

Projet interdisciplinaire : Énergie renouvelable pour ma ville



Objectifs : En groupe, vous allez concevoir un projet énergétique pour un bâtiment collectif situé dans un lieu de la ville.

Vous devrez choisir la meilleure solution d'énergie renouvelable adaptée à ce lieu, justifier vos choix, réaliser des calculs scientifiques et construire une maquette de votre bâtiment équipé du système.

Consignes:

Modalités : Par groupe de 4 élèves.

Durée du projet :

- En Physique-Chimie : 4 séances de 1 heure.
- En Technologie : 6 séances de 1 heure 30.

Modalités de rendu : Fichier au format pdf avec vos noms de famille à rendre par e-mail à M. Dalesio pour sa partie et copie-double papier à rendre à Mme Meuret pour sa partie.

Ressources : Cours de Technologie et son atelier, site de classe, livret, coup de pouce (fiches méthodologiques) et logiciel TinkerCAD.

Contenu du projet à rendre :

I) Analyse du lieu (Technologie)

- A) **Décrivez** le besoin auquel répond le bâtiment.
- B) **Identifiez** quelles sources d'énergie renouvelables pourraient être utilisées (Soleil, vent, eau, sol, biomasse...).
- C) **Notez** les contraintes (surface disponible, ensoleillement, vent, eau, orientation, besoins énergétiques...).
- D) **Réalisez** informatiquement le diagramme SysML des cas d'utilisation du bâtiment.

II) Choix du système et étude scientifique (Physique-Chimie)

- A) **Choisissez** un système de production d'énergie renouvelable adapté.
- B) **Réalisez** le diagramme de conversion d'énergie du système choisi.

III) Description d'une chaîne d'énergie et d'information (Technologie)

Réalisez informatiquement une chaîne d'énergie et d'information du système de production d'énergie renouvelable choisi.

IV) Dimensionnement et coût énergétique (Physique-Chimie)

- A) **Calculez** la consommation énergétique annuelle du bâtiment à partir des données simplifiées qui vous sont fournies dans la carte.
- B) **Calculez**, en tenant compte du rendement, la production d'énergie annuelle du système de production électrique choisi.
- C) **Comparez** la production d'énergie de votre système avec la consommation du bâtiment.

V) Maquette et présentation (Technologie)

Construisez la maquette de votre bâtiment en intégrant le système énergétique choisi. La maquette devra rentrer dans un rectangle de 20 cm de long et de 15 cm de large.

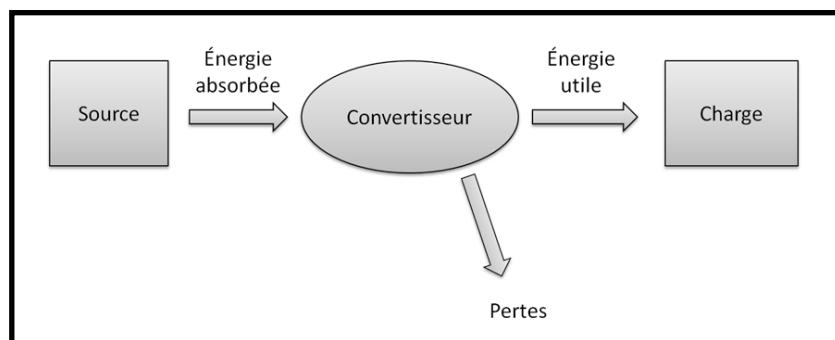
Document 1 : Les diagrammes de conversion d'énergie

Le convertisseur une machine qui transforme une forme d'énergie en une autre forme d'énergie. Il reçoit de l'énergie à exploiter et la transforme en énergie utile. Cependant toute l'énergie exploitée n'est pas transformée en énergie utile, une partie est perdue (dissipée) dans l'environnement (milieu extérieur). Ces pertes sont souvent de l'énergie thermique.

