

3 <sup>ème</sup> L'énergie électrique	<b><u>PARAGRAPHE ARGUMENTE :</u></b> <b>La production d'électricité grâce au nucléaire est-elle une bonne solution ?</b>
--	---

### DESCRIPTIF DE SUJET DESTINE AU PROFESSEUR

<b>Objectif</b>	Initier les élèves de collège à l'argumentation scientifique dans la continuité de la formation scientifique dispensée au lycée.
<b>Déroulement</b>	<p><u>Durée</u> : 1 heure</p> <p>Cette activité peut donner lieu à une évaluation chiffrée selon les repères d'évaluation proposés à la suite du document. Mais elle peut également, selon le choix du professeur, être intégrée à la phase de formation.</p> <p>Dans la situation présentée, le travail a été évalué. Deux autres fiches (éolien et hydraulique) peuvent être utilisées en amont pour préparer les élèves.</p> <p>Les élèves sont seuls par table, et ont à leur disposition le tableau des connecteurs vus en français.</p> <p>Deux sujets sont distribués, les élèves sont soit pour, soit contre l'utilisation du nucléaire, mais cela leur est imposé.</p>
<b>Compétences mobilisées</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• S'approprier (APP)</li> <li>• Analyser (ANA)</li> <li>• Réaliser (REA)</li> <li>• Communiquer (COM) à l'écrit</li> </ul>
<b>Remarques</b>	<p><u>Sources</u> : Documents extraits de sites internet (voir document)</p> <p><u>Mise en œuvre particulière</u> :</p> <p>Dans le cadre de cette expérimentation, l'activité a été réalisée à la suite de la partie chimie, se concluant par l'étude des piles. Ce travail permet une entrée dans la partie électricité.</p> <p>Cette activité s'appuie sur un document englobant les différents aspects concernant la production électrique grâce aux centrales nucléaires. Selon l'aisance des élèves dans leur lecture et compréhension de documents écrits, deux versions de ce document sont envisageables, permettant ainsi de s'adapter aux capacités des élèves.</p> <p>Ce travail individuel peut se poursuivre par une phase de mutualisation en classe, sous forme de débat. Les échanges sont riches et permettent de développer les compétences liées à l'oral. Cette mutualisation amène à se rendre compte qu'il n'existe pas de solution unique ou binaire aux questions liées au choix énergétique.</p>
<b>Auteur</b>	Pierre CARRE – Collège Albert Camus – MONTBAZON (37)

## CONTEXTE

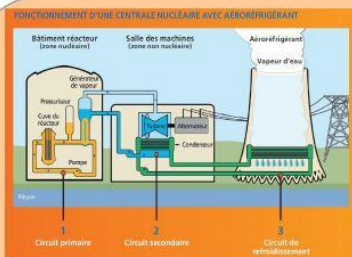
La question sur le choix énergétique réalisé par la France dans les années 1970, au moment du premier « choc pétrolier » amène souvent beaucoup d'échanges entre les partisans du nucléaire et les partisans de l'anti-nucléaire. Cette activité a pour objectif de construire un argumentaire pour ces deux convictions.

## VOTRE PORTE DOCUMENTS

### Doc 1 :

Version 1

### Fiche n°1 : La centrale nucléaire



Ces trois circuits opèrent des échanges thermiques entre eux tout en restant indépendants, pour éviter toute dispersion de substance radioactive à l'extérieur de la centrale.

#### le circuit primaire

Dans le réacteur, la fission nucléaire produit une grande quantité de chaleur, en produisant très peu de CO<sub>2</sub> (contrairement aux centrales thermiques classiques). L'eau chauffée à 320°C circule dans le circuit où elle est mise sous pression pour la maintenir à l'état liquide.

#### le circuit secondaire

Le circuit primaire chauffe le circuit secondaire par échange thermique. Dans le générateur de vapeur, l'eau du circuit secondaire se transforme en vapeur. Cette vapeur fait tourner une turbine couplée à un alternateur qui produit de l'électricité. L'électricité transite ensuite sur les lignes à très haute tension à partir du transformateur.

