Ce document a été mis en ligne par l'organisme FormaV®.

Toute reproduction, représentation ou diffusion, même partielle, sans autorisation préalable, est strictement interdite.

Pour en savoir plus sur nos formations disponibles, veuillez visiter :
formav.co/explorer

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR

PILOTAGE DE PROCÉDÉS

ÉPREUVE E5 : CONDUITE DE PROCESSUS

SESSION 2026

Durée : 4 heures

SPÉCIALITÉ / UNITÉ	COEFF
PILOTAGE DE PROCÉDÉS	4

Moyens de calculs et matériel autorisés :

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

Installation pilote et instruments de mesure mis à disposition par le centre, équipements de protection individuelle fournis, documents techniques DT 1 à DT 3 et documents réponse DR 1 et DR 2. Aucun document personnel ni appareil connecté n'est autorisé.

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

Ce sujet comporte 10 pages numérotées de 1/10 à 10/10.

Les documents réponses en fin de sujet sont à rendre avec la copie.

DOSSIER SUJET

MISE EN SITUATION PROFESSIONNELLE ET CAHIER DES CHARGES : UNITÉ PILOTE DE TRAITEMENT DES EFFLUENTS, ENTREPRISE SOLUPROCESS, ZONE INDUSTRIELLE DE FOS-SUR-MER (BOUCHES-DU-RHÔNE)

Vous êtes affecté à la conduite d'une installation pilote de neutralisation d'un effluent aqueux acide avant son transfert vers la cuve de collecte du site. Vous devez préparer et conduire un lot de 1 200 L dans le respect des consignes d'exploitation, analyser une dérive de mesure et renseigner les documents de traçabilité.

Le cahier des charges du site impose, au point de transfert, un pH compris entre 6,5 et 8,5 et une température comprise entre 15 °C et 35 °C. Le transfert est interdit si une mesure est douteuse, si une alarme de sécurité est active ou si les critères de libération ne sont pas vérifiés. La solution de neutralisation est une solution d'hydroxyde de sodium à 0,50 $mol \cdot L^{-1}$. Le procédé est conduit par étapes : homogénéisation, dosage initial calculé, ajustement sous surveillance du pH, puis contrôle avant transfert.

La situation d'évaluation se déroule sur une installation pilote ou son simulateur fidèle. Toute action sur une vanne, une pompe ou un agitateur doit être précédée de la vérification de son repérage et de l'état de l'installation. Les calculs et les relevés sont à consigner sur les documents réponse.

PARTIE 1 : Analyse fonctionnelle et exigences de conduite (4 points)

Préparer la conduite et vérifier les conditions d'autorisation

À partir de la mise en situation et des documents DT 1 et DT 2, préparez la conduite du lot. Les critères de libération applicables sont ceux du cahier des charges du site indiqués dans l'introduction.

Critères de libération et conditions de conduite

Grandeur ou condition	Critère d'acceptation	Action si le critère n'est pas respecté
pH au point de transfert	6,5 à 8,5	.....
Température au point de transfert	15 °C à 35 °C	.....
Mesures et alarmes	Mesures cohérentes, aucune alarme active	.....

Exigences internes du site pour le lot considéré.

1.1 (1,5 point) À partir du schéma du DT 1, décrire le cheminement de l'effluent depuis la cuve de réception jusqu'au point de transfert. Nommer les principaux organes intervenant dans le dosage et dans le contrôle du pH.

1.2 (1,5 point) Établir la liste des vérifications à réaliser avant le démarrage du lot : disponibilité des matières, état des équipements, disponibilité des mesures et conditions de sécurité. Préciser pour chacune une conséquence possible en cas d'absence de vérification.

1.3 (1 point) Compléter le tableau des critères de libération. Indiquer, pour chaque situation de non-conformité, la décision immédiate à prendre concernant le transfert du lot.

