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 :
www.formav.co/explorer

BACCALAURÉAT TECHNOLOGIQUE

ÉPREUVE D'ENSEIGNEMENT DE SPÉCIALITÉ

SESSION 2025

SCIENCES ET TECHNOLOGIES DE L'INDUSTRIE ET DU DÉVELOPPEMENT DURABLE

Ingénierie, innovation et développement durable

INNOVATION TECHNOLOGIQUE ET ÉCO-CONCEPTION

Épreuve du mercredi 10 septembre 2025

Durée de l'épreuve : **4 heures**

L'usage de la calculatrice avec mode examen actif est autorisé.

L'usage de la calculatrice sans mémoire, « type collège » est autorisé.

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

Ce sujet comporte 36 pages numérotées de 1/36 à 36/36.

Constitution du sujet :

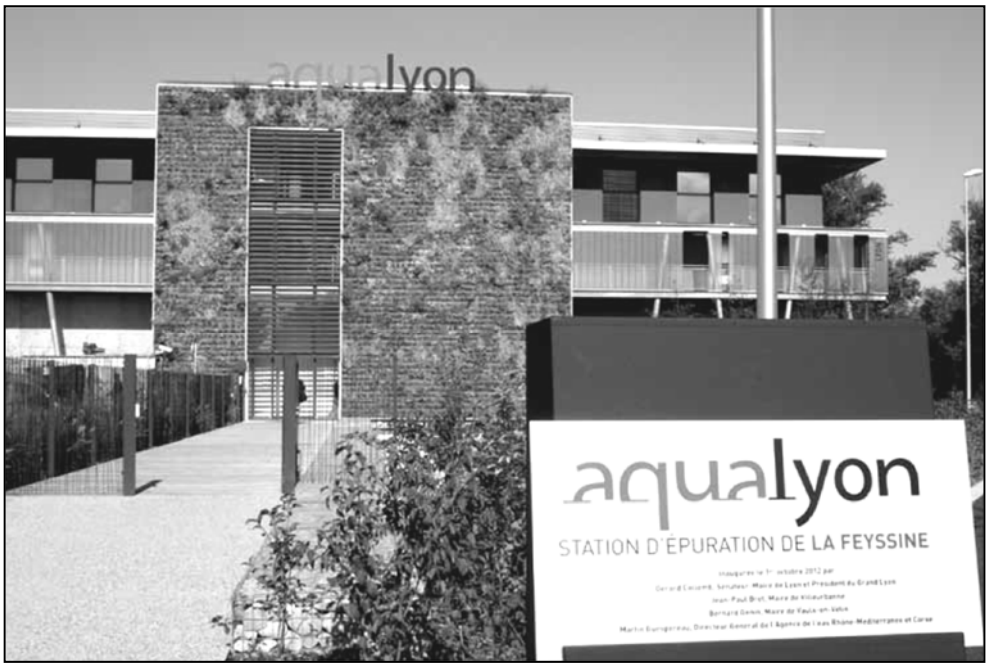
Partie commune (durée indicative 2h30)	12 points
Partie spécifique (durée indicative 1h30)	8 points

Le candidat traite les 2 parties en suivant les consignes contenues dans le sujet.
Ces 2 parties sont indépendantes et peuvent être traitées dans un ordre indifférent.

Chacune des parties est traitée sur des copies séparées.
Tous les documents réponses, mêmes vierges, sont à rendre obligatoirement avec la copie.

PARTIE commune (2,5h) ..... 12 points

Analyse des performances de la station de traitement des eaux usées de la Feyssine avec unité de méthanisation

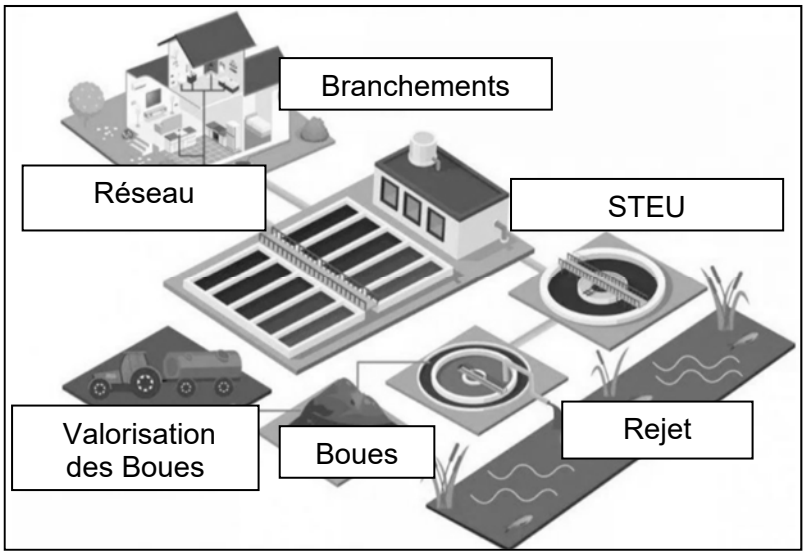


- Présentation de l'étude et questionnement ..... pages 3 à 9
- Documents techniques DT1 à DT8 ..... pages 10 à 15
- Documents réponses DR1 à DR3 ..... pages 16 à 18

Mise en situation

Un système d'assainissement collecte les eaux usées chez les particuliers en limite de propriété. Il achemine les effluents (eaux usées) vers la Station de Traitement des Eaux Usées (STEU) qui les traite avant de les rejeter dans le milieu naturel.

Cycle de l'assainissement →



Le Grand LYON gère, sur les 59 communes de la métropole, l'ensemble du cycle de l'eau urbaine et plus particulièrement le traitement des eaux usées.

En 2011 la STEU AQUALYON « Feyssine » a été mise en service dans la périphérie de Lyon. Cette STEU a pour objectif de délester celle de Saint-Fons afin de garantir la conformité vis-à-vis de la directive européenne sur les « Eaux Résiduaires Urbaines » (ERU).

Les STEU, par leur process, créent un déchet ultime appelé « boue ». Cette dernière a un impact majeur sur l'environnement par son traitement. La STEU de la Feyssine, dans un souci d'éco-performance, réduit la quantité de boues à l'aide d'une unité de méthanisation. Cette unité permet de valoriser le déchet en énergie et donc de réduire l'impact environnemental de l'usine.

Dans cette partie commune, l'étude porte sur les performances de l'unité de méthanisation.

Travail demandé

Partie 1 : comment la station de la Feyssine permet de répondre aux besoins de la métropole ?

Pour permettre le développement d'un territoire et être conforme, il faut que le système de traitement des eaux ne soit pas saturé.

La population du Grand Lyon est passée de 1 070 000 habitants en 2011 à 1 170 000 habitants en 2021.

Question 1.1 | **Donner** l'état de saturation de la station de Saint-Fons avant 2011.

DT1 | **Expliquer** pourquoi il était nécessaire de mettre en service une nouvelle STEU.

Question 1.2 | **Justifier** que les caractéristiques du terrain du site de la Feyssine permettent de répondre aux exigences d'implantation d'une STEU.

DT2, DT3

La STEU de la Feyssine a une capacité de 300 000 Équivalent Habitant. Elle élimine 17 100 kg de DBO5.

Question 1.3 | **Calculer** les éléments manquants sur le document-réponse DR1.

DT4, DR1

La STEU de la Feyssine est implantée sur un terrain de 400 000 m².

Question 1.4 | **Déterminer** le type de traitement le plus adapté pour ce type de terrain en justifiant votre réponse.

DR1

Partie 2 : comment la digestion des boues permet d'améliorer les performances d'une STEU dans une démarche de développement durable ?

La gestion des boues d'une STEU peut se faire de deux manières différentes :

- traitement des boues d'une STEU de type 1 : **sans digestion** des boues, les boues passent simplement en centrifugeuses pour évacuer un maximum d'eau ;
- traitement des boues d'une STEU de type 2 : **avec digestion** des boues (cas de la STEU de la Feyssine). La digestion est un processus naturel de décomposition de la matière organique permettant de diminuer les nuisances olfactives tout en produisant une énergie valorisable : le biogaz. Ce dernier, une fois filtré, peut être revendu et réinjecté sur le réseau GRDF.

La siccité de la boue correspond au pourcentage de matière sèche (MS) dans la boue, par opposition au taux d'humidité qui représente le pourcentage d'eau dans la boue.

À l'issue de la digestion, les boues sont séchées pour atteindre une siccité de 89% en moyenne (contre 21,6% à l'issue d'un traitement sans digestion). Elles possèdent alors un pouvoir calorifique important et peuvent être utilisées comme combustible pour remplacer une partie de la consommation d'énergie fossile.

Le document-technique DT5 présente les diagrammes de blocs internes (ibd) des synoptiques simplifiés des deux types de STEU, faisant apparaître les flux de matières et d'énergies.

Question 2.1
DT5

Lister les différents flux d'énergies entrants et sortants pour les deux types de STEU.

L'énergie consommée par une STEU de type 1 en une année est de 6 160 000 kW·h, sachant qu'un kW·h d'énergie électrique consommée émet 0,1 $kg_{eq.CO2}$.

Question 2.2
DR2

Calculer les émissions de CO_2 dues à la consommation d'énergie électrique en $kg_{eq.CO2} \cdot an^{-1}$.

Compléter la deuxième case de la ligne (1) « Énergie électrique consommée » dans le tableau du document-réponse DR2.

La quantité de biogaz réinjectée sur le réseau GRDF pour l'année 2022 s'élève à 5 296 000 $kW \cdot h \cdot an^{-1}$. La production d'un kW·h de biogaz équivaut à une absorption de 0,2 $kg_{eq.CO2}$.

Question 2.3
DR2

Calculer l'impact négatif de CO_2 dues à cette production de biogaz en $kg_{eq.CO2} \cdot an^{-1}$ pour une STEU de type 2.

Compléter la ligne (4) « Production de Gaz naturel » dans le tableau du document-réponse DR2.

Question 2.4
DR2

Sur le document-réponse DR2, **calculer** les impacts totaux en $kg_{eq.CO2}$ pour les deux types de STEU.

Conclure sur l'intérêt de la digestion des boues au sein d'une STEU comme celle de la Feyssine d'un point de vue développement durable.

Partie 3 : comment la maîtrise de l'information permet de garantir la sécurité des personnes ?

Un des enjeux majeurs pour ce site industriel porte sur la sécurité des personnels intervenants sur la station.



Hormis les risques classiques que l'on peut trouver au sein d'une installation industrielle, les risques d'intoxication dus à la présence de gaz nocifs sont à surveiller de près.

Dans le but de renforcer la sécurité, les personnels sont équipés de détecteurs multi-gaz connectés au réseau Ethernet du site de la station qui permet une surveillance des personnels en temps réel.

Pour cela, 150 points d'accès WiFi sont installés de manière à couvrir l'ensemble des installations. L'administrateur réseau du site a fourni les informations suivantes :

- l'adresse du réseau est 172.16.0.0 ;
- le masque de sous-réseau est 255.255.0.0.

Question 3.1 — **Calculer** le nombre d'hôtes maximal que peut contenir ce réseau.

DT6 — Le numéro d'hôte attribué à la première borne WiFi (n°1) est donné en binaire sur le document-technique DT6. **Convertir** ce numéro en décimal pour obtenir son adresse IP.

Question 3.2 — **Proposer** une adresse IP pour la borne WiFi (n°2) compatible avec le réseau Ethernet de la station et la plage d'adresses IP réservées aux bornes WiFi. **Justifier** votre réponse.

DT6

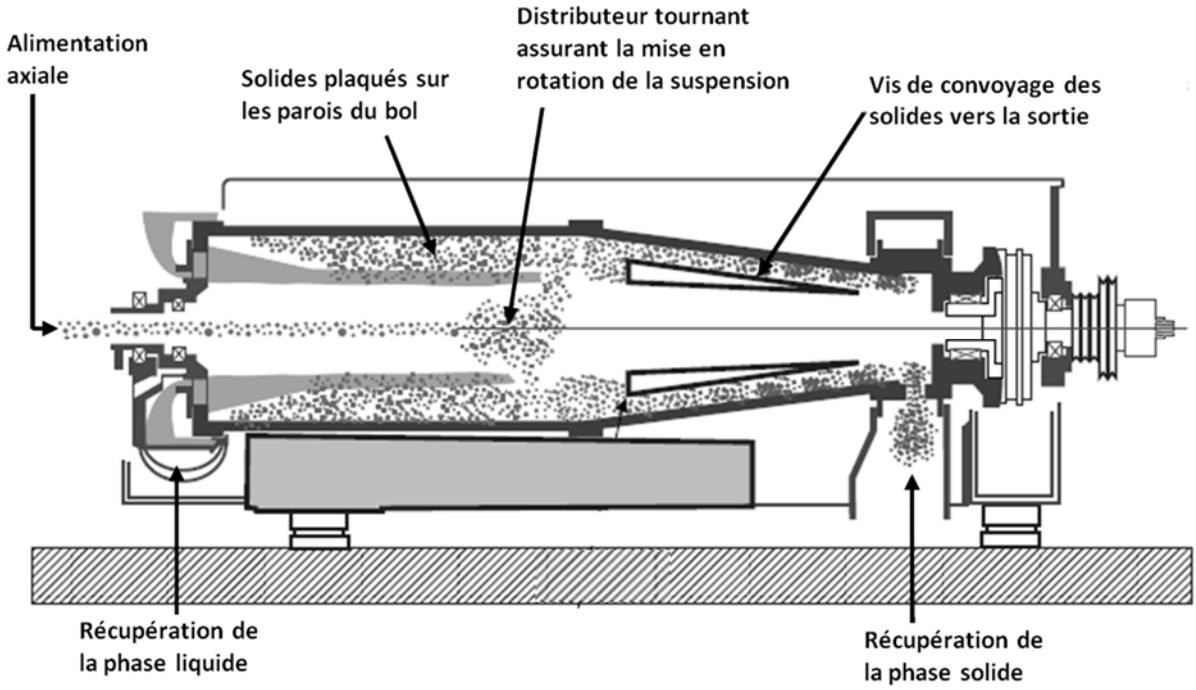
Question 3.3 — **Conclure** quant à la capacité de l'installation à garantir la sécurité des personnes.

Partie 4 : comment justifier l'utilisation d'un séparateur de boues biologiques ?

Afin de pouvoir valoriser les boues biologiques, il est nécessaire de réduire la teneur en eau c'est-à-dire d'augmenter le taux de siccité. Les boues sont épaissies par centrifugation.
Le mélange est introduit à l'intérieur de la machine par une alimentation axiale (voir descriptif ci-après) qui débouche dans un distributeur tournant.

Sous l'action de la force centrifuge, les boues injectées sont plaquées contre la paroi du bol en rotation (2 600 $tr \cdot min^{-1}$) et raclées par la vis de convoyage conique vers l'extrémité de la centrifugeuse pour être compactée puis évacuée.

