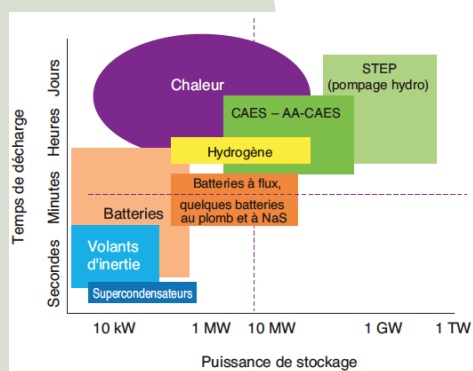


Activité stockage énergie

Version 2.1

19 novembre 2024

Lycée Don Bosco : BTS MS



Source : IFPEN d'après diverses sources

Bernard STRAUDO

Table des matières

Objectifs	3
Introduction	4
I - Exercice : Étude de la demande en énergie électrique	5
II - Exercice : Principe de stockage	6
III - Exercice : Différents types et utilisations	7
IV - Étude détaillée de chaque système de stockage	8
1. Exercice : Principe STEP (pompage turbinage)	8
2. Exercice : Etude numérique d'un fonctionnement STEP	9
3. Exercice : Etude système « beaconpower SmartBox ».....	9
4. Exercice : Étude d'un super condensateur	9
5. Exercice : Tramway et super condensateur	10
6. Exercice : Étude d'une grue	10
Solutions des exercices	11



Objectifs

Compétences :

- **C41** Appréhender l'organisation fonctionnelle, structurelle et temporelle d'un bien
- **C42** Caractériser la chaîne de puissance et d'information

Savoir Physique Chimie

- **S4.1** Energie
- **S4.4** Conversion énergie électrique
- **S4.7** Thermodynamique
- **S4.9** Mécanique des fluides

Tâches professionnelles

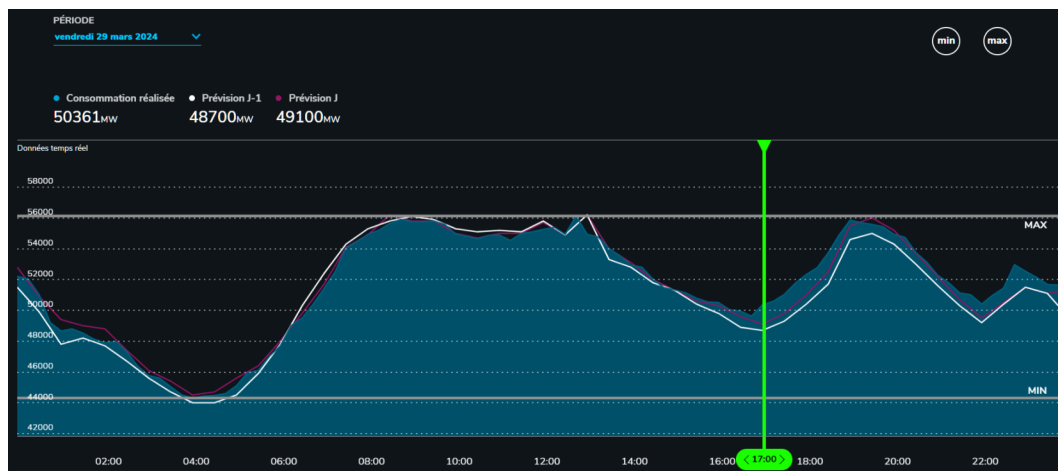
- **T 3.2** Proposer et/ou concevoir des solutions d'amélioration

Introduction

Le développement d'énergies renouvelables intermittentes et les fluctuations de la demande imposent le stockage de l'énergie afin de maintenir l'équilibre entre la production et la demande.

Nous allons découvrir différents types de stockage d'énergie.

I Exercice : Étude de la demande en énergie électrique



Question 1

[solution n°1 p. 11]

Déterminer la variation de la puissance demandée durant cette journée.

