

# BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR

## PILOTAGE DE PROCÉDÉS

SESSION 2024

-----

### ÉPREUVE E.4

Qualité – Hygiène – Santé – Sécurité – Environnement  
(QHSSE)

Durée : 4 heures – Coefficient : 4

-----

#### **Matériel autorisé :**

L'usage de la calculatrice avec mode examen actif est autorisé.  
L'usage de la calculatrice sans mémoire, « type collègue » est autorisé.

L'usage de tout autre matériel ou document est interdit.

-----

Le sujet comporte 23 pages numérotées de 1/23 à 23/23

Pages 2/23 à 6/23 : dossier sujet

Pages 7/23 à 19/23 : documents techniques DT1 à DT12

Pages 20/23 à 23/23 : documents réponses DR1 à DR4

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il soit complet.

-----

**Tous les documents réponses même vierges seront dégrafés et rendus avec la copie.**

Chaque réponse sera clairement précédée du numéro de la question à laquelle elle se rapporte. Il sera tenu compte de la qualité de la rédaction, en particulier pour les réponses aux questions ne nécessitant pas de calcul.

|                                                           |          |              |
|-----------------------------------------------------------|----------|--------------|
| BTS PILOTAGE DE PROCÉDÉS                                  |          | SESSION 2024 |
| Épreuve E.4: Qualité Hygiène Santé Sécurité Environnement | 24PP4QHS | Page 1/23    |

## PRODUCTION DE VANILLINE

L'entreprise KVANIL est spécialisée dans la vanilline, un des composants principaux de l'arôme naturel de la vanille. Elle est située en Bourgogne-France-Comté à proximité du massif jurassien, dans une zone industrielle où deux entreprises de chimie fine sont aussi implantées.

Cette entreprise a été créée en 2011 par une multinationale de l'industrie papetière SUPAP. Cette dernière possède sur ce site industriel une usine produisant de la pâte à papier et du papier. Dans le but de diversifier ses activités, la multinationale a développé une entité indépendante, l'entreprise KVANIL, destinée à valoriser la lignine issue du procédé papetier pour la transformer en vanilline. La vanilline est surtout commercialisée pour l'industrie alimentaire ou l'industrie du parfum, mais des projets futurs prévoient de l'utiliser comme intermédiaire de synthèse de polymères biosourcés.

Depuis sa création, l'entreprise KVANIL a doublé sa production pour atteindre 1200 tonnes de vanilline de synthèse par an en 2019. Elle compte une centaine de salariés dont environ les trois-quarts sont des opérateurs de fabrication.

KVANIL est une installation ICPE soumise à une autorisation d'exploitation.

Depuis 2016, l'entreprise KVANIL est détentrice des certifications suivantes : ISO 9001 (management de la qualité), ISO 14001 (management environnemental), ISO 45001 (management de la santé et de la sécurité au travail) et ISO 22001 (management de la sécurité des denrées alimentaires).

|                                                           |          |              |
|-----------------------------------------------------------|----------|--------------|
| <b>BTS PILOTAGE DE PROCÉDÉS</b>                           |          | SESSION 2024 |
| Épreuve E.4: Qualité Hygiène Santé Sécurité Environnement | 24PP4QHS | Page 2/23    |

## Partie 1 : mettre en œuvre le QHSSE.

**Problématique** : l'empreinte environnementale de l'entreprise KVANIL est-elle bien prise en compte ?

*La vanilline est produite à partir de la liqueur noire selon un procédé composé de plusieurs opérations unitaires. La connaissance des flux de matière est un préalable à la maîtrise des rejets de l'entreprise.*

DT1  
DT4 | **Q1 - identifier** le secteur d'activité auquel appartient l'entreprise KVANIL à partir des documents techniques DT1 et DT4.

DT2  
DR1 | **Q2 - compléter** le document réponse DR1 avec les choix proposés de flux de matière et d'appareils à l'aide du document technique DT2.

*La classification ICPE de l'entreprise KVANIL a nécessité l'inventaire de ses activités et des substances ou mélanges intervenant dans le procédé.*

DT3 | **Q3 – justifier** par deux arguments le classement ICPE avec autorisation de l'entreprise KVANIL à partir du document technique DT3.

*Le renouvellement de la certification ISO 14001 va exiger de réexaminer l'analyse environnementale en prévision de l'audit prévu.*

DT2  
DT5 | **Q4 - citer** les impacts environnementaux possibles liés au procédé de l'entreprise KVANIL et à la station de traitement des effluents à l'aide des documents techniques DT2 et DT5.

*L'arrêté préfectoral d'autorisation d'exploitation fixe les limites imposées à la station de traitement des eaux. La Demande Chimique en Oxygène (DCO) est un critère important dans la qualité de l'eau rejetée dans le milieu naturel.*

DT6  
DR2 | **Q5 - calculer** les débits massiques en DCO, en entrée et en sortie, pour les deux lignes de traitement à l'aide du document technique DT6 et **compléter** le document réponse DR2.

DT6 | **Q6 - justifier** le caractère obligatoire des contrôles journaliers en DCO à l'aide du document technique DT6.

*L'objectif de la station est d'atteindre un rendement d'épuration en DCO de 80 % pour la ligne de pâte à papier et vanilline.*

DT6  
DR2 | **Q7 - vérifier** pour l'année écoulée le respect des seuils de rejets et des effluents traités ainsi que l'atteinte de l'objectif de rendement pour l'épuration en DCO de la ligne de pâte à papier et vanilline à l'aide du document technique DT6 et des données du document réponse DR2.

| BTS PILOTAGE DE PROCÉDÉS                                  |          | SESSION 2024 |
|-----------------------------------------------------------|----------|--------------|
| Épreuve E.4: Qualité Hygiène Santé Sécurité Environnement | 24PP4QHS | Page 3/23    |

DT5  
DT6  
DR3

**Q8 - compléter** le document réponse DR3 en indiquant en face de chaque tiret de la colonne de droite un élément (au choix) illustrant l'implication de l'entreprise dans sa démarche environnementale, à l'aide des documents techniques DT5 et DT6 et de vos réponses précédentes.

**Q9 - conclure** en indiquant sur quels axes principaux l'entreprise KVANIL doit porter son effort pour mieux maîtriser son empreinte environnementale.

