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

ENVIRONNEMENT NUCLÉAIRE

ÉPREUVE E5 : ANALYSE ET ORGANISATION D'UNE ACTIVITÉ EN ENVIRONNEMENT NUCLÉAIRE

SESSION 2026

Durée : 4 heures

SPÉCIALITÉ / UNITÉ	COEFF
ENVIRONNEMENT NUCLÉAIRE	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.

Aucun document ou matériel autorisé en dehors de ceux fournis avec le sujet.

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

Ce sujet comporte 11 pages numérotées de 1/11 à 11/11.

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

DOSSIER SUJET

MISE EN SITUATION PROFESSIONNELLE ET CAHIER DES CHARGES : EDF, CENTRE NUCLÉAIRE DE PRODUCTION D'ÉLECTRICITÉ DE CIVAUX, VIENNE

Le service de maintenance prépare le remplacement d'un tronçon de tuyauterie de retour d'un circuit auxiliaire, situé dans un local technique accessible en zone contrôlée. L'intervention est réalisée à l'arrêt de l'installation, après consignation, vidange et confirmation de l'absence de pression. Le tronçon en acier inoxydable mesure 1 200 mm entre faces de brides. Il est calorifugé par une enveloppe amovible de 30 mm d'épaisseur.

Vous êtes chargé de préparer l'activité : analyser les données disponibles, vérifier la cohérence des moyens et du conditionnement des déchets, proposer une séquence opératoire et organiser la prévention des risques. Les données du dossier constituent les données applicables à cette étude. Toute décision de terrain reste subordonnée à la validation des documents de travail et des responsables habilités du site.

Le scénario de travail prévoit une équipe composée de deux intervenants en maintenance et d'un intervenant en radioprotection. La contrainte opérationnelle de dose individuelle prévisionnelle fixée pour cette activité est de 50 µSv par intervenant. Les déchets sont triés à la source en deux flux distincts : déchets métalliques et déchets de calorifuge. Les prescriptions de conditionnement du dossier doivent être respectées.

Les résultats numériques seront présentés avec les unités et un arrondi adapté. Les hypothèses retenues devront être indiquées.

PARTIE 1 : Analyse de l'activité et exigences applicables (5 points)

Analyse fonctionnelle, contraintes d'intervention et exigences réglementaires

À partir du contexte et des documents DT 1 à DT 3, établissez les éléments nécessaires à la préparation de l'intervention. Distinguez les conditions préalables, les risques à maîtriser et les contrôles à réaliser avant l'ouverture du chantier.

Données principales de l'intervention

Élément	Donnée	Conséquence pour la préparation
Équipement	Tronçon de tuyauterie inox DN 80 entre deux brides	.....
État requis	Installation consignée, vidangée et sans pression	.....
Accès	Zone contrôlée, accès soumis aux règles du site	.....
Équipe prévue	2 intervenants maintenance et 1 intervenant en radioprotection	.....
Déchets	Tri séparé : métal et calorifuge	.....

Données de l'ordre de travail et du dossier technique.

1.1 (2 points) Décrivez la fonction de l'intervention et délimitez son périmètre. Indiquez au moins quatre conditions préalables à vérifier avant le début des travaux, en vous appuyant sur le contexte et le DT 1.

1.2 (1,5 point) Complétez le DR 1 en identifiant, pour chaque situation proposée, le risque principal et une mesure de prévention adaptée. Votre réponse doit traiter au minimum un risque radiologique, un risque conventionnel et un risque lié à la coactivité.

1.3 (1,5 point) À partir du DT 3, citez trois exigences de préparation ou de traçabilité applicables à cette intervention et associez à chacune un contrôle ou un document permettant d'en apporter la preuve.

PARTIE 2 : Étude technique, calculs et gestion des déchets (6 points)

Exploitation des caractéristiques techniques et calculs professionnels

Les dimensions du tronçon et les données de conditionnement sont fournies dans les DT 1 et DT 2. Pour les calculs géométriques, assimilez le tube et le calorifuge à des cylindres coaxiaux. Utilisez $\pi = 3{,}1416$. La masse volumique de l'acier est de $8\,000\ \mathrm{kg/m^3}$. La masse volumique du calorifuge est de $120\ \mathrm{kg/m^3}$.

