

Les différentes centrales électriques

Information aux enseignants



1/13

Mandat de travail	Les élèves connaissent plusieurs types de centrales électriques et savent quelles centrales produisent de l'électricité en Suisse. Ils comprennent pourquoi les centrales électriques ne sont pas interchangeables. Ils connaissent le besoin en électricité au cours d'une journée.
Objectif	Les textes sont lus en plénum, les termes inconnus sont explicités. Les exercices se prêtent parfaitement au travail individuel. Les solutions sont comparées en plénum ou remises aux élèves afin qu'ils corrigent eux-mêmes leurs exercices.
Matériel	Fiches de travail
Forme didactique	Plusieurs formes sociales sont possibles en fonction de la classe.
Forme didactique	Double leçon

- Visite d'un centre énergétique et d'un poste de conduite
- Axporama présente l'exposition «Vivre avec l'énergie» (informations à la page: www.axporama.ch)
- Sites Internet sur le thème de l'électricité destinés aux enseignants, élèves et autres personnes intéressées:
- www.power-on.ch, www.energienucleaire.ch
- Site Internet proposant de nombreux graphiques informatifs portant sur les thèmes de la production, de l'utilisation et de la consommation d'électricité (en allemand uniquement): www.strom-online.ch
- Coffrets pédagogiques à louer:
- L'Association des entreprises électriques suisses (AES) et des fournisseurs locaux proposent des coffrets d'expérimentation qui permettent de mettre en évidence certains phénomènes et mécanismes électriques et de se faire ses propres expérimentations. Celles-ci montrent par exemple comment l'air ou le soleil permettent de fabriquer de l'électricité. Les coffrets sont prêtés gratuitement en fonction de la disponibilité et peuvent être commandés aux adresses suivantes:
 - BKW Energie SA; Viktoriaplatz 2; 3000 Berne 25; <https://www.bkw.ch/fr/le-groupe-bkw/notre-engagement/ecoles/>
 - CKW AG; Besucherwesen; Hirschengraben 33; 6003 Lucerne; tél.: 041 249 59 66; besucher@ckw.ch
www.ckw.ch/ueberckw/besucher-schulen/schule/ueberblick.html

Informations complémentaires:

Les différentes centrales électriques

Fiche de travail



2/13

Exercice:

Plusieurs types de centrales permettent de produire de l'électricité. Relie chaque centrale à sa photo.

Les centrales électriques



Centrale à accumulation

Centrale au fil de l'eau

Centrale nucléaire



Centrale à gaz et à charbon

Eolienne



Centrale solaire



Les centrales à accumulation et les centrales au fil de l'eau s'inscrivent dans la catégorie des **centrales hydrauliques**. Les centrales nucléaires et les centrales à charbon et à gaz sont des **centrales thermiques**. De l'eau est chauffée à l'intérieur, ce qui génère de la vapeur, acheminée jusqu'à des turbines qui entraînent un générateur et produisent ainsi de l'électricité.

Certaines centrales électriques produisent à la fois de l'électricité et de la chaleur. Il s'agit d'**installations de couplage chaleur-force**. Elles brûlent par exemple de la biomasse (bois). Une partie de la chaleur produite est acheminée dans les bâtiments par le biais de conduits qui sont ainsi chauffés. Une autre partie est utilisée par une mini-centrale thermique.

