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

BAC STI2D • CORRIGÉ DÉTAILLÉ

Bac STI2D

Ingénierie, innovation et développement durable - Énergies et Environnement

Session 2022 • Code sujet : **22-2D2IDEENC1** • Durée : **4 heures**

Sommaire

Cliquez sur une partie pour y accéder directement

1. Étude d’un méthaniseur agricole et de ses effets énergétiques et environnementaux (21 questions) **Page 3**

2. Efficacité énergétique, alimentation secourue et régulation thermique du méthaniseur (13 questions) **Page 11**

3. Ce qu’il faut retenir & Questions fréquentes (FAQ) (Synthèse & Q&A Examen) **Page 17**

Sujet officiel (PDF) : https://bacsti2d.fr/assets/annales/bac-sti2d/Ingénierie, innovation et développement durable/2022/Bac STI2D - Ingénierie, innovation et développement durable - Session 2022 - 14-Sujet.pdf

1. Étude d’un méthaniseur agricole et de ses effets énergétiques et environnementaux

Le dossier porte sur une installation agricole qui transforme des intrants organiques en biogaz, biométhane et digestats. Il évalue les choix de procédé et de valorisation, la production et les stockages, ainsi que la maîtrise des impacts environnementaux et des nuisances.

Partie 1 - Les méthaniseurs et le développement durable

Question 1.1. Comparer, pour l’année 2018, la part d’énergie renouvelable provenant du solaire photovoltaïque à celle provenant du biogaz, puis conclure si le biogaz constitue une alternative à prendre au sérieux pour les années à venir.

En 2018, le biogaz représente **2,9 %** des énergies renouvelables, contre **2,7 %** pour le solaire photovoltaïque. Sa part est donc légèrement supérieure. Malgré sa contribution encore limitée, le biogaz est une filière à prendre au sérieux, notamment parce qu’il transforme des résidus organiques en énergie renouvelable.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Biogaz : 2,9 % ; solaire photovoltaïque : 2,7 %. Le biogaz constitue une alternative sérieuse.

Question 1.2. Lister les quatre variantes de valorisation finale du biogaz présentées dans le schéma de principe.

Le schéma distingue quatre usages finaux : la cogénération fournit de l’électricité et de la chaleur, tandis que le biométhane épuré peut être injecté dans le réseau ou utilisé comme biocarburant. Le digestat et son épandage ne sont pas comptés parmi ces quatre variantes, car ils valorisent le résidu de méthanisation, et non le biogaz.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Électricité, chaleur, biométhane injecté dans le réseau et biocarburant.

Question 1.3. Relever les nouveaux objectifs minimums de production de gaz renouvelable à l’horizon 2030, en pourcentage et en TWh par an.

Le DT3 indique pour 2030 un objectif révisé de **21 TWh/an**. La note du graphique précise que cette quantité correspond à **7 %** de la consommation de gaz prévue. L’objectif initial de 10 % a donc été réduit à 7 %.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Objectif minimum en 2030 : 7 %, soit 21 TWh/an de gaz renouvelable.

Question 1.4. **Relever la capacité totale de production possible des projets déclarés, en TWh par an, puis conclure si la réalisation de tous ces projets d'ici 2030 permettrait d'atteindre le nouvel objectif fixé.**

La lecture du dernier niveau du DT4 donne une capacité cumulée d'environ **27 TWh/an** pour les projets déclarés. Elle dépasse l'objectif révisé de **21 TWh/an**. Si tous ces projets sont réalisés et mis en service d'ici 2030, leur capacité totale permettrait donc d'atteindre l'objectif.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Environ 27 TWh/an : la réalisation de tous les projets dépasserait l'objectif de 21 TWh/an.

Question 1.5. **Calculer le nombre annuel de tonnes d'émissions de CO_2 évitées en France en considérant une production de gaz équivalente à 21×10^9 kWh à l'horizon 2030 et une économie de 188 g de CO_2 par kWh.**

L'économie annuelle de CO_2 est de $21 \times 10^9 \times 188 = 3{,}948 \times 10^{12}$ g. Comme une tonne vaut 10^6 g, cela correspond à $3{,}948 \times 10^6$ tonnes. Le calcul suppose que le gaz vert produit est entièrement injecté et consommé.