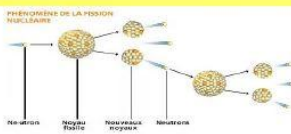
#### le circuit de refroidissement

L'eau de ce troisième circuit refroidit le circuit secondaire à travers un condenseur alimenté par de l'eau de provenance de la mer ou d'un fleuve. Cette eau peut également être refroidie au contact de l'air dans un aérorefrigérant.

Ce type de centrale peut fonctionner quasiment en continu. Le nombre de réacteurs en fonctionnement peut être, en temps réel, régulé en fonction de la demande énergétique. 7g d'uranium produisent autant d'énergie qu'une tonne de charbon.

#### La source de chaleur : la fission nucléaire

Lors de la fission nucléaire, un neutron est projeté sur un atome d'uranium, le noyau. En se cassant, ce last-ci libère deux ou trois neutrons qui vont à leur tour aller frapper d'autres noyaux. C'est ce que l'on appelle la réaction en chaîne, qui produit de la chaleur.



# 235

Le combustible : l'uranium. On utilise l'uranium dit « 235 » parce qu'il est le seul atome fissile (susceptible de subir la fission) naturel. Il existe dans la nature en proportion insuffisante; il doit donc être « enrichi » afin d'augmenter le nombre d'atomes. L'uranium se transforme alors en oxyde d'uranium, utilisé comme combustible dans les centrales. Lors de la combustion, l'oxyde d'uranium est comprimé en pastilles cylindriques enfermées dans des gaines métalliques étanches et placées dans des tubes appelés « crayons ».



#### Le nucléaire prépondérant en France

D'après la World Nuclear Association, la France, en 2010, a produit 410 millions de MWh d'électricité (ou 410 TWh) avec le nucléaire, ce qui la classe au deuxième rang mondial, derrière les Etats-Unis (507) et devant le Japon (200). Un MWh représente la consommation mensuelle de deux ménages. Par comparaison, la production hydraulique française (en 2010) représentait 63 TWh et l'éolien 14,9 TWh... Il faudrait 40000 éoliennes (contre 4500 aujourd'hui) fonctionnant en continu, pour équivaloir à la production nucléaire !

Avec 74,8% de son électricité obtenue grâce à la fission de l'atome, c'est le pays le plus dépendant de ce mode de production. Aux Etats-Unis, la part du nucléaire est inférieure à 20% ! Avec 19 centrales et 68 réacteurs, la capacité totale du parc nucléaire français est de 63.000 MW (unité de puissance, à différencier du MWh, une unité de production). Les réacteurs en activité en France ont une puissance individuelle de 900 à 1.450 MW pour les plus récents, chaque centrale possédant 3 à 4 réacteurs. L'EPR, réacteur de troisième génération actuellement en construction à Flamanville, sur lequel s'acharpent écologistes et socialistes, offrira une capacité de 1.650 MW.

#### L'emploi

Pour Henri Praglo, interrogé par *Le Parisien*, le débat sur le nucléaire met en jeu le sort d'un million d'emplois, qui se distribuent de la façon suivante : 400.000 emplois directs et indirects, 500.000 emplois dans les entreprises actuellement localisées en France et très gourmandes en énergie, comme l'aluminium, qui risqueraient de partir à l'étranger (et 100.000 emplois futurs provenant du développement du nucléaire mondial à partir de la France). Pour l'Union des industries utilisatrices d'énergie, 150.000 emplois industriels (hors emplois directs et indirects), au moins, sont menacés par le renchérissement du prix de l'électricité consécutif à une sortie du nucléaire. Pour ce syndicat, c'est même deux millions d'emplois au total qui sont en jeu !

#### Les déchets

Comme toute activité industrielle, les centrales nucléaires génèrent des déchets, dont certains sont radioactifs :

- Les déchets dits « à vie courte » qui perdent la moitié de leur radioactivité tous les 30 ans. Ils proviennent de l'exploitation, de la maintenance et de la déconstruction des centrales nucléaires. Ils représentent 90% du stock total de déchets radioactifs selon l'inventaire de l'ANDRA et contiennent 0,1% de la radioactivité totale. Il s'agit de filtres, résines, vannes, vinyles, tissus...
- Les déchets dits « à vie longue » qui perdent leur radioactivité sur des durées supérieures à 30 ans. Ils sont issus principalement du traitement du combustible nucléaire usé. Ils représentent 10% du stock total de déchets radioactifs et concentrent 99,9% de la radioactivité totale.



