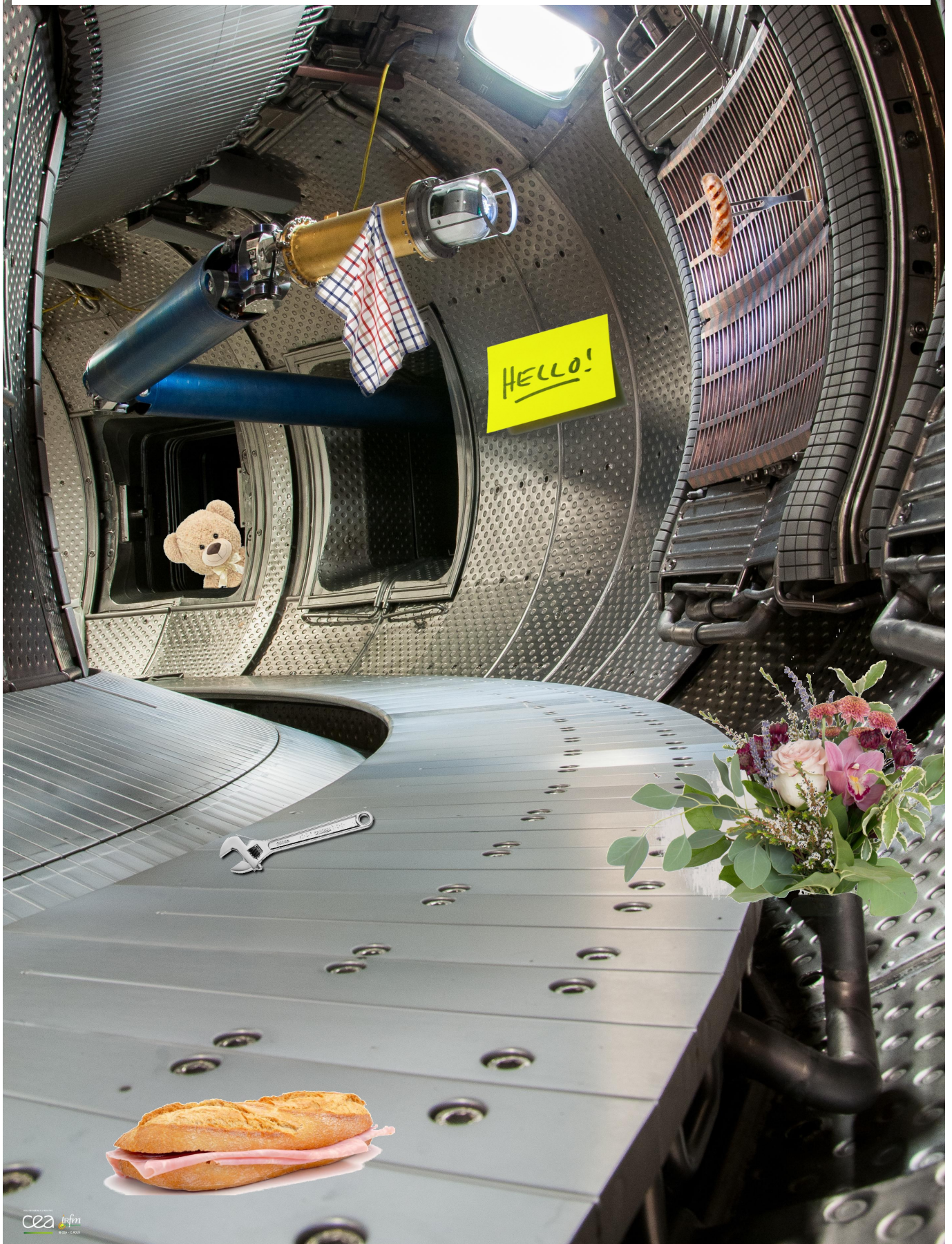
Colorie la chambre à vide de WEST



*Colorie le bras robot ALA qui inspecte
les composants de WEST*



Oups, 7 objets qui n'ont rien à faire à l'intérieur du tokamak WEST ont été oubliés... Retrouve-les !



