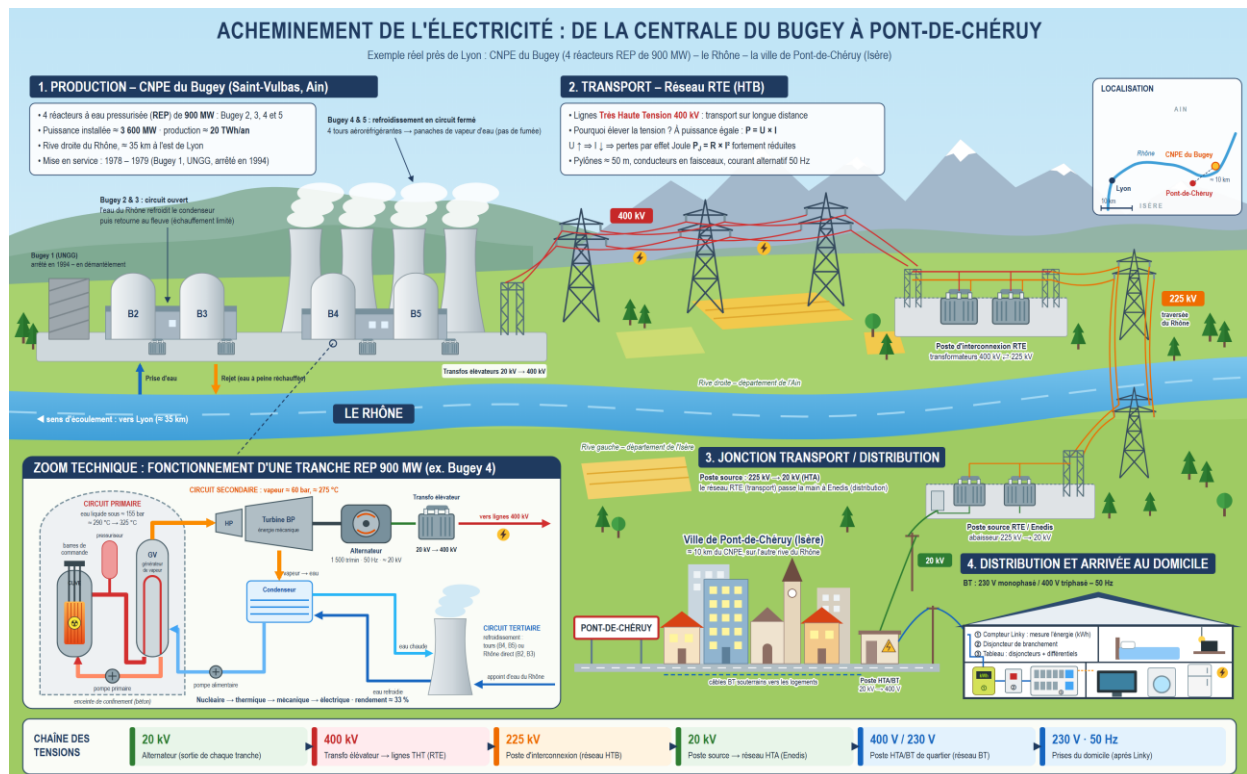


Les sources d'énergie

Travaux pratiques – Activité unique (3 h)