## Partie 2 : planifier une intervention.

**Problématique** : Quelle est la démarche préalable à une intervention et à son suivi ?

DT7

**Q10 - lister** les actions à mener à l'aide du document technique DT7 afin de préparer l'opération de maintenance.

*Le changement du disque de rupture est réalisé par l'entreprise extérieure DRUPT. Cette intervention s'effectue sur le réacteur K1. Dans ce réacteur la lignine est transformée en vanillate de sodium grâce à l'introduction d'un mélange gazeux de composition volumique égale en dioxygène et en diazote. Le dioxygène est complètement consommé mais il reste de la lignine non convertie.*

*Avant l'intervention, une visite préalable du monteur de l'entreprise DRUPT est prévue en présence de M. Vernet le responsable de maintenance de l'atelier.*

*Le 27 mai à 9h00, M. Berger, monteur de l'entreprise DRUPT, rencontre M. Serval, devenu chef d'équipe depuis le mois dernier. Il remplace au dernier moment M. Vernet absent pour cause de maladie.*

*M. Berger lui indique qu'il a déjà effectué la même intervention l'année dernière et qu'il se rappelle des procédures de sécurité de l'entreprise KVANIL. Il demande qu'on lui balise sa zone de travail et que le réacteur et ses canalisations soient vidangés. Avant son départ à 9h15, M. Serval lui précise qu'il aura à sa disposition le jour de l'intervention la fiche de poste des opérateurs travaillant sur le réacteur.*

*Quand il reprend son travail le lendemain, M. Vernet demande à M. Serval un compte-rendu de la visite du monteur de DRUPT.*

DT7

**Q11 - donner** les actions menées par M. Berger et M. Serval, à l'aide du document technique DT7, qui permettent de montrer que la procédure n'est pas respectée.

DT8

**Q12 - justifier** la nécessité d'une consignation fluidique à l'aide du document technique DT8.

|                                                           |          |              |
|-----------------------------------------------------------|----------|--------------|
| BTS PILOTAGE DE PROCÉDÉS                                  |          | SESSION 2024 |
| Épreuve E.4: Qualité Hygiène Santé Sécurité Environnement | 24PP4QHS | Page 4/23    |

*L'intervention nécessite deux heures pour le monteur. Les horaires des employés de la société DRUPT limitent l'opération du lundi au vendredi entre 9h00 et 17h00, en présence d'un SST. L'intervention est prévue le mardi 14 juin.*

DT9 | **Q13 - nommer** le salarié pouvant réaliser la consignation fluidique à l'aide du document technique DT9.

*Les différentes opérations de consignation et de déconsignation fluidiques et électriques, avec remise en fonctionnement de l'installation, ont une durée estimée à une heure chacune (même pour les salariés ayant les compétences pour réaliser les deux types de consignation/déconsignation).*

DT9 | **Q14 - planifier** l'intervention du 14 juin, à partir du document technique DT9, en précisant les horaires et les responsables de chaque étape.

| **Q15 - conclure** en expliquant la démarche préalable à une intervention et à son suivi.

### Partie 3 : procéder à une analyse de risque et proposer des solutions.

---

**Problématique** : L'entreprise KVANIL maîtrise-t-elle l'analyse des risques sur le secteur où est situé le réacteur K1 ?

*L'entreprise KVANIL procède d'abord à une analyse d'accidentologie sur l'ensemble des réacteurs chimiques.*

DT10  
DR4 | **Q16 - renseigner** le document réponse DR4 à l'aide du document technique DT10.

DR4 | **Q17 - compléter** sur le document réponse DR4 le diagramme de Pareto concernant les équipements à l'origine des accidents impliquant un réacteur chimique.

DR4 | **Q18 - faire apparaître** la règle des 80/20 sur le document réponse DR4 et en **déduire** les principaux équipements responsables des accidents observés.

| BTS PILOTAGE DE PROCÉDÉS                                  |          | SESSION 2024 |
|-----------------------------------------------------------|----------|--------------|
| Épreuve E.4: Qualité Hygiène Santé Sécurité Environnement | 24PP4QHS | Page 5/23    |

*A partir de cette analyse d'accidentologie, l'entreprise KVANIL mène une analyse HAZOP sur l'ensemble des réacteurs chimiques.*

**Q19 - préciser**, à partir de l'analyse Pareto, si le disque de rupture doit être étudié en priorité dans l'analyse HAZOP.

DT10 **Q20 - proposer** deux causes possibles de ces incidents à répétition en s'appuyant sur le document technique DT10.

*Le tableau HAZOP de l'entreprise ne fait apparaître qu'un seul paramètre pour le réacteur K1 : le débit des matières premières entrant dans le réacteur K1.*

DT11  
DT12 **Q21 - proposer** deux solutions à partir des moyens de prévention identifiés dans les documents techniques DT11 et DT12.

**Q22 - conclure** en expliquant si l'entreprise KVANIL maîtrise l'analyse de risque sur le secteur du réacteur K1.

|                                                           |          |              |
|-----------------------------------------------------------|----------|--------------|
| BTS PILOTAGE DE PROCÉDÉS                                  |          | SESSION 2024 |
| Épreuve E.4: Qualité Hygiène Santé Sécurité Environnement | 24PP4QHS | Page 6/23    |

## Document technique DT1 : la vanilline arôme de synthèse de la vanille

---

La vanille naturelle génère un parfum complexe composé de plusieurs centaines de composés aromatiques différents dont le principal est la vanilline. La vanilline est un aldéhyde aromatique de formule brute  $C_8H_8O_3$ .

Produite manuellement, la vanille naturelle a un coût très élevé. Elle représente moins de 1 % de la production mondiale. Les besoins en vanille de synthèse sont donc très importants. Plusieurs procédés ont été développés :

- procédé à partir du gaïacol produit par l'industrie pétrochimique ;
- procédé biochimique à partir des résidus industriels de maïs ou de betteraves sucrières ;
- procédé à partir de la lignine provenant des résidus de l'industrie papetière.

C'est ce dernier procédé qui est mis en œuvre par l'entreprise KVANIL qui utilise comme matière première la liqueur noire qui est la liqueur de cuisson issue de la fabrication de la pâte à papier. Ce procédé ne nécessite donc pas de synthèse préalable ni de cultures dédiées.

