

CE QU'IL FAUT SAVOIR SUR LES CENTRALES ÉLECTRIQUES

Nos modes de vie actuels sont particulièrement énergivores, malgré l'importance croissante accordée à l'efficacité énergétique des appareils et installations. Si la filière nucléaire est encore nettement majoritaire avec plus de 70 % de la production, les centrales thermiques et hydrauliques sont elles aussi sur le podium. Derrière elles, la production électrique issue des énergies renouvelables gagne du terrain. Quels sont les différents types de centrales électriques ? Comment fonctionnent-elles ? Avec quelles énergies ?



- SOMMAIRE
 - [Qu'est-ce qu'une centrale électrique ?](#)
 - [Les différents types de centrales électriques](#)
 - [Focus sur les différentes sources d'énergie](#)
 - [État des lieux de la production d'électricité en France : le mix énergétique](#)
 - [Choisir son électricité en fonction de sa provenance](#)

Qu'est-ce qu'une centrale électrique ?

Le terme « **centrale électrique** » désigne un site industriel destiné à la **production d'électricité**. Son rôle est d'alimenter l'ensemble des consommateurs en électricité, au moyen du **réseau électrique**. Nucléaires, thermiques, hydrauliques, solaires ou encore éoliennes... Il existe une multiplicité de centrales, qui présentent toutefois des similitudes dans leur fonctionnement.

Principe de fonctionnement d'une centrale électrique

Le principe général d'une centrale de production électrique est de **transformer une source d'énergie primaire en énergie électrique**. On peut donc considérer qu'elle est un « convertisseur d'énergie ».

De quelle énergie primaire s'agit-il ?

L'**énergie primaire** à l'origine de la transformation peut être :

- **chimique** : issue de la combustion de matériaux fossiles (charbon, gaz naturel, pétrole) ou non-fossiles (biomasse, par exemple) ;
- **mécanique** : générée par la force du vent, de l'eau des rivières ou des marées, etc. ;
- **nucléaire** : issue de la fission d'atomes d'uranium ou de plutonium ;
- **Solaire**: Thermodynamique, Thermique, Photovoltaïque.

Fonctionnement technique d'une centrale

Deux éléments sont essentiels au sein d'une centrale électrique : la **turbine** et l'**alternateur**.

La **turbine** a pour rôle de **convertir l'énergie primaire** en énergie mécanique. Il s'agit d'une roue munie de palettes ou aubes, qui tourne, selon les cas, sous l'action :

- **de l'eau** (sous forme liquide ou sous forme de vapeur d'eau sous pression) ;
- **du vent** (cas spécifique de l'éolienne).

Selon l'énergie primaire utilisée, différentes technologies de turbines sont possibles :

- **turbine hydraulique** ;
- **turbine à vapeur** ;
- **turbine à combustion** (communément appelée turbine à gaz) ;
- éolienne.

La turbine est couplée à un **alternateur** (un grand aimant cerclé d'une bobine) en rotation : celui-ci a pour rôle de **convertir l'énergie mécanique** produite par la turbine en mouvement, en énergie électrique.

Un rendement énergétique variable selon le système de production

Tout au long du processus de transformation, de l'énergie est perdue, car les frottements liés à la turbine et l'échauffement de l'alternateur génèrent des **déperditions**. Celles-ci sont néanmoins variables selon le type de centrale électrique. Ainsi, le **rendement énergétique** (c'est-à-dire le rapport entre la quantité d'énergie disponible au départ et la quantité d'énergie récupérée) est de :

- 45 % pour une **centrale thermique** dernière génération ;
- 30 % pour une **centrale nucléaire** de 30 % ;
- 80 % à 90 % pour une centrale hydraulique.

