

**ÉCOLE POLYTECHNIQUE
DÉPARTEMENT DE GÉNIE CHIMIQUE
GCH3100 – OPÉRATIONS UNITAIRES**

PROJET INTÉGRATEUR – CONCEPTION D'UNE UNITÉ D'EXTRACTION

L'électricité représente un vecteur énergétique omniprésent et essentiel aux pays développés. Dépendamment de la région concernée, différentes sources d'électricité sont utilisées partout dans le monde. Lorsque l'environnement le permet, on favorise les sources d'énergie renouvelables et à faible impact environnemental telles que l'hydroélectricité et l'éolien. Cependant, certains secteurs ne permettent pas l'utilisation de sources d'énergie aussi propres et doivent donc se tourner vers l'énergie nucléaire et les centrales au charbon et ou mazout. Néanmoins, bien que ces sources d'énergies alternatives ne puissent jamais devenir aussi vertes que l'hydroélectricité et l'éolien, les compagnies investissent de plus en plus afin de modifier leurs méthodes d'exploitation des ressources dans le but de rendre leurs procédés plus écologiques.

Par exemple, grâce à la gazéification à cycle combiné, il est possible de transformer le charbon en un combustible plus propre avant de le brûler. Différents procédés peuvent être utilisés pour la gazéification du charbon. Dans certains cas, les eaux résultant du lavage du gaz obtenu suite à la gazéification du charbon comportent une grande proportion de phénol qui peut alors être récupéré et commercialisé. Généralement, la récupération du phénol contenu dans cet effluent s'effectue grâce à une **unité d'extraction liquide-liquide**.



Figure 1 – Procédé de gazéification à cycle combiné du charbon

1. Principes de base

Les principes suivants ont été pris en compte lors de la formulation du projet :

- Le but de ce projet est de proposer aux étudiants non seulement un défi technique à relever, mais aussi un problème se rapprochant un peu plus de la réalité industrielle incluant des aspects de gestion et des difficultés techniques à résoudre.
- La résolution du projet doit permettre aux étudiants de montrer leur esprit d'initiative et d'imagination. Les décisions à prendre en équipe devront pouvoir être justifiées devant les professeurs.
- Les livrables doivent refléter l'ensemble du travail réalisé.
- Les équipes d'étudiants doivent définir leur propre structure de travail et de gestion.

2. Mandat

Dans le cadre de votre stage d'été en industrie, vous et cinq de vos collègues avez été embauchés par la compagnie *PolyÉlectrique*. Vos superviseurs vous confient le mandat de faire la conception préliminaire (calculs approximatifs) d'une unité servant à récupérer le phénol contenu dans les eaux de lavage résultant de la gazéification du charbon. Le phénol extrait sera alors stocké et l'eau résiduelle sera quant à elle réutilisée dans une autre partie du procédé. Vos supérieurs vous confient un cahier partiel des charges présenté à la section 5 du présent document. Essentiellement, ils proposent à votre équipe de suivre une stratégie formée de différents livrables.

Mandat global :

Effectuer le dimensionnement préliminaire de certains équipements d'une unité d'extraction.

Livrable 1 – Diagramme d'écoulement du procédé

Vous devez préparer un diagramme d'écoulement du procédé permettant d'atteindre les objectifs fixés par votre superviseur à partir du cahier des charges remis. Le procédé doit permettre l'extraction du phénol contenu dans l'effluent alimenté à l'unité d'extraction ainsi que la récupération du solvant utilisé. Ce diagramme doit comprendre tous les équipements nécessaires ainsi que le réseau hydraulique adéquat (pompes, vannes de contrôle, vannes manuelles ...) et l'instrumentation appropriée (TI, FI, PI...). Votre représentation doit contenir tous les éléments utiles au procédé. De plus, votre diagramme doit tenir compte du concept d'efficacité énergétique.

Ce diagramme sera présenté à vos superviseurs et, lors de cette rencontre, des précisions sur les équipements à dimensionner vous seront données.

Date de présentation :

Livrable 2 – Offre de service

Deuxièmement, vous devez présenter une offre de service écrite expliquant la procédure que vous mettez en place pour atteindre les objectifs fixés. Cette procédure devra contenir les sections suivantes :

- Introduction ;
- Description de la composition de votre firme et de votre structure organisationnelle ;
- Description des objectifs poursuivis par votre firme dans ce projet ;
- Description globale du projet en prenant soin de clairement identifier les informations connues et inconnues pour réaliser le projet ;
- Identification des ressources nécessaires au projet (logiciels, concepts théoriques) ;
- Présentation de l'organisation du travail (responsabilités de chacun, planification et échéancier de votre travail) ;
- Estimation du nombre d'heures requis pour accomplir chacune des tâches incluant le coût des travaux ;
- Stratégie adoptée afin de favoriser les communications et d'éviter les conflits ;
- Conclusion.