Terminale AC – ITEC – EE – SIN



Enquête : de l'atome du Bugey à la prise du lycée

Terminale

Les sources d'énergie

TP

Partie 2 : la centrale du Bugey, de l'atome à la prise

Objectifs :	– Exploiter le cours « La centrale du Bugey » : vocabulaire, schémas, ordres de grandeur. – Réaliser 15 calculs rédigés (relation littérale → application numérique → résultat) sur les quatre étapes : produire, transporter, poste source, domicile. – Lire et exploiter des documents techniques : schéma muet, plaque signalétique, courbe de charge. – Repérer des affirmations fausses et argumenter avec des valeurs chiffrées.
Compétences visées	Programme de 2I2D (ingénierie, innovation et développement durable), classe terminale STI2D : arrêté du 17 janvier 2019 – BO spécial n°1 du 22 janvier 2019 (NOR MENE1901591A), annexe 1. Chapitre du tronc commun aux quatre enseignements (AC, ITEC, EE, SIN). Compétences du programme (BO) : C01.1 Justifier les choix des structures matérielles et/ou logicielles d'un produit, identifier les flux mis en œuvre dans une approche de développement durable. → <i>flux d'énergie de la fission jusqu'à la prise</i> C01.3 Justifier les solutions constructives d'un produit au regard des performances environnementales et estimer leur impact sur l'efficacité globale. → <i>rendements, pertes Joule, refroidissement, rendement global</i> C02.2 Évaluer la compétitivité d'un produit d'un point de vue technique et économique. → <i>comparaison uranium / charbon, coût de l'énergie au domicile</i> C03.1 Identifier et caractériser les fonctions et les constituants d'un produit ainsi que ses entrées/sorties. → <i>constituants d'un REP, d'un poste source, d'un tableau électrique</i>
Connaissances associées (BO)	1.5.2 Mise à disposition des ressources : enjeux énergétiques mondiaux, production centralisée ou locale 1.5.3 Utilisation raisonnée des ressources : efficacité énergétique d'un produit 2.1 Représentation des flux MEI : flux et stocks d'énergie, caractérisation et unités 2.3.1 à 2.3.3 Chaînes de puissance : typologie, stockage d'énergie, conversion de puissance 3.3 Comportement énergétique des produits : conservation de l'énergie, pertes et rendements, sources d'énergie, bilan énergétique
Durée	180 mn
Discipline	AC – ITEC – EE – SIN
Notation Pronote	20 points – activité unique (5 parties + bilan) – en binôme
Coefficient	1

TP

02

CHAPITRE 02 · TP · ACTIVITÉ UNIQUE

De l'atome à la prise du lycée

Enquête sur le CNPE du Bugey · Terminale STI2D · en binôme · 3 h · cours et calculatrice autorisés

NOM

PRÉNOM

CLASSE

SITUATION

Votre nombre personnel

Plusieurs calculs utilisent **votre nombre personnel k** : **k = nombre de lettres du prénom de l'élève n°1** du binôme (sans tiret ni espace). Exemple : « Enzo » → k = 4 ; « Quentin » → k = 7.

Prénom de l'élève n°1 : k = ...

CONSIGNES

Comment travailler

- Le **cours « La centrale du Bugey »** est votre seule ressource. Chaque partie commence par un encadré « À lire dans le cours ».
- Tous les calculs se rédigent en **3 étapes** : relation littérale, application numérique, résultat **avec unité**.
- Plusieurs questions exigent de **lire une figure du cours** (FIG. n) ou un **document** du TP (DOC n) : citez-les dans votre réponse.
- Les données de l'énoncé priment toujours sur celles du cours : lisez-les attentivement, elles ne sont pas toujours les mêmes !
- Une réponse sans justification ou sans unité ne rapporte aucun point.

DÉROULÉ CONSEILLÉ

PARTIE	CE QUE JE FAIS	COURS	DURÉE	POINTS
1	Le CNPE du Bugey : situation, histoire, vrai/faux	Partie I	25 min	3
2	Produire : fission, uranium, rendement, Rhône	Partie II	45 min	5
3	Transporter : intensité, résistance, pertes Joule	Partie III	35 min	4
4	Le poste source : plaque signalétique, courbe de charge	Partie IV	35 min	4
5	Au domicile : disjoncteur, facture, uranium du foyer	Partie V	25 min	3
Bilan	Expliquer le trajet de l'énergie · traquer les erreurs	Tout le cours	15 min	1

PARTIE 1

Le CNPE du Bugey

À LIRE DANS LE COURS

Partie I — § 01 à 04

Situation et choix du site · frise historique · le site aujourd'hui · les trois barrières de sûreté.

1.1 Vrai ou faux ? Justifier chaque réponse par une phrase **et** un argument tiré du cours. (1 pt)

a) Le Bugey compte aujourd'hui cinq réacteurs en fonctionnement.

.....

b) Les quatre tours aéroréfrigérantes refroidissent les quatre réacteurs.

.....

c) Le panache blanc des tours contient du CO₂.

.....

d) Le combustible des REP contient environ 4 % d'uranium 235.

.....

1.2 Sur la carte (FIG. 2 du cours), utiliser l'**échelle graphique** pour estimer la distance entre le CNPE et le lycée. Préciser le département de chacune des deux rives du Rhône. (0,5 pt)

.....

.....

1.3 Depuis le lycée, dans quelle direction (point cardinal) se trouve le CNPE ? Citer une commune située entre les deux, visible sur la FIG. 2. (0,5 pt)

.....

.....