Principe de fonctionnement d'une centrale électrique

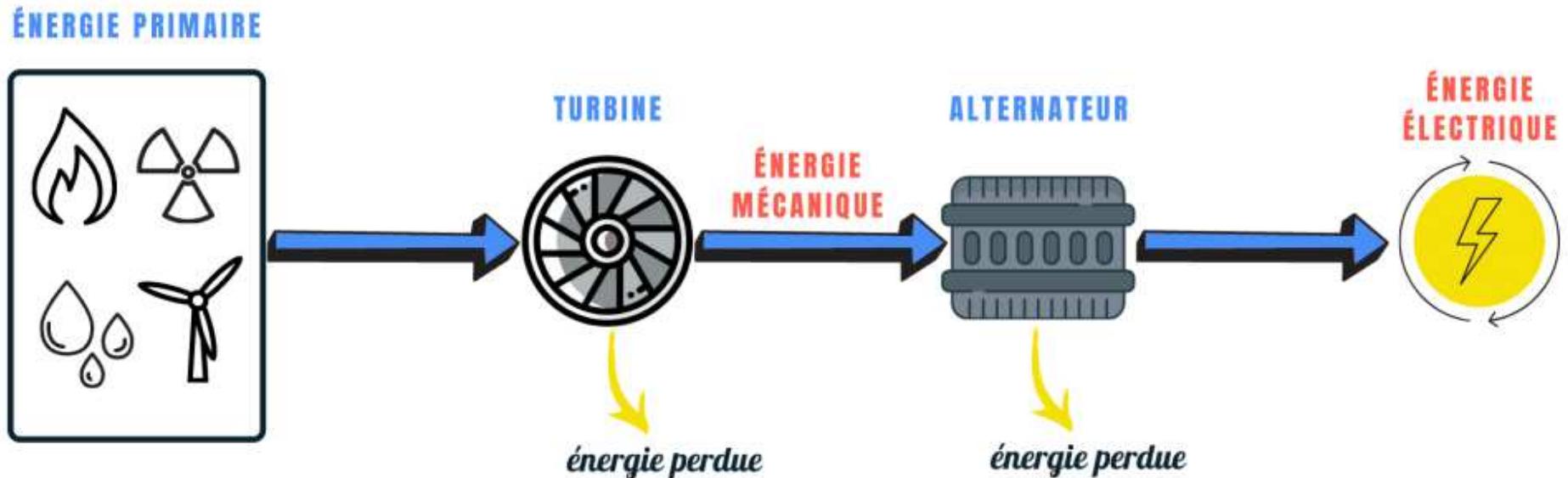


Illustration : Choisir.com

Transport de l'énergie Electrique.

Après sa production, l'énergie électrique est **transportée**, parfois sur de très longues distances, jusqu'aux utilisateurs finaux. Pour limiter la perte d'énergie par effet Joule (dégagement de la chaleur en raison de la résistance des fils), il est préférable de faire **circuler l'électricité** sous forte tension et à faible intensité.

À la sortie de la centrale électrique, la **tension de l'électricité** est modifiée grâce à un transformateur (ou survoltage) : elle passe ainsi **de 20 000 V à 400 000 V**, afin de faciliter son transport. Puis, à proximité du point de livraison, elle est de nouveau transformée pour être distribuée aux consommateurs aux normes du **réseau domestique**, c'est-à-dire à **basse tension** (230 V), toujours par le biais d'un transformateur (ou sous-voltage).

Les différents types de centrales électriques

Ce rapide historique démontre parfaitement la **diversité des centrales de production électrique** existantes, comme l'atteste également le tableau récapitulatif ci-dessous :

Type de centrale	Sous-famille	Source primaire d'énergie	Type d'énergie primaire (*)
Centrale thermique	Centrale thermique conventionnelle	Charbon, fioul, gaz ou biomasse	Fossile ou renouvelable
	Centrale thermique à flamme	Centrale à turbine à combustion (TAC) à cycle combiné	Gaz ou fioul
		Centrale à lit fluidisé circulant (LFC)	Charbon, lignite, tourbe, résidus industriels
	Centrale nucléaire	Uranium ou plutonium	Nucléaire
	Centrale géothermique	Chaleur des sols	
Centrale hydroélectrique		Eau (rivière)	
Centrale marémotrice		Eau (marée)	Renouvelable
Centrale hydromotrice		Eau (courants de la mer ou des fleuves)	
Centrale maréthermique		Eau (mer)	

Type de centrale	Sous-famille	Source primaire d'énergie	Type d'énergie primaire (*)
	Éolienne	Vent	
Centrale solaire	Centrale solaire thermodynamique		
	Centrale solaire thermique	Soleil	
	Centrale solaire photovoltaïque		

Voyons désormais plus en détail les **6 types de centrales les plus courants** :

1. les centrales thermiques à flamme conventionnelles ;
2. les centrales thermiques nucléaires ;
3. les centrales géothermiques ;
4. les centrales hydroélectriques ;
5. les éoliennes ;
6. les centrales solaires.