*Cette offre de service devra être présentée à vos superviseurs afin d'obtenir leur approbation pour la poursuite du travail. **Un gabarit de travail fourni par PolyÉlectrique devra être utilisé.***

Date de présentation :

Livrable 3 – Rapport final

Enfin, vous devez préparer un rapport final à remettre à la compagnie *PolyÉlectrique*. Ce rapport devra présenter clairement le cheminement que vous avez suivi, les hypothèses posées, les principaux résultats et l'analyse de ces derniers. De plus, un tableau détaillé contenant le travail réalisé par chacun des membres de votre équipe accompagné du nombre d'heures associées devra être fourni. **Un gabarit de travail fourni par PolyÉlectrique devra être utilisé.**

Ce rapport devra être présenté à vos superviseurs dans le cadre d'une soutenance orale. La soutenance finale consiste à faire une présentation orale des résultats de votre travail et justifier l'ensemble ainsi que les détails de votre projet et de vos calculs lors d'une dernière rencontre avant de quitter l'entreprise.

Date de remise du rapport final :

Date de présentation :

3. Compétences

Au terme de ce projet intégrateur, vous aurez développé les compétences suivantes :

- Utiliser les principes fondamentaux et théoriques du génie chimique pour résoudre des problèmes d'ingénierie ;
- Utiliser de façon pertinente et raisonnée les outils logiciels nécessaires à la pratique du génie chimique ;
- Concevoir des opérations unitaires, des systèmes d'opérations unitaires et des procédés comprenant plusieurs opérations ;
- Communiquer efficacement de façon orale et écrite dans toutes sortes de situations professionnelles ;
- Démontrer une capacité à travailler dans toutes sortes d'équipes professionnelles. Dans ces équipes, démontrer une ouverture face aux autres, à leurs façons différentes de travailler ou d'appréhender les réalités ;
- Afficher dans ses travaux une responsabilité professionnelle, un sens de l'éthique, une intégrité personnelle et intellectuelle, une rigueur scientifique, et un sens de l'autonomie ;
- Démontrer dans toutes ses activités professionnelles un souci de la qualité.

4. Organisation pédagogique

Responsabilités des professeurs

Les professeurs s'engagent à :

- Effectuer une réunion de démarrage du projet afin d'expliquer le contexte aux étudiants ;
- Être présents lors des présentations relatives au projet ;
- Fournir des renseignements utiles concernant le dimensionnement des équipements ;
- Coordonner des rencontres dédiées au projet avec le responsable du projet intégrateur.

Responsabilités des étudiants

Les étudiants s'engagent à :

- Consacrer, chaque semaine, le temps nécessaire pour réaliser les apprentissages individuels requis ;
- Démontrer leur engagement dans une équipe et y œuvrer efficacement ;
- Contribuer à de nombreuses tâches nécessaires à la réalisation du projet : recherches et préparations diverses, partage des informations, discussions, rédactions et calculs divers, etc.
- Tirer profit des rétroactions des professeurs pour améliorer le produit final du projet ;
- Préparer les rencontres dédiées au projet ;
- Tenir à jour la comptabilité des heures facturables.

5. Cahier des charges

La conception préliminaire de l'unité d'extraction doit permettre d'atteindre les objectifs suivants.

- Être en mesure de traiter une alimentation de 10 000 kg/h.

La composition moyenne du mélange disponible est présentée au tableau 1.¹

Tableau 1 – Composition de l'alimentation

Composés	% Massique
Phénol	30
Eau	70

Les données d'équilibre entre le phénol, l'eau et l'éthylbenzène sont quant à elles présentées au tableau 2 :

Tableau 2 : Données d'équilibre liquide-liquide entre le phénol, l'eau et l'éthylbenzène

Phase organique			Phase aqueuse		
Fraction massique d'eau	Fraction massique de phénol	Fraction massique d'éthylbenzène	Fraction massique d'eau	Fraction massique de phénol	Fraction massique d'éthylbenzène
0	0	1	1	0	0
0	0,15	0,85	0,93	0,07	0
0	0,24	0,76	0,9	0,1	0
0,01	0,37	0,62	0,87	0,13	0
0,015	0,47	0,515	0,85	0,15	0
0,025	0,58	0,395	0,83	0,17	0
0,05	0,66	0,29	0,81	0,19	0
0,1	0,76	0,14	0,77	0,23	0
0,2	0,77	0,03	0,72	0,28	0
0,25	0,75	0	0,69	0,31	0

¹ Il est important de noter que cette composition a été posée afin de pouvoir procéder graphiquement au dimensionnement de l'extracteur. En effet, en réalité, les eaux de lavage d'un tel procédé ne peuvent contenir plus de 7% de phénol puisque cette valeur correspond à la solubilité maximale du phénol dans l'eau.

- Être en mesure de stocker l'alimentation et les produits pour une période pouvant aller jusqu'à 2 semaines.
- S'assurer de faire une utilisation efficace de l'énergie disponible.
- Utiliser de l'éthylbenzène comme solvant.
- Obtenir un raffinat composé de 3% massique de phénol en supposant que le solvant est pur et alimenté à un débit de 1,2 fois le débit minimal requis.
- Lors du recyclage du solvant, être en mesure de récupérer 97% du phénol et 97% du solvant contenus dans l'extrait.
- L'extracteur doit opérer à 25°C et 1 atm
- L'extracteur doit être de type Oldshue-Rushton