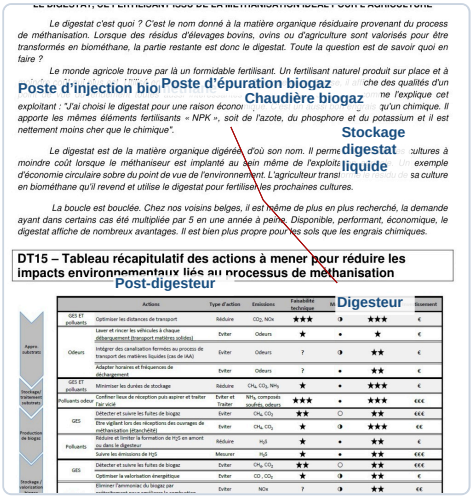
> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Émissions évitées : 3 948 000 tonnes de CO_2 par an.

Partie 2, choix 1 - Choisir le processus de méthanisation et la valorisation finale

Question 2.1. **Compléter le document DR1 en nommant les principaux constituants du méthaniseur à l'aide des termes fournis. Tracer en rouge le flux du biogaz depuis sa fabrication dans le digesteur jusqu'au poste d'épuration, d'où ressort le biométhane après épuration.**

Inscrire sur le DR1 les six constituants repérés : poste d'injection biométhane, poste d'épuration biogaz, chaudière biogaz, stockage digestat liquide, digesteur et post-digesteur. Le digesteur est la cuve de 2 814 m³ ; le post-digesteur est celle de 3 873 m³. Tracer en rouge le réseau biogaz depuis le digesteur jusqu'au poste d'épuration. Le biométhane épuré repart ensuite vers le poste d'injection.

DR1 : constituants et flux de biogaz



DT15 – Tableau récapitulatif des actions à mener pour réduire les impacts environnementaux liés au processus de méthanisation

	Actions	Type d'action	Émissions	Faisabilité technique	Coût	Efficacité	Économie
Appro. substrats	GES ET polluants	Optimiser les distances de transport	Réduire	CO_2, NOx	★★★	◑	★★★	€
	Odeurs	Laver et nettoyer les véhicules à chaque déchargement (transport matières solides)	Éviter	Odeurs	★	•	★	€
		Intégrer des canalisation fermées au process de transport des matières liquides (cas de IAA)	Éviter	Odeurs	?	◑	★★	€
		Adapter horaires et fréquences de déchargement	Éviter	Odeurs	?	•	★★	€
Stockage / traitement substrats	GES ET polluants	Minimiser les durées de stockage	Réduire	CH_4, CO_2, NH_3	★	•	★★★	€
	Polluants odeur	Confiner lieux de réception puis aspirer et traiter l'air vicié	Éviter et Traiter	NH_3, composés soufrés, odeurs	★★★	•	★★★	€€€
Production de biogaz	GES	Détecter et suivre les fuites de biogaz	Éviter	CH_4, CO_2	★★	○	★★	€€€
		Être vigilant lors des réceptions des ouvrages de méthanisation (étanchéité)	Éviter	CH_4, CO_2	★	◑	★★★	€€
	Polluants	Réduire et limiter la formation de H_2S en amont ou dans le digesteur	Réduire	H_2S	★	•	★★	€
		Suivre les émissions de H_2S	Mesurer	H_2S	★	•	★★	€€€
Stockage / valorisation biogaz	GES	Détecter et suivre les fuites de biogaz	Éviter	CH_4, CO_2	★★	○	★★	€€€
		Optimiser la valorisation énergétique	Éviter	CO , CO_2	★	◑	★★	€
		Éliminer l'ammoniac du biogaz par	Éviter	NOx	?	◑	★★	€€

✓ RÉPONSE À RETENIR

DR1 complété : six constituants nommés et flux biogaz tracé du digesteur au poste d'épuration.

Question 2.2. Justifier le choix d'une décomposition mésophile en se limitant au point de vue énergétique.

En régime mésophile, environ **20 %** de la chaleur est autoconsommée, contre **35 %** en régime thermophile (DT6). Le procédé mésophile demande donc moins d'énergie pour chauffer les cuves et laisse une part plus importante de l'énergie produite disponible pour la valorisation. Le critère énergétique favorise ainsi le choix mésophile.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Le régime mésophile autoconsomme environ 20 % de chaleur, contre 35 % en régime thermophile.

Question 2.3. Tracer sur le document DR2 la température optimale permettant le meilleur taux de croissance des méthanogènes en décomposition mésophile, puis relever le temps de séjour correspondant dans le digesteur. Conclure sur la cohérence de ces deux paramètres avec les valeurs retenues pour l'installation.

Le tracé sur le DR2 situe le maximum de croissance des méthanogènes mésophiles autour de **40 °C**, pour un temps de séjour d'environ **28 jours**. Le DT8 retient précisément 40 °C et 28 jours pour le digesteur. Les deux paramètres de l'installation sont donc cohérents avec l'optimum mésophile lu sur le document.