Aujourd'hui, des solutions techniques existent pour la gestion de tous les déchets radioactifs, mais elles exigent une sûreté très importante des installations, ce qui peut poser problème dans certains pays instables, ou en voie de développement. Les déchets « à vie courte » sont très souvent leur niveau de radioactivité et leur nature, conditionnés et stockés dans les centres de l'ANDRA. Les déchets « à vie longue » issus du traitement du combustible usé sont transformés en blocs de verre inaltérable et entreposés dans l'usine Areva NC de La Hague dans l'attente du stockage géologique qui constituera une solution définitive de gestion pour ces déchets. Cependant pour le moment, aucun site de stockage profond n'est encore opérationnel.

#### L'accident de Fukushima

Le séisme du 11 mars 2011 a entraîné un arrêt automatique des réacteurs en service, la perte accidentelle de l'alimentation électrique et le déclenchement des groupes électrogènes. L'observation d'émissions de xénon pourrait signifier que la structure des réacteurs aurait été endommagée immédiatement après le séisme avant que le tsunami ne l'atteigne. A la suite du tsunami, des groupes électrogènes de secours sont tombés en panne. Des débris ont pu obstruer des prises d'eau. Ces défaillances, couplées à plusieurs erreurs humaines aussi bien de fond que pratiques, ont causé l'arrêt des systèmes de refroidissement de secours des réacteurs nucléaires ainsi que ceux des piscines de désactivation des combustibles irradiés. Le défaut de refroidissement des réacteurs a induit des fusions partielles des cœurs de trois réacteurs nucléaires puis d'importants rejets radioactifs.



Cet accident nucléaire majeur est classé au niveau 7 (le plus élevé) de l'échelle internationale des événements nucléaires, ce qui le place au même degré de gravité que la catastrophe de Tchernobyl (1986), compte tenu du volume important des rejets. Mise hors service depuis l'accident, la centrale nucléaire de Fukushima Daiichi sera démantelée sur une durée évaluée à quarante ans.

Fiche n°1 : La centrale nucléaire

**Le fonctionnement d'une centrale nucléaire avec refroidissement**

**le circuit primaire**  
Dans le réacteur, la fission nucléaire produit une grande quantité de chaleur et très peu de CO<sub>2</sub> (contrairement aux centrales thermiques classiques). La chaleur transforme l'eau de la chaudière en vapeur.

**le circuit secondaire**  
Cette vapeur d'eau fait tourner une turbine couplée à un alternateur qui produit de l'énergie électrique. Celle-ci transite via les lignes à très haute tension.

**le circuit de refroidissement**  
La vapeur d'eau est refroidie à travers un condenseur alimenté par de l'eau (de la mer ou d'un fleuve) ou au contact de l'air dans un aérorefrigérant.

Une centrale nucléaire est composée de 3 circuits indépendants entre lesquels s'opèrent des échanges thermiques.

Dans ces centrales, le nombre de réacteurs en fonctionnement varie en fonction de la demande énergétique. 7g d'uranium produit autant d'énergie qu'une tonne de charbon.

**L'emploi** Extrait du site internet « challenge.fr »  
Pour Henri Proglio, interrogé par Le Parisien, le débat sur le nucléaire met en jeu le sort d'environ un million d'emplois : "400.000 emplois directs et indirects liés au fonctionnement des centrales nucléaires et 500.000 emplois dans les entreprises actuellement localisées en France, très gourmandes en énergie, comme l'aluminium, qui risqueraient de partir à l'étranger".

