

Ce projet a été financé par
l'Union Européenne



Conçu et réalisé par
Ingénieurs sans Frontières



Guide technique d'une chaîne de recyclage des sachets plastiques dans les pays en développement

Projet de Kinshasa (RDC)



TOME 1 - Description de la filière

Ont collaboré à ce fascicule :
Jean-Christophe Maisin - Benoit Mpoyi – Philippe Langouche

Ingénieurs sans Frontières
Rue d'Edimbourg 26 - 1050 Bruxelles
+32(0)2/894.46.39 – www.isf.iai.be – info@isf-iai.be

Ce guide technique a été réalisé par Ingénieurs sans Frontières Belgique et Umoja Développement Durable RDC, en partenariat avec l'Union Européenne dans le cadre du contrat « Appui au développement d'une filière de recyclage de déchets plastiques dans les communes de Lemba, Ngaba et Makala à Kinshasa-RDC » sous la subvention ONG-PVD/2005/113-506.

INDEX

INTRODUCTION ET GENERALITES

1. Pourquoi le recyclage des sachets plastiques ?
2. Le recyclage des sachets pose des difficultés par rapport à d'autres matières
3. Eléments de contexte kinois pris en compte pour définir la forme de la filière
4. Orientations données pour l'optimisation du ratio coût/recettes et impact socio économique au bénéfice de la frange la plus large de la population
 - Définition d'une « filière de recyclage » telle que nous avons choisi de la développer
 - Utilisation de technologies appropriées :
 - Recyclage artisanal (petites unités disséminées) et non industriel
 - Aide aux entrepreneurs et appui conseil:

DESCRIPTION DU MODELE DEVELOPPE

Phases de la filière

1. Séparation des plastiques des autres déchets et collecte
2. Comptoirs d'achat-vente
3. Tri
4. Découpe
5. Décrassage
6. Transport entre les zones de collecte et les centres de transformation
7. Stockage de grandes quantités de plastique non aggloméré
8. Déchiquetage
 - Procédé de déchiquetage n° 1 : avec le déchiqueteur-agglomérateur
 - Procédé de déchiquetage n° 2 : utilisation du broyeur pour plastiques durs
9. Lavage
10. Essorage
11. Finalisation du séchage : évaporation des résidus d'humidité
 - 1er système exposition au soleil
 - 2ème système : four
12. Agglomération
13. Stockage et commercialisation

INTRODUCTION ET GENERALITES

1. Pourquoi le recyclage des sachets plastiques ?

Kinshasa compte environ 8 millions d'habitants. Les pillages, la guerre et la désorganisation de l'état ont causé l'effondrement des activités productives et entraîné une misère dramatique de la population.

Les sachets, petits et grands, y sont utilisés comme partout de façon pléthorique: on y met farine, eau, huiles, détergents, conserves, légumes, etc...

Mais comme partout, ils sont jetables : millions de sachets qui ne disparaissent jamais, envahissent tout, créant un impact négatif important et parfois catastrophique...



L'absence de politique des déchets, l'impossibilité d'aménager des décharges et l'utilisation massive des emballages plastiques ont provoqué l'envahissement de la ville avec des conséquences graves : multiplication anarchique des dépotoirs comme foyers d'infection (rues, rivières, marchés d'aliments, parcelles dans des zones habitées), bouchage des caniveaux où les eaux stagnent (prolifération des moustiques : la malaria est la 1ère cause de mortalité), l'érosion des sols (dégâts du réseau routier, habitations écroulées), et la dégradation des cultures urbaines (enfouissement des déchets : couche imperméable). Dans les zones d'élevage, les chèvres qui mangent un peu de tout meurent bien souvent après avoir ingéré des sachets.

Des programmes coûteux de curage des caniveaux sont menés pour améliorer l'assainissement et la qualité de l'eau, mais la population ne sait que faire des déchets, et elle utilise ces caniveaux comme dépotoirs : après quelques semaines ils sont à nouveau bouchés. Il y a parfois collecte par des pousse-pousseurs et des sociétés privées qui envoient les déchets pour terrassement sur certains terrains, mais en général, il n'existe pas de service généralisé de collecte des déchets et ceux-ci terminent dans des décharges sauvages, dans les rivières, enfouis dans le sol de la parcelle, ou brûlés



Il y a donc nécessité d'agir pour diminuer l'impact de la présence des sachets

2. Le recyclage des sachets pose des difficultés par rapport à d'autres matières

Bien que la problématique des sachets soit grave dans beaucoup de pays, une recherche sur internet montre que peu de solutions sont effectives sur le terrain, surtout dans les pays du Sud et notamment en Afrique sub-saharienne.

En cause :

- La difficulté de manipulation des sachets, très légers pour un volume élevé (beaucoup d'air) : rend leur collecte, transport, stockage, lavage et séchage très contraignants.
- Les sachets sont des "poches" donc le nettoyage n'est pas évident. Dans ces conditions, par exemple, le brassage, dans l'eau pour le lavage, le séchage à l'air libre etc..., posent des difficultés
- La pellicule est un matériau élastique et très résistant malgré sa finesse (ex : sacs en PEHD, très fins portent des charges de plusieurs kilos), donc difficile à couper même en quantité limitées

Nous avons donc cherché à contourner ces difficultés

3. Eléments de contexte kinois pris en compte pour définir la forme de la filière

Nous avons également dû nous adapter à un contexte présentant des contraintes importantes :

- Electricité défaillante sur la majeure partie de la ville et du pays
- Rareté des techniciens qualifiés (écroulement du système scolaire depuis plus de 30 ans)
- Outil industriel en ruine après les pillages des années '90: les machines-outils en état sont rares. Difficultés rencontrées pour réparer des pannes ou pour faire faire des pièces dès que les techniques sont un peu sophistiquées, prix très élevés de l'usinage de pièces, délais longs, qualité laissant à désirer
- Pénurie fréquentes et gamme très limitées en matériaux métalliques
- Insécurité juridique et entreprises en butte aux fonctionnaires qui les étouffent ; tracasseries administratives, dès qu'une entreprise gagne de l'argent. Facturation par la SNEL (électricité) et REGIDESO (eau) arbitraire et à la tête du client
- Pas de culture de l'entrepreneuriat : immixtion familiale, pas de prévision (on dépense l'argent dès qu'il rentre), pas de maintenance, de réparations préventive (pièce de rechange)
- Transport : beaucoup de communes et quartiers enclavés car étroitesse ou mauvais état des routes (trous boursiers, ponts écroulés, ..), tracasseries policières empêchent de circuler normalement. Une solution : les pousse-pousseurs, mais ce transport très local a ses contraintes. Il vaut donc mieux travailler localement en dispersant les ateliers en réseau, plutôt que de centraliser les activités.

Ces facteurs imposent d'adapter la forme de la filière

Avantages comparatifs du Congo pour le recyclage : RDC est un pays enclavé et les formalités à l'importation sont coûteuses : le prix élevé de la matière 1ère favorise l'utilisation de matière 1ère recyclée localement et permet que sa valeur de vente soit suffisamment élevée pour envisager une rentabilisation économique, même si le processus est coûteux.

--> la rareté fait que les entreprises sont disposées à payer relativement cher.

--> comparativement à d'autres pays, le recyclage des sachets est économiquement plus intéressant au Congo.

4. Orientations données pour l'optimisation du ratio coût/recettes et impact socio économique au bénéfice de la frange la plus large de la population

Définition d'une « filière de recyclage » telle que nous avons choisi de la développer

Une filière est une chaîne qui intègre des micro-entreprises de production, chacune spécialisée dans l'une des phases du recyclage. Elles sont actives sur une zone donnée et ensemble, elles couvrent toutes les étapes du processus, de la collecte des déchets jusqu'à la commercialisation de la matière 1ère préparée à l'industrie de fabrication de produits finis en plastique (tuyaux, sachets, matériel électrique). Chaque filière constitue un noyau qui couvre les opérations de base et qui pourra par la suite s'étendre et créer des ramifications (tâche d'huile).

Utilisation de technologies appropriées :

- Réutilisation de pièce et matériaux déjà usagés, moins chers
- Accessibilité de l'investissement à des populations qui a peu accès au capital financier, Simplicité extrême des techniques (fabrication et réparation locale)
- Adaptation aux contraintes logistiques de la ville
- Techniques simples à être copiées et reprises par la population pour viser la multiplication spontanée des entreprises de recyclage dans la cité.

Recyclage artisanal (petites unités disséminées) et non industriel

- Accessibilité des investissements, plus petits
- Grandes parcelles rares et chères
- Flexibilité pour adaptation à chaque situation
- Accessibilité personnes non préparées (capital, gestion)
- Réduction des risques : face aux pannes de courant tracasseries, spoliation, déménagement urgent. Voir comme exemple les innombrables infrastructures industrielles abandonnées, parfois très récentes, à cause du fait qu'on ne contrôle pas tous les facteurs et qu'il faut parfois se réorienter très vite...

Aide aux entrepreneurs et appui conseil:

- Formation technique (production, maintenance, recherche bons fournisseurs, suivi des ventes et recouvrement)
- Formation gestion (calcul coûts recettes production ; stocks, provision à mettre de côtés, ...)
- Aide à la coordination de plusieurs artisans : synergie, économies d'échelles, notamment standardisation techniques fournisseurs communs, vente en commun, poids sur la marchés
- Accès au capital (micro crédit), coacher, vente en commun, logistique transport plastiques collectés,

Nous tentons d'appliquer le modèle suivant dans l'appui que nous offrons aux entrepreneurs :

Processus d'incubation

1. Sélection des entrepreneurs
2. Définition projet d'entreprise avec le candidat
3. Elaboration et signature d'un contrat d'incubation
4. Formation par le travail (atelier-école)
5. Formation en gestion productive et financière
6. Installation physique de l'entreprise
7. Démarrage de l'entreprise – commercialisation – remboursement du crédit
8. Transfert pleine propriété (autonomisation)
9. Appui conseil en technique, gestion, accès aux marchés et fournisseurs, facilitation des synergies

DESCRIPTION DU MODELE DEVELOPPE

Phases de la filière

Filière sachets
Collecte (et éventuel tri à la source)
Centralisation dans un comptoir d'achat-vente et conditionnement (tri, découpe, décrassage)
Déchiquetage
Lavage et séchage
Agglomération
Vente à l'industrie comme matière 1ère (boulettes triés, lavées et propres) pour fabrication de produits finis

Filière et outils présentés offrent une capacité de production d'environ 300 kg/jour, 6 Tonnes-mois

1. Séparation des plastiques des autres déchets - collecte

Sensibilisation pour la séparation et collecte des déchets

Valeur économique est l'incitant. Le message : nous achetons les plastiques

Bouche à oreille, réunion avec chefs de quartier, églises, écoles, émissions de radio, émission de télévision.

Il faut que le paiement soit cash pour assurer la motivation

Les campagnes de sensibilisation basées sur la seule gestion de l'environnement ne marchent pas : dans un pays pauvre la préoccupation est la survie au jour le jour, personnes peu motivées

Nous avons conçu une pique pour ramasser les déchets dans le sable, caniveaux, ... sans devoir se pencher ni se salir les mains et pour secouer la matière (sable, terre, eau)



Fabriquée avec fer à béton de 6mm de diamètre, coupé à 1 m environ, un bout recourbé (poignée) et un bout pointu (à la meule) avec un point de soudure en forme de petite boule placé 5 cm au-dessus de la pointe pour empêcher glissement plastique

Utilisation de sacs rafia (pas du véritable rafia : polypropylène tressé)

Conseil pour faciliter tri , ceci dès que les plastiques sont ramassés dans la rue, la décharge ou les caniveaux : parcourir la zone en ramassant d'abord une seule sorte de plastiques à la fois, ensuite une autre --> le tri est ainsi fait dès le ramassage

2. Comptoirs d'achat-vente

Répartis dans plusieurs zones de la ville. Les comptoirs naissent de l'initiative spontanée de personnes qui mobilisent un réseau de collecteurs.

Permettent de centraliser localement les quantités une zone donnée pour ensuite les envoyer vers le lieu de traitement. Ils sont un lieu de tri, de découpe et de conditionnement avant envoi dans les sites de transformation.

Ce sont souvent les collecteurs les plus dynamiques et organisés qui lancent les comptoirs d'achat et se procurent un espace de travail et de stockage.

Dans une zone, ils assurent l'achat des plastiques aux collecteurs et leur transport vers les sites de transformation.

Nous achetons les plastiques au prix du marché aux comptoirs d'achat -vente

Rôle d'intermédiaire, garant de la qualité du tri, et grossiste :

Les comptoirs qui centralisent la collecte achètent les plastiques aux voisins, aux personnes qui se trouvent sur les marchés et dans les rues.

Ils font le tri et découpent les morceaux trop grands, retirent le gros de la crasse et les corps étrangers.

A partir du moment où au moins une 200 kilos sont réunis, ils les apportent au centre de recyclage où ils sont pesés et achetés.

Les collecteurs vont vendre leur récolte aux les comptoirs situés dans leur quartier et économisent le prix du trajet jusqu'aux zone de transformation.

Vis-à-vis des ateliers de transformation, les comptoirs garantissent la qualité des plastiques collectés, leur décrassage, et en livrant de grandes quantités (min 50 kg) ils permettant aux sites de transformation de se décharger des longues opérations de pesage et palabres avec chaque collecteur. Pour les sachets, ce sont les comptoirs d'achat-vente qui se chargent du tri et de la découpe des grands morceaux : les plastique sont prêts à rentrer dans la machine.

Investissement limité : une personne utilise un espace de sa parcelle, un balance, quelques sacs, et mobilise un réseau de collecteurs.