1.4 Compléter la frise à l'aide de la FIG. 3 et du tableau « Ils ont fait l'histoire ». (1 pt)

DATE	ÉVÉNEMENT
1938	
1972	
1978-1979	
1994	
2023	

PARTIE 2

Produire : de la fission à l'alternateur

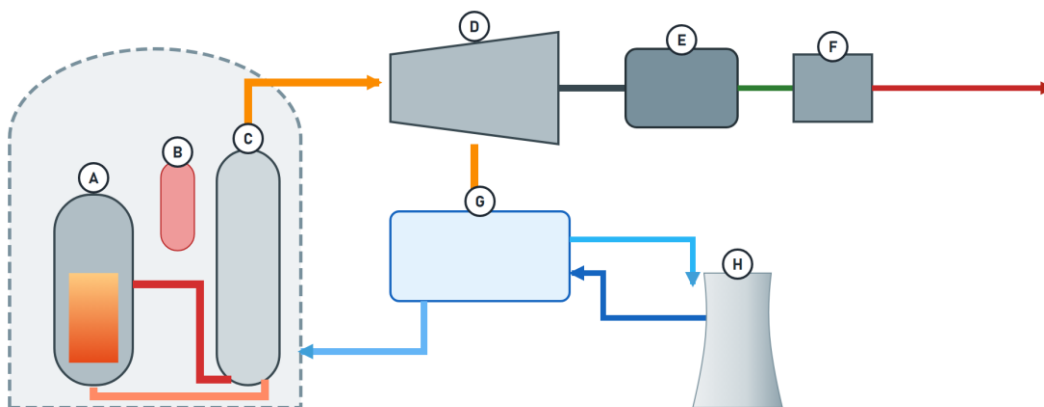
À LIRE DANS LE COURS

Partie II — § 01 à 04 et calculs 1 à 4

Isotopes et enrichissement · fission et lois de conservation · $E = \Delta m \cdot c^2$ · réaction en chaîne · les trois circuits · rendement · échauffement de l'eau.

- 2.1 Sur le schéma muet (DOC 1), nommer les éléments repérés A à H et indiquer à quel circuit ils appartiennent.

(1 pt)



DOC 1 Schéma muet d'une tranche REP à légender.

REPÈRE	NOM DE L'ÉLÉMENT	CIRCUIT
A		
B		
C		
D		
E		
F		
G		
H		

- 2.2 Une autre fission possible est : ${}^1_0\text{n} + {}^{235}_{92}\text{U} \rightarrow {}^{94}_{38}\text{Sr} + {}^{140}_{54}\text{Xe} + 2 {}^1_0\text{n}$.

- a) Vérifier les deux lois de conservation.
b) Calculer l'énergie libérée en J puis en MeV.

Données :

$$m(\text{n}) = 1,00866 \text{ u} ;$$

$$m(\text{U}) = 235,04393 \text{ u} ;$$

$$m(\text{Sr}) = 93,91536 \text{ u} ;$$

$$m(\text{Xe}) = 139,92164 \text{ u} ;$$

$$1 \text{ u} = 1,66054 \times 10^{-27} \text{ kg} ;$$

$$c = 3,00 \times 10^8 \text{ m/s} ;$$

$$1 \text{ MeV} = 1,60 \times 10^{-13} \text{ J}.$$

(1 pt)

Relation littérale :

.....
 Application numérique :

.....
 Résultat (avec unité) :

- 2.3 Pendant une canicule, un réacteur du Bugey est limité à **80 %** de sa puissance thermique nominale (2 785 MW).
 Calculer la masse d'uranium 235 fissionnée **en une journée** ($E_{\text{fission}} = 3,2 \times 10^{-11} \text{ J}$;
 $m_{\text{noyau}} = 3,90 \times 10^{-25} \text{ kg}$). (0,75 pt)

Relation littérale :

Application numérique :

Résultat (avec unité) :

- 2.4 La tranche **Bugey 2** fournit une puissance électrique nette de **910 MW** pour $P_{\text{th}} = 2\,785 \text{ MW}$. Elle a fonctionné **7 200 h** à pleine puissance cette année.
 Calculer son rendement puis l'énergie électrique produite en TWh. (0,75 pt)

Relation littérale :

Application numérique :

Résultat (avec unité) :

- 2.5 Le condenseur de cette tranche est traversé par **42 m³/s** d'eau du Rhône.
 a) Calculer la puissance évacuée puis l'échauffement ΔT de l'eau ($c = 4\,180 \text{ J}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$).
 b) En été, l'eau du Rhône arrive à 24°C : à quelle température ressort-elle ? (1 pt)

Relation littérale :

Application numérique :

Résultat (avec unité) :

- 2.6 Citer les **deux** rôles de l'eau du circuit primaire, et expliquer pourquoi elle ne bout pas à 320°C . (0,5 pt)

.....

PARTIE 3

Transporter : le réseau RTE

À LIRE DANS LE COURS

Partie III — calculs 5 à 8

Domaines de tension · puissance en triphasé · $R = \rho \cdot L / S$ · pertes Joule $P_J = 3 \cdot R \cdot I^2$ · pourquoi 400 kV.