1. Les centrales thermiques à flamme conventionnelles

Les **centrales thermiques classiques**, également appelées centrales thermiques conventionnelles, sont des centrales à flamme, qui peuvent être alimentées par :

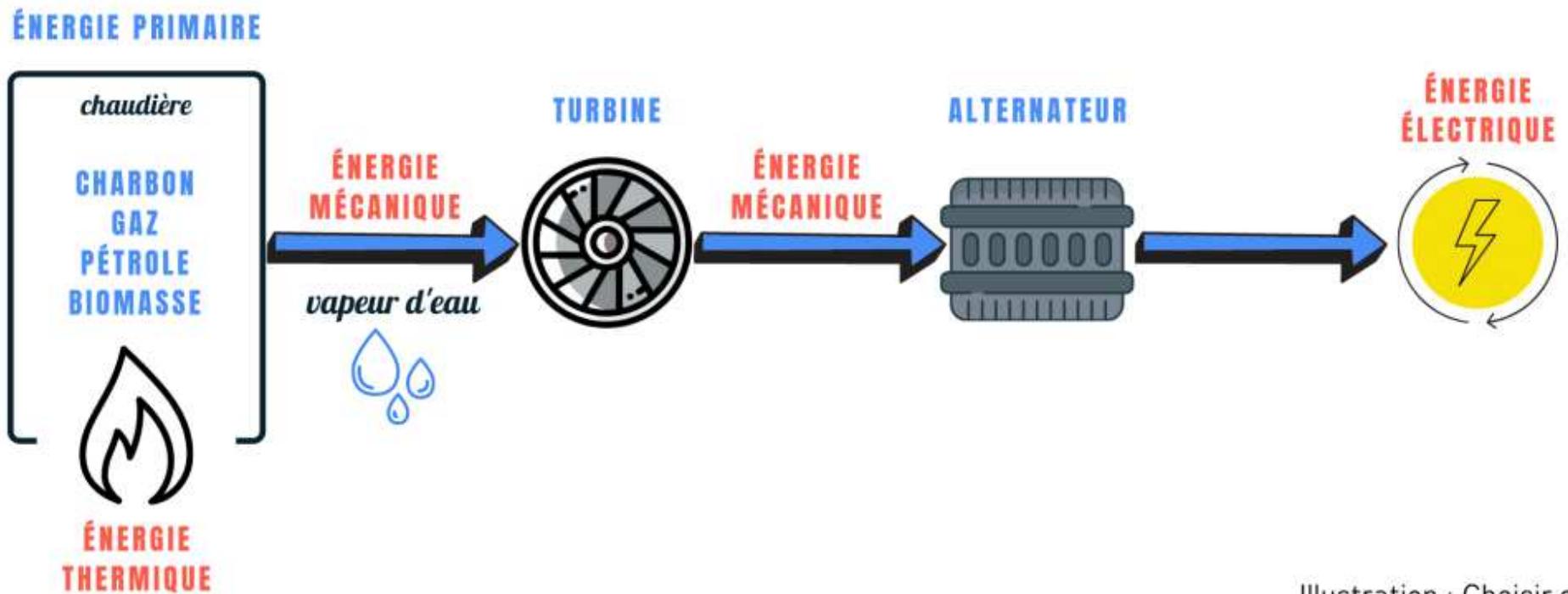
- une **énergie primaire fossile** : charbon en fines particules, fioul liquide ou gaz ;
- une **énergie primaire renouvelable**, issue de la biomasse : biocarburant, méthane ou bois, par exemple.

Fonctionnement

Dans une **centrale thermique à flamme**, du charbon, du pétrole, du gaz naturel ou une énergie biomasse sont brûlés : l'énergie chimique des combustibles est transformée en **énergie thermique**. Cette énergie thermique issue de la combustion permet de chauffer de l'eau dans une chaudière, qui se transforme alors en **vapeur d'eau**. La vapeur d'eau sous pression et sous haute température met en mouvement la turbine qui entraîne l'alternateur, produisant de l'électricité.

