

BACCALAURÉAT TECHNOLOGIQUE

Sciences et Technologies de l'Industrie et du Développement Durable

ENSEIGNEMENTS TECHNOLOGIQUES TRANSVERSAUX

Coefficient 8

Durée : 20 minutes -1 heure de préparation

Aucun document autorisé – Calculatrice autorisée

Constitution du sujet :

- **Dossier de Présentation.....** Pages 2 à 3
- **Dossier de Travail Demandé.....** Pages 4 à 6
- **Dossier Technique** Pages 7 à 10

Rappel du règlement de l'épreuve

L'épreuve s'appuie sur une étude de cas issue d'un dossier fourni au candidat par l'examineur et présentant un système pluritechnique.

Un questionnaire est remis au candidat avec le dossier au début de la préparation de l'épreuve. Il permet de résoudre un problème technique précis (sans entraîner le développement de calculs mathématiques importants) afin d'évaluer des compétences, et les connaissances associées, de la partie relative aux enseignements technologiques transversaux.

Pendant l'interrogation, le candidat dispose de 10 minutes pour exposer les conclusions de sa préparation avant de répondre aux questions de l'examineur, relatives à la résolution du problème posé.

Baccalauréat Sciences et Technologies de l'Industrie et du Développement Durable – STI2D		Session 2017
Enseignements technologiques transversaux- oral de contrôle	Code : 2017-29-01	Page 1 / 9

DOSSIER DE PRÉSENTATION

L'autonomie énergétique sur l'île d'El Hierro : un projet innovant au niveau mondial

Le 27 juin 2014, en inaugurant sa nouvelle centrale hydro éolienne, l'île espagnole d'El Hierro, dans l'archipel des Canaries, s'apprêtait à devenir la première île au monde totalement autonome en électricité grâce aux énergies renouvelables.

