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 consulter tous nos sujets d'annales et corrigés du Bac Pro TIIN, veuillez visiter :
bacprotiin.fr/annales-sujets-et-corriges

Sous-épreuve E21 : Pré-étude et mise en conformité du chantier

Session 2023 • Code sujet : **1906-TIN 21** • Durée : **1 heure 30** • Coefficient : **3**

Sommaire

Cliquez sur une partie pour y accéder directement

1. Évaluation des risques radiologiques (8 questions) **Page 3**

2. Évaluation des risques mécaniques et étude de la motopompe (13 questions) **Page 6**

3. Ce qu'il faut retenir & Questions fréquentes (FAQ) (Synthèse & Q&A Examen) **Page 11**

Sujet officiel (PDF) : https://bacprotiin.fr/assets/annales/bac-pro-tiin/E2 - Techniques d'interventions sur installations nucléaires/2023/Bac Pro TIIN - E2 - Techniques d'interventions sur installations nucléaires - Session 2023 - 8-Sujet.pdf

1. Évaluation des risques radiologiques

L'étude porte sur un fût de déchets technologiques contaminés au cobalt 60, d'activité totale 50 GBq, de masse 70 kg et de diamètre 600 mm. Il faut caractériser le risque radiologique du local d'entreposage et déterminer l'épaisseur d'un écran en béton destiné à réduire l'exposition.

Question Q1-1. Donner la composition du noyau du cobalt 60, en indiquant le nombre de protons et de neutrons.

Pour le cobalt 60, le nombre de masse est 60 et le numéro atomique du cobalt est 27. Le noyau contient donc 27 protons. Son nombre de neutrons est égal au nombre de masse moins le nombre de protons : 60 − 27 = 33.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> 27 protons et 33 neutrons.

Question Q1-2. Indiquer le type de désintégration du cobalt 60 et écrire son équation de désintégration.

Le cobalt 60 subit une désintégration bêta moins : un neutron devient un proton. Le noyau fils est du nickel 60 excité, qui émet ensuite un photon gamma en se désexcitant.

$^{60}_{27}\mathrm{Co} \rightarrow {}^{60}_{28}\mathrm{Ni}^{*} + {}^{0}_{-1}\mathrm{e} + \bar{\nu}_e$, puis ${}^{60}_{28}\mathrm{Ni}^{*} \rightarrow {}^{60}_{28}\mathrm{Ni} + \gamma$.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Désintégration β^- : $^{60}\mathrm{Co} \rightarrow {}^{60}\mathrm{Ni}^{*} + \mathrm{e}^- + \bar{\nu}_e$, suivie d'une émission γ.

Question Q1-3. Rappeler les moyens de protection contre les rayonnements gamma émis par le cobalt 60.

Les rayonnements gamma sont pénétrants. La protection s'appuie sur trois actions complémentaires :

- Réduire le temps passé près de la source.
- Augmenter la distance par rapport à la source.
- Interposer un écran adapté, par exemple en plomb ou en béton.

La préparation de l'intervention et la protection collective sont à privilégier.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Réduire le temps d'exposition, s'éloigner de la source et interposer un écran dense, comme le plomb ou le béton.

Question Q1-4. Calculer l'activité massique du fût en Bq·g⁻¹, puis déterminer et justifier son classement à partir de ses caractéristiques.

La masse du fût vaut 70 000 g. L'activité massique est donc :

$A_m = \frac{50\times10^9}{70\times10^3} \approx 714\,286\ \mathrm{Bq\cdot g^{-1}}$.

Cette activité massique correspond à une activité moyenne. Le cobalt 60 ayant une période radioactive d'environ 5,3 ans, le déchet est à vie courte : il s'agit d'un déchet FMA-VC.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Activité massique : 7,14 × 10⁵ Bq·g⁻¹. Classement : déchet de moyenne activité à vie courte (FMA-VC).

Question Q1-5. Pour un débit d'équivalent de dose ambiant de 600 µSv/h dans le local, indiquer le type d'appareil permettant de vérifier cette valeur et déterminer, en le justifiant, le zonage radiologique du local.

La valeur se vérifie avec un radiamètre mesurant le débit d'équivalent de dose ambiant. Les seuils de zonage donnent :

- zone contrôlée verte : de 25 µSv/h à 2 mSv/h ;
- zone contrôlée jaune : de 2 mSv/h à 100 mSv/h.

Comme 600 µSv/h dépasse 25 µSv/h tout en restant inférieur à 2 mSv/h, le local est en zone contrôlée verte.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Radiamètre. Zonage : zone contrôlée verte, car 25 µSv/h < 600 µSv/h < 2 mSv/h.