SITUATION

La ligne de votre binôme

La tranche Bugey 2 injecte $P = 910 \text{ MW}$ sous $U = 400 \text{ kV}$ avec $\cos \varphi = 0,93$ sur une ligne de longueur $L = (40 + k) \text{ km}$. Chaque phase est un faisceau de 4 conducteurs de 570 mm^2 en aluminium ($\rho = 2,8 \times 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$).

- 3.1 Calculer l'intensité I dans chaque phase de la ligne. (0,75 pt)

Relation littérale :

.....

Application numérique :

.....

Résultat (avec unité) :

- 3.2 Écrire votre longueur L , puis calculer la résistance R d'une phase. (0,75 pt)

Relation littérale :

.....

Application numérique :

.....

Résultat (avec unité) :

- 3.3 Calculer les pertes Joule de votre ligne et le pourcentage de la puissance transportée qu'elles représentent. (1 pt)

Relation littérale :

.....

Application numérique :

.....

Résultat (avec unité) :

- 3.4 On transporte la même puissance sur la même ligne, mais en **225 kV**. Sans recalculer R , montrer que les pertes sont multipliées par $(400/225)^2$, puis calculer les nouvelles pertes. (1 pt)

Relation littérale :

.....

Application numérique :

.....

Résultat (avec unité) :

- 3.5 Un élève affirme : « Si on double la tension, on double les pertes, car $P = U \times I$ augmente. » Corriger son raisonnement en deux phrases. (0,5 pt)

.....

.....

.....

PARTIE 4

Le poste source

À LIRE DANS LE COURS

Partie IV — calculs 9 à 12

Rapport de transformation · intensités nominales · rendement d'un transformateur et pertes cuivre $\propto (S/S_n)^2$ · départs HTA · énergie consommée.

TRANSFORMATEUR TRIPHASÉ DE PUISSANCE	
Puissance assignée	$S_n = 36 \text{ MVA}$
Tension primaire (HTB)	$U_{1n} = 225 \text{ kV}$
Tension secondaire à vide (HTA)	$U_{20} = 21 \text{ kV}$
Fréquence	50 Hz
Couplage	YNyn0
Tension de court-circuit	$u_{cc} = 17 \%$
Pertes à vide (fer)	$P_0 = 22 \text{ kW}$
Pertes en charge nominale (cuivre)	$P_{cc} = 165 \text{ kW}$
Refroidissement	ONAN / ONAF (huile)
Masse totale	$\approx 70 \text{ t}$

DOC 2 Plaque signalétique d'un transformateur du poste source alimentant Pont-de-Chéruy (données pédagogiques).

- 4.1 À partir de la plaque signalétique (DOC 2), calculer le rapport de transformation **à vide** m. Le primaire compte $N_1 = 2\,000$ spires :
combien de spires au secondaire ? (0,75 pt)

Relation littérale :

Application numérique :

Résultat (avec unité) :

- 4.2 Calculer les intensités nominales au primaire et au secondaire (utiliser S_n et les tensions de la plaque). (0,75 pt)

Relation littérale :

Application numérique :

Résultat (avec unité) :

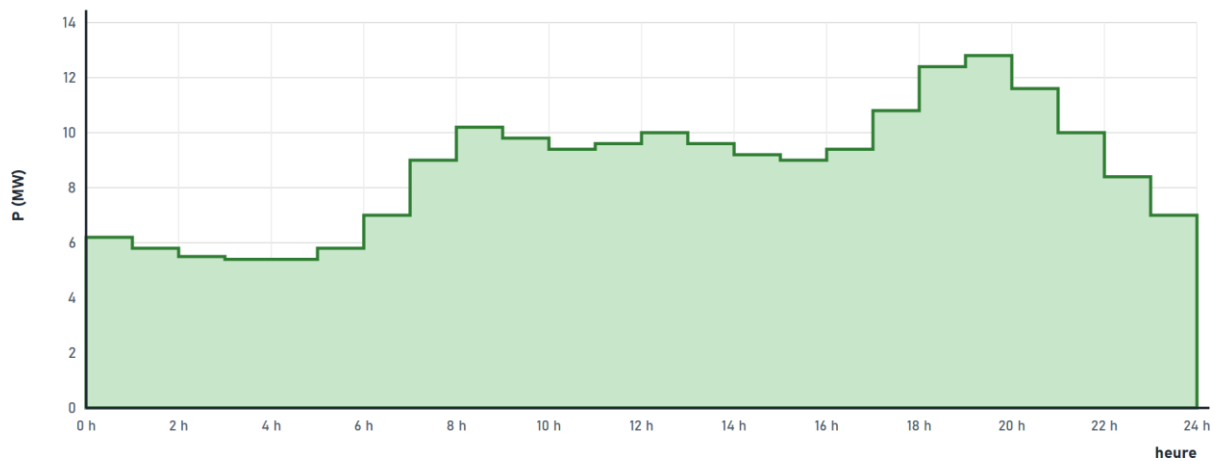
- 4.3 Un après-midi, le transformateur ne délivre que **la moitié** de sa puissance apparente nominale ($S = 18 \text{ MVA}$), avec $\cos \varphi = 0,90$.
Calculer son rendement. *Attention : relire la formule des pertes cuivre dans le cours.* (1 pt)