Les eaux sont éjectées à l'autre extrémité de la centrifugeuse. La vis tourne plus vite que le bol grâce à un multiplicateur à arbre parallèle.



Question 4.1 | Sur le document-réponse DR3, **inscrire** la nature des flux d'énergie circulant dans le système (énergie électrique, énergie mécanique).

DR3

Question 4.2 | La fréquence de rotation est de 2 600 $tr \cdot min^{-1}$, **calculer** Ω_{bol} la vitesse angulaire du bol en $rad \cdot s^{-1}$.

Pour la suite du sujet, la vitesse angulaire du bol Ω_{bol} est de 300 $rad \cdot s^{-1}$.

Question 4.3 | **Calculer** F_{cb} la force centrifuge appliquée aux boues biologiques en kN.

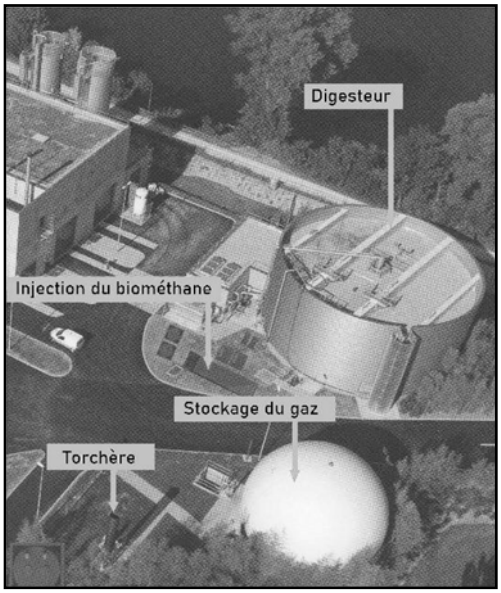
DT7

En considérant que la force centrifuge appliquée à l'eau est : F_{ce} = 30 200 kN.

Question 4.4 | **Comparer** les forces F_{cb} et F_{ce} la force centrifuge appliquée aux boues et à l'eau puis **conclure** sur le dispositif de séparation par centrifugation.

Partie 5 : peut-on valider l'implantation d'une torchère ?

Dans toute cette étude, g = 9,81 $m \cdot s^{-2}$.



Une des étapes du traitement de l'eau consiste à séparer l'eau et les boues (déchets solides). Ces boues sont valorisées par traitement dans un digesteur.

La digestion anaérobie (sans oxygène) des boues est faite par des bactéries qui consomment la pollution tout en créant un biogaz qui contient 60 à 65% de méthane. Celui-ci est ensuite extrait pour être réinjecté dans le réseau de la ville.

Une zone de stockage temporaire du méthane avant réinjection dans le réseau permet de compenser les fluctuations de production de gaz (zone tampon). En cas de surproduction, le méthane doit être évacué ce qui peut être fait de deux manières possibles :

- **solution 1 :** le méthane est rejeté directement dans l'air ;
- **solution 2 :** le méthane est brulé dans une torchère.

Une dalle en béton existe déjà dans la zone prévue pour l'implantation de la torchère. Il faut vérifier que le sol et cette dalle sont capables d'accueillir cette installation.

La torchère est composée d'un fût à l'intérieur duquel est installé le bruleur. Elle repose sur quatre cornières qui sont vissées sur la dalle en béton. Des équipements supplémentaires sont fixés sur la torchère et permettent de l'alimenter en gaz et de piloter son fonctionnement.

Pour simplifier les calculs, le fût sera considéré comme un cylindre creux.

Question 5.1 | **Calculer** le volume de matière du fût de la torchère.

DT8

La masse des équipements fixés sur la torchère est estimée à 1 250 kg. La masse volumique de l'inox 316 est de 8 000 $kg \cdot m^{-3}$.

Question 5.2 | **Calculer** la masse du fût de la torchère.

DT8 | **Calculer** le poids P_c que devra supporter chaque cornière.

Un calcul a permis de déterminer que le poids de la dalle équipée (dalle en béton + torchère + autres équipements) est de 200 000 N.

La contrainte admissible (résistance à la compression) du sol a été mesurée à cet endroit et vaut 0,1 MPa.

Question 5.3

DT8

Calculer la surface de la dalle en béton.

Calculer la valeur de la contrainte de compression σ_{sol} que subit le sol sous la dalle équipée.

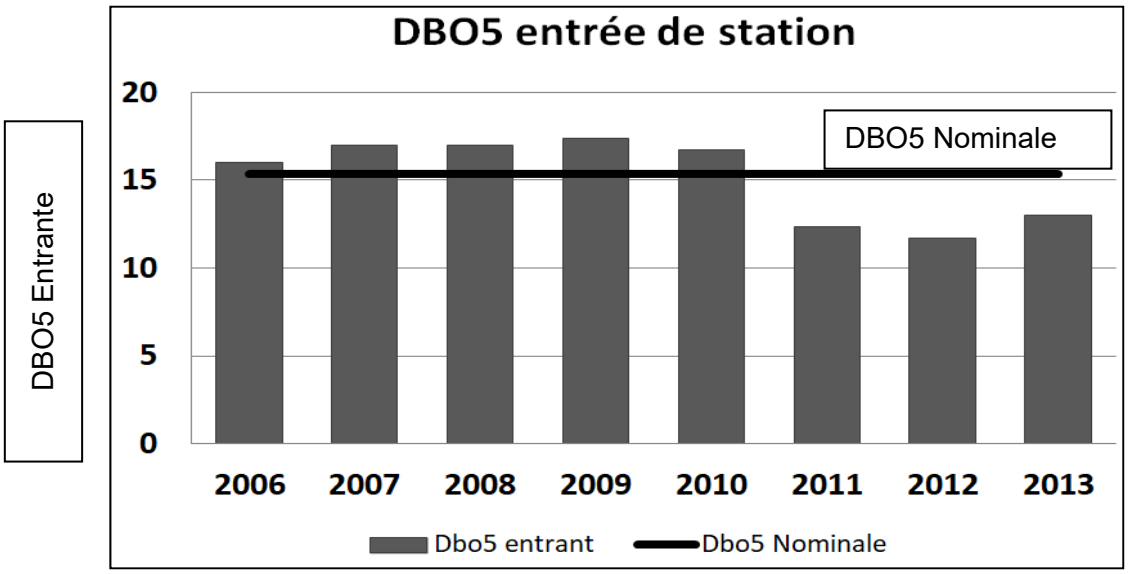
Conclure sur la capacité du sol à supporter l'implantation de ce système.

Question 5.4

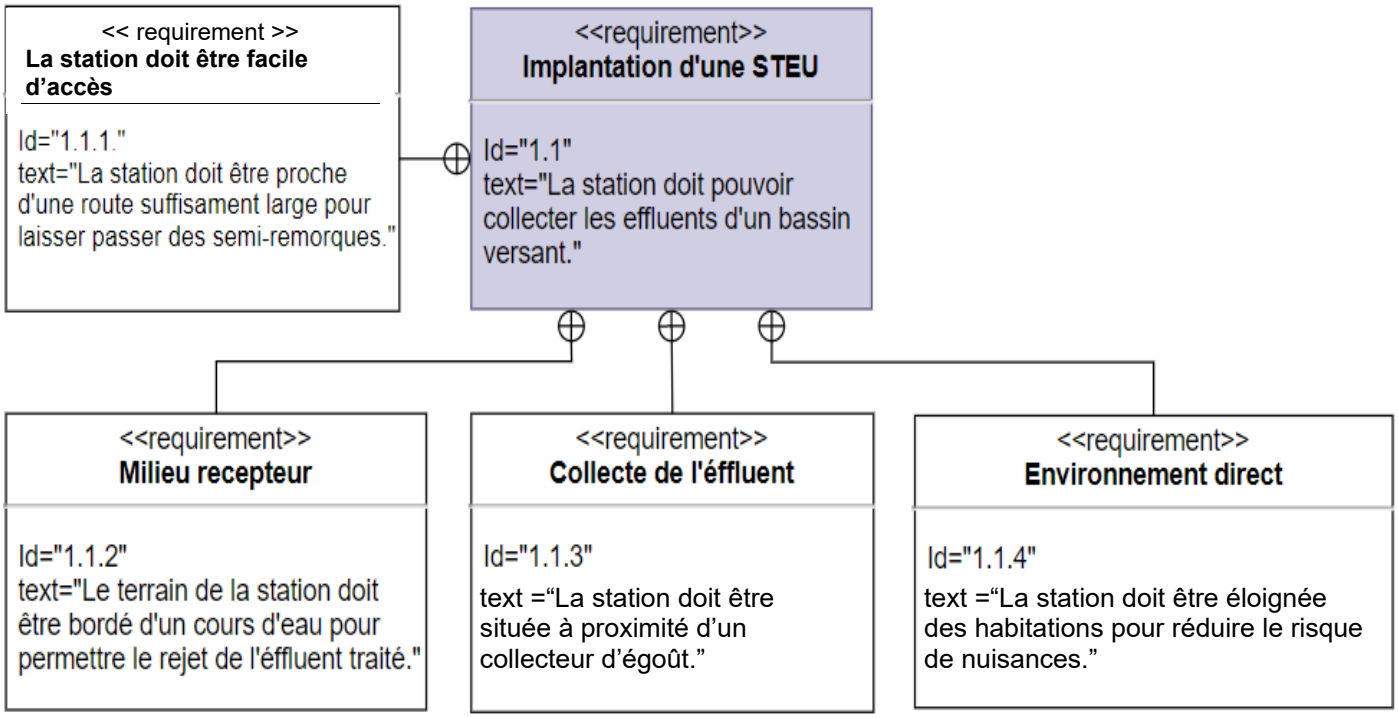
Conclure sur l'intérêt et la possibilité d'installer une torchère sur ce site.

DT1 : évolution de la charge entrante de la STEU de Saint Fons en DBO5

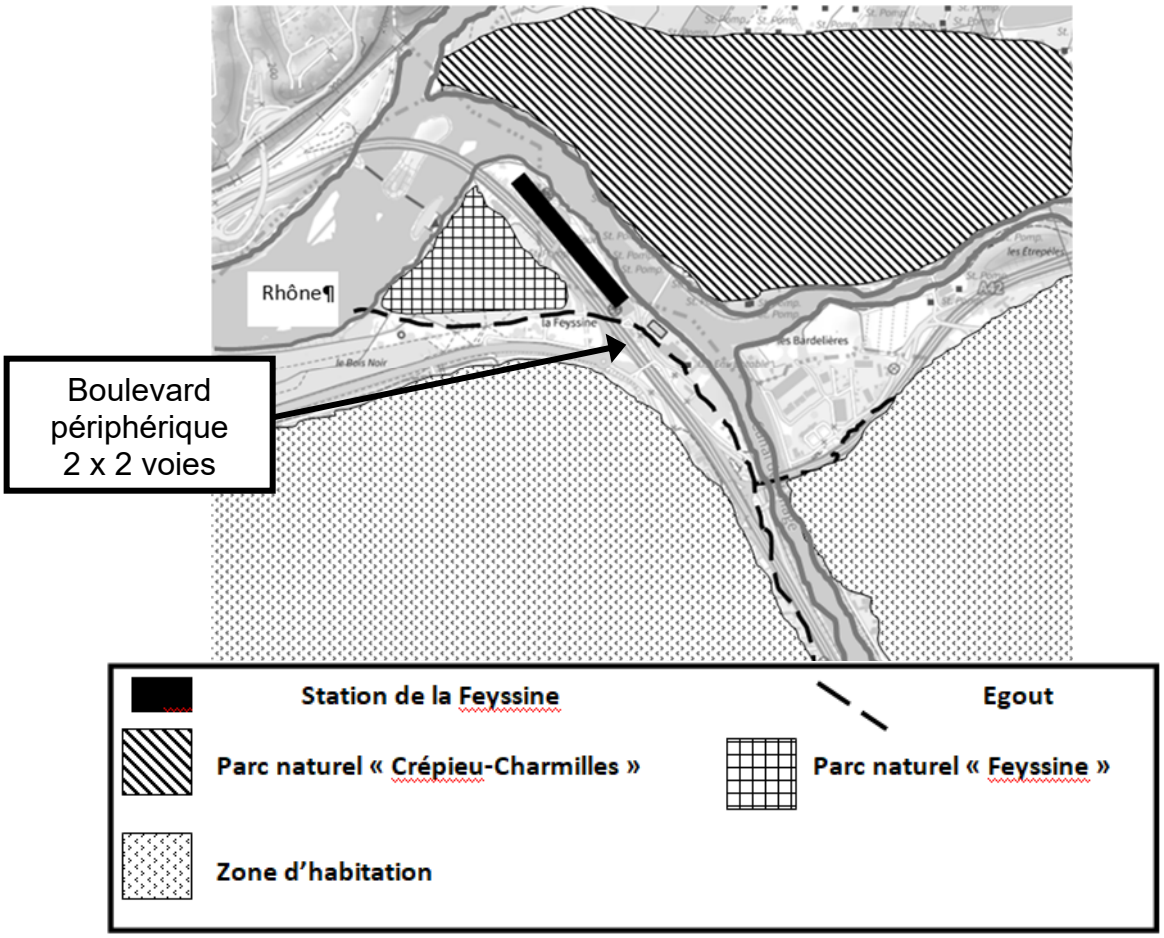
La DBO5 est un indicateur de quantification de la pollution. Une STEU est dimensionnée pour une quantité maximale de pollution appelée charge nominale. Si cette charge est dépassée la station ne peut plus traiter les effluents.