PARTIE 2 : Étude technologique et calculs de conduite (7 points)

Établir le dosage prévisionnel et la durée de l'opération

Le lot contient 1 200 L d'effluent. L'acidité titrable mesurée avant traitement est de 0,016 mol d'équivalent H^+ par litre. La réaction de neutralisation est décrite par la relation stœchiométrique $mathrmH^+ + OH^- rightarrow H_2O$. La consigne de calcul prévoit un excès de réactif égal à 10 % de la quantité stœchiométrique. La solution de soude disponible a une concentration de 0,50 mol·L⁻¹. Pour le calcul du temps de dosage, retenir le débit effectif de la pompe doseuse fourni dans le DT 2.

Données du lot et caractéristiques de la pompe doseuse

Paramètre	Valeur
Volume d'effluent du lot	1 200 L
Acidité titrable	0,016 mol·L⁻¹
Excès de soude retenu pour le calcul prévisionnel	10 %
Concentration de la solution de soude	0,50 mol·L⁻¹
Débit effectif de la pompe doseuse	12,0 L·min⁻¹

Données à utiliser pour les calculs de la partie 2.

2.1 (2 points) Calculer la quantité de matière d'équivalent H^+ présente dans le lot. En déduire la quantité de matière stœchiométrique de soude, puis la quantité prévisionnelle à doser en tenant compte de l'excès de 10 %. Présenter les unités et les étapes du calcul.

2.2 (2 points) Calculer le volume prévisionnel de solution de soude à 0,50 mol·L⁻¹ correspondant à la quantité déterminée à la question 2.1. Inscrire le résultat dans le document réponse DR 1.

2.3 (1,5 point) À partir du volume de solution calculé et du débit effectif de 12,0 L·min⁻¹, calculer le temps de fonctionnement théorique de la pompe doseuse. Indiquer une valeur en minutes et secondes.

2.4 (1,5 point) Le volume calculé constitue un dosage prévisionnel et non une autorisation de verser la totalité sans contrôle. Expliquer comment conduire l'ajout pour éviter un dépassement du pH maximal, en vous appuyant sur le mode opératoire du DT 2 et les critères de libération du site.

PARTIE 3 : Conduite opératoire et diagnostic d'une dérive (5 points)

Surveiller les paramètres, interpréter les mesures et rendre compte

Après homogénéisation du lot, l'opérateur constate un écart entre la mesure de la sonde installée et celle d'un pH-mètre portable vérifié. Les relevés horodatés figurent dans le DT 3. Le pH-mètre portable a été contrôlé avant usage avec les solutions tampons du poste et son contrôle est conforme. La sonde installée n'a pas

encore été vérifiée sur le lot. Les données ne démontrent pas, à elles seules, une variation réelle du pH du contenu de la cuve.

Relevés pendant la conduite du lot

Heure	Événement	pH sonde installée	pH portable	État de la pompe doseuse
09 h 10	Fin d'homogénéisation, avant dosage	3,1	3,2	Arrêt
09 h 14	Dosage interrompu pour contrôle	7,6	7,4	Arrêt
09 h 16	Contrôle après homogénéisation	9,1	7,8	Arrêt

Extrait du journal de conduite fourni au candidat.

3.1 (1,5 point) Comparer les deux mesures à 09 h 16 et calculer leur écart absolu. Indiquer quelle mesure est cohérente avec la plage de libération et expliquer pourquoi la seule lecture de la sonde installée ne permet pas de conclure que le lot est réellement à pH 9,1.

3.2 (1,5 point) Formuler deux causes possibles de l'écart observé, dont au moins une cause liée à la mesure. Pour chaque cause, proposer une vérification réalisable avant toute reprise du dosage.

3.3 (1 point) Renseigner dans le document réponse DR 2 la décision immédiate, les contrôles à mener et les conditions nécessaires avant de reprendre le dosage ou d'autoriser le transfert.

3.4 (1 point) Rédiger une transmission courte à l'opérateur suivant indiquant l'écart constaté, l'état de la pompe, les vérifications restant à faire et la décision concernant le transfert du lot.

PARTIE 4 : Prévention et sécurité de l'intervention (4 points)

Prévenir les risques chimiques et maîtriser les situations anormales

La solution de soude est corrosive. Les opérations de préparation, de raccordement et de dosage doivent respecter la fiche de données de sécurité disponible au poste, l'évaluation des risques chimiques de l'établissement et les consignes de l'installation. Les équipements de protection individuelle requis pour cette situation sont indiqués dans le DT 2. Une fuite, une projection ou une alarme impose l'application de la procédure locale et l'information du responsable.