La liqueur noire est une solution aqueuse composée de lignine (30 – 34 %) et d'hémicellulose dissout ainsi que d'autres composés inorganiques. Avant le procédé mis au point par l'entreprise KVANIL, elle était recyclée en totalité pour la production de l'énergie de l'usine papetière.

La consommation de liqueur noire par l'entreprise KVANIL ne constitue qu'une très faible partie de la totalité de la liqueur noire produite par le procédé papetier ; l'approvisionnement en cette matière première ne dépend donc que du fonctionnement de l'usine de SUPAP.

|                                                           |          |              |
|-----------------------------------------------------------|----------|--------------|
| BTS PILOTAGE DE PROCÉDÉS                                  |          | SESSION 2024 |
| Épreuve E.4: Qualité Hygiène Santé Sécurité Environnement | 24PP4QHS | Page 7/23    |

## Document technique DT2 : le procédé de production de la vanilline

Le procédé de l'entreprise KVANIL se décompose en deux parties :

- extraction de la lignine à partir de la liqueur noire
- oxydation de la lignine en vanilline

### 1/ Extraction de la lignine

La liqueur noire issue du procédé de l'entreprise SUPAP est concentrée par un système d'évaporateurs en série E3 puis séparée en deux parties. Une d'elle est recyclée comme combustible dans une chaudière E5 pour la production de l'énergie du procédé papetier. L'autre alimente un bac de stockage M1 sur le site de l'entreprise KVANIL.

Quand ce bac est suffisamment rempli, il permet l'alimentation d'un mélangeur M2 où l'acidification à l'aide de dioxyde de carbone permet la précipitation de la lignine.

Une première filtration avec lavage à l'eau dans un filtre presse F1 de cette suspension permet la séparation en un gâteau solide riche en lignine et une liqueur ne contenant plus de lignine recyclée vers le procédé papetier comme combustible.

Le gâteau est dirigé par convoyeur vers un second mélangeur M3 où l'addition d'acide sulfurique permet d'obtenir un pH voisin de 4 pour l'extraction de la lignine.

La suspension est alors dirigée vers un second filtre presse F2 où une filtration avec lavage à l'eau permet d'obtenir un solide constitué par de la lignine pure et un filtrat qui est évacué vers une unité de traitement.

### 2/ Oxydation de la lignine

La lignine à l'état solide est dirigée par convoyeur vers un bac d'alcalinisation M4 où une addition de soude permet sa dissolution et l'obtention d'un pH autour de 14.

La solution obtenue est portée à 170 °C après passage dans un échangeur de chaleur E1 fonctionnant avec de la vapeur d'eau à 220 °C ; elle alimente ensuite un réacteur de type colonne à bulles K1 fonctionnant sous une pression de 10 bar.

Dans ce réacteur la lignine est transformée en vanillate de sodium grâce à l'introduction d'un mélange gazeux de composition volumique égale en dioxygène et en diazote. Le dioxygène est complètement consommé mais il reste de la lignine non convertie.

A la sortie du réacteur K1, les deux sorties sont constituées par le diazote et par une solution aqueuse composée de vanillate de sodium, de lignine et d'impuretés minérales. La solution est refroidie à la température ambiante dans un échangeur de chaleur E2 et alimente une membrane d'ultrafiltration F3.

La membrane d'ultrafiltration F3 permet la séparation du vanillate de sodium avec les autres constituants du mélange qui sont envoyés vers une unité de traitement.

|                                                           |          |              |
|-----------------------------------------------------------|----------|--------------|
| BTS PILOTAGE DE PROCÉDÉS                                  |          | SESSION 2024 |
| Épreuve E.4: Qualité Hygiène Santé Sécurité Environnement | 24PP4QHS | Page 8/23    |



La solution aqueuse de vanillate de sodium alimente une résine échangeuse d'ions cationique K2 qui permet la conversion du vanillate de sodium en vanilline.

La solution aqueuse de vanilline est ensuite dirigée vers un sécheur à pulvérisation E4 fonctionnant avec de l'air à chaud à 180 °C. Le sécheur permet l'évaporation de l'eau.

La poudre de vanilline obtenue est ensuite conditionnée en sacs pour la vente dans un autre atelier.

|                                                           |          |              |
|-----------------------------------------------------------|----------|--------------|
| BTS PILOTAGE DE PROCÉDÉS                                  |          | SESSION 2024 |
| Épreuve E.4: Qualité Hygiène Santé Sécurité Environnement | 24PP4QHS | Page 9/23    |

## Document technique DT3 : législation et productions

La législation ICPE (Installation Classées pour la Protection de l'Environnement) distingue plusieurs régimes juridiques pour les installations qui y sont soumises.

- Autorisation (A)
- Enregistrement (E)
- Déclaration (D ou DC pour un régime de déclarations avec contrôles périodiques)

L'entreprise KVANIL est soumise à un régime d'autorisation (A).

Une rubrique de la nomenclature ICPE correspond :

- Soit à une activité spécifique
- Soit à la présence de substances ou mélanges dangereux

Les rubriques suivantes sont extraites du document v45 (août 2018) de la Direction générale de prévention des risques (Service des risques technologiques).

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |         |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| 1630 | Soude ou potasse caustique (emploi ou stockage de lessives).<br>Le liquide renfermant plus de 20 % en poids d'hydroxyde de sodium ou de potassium.<br>La quantité totale susceptible d'être présente dans l'installation étant :<br>1. Supérieure à 250 tonnes<br>2. Supérieure à 100 tonnes, mais inférieure ou égale à 250 tonnes | A<br>D  |
| 2430 | Préparation de la pâte à papier<br>La capacité de production étant :<br>a) Supérieure à 10 tonne/jour<br>b) Supérieur à 1 tonne/jour mais inférieure à 10 tonne/jour                                                                                                                                                                | A<br>DC |
| 2440 | Fabrication de papier, carton                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | DC      |
| 3410 | Fabrication en quantité industrielle par transformation chimique ou biologique de produits chimiques organiques                                                                                                                                                                                                                     | A       |

### DONNÉES de l'entreprise

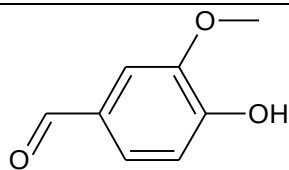
Le stock tampon de lessive de soude à 30% est d'environ 300 tonnes sur le site de l'entreprise KVANIL.