Question Q1-6. Nommer le principal risque radiologique encouru par une personne travaillant régulièrement dans ce local et préciser ses éventuels effets sur la santé.

Le risque principal est l'irradiation externe répétée par les rayonnements gamma. L'exposition accumule une dose et peut entraîner des effets stochastiques, dont la probabilité augmente avec la dose, notamment des cancers à long terme. Une dose très élevée peut provoquer des effets déterministes, tels que des lésions des tissus ou un syndrome d'irradiation aiguë. La dosimétrie et le respect des consignes de radioprotection limitent ce risque.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Risque : irradiation externe chronique. Effet possible : cancer à long terme ; à forte dose, lésions tissulaires ou syndrome d'irradiation aiguë.

Question Q1-7. Avec un écran en béton procurant un facteur d'atténuation de 40 pour les rayonnements gamma du cobalt 60, calculer le débit d'équivalent de dose optimisé dans le local et donner le nouveau zonage radiologique en le justifiant.

Le facteur d'atténuation divise le débit initial : $600/40 = 15\ \mu\text{Sv/h}$.

À 15 µSv/h, le débit dépasse le seuil de 7,5 µSv/h de la zone surveillée, mais reste inférieur au seuil de 25 µSv/h de la zone contrôlée verte. Le local relève donc de la zone surveillée après la pose de l'écran.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Débit optimisé : 15 µSv/h. Nouveau zonage : zone surveillée.

Question Q1-8. Sachant qu'un facteur d'atténuation de 40 correspond à deux écrans d'atténuation 1/2 et à un écran d'atténuation 1/10, calculer l'épaisseur de béton correspondante pour un rayonnement d'énergie 1 MeV.

Écran	Épaisseur de béton à 1 MeV
Atténuation 1/2	7 cm
Atténuation 1/10	23 cm

Deux écrans d'atténuation 1/2 et un écran d'atténuation 1/10 donnent au total un facteur 40. L'épaisseur nécessaire est donc $2 \times 7 + 23 = 37$ cm.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Épaisseur de béton : environ 37 cm.

2. Évaluation des risques mécaniques et étude de la motopompe

La première étude vérifie la compatibilité d'une pince avec des fûts PEHD, puis la sécurité de leur levage par une potence dont la charge maximale utile est de 975 kg. La seconde porte sur une fuite de la pompe de relevage : il faut étudier ses pièces et étanchéités, choisir les matériaux et définir les caractéristiques de la bride, de l'assemblage et du serrage.

Manutention des fûts

Question Q2-1. À partir du dessin de la pince et des dimensions du fût, déterminer si le modèle de pince retenu est adapté et justifier la réponse.

Le fût a un diamètre de 600 mm, alors que le dessin indique une pince de diamètre 630 mm. Aucun intervalle de prise n'est précisé pour confirmer qu'elle saisit correctement un fût plus petit. Les tampons en caoutchouc ne suffisent pas à démontrer cette compatibilité.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Non : la pince Ø630 n'est pas garantie adaptée au fût Ø600.

Question Q2-2. Calculer le poids de l'ensemble constitué de la pince et du fût, identifié ensuite comme l'ensemble E, en utilisant g = 9,81 N/kg.

La masse de l'ensemble est la somme de celle du fût et de la pince : $70 + 25 = 95$ kg. Son poids vaut $P = mg = 95 \times 9{,}81 = 931{,}95$ N.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Poids calculé de l'ensemble E : 931,95 N, soit environ 932 N.

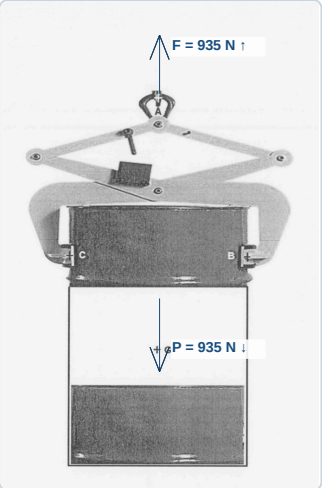
Question Q2-3. En prenant le poids mesuré de l'ensemble E égal à 935 N et en appliquant le principe fondamental de la statique, compléter le tableau des forces exercées sur l'ensemble, puis représenter ces forces sur le schéma du document réponse DR1.

L'ensemble étant en équilibre, la résultante des forces est nulle. Le poids P, appliqué en G, est vertical vers le bas. L'action de la potence, appliquée en A, est verticale vers le haut et de même intensité.

Force	Point d'application	Direction et sens	Intensité
Poids P	G	Verticale, vers le bas	935 N
Action de la potence F	A	Verticale, vers le haut	935 N

À l'échelle 1 cm pour 200 N, chaque vecteur mesure 4,675 cm.