DT2 : diagramme d'exigences partiel de la STEU de la Feyssine



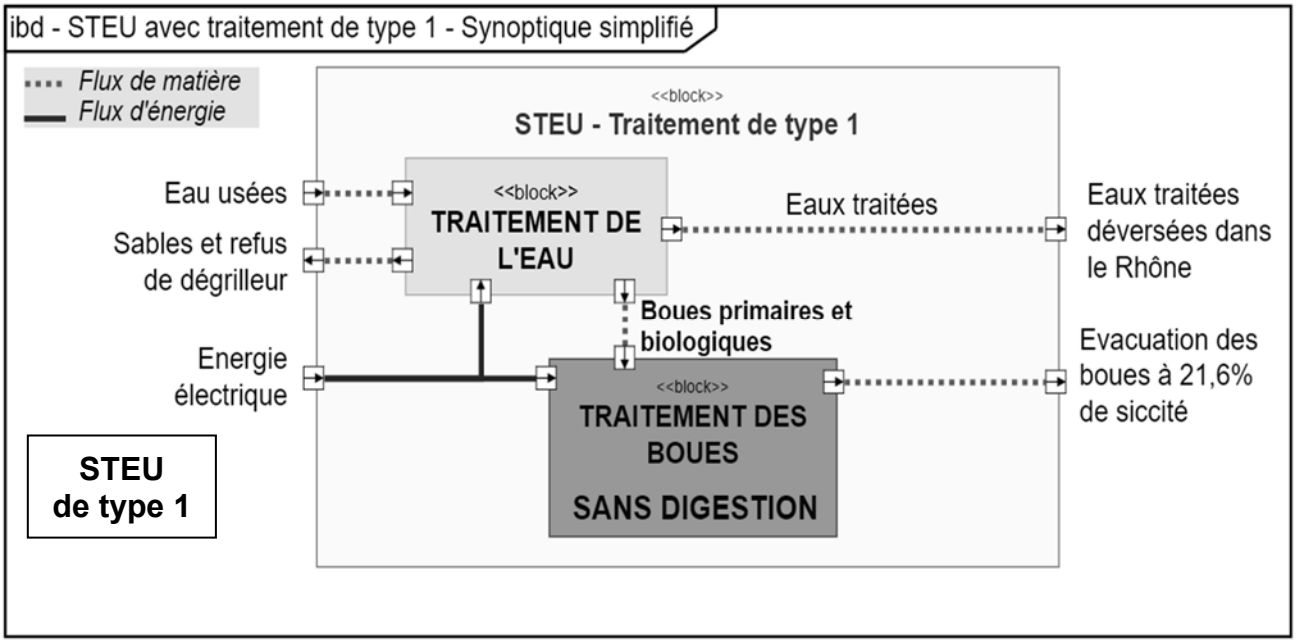
DT3 : plan de situation de la STEU de la Feyssine

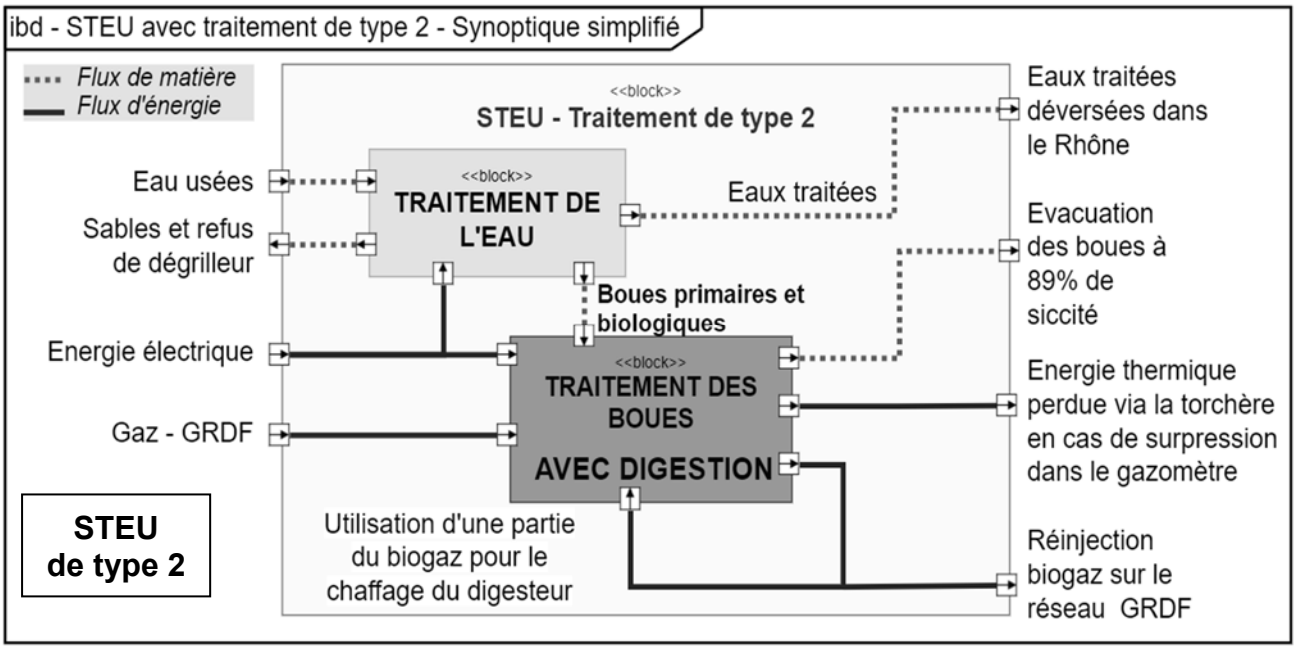


DT4 : données de dimensionnement des STEU en fonction du type de traitement et de la capacité

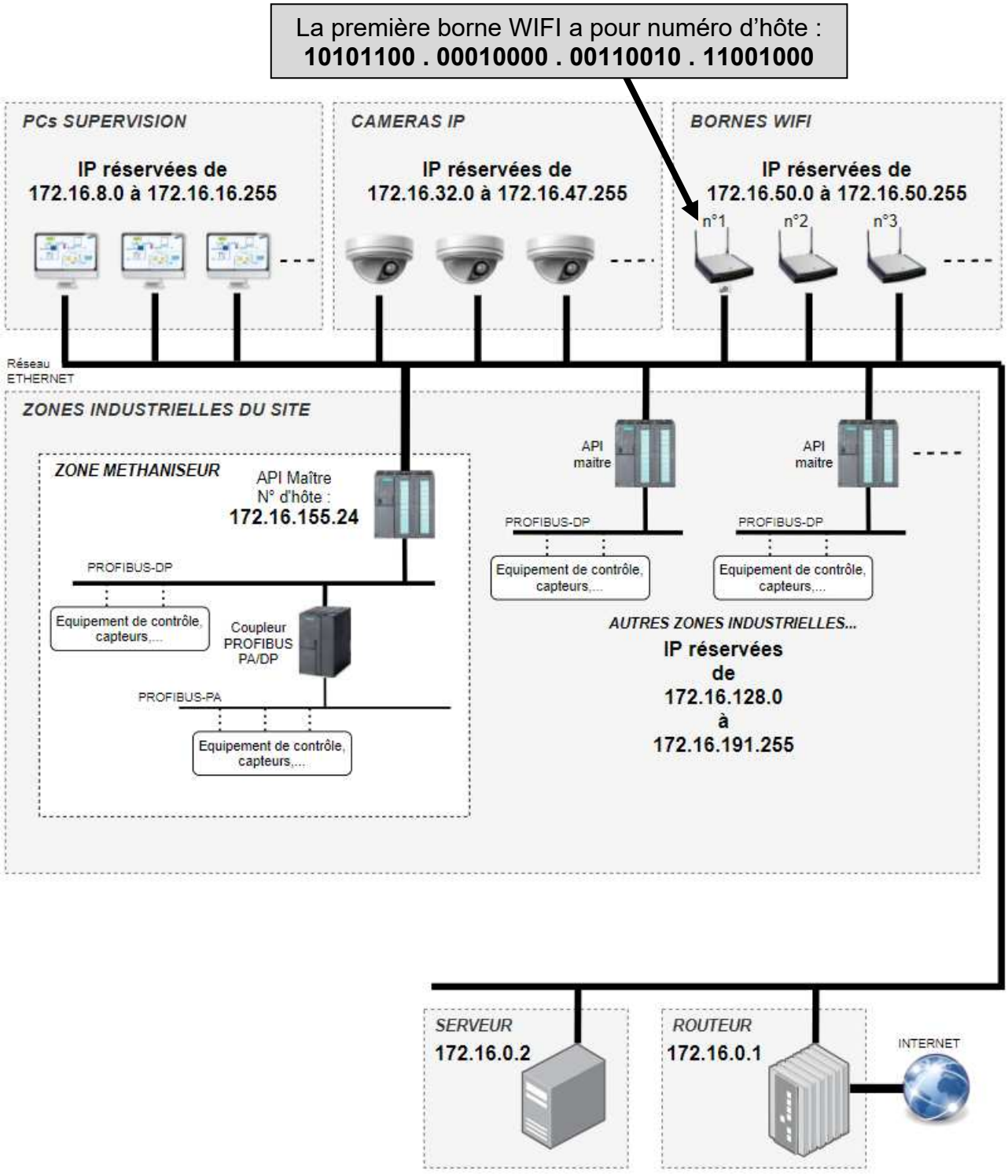
Données	*Types de traitement→* / *Unités*	Filtre plantée de Roseaux	Boue Activée aération prolongée	Biofiltre
Surface par équivalent habitant	$m^2 \cdot EqHab^{-1}$	**10**	**1,06**	**0,25**
Énergie consommée en fonction de la pollution traitée	$kW \cdot h \cdot kg_{DBO5\ éliminée}^{-1}$	**0,5**	**3,2**	**4,5**
Cout investissement de la STEU	$€ \cdot EqHab^{-1}$	**1 800**	**228**	**2 142**

DT5 : synoptiques simplifiés STEU avec et sans digestion des boues





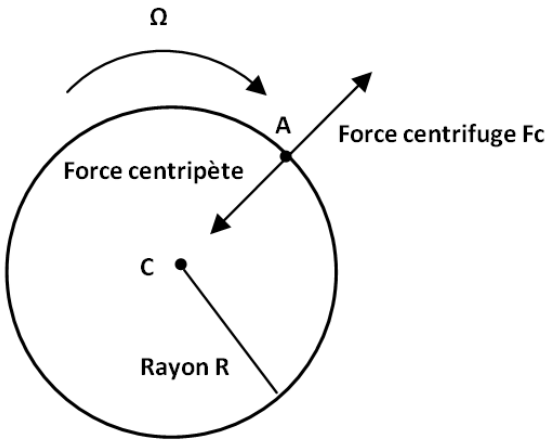
DT6 : schéma du réseau de la station



DT7 : fiche de calcul de la force centrifuge

Définition de la force centrifuge :

La force centrifuge se manifeste lorsqu'un corps est en mouvement circulaire. Elle tend à éloigner le corps du centre de courbure de sa trajectoire.

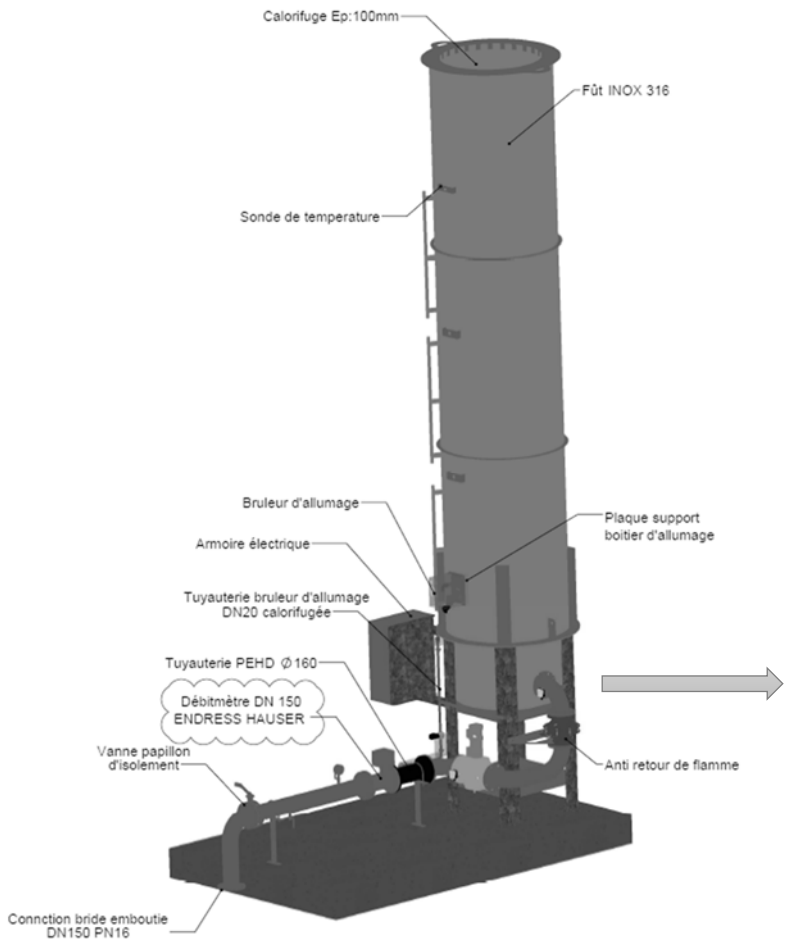


Formule de calcul de la force centrifuge appliquée aux boues en Newton :

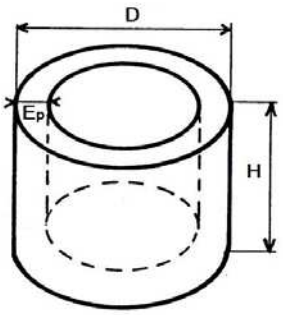
$$F_{cb} = \rho_{boues} \times V_{bol} \times R_{bol} \times \Omega^2$$

ρ_{boues}	Masse volumique des boues	**1 200 kg·m^{-3}**
V_{bol}	Volume du bol	**1 m^3**
R_{bol}	Rayon du bol	**0,335 m**

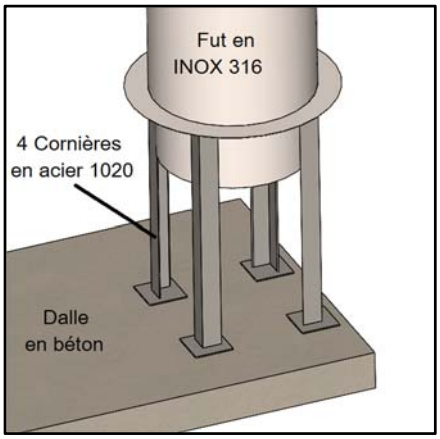
DT8 : implantation de la torchère



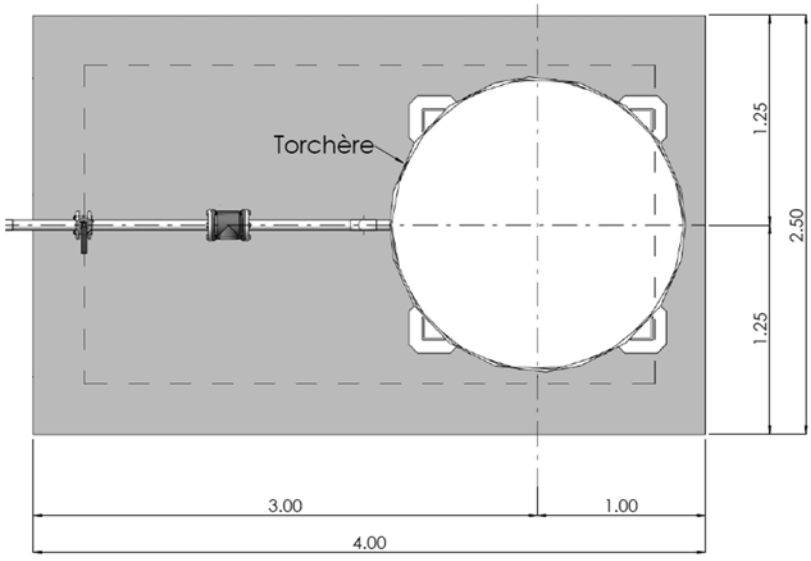
Fût simplifié



Diamètre extérieur : $D = 1500\ mm$
Epaisseur : $E_p = 10\ mm$
Hauteur : $H = 7\ m$