Les différentes centrales électriques

Fiche de travail



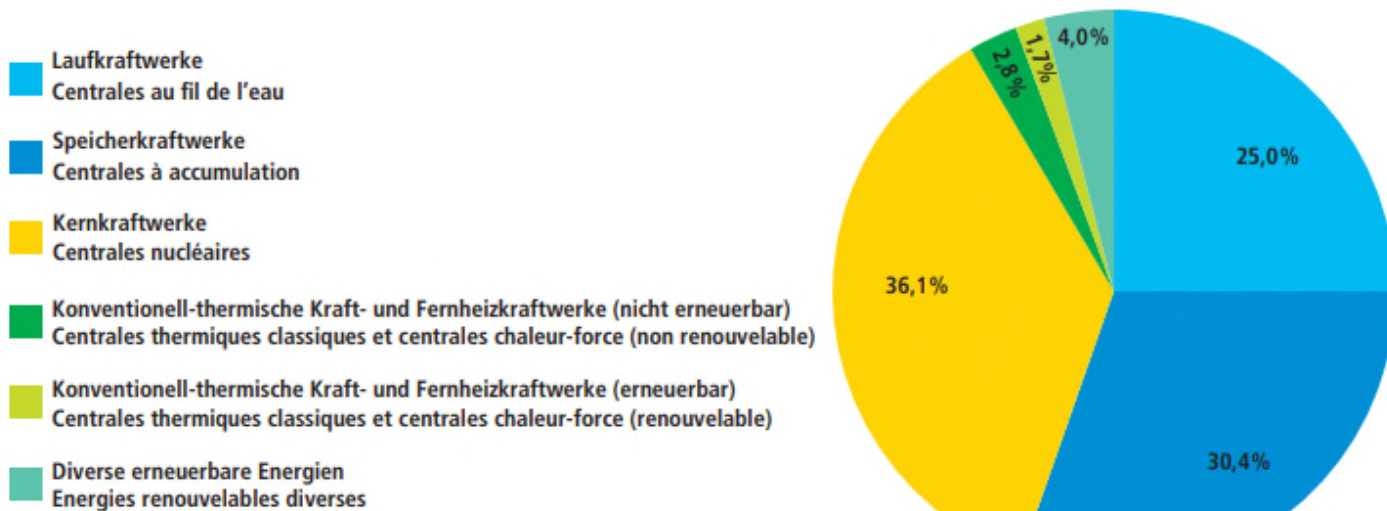
3/13

Savais-tu que les **installations d'incinération** des ordures produisent elles aussi de la chaleur et de l'électricité? La combustion des déchets dans les gros fours génère une grande quantité d'énergie thermique. Les deux tiers environ de celle-ci sont rejetés en tant que chaleur à distance et un tiers est transformé en électricité. Les centrales nucléaires de Gösgen et de Beznau fournissent elles aussi de la chaleur à distance.

La chaleur des profondeurs de la Terre peut elle aussi être utilisée. On nomme cette forme d'énergie la **géothermie**. Comme tu le sais, des températures très élevées sont présentes dans les profondeurs de la Terre. Grâce à des sondes terrestres et des pompes à chaleur, on est capable désormais d'extraire cette chaleur et de l'utiliser pour chauffer les habitations. Produire de l'électricité à partir de cette chaleur terrestre naturelle est coûteux et la technologie n'est pas encore suffisamment éprouvée à ce jour. Jusqu'à présent, la Suisse a réalisé deux projets pilotes dans ce domaine: un à Bâle et un à Saint-Gall, qui ont dû être interrompus car les travaux de forage provoquaient des secousses sismiques. Malgré tout, on attribue à la géothermie un potentiel colossal.

En Suisse, ce sont avant tout les centrales hydrauliques et les centrales nucléaires qui garantissent l'approvisionnement électrique.

Le mix de production suisse en 2018



BFE, Schweizerische Elektrizitätsstatistik 2018 (Fig. 1)
OFEN, Statistique suisse de l'électricité 2018 (fig. 1)

Les différentes centrales électriques

Fiche de travail



4/13

Exercice:

Reporte les données du graphique dans le tableau ci-dessous. Regroupe les centrales au fil de l'eau et les centrales à accumulation dans la catégorie des centrales hydrauliques et classe les différents types de centrales par ordre d'importance.

Désignation	Part (en %) de la production d'électricité suisse	Arrondi
1.		
2.		
3.		
4.		
	Total:	

Les différentes centrales électriques ou installations de production d'électricité ne peuvent pas être interchangeables: chacune possède ses propres caractéristiques et intervient en fonction du besoin en électricité.