DR2 : lecture de l'optimum mésophile



> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Optimum mésophile : environ 40 °C et 28 jours. Les valeurs retenues pour l'installation sont cohérentes.

Question 2.4. Expliquer pourquoi l'injection de biométhane sur le réseau a été retenue comme mode de valorisation finale plutôt que la cogénération.

Le DT7 donne un rendement brut global de **98 %** pour l'injection, contre **82 %** pour la cogénération, chauffage du méthaniseur compris. L'injection est donc la solution la plus efficace dans cette comparaison. Le DT12 précise aussi que la consommation régionale permet d'injecter la totalité du biométhane sur le réseau, même en été.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> L'injection est retenue : son rendement global atteint 98 %, contre 82 % pour la cogénération.

Partie 3 - Optimiser la production de biométhane et limiter l'impact environnemental

Question 3.1. Identifier le type d'agriculture prépondérant en Picardie, dans la région des Hauts-de-France, puis expliquer en quoi les intrants disponibles rendent cette région propice à la méthanisation.

La carte du DT9 montre que l'agriculture céréalière est prépondérante en Picardie. Elle fournit des résidus de culture et des cultures intermédiaires utilisables comme intrants. Le DT10 confirme le potentiel méthanogène de certains résidus végétaux. La disponibilité locale de ces matières rend donc la région favorable à la méthanisation.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Agriculture céréalière dominante ; les résidus de culture disponibles fournissent des intrants adaptés à la méthanisation.

Question 3.2. Calculer le tonnage journalier d'intrants solides à stocker dans l'incorporateur. En déduire le volume journalier nécessaire à partir de leur masse volumique, puis conclure si l'incorporateur retenu satisfait le besoin.

Les intrants solides représentent 26 400 − 1 000 = 25 400 t/an. En les répartissant sur 365 jours, le besoin est de 69,6 t/j. Avec une masse volumique de 700 kg/m³, le volume nécessaire est 69,6 × 1 000 ÷ 700 = 99,4 m³/j. L'incorporateur de 105 m³ satisfait donc le besoin journalier.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Besoin : environ 69,6 t/j, soit 99,4 m³/j. L'incorporateur de 105 m³ convient.

Question 3.3. Justifier que la solution retenue pour l'épuration permet de traiter en continu le débit de biogaz de l'installation. En déduire le débit injectable de biométhane en sortie du poste d'épuration en tenant compte de la proportion de méthane dans le biogaz.

Les membranes ont une capacité de **604 Nm³/h**, supérieure au débit de biogaz de 500 Nm³/h : elles peuvent donc traiter en continu la production prévue. Le biogaz contenant 60 % de méthane, le débit théorique de biométhane en sortie est de 500 × 0,60 = 300 Nm³/h, avant prise en compte des pertes de récupération et de valorisation.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> La capacité de 604 Nm³/h suffit. Le débit théorique de biométhane est de 300 Nm³/h.

Question 3.4. Calculer le débit de biométhane réellement injecté dans le réseau après épuration, en tenant compte des différentes pertes annoncées.

Le débit de méthane entrant dans l'épuration est de 300 Nm³/h. Le rendement épuratoire est supérieur à 99,3 %, puis 90 % du volume produit est valorisé par injection selon le DT12. Le débit estimé injecté est donc 300 × 0,993 × 0,90 = 268,11 Nm³/h. Les autres flux sont valorisés en interne, détruits en torchère ou perdus avec l'off-gaz.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Débit réellement injecté estimé : environ 268 Nm³/h, après épuration et prise en compte des pertes.

Question 3.5. À partir du débit de biométhane retenu et du temps annuel effectif de fonctionnement, calculer le volume annuel de biométhane produit, puis en déduire l'énergie annuelle produite en GWh.

Le débit retenu est de 250 Nm³/h pendant 8 200 h/an. Le volume annuel vaut 250 × 8 200 = 2 050 000 Nm³. À 10 kWh par Nm³, l'énergie produite est de 20 500 000 kWh, soit **20,5 GWh/an**.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Production annuelle : 2 050 000 Nm³ de biométhane, soit 20,5 GWh d'énergie.

Question 3.6. Relever le pourcentage d'autoconsommation consacré au chauffage dans cette installation. Expliquer, à partir du DT12, comment une telle valeur peut être atteinte.