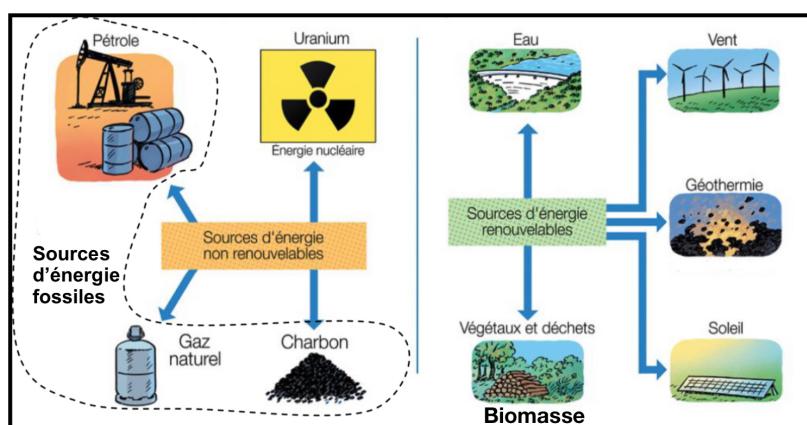
Lorsqu'une énergie est transformée d'une forme en plusieurs formes, l'énergie initiale est égale à la somme des énergies obtenues.

L'énergie entrant dans un récepteur est appelée énergie absorbée E_a . L'énergie désirée qui sort d'un récepteur est appelée l'énergie utile E_u . Il peut exister une énergie non voulue, ce sont les pertes.

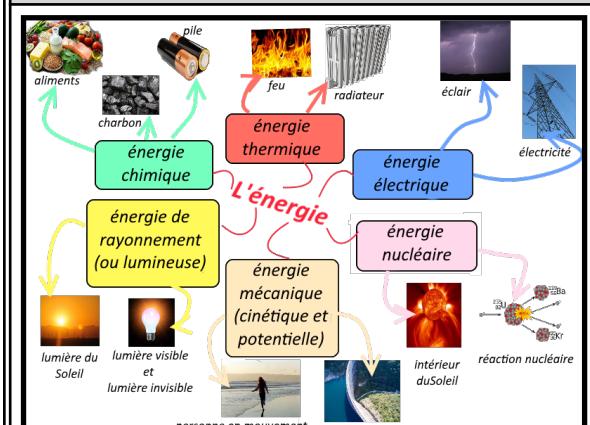
$$E_a = E_u + \text{Pertes}$$



Document 2 : Exemples de sources d'énergie renouvelables et non renouvelables



Document 3 : Les différentes formes de l'énergie



Document 4 : Le rendement

Le rapport entre la puissance utile et la puissance absorbée s'appelle le rendement, elle est désigné par la lettre grecque η (éta). Le rendement n'a pas d'unité mais il est souvent exprimé en pourcentage. $\eta = \frac{E_u}{E_a}$

Les appareils qui transforment l'énergie électrique en énergie thermique (four, radiateurs...) sont appelés récepteurs thermiques. Toute l'électrique absorbée est transformée en énergie thermique, il n'y a pas de pertes par effet Joules . $E_u = E_a$ et $\eta = 1$.

Les moteurs transforment l'énergie électrique en énergie mécanique, mais ils ont des pertes thermiques dues à l'échauffement, aux frottements... $E_a = E_u + \text{Pertes}$ et $\eta \leq 1$

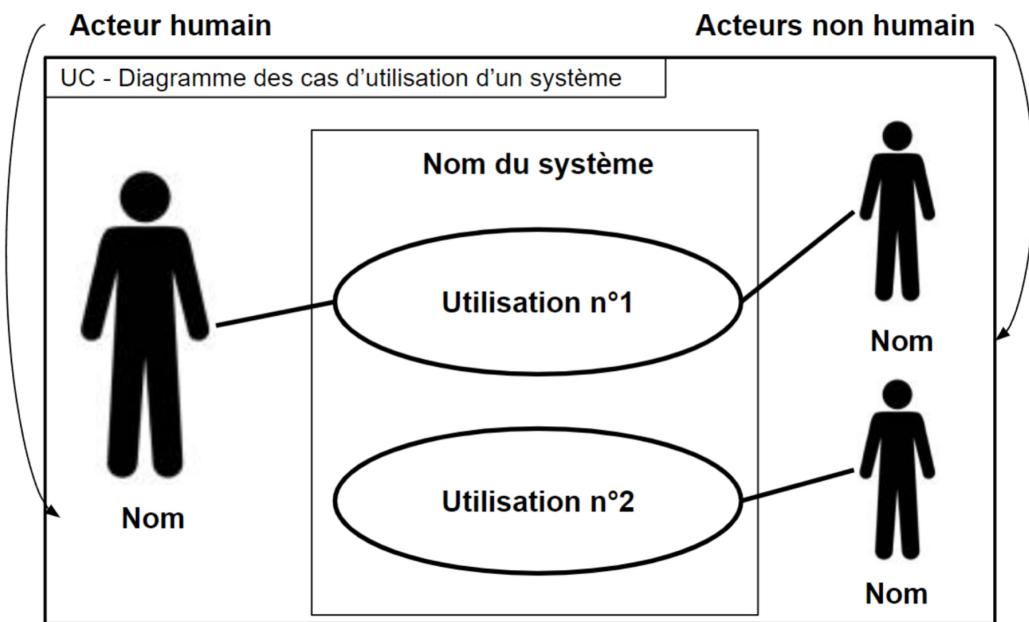
Exemple de rendement pour les panneaux solaires :