<u>Implantation de la torchère sur la dalle en béton :</u>



DR1 : comparaison des différents types de traitement des eaux usées

Capacité de la station de la Feyssine	300 000	Équivalent Habitant (EqHab)
Capacité d'élimination de la pollution	17 100	kgDBO_5 éliminé

Calcul estimatif en fonction du type de traitement de la surface, de la consommation d'énergie et du coût de la STEU de la Feyssine

		Types de traitement		
Donnée	*unité*	Filtre plantée de Roseaux	Boue Activée aération prolongée	Biofiltre
Surface	m²	_____	**318 000**	**75 000**
Énergie consommée	kW·h	**8 550**	_____	**76 950**
Cout investissement	M€	**540**	**68,4**	_____

Modèle CCYC : ©DNE

NOM DE FAMILLE (naissance) :
(en majuscules)

PRENOM :
(en majuscules)

N° candidat :

N° d'inscription :

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

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Né(e) le : ☐☐ / ☐☐ / ☐☐☐☐

1.2

DR2 : comparaison des STEU avec et sans digestion des boues

		TYPE N°1 sans digestion des boues		TYPE N°2 avec digestion des boues	
(1)	Énergie électrique consommée		$kg_{eq.CO2} \cdot an^{-1}$ *Question 2.2 :* _____		$kg_{eq.CO2} \cdot an^{-1}$ **760 000**
(2)	Consom-mation de Gaz Naturel	**NON**	$kg_{eq.CO2} \cdot an^{-1}$ **0**	$kW \cdot h \cdot an^{-1}$ **2 900 000**	$kg_{eq.CO2} \cdot an^{-1}$ **1 284 700**
(3)	Transport des boues	Nombre d'allers-retours **2 665**	$kg_{eq.CO2} \cdot an^{-1}$ **89 005**	Nombre d'allers-retours **91** Distance aller-retour **200**	$kg_{eq.CO2} \cdot an^{-1}$ **9 767**
(4)	Production de Gaz naturel	**NON**	$kg_{eq.CO2} \cdot an^{-1}$ **0**	$kW \cdot h \cdot an^{-1}$ **5 296 000**	$kg_{eq.CO2} \cdot an^{-1}$ *Question 2.3 :* - _____
(5)	Fin de vie des boues	Épandage agricole	En $kg_{eq.CO2}$ **575 600**	Valorisation comme combustible	En $kg_{eq.CO2}$ **-106 000**
	TOTAL $kg_{eq.CO2} \cdot an^{-1}$: *(1)+(2)+(3)+(4)+(5)*		*Question 2.4 :* _____		*Question 2.4 :* _____

Modèle CCYC : ©DNE

NOM DE FAMILLE (naissance) :
(en majuscules)

PRENOM :
(en majuscules)

N° candidat :

N° d'inscription :

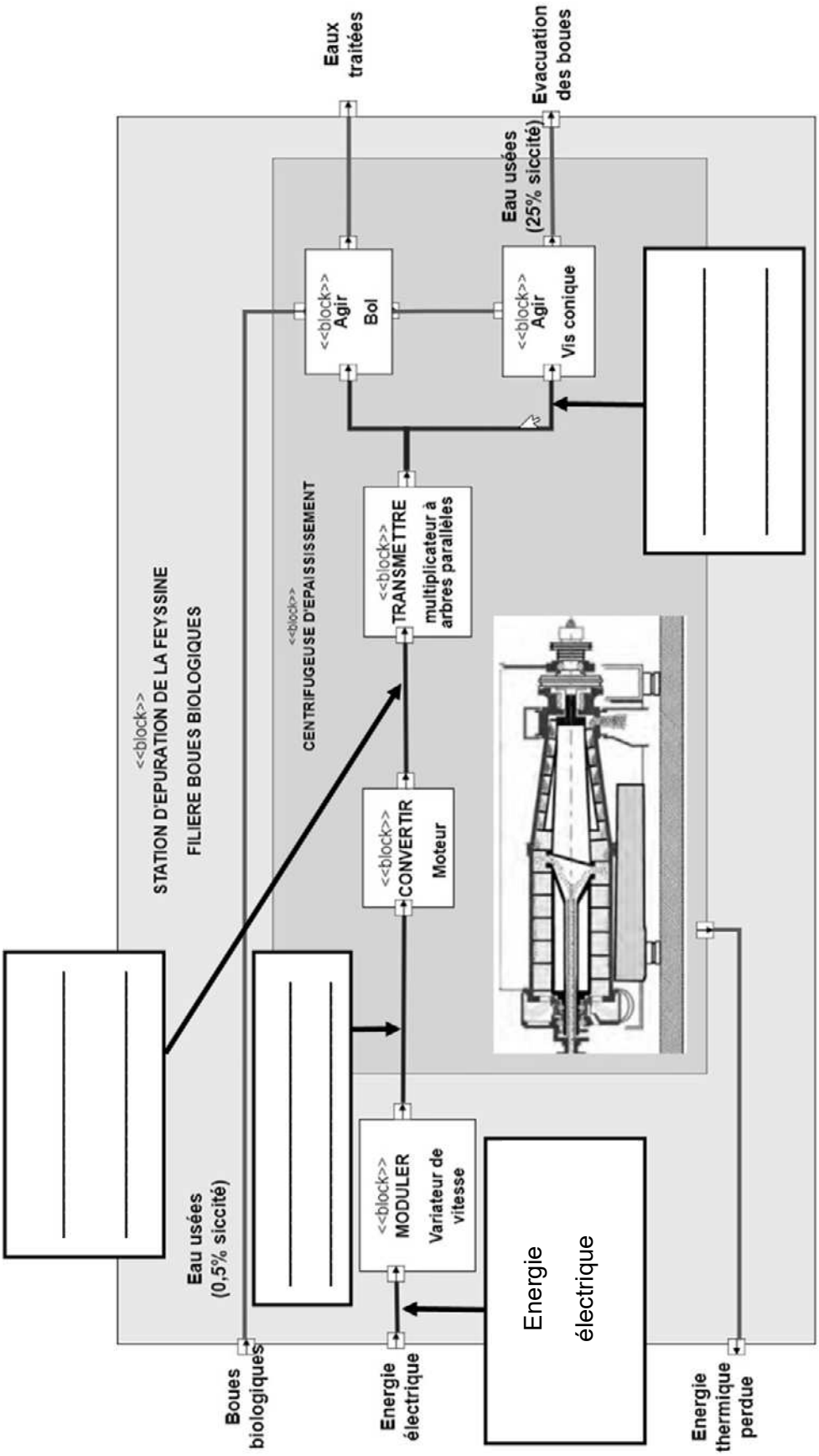
(Les numéros figurent sur la convocation, si besoin demander à un surveillant.)

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Né(e) le : ☐☐ / ☐☐ / ☐☐☐☐

1.2

DR3 : chaine de puissance de la centrifugeuse d'épaississement



Modèle CCYC : ©DNE

NOM DE FAMILLE (naissance) :
(en majuscules)

PRENOM :
(en majuscules)

N° candidat :

N° d'inscription :

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

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Né(e) le : ☐☐ / ☐☐ / ☐☐☐☐

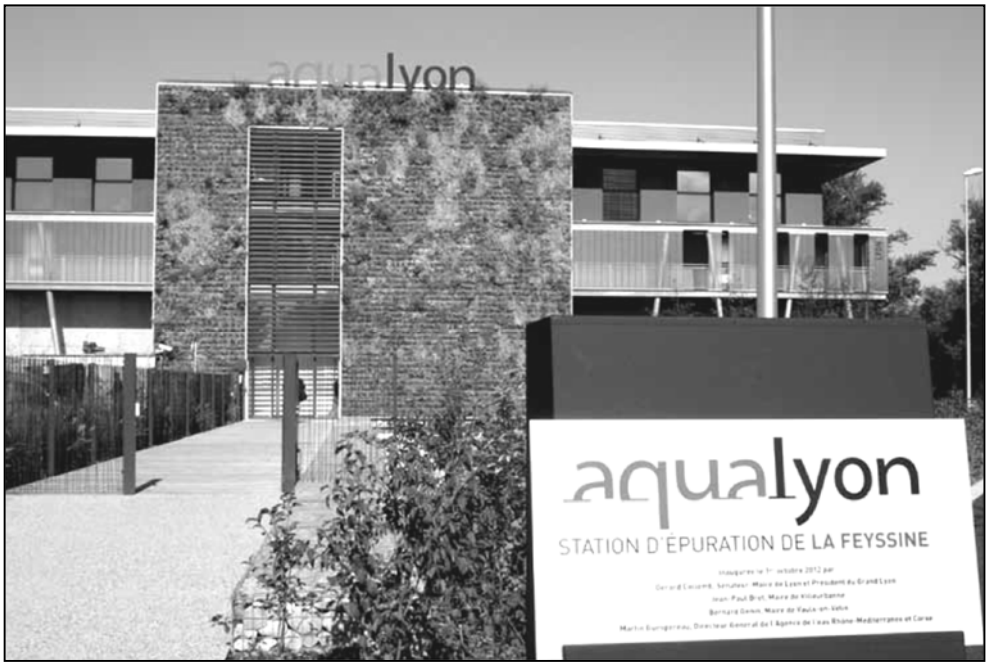
1.2

PARTIE enseignement spécifique (1,5h) ..... 8 points

Vous prendrez une nouvelle copie pour traiter cette partie.

INNOVATION TECHNOLOGIQUE ET ÉCO-CONCEPTION

Station de Traitement des Eaux Usées de la Feyssine



- Présentation de l'étude et questionnement ..... pages 19 à 26
- Documents techniques DTS1 à DTS10 ..... pages 27 à 34
- Documents réponses DRS1 à DRS2 ..... pages 35 à 36

Mise en situation

En début de traitement, les eaux sales passent des *dégrilleurs* qui servent à retirer une partie des déchets solides. Dans la station de la Feyssine, il y a trois dégrilleurs pour *refus grossiers* (déchets supérieurs à 5 cm) installés en parallèle qui font un premier filtrage. Ils sont suivis de trois dégrilleurs pour *refus fins* (déchets supérieurs à 1 cm) également en parallèle et qui assurent un nettoyage plus complet.

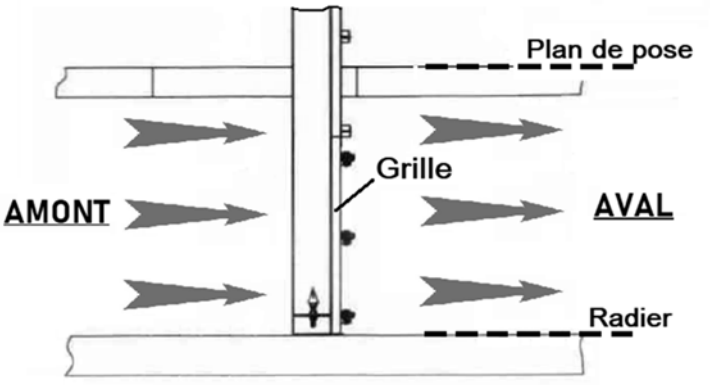
L'étude se limitera à un seul dégrilleur pour refus grossiers.



Photo : lignes de dégrilleurs

Fonctionnement d'un dégrilleur

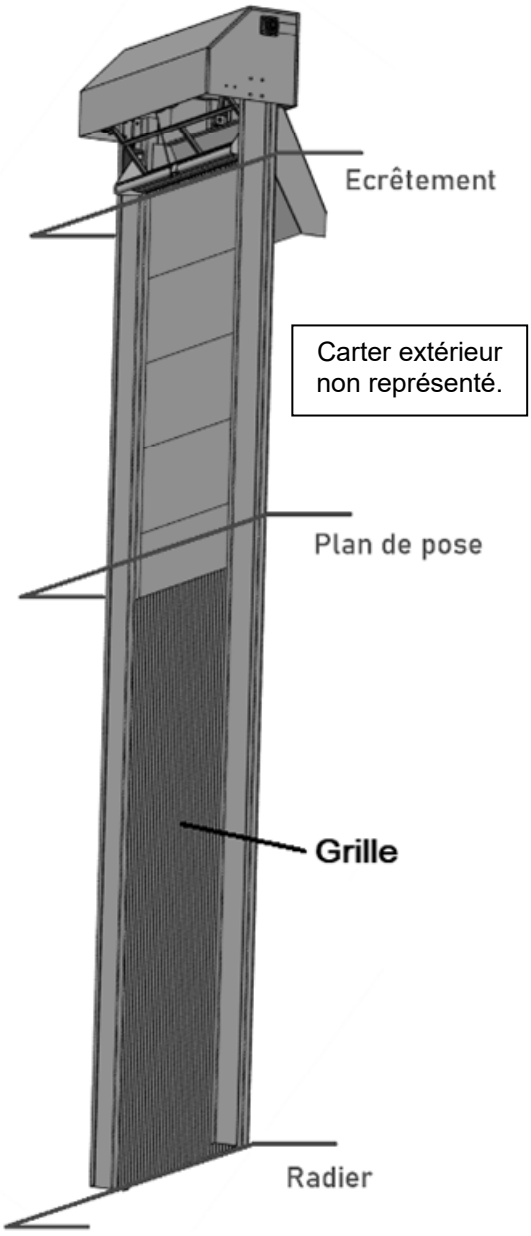
L'eau circule dans un canal compris entre le *radier* (fond du canal) et le plan de pose (niveau du sol) et passe dans une grille comme indiqué ci-dessous.



Les plus gros déchets sont bloqués et la boue s'accumule contre les barreaux de la grille. Cela ralentit le passage de l'eau et son niveau en amont de la grille augmente. Le cycle de dégrillage démarre quand le niveau d'eau en amont atteint un seuil prédéterminé.

Une poche de raclage équipée d'un râteau descend jusqu'au radier, puis pivote pour que les dents du râteau s'insèrent entre les barreaux de la grille et enfin remonte en entrainant les déchets qui sont poussés par une raclette dans un dévidoir pour les évacuer.

La structure et le fonctionnement du dégrilleur sont détaillés dans le document-technique DTS1.



Dans tout le sujet, **g = 9,81 m·s^{-2}**.

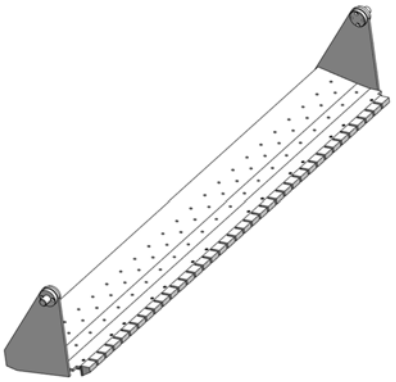
Travail demandé

Partie A : comment minimiser l'impact écologique du matériau choisi ?