Le DT13 indique 1 140 MWh d'apport de chauffage autoconsommé pour 22 900 MWh de production de biogaz, soit environ 5 %. Le DT12 explique cette faible valeur : une partie de l'eau chaude provient de la récupération de chaleur sur les compresseurs, par échangeur huile-eau. La chaudière ne fournit que le complément.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Autoconsommation de chauffage : environ 5 %, grâce à la chaleur récupérée sur les compresseurs.

Question 3.7. Déterminer les énergies annuelles consommées en kWh par la partie process et par la partie épuration et injection, en tenant compte du temps effectif de fonctionnement de l'installation.

Le DT8 indique une puissance de 75 kW pour le process et de 95 kW pour l'épuration et l'injection. Avec 8 200 h de fonctionnement annuel, l'énergie consommée vaut puissance × durée : 75 × 8 200 = 615 000 kWh/an pour le process, et 95 × 8 200 = 779 000 kWh/an pour l'épuration et l'injection.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Consommation annuelle : 615 000 kWh pour le process et 779 000 kWh pour l'épuration et l'injection.

Question 3.8. À l'aide du diagramme de Sankey du DT13 et de la formule donnée dans le sujet, déterminer le rendement énergétique global de l'installation. Conclure si le méthaniseur est viable économiquement au regard du critère annoncé.

Le DT13 donne 20,500 GWh injectés et 1,400 GWh d'électricité consommée. Selon la formule fournie, $\eta = 20{,}500 \div (20{,}500 + 1{,}400) \times 100 \approx 93{,}6$ %. Ce rendement dépasse le seuil de 90 % fixé dans le sujet : le critère énergétique annoncé pour la viabilité économique est satisfait.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Rendement global : 93,6 %. Le seuil exigé de 90 % est dépassé.

Partie 4, choix 2 - Valoriser le digestat et minimiser son impact environnemental

Question 4.1. Expliquer en quoi le digestat constitue une bonne alternative pour l'environnement par rapport aux engrais chimiques utilisés actuellement.

Le digestat est un fertilisant naturel produit localement et à moindre coût. Il apporte les mêmes éléments NPK que les engrais chimiques et peut fertiliser les cultures suivantes. Cette valorisation ferme le cycle agricole : les résidus produisent du biométhane, puis le digestat nourrit les sols. Selon le DT14, il est aussi plus propre pour les sols que les engrais chimiques.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Fertilisant naturel local, le digestat apporte les éléments NPK à moindre coût et limite le recours aux engrais chimiques.

Question 4.2. Relever les deux préconisations les plus efficaces pour réduire la formation d'ammoniac et de protoxyde d'azote lors de l'épandage du digestat.

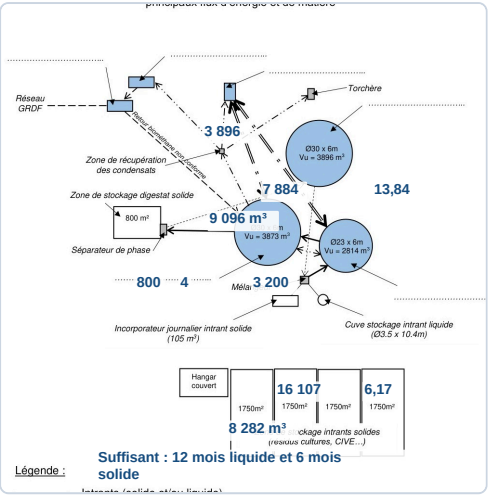
Le DT15 retient deux actions efficaces lors de l'épandage : utiliser une rampe à pendillards ou un enfouisseur à disques, puis respecter les périodes d'épandage appropriées. Ces mesures réduisent les émissions de NH_3 et de N_2O associées à l'épandage du digestat.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Utiliser des pendillards ou un enfouisseur à disques, et respecter les périodes d'épandage appropriées.

Question 4.3. Compléter le tableau du document DR3 avec les quantités de digestats liquide et solide à stocker, les capacités totales de stockage en tenant compte des coefficients de sécurité, et les durées de stockage possibles en mois. Conclure si les capacités sont suffisantes pour assurer la durée minimale de stockage attendue.

Pour le digestat liquide, le volume annuel est de 7 884 m³ ; les capacités totalisent 3 896 + 1 400 + 1 800 + 2 000 = 9 096 m³, soit 13,84 mois. Pour le solide, le volume annuel est de 16 107 m³. La plateforme offre 800 × 4 = 3 200 m³ et les hangars 5 082 m³ après application du coefficient 0,8 : total 8 282 m³, soit 6,17 mois. Les durées minimales de 12 mois pour le liquide et 6 mois pour le solide sont atteintes.