Cinq éoliennes et une centrale hydro-éolienne

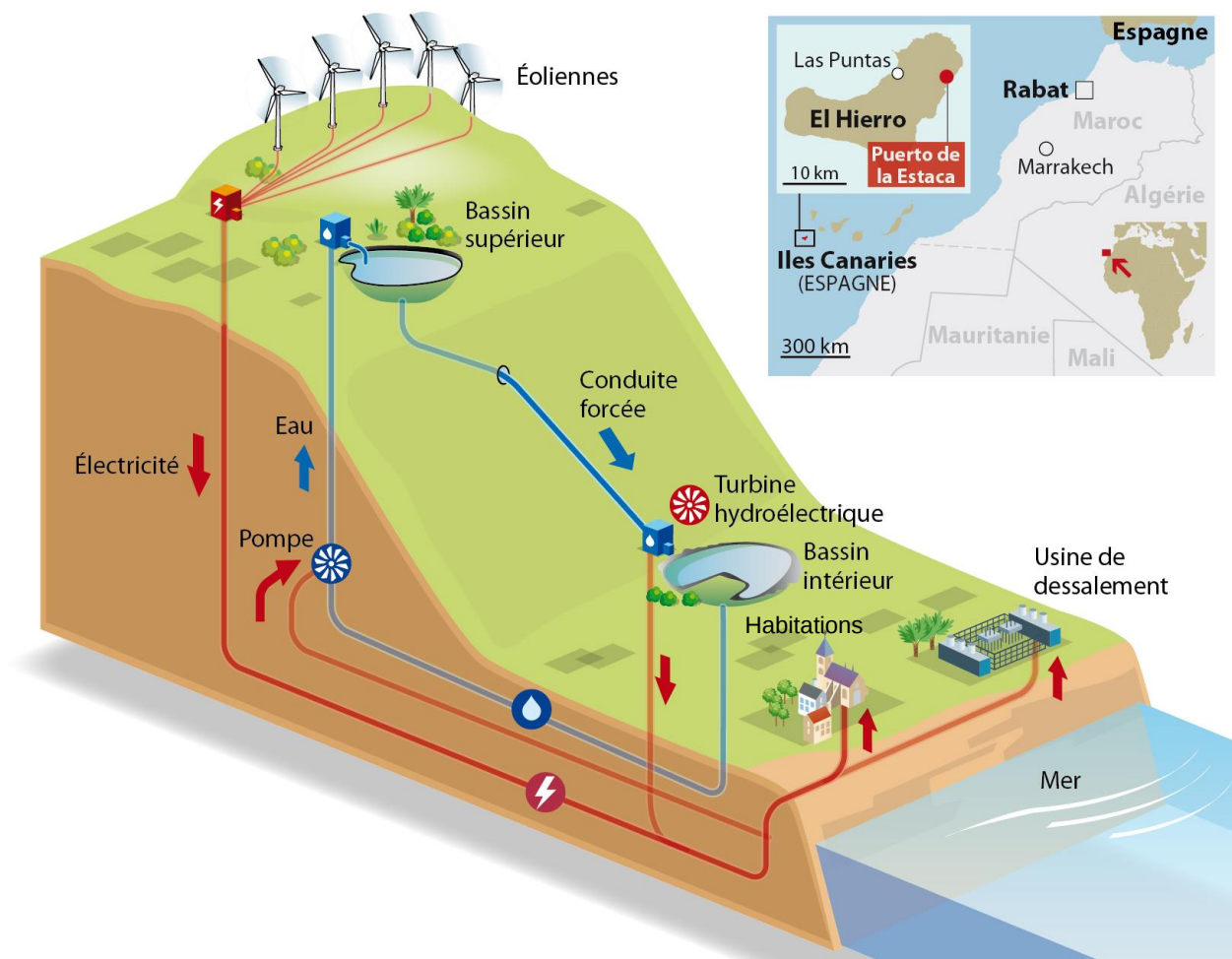


Figure 1 : Implantation des différents éléments du système sur l'île

Baccalauréat Sciences et Technologies de l'Industrie et du Développement Durable – STI2D		Session 2017
Enseignements technologiques transversaux- oral de contrôle	Code : 2017-29-01	Page 2 / 9

Selon un schéma unique au monde, la centrale Gorona del Viento associe cinq éoliennes et 2 bassins de stockage d'eau douce (bassin supérieur et inférieur) reliés par une conduite forcée.

Lorsque le vent est suffisant (en moyenne 4000 heures·an⁻¹), le parc éolien, d'une puissance de 11,5 MW, couvre la demande de l'usine de dessalement d'eau de mer, permettant l'approvisionnement en eau potable, et les besoins en énergie électrique d'une partie des 11000 habitants de l'île.

Quand la production d'électricité est supérieure à la demande, l'eau du bassin inférieur est pompée et stockée en hauteur dans le bassin supérieur. Cette phase est nommée **phase de pompage**. L'installation se transforme alors en station de transfert d'énergie par pompage (STEP).

Durant les périodes de vent insuffisant, l'eau du bassin supérieur se vide dans le bassin inférieur pour alimenter les 4 turbines (de type Pelton) de la centrale hydroélectrique d'une puissance totale de 11,3 MW. Cette phase est nommée **phase de turbinage**.

Ce système hydraulique doit permettre à l'île de tenir environ 2 jours sans vent. L'ancienne centrale thermique fuel de Los Llanos Blancos est maintenue pour compléter le mix énergétique de l'île afin de palier au problème de l'intermittence des énergies renouvelables.

Le projet a coûté 65 millions d'euros ; il devrait faire économiser 6 à 7 millions d'euros par an. Il évite en outre la consommation de 40 000 barils de pétrole ainsi que l'émission de 18700 tonnes de CO₂ dans l'atmosphère par an.

DOSSIER DE TRAVAIL DEMANDE

Problématique : Comment est réduit l'impact environnemental de l'île d'El Hierro ?

Le fonctionnement de la Station de Transfert d'Énergie par Pompage et turbinage (STEP) se déroule en 2 phases : une phase de pompage et une phase de turbinage. Dans cette étude, seulement la phase de turbinage sera étudiée.

1. Autonomie énergétique de l'île

L'objectif de cette partie est de quantifier, en l'absence de vent, la quantité de CO₂ économisée (en kg eq.CO₂) grâce à la **phase de turbinage**.

Question 1
DT1 A l'aide du schéma de principe du système et de la chaîne d'énergie de la centrale hydroélectrique DT1, définir pour chaque bloc, la fonction qu'il remplit ainsi que les énergies entrantes et sortantes.

Les fonctions sont à choisir dans la liste suivante :
convertir, adapter, transmettre, distribuer, alimenter, stocker.

Les énergies sont à choisir dans la liste suivante :
énergie électrique, énergie mécanique de rotation, énergie mécanique de translation, énergie cinétique, énergie potentielle (hydraulique), énergie thermique.