Question 2

[solution n°2 p. 11]

Déterminer l'écart entre la puissance produite et la prévision J-1 (la veille).

Question 3

[solution n°3 p. 11]

Entre ces deux variations, quelle est la plus importante.

② Exercice : Principe de stockage

Pour ces différents systèmes de stockage d'énergie, indiquez la formule exprimant le procédé de stockage.

A $E = mc(T_{finale} - T_{initiale})$

B $E_P = mgz$

C $E = UIt = UQ$

D $E = \frac{1}{2}CU^2$

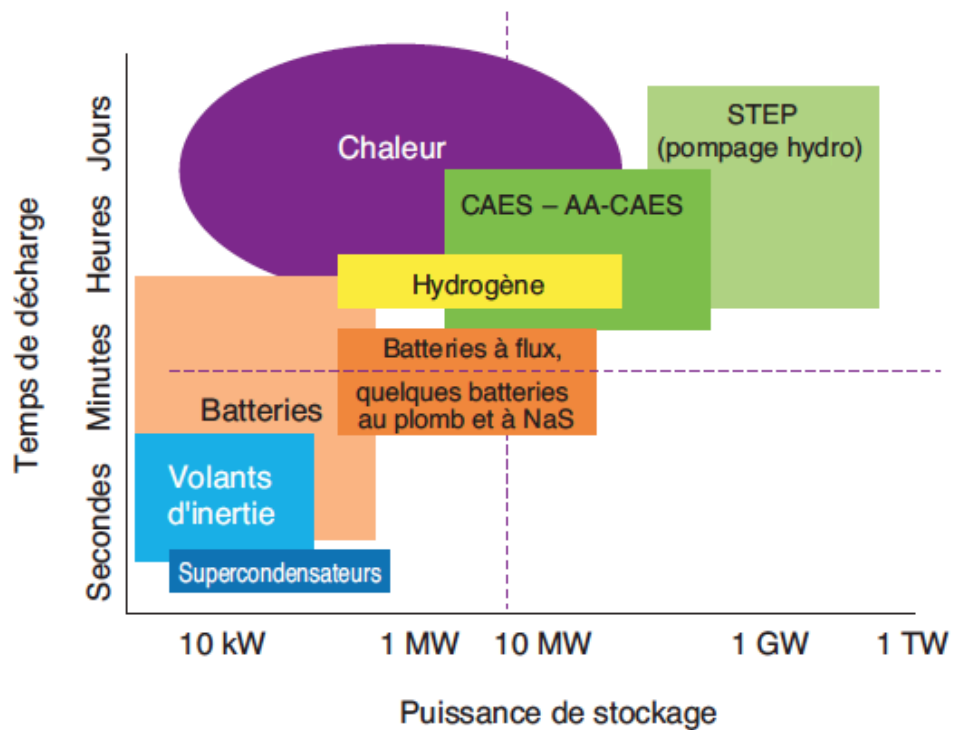
E $E_C = \frac{1}{2}J\Omega^2$

F $E = pV$

Volant d'inertie	Barrage	Super condensateur	Batterie	Chaleur	Pression

② Exercice : Différents types et utilisations

Pour une production durant une journée d'une puissance de 50 kW à partir d'énergie stockée, quel est le système préconisé ?