**Le nucléaire prépondérant en France** Extrait du site internet « challenge.fr »  
D'après la World Nuclear Association, la France, en 2010, a produit 410 millions de MWh d'électricité (ou 410 TWh) avec le nucléaire, la classant au deuxième rang mondial, derrière les États-Unis (807) et devant le Japon (280). Un MWh représente la consommation mensuelle de deux ménages. Par comparaison, la production hydraulique française (en 2010) représentait 63 TWh et l'éolien 14,9 TWh... Il faudrait 40000 éoliennes (contre 4500 aujourd'hui) fonctionnant en continu, pour équivaloir à la production nucléaire ! Avec 76% de son électricité produite grâce au nucléaire (19 centrales et 58 réacteurs), la France est le pays le plus dépendant de ce mode de production. Par exemple, aux États-Unis la part du nucléaire est inférieure à 20% !

**L'accident de Fukushima** Extrait du site internet « 20m.inutes.fr »  
Le séisme du 11 mars 2011 a entraîné un arrêt automatique des réacteurs en service. (...) Des défaillances, couplées à plusieurs erreurs humaines ont causé l'arrêt des systèmes de refroidissement des réacteurs et a entraîné des fusions partielles des cœurs de trois réacteurs nucléaires puis d'importants rejets radioactifs.

Cet accident nucléaire majeur est classé au niveau 7 (le plus élevé) de l'échelle internationale des événements nucléaires, ce qui le place au même degré de gravité que la catastrophe de Tchernobyl (1986).

**Les déchets** Extrait du site internet « energieedf.com » et « TV5 Monde »  
Comme toute activité industrielle, les centrales nucléaires génèrent des déchets, dont certains sont radioactifs :

- Les déchets dits « à vie courte » qui perdent la moitié de leur radioactivité tous les 30 ans. Ils proviennent du fonctionnement (maintenance et déconstruction) des centrales nucléaires. C'est la plus grande partie mais ne représente que 0,1% de la radioactivité totale. Il s'agit de filtres, résines, vannes, vinyles, fils us...
- Les déchets dits « à vie longue » qui perdent leur radioactivité sur des durées supérieures à 30 ans. Ils viennent du traitement de l'uranium usé. Ils représentent 10% du stock total et concentrent 99,9 % de la radioactivité totale.

Aujourd'hui, des solutions techniques existent pour la gestion des déchets radioactifs, mais elles exigent une sûreté très importante des installations, ce qui peut poser problème dans certains pays. Les déchets « à vie courte » sont triés et stockés dans les centres de l'ANDRA. Les déchets « à vie longue » sont transformés en blocs de verre, entreposés dans l'usine Areva NC de La Hague avant d'être enterrés. Cependant pour le moment, aucun site de stockage profond n'est encore opérationnel.

Doc. 2 : Les connecteurs

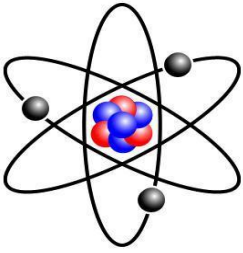
CONNECTEURS LOGIQUES

Valeurs logiques	Exemples
<b>BUT</b>	Pour, afin de, pour que, de peur que, afin que...
<b>CAUSE</b>	En effet, parce que, puisque, comme, car...
<b>CONCESSION</b>	Néanmoins, pourtant, cependant, bien que, quoique, même si, mais...
<b>CONDITION/ HYPOTHÈSE</b>	Sinon, autrement, si, pourvu que, à condition que, dans la mesure où, dans l'hypothèse où, dans le cas où, en admettant que...
<b>CONSÉQUENCE</b>	Par conséquent, ainsi, de cette façon, alors, de telle sorte que, au point que, si bien que, tant que, donc...
<b>OPPOSITION</b>	Inversement, pendant que, tandis que, alors que, mais...

CONNECTEURS ORGANISATIONNELS

Les connecteurs mettent en valeur:	Exemples
<b>une énumération</b>	Voilà, premièrement, d'abord, ensuite, enfin...
<b>une gradation</b>	De plus, de surcroît, or, surtout...
<b>une reformulation</b>	En somme, en définitive, en bref...
<b>un exemple</b>	Ainsi, c'est ainsi que, par exemple...
<b>une conclusion</b>	Pour finir, en conclusion...