Caractéristiques et données de calcul

Paramètre	Valeur	Unité
Diamètre extérieur du tube	88,9	mm
Épaisseur du tube	5,5	mm
Longueur entre faces de brides	1 200	mm
Épaisseur radiale du calorifuge	30	mm
Limite de masse par colis	25	kg
Limite de volume utile par colis	0,060	m³

Les valeurs sont celles du dossier technique de l'intervention.

2.1 (2 points) Calculez le volume et la masse du tronçon métallique. Le diamètre intérieur est à déterminer à partir du diamètre extérieur et de l'épaisseur de paroi. Utilisez les relations $V = \frac{\pi L}{4}(D_e^2 - D_i^2)$ et $m = \rho V$. Donnez le résultat du volume en $\mathrm{m^3}$ et celui de la masse au dixième de kilogramme près.

2.2 (1,5 point) Calculez le volume et la masse du calorifuge retiré. Le diamètre extérieur du calorifuge est égal au diamètre extérieur du tube augmenté de deux fois l'épaisseur radiale du calorifuge. Utilisez $V = \pi L(R_e^2 - R_i^2)$ et $m = \rho V$. Indiquez le nombre minimal de colis nécessaire pour chaque flux, en appliquant séparément les limites de masse et de volume du DT 2.

2.3 (1,5 point) Une longueur commerciale de tube de 1 500 mm est achetée 72,00 €. La longueur utile à poser est de 1 200 mm. Calculez le taux de chute, défini par $\frac{L_{achetée} - L_{utile}}{L_{achetée}} \times 100$, puis le coût matière imputable au tronçon posé, au prorata de la longueur utile. Deux joints sont nécessaires à 18,00 € l'unité et huit boulons à 1,20 € l'unité. Calculez le coût total des fournitures consommées pour l'intervention, hors main-d'œuvre.

2.4 (1 point) La vitesse linéaire de coupe de la scie est estimée à partir d'une longueur de lame parcourue de 0,28 m par coupe en 0,80 min. Calculez cette vitesse en $\mathrm{m/min}$, puis le temps de coupe effectif pour deux coupes identiques. Précisez pourquoi ce temps ne représente pas, à lui seul, la durée complète de l'opération de découpe sur le chantier.

PARTIE 3 : Préparation et organisation de l'intervention (5 points)

Séquence opératoire, moyens, planification et estimation dosimétrique

La durée de chaque phase et le débit d'équivalent de dose ambiant au poste de travail figurent au DT 2. Les durées sont des durées écoulées, les phases sont réalisées successivement et les effectifs indiqués au DT 2 restent présents pendant toute la phase correspondante. Pour une phase, la dose collective prévisionnelle est calculée par $D_c = \dot{H} \times t \times n$, où $\dot{H}$ est le débit d'équivalent de dose en $\mu\mathrm{Sv/h}$, t la durée en heures et n l'effectif présent.

Phases et effectifs de l'intervention

Phase	Durée (h)	Effectif présent	Débit d'équivalent de dose (µSv/h)
Mise en place et contrôles initiaux	0,25	3	4
Dépose du calorifuge	0,50	2	12
Découpe et retrait du tronçon	0,40	3	18
Pose du tronçon et remontage	0,60	3	8
Contrôles finaux et repli	0,25	3	5

Durées prévisionnelles et effectifs présents selon le DT 2.

3.1 (2 points) Proposez une séquence opératoire cohérente en six à huit étapes, depuis la vérification des prérequis jusqu'au repli. Faites apparaître les contrôles de consignation, l'ouverture du chantier, la dépose, le remontage, les contrôles finaux et le tri des déchets. Pour chaque étape, indiquez au moins un moyen ou document nécessaire.

3.2 (1,5 point) Calculez la dose collective prévisionnelle de chacune des cinq phases et la dose collective totale. Calculez également la dose individuelle prévisionnelle d'un intervenant maintenance présent pendant toutes les phases et celle de l'intervenant en radioprotection présent pendant les phases 1, 3, 4 et 5. Comparez chaque dose individuelle à la contrainte de 50 µSv et concluez.