Source : IFPEN d'après diverses sources

A Batterie

B Super condensateur

C Chaleur

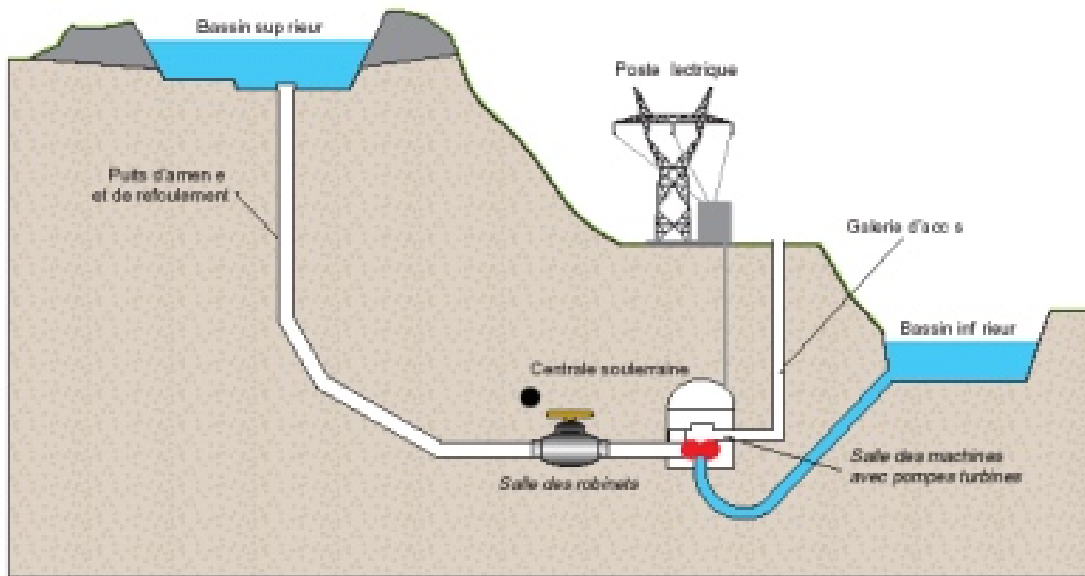
D Volant d'inertie

E STEP

F Hydrogène

IV Étude détaillée de chaque système de stockage

1. Exercice : Principe STEP (pompage turbinage)



STEP

En utilisant le schéma ci-dessus, réalisez l'appareillage suivant :

A Turbine en fonctionnement

B Alternateur en fonctionnement

C Moteur électrique en fonctionnement

D L'eau circule du bassin supérieur vers le bassin inférieur

E L'eau circule du bassin inférieur vers le bassin supérieur

F Pompe en fonctionnement

Production énergie électrique	Stockage d'énergie

2. Exercice : Etude numérique d'un fonctionnement STEP

Le réservoir supérieur dit lac de Grand'Maison, a un volume utile de 132 millions de mètres cubes, et le réservoir inférieur dit lac du Verney, 930 mètres plus bas et a un volume utile de 14,3 millions de mètres cubes.

Déterminer l'énergie stockable (due à une sur production) par le système STEP en TJ. Ne pas écrire l'unité dans votre réponse.

3. Exercice : Etude système « beaconpower SmartBox »

En utilisant les informations de la page 3 du document « *beaconpower_SmartBox_Hybrid_Energy_Storage_and_MicroGrid_Forming_System_Rev_2_2* (cf. *beaconpower_SmartBox_Hybrid_Energy_Storage_and_MicroGrid_Forming_System_Rev_2_2.pdf*) », répondez aux questions suivantes.

Question 1

[solution n°4 p. 11]

Quels sont les deux procédés de stockage de l'énergie utilisés dans ce système ?

Question 2

[solution n°5 p. 11]

Pour chacun des deux systèmes, indiquez celui qui correspond à une utilisation de courte durée et celui de longue durée.

Question 3

[solution n°6 p. 11]

Pour quelle raison le système « Beaconpower SmartBox » doit posséder un stockage pour les courtes durées ?

Question 4

[solution n°7 p. 11]

La machine doit-elle fonctionner en génératrice, en moteur ou les deux ?

Question 5

[solution n°8 p. 11]

La machine MG peut être de quel type ?

Question 6

[solution n°9 p. 11]

Pourquoi a-t-on une double conversion alternatif continu et continu alternatif ?

4. Exercice : Étude d'un super condensateur

Déterminer l'énergie que peut stocker en Joule (ne pas écrire l'unité dans votre réponse) ce super condensateur.