Situations à risque et mesures de prévention

Situation	Risque principal	Mesure de prévention ou conduite à tenir
Raccordement de la solution de soude	.....	.....
Projection lors d'une manipulation	.....	.....
Fuite ou alarme pendant le dosage	.....	.....

Compléter le tableau à partir des consignes et documents fournis.

4.1 (1,5 point) Pour le raccordement et le dosage de la solution de soude, identifier deux risques et associer à chacun une mesure de prévention adaptée, en tenant compte des EPI et consignes indiqués dans le DT 2.

4.2 (1 point) Décrire la conduite immédiate à tenir en cas de fuite de solution pendant le dosage. Préciser les actions sur l'installation, la protection des personnes et l'alerte, sans intervenir au-delà de votre habilitation.

4.3 (1,5 point) Compléter le tableau de prévention. Pour une projection sur une personne, indiquer la priorité de prise en charge prévue par les consignes du site et préciser pourquoi il ne faut pas reprendre la production avant sécurisation de la situation.

DOSSIER TECHNIQUE ET RESSOURCES

Documents ressources nécessaires à la résolution du sujet

DT 1 : SCHÉMA FONCTIONNEL DE L'INSTALLATION PILOTE DE NEUTRALISATION

Schéma fonctionnel non destiné à l'exécution de travaux de tuyauterie. La cuve de traitement T-101 a un volume utile maximal de 1 500 L. Le lot considéré occupe 1 200 L. La pompe P-101 transfère l'effluent depuis la cuve de réception vers T-101. L'agitateur AG-101 assure l'homogénéisation. La solution de soude est amenée depuis le réservoir R-201 par la pompe doseuse P-201. La sonde pH-101 mesure le pH dans T-101. Le pH-mètre portable est un instrument indépendant utilisé pour les contrôles de comparaison. La pompe P-301 transfère le lot vers la collecte uniquement après autorisation de l'opérateur et vérification des critères de libération.