Financement sur investissement : avance sur livraison future, à défalquer par la suite ex : 200\$, à chaque livraison, on défalque 10% du prix. Mais à ne faire qu'avec les comptoirs d'achat suffisamment actifs parce que sinon il y a un risque qu'ils ne livrent pas la matière. Nous aidons les comptoirs à calculer leurs coûts et bénéfices et à prévoir des provisions pour fonds de roulement.

On utilise des sacs en "rafia" (PP blancs), solides pour pouvoir compacter la matière. Ces sacs peuvent être de grande taille car même en les compressant le plus possible, les sacs pèsent peu (un sac de 1m de haut pèse environ 20 kg correctement compacté)

A partir d'un certain volume de vente, ils constituent des micro-entreprises qui supposent une véritable organisation et gestion, et produisent des revenus élevés qui permettent le réinvestissement.

Il faut compter environ une quinzaine de ces comptoirs pour alimenter un site de transformation à concurrence de 6 tonnes/mois



3. Tri

Ce sont les comptoirs d'achat-vente qui assurent le tri

A Kinshasa, les catégories de tri sont les suivantes :

- Polyéthylène haute densité provenant des sachets d'eau pure (eau potable vendue dans la rue dans des sachets scellés)
- Polyéthylène haute densité des petits sachets translucides fins "n°6 ou n° 8" (en fonction de leur épaisseur), qui servent pour divers aliments vendus au détail à la pièce ou au poids : petits pains, huile, arachides, farine, ...
- Polyéthylène haute densité - type sacs de supermarché de couleur (souvent blancs ou noir avec motifs imprimés), que les kinois appellent sachets "viva". Devront être découpés
- Polyéthylène basse densité - sachets d'eau pure
- Polyéthylène basse densité - bâches, emballage industriel entourant les palettes. Ce sont rarement des déchets ménagers mais plutôt des déchets industriels (il y a peu de polyéthylène de basse densité à Kinshasa)
- Note, les déchets PP de type "cellophane" sont rares et ne sont pas recyclés : ils sont jetés

4. Découpe

Ce sont les comptoirs d'achat-vente qui font la découpe

Découpe des grands plastiques. Ex : grands sacs, grands emballages bâches : découper des morceaux de 30 cm de long max. But : éviter qu'au moment du déchiquetage, les feuilles de plastique ne se torsadent et ne fassent de longs cordages durs, impossible à couper, qui empêche les lames de couper correctement, qui peuvent provoquer le blocage des lames et qui s'ils sont fins, s'incruster dans les roulements ou paliers, provoquent des frictions et usure des pièces métalliques.

La découpe nécessite beaucoup de main d'œuvre car il s'agit d'une opération lente. Un opérateur découpe environ 50 kg/jour dans les comptoirs d'achat

Différents systèmes :

- La plupart des comptoirs d'achat vente utilisent de simples couteaux de cuisine bien affutés, et découpe des "liasses" de sacs empilés et pliés sur le tranchant de la lame.
- Testé : un système consistant à fixer une scie à métaux avec la lame vers le haut, et de faire coulisser les plastiques le long de la lame. Néanmoins les opérateurs n'aiment pas toujours ce système car les lames de scie sont trop flexibles
- Nous avons également affuté à la meule la tranche d'une plaque de l'épaisseur d'une lame de suspension automobile, fixée verticalement sur un bâti. Ce système est également efficace et il est plus stable que les lames de scie, mais plus coûteux, notamment pour faire le bâti



5. Décrassage

Il est assez rare de trouver des sachets avec de la crasse collante comme par exemple, de la pommade ou autre. Parfois on peut trouver des sachets ayant contenu de l'huile, mais minoritaires et ce n'est pas gênant en petites quantités.

Il est conseillé de délaissier les sachets trop sales : ils peuvent prendre beaucoup de temps et d'énergie pour être nettoyés, avec comme résultat de quantités minimales.

D'ailleurs en général, ne pas s'attarder : éviter toute interruption ou ralentissement pouvant casser le rythme ; si quelques sachets posent problème (nœud, saletés excessive, papier collant), les éliminer plutôt que les traiter. La rentabilité du recyclage des sachets qui ne pèsent presque rien impose de travailler sur des flux de grands volumes.

Même si les plastiques seront lavés par la suite, le décrassage des sachets est nécessaire dès le début :

- La crasse constitue du poids et en achetant une matière sale au kilo aux collecteurs, on la paye: refuser d'acheter des plastiques trop sales et demander au fournisseur de les décrasser avant livraison.
- Le sable entraîne l'abrasion pour les lames du broyeur ou de la déchiqueteuse, qui peut obliger à des affutage continuel : coût en temps et en pièces de rechange
- Beaucoup de sachets ont contenu de l'eau qui pèse lourd et qu'il faut enlever car elle diminue l'efficacité du déchiquetage. Il faut donc exiger des collecteurs et bureaux d'achat qu'ils en éliminent la majeure partie, (même s'il reste une légère humidité résiduelle).

Quand les plastiques sont trop sales ou trop mouillés, nous disons aux fournisseurs que nous ne payons par exemple que 90% du poids du sac livrés, en estimant que la crasse et/ou l'eau représentent 10% du poids total

Sable : lors de la collecte ou du stockage prendre une liasse de sachets en main, secouer, en frappant éventuelle sur un objet dur

Eau : Les plastiques secs sont plus faciles à décroasser car le sable et la terre y collent moins : étendre quelques heures au soleil les plastiques et de remuer de temps en temps pour faire s'évaporer l'eau

Percer les achets pour mieux évacuer l'eau.

Pour sachet et pellicules secouer pour en chasser l'eau, les sachets avec l'ouverture vers le bas

Avec l'humidité, la crasse représente environ 20% du poids de la matière (après lavage et séchage)

6. Transport entre les zones de collecte et les centres de transformation

Les plastiques qui proviennent des comptoirs d'achat-vente doivent être acheminés vers le lieu de traitement.

Le comptoir d'achat et le centre de transformation doivent se mettre d'accord sur qui paie quoi

Il vaut mieux éviter de multiplier les trajets, toujours coûteux. En chargeant de grandes quantités dans un seul trajet le coût du transport par kilo sera bien moindre

Les responsables des comptoirs ont intérêt à stocker la matière et à attendre de pouvoir remplir complètement une camionnette ou une remorque.

Intérêt d'avoir une coordination : plusieurs comptoirs d'achat peuvent s'organiser entre eux pour utiliser un même véhicule qui passera faire la tournée de ramassage chez chacun d'entre eux. Mais si ce sont les comptoirs qui paient, attention à bien se mettre d'accord avant sur la répartition du paiement entre chacun.

Le mieux est de louer un véhicule plutôt que d'en acheter un : cela évite d'immobiliser u capital qui ne servirait que peu



Pour de courtes distances Il existe parfois des systèmes de transport peu coûteux comme les pousse-pousseurs à Kinshasa, mais avec un volume de chargement limité.

Il est important de bien calculer et comparer le coût de revient par kilo (prix demandé par transporteur divisé par le nombre de kilo transporté)

7. Stockage de grandes quantités de plastique non aggloméré

Les sachets plastiques occupent beaucoup de volume et ont tendance à s'envoler, ce qui salit l'environnement et peut causer des problèmes avec les voisins. Il vaut mieux les protéger des intempéries pour éviter le poids de l'eau.

Chez les collecteurs et dans les comptoirs d'achat qui ne traite pas de trop gros volumes, ils seront mis dans des sacs rafia gardés dans une pièce, sous une petite toiture en tôle ou sous des bâches (montées sur palette) qui les protégeront des pluies et des inondations.



A partir d'une certaine quantité de stockage (pour un comptoir d'achat-vente quand les ventes sont peu périodiques ou dans un atelier de déchiquetage qui traite entre 300 et 500 kg/jour), il est important de disposer d'un véritable espace de stockage, d'autant que les sacs de rafia contenant les sachets sont difficile à empiler. Il faut donc un local



Pour limiter les dégâts causés par un éventuel incendie (toujours garder à l'esprit que le plastique est un matériau combustible), ces sacs peuvent être isolé des constructions, habitations et murs mitoyens en étant stockés dans un ancien container désaffecté, et qui constitue un abri efficace pour la matière. Un extincteur sera placé à portée.

8. Déchiquetage

Le plastique est découpé en confettis.

Avantages :

- Facilite leur manipulation en grandes quantités sans devoir recourir au maniement à la main sachet par sachet,
- Facilite le lavage : assure une bonne circulation et évacuation de l'eau lors des opérations de lavage, rinçage et séchage, qui améliore la qualité → dans le cas contraire, le lavage et le séchage sont peu pratiques, car les plastiques forment des poches où l'eau reste emprisonnée : la productivité est mauvaise et les travailleurs chargés d'effectuer ce travail risquent d'être payés une misère pour un travail pénible.
- Diminue les volumes de stockage car le plastique tient de manière plus compacte dans les sacs rafia

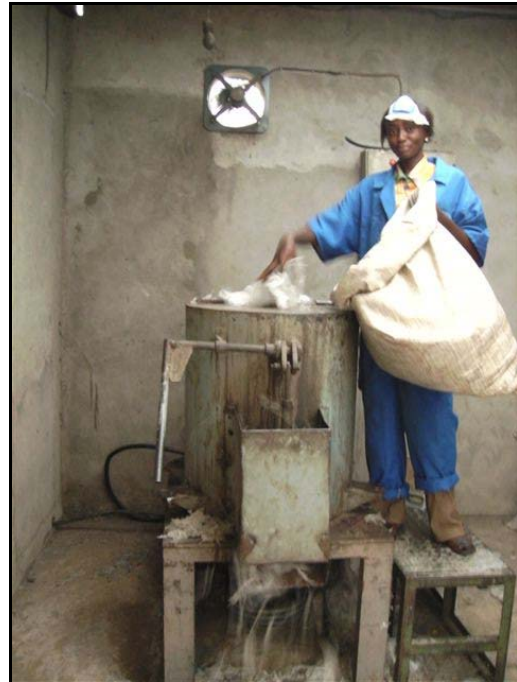
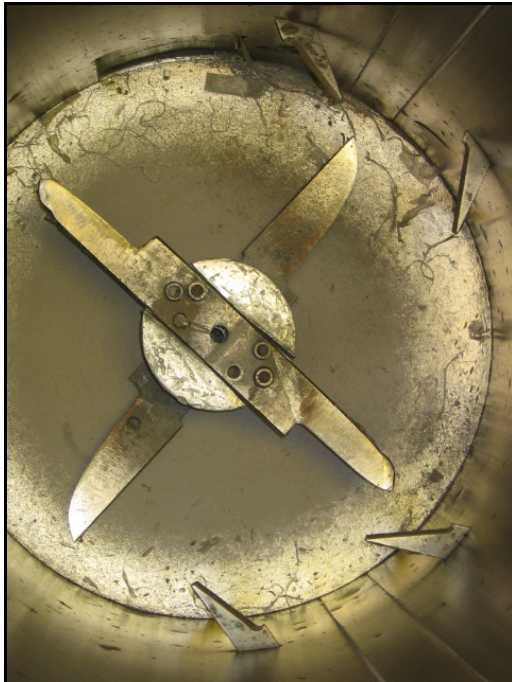
Taille des confettis : entre 2 et 4 cm² de surface

- Pas trop grands sinon l'eau passe moins facilement entre les morceaux, ce qui est nécessaire pour un bon brassage et pour qu'elle évacue les crasses, et cela rend également plus lent le séchage.
- Pas trop petits : lors de l'opération subséquente d'agglomération, il est utile qu'ils aient une taille qui permette la friction et l'étirement de la surface de la matière contre les lames, contre-lames et parois de la machine, qui permet la production de chaleur indispensable pour obtenir l'agglomération. Des morceaux trop petits ne chauffent pas, ce qui provoque des pertes de temps et d'énergie électrique

Procédé de déchiquetage n° 1 : avec le déchiqueteur-agglomérateur

A priori la machine indiquée pour le déchiquetage est l'agglomérateur (autrement appelé compacteur ou déchiqueteur à axe vertical).

Elle est prévue pour déchiqueter et agglomérer en un seul cycle : des sachets ou pellicules entiers sont jetés dans la machine, qui les déchiquète et qui commencent ensuite à chauffer avec la friction, à devenir pâteux permettant d'être agglomérés en boulettes prêtes à être injectées ou extrudées



Ce système où l'on agglomère directement après déchiquetage est applicable lorsque les sachets ou pellicule entiers ont été lavés et séchés précédemment ou lorsque on recycle des déchets propres de type industriel.

Mais nous parlons ici de recyclage des déchets ménagers et donc sales. Nous n'allons pas jusqu'au bout du processus car les plastiques ne peuvent être agglomérés directement car ils doivent être nettoyés préalablement : passer directement à l'agglomération rendrait impossible le lavage des plastiques car les impuretés restant emprisonnées dans les boulette de plastique "recroquevillées" par l'agglomération.

Lorsque les lames sont aiguisées et que les plastiques sont secs, cette opération peut être rapide, à tel point que la porte de sortie de la cuve peut rester ouverte, pendant que l'opérateur verse les sachets et pellicule par au-dessus, les plastiques déchiquetés sont évacués..

Une très légère déficience de l'affûtage peut entraîner des baisses de productivité énormes (jusqu'à 50 ou 60%), et si le plastique "danse" trop longtemps dans la machine, il forme des lanières plissées où se lovent les grains de sable et autres impuretés, rendant par la suite inefficace le lavage et le séchage

Quand les plastiques sont sales surtout avec du sable, l'abrasion est forte : l'affûtage doit alors se faire au minimum tous les 2 jours.

Programmer l'affûtage : organiser les horaires du responsable pour que le montage et démontage des lames s'effectue en dehors des heures de production pour ne pas provoquer des interruptions.