*Productions sur les sites des entreprises SUPAP et KVANIL*

|        |               |                 |
|--------|---------------|-----------------|
| KVANIL | vanilline     | 1200 tonne/an   |
| SUPAP  | pâte à papier | 1000 tonne/jour |

|                                                           |          |              |
|-----------------------------------------------------------|----------|--------------|
| BTS PILOTAGE DE PROCÉDÉS                                  |          | SESSION 2024 |
| Épreuve E.4: Qualité Hygiène Santé Sécurité Environnement | 24PP4QHS | Page 10/23   |

## Document technique DT4 : la vanilline

|                             |                                                                                    |
|-----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| Formule brute : $C_8H_8O_3$ |  |
|-----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|

Extraits fiche de données de sécurité

### 2.2 Éléments d'étiquetage

Etiquetage en accord avec la réglementation (EC) No 1272/2008

Pictogramme



Mention d'avertissement

Attention

Mention de danger

H319

Provoque une sévère irritation des yeux.

Conseils de prudence

P264

Se laver la peau soigneusement après manipulation.

P280

Porter un équipement de protection des yeux/ du visage.

P305 + P351 + P338

EN CAS DE CONTACT AVEC LES YEUX : Rincer avec précaution à l'eau pendant plusieurs minutes. Enlever les lentilles de contact si la victime en porte et si elles peuvent être facilement enlevées. Continuer à rincer.

P337 + P313

Si l'irritation oculaire persiste : consulter un médecin.

Informations Additionnelles sur les Dangers

Aucun(e)

#### 10.1 Réactivité

En cas de fort échauffement, possibilité de formation de mélanges explosibles avec l'air. L'évaluation d'une zone à partir d'env. 15 Kelvin sous le point d'inflammation est considérée comme critique.

Valable généralement pour les matières et les mélanges organiques combustibles : En cas de répartition fine en suspension dans l'air, il existe en règle générale une possibilité d'explosion de poussière.

#### 10.2 Stabilité chimique

La production est chimiquement stable dans conditions ambiantes standard (température ambiante).

#### 10.3 Possibilité de réactions dangereuses

Donnée non disponible

#### 10.4 Conditions à éviter

Fort réchauffement

#### 10.5 Matières incompatibles

Oxydants forts

#### 10.6 Produits de décomposition dangereux

Des produits de décomposition dangereux se forment en cas de feu – Oxydes de carbone

#### 12.2 Persistance et dégradabilité

Biodégradabilité

aérobique - Durée d'exposition 14 jr

Résultat : 97 - 100 % - Facilement biodégradable.

(OCDE Ligne directrice 301 C)

|                                                           |          |              |
|-----------------------------------------------------------|----------|--------------|
| BTS PILOTAGE DE PROCÉDÉS                                  |          | SESSION 2024 |
| Épreuve E.4: Qualité Hygiène Santé Sécurité Environnement | 24PP4QHS | Page 11/23   |

## Document technique DT5 : analyse environnementale initiale

Extrait du site : <http://www.axess-qualite.fr/analyse-environnementale.html>

Une **analyse environnementale** permet d'avoir une vision précise des impacts sur l'environnement de ses activités, produits et services. C'est une photo à l'instant "t" qui doit être mise à jour régulièrement. L'**analyse environnementale** est le point de départ de toute démarche environnement, mais elle est également une base indispensable aux ICPE pour établir leurs études de risques et de dangers.

La station de traitement des rejets liquides est commune aux entreprises SUPAP et KVANIL.

La presse locale a relaté l'année dernière une enquête auprès des riverains. Elle a montré que les huit odeurs les plus citées par les riverains sont : « chimie », ammoniac, choux, œuf pourri, hydrocarbure, vanille, parfum-fleur, soufre.

Les réponses des deux entreprises s'articulent en trois points :

- La vanilline est un produit ayant un seuil olfactif très bas, cela explique qu'il suffit de peu de molécules dans l'air pour la détecter.
- Les émissions de dioxyde de soufre (odeur d'œuf pourri) sont en hausse en 2018. Cette hausse est principalement due à la difficulté de réduire efficacement les rejets au niveau de la chaudière à liqueur noire. En 2020, l'entreprise a investi dans la chaîne d'évaporation de la liqueur noire afin de réduire les rejets en SO<sub>2</sub> de la chaudière.
- La station a évolué au rythme des nouvelles normes mais elle est arrivée à ses limites. L'entreprise cherche à l'améliorer dans trois domaines : les rejets, restaurer la qualité de l'eau et les odeurs. Les odeurs viennent non pas de la fabrication de la vanilline mais du traitement des effluents. L'objectif est de rester en conformité avec les normes et d'éliminer la problématique des nuisances olfactives. L'investissement est important.

|                                                           |          |              |
|-----------------------------------------------------------|----------|--------------|
| BTS PILOTAGE DE PROCÉDÉS                                  |          | SESSION 2024 |
| Épreuve E.4: Qualité Hygiène Santé Sécurité Environnement | 24PP4QHS | Page 12/23   |

## Document technique DT6 : rejets d'effluents liquides

Les données suivantes sont extraites de l'article 14 de l'arrêté du 3 avril 2000 et de l'article 7 (Annexe II) de l'arrêté du 24 août 2017.

La station de traitement des effluents liquides (commune à l'entreprise SUPAP et l'entreprise KVANIL) est divisée en deux parties :

- traitement des effluents de la ligne de fabrication du papier
- traitement des effluents de la ligne de fabrication de la pâte à papier et de la vanilline

Les effluents générés par l'entreprise KVANIL constituent une part négligeable de l'ensemble.

### Valeurs limites de l'arrêté préfectoral

Selon les conditions de fabrication des entreprises SUPAP et KVANIL, les seuils de rejets suivants s'appliquent pour les valeurs de DCO (Demande Chimique en oxygène) à la sortie de la station.

| Ligne de fabrication | Ligne papier         | Ligne<br>pâte à papier + vanilline |
|----------------------|----------------------|------------------------------------|
| Valeurs de DCO       | 4 kg/tonne de papier | 25 kg/tonne de pâte                |

La fréquence des contrôles est journalière si le flux en DCO dépasse 300 kg/jour à l'entrée de la station.