En effet: nous n'avons pas toujours besoin de la même quantité d'électricité selon le moment de la journée!

Les différentes centrales électriques

Fiche de travail



5/13

Exercice:

Selon toi, à quel moment de la journée consomons-nous le plus d'électricité et à quel moment en consomons-nous le moins? Inscris des exemples.

Le matin entre 6h et 8h, nous avons besoin de _____ d'électricité pour

A midi, nous avons besoin de _____ d'électricité pour

Le soir, nous avons besoin de _____ d'électricité pour

La nuit, nous avons besoin de _____ d'électricité pour

Exercice:

Complète les trous à l'aide des mots suivants.
avoir froid ; hiver ; la lumière ; été ; nuit

En _____, nous consomons plus d'électricité qu'en _____. Il fait _____ plus tôt et nous devons donc allumer _____. Par ailleurs, nous ne voulons pas _____ et mettons en route notre chauffage.

Les différentes centrales électriques

Fiche de travail

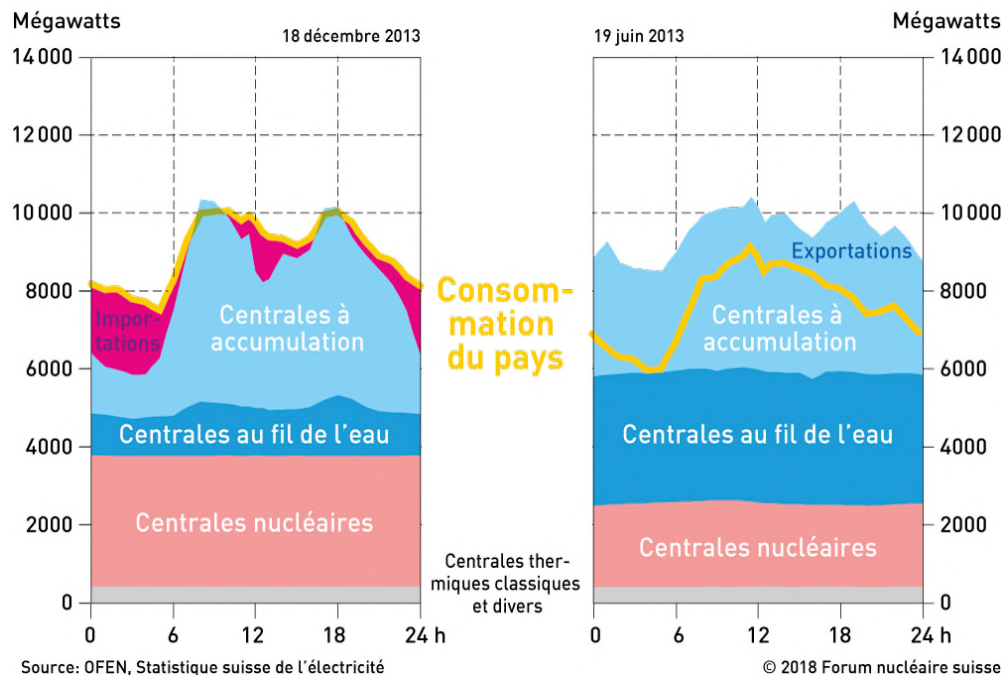


6/13

Exercice:

A l'aide du graphique, détermine à quelle heure de la journée nous consommons le plus d'électricité et à quelle heure nous en consommons le moins. Comment expliques-tu ces fluctuations? Inscris ta réponse en dessous, sur les lignes prévues à cet effet..