Prendre en compte que si les lames sont très chaudes après plusieurs heures de fonctionnement de la machine, il faudra attendre avant de les démonter pour ne pas se brûler.

Prévoir également d'avoir 2 ou 3 jeux de lames pour que la machine puisse continuer à tourner pendant l'affûtage.

Les lames sont affûtées souvent, mais les contre-lames qui souffrent moins peuvent l'être plus rarement : tous les mois

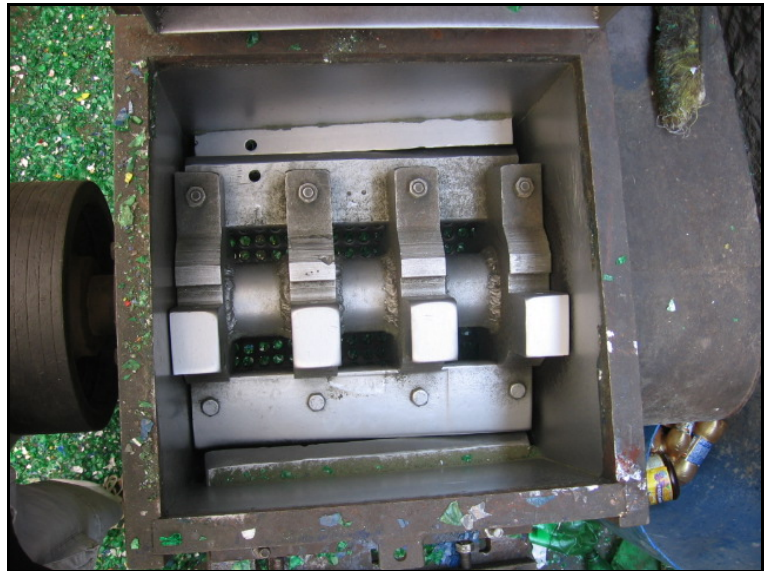
Comment affûter :

En théorie, l'affûtage doit s'effectuer sur une fraiseuse pour respecter la longueur et l'angle des couteaux, néanmoins faire appel à un atelier pour faire sous traiter l'opération est coûteux. Pour économiser, si l'artisan est soigneux et habile, il peut utiliser une meule chaque semaine, et faire rectifier ses lames et contre-lames sur une fraiseuse environ une fois par mois

Procédé de déchiquetage n° 2 : utilisation du broyeur pour plastiques durs

Le broyeur pour plastique durs est un broyeur à axe horizontal avec lames et contre lames, et un tamis qui ne laisser passer que els morceaux de plastiques suffisamment découpés.





Nous avons testé et adopté cette machine pour plusieurs raisons

Décrassage rapide et efficace : nous cherchions un moyen de décrassage rapide du sable des plastiques car ce sable provoquait une abrasion excessive dans l'agglomérateur, avec perte de temps et coût de lames élevé. Nous avons fait l'essai de jeter des sacs très sales dans le broyeur, et nous avons remarqué que secoués dans le tambour, ils étaient débarrassés presque instantanément du sable qui passait au travers de trous du tamis. --> le pré-lavage des plastiques était très efficace, et avec la vitesse avec laquelle le sable partait, les lames n'avaient pas le temps de perdre leur fil.

Déchiquetage rapide et de meilleure qualité : mais en plus, nous avons remarqué que si nous laissons le plastique, le broyeur arrivait à déchiqueter les sachets, et que le déchiquetage se faisait également plus rapidement qu'avec l'agglomérateur, et la qualité des confettis obtenus était meilleure pour le lavage et séchage qui devait suivre (plus plats qu'avec l'essoreuse où ils avaient tendance à s'enrouler en lanière.

Evite perte de temps liées à l'utilisation à deux moments différents d'une même machine : ce système présente également l'avantage de ne pas devoir utiliser 2 fois l'agglomérateur pour deux opérations différentes, et donc de permettre de libérer celui-ci pour la seule agglomération des plastiques après lavage, permettant ainsi d'augmenter la production de 100%

Le tamis du broyeur a des trous d'un diamètre d'environ 20 mm

Adaptation plus facile d'un moteur thermique en cas de défaillance du courant : dans une zone où le courant électrique est le plus souvent défaillant : la plupart des moteurs thermiques diesel ont un axe horizontal, et donc si nécessaire il est plus facile d'adapter ce type de moteur au broyeur via une simple poulie et courroie qu'à un agglomérateur (qui a un axe vertical)

Nous avons adapté un moteur diesel de 20 CV très simple (démarrage à manivelle), sur lequel nous avons adapté le silencieux d'un pot d'échappement automobile

Fiabilité : cette machine n'est au départ pas créée pour travailler la pellicule et les sachets. Lors de nos premiers essais, nous avions des craintes qu'à la longue cela ne fonctionne pas : torsion et usure anormale des lames et contre-lames, fatigue de l'axe et des roulements du tambour car l'espace réduit entre lames et contre lame peut créer un "matelas" entre lames et contre-lames qui risque de fatiguer la machine, même chose pour le tamis, manque de productivité, etc..

Néanmoins après presque un an de production, nous n'avons pas connu de problème majeur et nous avons adopté ce système qui s'est avéré réellement fiable et productif

Une des raisons du succès est la rusticité du broyeur que nous utilisons, qui vient des ateliers de recyclage du Caire en Egypte : il est solide et massif



Les lames du broyeur sont grandes et épaisses : une fois par semaine un affûtage à la meule que nous faisons nous-même, uniquement sur les contrelames (qui sont réglables pour maintenir un écart permanent), et une fois par mois nous faisons affûter les lames chez un sous traitant qui possède une rectifieuse.

Angle d'affûtage : 45°

Le niveau de production avec ce système tourne aux alentours de 500 kg/jour si les lames sont bien affûtées

Il est important de ne pas remplir trop la machine, sous peine de bourrage qui bloquera la machine et abîmera le moteur: alimenter à la même vitesse que la machine déchiquète et évacue les déchets vers le bas

Le rotor a tendance à éjecter les sachets: il faut donc boucher la trémie d'alimentation et exercer une pression vers le bas du tambour.

Nous payons la sous-traitance du déchiquetage des sachets à 50 francs congolais/kilo (0,1\$), avec un artisan qui travaille avec un moteur diesel

Deux personnes sont nécessaires : amènent les sacs à la machine, alimentent celle-ci en poussant la matière dans la trémie, ramassent la production qui tombe, la mettent dans des sacs, pèsent à l'entrée et à la sortie, chargent les véhicules qui emportent la matière, vont se faire payer, remplissent les cahiers de production, de gestion financière, font les courses, effectuent les réparations

Outils et accessoires à prévoir : graisseur, balais pour ramasser la matière, balance 50 kg, cahiers, jeux de clés, pinces et tournevis, marteau, 50 sacs rafia

Consommation gasoil par Kilo déchiqueté : 0,03 litres

9. Lavage

Importance : de la bonne qualité du lavage dépend la survie de l'entreprise

Les clients consommateurs de la matière 1ère recyclée doivent impérativement recevoir une matière où sont bannies les impuretés telles que le sable, le bois, les résidus d'étiquettes, papiers collants, agrafes, etc....

Leur élimination est importante non pas tant à cause de l'aspect sale des produits à fabriquer (les clients font principalement des produits noirs, assez rustiques ou l'aspect importe peu), mais surtout parce qu'une matière contenant des impuretés bouche les machines et les l'entrée des moules, et/ou provoque des trous dans les parois de la matière soufflée ou extrudée, causant de nombreuses pannes et interruptions souvent longues sur des machines qu'il avait parfois fallu faire chauffer pendant des heures et à grand coût

Ce sont surtout les poussières et corps durs qui sont gênants.

Un client qui a connu une mauvaise expérience de ce type en achetant une matière 1ère recyclée qui lui a causé des interruptions et pannes ne rachète généralement plus jamais chez le fournisseur qui 1 seule fois lui aurait livré de la mauvaise matière, et très vite, via le bouche à oreille, le producteur de plastique recyclé risque de perdre tout espoir de vendre et pourra fermer son négoce.

Il convient donc que les matières soient lavées et maintenues propres et d'être très exigeant avec les travailleurs à ce niveau.

Importance également des précautions lors de la manipulation et stockage des plastique pour éviter sable, poussières, mélanges de matières : lorsque la matière doit être déversée sur le sol (ex à la sortie essoreuse, lors d'une séchage au soleil), il faut la mettre sur des bâches parfaitement propres, les opérateurs doivent s'essuyer les pieds avant de circuler sur la bâche. Quand les plastique sont mis en sac, ces derniers doivent être propres, ils doivent avoir été secoués pour s'assurer que le sable, farine, reste de légumes qu'ils auraient pu contenir ont été expulsés.

Lors du stockage, il faut fermer IMMEDIATEMENT et soigneusement les sacs, si les plastique sont étendus à l'extérieur pour sécher, veiller à ce qu'il n'y ait pas de vent qui puisse amener de la poussière et éviter de travailler en-dessous d'arbres qui perdent leurs feuilles, brindilles ou branches. Les sacs rafia tombent facilement dans un atelier et souvent les travailleurs remettrent la matière déversées (et sale) dans le sac : une fois remplis, il doivent être fermés au plus vite. Pour éviter que le sac ne tombe et pour accélérer la vitesse de remplissage en maintenant grand ouvert celui-ci, nous avons mis au point des "porte-sacs" économiques, fabriqués avec du simple fer à béton de 8 mm plié et soudés.





Comment procéder au lavage ?

Le lavage s'effectue à l'eau : les plastiques déchiquetés sont jetés dans de grandes cuves où l'eau est remuée vigoureusement pour les secouer, les faire se frotter les uns contre les autres, et en détacher les impuretés. Ensuite on laisse reposer : les saletés coulent (sable, déchets de nourriture, restes de papier, etc...), tandis que le plastique flotte dans l'eau et n'a plus qu'à être récupéré.

Ensuite le plastique doit être rincé dans une autre cuve, pour encore en brasser les crasses qui restent

En principe, pas besoin de détergent : le brassage de l'eau suffit généralement pour enlever la grosse partie de la saleté. Ce n'est que lorsque les plastiques sont très sales, quand ils ont par exemple séjourné dans un caniveau, qu'on peut utiliser un détergent universel ou de la poudre à lessiver classique

Le plastique est lavé dans de cuves qui doivent grandes (environ 2,5 m sur 1,2 m X H 1,2m) pour y vider des sacs rafia entiers et bien manipuler des plastiques encombrants, qui ont tendance à voler dans tous les sens. Sur la cuve, est installé un malaxeur, hélice actionnée par un moteur électrique qui tourne lentement (pour ne pas envoyer l'eau en dehors de la cuve) et brasse l'eau et les plastiques. Le malaxeur est monté sur un bâti à roulettes posé sur des rails, qui peut ainsi coulisser pour brasser les plastiques sur toute la longueur de la cuve



Le moteur du malaxeur a besoin d'une puissance d'environ 2 CV, la vitesse de rotation de l'hélice tourne entre 50 et 100 tours/minutes pour un brassage efficace

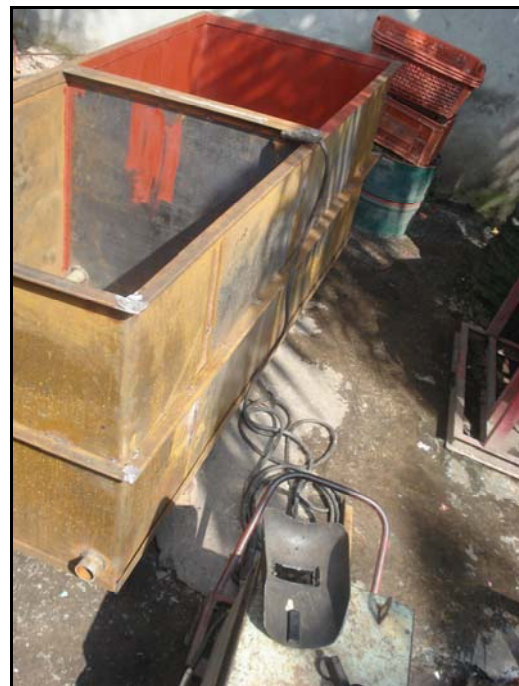
Attention à l'interrupteur, au câble et boîtes à fusibles du malaxeur : bien les isoler de l'eau pour éviter accidents et court-circuit, utiliser un interrupteur qui peut être manipulé avec les mains mouillées



Afin qu'elle puisse être utilisée également pour le lavage des plastiques durs qui nécessite bien souvent l'utilisation de détergent impliquant le chauffage de l'eau (soude caustique). La cuve de lavage doit être posée sur un socle en brique, rectangle formant un muret d'une trentaine de centimètres de haut, en dessous duquel sera placé un brûleur à pétrole rustique. Attention, le poids de l'eau dans la cuve étant très élevé (2,3 tonnes) et l'eau en mouvement, le muret doit être solide, bien nivelé et recevoir des fondations en pierre pour éviter l'affaissement. Pour pouvoir être chauffée, cette cuve doit être métallique : fabrication du corps de la cuve en tôle de 2mm d'épaisseur pour les parois, 3 mm pour le fond, renforcée et cerclée par une ceinture de solides cornières.

Le sol autour des cuves de lavage et rinçage doit être bétonné sinon il y a beaucoup de boue- Veiller à ce que le sol ne soit pas glissant non plus, sinon risques d'accidents. Si la cuve est surélevée pour mettre le brûleur, elle risque d'être fort haute pour les opérateurs : prévoir un marchepied en matériel non glissant où peuvent circuler les opérateurs, d'environ 60 cm de largeur au moins, mis à bonne hauteur pour que les opérateurs puissent travailler confortablement.

