Projet de conception d'une station d'épuration

1. Votre mission

Vous êtes une équipe d'ingénieurs chargée d'étudier une station d'épuration existante.

Votre objectif n'est pas simplement de « faire des calculs ». Vous devez être capables de répondre à la question :

La station et sa filière de traitement sont-elles adaptées aux eaux qu'elles doivent traiter et aux objectifs de rejet ?

À partir des données fournies et des ressources du cours, vous devrez :

- caractériser les eaux à traiter ;
- établir les bilans hydrauliques et polluants ;
- identifier les principaux problèmes ou contraintes ;
- proposer une filière de traitement cohérente ;
- dimensionner plusieurs ouvrages clés ;
- vérifier que les performances attendues sont compatibles avec les objectifs ;
- estimer les principales consommations de ressources et d'énergie ;
- discuter les boues et les transferts de pollution ;
- justifier vos choix d'ingénieur.

Vous ne devez **pas dimensionner tous les ouvrages au même niveau de détail**.

Le projet doit montrer que vous êtes capables de passer de :

données → problème → calcul → choix technique → vérification → décision

2. Organisation du travail

Vous travaillez par groupes de deux.

Chaque groupe dispose :

- d'un dossier spécifique ;
- des données communes du cours ;
- des podcasts et supports de cours ;
- des exercices réalisés en classe ;
- des ressources documentaires complémentaires.

Le projet est réalisé progressivement pendant le quadrimestre.

Principe important

Vous n'êtes pas censés connaître immédiatement toutes les réponses.

Le projet est justement construit pour que vous mobilisiez progressivement les notions vues dans le cours.

Vous devez donc identifier :

- ce que vous savez déjà calculer ;
- ce qu'il vous manque pour poursuivre ;
- quelle ressource du cours vous permet de trouver la méthode ;
- quelles hypothèses doivent être formulées.

3. Ressources disponibles

Powerpoint et podcasts

Contexte

À utiliser principalement pour :

- cycle de l'eau ;
- enjeux liés à l'utilisation de l'eau ;
- passage du cycle naturel au cycle technique ;
- rôle d'une station d'épuration.

Caractérisation des eaux

À utiliser pour :

- MES ;
- DCO ;
- DBO5 ;
- NTK ;
- P ;
- pH ;
- débit ;
- concentration ;
- charge polluante ;
- EH ;
- Q24 ;

- Q18 ;
- variabilité des eaux usées.

Prétraitements

À utiliser pour :

- dégrillage ;
- dessablage ;
- déshuilage ;
- rôle des prétraitements ;
- dimensionnement hydraulique.

Exercices

Cette présentation est votre **référence de méthode de calcul**.

Vous y trouverez notamment les exercices de :

- dégrillage ;
- dessablage/déshuilage ;
- décantation ;
- dimensionnement d'ouvrages.

Traitement biologique

À utiliser pour :

- boues activées ;
- croissance bactérienne ;
- charge organique ;
- âge des boues ;
- nitrification ;
- dénitrification ;
- besoins en oxygène.

Clarification

À utiliser pour :

- décantation ;
- vitesse de débordement ;
- surface du clarificateur ;
- charge hydraulique ;

- concentration des boues ;
- retour et purge des boues.

Boues

À utiliser pour :

- production de boues ;
- transfert de pollution ;
- besoins en O_2 ;
- consommation énergétique de l'aération ;
- devenir des boues.

4. Ce qui est attendu à la fin

Votre dossier final devra comporter au minimum :

A. Diagnostic de la situation

- présentation de la STEP ;
- contexte ;
- capacité ;
- caractéristiques des eaux entrantes ;
- contraintes identifiées ;
- objectifs de traitement.

B. Bilan hydraulique

Déterminer notamment :

- Q24 ;
- Q18 ;
- débit de pointe utilisé pour les différents ouvrages ;
- éventuelles variations ou situations particulières.