Evolution caractéristique de la production et de la consommation d'électricité en Suisse au cours d'une journée



Ma réponse:

Nous pouvons désormais répartir les différents types de centrales électriques de la manière suivante:

Les centrales nucléaires, les centrales au fil de l'eau et les installations d'incinération des ordures produisent toujours la même quantité d'électricité. On dit aussi qu'elles produisent **l'énergie en ruban ou la charge de base**. Les centrales dites à accumulation fournissent de l'électricité supplémentaire lorsque le besoin en électricité est élevé (par ex. à midi). Il s'agit des lacs de retenue d'eau, dans lesquels de l'eau destinée à la production d'électricité est stockée. Cette eau est acheminée au besoin jusqu'à des turbines et utilisée ainsi pour la production d'électricité. On appelle cette électricité **l'électricité de pointe**. Les centrales à accumulation sont ainsi un moyen indirect d'accumuler de l'électricité.

Les différentes centrales électriques

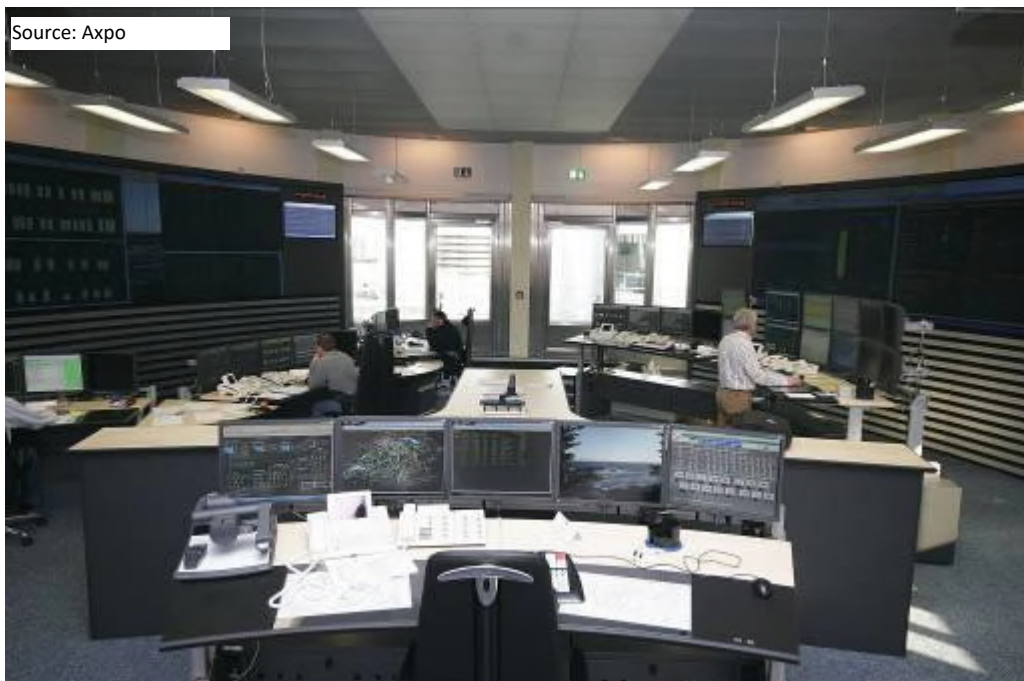
Fiche de travail



7/13

Mais:

L'électricité ne peut pas être stockée directement! En effet, elle doit être produite et acheminée dans des lignes électriques à chaque fois que nous en avons besoin. A l'inverse, la quantité d'électricité qui circule dans les lignes électriques doit toujours permettre de couvrir la quantité d'électricité consommée. Le réseau électrique doit ainsi toujours être à l'équilibre. Lorsque la production et la consommation ne sont pas équilibrées, la sécurité d'approvisionnement est mise en péril. Ce travail perpétuel de jonglage, passionnant mais parfois très stressant, est assuré par les centres de commande des entreprises électriques.



Tu peux voir ici le centre énergétique et de commande d'Axpo AG à Baden:

On a un peu l'impression d'être dans un vaisseau spatial, tu ne trouves pas? Il s'agit ici de la salle de commande. Des personnes y travaillent 24h sur 24. En fonction du besoin, des quantités plus ou moins importantes d'électricité sont injectées dans les différentes lignes électriques du réseau depuis cette salle.