Dans le prolongement des cuves de lavage doivent se trouver deux (ou même une seule) cuves de rinçage dont le volume de contenance doit être égal à celui de la cuve de lavage. Ces cuves peuvent être faites en béton ou en tôle (pas d'importance). Les cuves de rinçage doivent être proches de la cuve de lavage pour que les opérateurs puissent faire passer des charges parfois lourdes d'une cuve à l'autre.



Outil permettant de manipuler les plastiques en grande quantité et en diminuant les efforts : un filet de pêche d'environ 1,5mX1,5m à faire fabriquer chez des pêcheurs locaux, avec des mailles d'environ 15 mm de côté. Il permet à deux travailleurs de saisir de grandes quantités de plastique, de les brasser dans la cuve, d'en évacuer une grande quantité d'eau



Des tabliers longs (au moins jusqu'aux genoux) et imperméables sont nécessaires. Ils peuvent être fabriqués avec des bâches découpées + cordes, avec des œillets en caoutchouc faits avec des restes de chambre à air là où s'accroche la corde au tablier. Les plastiques retirés de la cuve doivent parfois être mis en attente avant de passer à l'essoreuse : avoir 4 grands paniers en plastique à linge faciles à vider dans l'essoreuse, d'où l'eau peut continuer à s'écouler.

Evacuation de l'eau

Les cuves sont équipées d'un tuyau de sortie vers le caniveau. L'eau, qui ne contient pas de détergents, n'est pas très sale (terre), et a moins que les plastiques lavés aient contenu des produits contaminant, elle peut être jetée comme telle sans provoquer de pollution.

Attention quand le caniveau est petit : veiller à ne pas vider d'un grand coup les plusieurs mètres cubes que contient la cuve, sous peine de provoquer des inondations.

Le tuyau de sortie doit être métallique (si on chauffe l'eau) et d'un diamètre d'au moins 50 mm. Il devra être équipé d'une vanne solide.

Il est important au moment où l'on jette l'eau, de mettre des filtres à la sortie même de la cuve, qui retiennent les petits bouts de plastiques, de papier etc. il faut en effet empêcher que ceux-ci soient évacués avec l'eau, car sinon ils boucheront les canalisations, provoqueront l'imperméabilisation des sols, et si l'eau est envoyée vers un puits perdu, celui-ci sera vite saturé et rempli.

Fabrication d'un filtre pour laisser passer l'eau mais pas les crasses :

Prendre un carré de treillis à lapin ou à poulailler de 40X40 cm environ, qu'on enroule pour lui donner la forme d'un cône (cornet de frites) d'environ 25 cm de long qui dans son tiers le plus large a à peu près le diamètre de la sortie des cuves. On "plante" ce cône avec la pointe enfoncée dans l'évacuation de l'eau, en y ayant fourré préalablement un carré de toile de moustiquaire dont le centre est poussé vers la pointe du cône. Quand l'eau sort, les crasses restent donc prisonnières dans le cône, qui peut être vidé plusieurs fois des plastiques qui y seront pris au piège au fur et à mesure du vidage de la cuve.

Economies d'eau

L'eau à changer le plus fréquemment est celle de la cuve de lavage qui reçoit les impuretés. Elle s'encrasse après une quinzaine de jours et commence à sentir mauvais. Pour prolonger sa durée vie de l'eau, on peut y jeter un peu de chlore en poudre.

Pour économiser l'eau, réutiliser l'eau de rinçage (peu sale) pour le lavage qui ne nécessite pas une eau très pure. Une petite pompe électrique de 1CV peut être utilisées pour ce faire (toujours utile dans l'atelier, important de mettre des tuyaux flexibles - dont une haute pression- pour permettre de transvaser les eaux dans l'un ou l'autre sens en fonction des besoins)

Au Congo où les pluies sont abondantes, les cuves peuvent être facilement remplies via la récupération des eaux des précipitations qui coulent sur les toits des hangars. Il suffit de faire aboutir les tuyaux des gouttières dans une cuve de rinçage



10. Essorage

Le séchage commence en enlevant la grosse partie de l'eau contenue dans les plastiques via l'essorage la matière

Pour ce faire, on utilise une essoreuse à tambour vertical simple et rustique qui peut être fabriquée artisanalement : le bâti est fait de fer "U" et cornière récupérées, sur lequel est fixé un tambour (qui doit être très solidement fixé) soit récupéré d'une ancienne machine à laver soit fabriqué à partir d'une tôle percée de petits trous cintrée en forme de cylindre et fixée autour d'un axe avec de solides rayons (dans ce cas, veiller à la qualité de fabrication : rayons et axe solide, cerclage du tambour pour éviter les déformations). Le tambour est actionné via une poulie placée en bas et reliée par une courroie à un moteur de 3 ou 4 chevaux, soit électrique, soit à essence (moteur de tondeuse à gazon).



La machine est simple et peut être fabriquée, artisanalement, mais en insistant sur la nécessaire qualité de sa construction : vu la grande vitesse de rotation du tambour qui est lourd, et le danger que cela suppose en cas de détachement, insistons sur la solidité de sa fixation, sur le fait d'éviter les vibrations qui pourrait le détacher, sur le cerclage solide qui évite les déformations, sur la qualité de l'attache des poulies, sur la solidité de l'axe et des éventuels rayons, sur le soin à prendre des roulements.

La taille des poulies est fonction des caractéristiques de vitesse du moteur. La vitesse du tambour doit être comprise entre 700 et 900 tours/minute

Il faut une tôle autour du tambour, écartée d'au moins 3 cm de celui-ci, pour éviter les projections d'eau vers les personnes situées aux alentours. La tôle peut être fine, mais attention à ce qu'elle soit bien fixée pour éviter qu'elle ne frotte sur le tambour

L'essoreuse doit être placée sur une dalle béton : les projections d'eau sur le sol créent de la boue, dans laquelle l'essoreuse, à cause des vibrations, a tendance à s'enfoncer

L'essoreuse, si elle vibre trop doit être placée sur des silentbloc de voiture placés sous le bâti et vissés solidement avec des chevilles dans le dalle béton, ou alors posée sur des gros languettes de vieux pneus de camion (attention : tous à la même épaisseur pour éviter dénivelé)



Uneessoreuse équipée d'un tambour qui peut basculer après essorage pour faciliter les opérations de vidage des plastiques est beaucoup plus productive.

Si on utilise un moteur électrique, ce dernier peut basculer avec la cuve sans problème. S'il s'agit d'un moteur à essence, il faut que le moteur reste droit pour ne pas que l'huile et essence ne coulent, et donc il faudra à chaque fois défaire la courroie qui relie la poulie moteur à la poulie tambour



Comment procéder ?

- Il est recommandé de maximiser le volume des charges (sans exagérer pour ne pas surcharger la machine), car la différence de durée d'un essorage complet entre une machine peu ou fort chargée n'est pas grande, alors que les pertes de temps sont plus grandes quand on multiplie le nombre de chargements-déchargements.
- Il faut veiller à équilibrer la charge dans le tambour lors du remplissage de l'essoreuse, pour éviter trop de vibrations
- Tasser si nécessaire le plastique dans l'essoreuse. Ne pas laisser le plastique monter jusqu'au dessus du rebord du tambour, sinon une partie volera alentours et provoquera des pertes de matières
- La durée pendant laquelle la machine doit tourner est variable, elle est de l'ordre de 5 à 10 minutes. Elle dépend de la quantité de matière chargée. L'essorage est terminé lorsqu'il n'y a plus de gouttes d'eau qui coulent en bas de la machine
- Le plastique qui sort de l'essoreuse n'est plus mouillé : il est seulement humide
- Si l'essoreuse est équipée d'un tambour basculant, il faut déverser les plastiques sur une bâche propre posée sur le sol.
- Une fois récupérés, les plastiques, les mettre dans un sac rafia PROPRE
- Du plastique tombe souvent sur le sol : le faire repasser par le lavage

Sécurité et maintenance :

Les travailleurs doivent être d'une grande prudence lors de la manipulation de la machine : pas de distraction (papotages, main dans la machine, remplissage excessif, outils et pièces métalliques accrochées, sacs qui traînent...), éviter que les surfaces autour de la machine ne soient glissantes.

Ne pas manipuler le tambour tant que celui-ci n'est pas parfaitement à l'arrêt.

Un frein très simple et bon marché est constitué d'une grosse corde non synthétique enroulée une fois autour de l'axe du tambour et accrochée d'un côté au bâti permet d'arrêter instantanément l'essoreuse en tirant fortement sur la corde, qui serre alors l'axe central. Être très prudent pour le placement de la corde : qu'elle ne pendouille pas et puisse pas se prendre dans les pièces tournantes.



Graisser souvent les pièces tournantes de la machine, notamment les roulements. Protéger le moteur électrique et les interrupteurs des projections d'eau pour éviter grippage des pièces, les court-circuit et électrocution

Vérifier régulièrement l'état des soudures du bâti, des rayons et des pièces les plus soumises à vibration pour éviter des cassures, vérifier également le serrage des écrous, la présence des goupilles par exemple sur l'écrou qui tient l'axe etc..., vérifier si les bords du tambour ne se déforment pas --> la haute vitesse et les vibrations causées provoquent le desserrage des boulons, des cassures, etc... et cela peut entraîner de graves accidents.

Prévoir une courroie de rechange pour remplacement rapide en cas de rupture
Pour éviter vibrations, assurer également que la courroie soit bien tendue. La machine doit être équipée d'un tendeur

11. Finalisation du séchage : évaporation des résidus d'humidité

Toute l'humidité doit être évacuée des plastiques lavés, sinon l'agglomération se fera très lentement par la suite, entraînant de grosses pertes de temps

Remarque : perte de poids des plastiques au cours du processus de lavage-séchage

La différence de poids entre le moment où on commence à laver le plastique et le moment où se termine le séchage est importante : il y a entre 20 et 25% de pertes par rapport aux quantités déchiquetées.

Cette perte est celle des crasses et de l'humidité que portent les sachets avant lavage : la pellicule plastique est tellement fine que de l'eau ou des poussières qui y sont collés influent fortement sur leur poids

D'où l'intérêt d'être exigeant au moment de l'achat afin de ne pas payer des kg de crasses, et de demander aux collecteurs et comptoirs d'achat-vente qu'ils secouent les plastiques et les vident de leur eau

Lorsqu'on recycle des déchets ménagers cette différence de poids est plus forte que pour les déchets industriels qui arrivent le plus souvent propres et secs.

1er système exposition au soleil

Dans les pays chauds, à conditions de disposer d'un grand espace et qu'il ne pleuve pas, les plastiques peuvent être étendus au soleil.

C'est la solution la plus économique.

Pour accélérer le séchage et éviter que les poussières du sol ne se déposent sur les plastiques : tables de séchage de 3 mètres de longueur sur 1,5 (pas trop large, pour permettre à l'opérateur d'accéder avec le bras au milieu de la table, et de la hauteur d'une table normale. L'armature peut être légère (par exemple fer à béton de 8 ou de 10), sur le plateau de laquelle est tendu un treillis à lapin, avec un rebord de 10 cm à chaque coin de la table (contenir les plastiques au moment où ils sont vidés, et éviter qu'ils ne tombent sur le sol lors de la manipulation ou à la moindre de brise. Lors du séchage, une toile de moustiquaire est étendue sur toute la surface de la table et sur les rebords, qui peuvent être enlevée avec les plastiques dedans.



Les mailles offrent une ventilation du bas vers le haut, facilitant l'évaporation et l'eau passe tombe par terre à travers elles. Elle s'évapore également vers le dessus par l'effet de la chaleur sur la surface supérieure des plastiques. La hauteur des tables permet aux opérateurs d'être à bonne hauteur de remuer de temps en temps les plastiques pour les décoller les uns des autres et faciliter leur ventilation.

Il est important que les opérateurs remuent les plastiques : cela accélère le processus. Lorsqu'il y a du vent, pour éviter que les plastiques qui sèchent ne volent, on peut les couvrir d'une toile de moustiquaire qui les retient.

Le temps de séchage est très variable : de 15 minutes à 2 heures en fonction de la chaleur ambiante, du degré d'humidité et de l'épaisseur de la couche de plastiques.

On étend une couche de max 10 cm d'épaisseur de matière non tassée sur la table (au-delà le séchage est très lent). Malheureusement cela représente un poids limité par rapport à la surface. Il est nécessaire de disposer de grands espaces pour sécher des quantités significatives de plastique. C'est rarement le cas en ville. C'est la raison pour laquelle nous avons développé un autre système de séchage

2ème système : four

Ce four est un caisson métallique avec des entrées d'air en bas, de sorties en haut (courant d'air qui rentre par le bas, qui monte et s'échappe par le haut).

En bas, il est traversé dans toute sa longueur par un tuyau de 50 cm de diamètre (conduite d'eau en acier).

Ce tuyau est comme un poêle à bois fermé d'un côté et avec une porte d'alimentation pour le combustible de l'autre (malheureusement, on est obligé d'utiliser du bois en l'absence de gaz ou d'électricité convenable). Nous faisons un feu doux (parfois nous mettons des déchets de plastique aussi).

Sur ce tuyau est greffée perpendiculairement une cheminée (qui serpente dans le caisson pour diffuser au maximum la chaleur).