3.3 (1,5 point) Complétez le DR 2 : inscrivez les durées cumulées et les points d'arrêt de contrôle dans l'ordre de réalisation. Calculez la durée totale écoulée des cinq phases. Indiquez deux dispositions organisationnelles permettant de réduire les aléas de durée ou d'exposition sans supprimer les contrôles requis.

PARTIE 4 : Prévention, radioprotection et conduite à tenir (4 points)

Maîtrise des risques, contrôles et réaction aux écarts

Les prescriptions de radioprotection et de prévention applicables au scénario sont résumées dans les DT 2 et DT 3. Les seuils et consignes locaux fournis dans le dossier prévalent pour les décisions demandées dans cette étude. Toute situation non prévue impose l'arrêt de l'action concernée et l'alerte du responsable compétent.

Situations à traiter

Situation	Décision immédiate	Alerte ou contrôle à réaliser
Débit de dose mesuré supérieur à la valeur de préparation de 18 µSv/h	.....	.....
Suspicion de contamination du calorifuge au-delà du seuil local de 0,4 Bq/cm²	.....	.....
Présence d'une équipe tierce dans le périmètre de travail	.....	.....

Répondre en cohérence avec les procédures et consignes du dossier.

4.1 (1,5 point) Pour les trois situations du tableau, indiquez la décision immédiate, l'interlocuteur à alerter et le contrôle ou la vérification à réaliser avant toute reprise. Appuyez-vous sur les consignes du DT 2 et du DT 3.

4.2 (1,5 point) Présentez les dispositions de prévention à mettre en œuvre pour la découpe et le retrait du tronçon : protection contre les projections et les arêtes vives, maîtrise d'une éventuelle contamination, contrôle radiologique et conditionnement des déchets. Précisez la destination distincte des deux flux de déchets.

4.3 (1 point) À l'issue de l'intervention, citez quatre éléments à enregistrer dans le compte rendu ou le dossier de suivi afin d'assurer la traçabilité de l'activité et de permettre la clôture du chantier.

DOSSIER TECHNIQUE ET RESSOURCES

Documents ressources nécessaires à la résolution du sujet

DT 1 : DONNÉES D'ÉQUIPEMENT ET SCHÉMA DU TRONÇON À REMPLACER

Le tronçon étudié est une conduite horizontale en acier inoxydable, DN 80, raccordée par deux brides. Sa longueur entre faces de brides est de 1 200 mm. Son diamètre extérieur est de 88,9 mm et son épaisseur de paroi est de 5,5 mm. Le calorifuge amovible présente une épaisseur radiale de 30 mm. Le schéma est représentatif et non à l'échelle. Les dimensions indiquées font foi.

La dépose est autorisée uniquement après confirmation de la consignation, de la vidange et de l'absence de pression par les personnes habilitées. Les limites physiques du chantier et les repères des brides doivent être contrôlés sur l'installation avant toute opération.