Les différentes centrales électriques

Fiche de solutions



8/13

Solutions:



Centrale à accumulation



Centrale au fil de l'eau

Centrale nucléaire



Centrale à gaz et à charbon



Eolienne



Centrale solaire



Désignation	Part (en %) de la production d'électricité suisse	Arrondi
1. Centrales hydrauliques	56.5%	57%
2. Centrales nucléaires	37.9%	38%
3. Installations d'incinération des ordures	1.9%	2%
4. Soleil, vent, biomasse	3.8%	4%
	Total: 100%	

Les différentes centrales électriques

Fiche de solutions



9/13

Le matin entre 6h et 8h, nous avons besoin de **beaucoup d'électricité** pour nous lever / utiliser la salle de bain / faire la cuisine / faire fonctionner les transports publics / commencer le travail, etc.

A midi, nous avons besoin de **beaucoup** d'électricité pour cuisiner / faire fonctionner les transports publics.

Le soir, nous avons besoin de **beaucoup** d'électricité pour le transport de fin de journée / les activités culturelles / l'éclairage

La nuit, nous avons besoin de **peu** d'électricité pour dormir / la tranquillité nocturne.

En **hiver**, nous consommons plus d'électricité qu'en **été**. Il fait nuit plus tôt et nous devons donc allumer **la lumière**. Par ailleurs, nous ne voulons pas **avoir froid** et mettons en route notre chauffage.

La production d'électricité au cours de la journée:

C'est à midi, vers **12h**, que nous consommons **le plus** d'électricité (env. 10'000 MW) et le matin entre **4h et 5h** que nous en consommons le **moins** (env. 4800 MW).

Les différentes centrales électriques

Texte d'information



10/13

La puissance des différentes centrales électriques

Une centrale électrique met à disposition une puissance. Cette puissance est exprimée en watts, en kilowatts ou en mégawatts.

1000 watts	=	1 kilowatt
1000 kilowatts	=	1 mégawatt

Centrale nucléaire	Entre 500 et 1500 mégawatts
Centrale à charbon	Entre 500 et 1500 mégawatts
Centrale à cycle combiné à gaz et à vapeur	Entre 80 et 800 mégawatts
Centrale au fil de l'eau	Entre 100 et 400 mégawatts
Eolienne	Entre 2,5 et 5 mégawatts
Stade de Suisse	850 kilowatts

La puissance n'indique pas la quantité d'électricité qu'une installation produit réellement. Cela peut en effet dépendre d'autres facteurs, par exemple de la météo. La production ne dépend donc pas uniquement de la puissance de l'installation, mais aussi du facteur dit de capacité. Cela peut paraître compliqué... mais en réalité, ça ne l'est pas.

Pour comprendre, comparons une centrale électrique à une voiture: Si une voiture possède une puissance de 200 CV, cela ne donne aucune indication sur la rapidité ou le nombre de kilomètres au total qu'elle peut parcourir. Pour déterminer quelle quantité d'électricité une installation peut produire, il faut connaître le nombre d'heures par an durant lequel l'installation fonctionne à puissance maximale. Ou pour être plus précis: Pour savoir quel travail peut accomplir une installation, il faut connaître sa **disponibilité**. Il s'agit du **facteur de capacité**.

Disponibilité des différents types de centrales électriques	Facteur de capacité
Centrale nucléaire: 8000 heures par an	entre 0,8 et 0,9
Centrale à charbon: 8000 heures par an	entre 0,8 et 0,9
Centrale combinée à turbine à gaz et à vapeur: 8000 heures par an	entre 0,8 et 0,9
Centrale au fil de l'eau: 4000 heures par an (en fonction de la pluviométrie)	0,5
Eolienne: entre 1750 et 3500 heures par an, selon le site (intérieur des terres, rive, mer) et la fréquence du vent	entre 0,2 (intérieur des terres) et 0,4 (en mer)
Centrale solaire: 1000 heures par an, en fonction de l'ensoleillement	0.12