Principe de fonctionnement d'une centrale électrique

CENTRALE THERMIQUE À FLAMME



Avantages et inconvénients

- Les centrales à flamme peuvent être utilisées comme **centrales d'appoint**, et peuvent être facilement mises en fonctionnement ou arrêtées.
- Leur production n'est pas dépendante des conditions météorologiques (contrairement aux éoliennes, par exemple).
- Il est possible de construire des centrales thermiques de grande puissance.

Néanmoins, elles utilisent (pour la plupart d'entre elles) des sources d'énergies fossiles qui :

- s'épuisent ;
- nécessitent d'être importées et dépendent des pays producteurs de gaz, de charbon ou de fioul ;
- émettent des **gaz à effet de serre** (GES) et des particules polluantes dans l'atmosphère.

2. Les centrales thermiques nucléaires

Les **centrales nucléaires** font partie de la famille des centrales thermiques. La principale différence avec les centrales à flamme réside dans la façon de produire la chaleur nécessaire pour chauffer l'eau : ici, ce n'est pas par combustion, mais par **fission** qu'est générée l'énergie thermique.

Qu'est-ce que la fission ?

La fission est un phénomène par lequel le noyau d'un atome se divise en de nombreuses particules plus légères. Cette fission s'accompagne d'un dégagement d'énergie (chaleur) très important.

Pour la production d'électricité, la fission est réalisée avec des atomes d'uranium radioactif principalement, mais également de plutonium.

Fonctionnement

Après fission (éclatement) des noyaux des atomes d'uranium ou de plutonium dans le **réacteur nucléaire**, l'énergie nucléaire est convertie en énergie thermique. Il faut noter que la production de cette énergie thermique nécessite une isolation totale avec le milieu extérieur, pour éviter toute contamination d'éléments radioactifs.

La suite du processus est similaire à celui d'une centrale thermique à flamme conventionnelle : l'énergie thermique obtenue permet de chauffer de l'eau liquide pour la transformer en vapeur. La vapeur d'eau sous pression et sous haute température met en mouvement la turbine qui entraîne l'alternateur, produisant ainsi de l'électricité.

Principe de fonctionnement d'une centrale électrique

CENTRALE THERMIQUE NUCLÉAIRE

ÉNERGIE PRIMAIRE

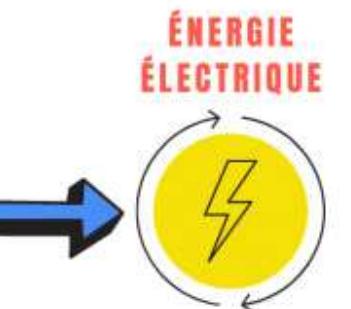


Illustration : Choisir.com

Avantages et inconvénients

- Le coût de revient de l'énergie produite par une centrale nucléaire est faible.
- Une centrale nucléaire en activité n'émet pas de gaz à effet de serre, contrairement à la centrale thermique utilisant une énergie fossile.

- Le problème majeur posé par la filière nucléaire est, bien évidemment, celui des **déchets radioactifs** : ceux-ci restent extrêmement nocifs pendant très longtemps et doivent être stockés en respectant des normes de sécurité très strictes. C'est particulièrement le cas pour les déchets de haute activité (HAVL) et les déchets de moyenne activité et à vie longue (MAVL), issus du cœur du réacteur, hautement radioactifs et dont la dangerosité peut perdurer pendant plusieurs centaines de milliers d'années.
- Au-delà de la nocivité des déchets générés par la production d'électricité, le **démantèlement** des centrales nucléaires en fin de vie est également problématique, tant en matière de risques radioactifs que de coûts (350 à 400 millions d'euros pour la déconstruction d'un réacteur à eau pressurisée, lequel intègre cette dépense prévisionnelle dans le prix du kilowattheure dès la mise en fonctionnement de la centrale).
- Enfin, l'uranium est une source d'énergie non-renouvelable : ses quantités sont donc limitées.

3. Les centrales géothermiques

Une **centrale géothermique** produit de l'électricité en prenant appui sur la chaleur de la Terre.