Les panneaux solaires pourvus de cellules en silicium monocristallin présentent un rendement moyen de 20% (pouvant aller jusqu'à 25%). Les panneaux solaires pourvus de cellules en silicium polycristallin ont un rendement oscillant entre 13 et 15 %. Les panneaux solaires à base de silicium amorphe présentent le plus petit rendement, entre 6 et 9 %.

RENDEMENT		
Monocristallins	Polycristallins	Amorphes
20 à 25%	13 à 15%	6 à 9%

Document 5: Cahier des Charges

La Fonction d'Usage (FU) d'un système correspond à la raison pour laquelle il a été créé. Voici le diagramme des SysML des cas d'utilisation.

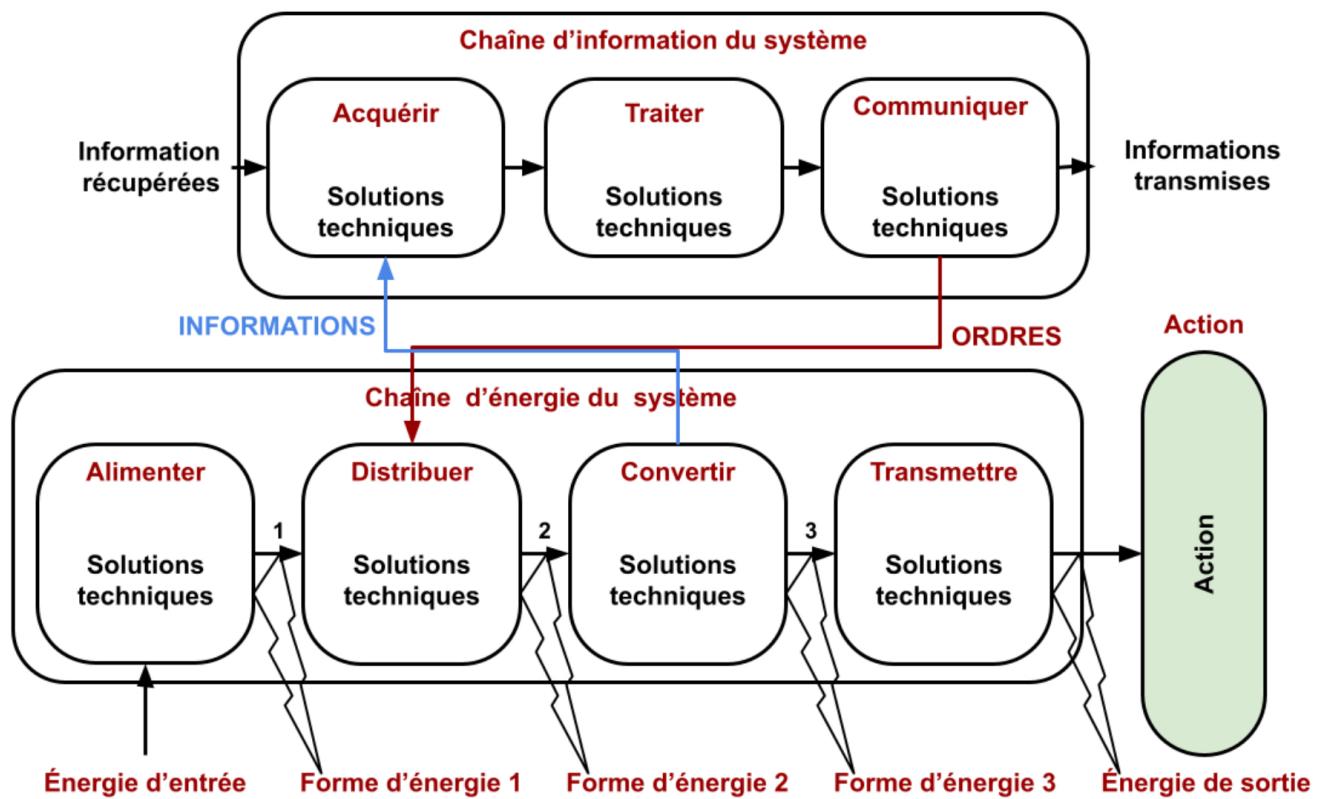


Les noms des utilisateurs humains et non humains doivent être complétés, ainsi que le nom du système et que les différentes utilisations du système.