**Sujet 1 :**



**Développement argumenté anti-nucléaire**

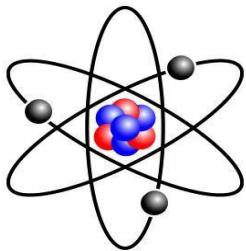
Tu fais partie de l'équipe de rédaction de la « gazette de Camus ». Tu dois rédiger un article pour montrer que le nucléaire n'est pas une bonne solution pour produire de l'énergie électrique.



**Consignes :**

- × Comme en français, ton développement argumenté comportera un argument par paragraphe avec les justifications issues des documents. Ton article comprendra au moins 3 arguments.
- × N'oublie pas l'introduction et la conclusion.
- × Pense aux connecteurs logiques vus en français.

**Sujet 2 :**



**Développement argumenté pro-nucléaire**

Tu fais partie de l'équipe de rédaction de la « gazette de Camus ». Tu dois rédiger un article pour montrer que le nucléaire est une bonne solution pour produire de l'énergie électrique.



**Consignes :**

- × Comme en français, ton développement argumenté comportera un argument par paragraphe avec les justifications issues des documents. Ton article comprendra au moins 3 arguments.
- × N'oublie pas l'introduction et la conclusion.
- × Pense aux connecteurs logiques vus en français.

## REPÈRES POUR L'ÉVALUATION

L'argumentation permet à l'élève, en réponse à un problème scientifique, d'aboutir à une explication étayée par des éléments de preuves (ou arguments) mis en relation.

### Éléments d'évaluation :

<b>Problématique</b> (clairement énoncée et respectée)	« Le nucléaire est-il une bonne solution ... », « je vais vous montrer que... »
<b>Éléments scientifiques</b> : (complets, pertinents, utilisés à bon escient en accord avec le sujet...) - Issus des documents ; - Issus des connaissances scientifiques acquises.	Issus des documents : <b>Pour</b> : – production d'énergie beaucoup plus élevée que pour les autres types de centrales – génère de grandes quantités d'emplois – peu de production de CO <sub>2</sub> – peut fonctionner quasiment en continu <b>contre</b> : – énergie non renouvelable – déchets radioactifs, problème du stockage – accidents – dépendance énergétique car peu d'uranium en France
<b>Apports autres</b> (scientifiques et autres champs = éléments culturels)	
<b>Argumentaire</b> pour convaincre	Présence de 3 arguments Qualité (l'argument est complet, la partie citée du document pertinente) Formulation démonstrative (l'élève doit bien montrer que l'argument va dans le sens du « pour » ou du « contre ».
<b>Expression écrite</b>	Forme demandée respectée (introduction, développement en 3 paragraphes, conclusion) Qualité de la rédaction

### Barème :

<b>Argumentaire satisfaisant :</b>		<b>Argumentaire non satisfaisant :</b>		<b>Aucun argumentaire :</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Problématique respectée.</li> <li>• Bonne mise en relation des arguments avec la problématique.</li> <li>• Argumentaire correctement rédigé.</li> <li>• Présence de l'introduction et de la conclusion</li> </ul>		Problématique non prise en compte. OU Une mise en relation maladroite. OU Une rédaction maladroite.		Uniquement des idées juxtaposées sans lien entre elles ni lien avec la problématique posée.
La problématique est énoncée dans l'introduction. L'élève montre avec les arguments qu'il est pour ou contre. La conclusion revient sur la problématique. Les connecteurs logiques sont bien utilisés.	Manque l'introduction ou la conclusion. Un argument n'est pas convaincant.	les arguments et exemples sont cohérents entre eux mais ne répondent pas à problématique. OU la problématique est respectée mais les arguments sont donnés sans justifications.	Seulement 2 arguments et exemples sont cohérents entre eux mais ne répondent pas à problématique. OU la problématique est respecté mais seulement 2 arguments sont donnés et sans justifications.	Les arguments issus des documents sont mal utilisés, et n'étaient pas l'avis de l'élève. Aucune position ne se dégage.
Note maxi				note mini

Si l'on souhaite évaluer de façon chiffrée cette activité, il est possible de télécharger un tableau de conversion d'un bilan de compétences, disponible sur le site académique, à l'adresse suivante [http://physique.ac-orleans-tours.fr/approche\\_par\\_compétences/](http://physique.ac-orleans-tours.fr/approche_par_compétences/) (en bas de page).