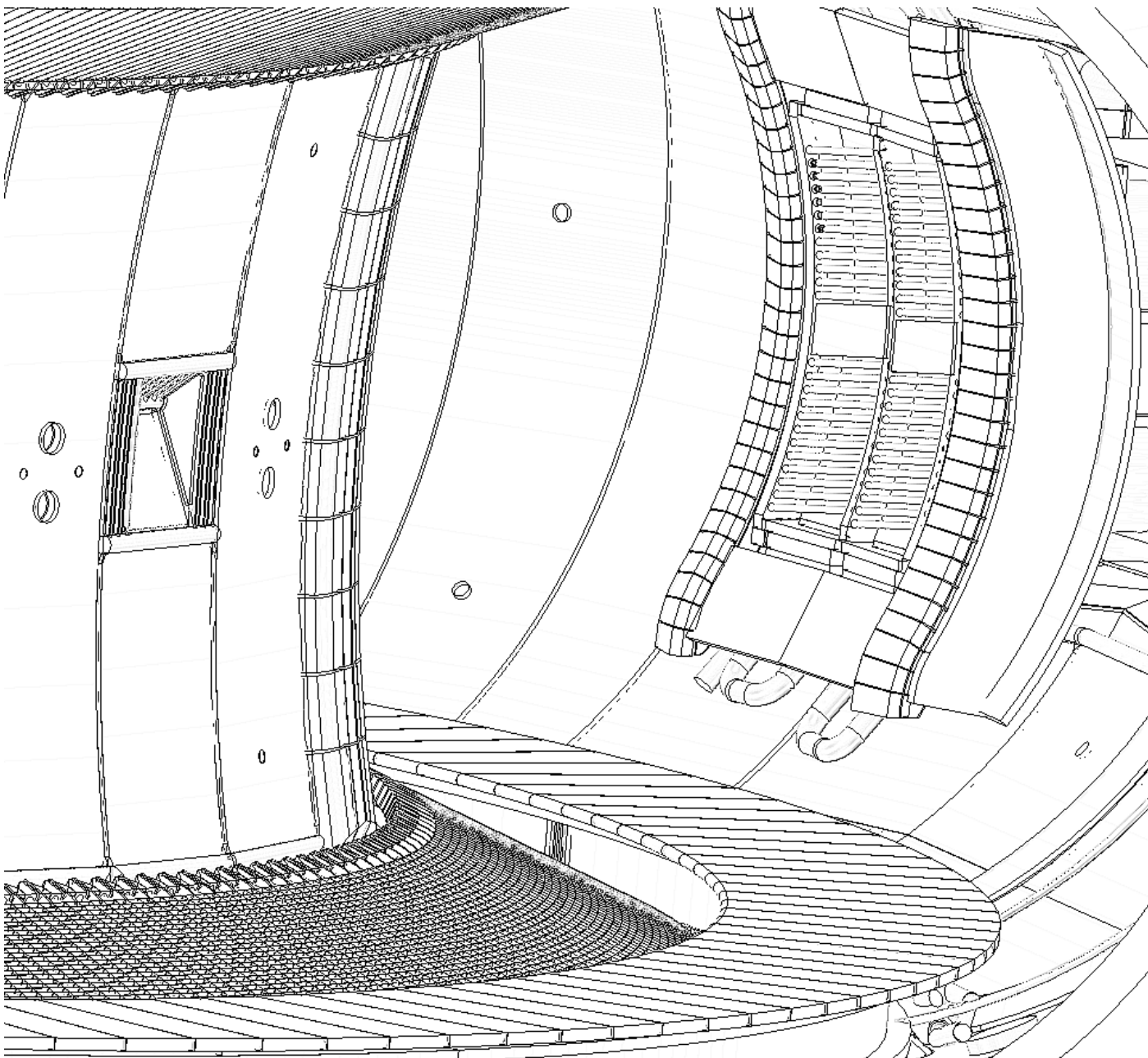
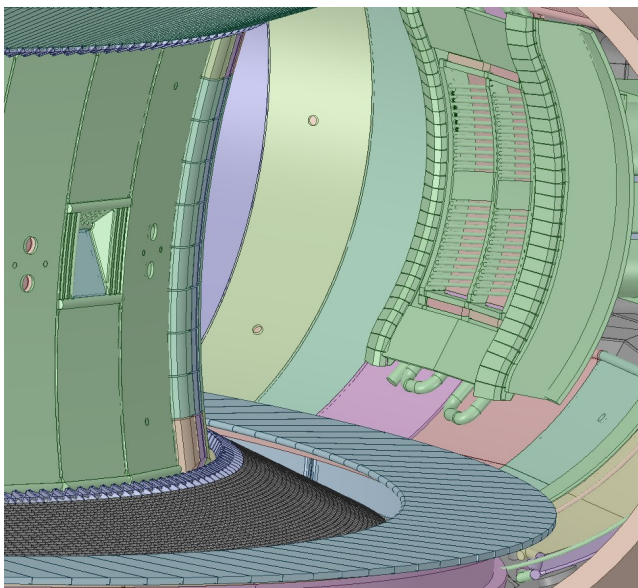
Retrouve les mots cachés dans la grille, de haut en bas, de gauche à droite ou en diagonale. Une même lettre peut être utilisée dans plusieurs mots à la fois.