DR3 : valeurs à inscrire dans le tableau



✓ RÉPONSE À RETENIR

Liquide : 9 096 m³, soit 13,84 mois. Solide : 8 282 m³, soit 6,17 mois. Les deux stockages suffisent.

Partie 5 - Intégrer le méthaniseur dans l'environnement de proximité

Question 5.1. Pour chacune des nuisances olfactives, visuelles et auditives, relever un ou deux arguments permettant de réduire les risques de nuisance pour la population proche du méthaniseur.

Le DT16 donne plusieurs moyens de limiter les nuisances :

- **Odeurs :** le procédé se déroule en milieu fermé ; les acides gras responsables des odeurs sont détruits.
- **Visuel :** choisir des teintes adaptées, enfouir partiellement les cuves et planter des haies.
- **Bruit :** employer du matériel conforme et respecter les horaires de travail habituels.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Procédé fermé contre les odeurs, intégration paysagère par teintes et haies, et équipements sonores conformes utilisés aux horaires habituels.

2. Efficacité énergétique, alimentation secourue et régulation thermique du méthaniseur

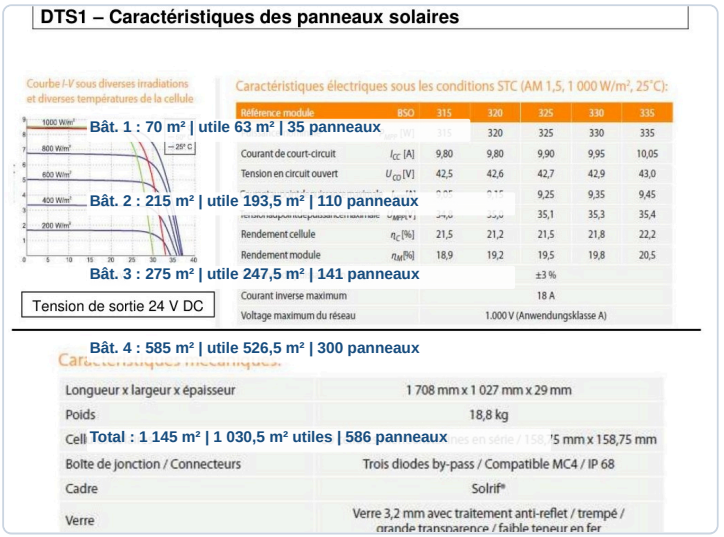
Cette partie étudie les équipements électriques d'un méthaniseur agricole et le contrôle de la température du digesteur. Le candidat dimensionne une installation photovoltaïque et une alimentation de secours, puis analyse la mesure de température assurée par une sonde Pt100 et son transmetteur.

Partie A - Améliorer l'efficacité énergétique du méthaniseur

Question A.1. Déterminer la surface photovoltaïque utile exploitable sur les toitures des quatre bâtiments, puis calculer le nombre maximal de panneaux pouvant y être installés.

Les quatre toitures totalisent 70 + 215 + 275 + 585 = 1 145 m². À 90 % de surface exploitable, cela donne 1 030,5 m². Un panneau mesure 1,708 × 1,027 m, soit 1,754116 m². En calculant le nombre entier de panneaux séparément pour chaque toiture, on obtient 35, 110, 141 et 300 panneaux. La somme est de 586 panneaux. Le calcul séparé évite de compter des panneaux qui ne pourraient pas être répartis sur les différentes toitures.

DRS1 complété



> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Surface utile : 1 030,5 m². Nombre maximal : 586 panneaux.

Question A.2. Identifier la référence du module photovoltaïque produisant la puissance nominale la plus élevée, puis calculer la puissance nominale maximale de la centrale pouvant être installée sur les quatre toitures.

Le tableau DTS1 présente des modules de 315 à 335 W. Le module de référence 335 est celui dont la puissance nominale est la plus élevée, soit 335 W. En équipant les toitures du maximum de 586 panneaux établi à la question précédente, la puissance nominale installée est 586 × 335 = 196 310 Wc. Cette valeur correspond à 196,31 kWc, légèrement inférieure aux 200 kWc retenus par le constructeur.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Module de référence 335 : 335 W. Puissance maximale installable : 196,31 kWc.

Question A.3. Calculer la production annuelle d'électricité de la centrale photovoltaïque et la comparer à la simulation. En déduire la consommation électrique du méthaniseur facturée par le fournisseur, puis exprimer le pourcentage d'économie réalisé sur la facture grâce aux panneaux solaires.