Question 2
DT2 A partir des informations données dans le diagramme de blocs internes DT2, **déterminer** l'énergie potentielle E_{STO} , stockée dans le réservoir haut (supérieur) transférable au réservoir bas (inférieur). Le résultat sera exprimé en MWh.

Rappel:

$$E_{sto} = \rho \times g \times \Delta H \times V_{max}$$

où ρ : masse volumique de l'eau 1000 kg·m⁻³

g : accélération de la pesanteur en 9,81 m·s⁻²

ΔH : différence de hauteur (en m) entre le réservoir haut et le réservoir bas

V_{max} : volume d'eau (en m³) pouvant être stocké dans le réservoir bas

E_{sto} énergie stockée (en J)

$$1\text{Wh} = 3600 \text{ J}$$

Quel que soit le résultat obtenu, prendre pour la suite de l'étude $E_{sto} = 270 \text{ MWh}$

Question 3 À partir des rendements des composants de la chaîne d'énergie du DT1, **déterminer** l'énergie électrique produite, pendant la phase de turbinage, E_{elec} (en MWh) en sortie du transformateur de la centrale hydroélectrique.
DT1

Question 4 **Calculer** la quantité de CO_2 économisée (en tonne eq. CO_2) pendant une phase de turbinage.
Données : 1 MWh produit par la centrale thermique au fuel de Los Llanos Blancos émet 0,67 tonne de CO_2 dans l'atmosphère,

2. Choix du matériau pour la conduite forcée

La conduite forcée, permettant d'acheminer l'eau du bassin supérieur vers les 4 turbines Pelton, subit des contraintes mécaniques. Une modélisation numérique a permis de mettre en évidence ces contraintes. C'est dans la zone des 4 répartiteurs (voir DT3), qui dirigent l'eau vers les augets des turbines, que les contraintes sont les plus élevées.

L'objectif est de **justifier l'utilisation de l'acier S275**, d'un point de vue économique et environnemental, pour la fabrication de la conduite forcée.

Le document DT3 présente les contraintes mécaniques que subit la zone de la conduite forcée la plus sollicitée.

Question 5 **Donner**, en MPa, la valeur de la contrainte maximale.
DT3

Question 6 **Déterminer** le coefficient de sécurité s qui a été appliqué et **conclure** quant à la résistance de la conduite forcée.
DT3

Question 7 Le S275 étant un acier à faible teneur en carbone, à l'aide du DT4, **justifier** le choix de cet acier du point de vue environnemental.
DT4

3. Synthèse

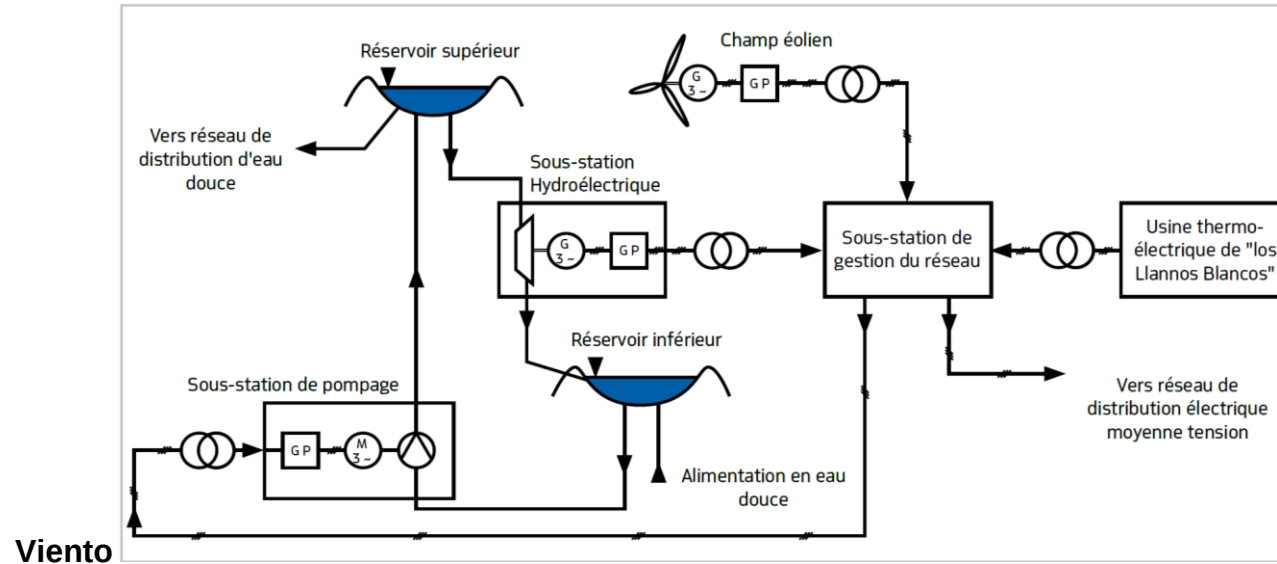
Lors de la mise en service de Gorono del Viento, l'ambition était de produire 100 % de la demande énergétique **sans émission de CO_2** . Aujourd'hui, la moyenne est d'environ 50 %.