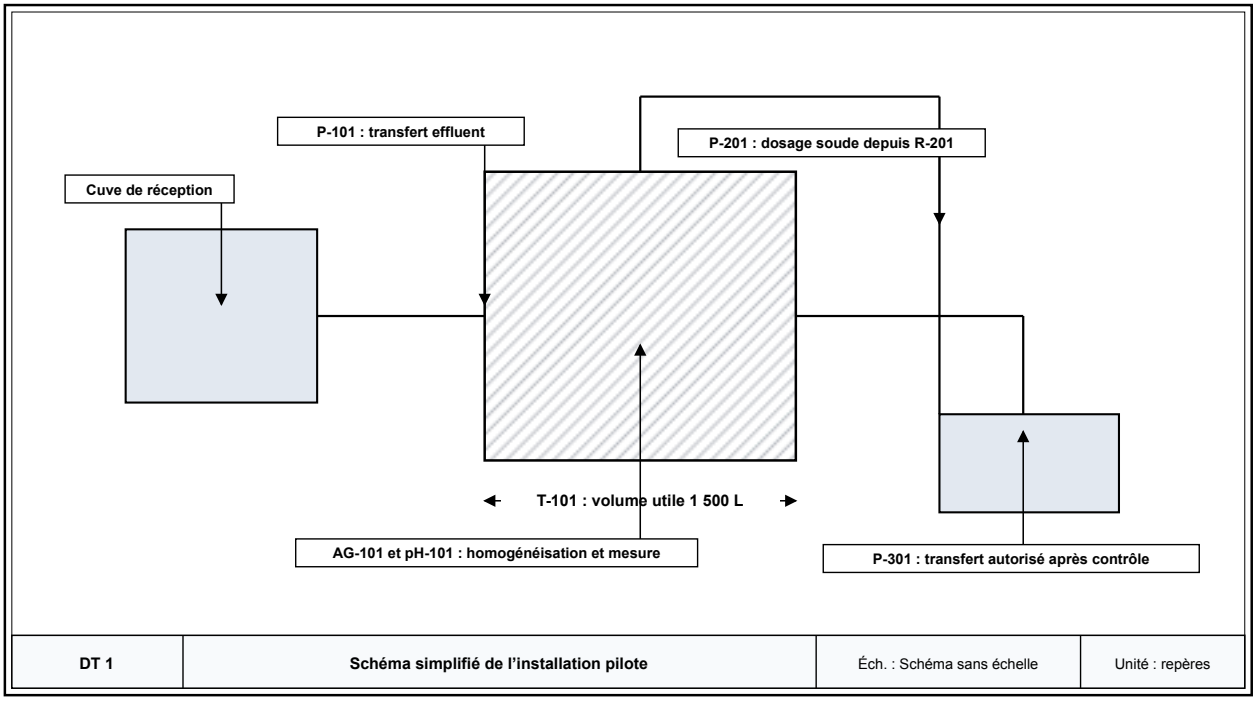


Schéma fonctionnel, repérages et cheminement des fluides.

DT 2 : DONNÉES OPÉRATOIRES, CARACTÉRISTIQUES ET CONSIGNES DE SÉCURITÉ

Données de l'installation : volume utile de T-101 égal à 1 500 L ; volume du lot égal à 1 200 L ; débit effectif vérifié de P-201 égal à 12,0 $L \cdot min^{-1}$ dans les conditions de l'essai. La solution de soude disponible a une concentration de 0,50 $mol \cdot L^{-1}$. La pompe doseuse doit être arrêtée pendant les contrôles manuels du pH. La mesure portable est réalisée sur un prélèvement représentatif, après homogénéisation et selon la procédure de prélèvement du site.

Mode opératoire de conduite : vérifier l'identification et la disponibilité de la solution ; confirmer que la cuve est disponible et que les organes sont dans la configuration attendue ; démarrer l'agitation et vérifier son fonctionnement ; relever le pH initial ; effectuer le dosage prévisionnel par étapes sous surveillance ; interrompre le dosage avant chaque contrôle ; maintenir l'homogénéisation le temps requis par la procédure locale ; contrôler le pH avec une mesure indépendante si une lecture est anormale ; ne

transférer que si le pH, la température, l'absence d'alarme et la cohérence des mesures sont vérifiés et consignés.

Pour le calcul de dosage, utiliser n_{\mathrm{OH^-}} = C V et $V = fracnC$, avec V exprimé en litres. Pour le temps théorique de dosage, utiliser $t = fracVQ$, avec V en litres et Q en litres par minute. La valeur calculée est une estimation de conduite et ne remplace pas le suivi du pH.

Prévention : porter les lunettes étanches, les gants compatibles avec la soude, la tenue de travail et les chaussures de sécurité prescrites au poste ; vérifier l'intégrité des flexibles et raccords avant mise en service ; ne jamais rechercher une fuite à la main ; garder accessible le dispositif de rinçage d'urgence et respecter la fiche de données de sécurité. En cas de projection, fuite ou alarme, arrêter l'opération si cela peut être fait sans exposition, alerter immédiatement et appliquer la procédure locale. Les dispositions générales de prévention du risque chimique et d'utilisation des équipements de travail prévues par le Code du travail et les procédures du site s'appliquent.

Caractéristiques utiles et limites d'exploitation

Équipement ou paramètre	Donnée	Consigne associée
Cuve T-101	Volume utile maximal : 1 500 L	Ne pas dépasser le volume utile
Lot à traiter	1 200 L	Homogénéiser avant contrôle représentatif
Pompe doseuse P-201	Débit effectif : 12,0 L·min⁻¹	Arrêt pendant les contrôles manuels
Solution de neutralisation	NaOH : 0,50 mol·L⁻¹	Produit corrosif, appliquer la fiche de données de sécurité
Libération du lot	pH : 6,5 à 8,5 ; température : 15 °C à 35 °C	Transfert interdit tant que les conditions ne sont pas vérifiées

Valeurs fournies pour cette situation d'évaluation.