C. Bilan de pollution

Calculer les charges journalières :

- DBO5 ;
- DCO ;
- MES ;
- NTK ;

- P.

Calculer et commenter :

- DCO/DBO5 ;
- charges spécifiques ;
- équivalent habitant lorsque pertinent.

D. Filière de traitement proposée

Présenter un schéma fonctionnel de la STEP avec les éventuelles étapes complémentaires.

Pour chaque étape, indiquer :

- le polluant visé ;
- le principe ;
- le rôle de l'étape ;
- les flux sortants.

E. Dimensionnement

Dimensionner **3 ouvrages principaux**.

Les autres ouvrages pourront être représentés dans le schéma et justifiés sans faire l'objet d'un dimensionnement complet.

F. Vérifications

Pour chaque ouvrage dimensionné :

- hypothèses ;
- équations utilisées ;
- calcul ;
- résultat ;
- unité ;
- ordre de grandeur ;
- vérification de cohérence.

G. Analyse d'ingénieur

Vous devez terminer par une réponse argumentée :

La solution proposée est-elle adaptée à la situation étudiée ?

Votre réponse devra tenir compte, lorsque cela est pertinent :

- performances épuratoires ;

- énergie ;
- production de boues ;
- robustesse ;
- variabilité des charges ;
- contraintes d'exploitation ;
- impacts environnementaux.

5. Règle fondamentale sur les données

Dans votre dossier, chaque donnée doit être identifiée comme :

R = donnée réelle/documentée

P = donnée pédagogique fournie par l'enseignant

H = hypothèse formulée par votre groupe

Exemple :

Donnée	Valeur	Statut
Capacité de la STEP	8 500 EH	R
Q24 utilisé pour le projet	2 000 m³/j	P
Espacement des barreaux	20 mm	P
Rendement d'un équipement	…	H/P

Cette distinction est obligatoire.

6. Livrables du projet

Le projet est réalisé progressivement. Vous ne devez pas attendre la fin du projet pour produire votre travail : plusieurs **livrables intermédiaires** vous permettront de construire progressivement votre étude et de recevoir un retour sur votre démarche.

A. Livrables intermédiaires

Livrable 1 — Diagnostic initial

Objectif : caractériser la situation étudiée.

Votre groupe remet :

- une présentation synthétique de la STEP et de son contexte ;
- le tableau des données disponibles ;

- la distinction entre données réelles, données pédagogiques et hypothèses ;
- le bilan hydraulique ;
- le bilan des charges polluantes ;
- l'identification des principales contraintes ;
- une première formulation du problème d'ingénieur.

Format : 2 à 4 pages + tableaux/calculs en annexe si nécessaire.

Livrable 2 — Proposition de filière

Objectif : passer du diagnostic au choix d'une solution de traitement.

Votre groupe remet :

- un schéma fonctionnel de la filière proposée ;
- les principales étapes de traitement ;
- pour chaque étape, le ou les polluants ciblés ;
- les flux entrants et sortants principaux ;
- la justification des choix effectués ;
- les hypothèses nécessaires à la poursuite du dimensionnement.

À ce stade, tous les ouvrages ne doivent pas encore être dimensionnés en détail.

Format : schéma + 2 à 3 pages de justification.

Livrable 3 — Dimensionnement des ouvrages principaux

Objectif : démontrer que la solution proposée est techniquement dimensionnée.

Votre groupe remet les calculs de dimensionnement de **3 ouvrages principaux** de la filière.

Pour chaque ouvrage, présenter :

1. les données utilisées ;
2. les hypothèses ;
3. les équations ou relations utilisées ;
4. le calcul ;
5. le résultat et les unités ;
6. une vérification de cohérence ;
7. les conséquences du choix réalisé.

Les autres ouvrages de la filière devront être décrits et justifiés, mais ne doivent pas nécessairement faire l'objet d'un dimensionnement détaillé.

Format : note de calcul structurée.

Livrable 4 — Analyse de la solution

Objectif : prendre du recul sur le dimensionnement réalisé.