ANTENNES
CRYOGENIQUE
DEUTERIUM
ENERGIE
FUSION
ITER
MAGNETIQUE
NOYAU

PLASMA
SUPRACONDUCTEUR
TEMPERATURE
TOKAMAK
TORE
TUNGSTENE
WEST

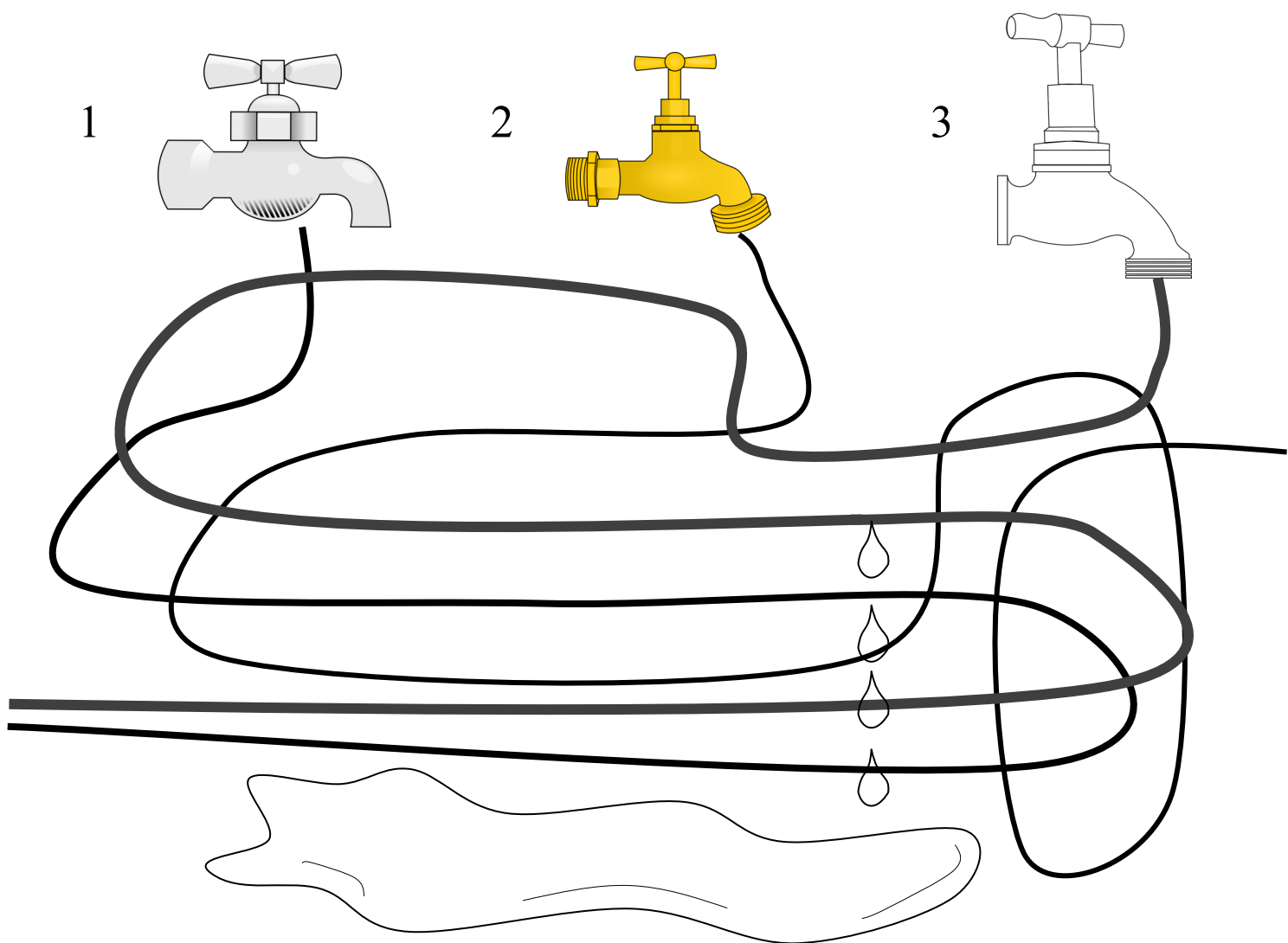
M	M	N	K	M	W	C	G	I	J	O	P	A	N	T	E	N	N	E	S
K	Z	P	K	H	S	S	H	B	N	L	J	R	U	Y	J	C	K	J	G
D	W	U	C	G	X	U	T	R	J	Ç	R	Y	P	A	J	Z	B	R	E
J	Q	N	E	Y	M	P	B	S	S	J	D	U	X	B	M	Y	I	Ç	F
E	G	G	A	P	B	R	Q	V	U	V	R	C	Q	E	A	Ç	I	S	T
L	H	V	W	P	Z	A	H	A	L	S	D	C	E	X	G	Q	O	Y	G
D	A	F	H	C	R	C	Y	J	J	G	E	D	M	N	N	B	E	I	S
Z	A	K	E	W	T	O	F	D	E	Z	U	V	C	D	E	D	B	D	H
Z	U	D	I	T	N	N	V	S	Y	E	T	L	H	T	T	R	P	Y	C
S	D	C	T	E	I	D	A	W	J	J	E	C	J	I	I	R	G	Q	S
O	D	R	E	M	G	U	V	Q	U	D	R	R	P	B	Q	Z	D	I	X
P	Z	Y	R	P	X	C	D	K	T	K	I	Q	E	K	U	C	Z	E	E
Y	Z	O	M	E	V	T	X	K	K	I	U	F	A	R	E	Q	N	W	M
Q	F	G	I	R	B	E	N	K	B	I	M	M	J	E	G	E	H	H	C
T	U	E	S	A	P	U	S	W	P	L	A	S	M	A	T	K	C	Y	G
Ç	S	N	N	T	S	R	I	E	Z	K	K	Ç	G	S	I	X	K	W	H
T	I	I	E	U	J	O	C	S	O	C	S	D	G	N	O	U	F	Ç	M
O	O	Q	H	R	S	O	O	T	X	W	Q	N	F	Ç	I	L	X	N	A
R	N	U	I	E	W	T	O	E	X	A	U	R	A	Z	F	J	Y	B	V
E	D	E	X	I	R	K	Ç	X	O	T	W	M	X	R	I	F	F	F	F