Question 8 Pour atteindre l'objectif fixé, **proposer** des solutions techniques complémentaires, pour compléter la production d'énergie « verte ».

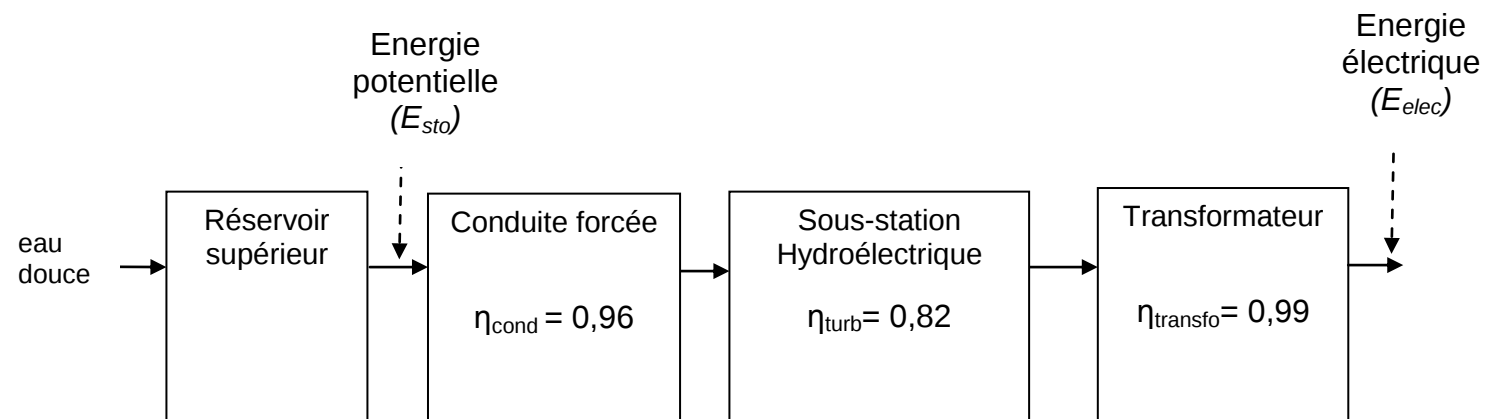
DOSSIER TECHNIQUE

DT1 :