### Rejets de l'année des entreprises SUPAP et KVANIL

Durant l'année écoulée, les productions journalières de l'entreprise SUPAP ont atteint les valeurs suivantes exprimées en tonnes :

|        | Papier      | Pâte à papier |
|--------|-------------|---------------|
| Rejets | 750 tonne/j | 1000 tonne/j  |

Pour les deux parties du traitement des effluents, les valeurs moyennes suivantes sont relevées après analyse.

|                      | Ligne papier<br>20000 m <sup>3</sup> /jour | Ligne pâte à papier + vanilline<br>25000 m <sup>3</sup> /jour |
|----------------------|--------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| Entrée station (DCO) | 500 mg.L <sup>-1</sup>                     | 1500 mg.L <sup>-1</sup>                                       |
| Sortie station (DCO) | 120 mg.L <sup>-1</sup>                     | 530 mg.L <sup>-1</sup>                                        |

|                                                           |          |              |
|-----------------------------------------------------------|----------|--------------|
| <b>BTS PILOTAGE DE PROCÉDÉS</b>                           |          | SESSION 2024 |
| Épreuve E.4: Qualité Hygiène Santé Sécurité Environnement | 24PP4QHS | Page 13/23   |

## Document technique DT7 : obligations particulières et mesures à mettre en œuvre pour prévenir les risques liés à l'intervention d'une entreprise extérieure (extraits du Code du Travail)

---

### Article R4512-2

Il est procédé, préalablement à l'exécution de l'opération réalisée par une entreprise extérieure, à une inspection commune des lieux de travail, des installations qui s'y trouvent et des matériels éventuellement mis à disposition des entreprises extérieures.

### Article R4512-3

Au cours de l'inspection commune préalable, le chef de l'entreprise utilisatrice :

- 1° Délimite le secteur de l'intervention des entreprises extérieures ;
- 2° Matérialise les zones de ce secteur qui peuvent présenter des dangers pour les travailleurs ;
- 3° Indique les voies de circulation que pourront emprunter ces travailleurs ainsi que les véhicules et engins de toute nature appartenant aux entreprises extérieures ;
- 4° Définit les voies d'accès de ces travailleurs aux locaux et installations à l'usage des entreprises extérieures prévus à l'article [R. 4513-8](#).

### Article R4512-4

Le chef de l'entreprise utilisatrice communique aux chefs des entreprises extérieures ses consignes de sécurité applicables aux travailleurs chargés d'exécuter l'opération, y compris durant leurs déplacements.

### Article R4512-5

Les employeurs se communiquent toutes informations nécessaires à la prévention des risques, notamment la description des travaux à accomplir, des matériels utilisés et des modes opératoires dès lors qu'ils ont une incidence sur la santé et la sécurité.

### Article R4512-6

Au vu des informations et éléments recueillis au cours de l'inspection commune préalable, les chefs des entreprises utilisatrice et extérieures procèdent en commun à une analyse des risques pouvant résulter de l'interférence entre les activités, installations et matériels.

Lorsque ces risques existent, les employeurs arrêtent d'un commun accord, avant le début des travaux, un plan de prévention définissant les mesures prises par chaque entreprise en vue de prévenir ces risques.

### Article R4512-8

Les mesures prévues par le plan de prévention comportent au moins les dispositions suivantes :

- 1° La définition des phases d'activité dangereuses et des moyens de prévention spécifiques correspondants ;
- 2° L'adaptation des matériels, installations et dispositifs à la nature des opérations à réaliser ainsi que la définition de leurs conditions d'entretien ;
- 3° Les instructions à donner aux travailleurs ;
- 4° L'organisation mise en place pour assurer les premiers secours en cas d'urgence et la description du dispositif mis en place à cet effet par l'entreprise utilisatrice ;
- 5° Les conditions de la participation des travailleurs d'une entreprise aux travaux réalisés par une autre en vue d'assurer la coordination nécessaire au maintien de la sécurité et, notamment, de l'organisation du commandement.

|                                                           |          |              |
|-----------------------------------------------------------|----------|--------------|
| BTS PILOTAGE DE PROCÉDÉS                                  |          | SESSION 2024 |
| Épreuve E.4: Qualité Hygiène Santé Sécurité Environnement | 24PP4QHS | Page 14/23   |

## Document technique DT8 : procédures de consignation

Les informations fournies sont extraites de la brochure de l'INRS ED 6109 « Consignations et déconsignations »

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Des équipements de travail<sup>1</sup> mis à l'arrêt pour des opérations<sup>2</sup> sont à l'origine d'accidents du travail aux conséquences souvent graves. Ces accidents sont dus au contact d'un ou plusieurs salarié(s) avec :</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• des pièces nues sous tension électrique ;</li><li>• des fluides sous pression (hydraulique, vapeur, produits chimiques dangereux ...) ;</li><li>• des pièces mécaniques effectuant un mouvement imprévu.</li></ul> <p>Dans la majeure partie des cas, la victime se croit en sécurité par le seul fait que l'équipement de travail sur lequel est réalisée l'opération n'est pas en fonctionnement.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | <p><b>Chargé de consignation</b></p> <p>Personne, désignée par son employeur, chargée de consigner et de déconsigner un équipement et de délivrer les attestations correspondantes.</p> <p>Elle peut éventuellement faire exécuter les opérations de consignation ou de déconsignation par le personnel placé sous sa responsabilité.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <p><b>5.1. Consignation électrique</b></p> <p>La consignation électrique d'un équipement de travail comprend les opérations suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• séparation de l'équipement de travail concerné, préalablement identifié, de toute source d'énergie électrique (opération 1) ;</li><li>• condamnation en position d'ouverture des organes de séparation (opération 2) ;</li><li>• identification sur le lieu de travail de l'équipement concerné, pour être certain que les opérations seront bien exécutées sur l'équipement de travail prévu (opération 3) ;</li><li>• vérification d'absence de tension (VAT) (opération 4) ;</li><li>• mise à la terre et en court-circuit<sup>4</sup> immédiatement après la VAT (opération 5).</li></ul> <p><b>5.2. Déconsignation électrique</b></p> <p>Les opérations de déconsignation sont généralement conduites dans l'ordre inverse des opérations de consignation.</p> <p>La consignation électrique exige la détention de l'habilitation électrique du chargé de consignation.</p> | <p>Un équipement de travail met généralement en œuvre un ou différents fluide(s), corps liquide(s) ou gazeux. Ils sont utilisés comme sources d'énergie (hydraulique, pneumatique, vapeur, eau surchauffée, etc.) ou comme des fluides chimiques distribués (azote, hydrogène, acide chlorhydrique, etc.).</p> <p><b>6.1. Consignation fluidique</b></p> <p>La consignation fluidique d'un équipement de travail comprend les opérations suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• séparation de l'équipement de travail concerné, préalablement identifié, de toute arrivée de fluide (opération 1) ;</li><li>• dissipation (ou purge) de tout fluide restant dans l'équipement (opération 2) ;</li><li>• condamnation en position de fermeture des organes de séparation et en position d'ouverture des organes de purge (opération 3) ;</li><li>• vérification d'absence de risque résiduel (opération 4).</li></ul> <p><b>6.2. Déconsignation fluidique</b></p> <p>La déconsignation ne doit être réalisée qu'après s'être assuré de la fin réelle des opérations (assurance du bon remontage, de la mise en sécurité des intervenants, etc.). L'analyse des risques doit permettre de déterminer l'ordre et le contenu des opérations pour une remise en marche en toute sécurité.</p> |