5. Exercice : Tramway et super condensateur

Un tramway utilise des super condensateurs pour stocker l'énergie nécessaire pour le déplacement de celui-ci entre les stations. La distance maximum entre deux stations est de 400 m. Le tramway se déplace à une vitesse moyenne de 30 km/h avec une puissance de 150 kW. Le temps d'arrêt à une station est de 20 s). Nous considérerons toutes les pertes négligeables. La tension d'alimentation est de 750V.

Question 1

[solution n°10 p. 12]

Calculer le temps maximum entre deux stations.

Question 2

[solution n°11 p. 12]

Calculer l'énergie consommée entre deux stations.

Question 3

[solution n°12 p. 12]

Calculer la capacité totale des super condensateurs pour stocker l'énergie, sous 750 V, nécessaire au déplacement entre deux stations.

Question 4

[solution n°13 p. 12]

Calculer le courant moyen que doit fournir le système de charge lors d'un arrêt de 20 s.

6. Exercice : Étude d'une grue

Après visionnage de la vidéo <https://youtu.be/fXIFZxvZfg8> répondre aux questions :

Question 1

[solution n°14 p. 12]

L'énergie est stockée sous quelle forme ?

Question 2

[solution n°15 p. 12]

Lors de quel mouvement l'énergie est stockée ?

Question 3

[solution n°16 p. 12]

Lors de quel mouvement l'énergie est restituée ?

Question 4

[solution n°17 p. 12]

La documentation indique une augmentation de 100% de la puissance, mais une réduction seulement de 30% de la consommation, donner une explication.

Solutions des exercices

Solution n°1

[exercice p. 5]

$$E = 56 - 44 = 8 \text{ GW}$$

Solution n°2

[exercice p. 5]

$$E = 50\,361 - 48\,700 = 1661 \text{ MW soit } 1,661 \text{ GW}$$

Solution n°3

[exercice p. 5]

La plus importante est la variation durant la journée (8 GW > 1,661 MW).

Solution n°4

[exercice p. 9]

Les deux procédés sont le volant d'inertie et la batterie

Solution n°5

[exercice p. 9]

Batterie pour la longue durée

Volant d'inertie pour les courtes durées

Solution n°6

[exercice p. 9]

Afin de préserver la durée de vie des batteries.

Solution n°7

[exercice p. 9]

Les deux fonctionnements sont nécessaires, moteur pour le stockage dans le volant d'inertie et génératrice pour la restitution de l'énergie stockée dans celui-ci.

Solution n°8

[exercice p. 9]

Machine asynchrone ou synchrone. La machine devant fonctionner en moteur et génératrice la machine synchrone est plus adaptée.

Solution n°9

[exercice p. 9]

Car la machine tournante produit de l'alternatif, le réseau est alternatif et la batterie fonctionne en continu.

Solution n°10

[exercice p. 10]

$$\Delta t = \frac{d}{v} = \frac{400}{\frac{30}{3,6}} = 48 \text{ s}$$

Solution n°11

[exercice p. 10]

$$E = P \cdot \Delta t = 150 \times 10^3 \times 48 = 7,2 \text{ MJ}$$

Solution n°12

[exercice p. 10]

$$E = \frac{1}{2}CU^2 \text{ donc } C = \frac{2 \times E}{U} = \frac{2 \times 7,2 \times 10^6}{750} = 25,6 \text{ F}$$

Solution n°13

[exercice p. 10]

$$P_{charge} = \frac{E}{\Delta t} = \frac{7,2 \times 10^6}{20} = 360 \text{ kW}$$

$$I = \frac{P}{U} = \frac{360 \times 10^3}{750} = 480 \text{ A}$$

Solution n°14

[exercice p. 10]

L'énergie est stockée sous forme de pression.

Solution n°15

[exercice p. 10]

Le stockage d'énergie a lieu lors de la descente de la pince.

Solution n°16

[exercice p. 10]

La montée

Solution n°17

[exercice p. 10]

L'augmentation de la puissance n'est possible qu'à certain moment quand suffisamment d'énergie est stockée. Donc l'apport de puissance supplémentaire permet une économie d'énergie qu'à certains instants.