A mi-hauteur du caisson, un axe sur lequel tournent comme une broche, deux "cages" (100cmsX80X80). Ces cages sont faites avec une structure légère en barre à béton, parois en treillis à lapin recouvert de toile de moustiquaire--> bon marché), dans lesquelles nous mettons les plastiques à sécher. Portes d'alimentation des paniers en haut, tiroirs de récupération des plastiques en as



Une manivelle reliée à l'axe qui porte les cages et située à l'extérieur du four permet de faire tourner l'axe qui supporte comme des broches, et provoque le mouvement des plastiques qui y roulent et retombent ; pendant que l'air chaud passe entre les morceaux en emportant l'humidité

Même si le four n'est pas polluant sa cheminée doit être bien haute pour éviter d'enfumer les maisons environnantes

Pour faciliter un courant d'air (chaleur monte du bas vers le haut) des petites entrées d'air sont percées en bas du four et des sorties en haut : crée un appel d'air qui monte et s'échappe en se chargeant de l'humidité des plastiques en passant au travers des paniers en mouvement

Les tiroirs du four sont légers (armature de fer à béton de 8), avec des petites roulettes à leur extrémité pour faciliter leur entrée et sortie, et les parois sont en toile de moustiquaire (métallique pour ne pas fondre avec la chaleur).

Le four doit être chauffé 2 heures avant la production pour atteindre son rendement

Eviter les grosses flambées et les consommations de bois inutiles. Le tuyau en fonte emmagasine la chaleur : une fois le four chauffé y maintenir la chaleur et donc un simple tapis de braises, en tâchant d'économiser au maximum le bois. Isoler au maximum le caisson pour y maintenir la chaleur : isolement en triplay, en laine de verre (mais alors double-parois : coûteux).

Il peut être intéressant de se mettre en contact avec des scieries ou des chantiers de construction qui produisent de nombreux déchets de bois pour tâcher d'économiser ce combustible

Il est important de prévoir un bon stock de bois pour éviter les interruptions en pleine journée de production.

Le four doit être bien chargé en plastique : il ne faut pas le chauffer pour un demi-rendement: il est important de bien remplir les deux paniers et qu'il ait donc un approvisionnement suffisant de matière essorée.

Le bon rendement du four réside aussi dans la grande régularité des opérateurs, qui tiennent un rythme et font par exemple 15 chargements de 20 kilos sur une journée.

Les opérateurs du four doivent éviter de perdre du temps lors du remplissage et du vidage des paniers. C'est souvent à ce niveau que l'on perd du temps

Les plastiques doivent être laissés dans le four environ 20 minutes pour être parfaitement secs (charge d'environ 20 kg réparties dans 2 paniers)

Lors du vidage des paniers, ceux-ci sont ouverts, et ensuite basculés vers le bas afin que la matière tombe dans les tiroirs. Préalablement, on aura pris soin de mettre une fine planche ou un carton dans le fond du tiroir : la toile de moustiquaire chauffée dans le four près du tuyau est brûlante et fait fondre le plastique, créant une pellicule dure qui empêche l'air chaud de passer au travers des tiroirs.

La matière, chaude, ne peut être mise directement dans les sacs : sinon elle prend l'humidité. Les tiroirs du four doivent donc être vidés sur une table de séchage où le plastique sera étendu quelques minutes (4 ou 5) pour s'aérer et refroidir un peu. Il pourra ensuite être mis dans des sacs pour passer à l'agglomération

12. Agglomération

La matière est jetée dans un broyeur à axe vertical où le plastique propre termine d'être cisailé en morceaux plus petits encore pour ensuite être aggloméré en boulettes qui est la matière 1ère achetée par l'industrie.

Machine

L'agglomérateur est le même que celui décrit plus haut dans la partie consacrée au déchiquetage → il est équipé d'une lame tournant à grande vitesse dans une cuve cylindrique verticale, sur les parois de laquelle sont placées des contre lames : les lames et contre-lames se chevauchent comme les couteaux d'une paire de cisailles

Le moteur doit être puissant car la pellicule plastique est fort résistante, notamment à la traction: 20 CV sont nécessaires au moins pour un bon rendement

Agglomération :

- En tournant, le plastique frotte contre les lames et contre les parois de la cuve : il chauffe de plus en plus. Les parois de la cuve également chauffent : après quelques minutes, le plastique chauffé commence à fondre et devient pâteux, la cuve est brûlante.
- Si on laisse tourner la machine trop longtemps, la matière va se plastifier à tel point qu'elle deviendra comme un gros gâteau pâteux dans lesquelles les lames s'enlisent et qu'elles n'arrivent même plus à traverser, bloquant alors la machine.
- Juste avant la formation de ce gâteau, quand on voit qu'il y a des petits grumeaux de pâte qui commencent à se coller les uns aux autres, il faut jeter environ 1/2 litre d'eau froide : cela refroidit brutalement la matière, qui alors se durcit et se contracte. La pâte se durcit brutalement, et les lames, au lieu de couper et étirer la matière comme un ciseau la casse : on obtient alors des petites boulettes de plastique dur, compacts et sans bulle d'air.
- Lorsqu'on jette l'eau, avec la chaleur, de la vapeur se forme et s'échappe violemment de la cuve. L'opérateur doit s'écarter un peu. Il est nécessaire d'attendre que l'eau se soit complètement échappée pour vider les plastiques de la machine : il faut attendre de ne plus voir de vapeur qui monte
- Il est parfois nécessaire de rejeter de l'eau une seconde fois, si les plastiques restent à l'état pâteux
- Lorsque toute la vapeur est échappée, on ouvre la porte et la matière est éjectée vers l'extérieur : récupérer dans un sac propre.



Table de séchage : le plastique ne doit pas être mis directement en sac : il faut d'abord le laisser quelques minutes sur une table de séchage pour qu'il y refroidisse et que l'humidité ne se condense pas dessus

Entretien - pièces de rechange

Lames : affûtage à 45°, épaisseur : 10 mm, acier dur pour le tranchant des lames (éviter abrasion)



Lames et contre lames sont séparées en hauteur de 30 mm, et se croisent à concurrence de 50 mm. Les lames peuvent être de forme rectangulaire, elle iront en s'arrondissant pour former une pointe avec le temps



L'affûtage peut se faire à la meuleuse

Pour économiser sur le budget lames, il est possible de souder un tranchant d'acier dur sur le corps de la lame.



13. Stockage et commercialisation

La matière doit être stockée dans des sacs rafia propres et cousus, de poids uniforme (par exemple 25 ou 50 kg).

Le stock doit être mis sur des palettes pour éviter humidité provenant du sol



Cette matière est prête à être vendue à des entreprises qui font l'extrusion ou l'injection de produits finis.

Ce type de matière peut être utilisée seule ou mélangée avec de la résine vierge, pour la fabrication de produits noirs ou dont la couleur importe peu.

Nos clients fabriquent les produits suivants : tuyau de gainage électrique, boîtes de dérivation électrique, sachet, ...



Ce document a été réalisé avec l'aide financière de l'Union européenne.
Le contenu de ce document relève de la seule responsabilité de Ingénieurs sans Frontières et ne peut en aucun cas être considéré comme reflétant la position de l'Union Européenne.



Ce projet a été financé par
l'Union Européenne

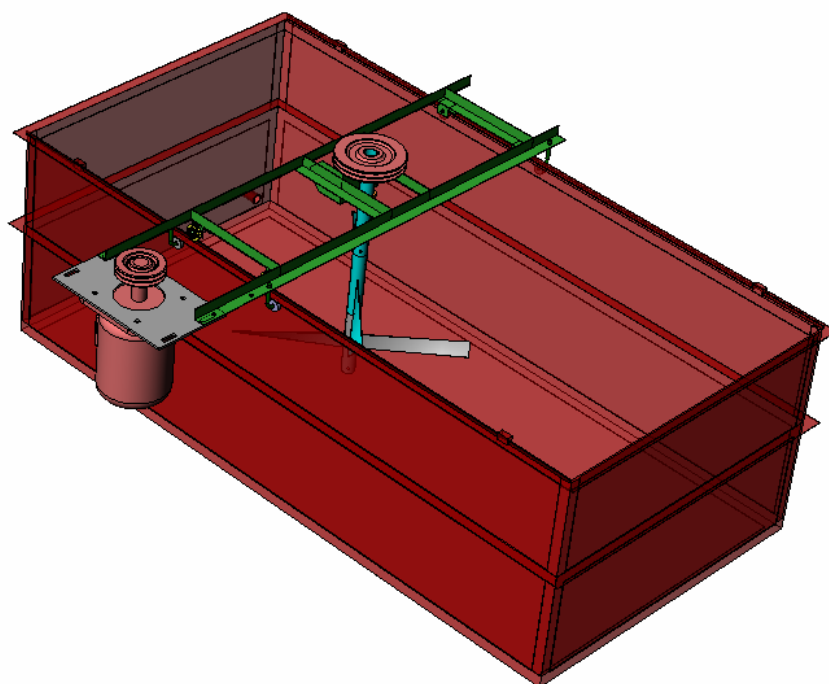


Conçu et réalisé par
Ingénieurs sans Frontières



Guide technique d'une chaîne de recyclage des sachets plastiques dans les pays en développement

Projet de Kinshasa (RDC)



TOME 2 – Plans techniques des machines

Ont collaboré à ce fascicule :
Jean-Christophe Maisin - Benoit Mpoyi – Philippe Langouche – Michel Joie

Ingénieurs sans Frontières
Rue d'Edimbourg 26 - 1050 Bruxelles

INDEX

INTRODUCTION ET GENERALITES

Ce manuel vient en complément du guide technique d'une chaîne de recyclage des déchets plastiques dans les pays en développement et relate les expériences du projet de Kinshasa (République Démocratique du Congo)

Il a pour but de mettre à la disposition des initiatives privées la documentation technique pour construire les machines nécessaires à un atelier de recyclage.

Toutefois les plans présentés ici sont des schémas de principes et ne sont ainsi pas à l'échelle, hormis pour les cotes données.

Toute utilisation de ces plans pour reproduire des machines dans le but de développer des activités de recyclage sont libre d'accès et de droit pour le bienfait des populations des pays en voie de développement.

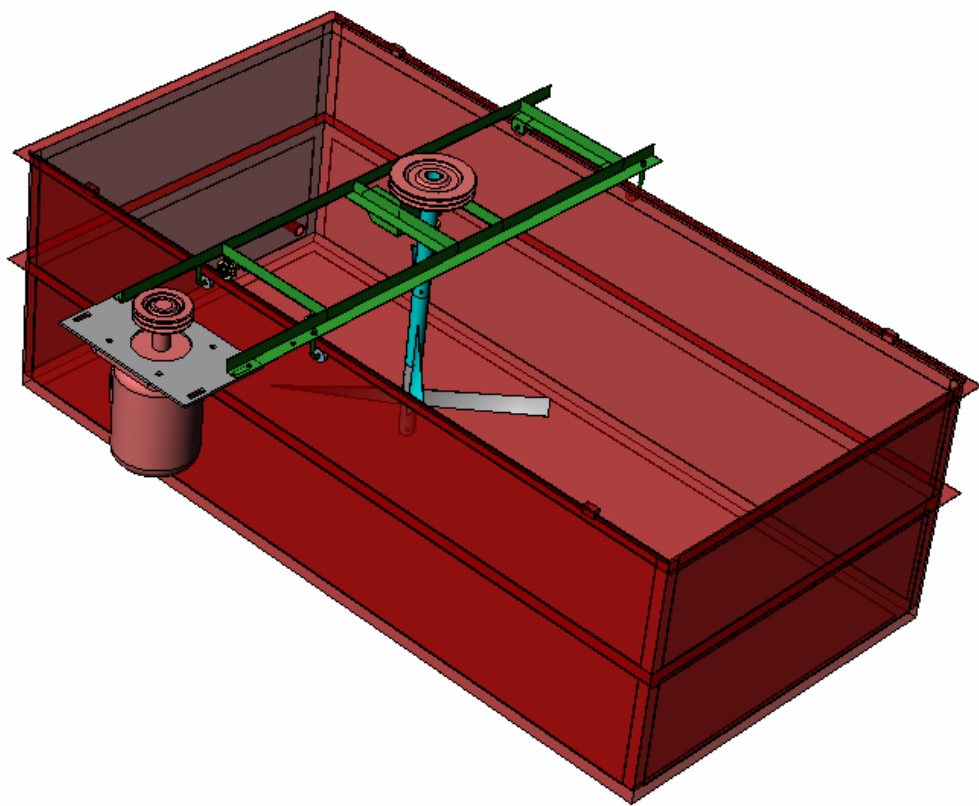
Ingénieurs sans Frontières dégage toute responsabilité quant à l'utilisation et aux conséquences liées à l'utilisation de ces plans.