La carte DTS2 indique environ 880 kWh/kWc/an pour Saint-Quentin. La production calculée est donc 200 × 880 = 176 000 kWh/an. La simulation donne 174 875 kWh/an, soit un écart de 1 125 kWh. Pour estimer l'énergie restant à facturer, on retient la production simulée : 1 400 000 − 174 875 = 1 225 125 kWh/an. L'économie sur la consommation initiale vaut 174 875 ÷ 1 400 000 × 100 = 12,49 %.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Production calculée : 176 000 kWh/an ; simulation : 174 875 kWh/an. Énergie facturée : 1 225 125 kWh/an. Économie : 12,49 %.

Question A.4. Expliquer en quoi l'installation d'une toiture photovoltaïque sur les bâtiments permet d'améliorer l'efficacité énergétique du méthaniseur agricole.

La centrale photovoltaïque produit sur le site une partie de l'électricité consommée par le méthaniseur. Cette énergie renouvelable réduit les prélèvements au réseau et donc les achats d'électricité. L'installation exploite les toitures existantes sans occuper de surface agricole supplémentaire. Lorsque la production dépasse les besoins instantanés, le surplus peut être vendu au fournisseur, comme le prévoit le contrat. La toiture photovoltaïque améliore ainsi l'autonomie énergétique et l'efficacité globale du site.

✓ RÉPONSE À RETENIR

La production photovoltaïque réduit les achats d'électricité et permet de valoriser le surplus tout en utilisant les toitures disponibles.

Partie B - Assurer l'alimentation de sécurité

Question B.1. Citer les équipements du poste d'injection alimentés par le réseau secouru, puis calculer la puissance nécessaire à leur fonctionnement en mode secouru.

Les éléments encadrés en rouge sur le DTS3 sont alimentés en mode secouru : le PLC, la pompe d'injection THT, les vannes des lignes d'entrée, de recirculation et d'injection, ainsi que la station incendie. Leurs puissances nominales sont respectivement 15 W, 250 W, 180 W chacune et 180 W. La puissance totale nécessaire est donc 15 + 250 + 3 × 180 + 180 = 985 W.

✓ RÉPONSE À RETENIR

PLC, pompe THT, trois vannes et station incendie. Puissance secourue totale : 985 W.

Question B.2. Calculer le courant que doit délivrer le groupe de batteries en supposant le rendement de l'onduleur égal à 1, puis déterminer la capacité totale du groupe en ampères-heures.

La puissance secourue calculée est de 985 W. Avec un rendement d'onduleur égal à 1 et une tension batterie de 24 V, le courant demandé est I = 985 ÷ 24 = 41,04 A. Le secours doit durer 36 h : la capacité nécessaire est donc C = 41,04 × 36 = 1 477,5 Ah. La capacité retenue pour la suite de l'exercice, 1 725 Ah, est supérieure à ce besoin calculé.

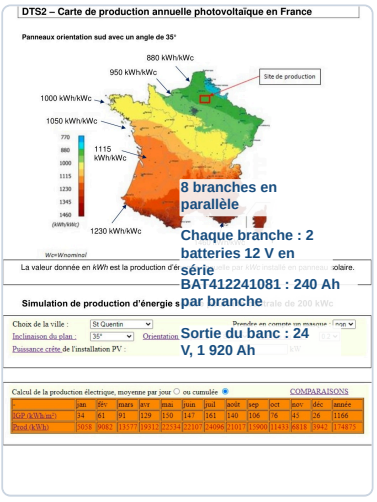
✓ RÉPONSE À RETENIR

Courant demandé : 41,04 A. Capacité nécessaire pour 36 h : 1 477,5 Ah.

Question B.3. Déterminer les caractéristiques et le nombre minimal de batteries nécessaires à l'alimentation secourue du poste d'injection, puis réaliser le câblage de principe des batteries sur le document DRS2.

Le banc doit fournir 24 V et au moins 1 725 Ah. La batterie 12 V de plus forte capacité indiquée au DTS4 est la BAT412241081, de 240 Ah. Deux batteries en série donnent 24 V et conservent une capacité de 240 Ah par branche. Huit branches en parallèle donnent 1 920 Ah. Il faut donc 16 batteries au total. Le câblage associe les deux batteries de chaque branche en série, puis raccorde les huit branches en parallèle.