À l'intérieur du tokamak WEST



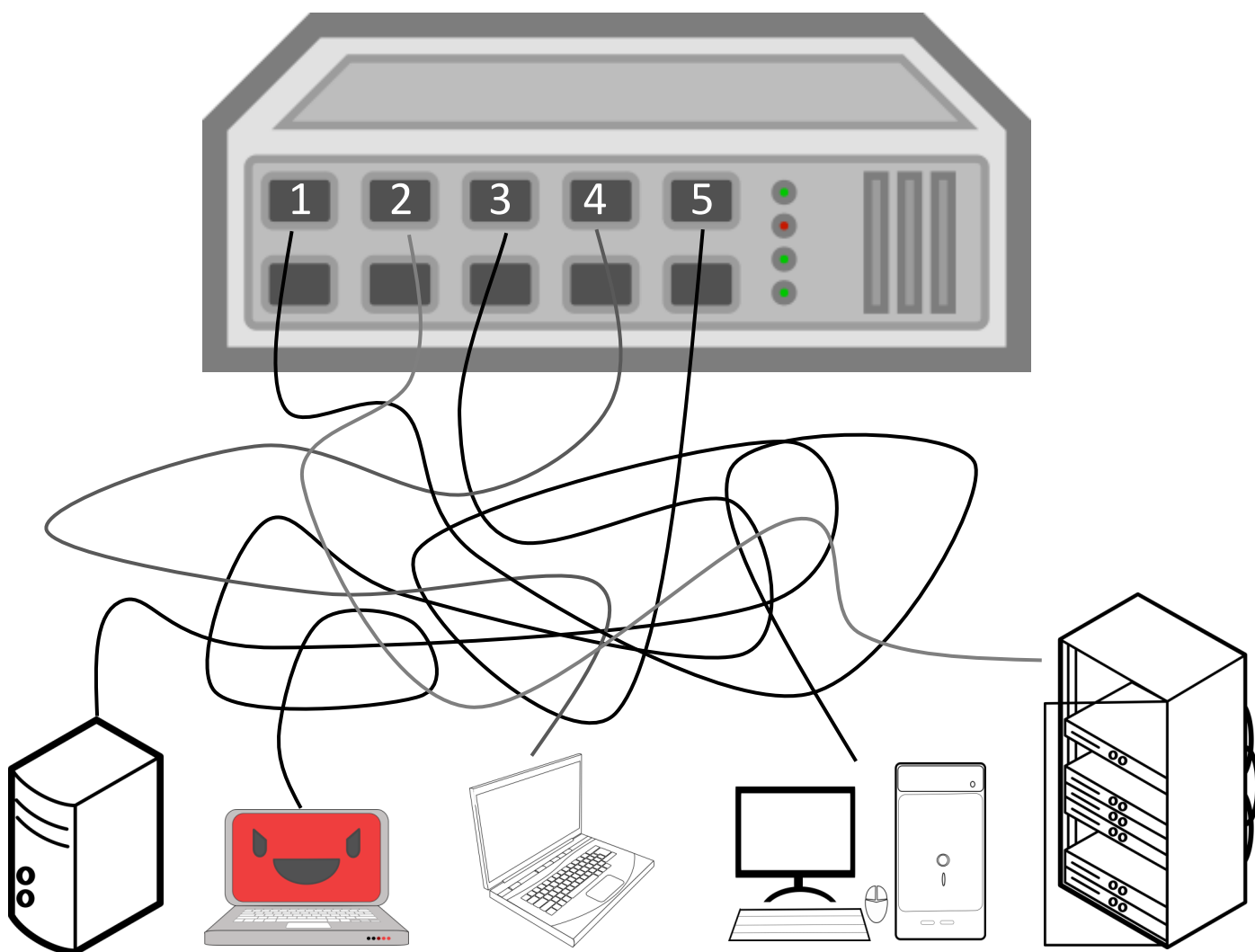
Il y a une fuite d'eau!