DT 3 : EXTRAIT DU JOURNAL DE CONDUITE ET INFORMATIONS DE DIAGNOSTIC

Le journal de conduite reproduit dans la partie 3 a été établi lors du lot considéré. À 09 h 16, la pompe doseuse est à l'arrêt. Le pH-mètre portable a fait l'objet d'un contrôle conforme avant le prélèvement. Les résultats sont exprimés en unités de pH. La valeur de la sonde installée est supérieure au seuil maximal de libération, tandis que la mesure portable est dans la plage d'acceptation. Il faut donc maintenir le lot en attente, vérifier la représentativité du prélèvement et contrôler la sonde installée selon la procédure de vérification du site avant toute décision de reprise ou de transfert. Aucun transfert ne peut être autorisé sur la seule base d'une mesure isolée ou d'une mesure dont la fiabilité n'est pas établie.

Les vérifications possibles comprennent : confirmer que le prélèvement a été effectué après homogénéisation ; vérifier l'état, le raccordement et la propreté de la sonde ; contrôler son étalonnage avec les solutions tampons et la méthode prescrites ; répéter une mesure indépendante sur un nouvel échantillon représentatif. Toute correction ou intervention sur l'instrument est réalisée par une personne autorisée et consignée.

Journal de conduite du lot

Heure	Événement	pH sonde installée	pH portable	Pompe doseuse
09 h 10	Fin d'homogénéisation, avant dosage	3,1	3,2	Arrêt
09 h 14	Dosage interrompu pour contrôle	7,6	7,4	Arrêt
09 h 16	Contrôle après homogénéisation	9,1	7,8	Arrêt

Les valeurs sont celles consignées au poste.

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

DR 1 : Feuille de calcul du dosage prévisionnel — **À RENDRE AVEC LA COPIE**

Compléter les cases laissées vides. Présenter les calculs et les unités. Le résultat obtenu sert à préparer la conduite et ne dispense pas du contrôle du pH pendant le dosage.

Calculs du lot

Grandeur	Relation utilisée	Résultat avec unité
Quantité d'équivalent H^+ dans le lot	$n = C \times V$	.....
Quantité stœchiométrique de NaOH	Rapport stœchiométrique 1:1	.....
Quantité prévisionnelle de NaOH avec 10 % d'excès	$n_{prévisionnelle} = 1{,}10 \times n_{stœchiométrique}$	.....
Volume prévisionnel de solution de NaOH	$V = n / C$	.....
Temps théorique de dosage	$t = V / Q$	.....

À compléter par le candidat.

Cadre réservé aux justifications, calculs complémentaires ou schémas du candidat :

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

DR 2 : Tableau de diagnostic et décision de conduite — **À RENDRE AVEC LA COPIE**

Compléter directement le tableau à partir des relevés du DT 3 et des consignes du DT 2. Toute décision doit préserver la sécurité, la qualité du lot et la traçabilité.

Analyse de l'écart de mesure

Point à renseigner	Analyse ou décision
Écart absolu entre les deux mesures à 09 h 16	.....
Décision immédiate sur le transfert du lot	.....
Deux vérifications à réaliser	.....
Condition de reprise du dosage	.....
Information à transmettre à l'opérateur suivant	.....

À compléter par le candidat.

Cadre réservé aux justifications, calculs complémentaires ou schémas du candidat :

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Copyright © 2027 FormaV®. Tous droits réservés.

FormaV® est une marque déposée auprès de l'INPI sous le numéro 5227897.

Ce document a été élaboré par FormaV® avec le plus grand soin afin d'accompagner chaque apprenant vers la réussite de ses examens. Son contenu (textes, graphiques, méthodologies, tableaux, exercices, concepts, mises en forme) constitue une œuvre protégée par le droit d'auteur.

Toute copie, partage, reproduction, diffusion ou mise à disposition, même partielle, gratuite ou payante, est strictement interdite sans accord préalable et écrit de FormaV®, conformément aux articles L.111-1 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. Dans une logique anti-plagiat, FormaV® se réserve le droit de vérifier toute utilisation illicite, y compris sur les plateformes en ligne ou sites tiers.

En utilisant ce document, vous vous engagez à respecter ces règles et à préserver l'intégrité du travail fourni. La consultation de ce document est strictement personnelle.

Merci de respecter le travail accompli afin de permettre la création continue de ressources pédagogiques fiables et accessibles.