ATTENTION : Il n'y a pas de limite au nombre d'utilisateurs ni au nombre d'utilisations.

Document 6 : Chaîne d'énergie et d'information

Voici la chaîne d'énergie et d'information d'un système. Le nom du système doit être ajouté, les solutions techniques doivent être complétées, ainsi que les informations récupérées, transmises, l'énergie d'entrée et les actions effectuées. Il n'y a pas de limite aux informations récupérées et transmises.



Document 6 : Les différents systèmes de production de l'énergie

Système	Description	Formule pour calculer l'énergie annuelle produite (Wh)	Rendement ou COP
Panneaux photovoltaïques	Les panneaux convertissent l'énergie lumineuse en électricité grâce aux cellules photovoltaïques. Leur production dépend de la surface installée, de l'ensoleillement et du rendement. Ils sont très utilisés pour l'autoconsommation.	$E_{an} = S \times E_{moy} \times \eta$ où : S = surface de panneaux (m^2), E_{moy} = irradiance moyenne annuelle ($W/m^2/\text{an}$), η = rendement des panneaux.	
Pompe à chaleur sol/eau	Elle capte la chaleur du sol via un fluide caloporteur. L'électricité alimente un compresseur qui pompe cette chaleur et la transfère à l'eau. Son efficacité reste élevée même par temps froid.	$Q_{an} = COP \times W_{\text{élec}} \times t \times f$ où : COP = coefficient de performance, $W_{\text{élec}}$ = puissance électrique consommée (W), f = facteur d'utilisation (0–1), t = temps en heures (8760 h/an).	COP = 3 – 5
Panneaux solaires thermiques	Ces capteurs transforment directement le rayonnement solaire en énergie thermique pour chauffer l'eau. Ils sont surtout utilisés pour l'eau chaude sanitaire.	$E_{an} = S \times E_{moy} \times \eta$ où : S = surface de panneaux (m^2), E_{moy} = irradiance moyenne annuelle ($W/m^2/\text{an}$), η = rendement des panneaux.	
Éolienne de 2 m de rotor.	Le rotor convertit l'énergie cinétique du vent en électricité. La puissance dépend fortement de la vitesse du vent (au cube). Plus le rotor est grand, plus la production est importante.	$E_{an} = K \times v^3 \times \eta$ où : K = constante qui vaut 6740 SI, v = vitesse moyenne du vent (m/s), η = rendement mécanique + électrique.	$\eta \approx 0,9$
Mini barrage hydroélectrique	L'eau stockée prend de la vitesse en chutant, et entraîne une turbine. L'énergie produite dépend du débit, de la hauteur de chute et du rendement de la turbine. C'est une énergie renouvelable continue et régulière.	$E_{an} = \rho \times g \times Q \times H \times \eta \times t$ où : ρ = densité de l'eau (1000 kg/m^3), g = gravité ($9,81 \text{ m/s}^2$), Q = débit d'eau (m^3/s), H = hauteur de chute (m), η = rendement global, t = temps en heures (8760 h/an).	$\eta = 60 - 90 \%$
Pompe à chaleur air/eau	Elle prélève la chaleur de l'air extérieur pour chauffer l'eau. Son efficacité dépend fortement de la température extérieure. C'est une solution répandue pour le chauffage domestique.	$Q_{an} = COP \times W_{\text{élec}} \times t \times f$ où : COP = coefficient de performance, $W_{\text{élec}}$ = puissance électrique consommée (W), f = facteur d'utilisation (0–1), t = temps en heures (8760 h/an).	COP = 2 – 4
Chaudière à bois	Le bois brûle et libère son énergie chimique sous forme de chaleur. La production dépend de la masse de bois consommée et du PCI du combustible. Le rendement varie selon le type de chaudière.	$E_{an} = m \times PCI \times \eta$ où : m = masse de bois consommée (kg/an), PCI = pouvoir calorifique inférieur du bois (Wh/kg), η = rendement de la chaudière.	$\eta = 60 - 90 \%$