Relation littérale :

Application numérique :

Résultat (avec unité) :

Puissance appelée par Pont-de-Chéruy un jour de janvier (données pédagogiques)



DOC 3 Puissance appelée heure par heure par le départ HTA de Pont-de-Chéruy, un jour de janvier.

- 4.4 Lire sur le DOC 3 la puissance maximale et l'heure à laquelle elle est atteinte, puis la puissance minimale.

Expliquer en une phrase pourquoi le pic a lieu à cette heure.

(0,5 pt)

.....

.....

- 4.5 Chaque marche du DOC 3 dure 1 h. Estimer l'énergie consommée par la commune sur la journée (en MWh).

Combien de communes semblables une tranche de 910 MW pourrait-elle alimenter ce jour-là ?

(1 pt)

Relation littérale :

.....

Application numérique :

.....

Résultat (avec unité) :

PARTIE 5

Au domicile

À LIRE DANS LE COURS

Partie V — calculs 13 à 16

Réseau BT 230/400 V · branchement et tableau · puissance souscrite · énergie et coût · rendement global · masse d'uranium par foyer.

- 5.1 Une famille a souscrit **6 kVA**. Un dimanche midi fonctionnent ensemble : plaque 4 600 W, four 2 300 W, lave-linge 2 000 W ($\cos \varphi = 1$).
Le disjoncteur de branchement va-t-il couper ?
Quelle puissance faut-il souscrire au minimum ? (1 pt)

Relation littérale :

Application numérique :

Résultat (avec unité) :

- 5.2 Au 1er janvier, le compteur de ce logement affichait l'**index visible sur la FIG. 18 du cours**. Au 31 décembre, il affiche **16 870 kWh**.
Calculer l'énergie consommée puis le coût annuel (prix 0,20 €/kWh, abonnement 12,50 € par mois). (0,75 pt)

Relation littérale :

Application numérique :

Résultat (avec unité) :

- 5.3 Avec le rendement global lu sur la FIG. 19 du cours, calculer la masse d'uranium 235 fissionnée au Bugey pour la consommation annuelle de ce logement ($E_{\text{fission}} = 3,2 \times 10^{-11} \text{ J}$; $m_{\text{noyau}} = 3,90 \times 10^{-25} \text{ kg}$). (0,75 pt)

Relation littérale :

Application numérique :

Résultat (avec unité) :

- 5.4 Dans quel ordre l'énergie traverse-t-elle : tableau électrique, compteur Linky, disjoncteur de branchement ?
Quel appareil protège les **personnes** contre l'électrocution ? (0,5 pt)

BILAN

Expliquer et vérifier

- B.1** En **cinq lignes maximum**, expliquer le trajet de l'énergie depuis un noyau d'uranium du Bugey jusqu'à une prise de votre salle de TP. Vous devez citer **obligatoirement** : deux figures du cours par leur numéro, trois niveaux de tension et le nom de deux appareils du poste source. (0,5 pt)

.....

.....

.....

.....

.....

- B.2** Voici un texte « généré par une intelligence artificielle ». Souligner les **quatre erreurs** et les corriger : « *La centrale du Bugey, située à Saint-Vulbas en Isère, possède quatre réacteurs à eau bouillante alimentés en uranium naturel. Ses quatre tours aéroréfrigérantes refroidissent les quatre réacteurs.* » (0,5 pt)

.....

.....

.....

.....

SYNTHÈSE

Je fais le point

- ☐ Je sais vérifier une équation de fission et calculer $E = \Delta m \cdot c^2$. ☐ Je sais décrire les 3 circuits d'un REP. ☐ Je sais calculer I, R et P_j d'une ligne. ☐ Je sais utiliser une plaque signalétique. ☐ Je sais lire une courbe de charge.
- ☐ Je sais remonter de la facture à la masse d'uranium.