

Énergie électrique des centrales hydroélectriques

Quelques précisions sur les choix opérés

Il ne faut pas perdre de vue qu’il ne s’agit pas d’une publication sur un modèle universel du calcul de l’énergie cinétique pour le fonctionnement d’une centrale. Mais il s’agit d’utiliser une relation de proportionnalité pouvant exister pour ces systèmes, dans une approche simplifiée. Des approximations (qui peuvent être discutées) ont été opérées afin de créer une mise en situation d’apprentissage.

Concernant la relation fournie dans l’activité

Les données grand public sont fournies par EDF. Le débit moyen de l’eau dans une conduite forcée n’est pas fourni par EDF mais par divers sites ne précisant pas leurs sources. En revanche le nombre d’habitants et la hauteur de chute sont connus pour certaines centrales, ainsi que le nombre de conduites forcées. Pour ne pas complexifier les calculs, le fait que la plupart des centrales voient leurs conduites forcées se diviser en deux pour alimenter deux turbines a été volontairement passé sous silence. En fait, trois conduites forcées entraînent six turbines.

Pour les centrales dans la région, qui ne sont pas au fil de l’eau et pour une hauteur de chute inférieure à 100 m, il est possible de corréliser les données, sous la forme d’une relation de proportionnalité liant le nombre d’habitants, par mètre de chute d’eau. Cela a permis ainsi de proposer une valeur numérique du coefficient de proportionnalité dans la relation fournie.

	St Croix	Castillon	Oraison	St Chamas	St Tulle 1
Nb d’habitants	57300	31100	297000	70000	62000
Hauteur (m)	78	90	85,5	71,5	38,5
Nb conduits	2	1	10	3	5
Nb hat/m/ conduit	367	345	347	327	323

(Source EDF)

Pour un système parfait (on néglige toutes les pertes lors de la chute de l’eau) $\Delta E = 0$. Cela conduit à supposer que la conversion de l’énergie de position en énergie cinétique est totale. De ce fait la variation de l’énergie de cinétique est proportionnelle à la variation de hauteur de chute. Si l’on accepte ce modèle, il n’y a pas de biais mais l’utilisation de données de terrains conduisant à une relation empirique.

kWh/habitant/an	7000	7000	7000	7000	7000
Rendement	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
kWh/m	3601500	3450000	3473684	3263000	3220779

La valeur numérique est obtenue à partir de la consommation électrique totale par habitant et le rendement de conversion de l’énergie cinétique en énergie électrique.

On aboutit ainsi à une relation qui sert de point d’entrée à l’activité et qui est prêtée ici à discussion. Bien entendu la valeur numérique du coefficient varie selon les données considérées.

Le fait de ne pas donner à ce moment la relation $E_c = \frac{1}{2}.m.v^2$, permet d'ouvrir la discussion à la conversion d'énergie de position en énergie cinétique et inversement (pour un système idéal) et de faire pressentir aux élèves que l'énergie cinétique dépend de la vitesse, car il leur est facile d'admettre que l'eau en tombant d'une hauteur h , voit sa vitesse augmenter.

Concernant la valeur l'énergie électrique consommée en France/an

On a considéré l'énergie globale consommée (424 TW.h en 2017) rapportée au nombre d'habitants comme cela est fait pour toutes les publications de statistiques internationales. Cela a permis d'exploiter les données des autres pays, calculées selon cette méthode.

Données de l'OCDE :

<https://donnees.banquemondiale.org/indicateur/EG.USE.ELEC.KH.PC?view=map>

Site RTE qui fournit le détail plus fin que pour la France :

<https://www.rte-france.com/fr/article/statistiques-de-l-energie-electrique-en-france>

Le choix de la consommation par habitant va impacter la valeur numérique du coefficient de proportionnalité, mais n'invalide en rien la démarche logique conduisant à une forme d' E_c qui reste le point de départ du raisonnement pour l'élève.

Ce choix se répercute sur sa constante 3 263 400, et correspond à ce moment-là à un volume d'eau rejeté dans l'étang de Berre important ; le volume réel, donnée connue et sensible, est moins important. Bien entendu mais cela reste un modèle touchant rapidement à ses limites. Cette remarque peut permettre aussi de développer l'esprit critique de nos élèves. Un modèle n'est pas la réalité. Mais surtout, cela permet d'ouvrir une discussion par une entrée citoyenne ; par exemple : quel est l'impact de l'industrie sur l'environnement ? Comment notre mode de vie génère-t-il des contraintes sur l'environnement ?