Forces sur l’ensemble E



✓ RÉPONSE À RETENIR

En A : F = 935 N vers le haut. En G : P = 935 N vers le bas.

Question Q2-4. À partir de la charge maximale utile de la potence, vérifier si elle peut lever le fût avec un coefficient de sécurité supérieur à 10 et justifier la conclusion.

La CMU de la potence vaut 975 kg, soit $975 \times 9{,}81 = 9564{,}75$ N. Pour la vérification, on utilise le poids mesuré de l’ensemble E, soit 935 N. Le coefficient de sécurité est donc $9564{,}75/935$, supérieur à 10.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Coefficient de sécurité : 10,23. La potence peut lever l’ensemble avec un coefficient supérieur à 10.

Étude technique de la pompe de relevage

Question Q2-5. Identifier l’élément qui permet l’aspiration et nommer la pièce qui contient le conduit de refoulement de la motopompe.

Le divergent d’admission, pièce 17, permet l’aspiration. Le conduit de refoulement est contenu dans la volute de la pompe.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Aspiration : divergent d’admission, pièce 17. Refoulement : volute.

Question Q2-6. Compléter le bilan des étanchéités de la motopompe pour les interfaces entre les pièces 1 et 3, 7 et 16, puis 1 et 16 : indiquer la pièce qui assure l'étanchéité et préciser si elle est directe ou indirecte, statique ou dynamique.

Une étanchéité est indirecte si un organe intermédiaire l'assure, et directe si les pièces en contact assurent elles-mêmes l'étanchéité. Une interface fixe est statique ; une interface liée à une pièce en rotation est dynamique.

Interface	Élément assurant l'étanchéité	Type	Nature
1 et 3	Pièce 2	Indirecte	Statique
7 et 16	Pièce 8	Indirecte	Dynamique
1 et 16	Contact direct entre les pièces	Directe	Statique

✓ **RÉPONSE À RETENIR**

1-3 : pièce 2, indirecte statique. 7-16 : pièce 8, indirecte dynamique. 1-16 : directe statique.

Matériaux

Question Q2-7. Identifier le code et le type de matériau utilisés pour fabriquer le nouveau divergent d'admission.

Dans la désignation EN-GJL-250, GJL indique une fonte à graphite lamellaire. Le nombre 250 correspond à la résistance minimale à la traction de la nuance, exprimée en MPa.

✓ **RÉPONSE À RETENIR**

Code : EN-GJL-250. Type : fonte à graphite lamellaire.

Question Q2-8. Parmi les critères proposés, cocher ceux qui justifient le choix du matériau EN-GJL-250.

La fonte EN-GJL-250 se prête au moulage et à l'usinage. Sa structure lui confère également un bon amortissement des vibrations. Les critères à retenir sont donc la bonne moulabilité, la bonne usinabilité et le bon amortissement des vibrations.

✓ **RÉPONSE À RETENIR**

Cocher : bonne moulabilité, bonne usinabilité et bon amortissement des vibrations.

Question Q2-9. Identifier les matériaux correspondant aux désignations AlCu4Mg, C22 et CuZn20.

AlCu4Mg désigne un alliage d'aluminium au cuivre et au magnésium. C22 est un acier non allié. CuZn20 est un alliage cuivre-zinc, autrement dit un laiton.

✓ RÉPONSE À RETENIR

AlCu4Mg : alliage d'aluminium. C22 : acier non allié. CuZn20 : laiton.

Question Q2-10. Justifier le choix du matériau C22.

Le C22 est retenu pour fabriquer la bride à implanter sur la tuyauterie existante : cet acier est usinable et soudable. Il permet ainsi de réaliser et d'adapter le raccordement, contrairement à une bride en fonte, qui ne convient pas à un assemblage soudé courant.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Le C22 convient car il est usinable et soudable pour l'adaptation de la tuyauterie.

Bride de tuyauterie

Question Q2-11. À partir des cotes du nouveau divergent d'admission et du modèle de bride 10150 LJ, déterminer les caractéristiques de la bride de tuyauterie à commander et compléter les valeurs DN, D, C, K, n et L.

Pour le modèle 10150 LJ, le DN correspondant est 150. Les dimensions normalisées de la bride à reporter sont les suivantes :

DN	D	C	K	n	L
150	285 mm	240 mm	22 mm	8	22 mm

D est le diamètre extérieur, C le cercle de perçage, K le diamètre des trous, n leur nombre et L l'épaisseur de la bride.

✓ RÉPONSE À RETENIR

DN 150 : D = 285 mm, C = 240 mm, K = 22 mm, n = 8, L = 22 mm.