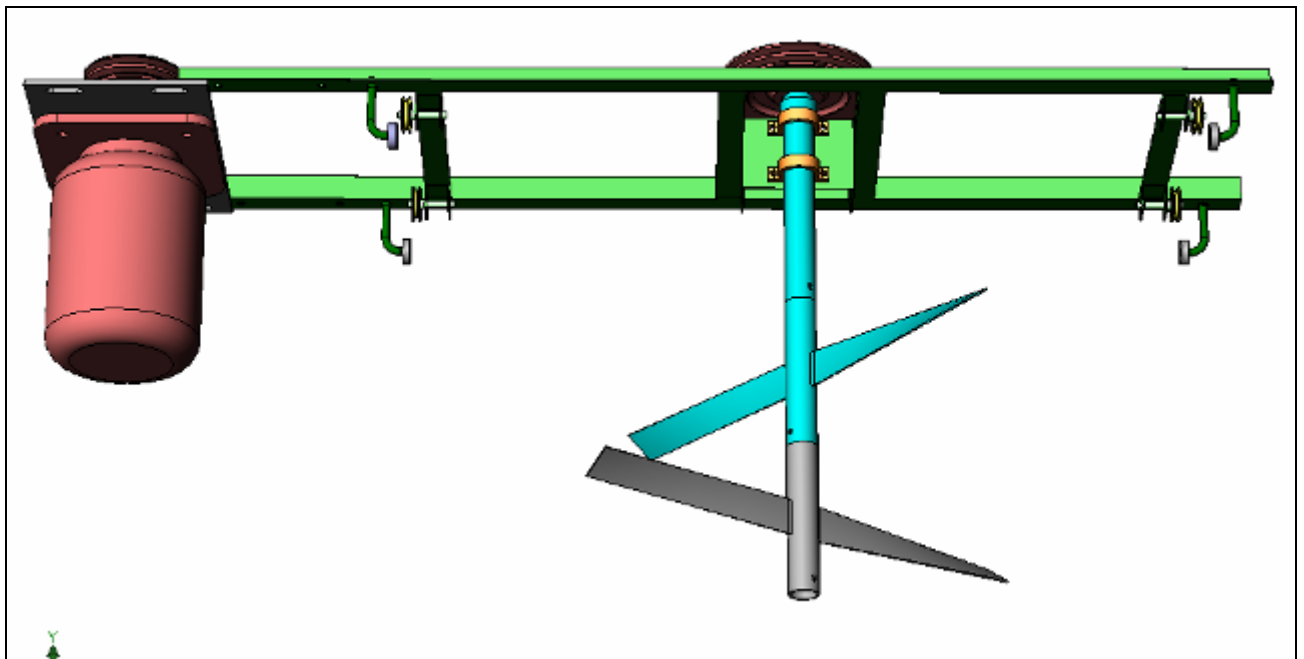
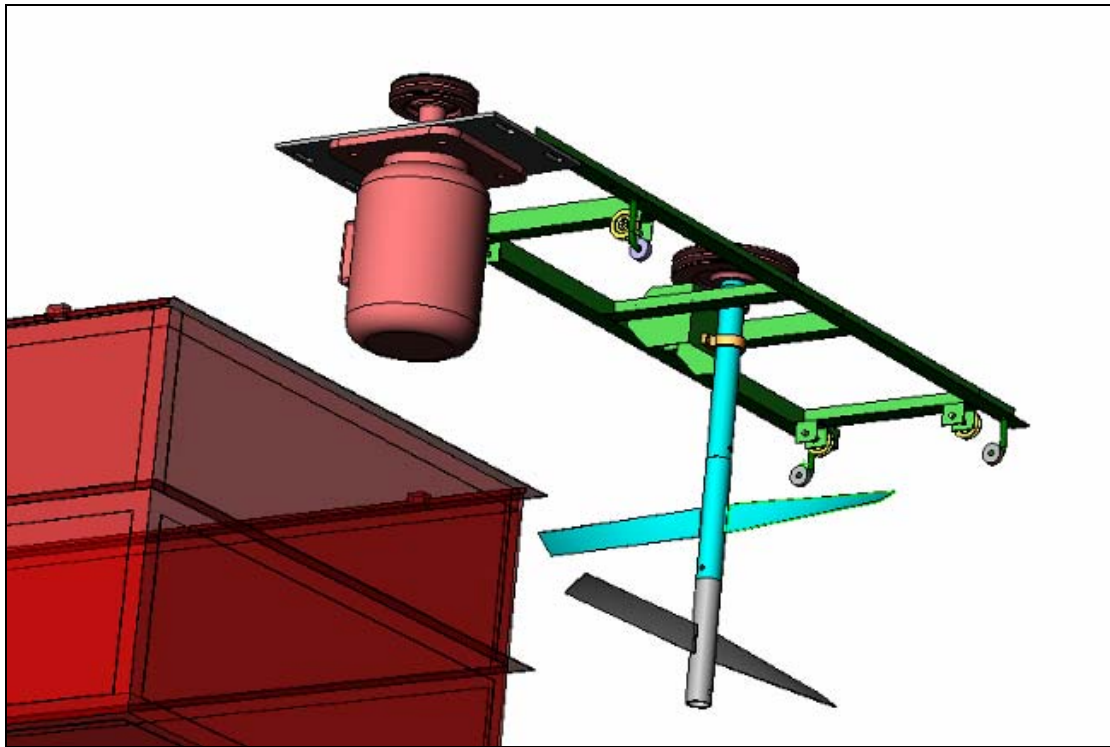
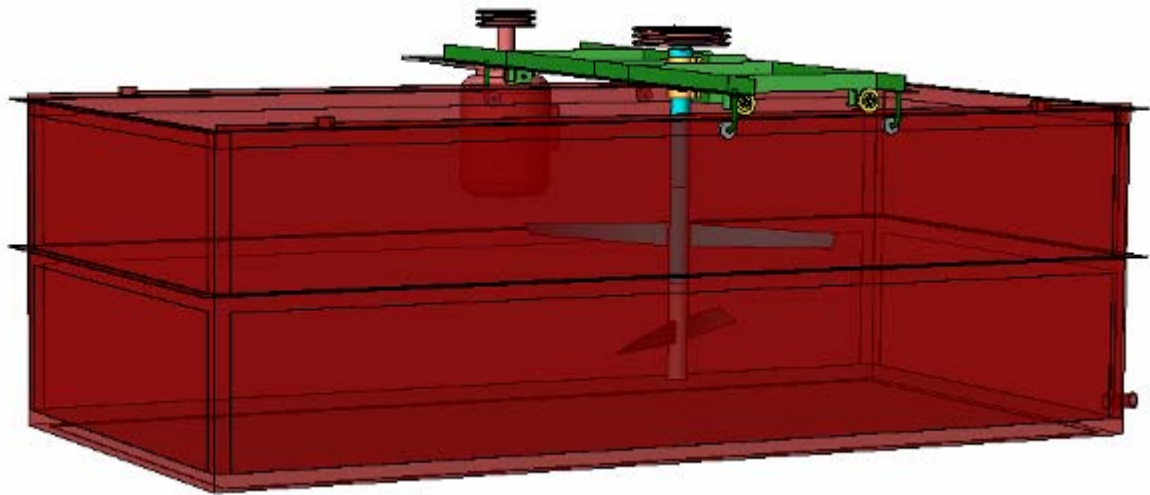
SOMMAIRE

Plan de fabrication d'une station de lavage
Plan de fabrication d'uneessoreuse basculante
Plan de fabrication d'un agglomérateur de sachets

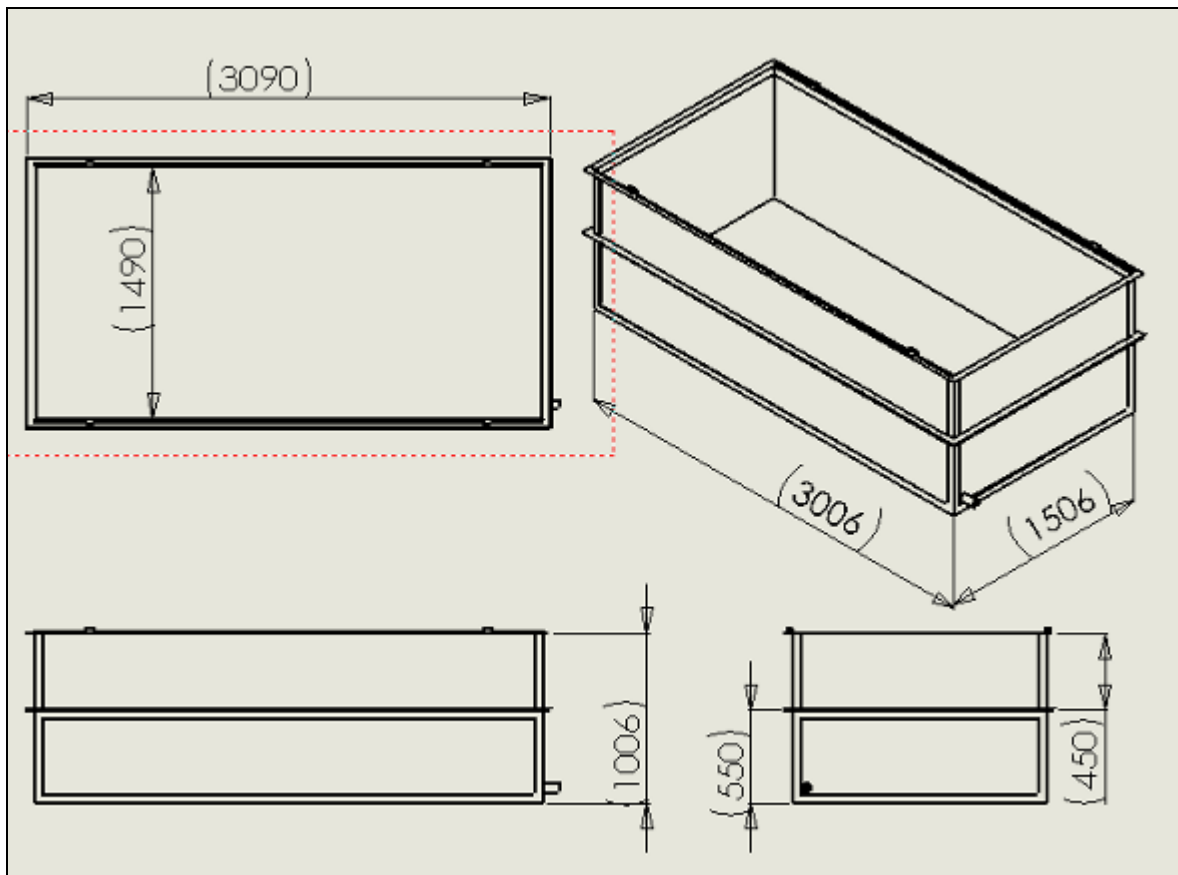
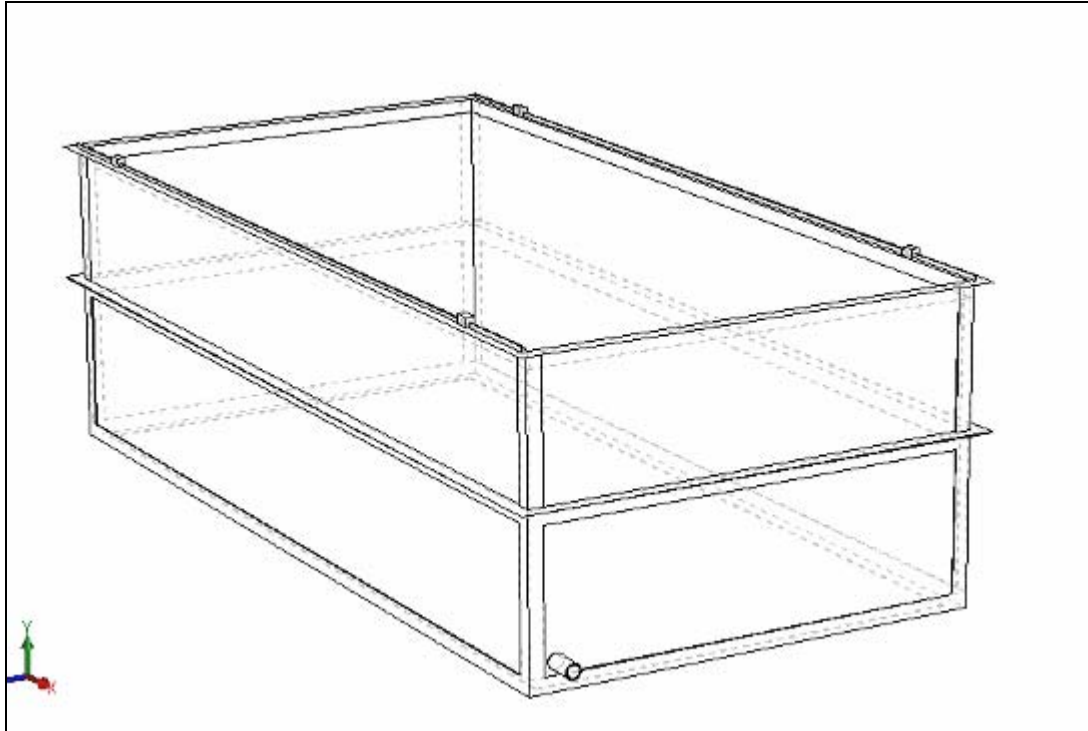
STATION DE LAVAGE

Station de Lavage (Cuve et Malaxeur)
Washing station (tank and agitator)