Ce tableau complété pourrait être rempli comme l'indique la copie d'écran ci-dessous. Selon l'analyse du professeur, les coefficients de pondération des compétences sont modifiables.

Evaluation d'une activité évaluée par compétences notée sur : 20 points										
		Nom								
		Prénom								
compétence	Coefficient	Niveau validé				Notes par domaines	Niveau	Note		
		A	B	C	D					
S'approprier	1	x				5	A	5		
Analyser	2		x			4	B	4		
Réaliser	2		x			4	C	3		
Valider	0					0	D	0		
Communiquer	2			x		3				
Somme coeff.	7					----- Commentaire				
Note max	35									
Note brute		27								
<b>Note sur</b>	<b>20</b>	<b>15,4</b>								
<b>Note sur</b>	<b>20</b>	<b>15,4</b>								
<b>Note arrondie au point</b>		<b>15,0</b>								
<b>Note arrondie au 1/2 point</b>		<b>15,5</b>								

Dans cette activité, on pourra proposer de pondérer les compétences ANA, REA et COM d'un coefficient 2 et d'attribuer le coefficient 1 à la compétence APP.

### Exemple de synthèse d'élèves :

#### Argumentaire non satisfaisant

2<sup>ème</sup> Partie : Développement argumenté

Le nucléaire n'est pas une bonne solution pour produire de l'énergie électrique car cela met en jeu le sort d'un million d'emplois car les entreprises sont localisées en France, elles sont très gourmandes en énergie (aluminium) qui risquent de partir à l'étranger. Les emplois sont menacés par le renchérissement du prix de l'électricité.

Tes arguments concernent un arrêt éventuel de la production par le nucléaire

Bien ou pas ?

↳ Lors de l'accident de Fukushima, des réacteurs ont été endommagés. Le défaut de refroidissement des réacteurs entraîne ~~à~~ des fusions partielles des cœurs de trois réacteurs nucléaires puis d'importants rejets radioactifs.

## II. Développement argumenté

Je pense que l'énergie nucléaire est une solution d'avenir, qu'il faut utiliser. Premièrement, le nucléaire est une source d'énergie très efficace, c'est une technique qui permet de produire beaucoup d'électricité. En effet, la France est placée au deuxième rang mondial de production d'électricité et elle utilise l'énergie nucléaire représente 74,8 % de la totalité de sa production d'électricité; et 7g. d'uranium produit autant d'énergie qu'une tonne de charbon. <sup>B</sup>

Deuxièmement, le nucléaire permet de fournir de nombreux emplois. En effet, au moins un millions de postes ont un rapport avec le nucléaire en France, si bien que si le nucléaire était amené à disparaître, le chômage serait en conséquence. <sup>TB</sup>

Troisièmement l'énergie nucléaire n'émet pas de CO<sub>2</sub>, contrairement aux centrales thermique classiques qui utilisent des énergies fossiles telles que le pétrole, le charbon ou le gaz même si à long terme, de la radioactivité des déchets peut nuire aux êtres vivants. <sup>B</sup>

Par finir, une centrale nucléaire peut fonctionner quasiment en continu, et la production énergétique peut être régulée selon la demande, ce qui constitue un gros avantage de cette source d'énergie.

En conclusion l'énergie nucléaire est une source d'énergie dont il ne faut pas s'en priver, par son efficacité, sa création d'emplois, sa "propreté" et son autonomie.

Malgré quelques problèmes associés avec l'énergie nucléaire, qui vont sûrement être résolus dans le futur avec le progrès technologique et scientifique, cette source d'énergie est une solution d'avenir qui pourrait être améliorée, produire encore plus, et produire moins de déchets. <sup>TB</sup>