Fonctionnement

Le principe : l'eau chaude contenue dans les nappes souterraines, appelées nappes aquifères et formées par l'infiltration d'eau de pluie ou d'eau de mer dans les fractures de la croûte terrestre, est pompée jusqu'à la surface par **forage**. Perdant de sa pression, elle est transformée en vapeur lors de sa remontée, ce qui permet de faire tourner une turbine puis un alternateur pour produire de l'électricité.

Avantages et inconvénients

- Le fonctionnement d'une centrale géothermique repose sur un phénomène naturel : la **chaleur issue des sols**.
- L'extraction de l'eau contenue dans les nappes aquifères n'émet pas de gaz à effet de serre.
- Néanmoins, la profondeur de forage est généralement importante (bien que variable selon les sols), ce qui génère des investissements conséquents.
- Il demeure un risque de remontée de magma.

Principe de fonctionnement d'une centrale électrique

CENTRALE GÉOTHERMIQUE

ÉNERGIE PRIMAIRE

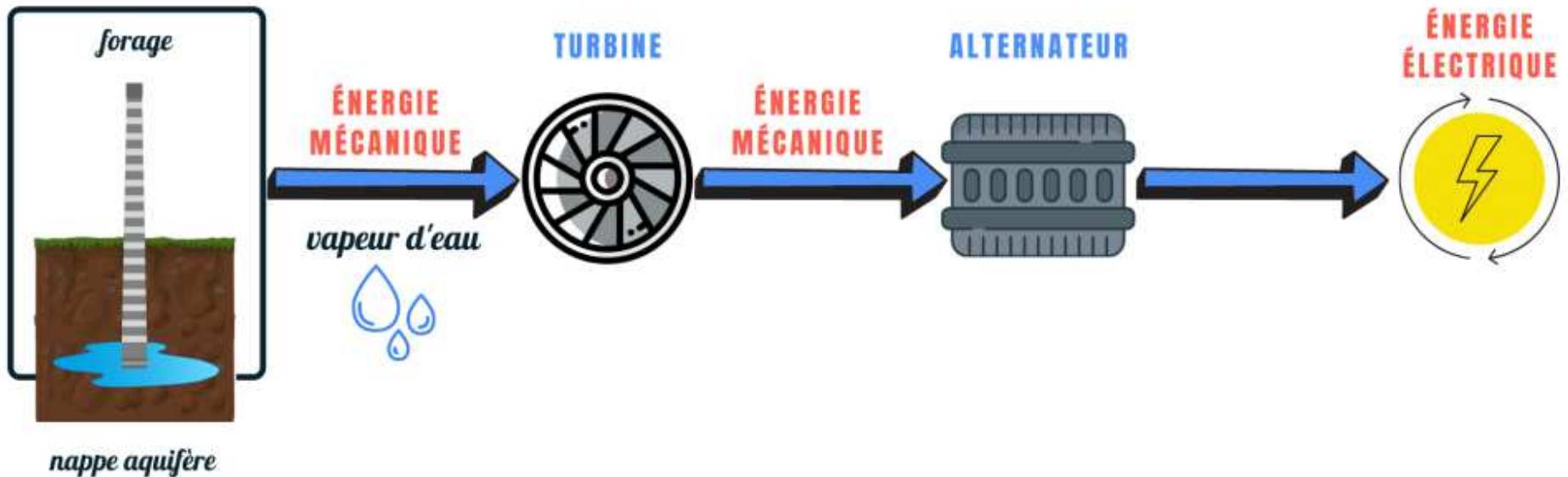


Illustration : Choisir.com

4. Les centrales hydroélectriques

Les **centrales hydroélectriques**, également appelées **centrales hydrauliques**, utilisent le mouvement de l'eau pour produire de l'électricité.

Fonctionnement

En effet, c'est la **force motrice** issue d'une retenue d'eau (barrage au niveau d'un fleuve ou d'une chute, par exemple) qui permet d'activer une turbine, laquelle déclenche la rotation de l'alternateur.