DRS2 complété : banc de batteries



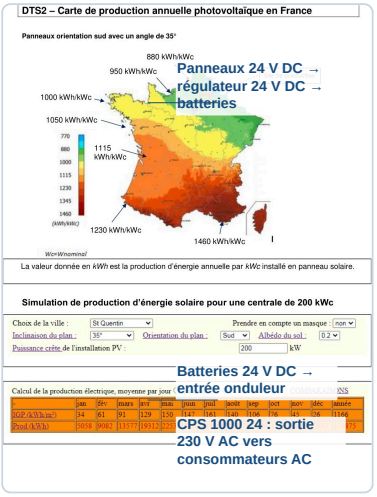
✓ RÉPONSE À RETENIR

16 batteries BAT412241081 de 12 V, 240 Ah : 2 en série par branche, 8 branches en parallèle. Banc : 24 V, 1 920 Ah.

Question B.4. Déterminer et justifier la référence de l'onduleur permettant d'alimenter le poste d'injection en mode secouru, puis réaliser sur le document DRS2 le câblage de principe de l'ensemble du système d'alimentation secourue.

La puissance nominale totale des consommateurs secourus est de 985 W, sous un banc de batteries de 24 V. Le modèle CPS 1000 24 fournit 1 000 W en continu et constitue le plus petit modèle DTS5 adapté. Le banc se raccorde à l'entrée 24 V DC de l'onduleur. La sortie 230 V AC alimente les consommateurs secourus fonctionnant en alternatif ; les consommateurs 24 V DC restent raccordés au circuit continu.

DRS2 complété : alimentation secourue



> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Onduleur : CPS 1000 24, puissance continue 1 000 W. Entrée batterie 24 V DC, sortie 230 V AC.

Question B.5. Conclure sur la nécessité d'un mode d'alimentation secourue pour le fonctionnement du méthaniseur agricole.

Le procédé ne peut pas s'arrêter brutalement lors d'une coupure électrique. L'alimentation secourue maintient les équipements nécessaires à la commande, à la surveillance, à la sécurité et à l'injection du gaz. Elle contribue ainsi à protéger les personnes et les biens et à conserver le fonctionnement de l'installation pendant la coupure, jusqu'au rétablissement de l'alimentation générale.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Le secours est indispensable pour maintenir les fonctions de commande et de sécurité et éviter un arrêt brutal du procédé.

Partie C - Contrôler la température dans le digesteur

Question C.1. Justifier que la sonde choisie permet d'assurer la mesure de la température dans le digesteur.

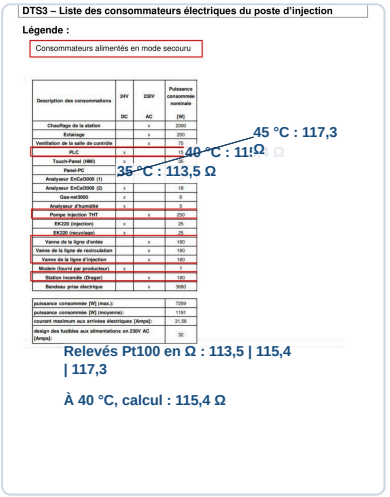
La plaque DTS6 indique une sonde Pt1000 dont l'étendue de mesure va de −40 °C à +100 °C. Cette plage couvre entièrement les températures requises dans le digesteur, de 35 °C à 45 °C. La sonde peut donc mesurer la température nécessaire au pilotage du régulateur et de la chaudière. Le sujet emploie aussi la désignation Pt100 dans les questions suivantes, alors que la plaque signalétique précise Pt1000.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> La plage Pt1000 de −40 °C à +100 °C couvre les 35 °C à 45 °C requis.

Question C.2. Tracer puis relever les valeurs en sortie de la sonde Pt100 pour 35 °C, 40 °C et 45 °C. Vérifier par le calcul la résistance correspondant à la température de consigne de 40 °C.

Pour la Pt100 demandée, la relation usuelle est R = 100(1 + 0,00385T). Elle donne 113,475 Ω à 35 °C, 115,4 Ω à 40 °C et 117,325 Ω à 45 °C. La lecture du tracé doit donc être voisine de 113,5 Ω, 115,4 Ω et 117,3 Ω. La plaque DTS6 indique cependant une Pt1000 : ses résistances seraient dix fois plus élevées. La valeur de 200 Ω à 40 °C imposée pour la question suivante est une hypothèse distincte.

DRS3 complété : tracé et relevés Pt100



> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Pt100 : 35 °C : 113,5 Ω ; 40 °C : 115,4 Ω ; 45 °C : 117,3 Ω. La plaque DTS6 indique Pt1000.

Question C.3. En prenant une résistance de 200 Ω à 40 °C, calculer le courant dans la sonde à la température de consigne, puis en déduire la tension de sortie correspondant à cette température.