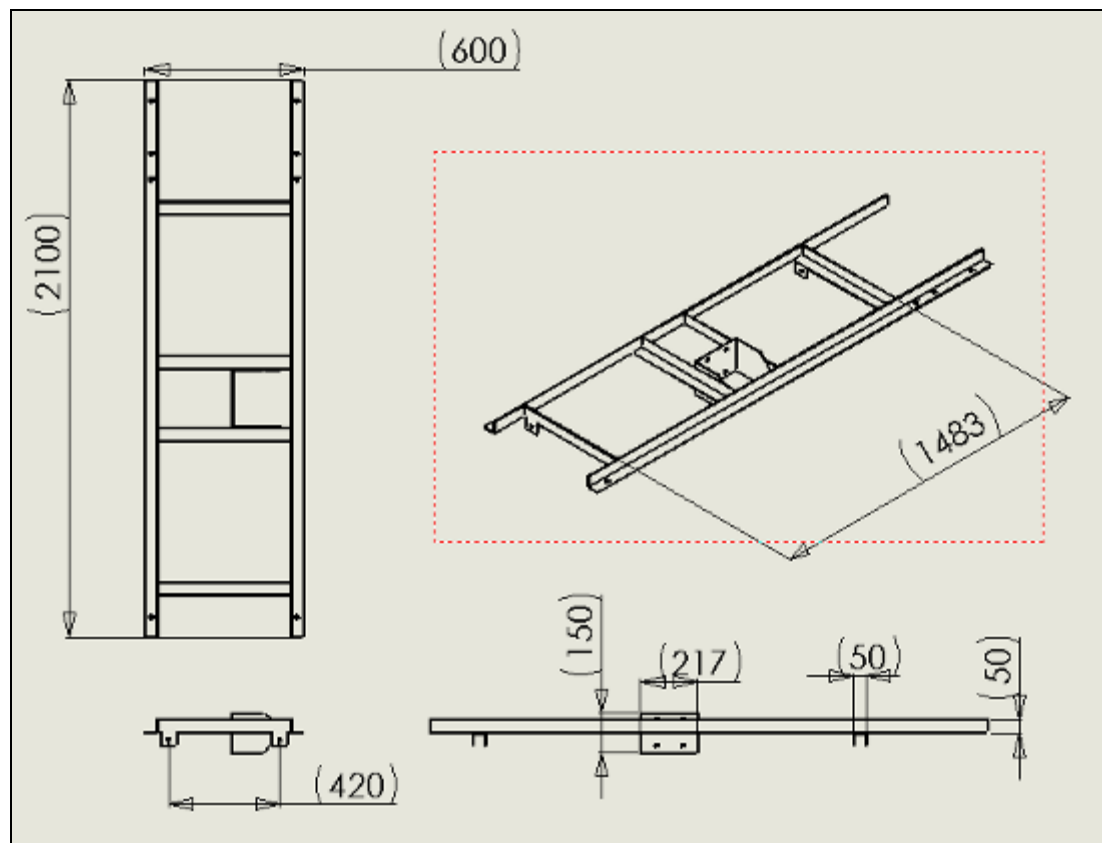
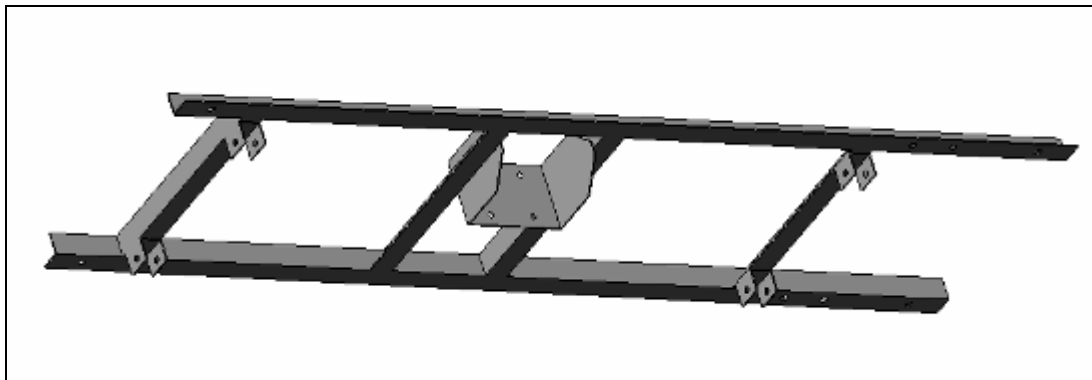
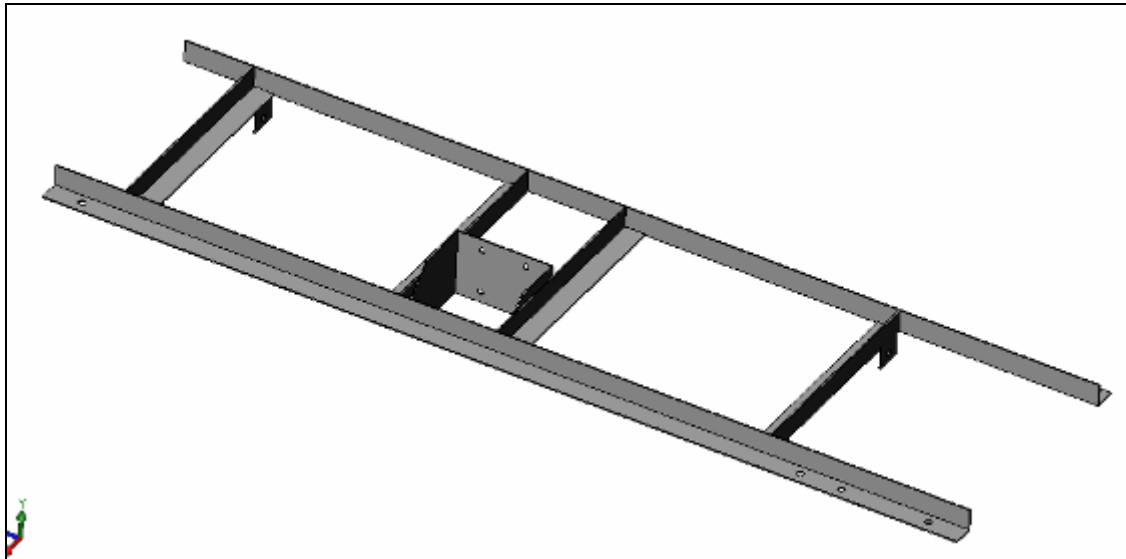




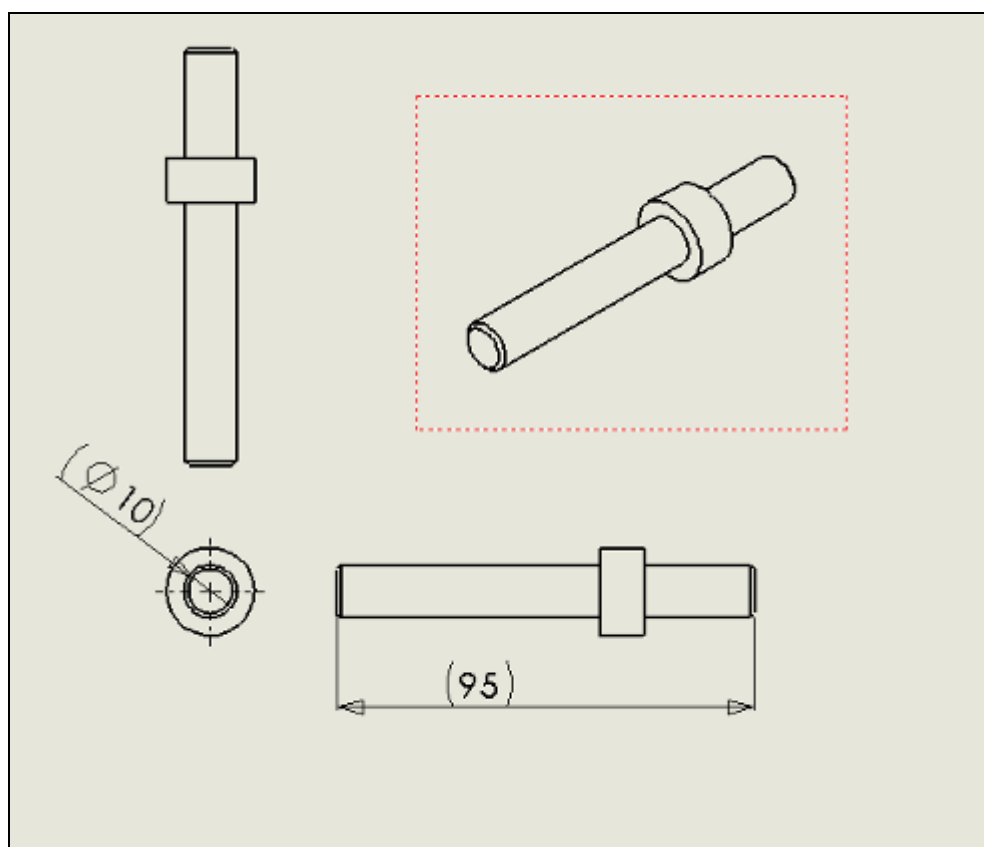
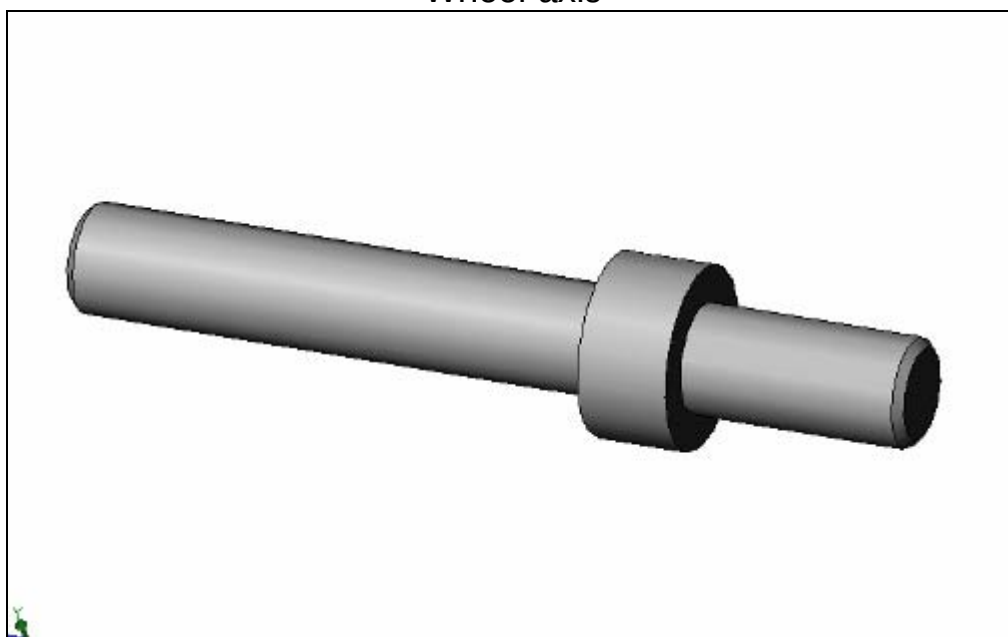
Cuve Tank



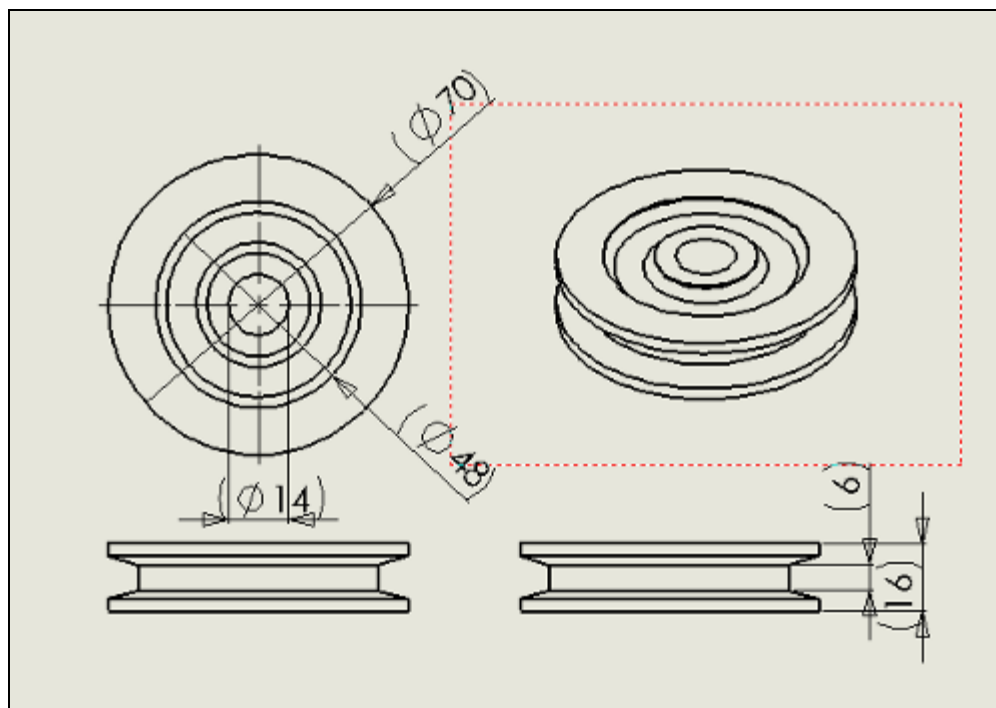
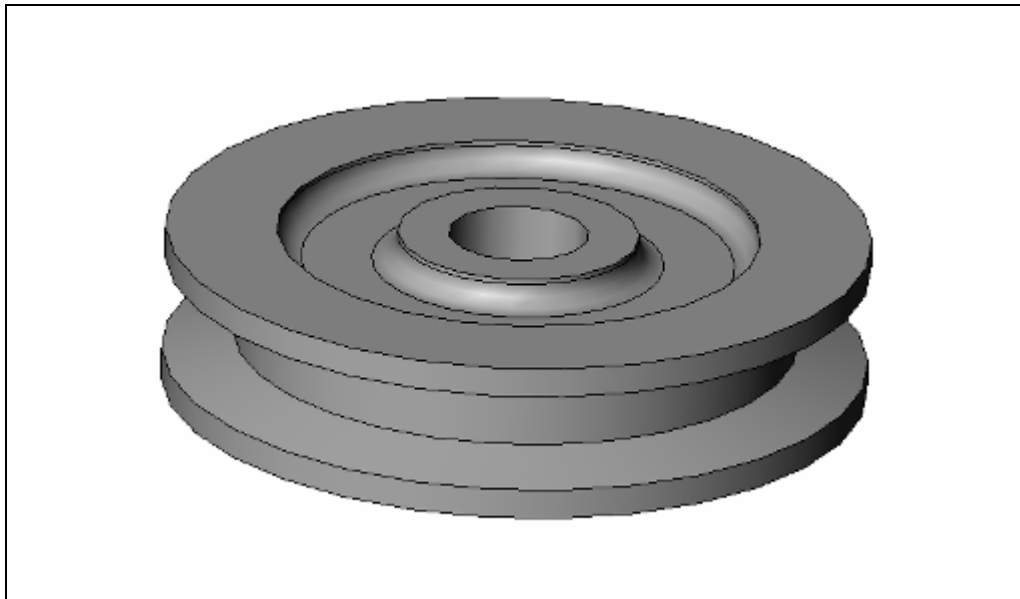
Chariot
Carrier