L'eau chargée en boues qui circule dans le canal n'est pas neutre chimiquement et des vapeurs corrosives peuvent se dégager.

La pièce centrale du dégrilleur est la poche de raclage (6) représentée ci-contre. Un logiciel d'assistance au choix de matériaux est utilisé pour déterminer le matériau le plus pertinent pour cette pièce.

Pour simplifier, seul l'impact écologique lié au CO_2 sera étudié.



Un logiciel propose trois matériaux correspondants aux critères de choix. Une analyse du cycle de vie (ACV) est réalisée pour chacun d'entre eux.

Question A.1 DTS3	**Choisir** le matériau le moins impactant en argumentant la réponse. Pour le matériau retenu, **calculer** l'impact total sans recyclage. **Calculer** en % le gain lié au recyclage par rapport à l'impact total sans recyclage.

Le levier principal pour diminuer les impacts écologiques consiste à utiliser moins de matière. Il est possible ici de modifier l'épaisseur de la poche de raclage. Des simulations numériques de résistance des matériaux (RDM) sont faites pour 4 valeurs d'épaisseurs.

Question A.2 DTS4 DTS5	**Déterminer** quelle épaisseur choisir afin de minimiser les impacts écologiques tout en s'assurant que la pièce puisse supporter les contraintes mécaniques prévues. **Justifier** la réponse.

La poche de raclage initiale pèse 150 kg et la nouvelle épaisseur permet de gagner 30 kg sur cette masse.

Pour les ACV faites sur le dégrilleur :

- Les valeurs des étapes « Matériau », « Fabrication », « Transport » et « Élimination » sont directement proportionnelles à la masse des pièces.
- L'étape « Utilisation » ne dépend pas de la masse car elle correspond au fonctionnement du système (motoréducteur, pompe, automate, …).

La suite de l'étude ne prend pas en compte le recyclage. Dans ces conditions, l'impact total de la pièce initiale est 1400 kg de CO_2.

Question A.3

DTS3

Exprimer en % le gain de masse par rapport à la masse initiale de la poche.

Calculer le gain (exprimé en kg de CO_2) sur l'impact total du fait de la diminution de la masse de la poche.

Calculer en % ce gain par rapport à l'impact de la pièce initiale.

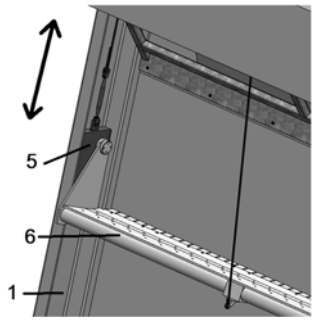
Question A.4

Conclure sur le choix du matériau et les possibilités de diminution des impacts écologiques pour la poche de raclage.

Partie B : comment valider l'efficacité du dégrilleur ?

La capacité du dégrilleur à traiter de grandes quantités de déchets est liée à la durée du cycle de dégrillage et à la quantité de déchets qui peuvent être évacués à chaque cycle.
Le motoréducteur qui pilote le mouvement de montée/descente de la poche de raclage (6) par rapport au bâti (1) est donc déterminant pour valider l'efficacité du dégrilleur.

Ce mécanisme est détaillé dans le document-technique DTS6.



Question B.1

DTS6

DRS1

Reporter sur le document-réponse DRS1 les valeurs de rendements et de puissances données.

Calculer et **reporter** les valeurs sur DRS1 de :

- η_t le rendement global du système
- P_m : la puissance en sortie du moteur
- P_r : la puissance en sortie du réducteur
- P_t : la puissance en sortie du treuil

Question B.2

DTS6

Calculer la vitesse de rotation en sortie du moteur ω_m en $rad \cdot s^{-1}$.

Calculer la vitesse de rotation en sortie du réducteur ω_r en $rad \cdot s^{-1}$.

Pour la suite de l'étude, $\omega_r = 2\ rad \cdot s^{-1}$.

L'enroulement du câble sur le rouleau du treuil se fait sur un seul niveau comme cela est représenté sur le document-technique DTS6.

Question B.3

DTS6

Calculer le rayon d'enroulement du câble sur le rouleau du treuil en se plaçant au centre du câble.

En **déduire**, la vitesse $V_{5/1}$ du boggie accroché au câble.

Pour la suite de l'étude, $V_{5/1} = 0{,}25\ m \cdot s^{-1}$.

Le cycle de dégrillage est composé de quatre étapes (voir le document-technique DTS1) :

- Les étapes 1 et 3 durent 5 secondes chacune.
- La durée de l'étape 4 est égale à celle de l'étape 2.

Question B.4

DTS7

DTS8

Calculer la durée de l'étape 2 (mouvement entre l'écrêtement et le radier).

Calculer la durée totale d'un cycle de dégrillage et **conclure** par rapport au cahier des charges.

Pour la suite de l'étude, $P_t = 1{,}5\ kW$.

La masse de la poche de raclage est de 150 kg, les câbles et autres éléments suspendus au treuil ont une masse totale de 50 kg.

Question B.5

DTS8

Calculer la force F_t que peut supporter le treuil à l'aide de la puissance en sortie de treuil.

Calculer la masse maximale de déchets qui pourra être remontée dans la poche de raclage.

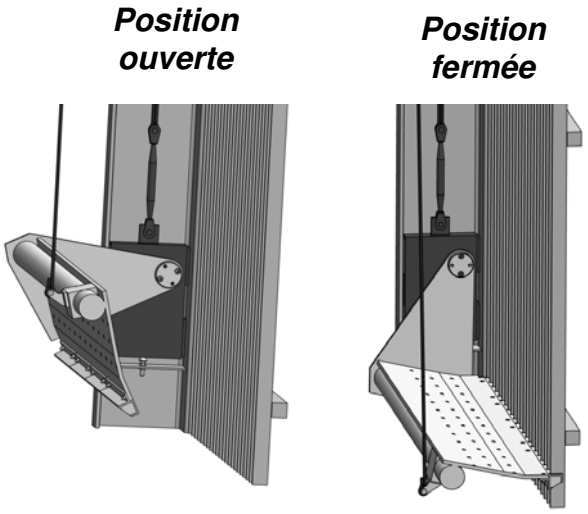
Conclure par rapport au cahier des charges.

Partie C : Comment valider le fonctionnement de la poche de raclage ?

Lors du cycle de dégrillage, la poche de raclage (6) bascule entre deux positions appelées *position ouverte* et *position fermée*.
Plusieurs éléments doivent être validés pour assurer le bon fonctionnement du dégrilleur :

- Durée d'ouverture/fermeture
- Angle entre les deux positions
- Pression de la poche de raclage contre la grille.

Le mécanisme d'ouverture/fermeture piloté par le vérin (8) est détaillé dans le document technique DTS9.



Le document-réponse DRS2 montre le vérin et le palonnier en position fermée.

Le point B' correspond à la position du point B quand le mécanisme est en position ouverte (tige du vérin sortie).

La course du vérin (distance BB') est réglée de manière à ce que le corps du vérin ait la même orientation en position ouverte et fermée (même si celle-ci change entre les deux positions). Le point B' est donc sur la droite (AB).

Question C.1 DRS2	Sur le document-réponse DRS2 : **Indiquer** (en précisant sa nature et ses éléments caractéristiques) quelle est la trajectoire du point B appartenant au palonnier (9) par rapport au bâti (1) : $T_{B\in 9/1}$. **Tracer** la trajectoire $T_{B\in 9/1}$ puis placer le point B' à l'intersection de $T_{B\in 9/1}$ et de la droite (AB). **Mesurer** la distance BB' sur le document et en **déduire** la course réelle du vérin (en mm).

La documentation du vérin indique que la vitesse de sortie de la tige est V = 30 mm·s^{-1}.

Question C.2 DTS8	**Calculer** le temps nécessaire pour passer d'une position à une autre. **Conclure** par rapport au cahier des charges en argumentant la réponse.

L'ouverture de la poche de raclage (6) dépend de la longueur du câble central (12). Des simulations ont été faites dans plusieurs configurations. Le câble est découpé en 5 fragments dont les longueurs ont été mesurées dans chaque configuration.

Question C.3 DTS10	En étudiant les configurations 1 et 2, **expliquer** à quoi correspond pour le mécanisme la valeur $\Delta L1$ qui a été calculée. En étudiant les configurations 2 et 3, **expliquer** à quoi correspond pour le mécanisme la valeur $\Delta L2$ qui a été calculée.

Dans les conditions décrites par le document technique DTS10 :

$$\cos\alpha = 1 - \frac{1}{2}\left(\frac{\Delta L}{R}\right)^2$$

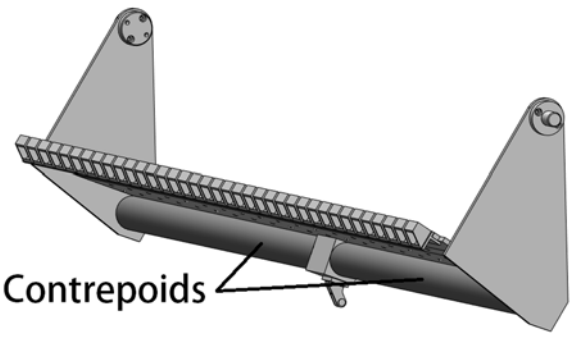
Avec :

- α l'angle de pivot de la poche de raclage
- $R = DE = DE'$
- $\Delta L = EE'$

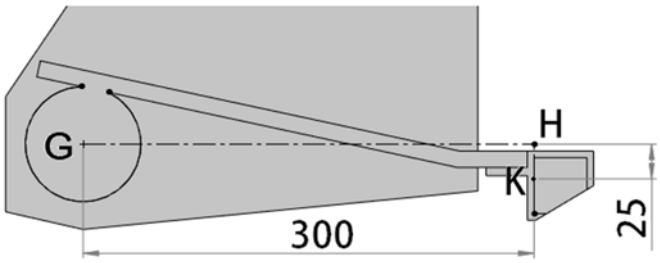
Question C.4 DTS8 DTS10	**Calculer** cos α. En **déduire** α en degré. **Conclure** par rapport au cahier des charges en argumentant la réponse.

La poche de raclage exerce une pression suffisante contre la grille sans être trop importante pour limiter les frottements.

La pièce est équilibrée de manière à être en contact avec la grille sans exercer de pression. Un contrepoids cylindrique est rajouté, sa masse et sa position sont choisies pour produire la pression voulue.



Le contrepoids choisi a une masse de 65 kg. Il est positionné comme sur la figure ci-contre. Le point G représente son centre de gravité.



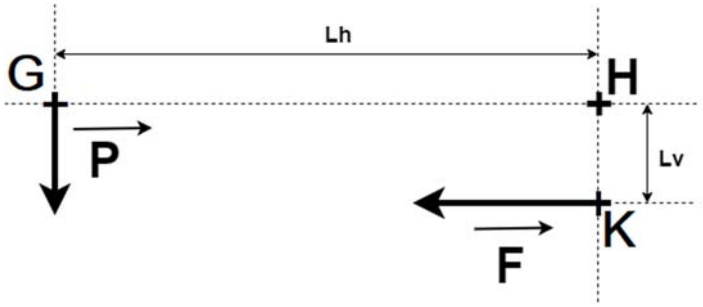
L'équation d'équilibre des moments au point H prend la forme suivante :

$$Lh \cdot \vec{P} + Lv \cdot \vec{F} = \vec{0}$$

Soit algébriquement : $\|\vec{P}\| \cdot Lh = \|\vec{F}\| \cdot Lv$

Avec :

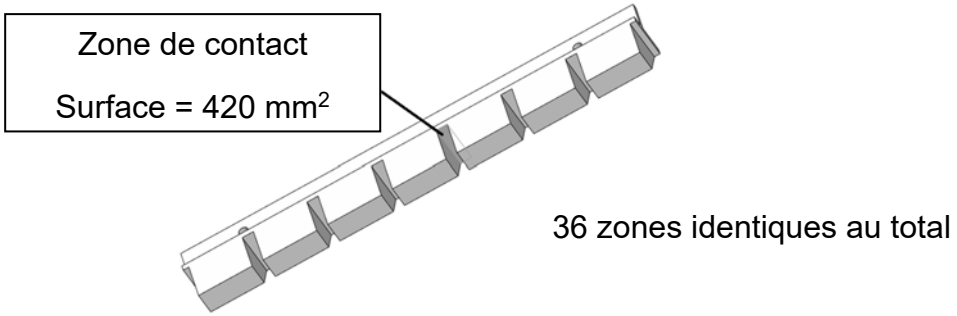
- $\vec{P}$: le poids du contrepoids,
- $\vec{F}$: l'action de la grille sur la poche au point K,
- Lh et Lv : les distances horizontales et verticales entre les forces et le point de calcul H.



Question C.5 | **Calculer** le poids P du contrepoids.

Calculer la force F de réaction de la grille sur la poche.

La zone de contact entre la grille et la poche est située entre chaque dent du râteau :

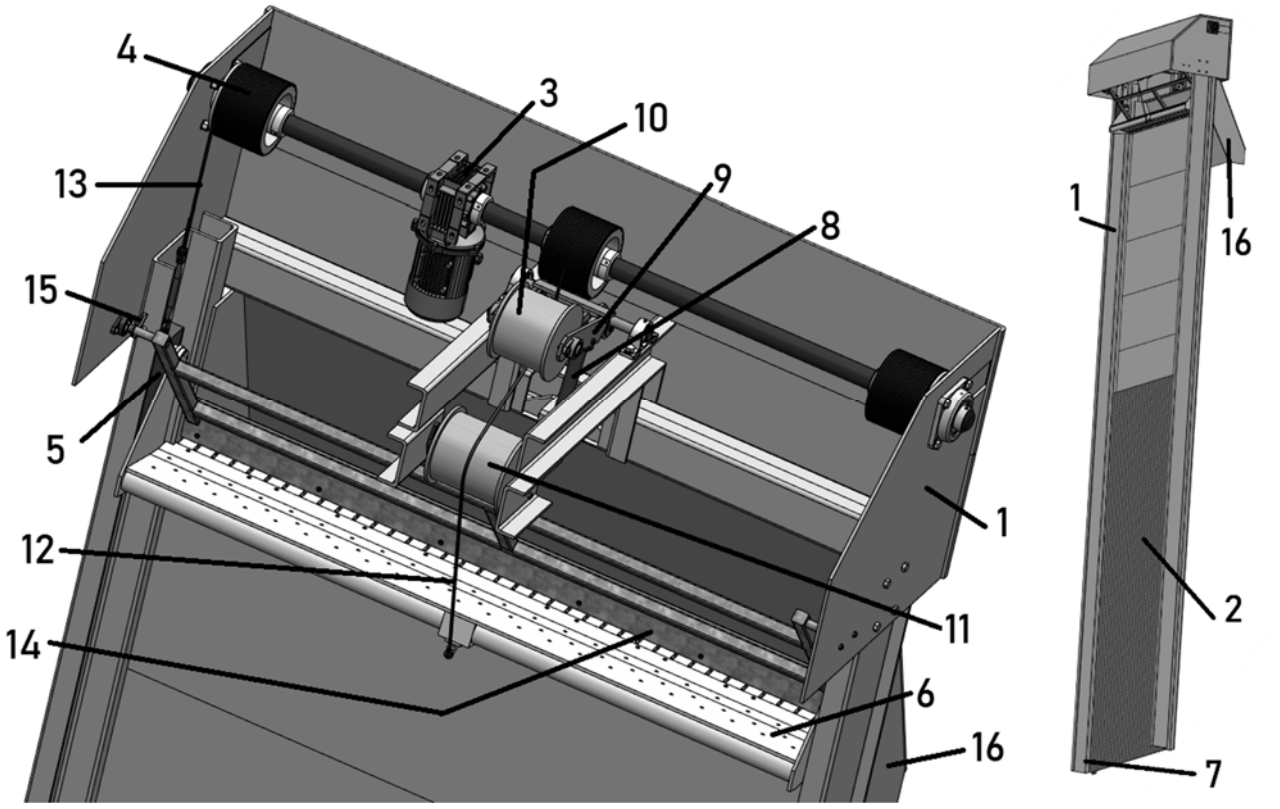


Question C.6 | **Calculer** la surface totale de contact.