On applique les valeurs indiquées pour cette question : résistance de la sonde de 200 Ω à 40 °C, résistance R1 de 200 Ω et tension d'alimentation de 15 V. Les résistances sont en série, donc le courant est I = 15 ÷ (200 + 200) = 0,0375 A, soit 37,5 mA. La tension aux bornes de la sonde vaut Usonde = 200 × 0,0375 = 7,5 V.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Courant de sonde : 37,5 mA. Tension de sortie : 7,5 V.

Question C.4. Conclure sur la nécessité de contrôler la température dans le digesteur pour assurer le fonctionnement du processus de méthanisation.

La méthanisation repose sur l'activité de micro-organismes, qui dépend d'une température adaptée. La sonde mesure la température et le régulateur TOR commande la chaudière pour maintenir le digesteur entre 35 °C et 45 °C, autour de la consigne de 40 °C. Sans ce contrôle, l'activité biologique pourrait diminuer ou devenir instable, ce qui compromettrait la production régulière de biogaz.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Le contrôle thermique maintient l'activité biologique et garantit des conditions favorables à la production de biogaz.

SYNTHÈSE DE L'ÉPREUVE & RÉFÉRENTIEL • BAC STI2D

Ce qu'il faut retenir de ce sujet (Session 2022)

Bilan de l'épreuve : Épreuve de spécialité STI2D, session 2022, code 22-2D2IDEENC1, d'une durée de 4 heures et sans coefficient imprimé. Elle porte sur un méthaniseur agricole : production et valorisation du biométhane, gestion des digestats et impacts environnementaux. Les compétences évaluées incluent aussi le dimensionnement photovoltaïque, l'alimentation électrique secourue et la mesure-régulation de la température du digesteur.

Notions-clés, formules & règles à maîtriser

- Le rendement global demandé est η = énergie finale injectée / (énergie finale injectée + énergie électrique consommée).
- La résistance d'une Pt100 suit $R\theta = R0(1 + \alpha\theta)$, avec R0 = 100 Ω à 0 °C et $\alpha = 3{,}85 \times 10^{-3}$ °C^{-1}.
- L'énergie photovoltaïque annuelle se calcule en multipliant la puissance installée en kWc par la production annuelle locale en kWh/kWc.
- Pour un débit volumique constant, le volume annuel produit est égal au débit multiplié par le nombre d'heures effectives de fonctionnement.

Points de vigilance & attentes du jury

- Dans la partie commune, traiter obligatoirement les parties 1, 3 et 5, puis choisir la partie 2 ou la partie 4.
- Indiquer les unités et vérifier les conversions entre g et tonnes, kWh et GWh, ainsi qu'entre tonnes et mètres cubes.
- Pour les stockages de digestats, distinguer solide et liquide et intégrer les coefficients de sécurité indiqués.
- Rendre tous les documents réponses et présenter clairement les tracés, les câblages, les calculs et les conclusions.

Questions fréquentes sur cette épreuve (Q&A Examen)

Q : Comment calculer l'énergie annuelle produite par la centrale photovoltaïque ?

Multipliez la puissance nominale installée en kWc par la production annuelle locale en kWh par kWc. Comparez ensuite le résultat à la simulation en tenant compte du lieu, de l'orientation sud et de l'inclinaison de 35° indiqués dans le sujet.

Q : Comment utiliser la formule de la sonde Pt100 à la température de consigne ?

Dans $R\theta = R0(1 + \alpha\theta)$, utilisez R0 = 100 Ω et $\alpha = 3{,}85 \times 10^{-3}$ °C^{-1}, puis remplacez θ par la température mesurée. Le sujet demande ensuite d'utiliser séparément une résistance de 200 Ω pour la question sur le courant et la tension.

Q : Comment organiser les parties et le temps pendant cette épreuve ?

La durée totale est de 4 heures, avec 12 points pour la partie commune et 8 points pour la partie spécifique. Les durées indicatives sont respectivement 2 h 30 et 1 h 30. Dans la partie commune, choisissez la partie 2 ou la partie 4.

Q : Quels éléments techniques faut-il vérifier avant de rendre la copie ?

Vérifiez la cohérence des calculs, des unités et des conclusions avec les données du sujet. Les documents réponses sont à rendre avec la copie; les tracés de flux, courbes et câblages doivent être lisibles et respecter les caractéristiques des équipements.

Sujet officiel associé (PDF) : https://bacsti2d.fr/assets/annales/bac-sti2d/Ingénierie, innovation et développement durable/2022/Bac STI2D - Ingénierie, innovation et développement durable - Session 2022 - 14-Sujet.pdf
Ressources Bac STI2D : 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.