Avantages et inconvénients

- Les centrales hydroélectriques utilisent une **source d'énergie renouvelable** : l'eau.
- Elles n'émettent pas de gaz à effet de serre.
- Elles présentent peu de frais de fonctionnement et de maintenance.
- La production d'hydroélectricité est très fiable : les centrales sont capables de fournir une énergie en quantités constantes (peu de fluctuations).
- La production d'hydroélectricité est également flexible : lorsque les besoins en électricité sont moindres, elle peut être modulée facilement en ajustant le débit d'eau (et inversement).
- Cependant, les centrales hydroélectriques ont un coût de construction élevé, notamment sur les sites situés en montagne.
- La construction de certaines d'entre elles a nécessité la suppression de vallées entières.
- La production d'électricité est dépendante des conditions météorologiques (par exemple, une période de sécheresse a un impact sur la quantité d'eau disponible).
- Ce type d'énergie nécessite de disposer de grands réservoirs d'eau, qui sont limités sur le territoire.
- Il n'y a pas de risque zéro concernant la rupture des barrages, notamment lors de catastrophes climatiques.

Bon à savoir

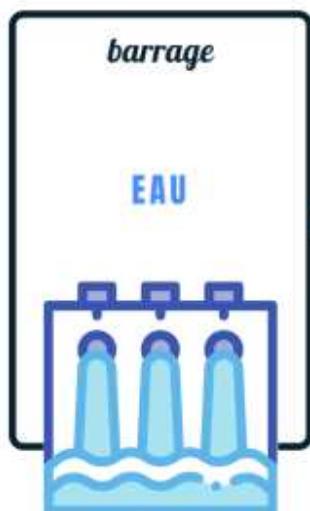
Les centrales marémotrices, hydroliennes et maréthermiques, moins répandues, utilisent également l'eau comme source primaire d'énergie :

- une **centrale marémotrice**, se sert de l'énergie potentielle des marées ;
- une **centrale hydrolienne** utilise l'énergie issue des courants marins ou fluviaux ;
- une **centrale maréthermique** se sert de la différence de température entre les eaux de surface et les eaux profondes des océans, afin de produire de l'électricité.

Principe de fonctionnement d'une centrale électrique

CENTRALE HYDROÉLECTRIQUE

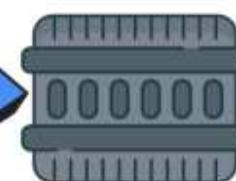
ÉNERGIE PRIMAIRE



TURBINE



ALTERNATEUR



ÉNERGIE
ÉLECTRIQUE

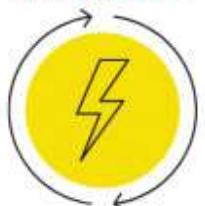


Illustration : Choisir.com

5. Les éoliennes

L'éolienne utilise l'énergie cinétique du vent pour produire de l'électricité.

Fonctionnement

Situées sur des plaines, des collines ventées ou [en mer](#), les **éoliennes** sont constituées d'un mât, en haut duquel est placé un rotor muni de trois pales et tournant à environ 22 tours par minute en cas de vent.

Le mouvement du rotor est transmis à l'arbre principal, qui est couplé à un alternateur par un multiplicateur permettant d'augmenter considérablement la vitesse de rotation (jusqu'à 1 500 tours par minute).

Cet alternateur convertit ensuite l'énergie mécanique de rotation en énergie électrique.