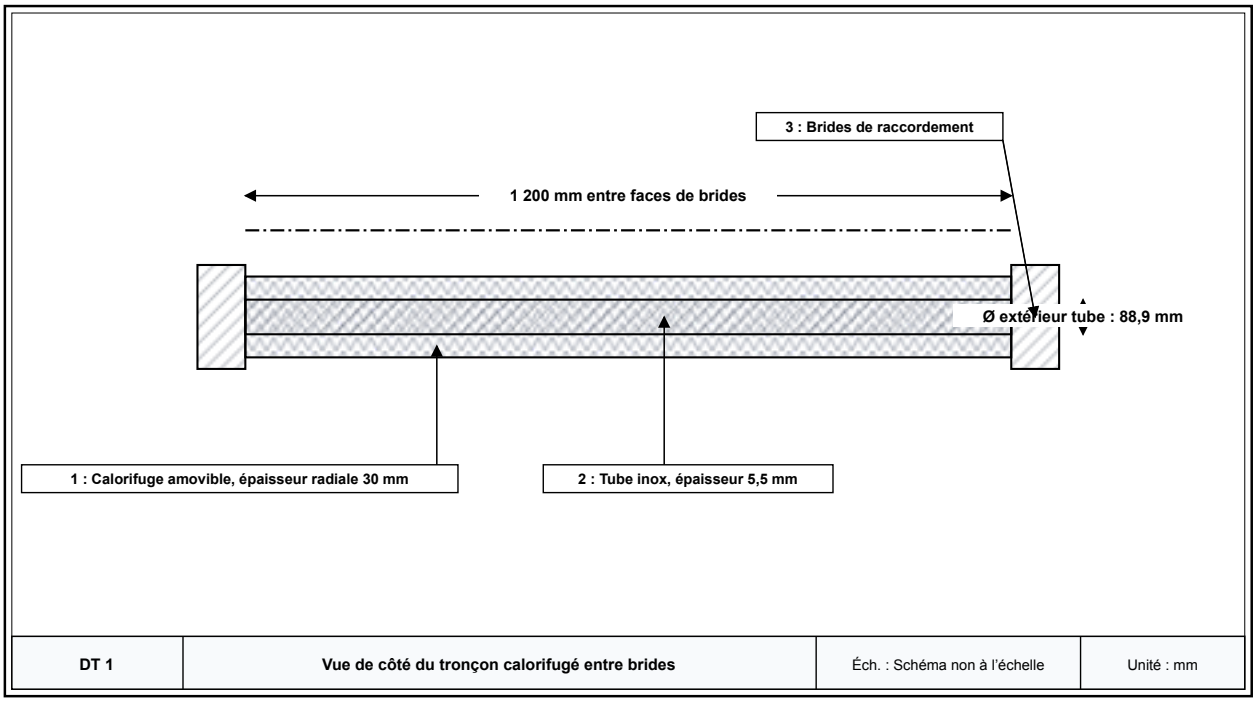


Schéma indicatif, dimensions réelles indiquées en mm.

Caractéristiques de l'équipement

Caractéristique	Valeur
Matériau du tube	Acier inoxydable
Diamètre extérieur	88,9 mm
Épaisseur de paroi	5,5 mm
Longueur entre faces de brides	1 200 mm
Épaisseur radiale du calorifuge	30 mm
Nombre de coupes prévues	2

Valeurs de préparation retenues pour le sujet.

DT 2 : DONNÉES RADIOLOGIQUES, DÉCHETS ET MOYENS DE L'INTERVENTION

Les débits d'équivalent de dose ci-dessous sont des valeurs de préparation mesurées au poste de travail pour les phases prévues. La valeur de 18 µSv/h est la valeur maximale retenue pour la phase de découpe. Si une mesure de terrain dépasse cette valeur, l'activité concernée est arrêtée et le responsable de radioprotection est informé avant toute reprise.

La contrainte de dose individuelle prévisionnelle fixée pour cette intervention est de 50 µSv par intervenant. Cette contrainte de préparation ne remplace pas les limites réglementaires. Le suivi individuel et les contrôles radiologiques sont réalisés selon les règles du site.

Les déchets métalliques et les déchets de calorifuge doivent rester séparés. Pour le calcul du nombre de colis, appliquer à chaque flux les deux limites indiquées et retenir le nombre de colis imposé par la limite la plus contraignante. Les volumes calculés sont des volumes de matière, sans majoration d'emballage.

Phasage, débit d'équivalent de dose et effectif

Phase	Durée (h)	Débit d'équivalent de dose (µSv/h)	Effectif présent	Intervenant en radioprotection présent
1 : Mise en place et contrôles initiaux	0,25	4	3	Oui
2 : Dépose du calorifuge	0,50	12	2	Non
3 : Découpe et retrait du tronçon	0,40	18	3	Oui
4 : Pose du tronçon et remontage	0,60	8	3	Oui
5 : Contrôles finaux et repli	0,25	5	3	Oui

Valeurs de préparation pour le calcul dosimétrique.

Conditionnement et filières de déchets

Flux	Limite de masse par colis	Volume utile maximal par colis	Exigence de tri
Métal	25 kg	0,060 m³	Colis distinct, identification du flux métallique
Calorifuge	25 kg	0,060 m³	Colis distinct, identification du flux de calorifuge

Prescriptions de préparation retenues pour le scénario.

Seuils et consignes radiologiques locaux du scénario

Contrôle ou situation	Consigne de préparation
Débit d'équivalent de dose au poste	Valeur maximale de préparation : 18 µSv/h
Suspicion de contamination surfacique du calorifuge	Seuil local de traitement de la situation : 0,4 Bq/cm²
Dépassement d'une valeur de préparation ou doute radiologique	Arrêt de l'activité concernée et alerte du responsable de radioprotection

Données locales fournies pour l'étude.