Votre groupe analyse notamment :

- les performances attendues ;
- les principales consommations d'énergie ;
- la production et le devenir des boues ;
- les éventuels transferts de pollution ;
- les limites de la solution proposée ;
- les situations de fonctionnement défavorables ;
- les améliorations envisageables.

Vous devez identifier les principaux compromis associés à votre solution.

Format : 3 à 5 pages.

B. Livrable final — Dossier de conception

Le livrable final rassemble et met en cohérence les résultats des différents livrables intermédiaires.

Il doit permettre à un ingénieur ou à un responsable de station de comprendre :

- **la situation de départ,**
- **le problème identifié,**
- **la solution proposée,**
- **son dimensionnement et ses conséquences.**

Le dossier final comprend au minimum :

Contexte et diagnostic

- présentation de la STEP ;
- contexte et contraintes ;
- données de départ ;
- hypothèses ;
- bilan hydraulique ;
- bilan de pollution.

Problème d'ingénieur

Formulation claire du ou des problèmes auxquels la conception doit répondre.

Filière proposée

- schéma fonctionnel ;
- rôle des différentes étapes ;
- justification des choix.

Dimensionnement

- dimensionnement détaillé des 3 ouvrages principaux ;
- résultats ;
- hypothèses ;
- vérifications.

Performances attendues

- qualité de l'effluent ;
- rendements d'élimination ;
- principales contraintes de fonctionnement.

Ressources et impacts

- consommation énergétique ;
- production de boues ;
- principaux transferts de pollution ;
- autres impacts pertinents.

Discussion et recommandations

- limites du dimensionnement ;
- situations particulières ;
- améliorations possibles ;
- recommandations finales.

Conclusion

Réponse synthétique à la question :

La solution proposée permet-elle de répondre au problème identifié dans les conditions étudiées ?

C. Présentation orale finale

Chaque groupe présente son étude à l'ensemble de la classe.

La présentation doit être construite comme une **présentation d'ingénieur**, et non comme une lecture du rapport.

Elle doit notamment permettre de comprendre :

- le problème de départ ;
- les résultats essentiels du diagnostic ;
- la solution proposée ;
- les principaux choix de dimensionnement ;
- les résultats obtenus ;
- les limites et compromis de la solution.

Durée indicative : 15–20 minutes par groupe, suivies de questions.

Chaque membre du groupe doit être capable d'expliquer et de défendre les choix réalisés dans le projet.

D. Règles communes aux livrables

Traçabilité des données

Toute donnée utilisée dans le projet doit être identifiable comme :

- donnée réelle/documentée ;
- donnée pédagogique fournie dans l'énoncé ;
- hypothèse formulée par le groupe.

Traçabilité des calculs

Un résultat numérique seul ne suffit pas.

Tout résultat important doit pouvoir être relié :

- **aux données**
- **aux hypothèses**
- **à la méthode**
- **au résultat**
- **à son interprétation.**

Cohérence

Les différents livrables constituent **un seul projet**.

Une hypothèse ou une valeur modifiée au cours du projet doit être reportée dans les calculs et les documents concernés.

Sources

Les données provenant de documents externes doivent être référencées.

Les choix techniques doivent être justifiés à partir :

- des ressources du cours ;
- de données techniques ;

- de documents réglementaires ;
- ou de sources scientifiques/techniques pertinentes.

E. Calendrier indicatif

Le calendrier précis sera communiqué au fur et à mesure du projet.

À titre indicatif :

Étape	Période	Livrable
Prise en main et caractérisation	Semaine 1–2	**L1 – Diagnostic initial**
Choix de la filière	Semaine 3–5	**L2 – Proposition de filière**
Dimensionnement	Semaine 5–7	**L3 – Dimensionnement**
Analyse et optimisation	Semaine 8	**L4 – Analyse**
Synthèse	Semaine 9	**L5 – Dossier final + présentation**