Principe de fonctionnement d'une centrale électrique

ÉOLIENNE

ÉNERGIE PRIMAIRE

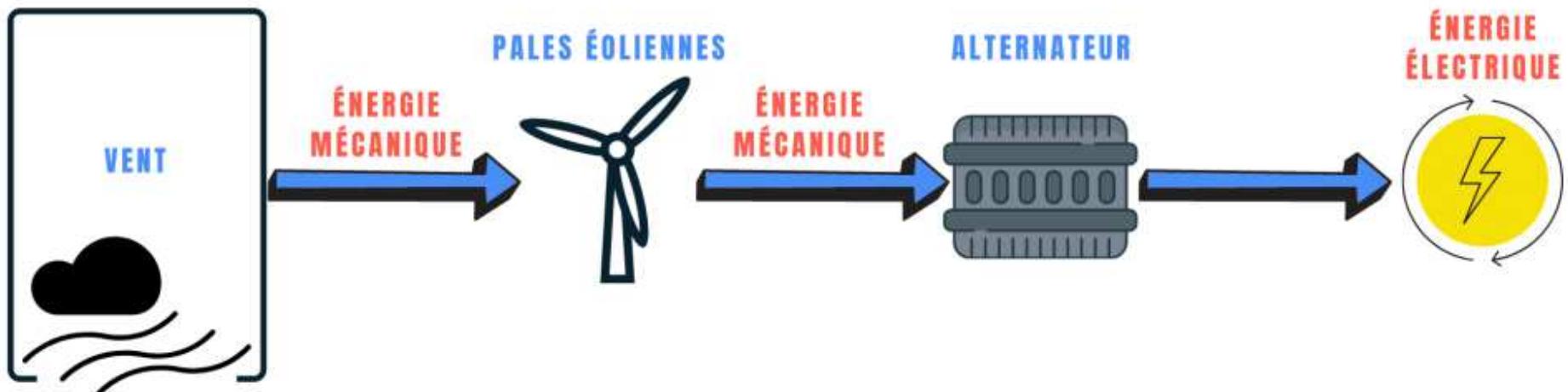


Illustration : Choisir.com

Avantages et inconvénients

- Les centrales éoliennes utilisent une source d'énergie renouvelable : le vent.
- Elles n'émettent pas de gaz à effet de serre.
- Pour certains, elles participent à la pollution visuelle du paysage.
- Elles peuvent être des obstacles pour la navigation aérienne à très basse altitude.
- Elles peuvent générer des nuisances sonores pour les habitations situées à proximité.
- L'installation d'un parc éolien a un coût important, pour une production d'électricité aléatoire car liée aux variations du vent.

6. Les centrales solaires

Une **centrale solaire thermodynamique** permet de transformer l'énergie thermique du rayonnement solaire en chaleur (le plus souvent, grâce à plusieurs rangées de miroirs disposés en arc de cercle face à la course du soleil), afin de la convertir ensuite en énergie électrique. Elle est donc particulièrement appropriée aux régions et pays à fort ensoleillement.

Fonctionnement

Les **rayonnements du soleil** chauffent de l'eau, qui est ainsi transformée en vapeur. Cette vapeur fait tourner une turbine : l'énergie de la turbine est transformée en énergie électrique grâce à un alternateur.