Aide-nous à trouver le robinet qu'il faut vite fermer!

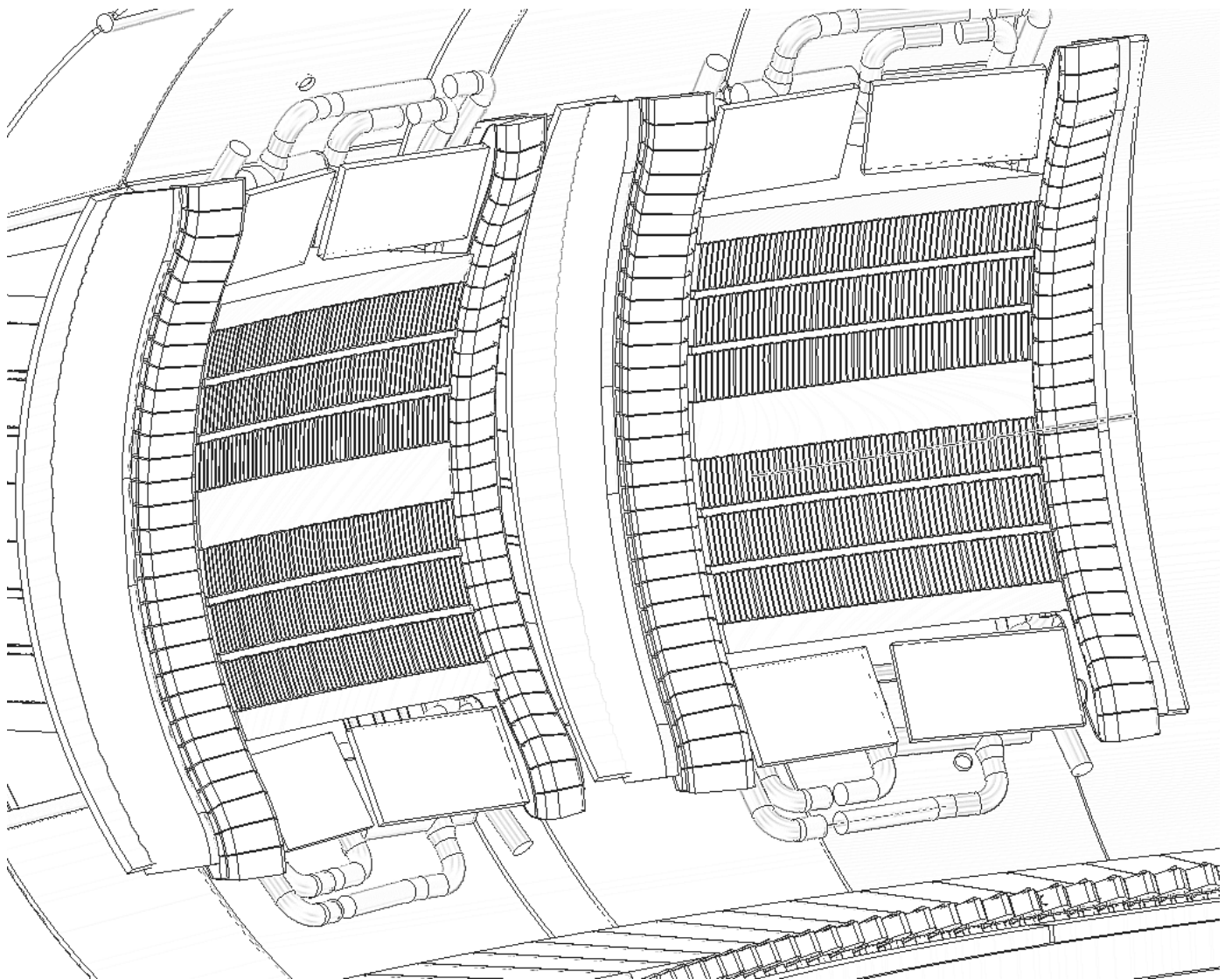
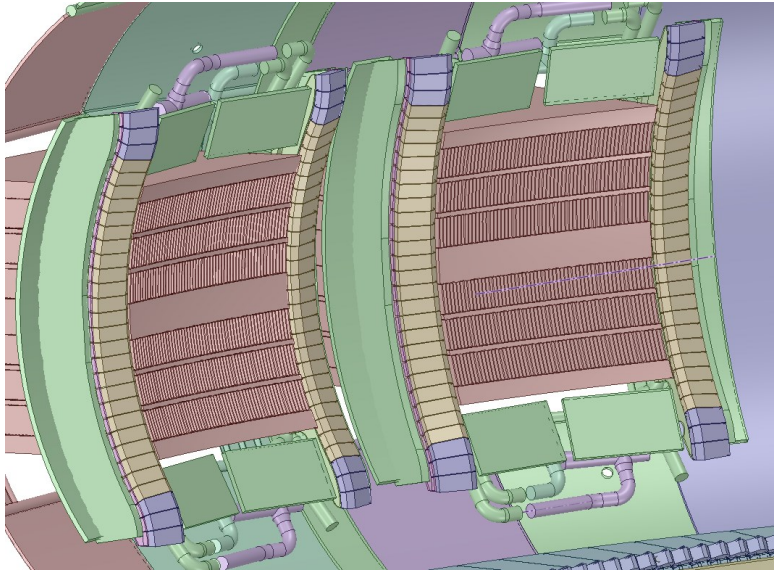


Un ordinateur est infecté par virus !

*Aide notre informaticien à trouver l'ordinateur
qu'il faut vite débrancher !*



Colorie les antennes de chauffage du plasma de WEST



*Le plasma s'est arrêté brutalement !
Aide Cara à mener l'enquête, comme
le font les chercheurs dans la salle
de contrôle de WEST.*

*À partir des trois indices qu'ils te
donnent ci-dessous, déduis sur la page
suivante l'explication la plus probable
de cet arrêt prématuré.*