|                                                           |          |              |
|-----------------------------------------------------------|----------|--------------|
| BTS PILOTAGE DE PROCÉDÉS                                  |          | SESSION 2024 |
| Épreuve E.4: Qualité Hygiène Santé Sécurité Environnement | 24PP4QHS | Page 15/23   |

## Document technique DT9 : rotation des opérateurs

La rotation horaire du personnel de l'atelier est donnée dans le tableau suivant.

| opérateurs |        |
|------------|--------|
| A          | Jurey  |
| B          | Siloua |
| C          | Danguy |
| D          | Loriot |
| E          | Degeay |
| F          | Valere |
| G          | Simon  |
| H          | Niot   |
| I          | David  |
| J          | Retron |
| K          | Durel  |
| L          | Herin  |

| chefs d'équipe |          |
|----------------|----------|
| M              | Serval   |
| N              | Rozon    |
| O              | Delcourt |
| P              | Sarmant  |

| opérateurs de maintenance |        |
|---------------------------|--------|
| Q                         | Blot   |
| R                         | Ternay |
| S                         | Ruller |

Chargés de consignation électrique : N, O, Q et R

Chargés de consignation fluide : M, O et P

Sauveteur Secouriste du Travail : A, I, L, M, N, O, P et R

|                  |         | opérateurs | chefs d'équipe | Maintenance KVANIL    |
|------------------|---------|------------|----------------|-----------------------|
| Lundi 13 juin    | 5h-13h  | A B C      | M              | R                     |
|                  | 13h-21h | D E F      | N              | S Q                   |
|                  | 21h-5h  | G H I      | O              |                       |
| Mardi 14 juin    | 5h-13h  | A B C      | M              | R                     |
|                  | 13h-21h | D E F      | N              | S Q                   |
|                  | 21h-5h  | G H I      | O              |                       |
| Mercredi 15 juin | 5h-13h  | J K L      | P              | S                     |
|                  | 13h-21h | A B C      | M              | Q                     |
|                  | 21h-5h  | D E F      | N              |                       |
| Jeudi 16 juin    | 5h-13h  | J K L      | P              | Q                     |
|                  | 13h-21h | A B C      | M              | S                     |
|                  | 21h-5h  | D E F      | N              |                       |
| Vendredi 17 juin | 5h-13h  | G H I      | O              | R                     |
|                  | 13h-21h | J K L      | P              | S Q                   |
|                  | 21h-5h  | A B C      | M              |                       |
| Samedi 18 juin   | 5h-13h  | G H I      | O              | R (8h-16h uniquement) |
|                  | 13h-21h | J K L      | P              |                       |
|                  | 21h-5h  | A B C      | M              |                       |
| Dimanche 19 juin | 5h-13h  | D E F      | N              | R (8h-16h uniquement) |
|                  | 13h-21h | G H I      | O              |                       |
|                  | 21h-5h  | J K L      | P              |                       |

|                                                           |          |              |
|-----------------------------------------------------------|----------|--------------|
| BTS PILOTAGE DE PROCÉDÉS                                  |          | SESSION 2024 |
| Épreuve E.4: Qualité Hygiène Santé Sécurité Environnement | 24PP4QHS | Page 16/23   |



## Document technique DT10 : accidentologie sur les réacteurs chimiques

Résultats obtenus d'après 90 accidents recensés auprès d'ARIA de 2010 à 2017 (hors réacteur nucléaire)

### 1. Les équipements à l'origine des accidents impliquant un réacteur chimique

|                                                              |    |
|--------------------------------------------------------------|----|
| Réacteur                                                     | 28 |
| Canalisation, tuyauterie, ligne d'alimentation, joint, bride | 21 |
| Vanne                                                        | 9  |
| Système de refroidissement, chaudière                        | 8  |
| Non précisé                                                  | 6  |
| Pompe                                                        | 6  |
| Réservoir de stockage                                        | 3  |
| Sécheur                                                      | 3  |
| Sonde de température, capteur                                | 3  |
| Disque de rupture                                            | 2  |
| Compresseur                                                  | 1  |

### 2. La typologie des accidents impliquant un réacteur chimique

|                              |    |
|------------------------------|----|
| Rejet des produits dangereux | 33 |
| Fuite                        | 25 |
| Feu                          | 13 |
| Explosion                    | 10 |
| Emballement thermique        | 9  |

### 3. Les causes à l'origine des accidents impliquant un réacteur chimique

|                                                    |    |
|----------------------------------------------------|----|
| Erreurs humaines, procédurales, organisationnelles | 32 |
| Non précisé                                        | 17 |
| Corrosion, fragilité, usure                        | 14 |
| Causes matérielles                                 | 11 |
| Conception, dimensionnement                        | 10 |
| Conditions météorologiques                         | 6  |