Principe de fonctionnement d'une centrale électrique

CENTRALE SOLAIRE THERMODYNAMIQUE

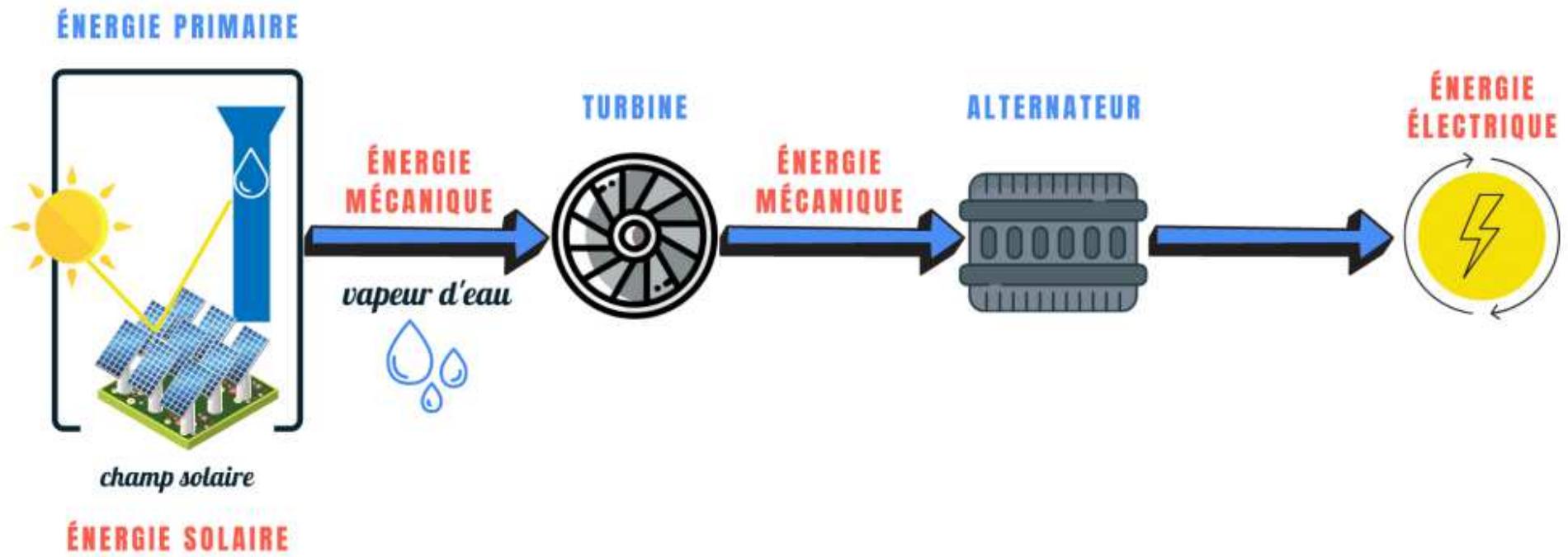


Illustration : Choisir.com

Avantages et inconvénients

- Une centrale solaire fonctionne grâce à une source d'énergie inépuisable : le **soleil**.
- L'électricité issue de l'énergie solaire est verte : sa production ne génère aucune émission de gaz à effet de serre.

- Cependant, la production d'électricité est dépendante de la présence du soleil : elle ne peut donc être effective la nuit et les jours de mauvais temps (bien que, pour pallier ce problème et permettre une continuité dans la production, des systèmes de stockage de l'eau chaude existent).
- Les [centrales solaires sont plus rentables](#) lorsqu'elles sont situées dans des régions et pays bénéficiant d'un fort ensoleillement.
- Enfin, la gestion des miroirs usagés composant les panneaux solaires (d'une durée de vie d'environ 30 ans) est problématique, car ils contiennent des matériaux toxiques et non-recyclables.

Les autres centrales solaires

D'autres systèmes de production s'appuient sur l'énergie solaire : la **centrale solaire thermique** et la **centrale solaire photovoltaïque**. Ce sont des dispositifs à rendement plus faible et surtout irrégulier, plutôt appropriés pour les petites installations. Néanmoins, ils tendent à se développer à plus grande échelle.

Focus sur les différentes sources d'énergie

Selon le type de centrale, **l'énergie primaire** utilisée pour produire de l'électricité est fossile, nucléaire ou renouvelable.

Les énergies fossiles

Les **sources d'énergies fossiles** sont produites à partir de combustibles carbonés, issus de la lente décomposition de matières organiques, aussi appelée « fossilisation ». Il s'agit donc de ressources naturelles et limitées, c'est-à-dire non-renouvelables :

- le **fioyl**, un dérivé du pétrole ;
- le **charbon** ;
- le **gaz naturel**.

Très peu présentes sur le territoire français, ces matières premières sont largement importées.

L'énergie nucléaire

L'énergie nucléaire est produite le plus souvent à partir **d'uranium** (uranium 235), mais également de **plutonium** (plutonium 239).

Uranium et plutonium sont **non-renouvelables**. Selon l'Agence pour l'énergie nucléaire (AEN), les réserves actuelles d'uranium permettront d'alimenter encore les centrales nucléaires dans le monde pendant une centaine d'années seulement.

Il faut noter néanmoins que, contrairement aux énergies fossiles, leur utilisation dans la production d'énergie ne génère pas d'émissions de gaz à effet de serre.

Les énergies renouvelables

Une **énergie est dite « renouvelable »**, si son utilisation n'entraîne pas de diminution significative de sa réserve. Elle est donc considérée comme inépuisable. Elle présente également l'avantage d'être **disponible** partout dans le monde.

Contrairement aux énergies fossiles, les énergies renouvelables ne génèrent **aucune émission de gaz carbonique directe**. Cependant, la construction des structures permettant de les transformer en énergie électrique peut générer une **pollution indirecte** (extraction des minéraux nécessaires à la fabrication d'éoliennes ou de panneaux solaires, par exemple).

Les énergies renouvelables utilisées comme sources d'énergies primaires pour la production d'électricité en centrale sont :

- l'**énergie hydraulique** (eau des fleuves et des mers) ;
- l'**énergie marémotrice** (force des marées) ;
- l'**énergie solaire** (rayonnements ou chaleur du soleil) ;
- l'**énergie éolienne** (vent) ;
- l'**énergie géothermique** (chaleur des sols) ;
- l'**énergie biomasse** (matières organiques d'origine végétale ou animale).