*La température d'une
antenne était supérieure
à la limite autorisée*

Le nombre de particules était correct

J'ai mesuré une instabilité



Explication probable N°1

Explication probable N°2

Une consigne était en
dehors des limites
autorisées

Un arc électrique
est apparu devant
une antenne

Il y'a eu un pro-
blème avec une
bobine du
champ magné-

Une caméra a
mesurée une
température supé-
rieure à la limite
autorisée

Le nombre de parti-
cules dans le plasma
était incorrect

Le plasma est
pollué par des
impuretés

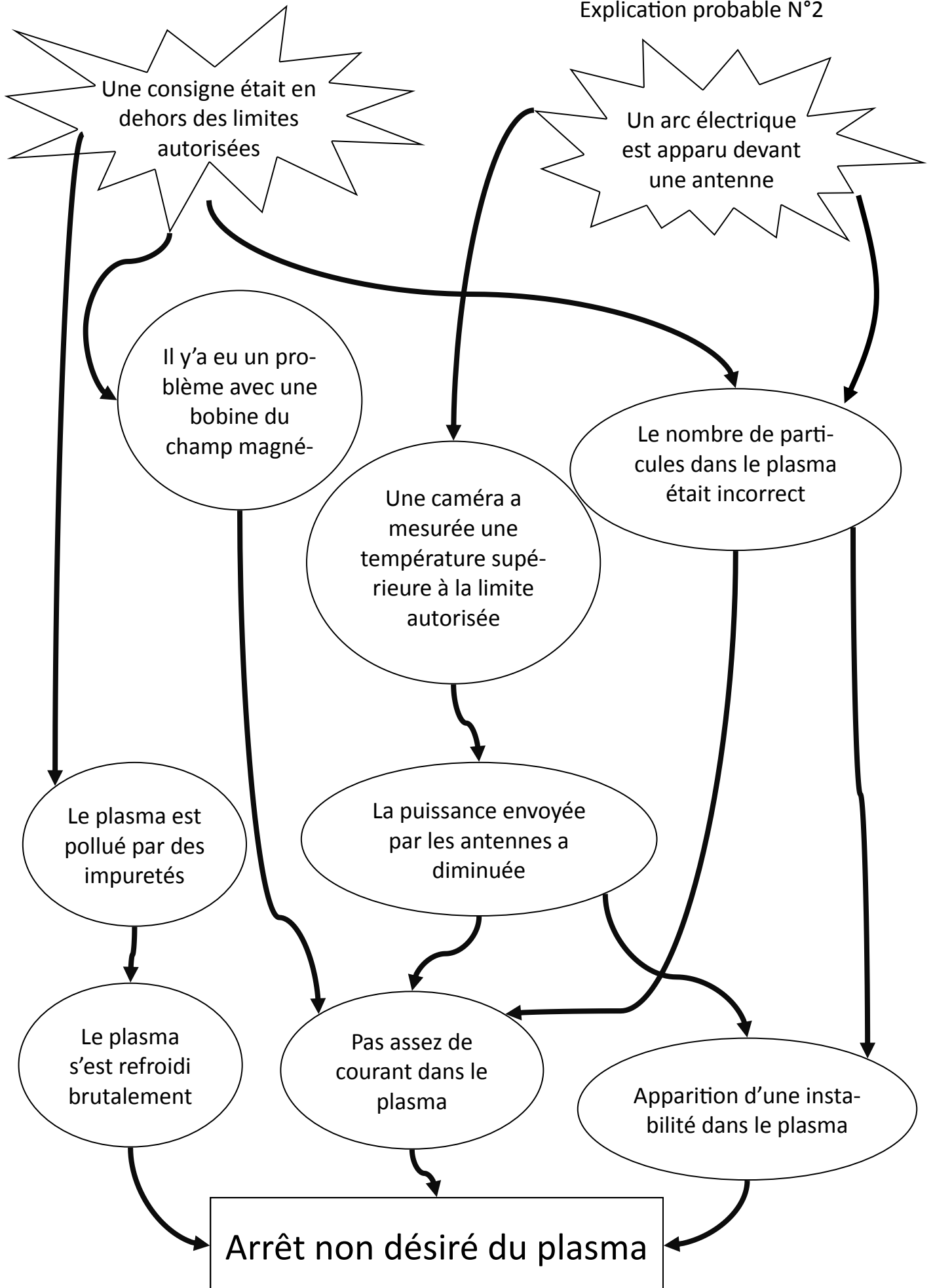
La puissance envoyée
par les antennes a
diminuée