## Document technique DT11 : exemple de mots-clés pour l'HAZOP

D'après *Etudes de danger et d'exploitabilité (études HAZOP)* - Guide d'application.

| Type de déviation         | Mot-guide    | Exemples d'interprétation                                                                                |
|---------------------------|--------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Négative                  | Ne pas faire | Aucune partie de l'intention n'est remplie                                                               |
| Modification quantitative | Plus         | Augmentation quantitative                                                                                |
|                           | Moins        | Diminution quantitative                                                                                  |
| Modification qualitative  | En plus de   | Présence d'impuretés – Exécution simultanée d'une autre opération/étape                                  |
|                           | Partie de    | Une partie seulement de l'intention est réalisée                                                         |
| Substitution              | Inverse      | S'applique à l'inversion de l'écoulement dans les canalisations ou à l'inversion des réactions chimiques |
|                           | Autre que    | Un résultat différent de l'intention originale est obtenu                                                |
| Temps                     | Plus tôt     | Un événement se produit avant l'heure prévue                                                             |
|                           | Plus tard    | Un événement se produit après l'heure prévue                                                             |
| Ordre séquence            | Avant        | Un événement se produit trop tôt dans une séquence                                                       |
|                           | Après        | Un événement se produit trop tard dans une séquence                                                      |

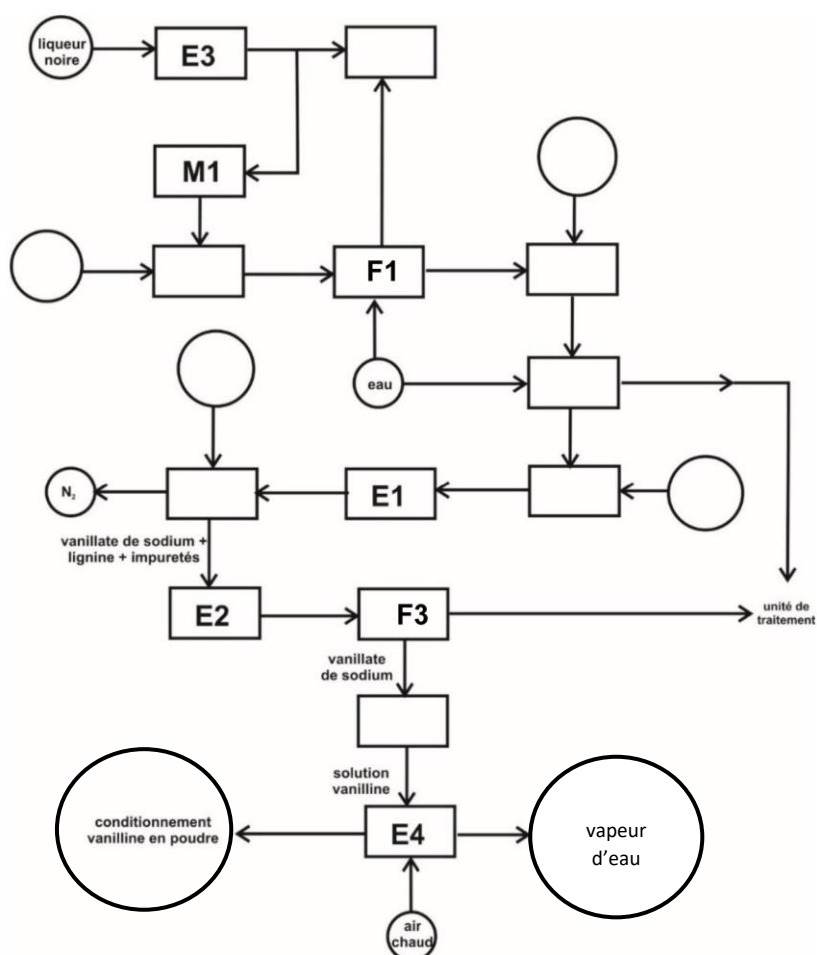
## Document technique DT12 : tableau HAZOP

| Opération unitaire | Paramètre | Déviaton | Causes                                                                       | Conséquences                                               | Prévention                                                                                                                                  | Contrôle                         |
|--------------------|-----------|----------|------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|
| Réacteur K1        | Débit     | moins    | La partie solide de la solution alcaline s'accumule à l'entrée du réacteur   | L'écoulement du flux est freiné                            | S'assurer que le débit des matières premières est suffisant<br>Etalonnage débitmètre                                                        | Contrôleur du débit (débitmètre) |
|                    |           | plus     | Quantité des matières premières entrant supérieure à la capacité du réacteur | Le temps de passage est réduit ce qui diminue le rendement | Installer un contrôleur tel qu'une vanne à l'entrée du réacteur pour ajuster la capacité de matière première avec l'entrée dans le réacteur | Vanne de régulation de débit     |

**Q2 - compléter** le document réponse DR1 avec les choix proposés de flux de matière et d'appareils à l'aide du document technique DT2.

| Appareils                 | Symbole |
|---------------------------|---------|
| Échangeur de chaleur      | E1      |
| Échangeur de chaleur      | E2      |
| Évaporateurs en série     | E3      |
| Sécheur                   | E4      |
| Chaudière                 | E5      |
| Bac de stockage           | M1      |
| Mélangeur                 | M2      |
| Mélangeur                 | M3      |
| Bac d'alcalinisation      | M4      |
| Filtre presse             | F1      |
| Filtre presse             | F2      |
| Membrane de filtration    | F3      |
| Réacteur type colonne     | K1      |
| Colonne échangeuse d'ions | K2      |

|                     |                                 |
|---------------------|---------------------------------|
| Acide sulfurique    | H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>  |
| Soude               | NaOH                            |
| Dioxyde de carbone  | CO <sub>2</sub>                 |
| Dioxygène + diazote | O <sub>2</sub> + N <sub>2</sub> |





**Q5 - calculer** les débits massiques en DCO, en entrée et en sortie, pour les deux lignes de traitement à l'aide du document technique DT6 et **compléter** le document réponse DR2.