Assemblage

Question Q2-12. À partir du dossier ressources, déterminer la solution d'assemblage de la tuyauterie à la motopompe et donner sa désignation normalisée complète. Choisir un assemblage dont le diamètre se rapproche au plus près de celui des trous de passage de la bride.

Les trous de la bride ont un diamètre de 22 mm : une boulonnerie M20 est le choix le plus proche, avec un jeu de passage de 2 mm. La désignation normalisée est un boulon à tête hexagonale ISO 4014, M20, classe 8.8, avec un écrou hexagonal ISO 4032 M20. La longueur du boulon se choisit selon l'épaisseur totale serrée.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Boulon ISO 4014 M20, classe 8.8, avec écrou ISO 4032 M20.

Serrage

Question Q2-13. Déterminer le couple de serrage pour remonter le divergent sur la volute de la nouvelle pompe, en tenant compte de la classe de qualité 8.8, d'une lubrification sommaire et de l'utilisation d'une douille de 16 lors du démontage.

Une douille de 16 mm correspond à une tête hexagonale de vis M10. Pour une vis de classe 8.8 avec une lubrification sommaire, retenir le couple correspondant dans le tableau de serrage. Un serrage maîtrisé évite de reproduire la fissuration du divergent.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Couple de serrage : 42 N·m.

Ce qu'il faut retenir de ce sujet (Session 2023)

Bilan de l'épreuve : Cette sous-épreuve E21 du baccalauréat professionnel Techniques d'interventions sur installations nucléaires, session 2019, porte le code 1906-TIN 21 et dure 1 heure 30, coefficient 3. Elle étudie les locaux TES, avec protection contre le cobalt 60, manutention des fûts et remplacement du divergent de pompe. Les compétences évaluées couvrent radioprotection, statique, matériaux, dimensionnement d'une bride, assemblage et serrage.

Notions-clés, formules & règles à maîtriser

- L'activité massique se calcule en divisant l'activité totale, exprimée en Bq, par la masse totale exprimée en grammes.
- Pour une protection gamma, l'efficacité dépend de l'épaisseur et de la nature de l'écran, ainsi que de l'énergie du rayonnement.
- À l'équilibre statique, la somme vectorielle des forces appliquées à un solide est nulle.
- Le poids d'un ensemble se calcule par P = m × g, en newtons, avec la masse en kilogrammes et g en N/kg.

Points de vigilance & attentes du jury

- Vérifier les unités avant tout calcul : convertir les GBq en Bq et les kilogrammes en grammes si nécessaire.
- Pour justifier un zonage radiologique, comparer le débit de dose aux seuils fournis dans le dossier ressources.
- Sur le diagramme des forces, préciser point d'application, direction, sens et intensité, puis respecter l'échelle indiquée.
- Pour les choix de bride et de boulonnerie, relever les dimensions pertinentes et vérifier les désignations normalisées.

Questions fréquentes sur cette épreuve (Q&A Examen)

Q : Comment organiser le calcul d'une activité massique ?

Convertissez d'abord l'activité en becquerels et la masse en grammes. Divisez ensuite l'activité totale par la masse totale pour obtenir une activité massique en $Bq \cdot g^{-1}$, puis confrontez-la aux seuils du dossier ressources.

Q : Comment représenter les forces d'un ensemble en équilibre ?

Recensez toutes les actions mécaniques extérieures, puis indiquez pour chacune son point d'application, sa direction et son sens. À l'équilibre, les forces se compensent vectoriellement ; utilisez ensuite l'échelle du document pour tracer les vecteurs.

Q : Comment gérer le temps dans cette épreuve en deux parties ?

L'épreuve dure 1 heure 30 et les deux parties peuvent être traitées indépendamment. Repérez les questions nécessitant le dossier ressources, avancez sur les calculs et tableaux accessibles, puis gardez du temps pour contrôler les unités et les justifications.

Q : Quels éléments doivent apparaître dans une réponse de mécanique ou de matériaux ?

Une réponse exploitable présente les données utilisées, les unités, la méthode et une conclusion justifiée. Pour une désignation normalisée, reportez tous les éléments demandés et vérifiez leur compatibilité avec les dimensions des pièces.

Sujet officiel associé (PDF) : https://bacprotiin.fr/assets/annales/bac-pro-tiin/E2 - Techniques d'interventions sur installations nucléaires/2023/Bac Pro TIIN - E2 - Techniques d'interventions sur installations nucléaires - Session 2023 - 8-Sujet.pdf
Ressources Bac Pro TIIN : Toutes les annales & corrigés • Fiches de révision complètes • Simulateur de notes d'examen

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.