Les différentes centrales électriques

Texte d'information



11/13

Le rapport entre la puissance et l'énergie produite peut être exprimé de manière mathématique:

«Puissance x durée de fonctionnement = capacité de production»

Exemple de calcul

Centrale nucléaire de Gösgen

Puissance de 1000 mégawatts, disponibilité: 8000 heures par an

8000 heures x 1000 mégawatts = 8'000'000 mégawattheures d'électricité

(8'000'000'000 kilowattheures)

Eolienne en mer du Nord à un emplacement optimal

Puissance de 5 mégawatts, disponibilité: 3500 heures par an 3500 heures x 5 mégawatts = 17'500 mégawattheures d'électricité

(17'500'000 kilowattheures)

(8'000'000'000 kilowattheures)

Les différentes centrales électriques

Texte d'information



12/13

Exercice:

Maintenant, à toi de calculer! (sachant qu'une année possède 8760 heures)

Eolienne dans les montagnes jurassiennes suisses. Il s'agit de valeurs minimales, les conditions de vent n'étant pas optimales en Suisse.

Puissance de 2,5 mégawatts, disponibilité: 1750 heures par an

«Stade de Suisse»

Le Stade de Suisse possède une puissance électrique installée de 850 kilowatts répartie sur une surface de 12'000 m², et produit chaque année en moyenne 700 mégawattheures (700'000 kilowattheures) d'électricité. Durant combien d'heures sur une année l'installation fonctionne-t-elle à puissance maximale?

En moyenne, chaque habitant en Suisse consomme plus de 8000 kilowattheures par an (cela inclut la consommation des ménages et la consommation de l'industrie, des arts et métiers, de l'agriculture et des transports).

Voici un exemple éloquent:

La centrale nucléaire de Gösgen (KKG) approvisionne un million de personnes en électricité, de manière fiable et planifiable. Une éolienne en Suisse approvisionne 500 personnes. Mais personne ne sait exactement quand.

Le Stade de Suisse est capable de produire suffisamment d'électricité pour couvrir le besoin en 91 personnes. Mais cette électricité n'est pas planifiable.

Combien d'éoliennes seraient nécessaires pour approvisionner en électricité autant de personnes que la KKG?

De combien de m² de panneaux solaires a-t-on besoin pour produire autant d'électricité que la KKG?

Les différentes centrales électriques

Fiche de solutions



13/13

Solutions:

Eolienne dans les montagnes jurassiennes suisses

Puissance de 2,5 mégawatts, disponibilité: 1750 heures par an

1750 heures x 2,5 mégawatts = 4375 mégawattheures d'électricité

(4'375'000 kilowattheures)

Stade de Suisse

La Stade de Suisse possède une puissance électrique installée de 850 kilowatts et produit chaque année en moyenne 700 mégawattheures (700'000 kilowattheures) d'électricité.

Durant combien d'heures sur une année l'installation fonctionne-t-elle à puissance maximale?

700'000 kilowattheures: 850 kilowatts = 823 heures

Comparaison éolienne et KKG

La KKG approvisionne en électricité 1'000'000 de personnes, une éolienne 500 personnes. Combien d'éoliennes seraient nécessaires pour produire autant d'électricité que la KKG?

1'000'000 de personnes / 500 personnes = 2000 éoliennes seraient nécessaires. Cependant, parfois, aucune électricité n'est produite, parfois, une quantité suffisante et parfois, beaucoup trop d'électricité.

Comparaison panneaux solaires et KKG

La Stade de Suisse couvre le besoin en électricité de 91 personnes grâce à une surface de 12'000 m². De combien de m² de panneaux solaires a-t-on besoin pour produire autant d'électricité que la KKG?

1'000'000 de personnes / 91 personnes = 10'989 x 12'000 = 131'868'131 m², soit 131 km²