Le plasma
s'est refroidi
brutalement

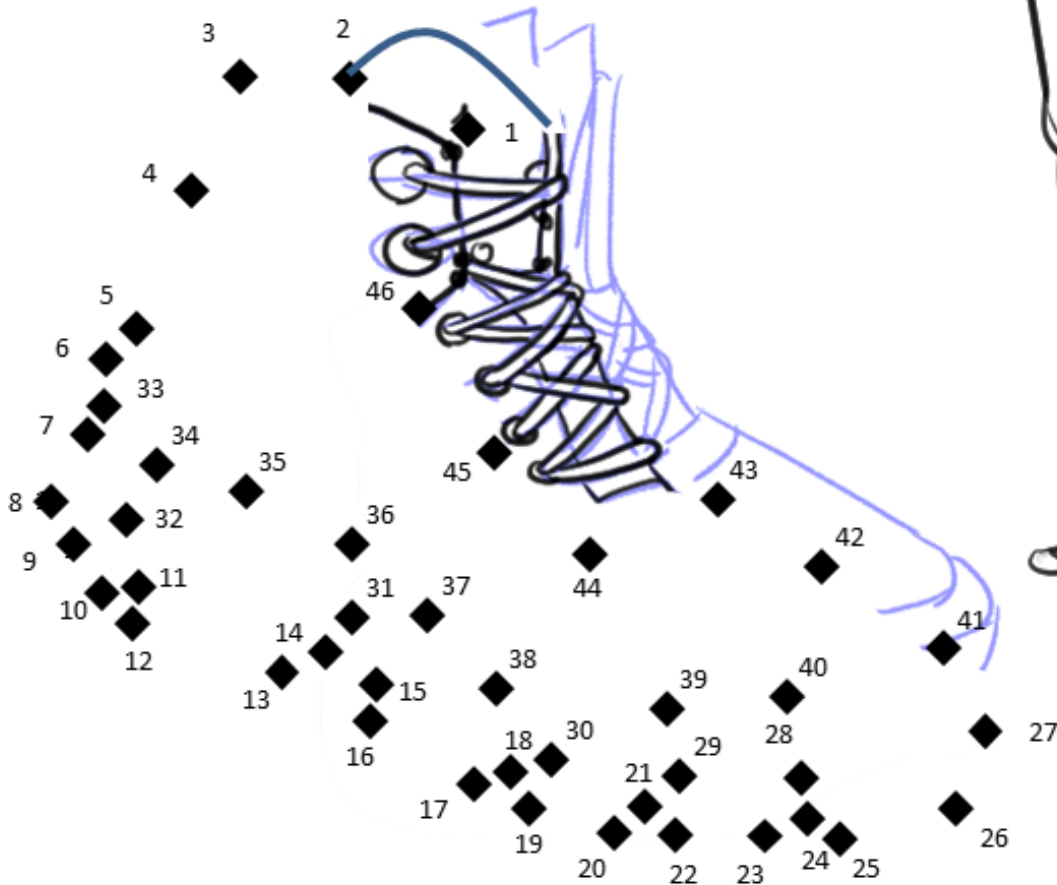
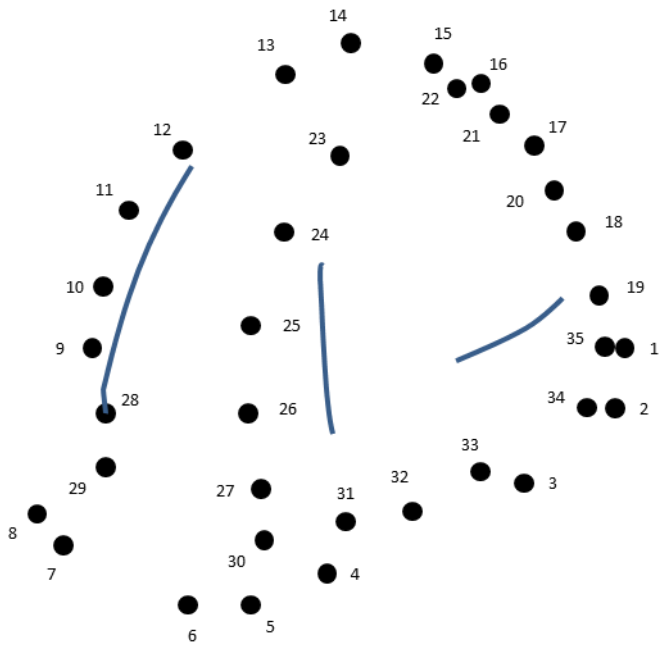
Pas assez de
courant dans le
plasma

Apparition d'une insta-
bilité dans le plasma

Arrêt non désiré du plasma



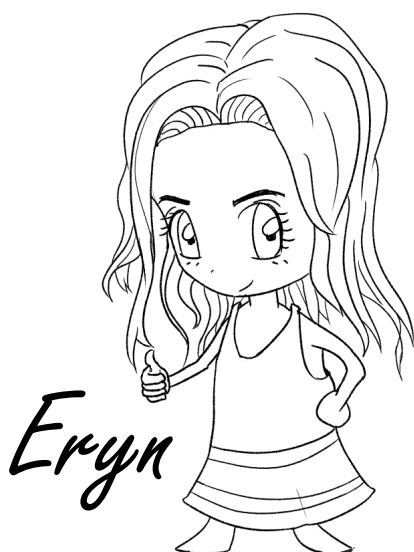
Relie les points pour savoir ce dont Cara a besoin avant de pouvoir travailler sur son diagnostic qui est installé sur la machine WEST





Institut de Recherche sur la Fusion
par confinement Magnétique

Les personnages de ce livret :



Eryn



Cara



Anis