DTS8 | **Calculer** la pression p qui s'exerce sur cette surface.

Conclure par rapport au cahier des charges en argumentant la réponse.

DTS1 : fonctionnement d'un dégrilleur



Cycle de dégrillage

Position de départ (représentée sur la figure ci-dessus) : La poche de raclage (6) est en position haute et en position fermée.

Étape 1 : Elle bascule en position ouverte. Cette action est pilotée par le vérin (8) qui met en mouvement le câble central (12).

Étape 2 : Elle descend en position basse. Cette action est pilotée par le motoréducteur (3) qui met en mouvement les câbles centraux (12) et latéraux (13).

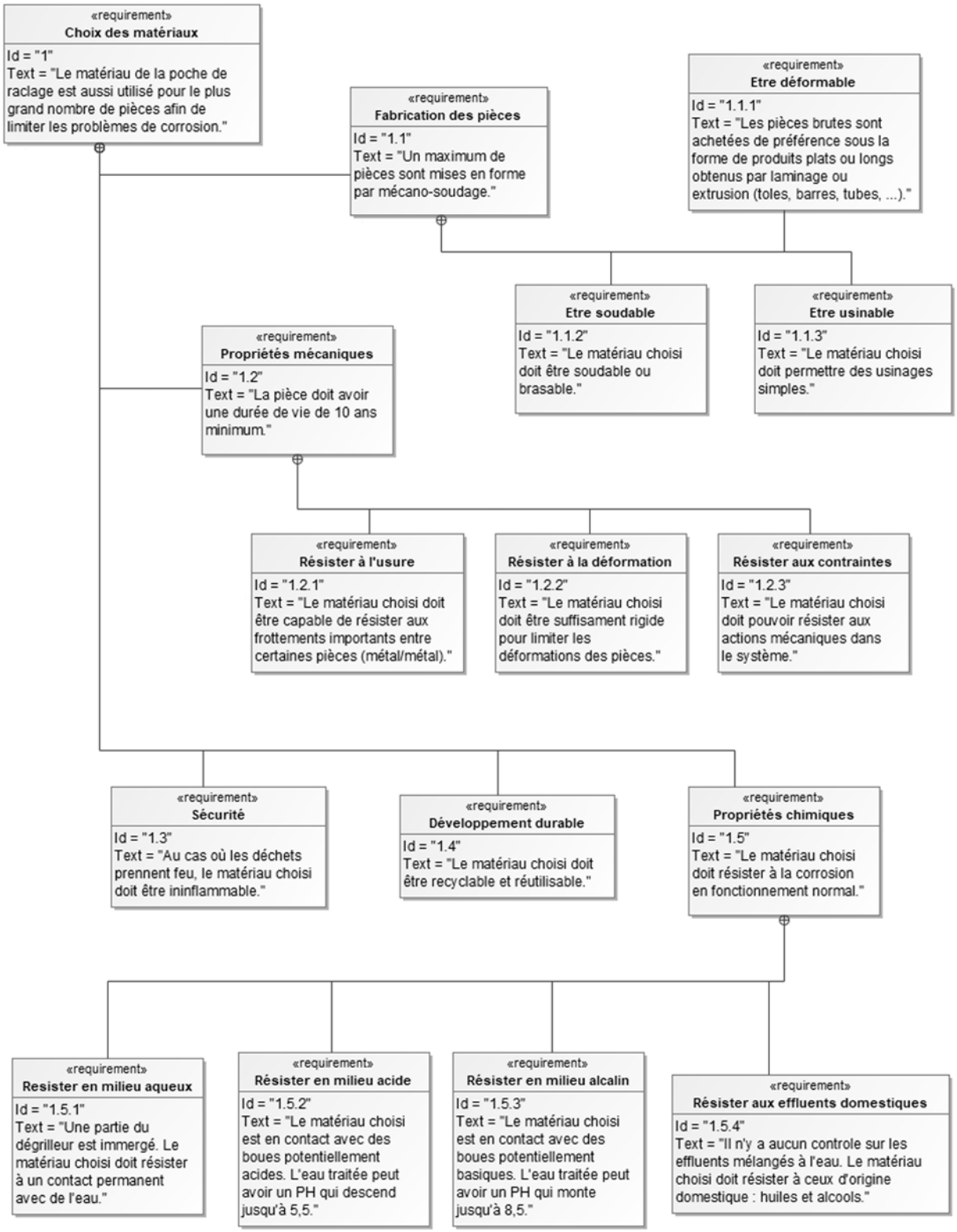
Étape 3 : Elle bascule en position fermée.

Étape 4 : Elle remonte en position haute et son mouvement entraine la raclette (14) qui évacue les déchets dans le dévidoir (16).

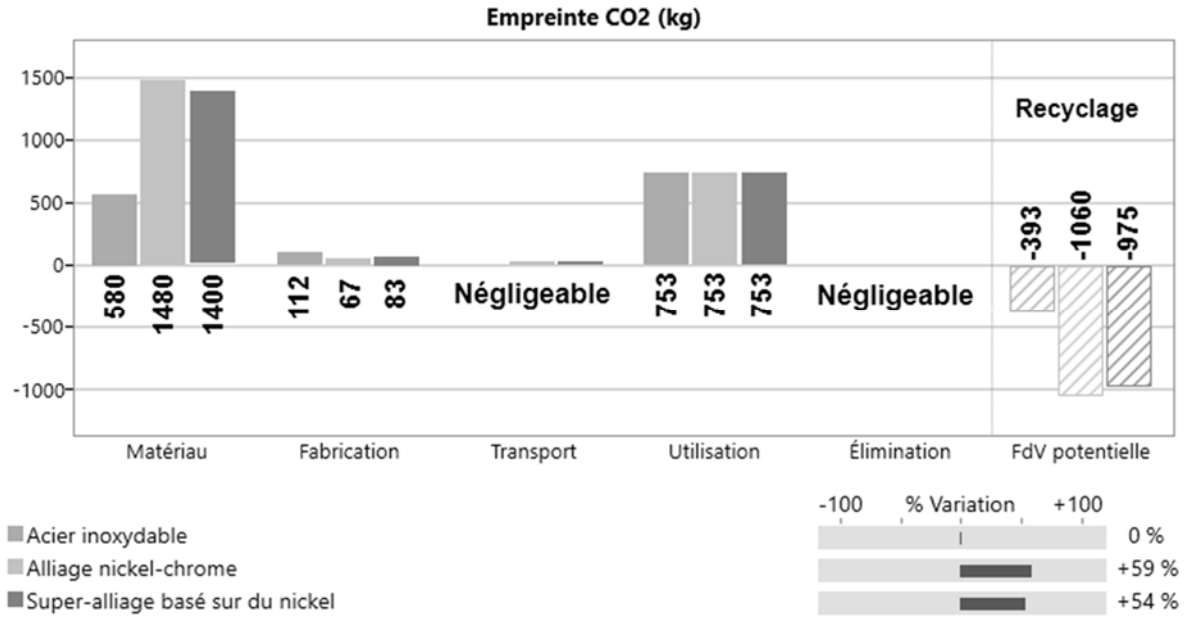
Repère	Nom	Quantité
16	Dévidoir	1
15	Butée raclette	2
14	Raclette	1
13	Cable lateral	2
12	Cable central	1
11	Rouleau central	1
10	Rouleau palonnier	1
9	Palonnier (Levier + Rattrapeur)	1
8	Vérin	1
7	Butée basse	2
6	Poche de raclage (Rateau)	1
5	Boggie	2
4	Treuil	3
3	Motoréducteur	1
2	Grille	1
1	Bati (Chassis + Carters)	1

Remarque

Pour faciliter la lecture de ce document, plusieurs éléments de carter et de châssis ne sont pas représentés.

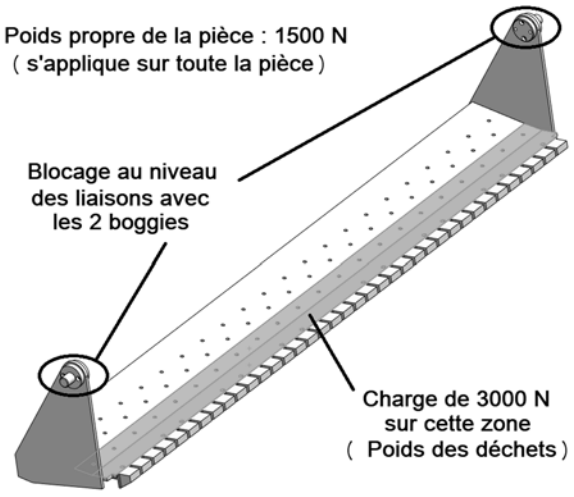

«requirement»
Choix des matériaux
Id = "1"
Text = "Le matériau de la poche de raclage est aussi utilisé pour le plus grand nombre de pièces afin de limiter les problèmes de corrosion."
«requirement»
Fabrication des pièces
Id = "1.1"
Text = "Un maximum de pièces sont mises en forme par mécano-soudage."
«requirement»
Etre déformable
Id = "1.1.1"
Text = "Les pièces brutes sont achetées de préférence sous la forme de produits plats ou longs obtenus par laminage ou extrusion (toles, barres, tubes, ...)."
«requirement»
Etre soudable
Id = "1.1.2"
Text = "Le matériau choisi doit être soudable ou brasable."
«requirement»
Etre usinable
Id = "1.1.3"
Text = "Le matériau choisi doit permettre des usinages simples."
«requirement»
Propriétés mécaniques
Id = "1.2"
Text = "La pièce doit avoir une durée de vie de 10 ans minimum."
«requirement»
Résister à l'usure
Id = "1.2.1"
Text = "Le matériau choisi doit être capable de résister aux frottements importants entre certaines pièces (métal/métal)."
«requirement»
Résister à la déformation
Id = "1.2.2"
Text = "Le matériau choisi doit être suffisament rigide pour limiter les déformations des pièces."
«requirement»
Résister aux contraintes
Id = "1.2.3"
Text = "Le matériau choisi doit pouvoir résister aux actions mécaniques dans le système."
«requirement»
Sécurité
Id = "1.3"
Text = "Au cas où les déchets prennent feu, le matériau choisi doit être ininflammable."
«requirement»
Développement durable
Id = "1.4"
Text = "Le matériau choisi doit être recyclable et réutilisable."
«requirement»
Propriétés chimiques
Id = "1.5"
Text = "Le matériau choisi doit résister à la corrosion en fonctionnement normal."
«requirement»
Resister en milieu aqueux
Id = "1.5.1"
Text = "Une partie du dégrilleur est immergé. Le matériau choisi doit résister à un contact permanent avec de l'eau."
«requirement»
Résister en milieu acide
Id = "1.5.2"
Text = "Le matériau choisi est en contact avec des boues potentiellement acides. L'eau traitée peut avoir un PH qui descend jusqu'à 5,5."
«requirement»
Résister en milieu alcalin
Id = "1.5.3"
Text = "Le matériau choisi est en contact avec des boues potentiellement basiques. L'eau traitée peut avoir un PH qui monte jusqu'à 8,5."
«requirement»
Résister aux effluents domestiques
Id = "1.5.4"
Text = "Il n'y a aucun controle sur les effluents mélangés à l'eau. Le matériau choisi doit résister à ceux d'origine domestique : huiles et alcools."

DTS3 : analyse du cycle de vie (ACV)



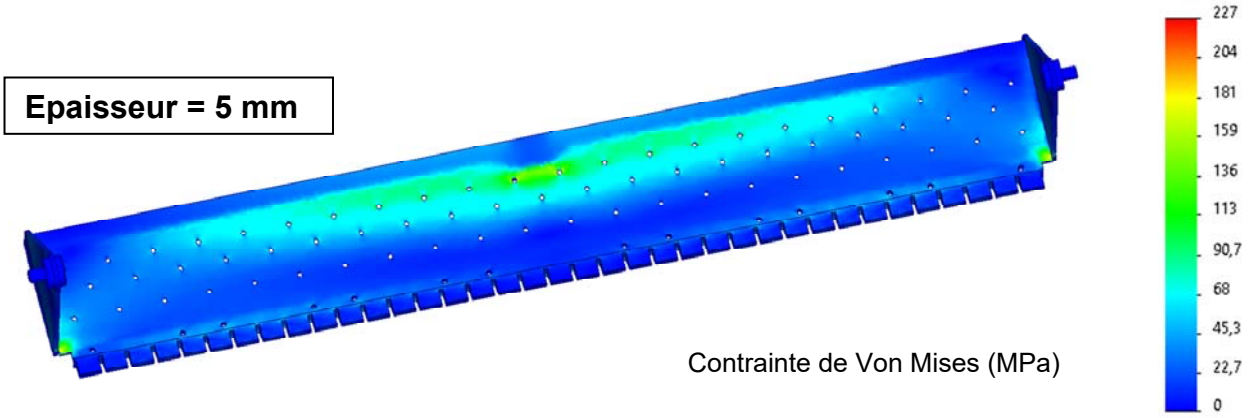
DTS4 : paramètres de la simulation de RDM

- La figure ci-contre détaille les conditions limites (mouvements et chargements) utilisées pour modéliser le calcul.
- Le matériau choisi a pour limite élastique R_e = 170 MPa.
- Le coefficient de sécurité retenu est C_s = 2.