|                             |                        | Ligne papier | Ligne pâte à papier + vanilline | Total station |
|-----------------------------|------------------------|--------------|---------------------------------|---------------|
| <b>Production</b>           | tonne produite /jour   | 750          | 1000                            |               |
| <b>Débit effluents</b>      | m <sup>3</sup> /jour   | 20000        | 25000                           |               |
| <b>Entrée station (DCO)</b> | mg DCO.L <sup>-1</sup> | 500          | 1500                            |               |
|                             | kg DCO/jour            |              |                                 |               |
| <b>Sortie station (DCO)</b> | mg DCO.L <sup>-1</sup> | 120          | 530                             |               |
|                             | kg DCO/jour            |              |                                 |               |
|                             | kg DCO/ tonne produite |              |                                 |               |

**NOM DE FAMILLE** (naissance) :  
(en majuscules)

**NOM DE FAMILLE** (naissance) :  
(en majuscules)

(en majuscules)

**PRENOM :**

(en majuscules)

**N° candidat :**

**N° d'inscription :**



Liberté • Égalité • Fraternité  
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

**Né(e) le :**

(Les numéros figurent sur la convocation, si besoin demander à un surveillant.)

**Q8 - compléter** le document réponse DR3 en indiquant en face de chaque tiret de la colonne de droite un élément (au choix) illustrant l'implication de l'entreprise dans sa démarche environnementale, à l'aide des documents techniques DT5 et DT6 et de vos réponses précédentes.

|                                   |                                                            |
|-----------------------------------|------------------------------------------------------------|
| <b>Diagnostic, état des lieux</b> | - Analyse environnementale de la ligne papier et vanilline |
| <b>Objectifs</b>                  | -<br>-<br>-<br>-                                           |
| <b>Vérification et contrôle</b>   | -<br>-                                                     |
| <b>Indicateurs de suivi</b>       | -<br>-                                                     |
| <b>Résultats attendus</b>         | -<br>-                                                     |

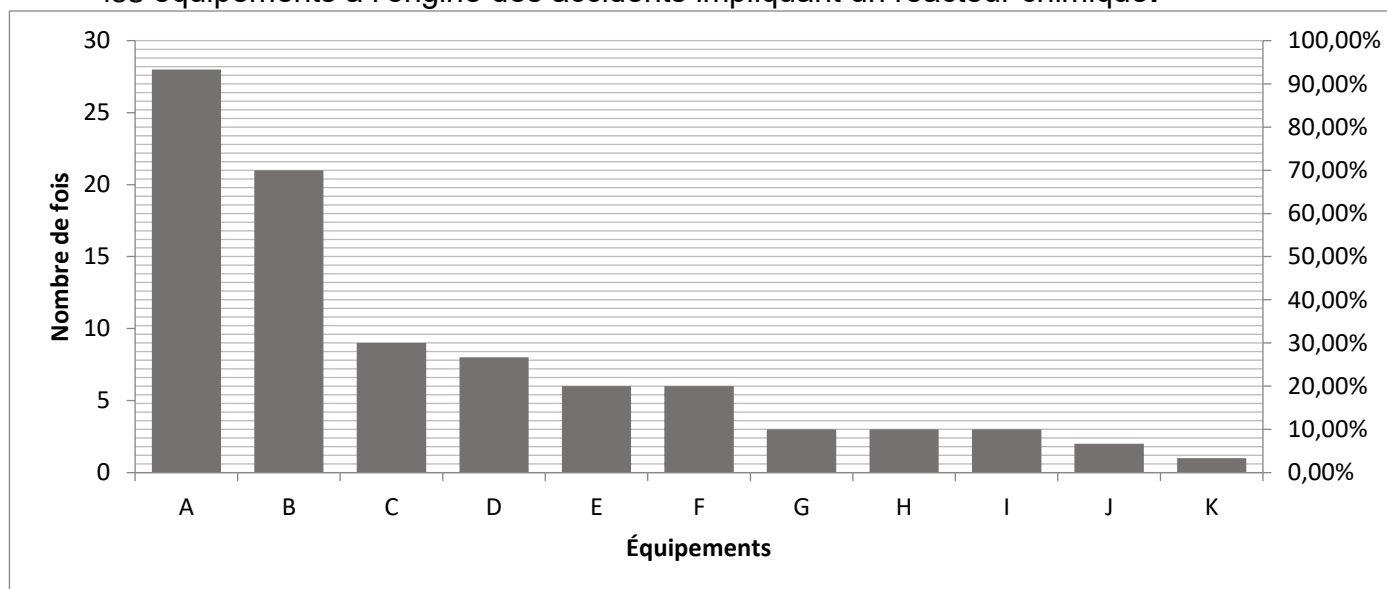




**Q16 - renseigner** le document réponse DR4 à l'aide du document technique DT10.

| Repère | <i>Les équipements à l'origine des accidents impliquant un réacteur chimique</i> | Nombre de fois | Pourcentage (%) | Pourcentage cumulé (%) |
|--------|----------------------------------------------------------------------------------|----------------|-----------------|------------------------|
| A      | Réacteur                                                                         |                |                 |                        |
| B      | Canalisation, tuyauterie, ligne d'alimentation, joint, bride                     |                |                 |                        |
| C      | Vanne                                                                            |                |                 |                        |
| D      | Système de refroidissement, chaudière                                            |                |                 |                        |
| E      | Non précisé                                                                      |                |                 |                        |
| F      | Pompe                                                                            |                |                 |                        |
| G      | Réservoir de stockage                                                            |                |                 |                        |
| H      | Sécheur                                                                          |                |                 |                        |
| I      | Sonde de température, capteur                                                    |                |                 |                        |
| J      | Disque de rupture                                                                |                |                 |                        |
| K      | Compresseur                                                                      |                |                 |                        |
|        | Total                                                                            |                |                 |                        |

**Q17 - compléter** sur le document réponse DR4 le diagramme de Pareto concernant les équipements à l'origine des accidents impliquant un réacteur chimique.



**Q18 - faire apparaître** la règle des 80/20 sur le document réponse DR4, **en déduire** les principaux équipements responsables des accidents observés.

|                                                           |          |              |
|-----------------------------------------------------------|----------|--------------|
| <b>BTS PILOTAGE DE PROCÉDÉS</b>                           |          | SESSION 2024 |
| Épreuve E.4: Qualité Hygiène Santé Sécurité Environnement | 24PP4QHS | Page 23/23   |