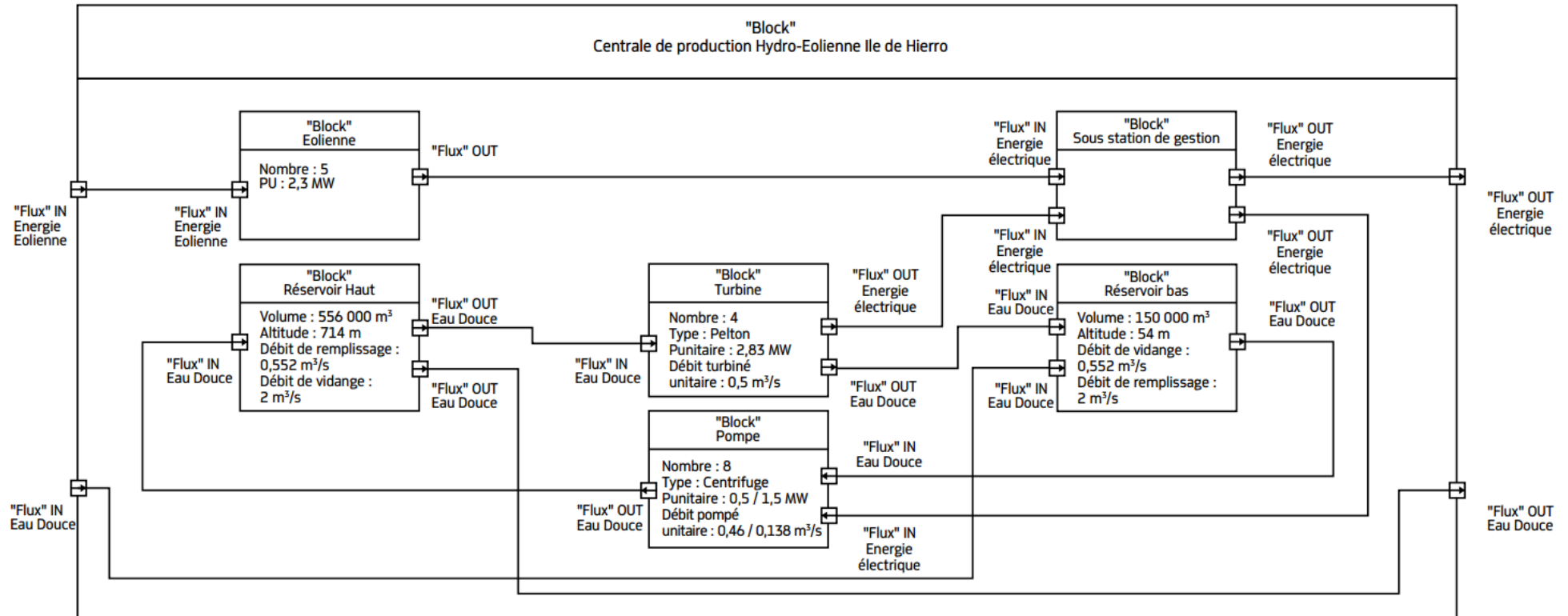
Schéma de principe de la centrale Gorona del



Chaîne d'énergie de la centrale hydroélectrique



DT2 : Diagramme de blocs internes du système

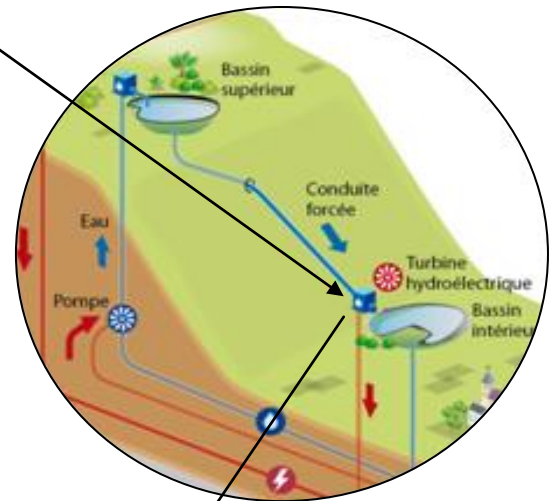


DT3 : Résultats d'une simulation effectuée sur la modélisation de la conduite forcée

Zone de l'étude : répartiteur de turbine.

Matériau : acier S275

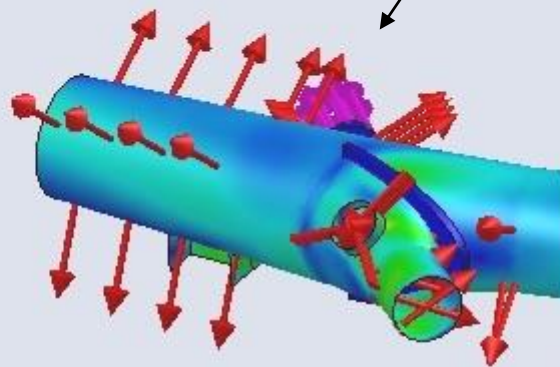
Limite élastique : $R_e = 275 \text{ MPa}$



Nom du modèle: Répartiteur pour calcul surfacique

Type de tracé: Analyse contrainte nodale Contraintes1

Echelle de déformation: 1



von Mises (N/m^2)

185 394 752,0

169 945 200,0

154 495 632,0

139 046 064,0

123 596 504,0

108 146 944,0

92 697 376,0

77 247 816,0

61 798 252,0

46 348 688,0

30 899 126,0

15 449 563,0

0,0

→ Limite d'élasticité: 275 000 000,0

DT4 : Choix du matériau de la conduite forcée à l'aide du logiciel CES-EDUPACK