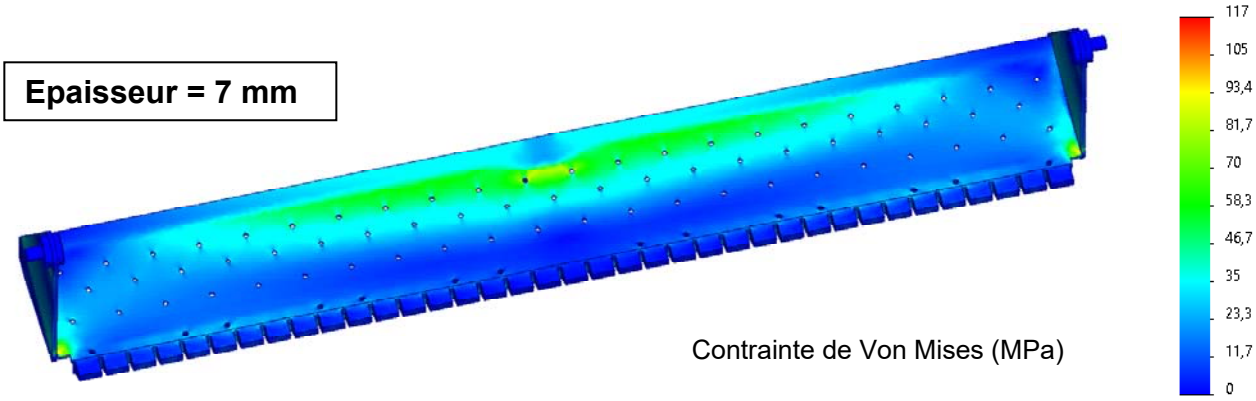
DTS5 : résultats de la simulation de RDM

Epaisseur = 5 mm



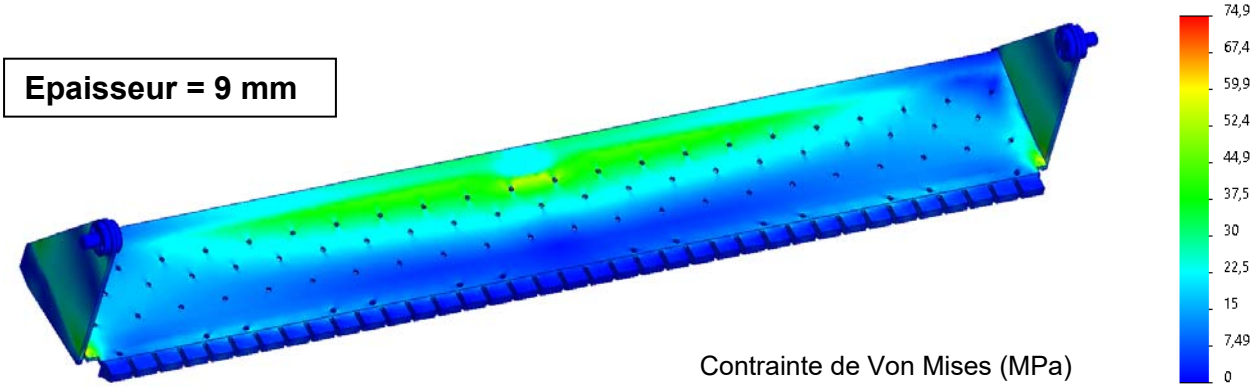
Contrainte de Von Mises (MPa)

Epaisseur = 7 mm



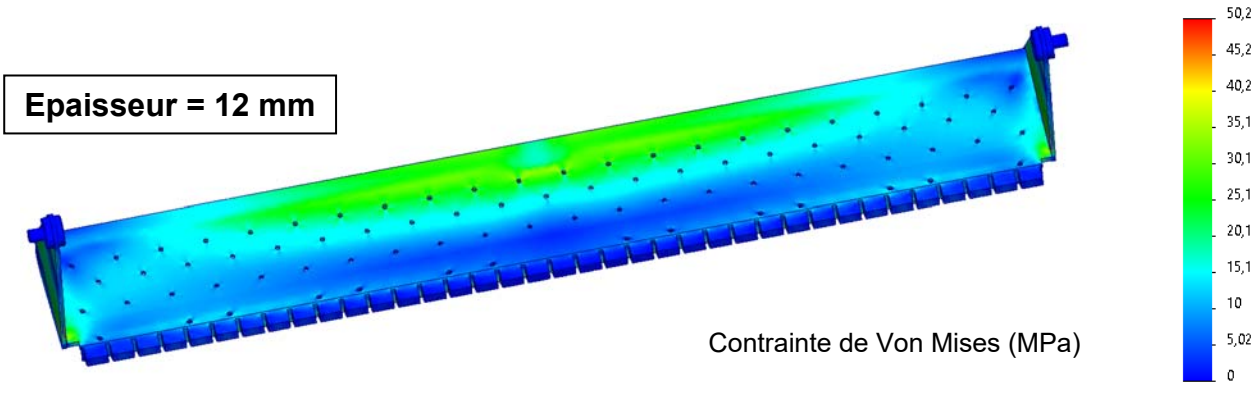
Contrainte de Von Mises (MPa)

Epaisseur = 9 mm



Contrainte de Von Mises (MPa)

Epaisseur = 12 mm

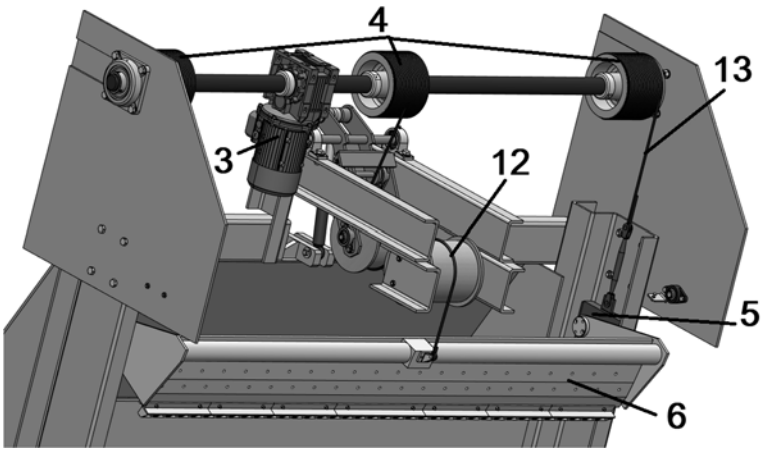


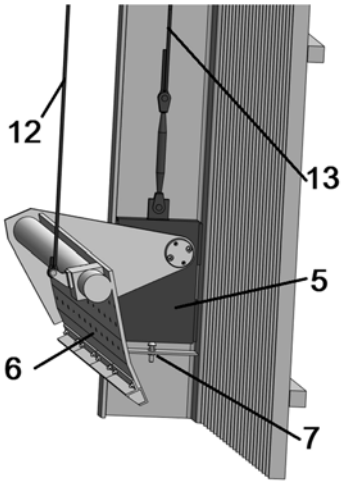
Contrainte de Von Mises (MPa)

DTS6 : caractéristique du système de levage

Le mouvement vertical (montée/descente) de la poche de raclage (6) est piloté par un motoréducteur (3).
Celui-ci actionne trois treuils (4) qui enroulent/déroulent les deux câbles latéraux (13) et le câble central (12). Les deux câbles latéraux mettent en mouvement les deux boggies (5) qui entrainent la poche.

- La figure de gauche montre la poche en position haute au niveau de la ligne d'écrêtement.
- La figure de droite montre la poche en position basse au niveau du radier. La butée basse (7) détermine cette position.





Remarque : La poche de raclage est représentée en position ouverte sur les deux figures.

- **Marque :** Siemens
- **Type :** CAZ88-LA4L100-L16G

Moteur

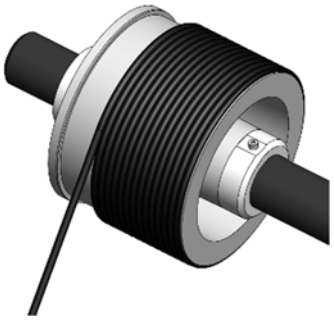
- **Puissance électrique :** 2,2 kW
- **Intensité absorbée :** 4,7 A
- **Déphasage :** cos φ = 0,82
- **Rendement :** 72%
- **Couple moteur :** 10 N·m

Réducteur

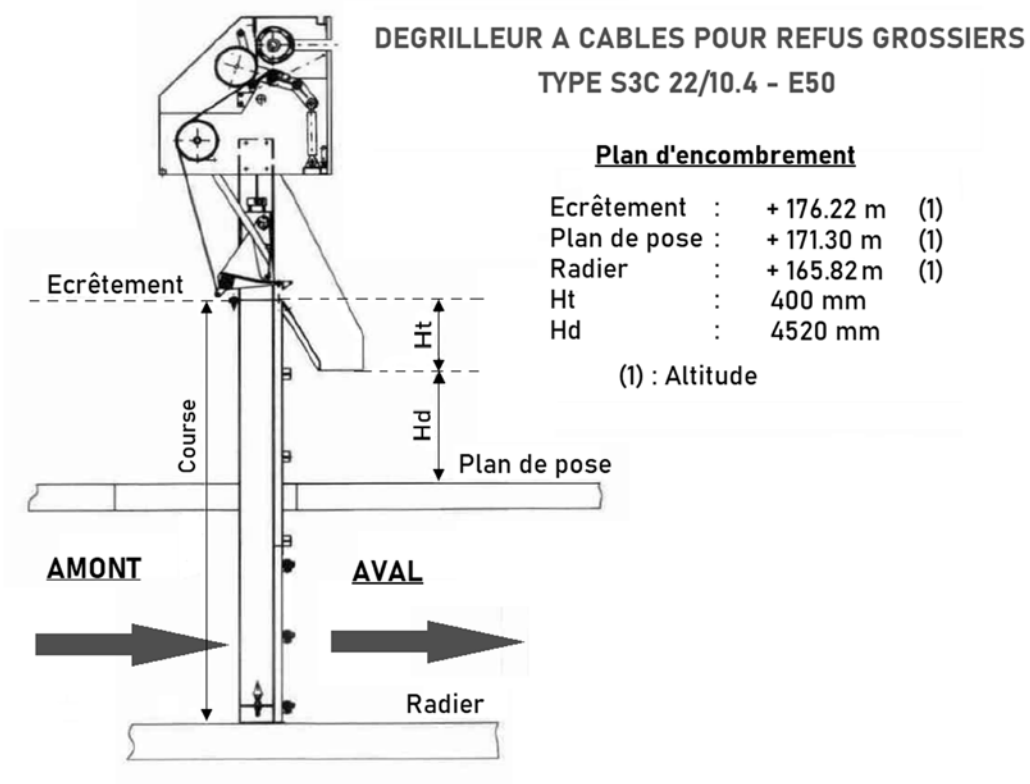
- **Rendement :** 96%
- **Rapport de réduction :** 1 / 75

Treuil

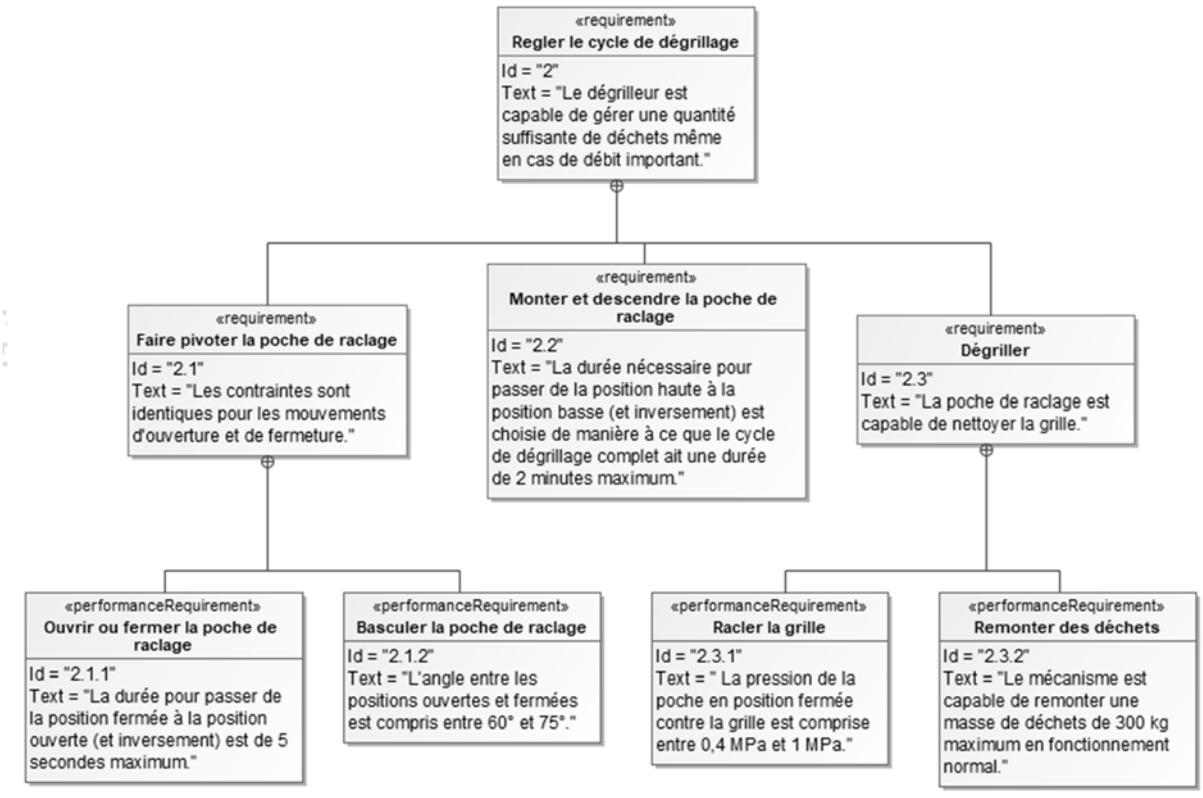
- **Rendement :** 100%
- **Diamètre treuil :** 220 mm
- **Diamètre câble :** 8 mm



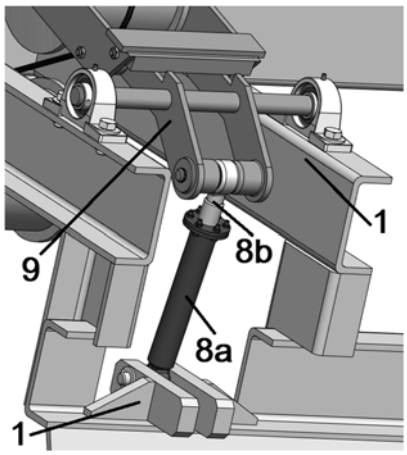
DTS7 : implantation du dégrilleur

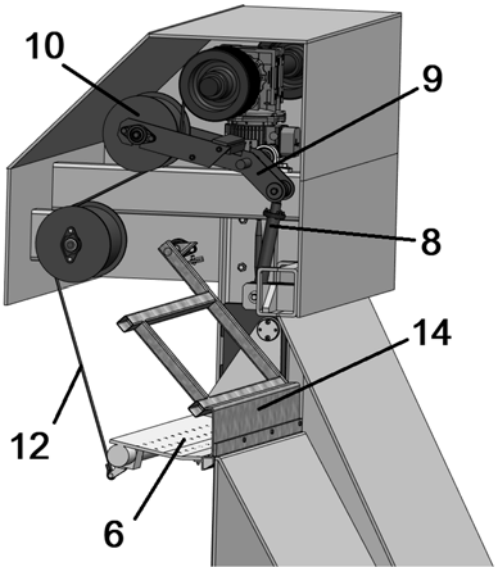


DTS8 : cahier des charges (Cycle de dégrillage)



DTS9 : système d'ouverture/fermeture

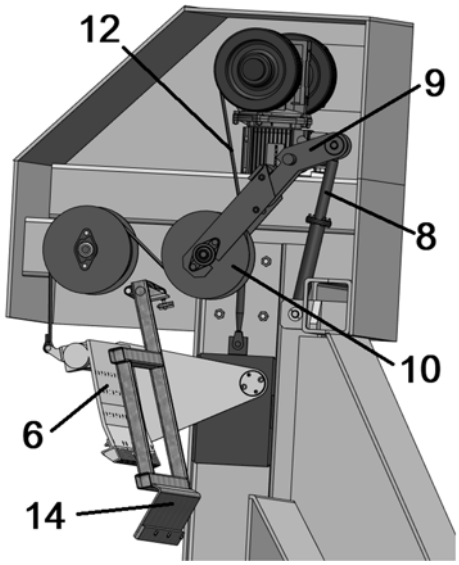




Position fermée

Le mécanisme d'ouverture/fermeture est piloté par le vérin (8). Les deux figures de gauche représentent le mécanisme en position fermée.