DT 3 : EXIGENCES DE PRÉPARATION, DE PRÉVENTION ET DE TRAÇABILITÉ

Les exigences ci-dessous sont les éléments documentaires à exploiter pour cette épreuve. Elles ne dispensent pas de l'application des procédures et documents approuvés du site.

- **Réglementation du travail :** l'évaluation des risques, la coordination des activités et la prévention de la coactivité sont préparées avant l'intervention. Les dispositions de radioprotection du Code du travail, notamment celles relatives à l'évaluation et à la prévention des risques d'exposition aux rayonnements ionisants, sont appliquées selon les responsabilités et procédures du site.
- **Radioprotection :** le dossier de préparation précise les conditions d'accès, le suivi dosimétrique, les contrôles radiologiques, les conduites à tenir en cas d'écart et les modalités de sortie de zone.
- **Prévention conventionnelle :** les risques de coupure, de pincement, de manutention, de chute d'objets et de projection sont évalués. Les équipements de protection et les moyens de maintien de la pièce sont définis avant la découpe.
- **Qualité et intervention :** les documents de travail applicables, les repérages, les contrôles avant remise en service, les résultats, les écarts et la clôture de chantier sont enregistrés dans le dossier de suivi.
- **Déchets :** les déchets sont caractérisés, triés, identifiés et conditionnés selon la filière autorisée par le site. Aucun mélange de flux n'est admis dans le scénario.
- **Référence technique :** la série NF EN 13480 relative aux tuyauteries industrielles métalliques peut être utilisée comme référence technique lorsque son domaine d'application et les documents de conception de l'installation le rendent applicables. Les exigences et plans approuvés de l'installation demeurent déterminants pour l'exécution.

Documents et contrôles à prévoir

Étape	Document ou contrôle attendu	Trace à conserver
Avant entrée en zone	Autorisation d'intervention, conditions d'accès et vérification dosimétrique	Visa ou enregistrement d'accès
Avant découpe	Contrôle de consignation, vidange, absence de pression et repérage	Visa des responsables concernés et contrôle des repères
Pendant l'activité	Surveillance radiologique, maîtrise du périmètre et suivi des écarts	Relevés, observations et signalements
Après l'activité	Contrôles finaux, tri et identification des déchets, remise en état	Résultats de contrôle et enregistrement de clôture

Liste indicative des pièces et vérifications à mobiliser pour la préparation.

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

DR 1 : Analyse des risques et mesures de prévention, questions 1.2 et 4.1 — **À RENDRE AVEC LA COPIE**

Complétez les cases laissées vides. Pour chaque situation, indiquez un risque ou une décision immédiate, une mesure de prévention et le contrôle ou l'interlocuteur associé lorsque cela est demandé.

Tableau d'analyse des risques

Situation ou phase	Risque principal	Mesure de prévention	Contrôle ou interlocuteur
Travail en zone contrôlée	.....	.....	.....
Découpe et retrait d'un tronçon métallique	.....	.....	.....
Coactivité dans le périmètre de l'intervention	.....	.....	.....
Débit mesuré supérieur à 18 µSv/h	.....	.....	.....
Suspicion de contamination du calorifuge supérieure à 0,4 Bq/cm²	.....	.....	.....

À compléter par le candidat.

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

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

DR 2 : Feuille de phasage et points d'arrêt, question 3.3 — **À RENDRE AVEC LA COPIE**

Complétez le tableau dans l'ordre chronologique. Indiquez le temps cumulé à la fin de chaque phase et au moins un point d'arrêt ou de vérification pertinent par phase. Les durées sont celles du DT 2.

Préparation chronologique de l'activité

Ordre	Phase	Durée de phase (h)	Temps cumulé (h)	Point d'arrêt ou contrôle
1	Mise en place et contrôles initiaux	0,25	.....	.....
2	Dépose du calorifuge	0,50	.....	.....
3	Découpe et retrait du tronçon	0,40	.....	.....
4	Pose du tronçon et remontage	0,60	.....	.....
5	Contrôles finaux et repli	0,25	.....	.....
.....	Durée totale	.....	.....	.....

À compléter par le candidat, en respectant les cinq phases du DT 2.

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.