Quand la tige (8b) du vérin sort cela fait basculer le palonnier (9) par rapport au bâti (1). Le rouleau (10) appuie alors sur le câble central (12) ce qui fait basculer en position ouverte la poche de raclage (6). Cette configuration est représentée sur la figure ci-dessous.

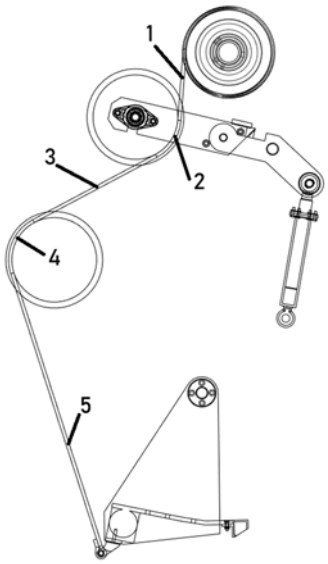


Position ouverte

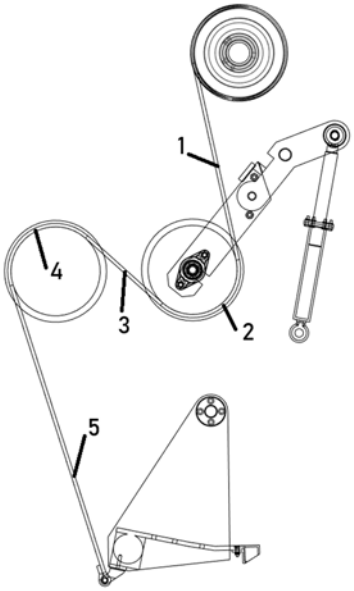
Remarque

Ce mécanisme actionne aussi la raclette (14) mais cet élément ne sera pas étudié.

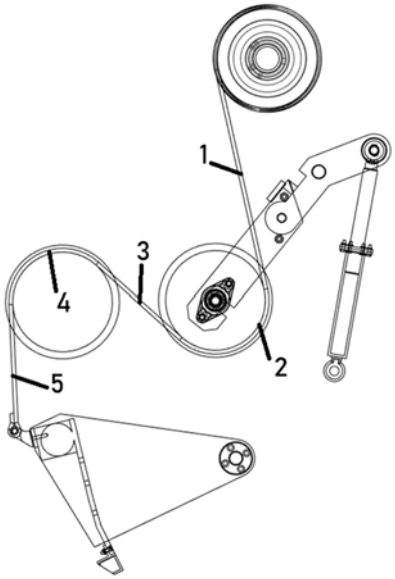
DTS10 : réglage du câble



Configuration 1



Configuration 2



Configuration 3

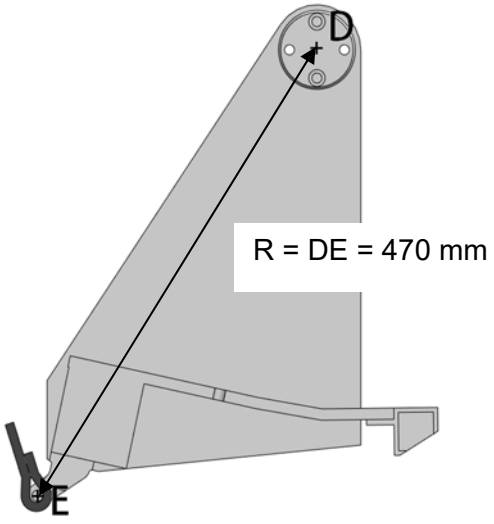
		Configuration 1	Configuration 2	Configuration 3
Longueurs en mm	Fragment 1	177	476	476
	Fragment 2	110	275	275
	Fragment 3	344	237	237
	Fragment 4	152	285	256
	Fragment 5	729	729	268
	Longueur totale	**L1 = 1512**	**L2 = 2002**	**L3 = 1512**

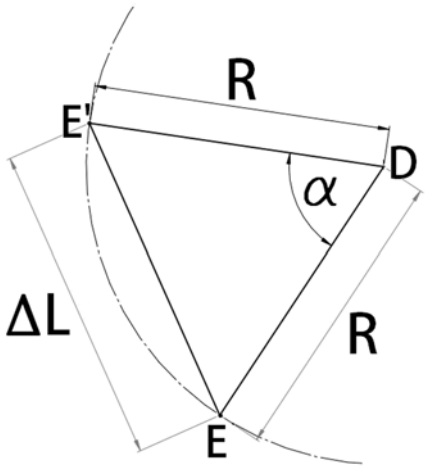
$\Delta L1 = L2 - L1 = 490$

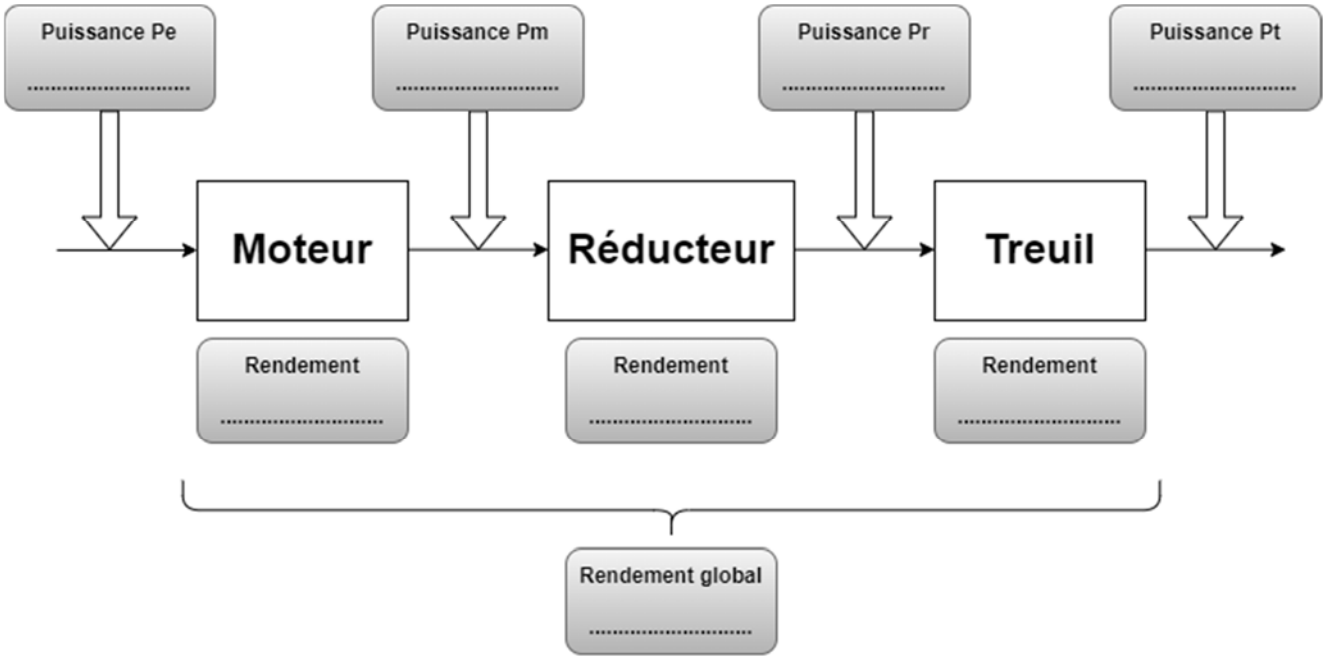
$\Delta L2 = L3 - L2 = -490$

Donc : $\Delta L = 490$ mm

La poche de raclage pivote autour du point D, le câble est accroché au niveau du point E comme indiqué sur la figure ci-dessous représentée en position fermée. Le point E' correspond à la position du point E après rotation (position ouverte). EE' = ΔL = 490 mm.






Puissance Pe
.....
Puissance Pm
.....
Puissance Pr
.....
Puissance Pt
.....
Moteur
Réducteur
Treuil
Rendement
.....
Rendement
.....
Rendement
.....
Rendement global
.....

Modèle CCYC : ©DNE

NOM DE FAMILLE (naissance) :
(en majuscules)

PRENOM :
(en majuscules)

N° candidat :

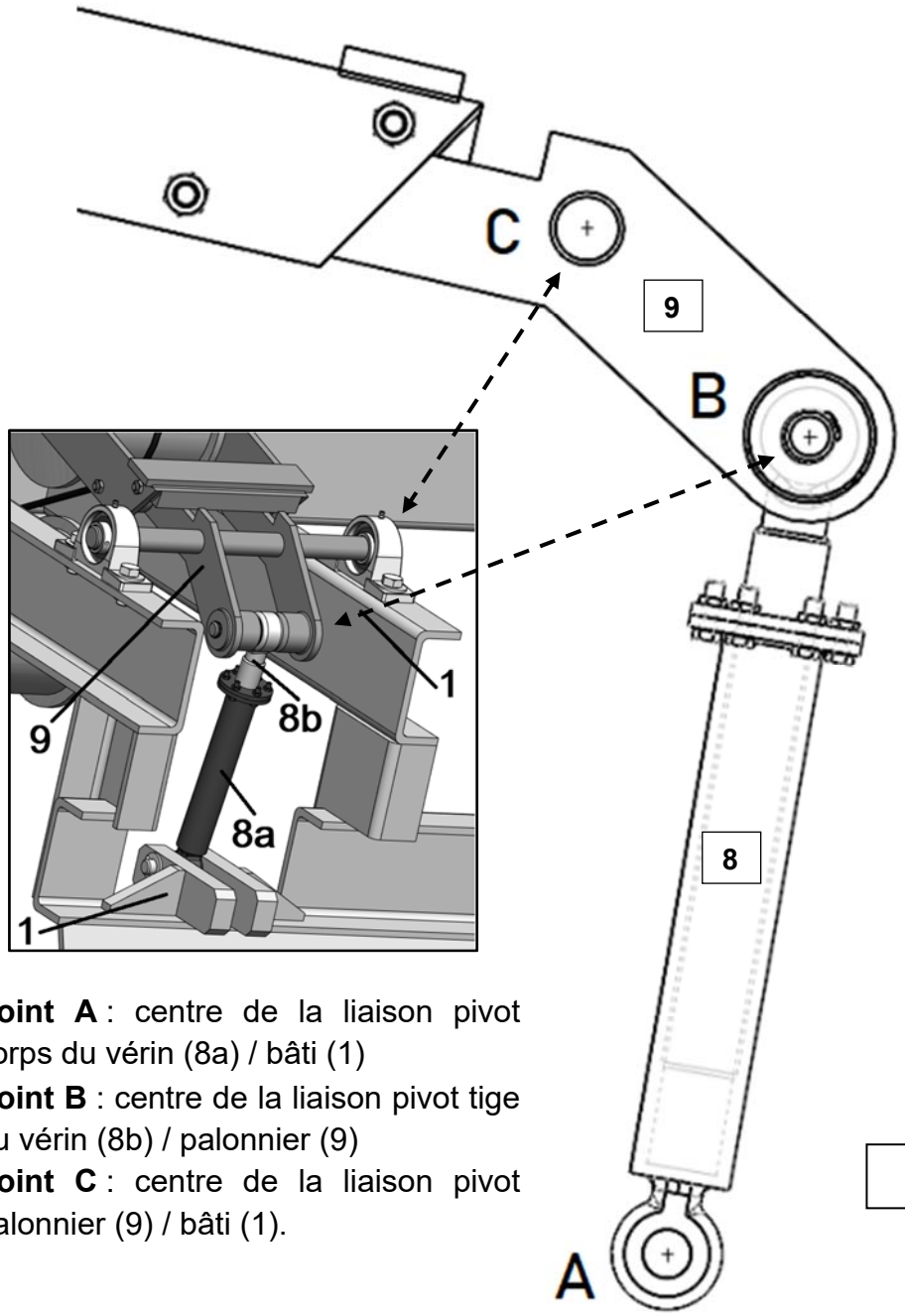
N° d'inscription :

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

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Né(e) le : ☐☐ / ☐☐ / ☐☐☐☐

1.2



- **Point A** : centre de la liaison pivot corps du vérin (8a) / bâti (1)
- **Point B** : centre de la liaison pivot tige du vérin (8b) / palonnier (9)
- **Point C** : centre de la liaison pivot palonnier (9) / bâti (1).

Échelle 1:3

Trajectoire $T_{B\in 9/1}$:

……
……
……
……
……
……

Distance mesurée BB' : ……

Course réelle : ……

Modèle CCYC : ©DNE

NOM DE FAMILLE (naissance) :
(en majuscules)

PRENOM :
(en majuscules)

N° candidat :

N° d'inscription :

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

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Né(e) le : ☐☐ / ☐☐ / ☐☐☐☐

1.2

Copyright © 2026 FormaV. Tous droits réservés.

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.