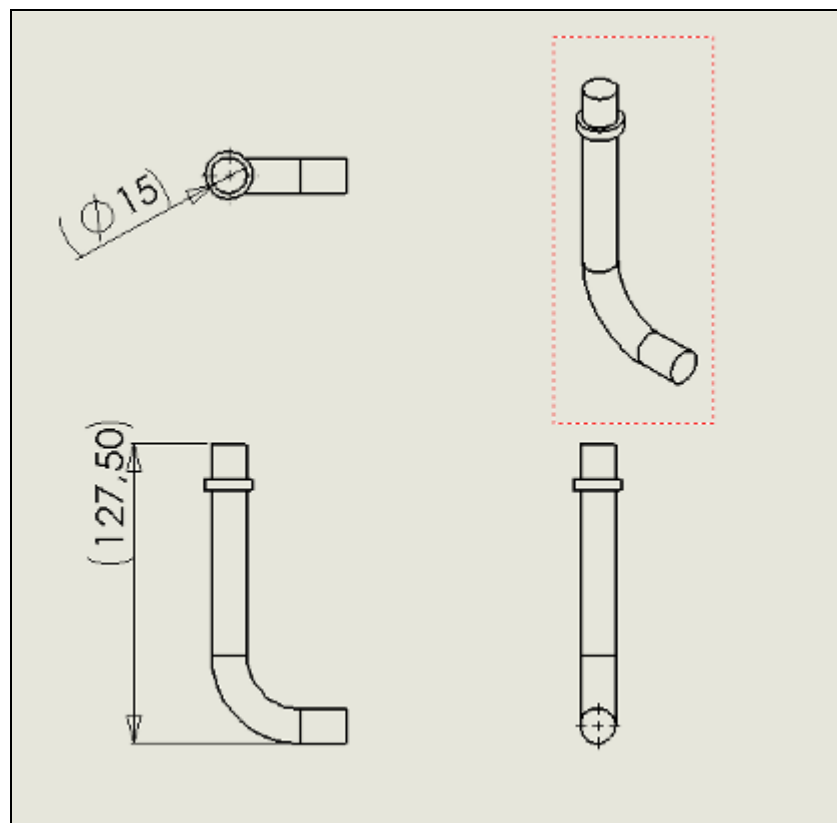
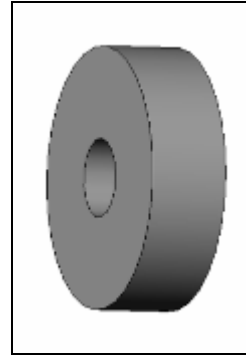
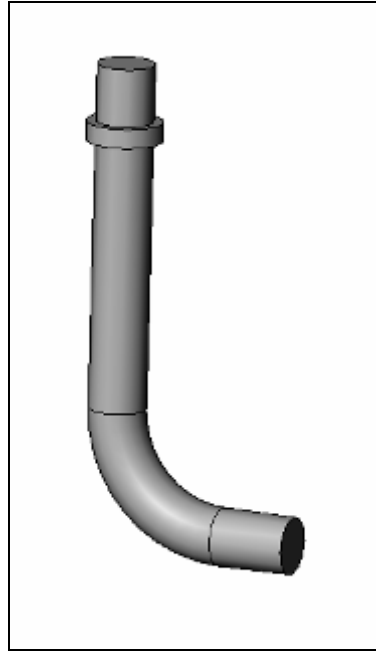
Axe de galet
Wheel axis



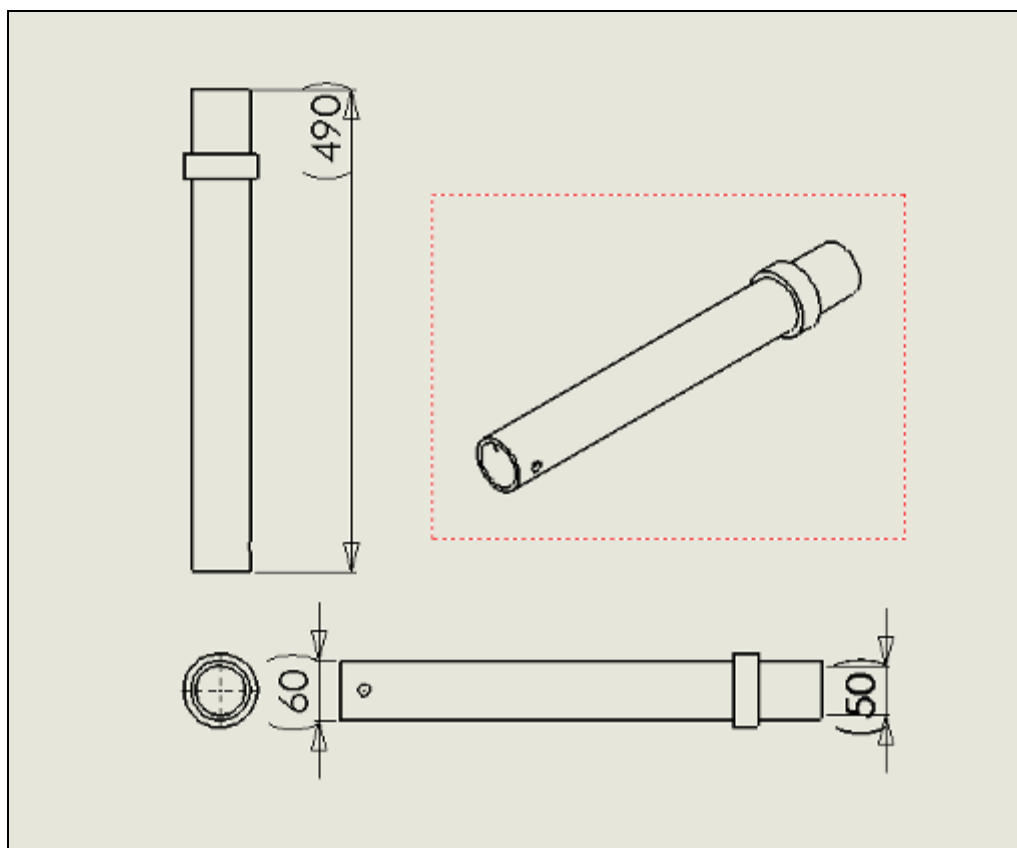
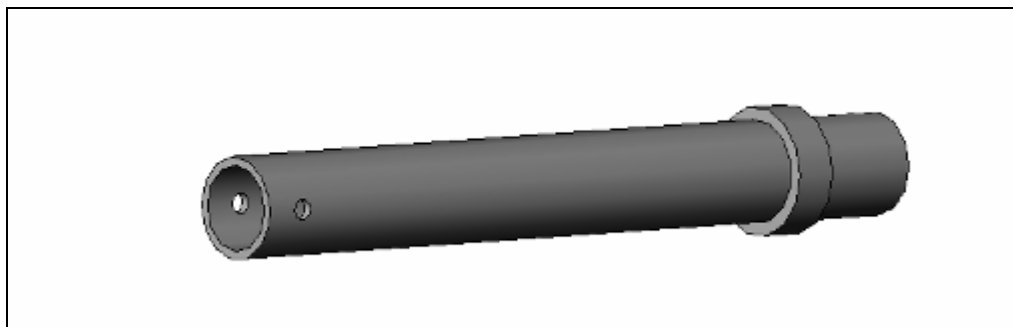
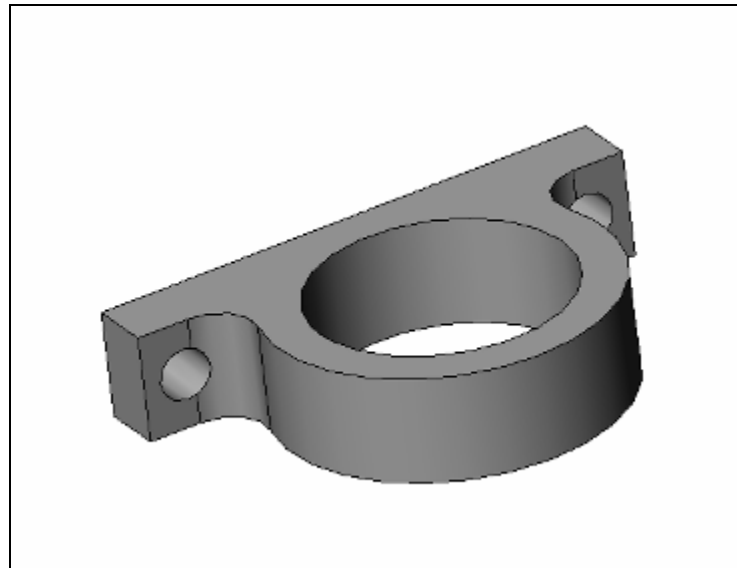
Axe de retenue, roulement de retenue
Retainer axis, retaining bearing



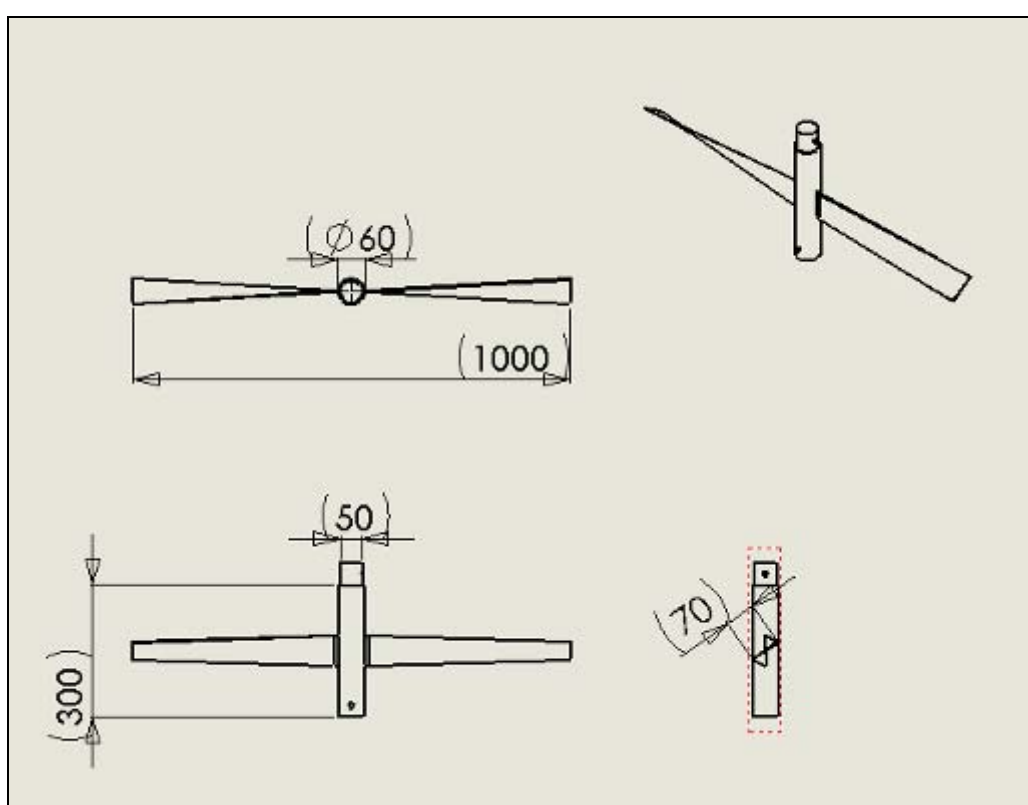
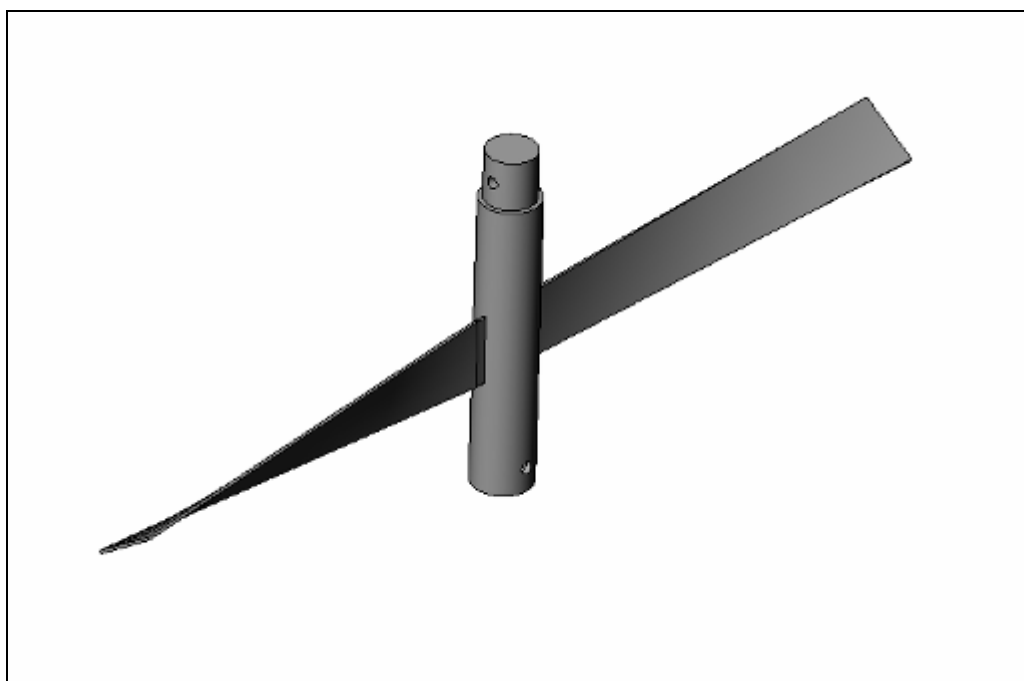
Galet Wheel



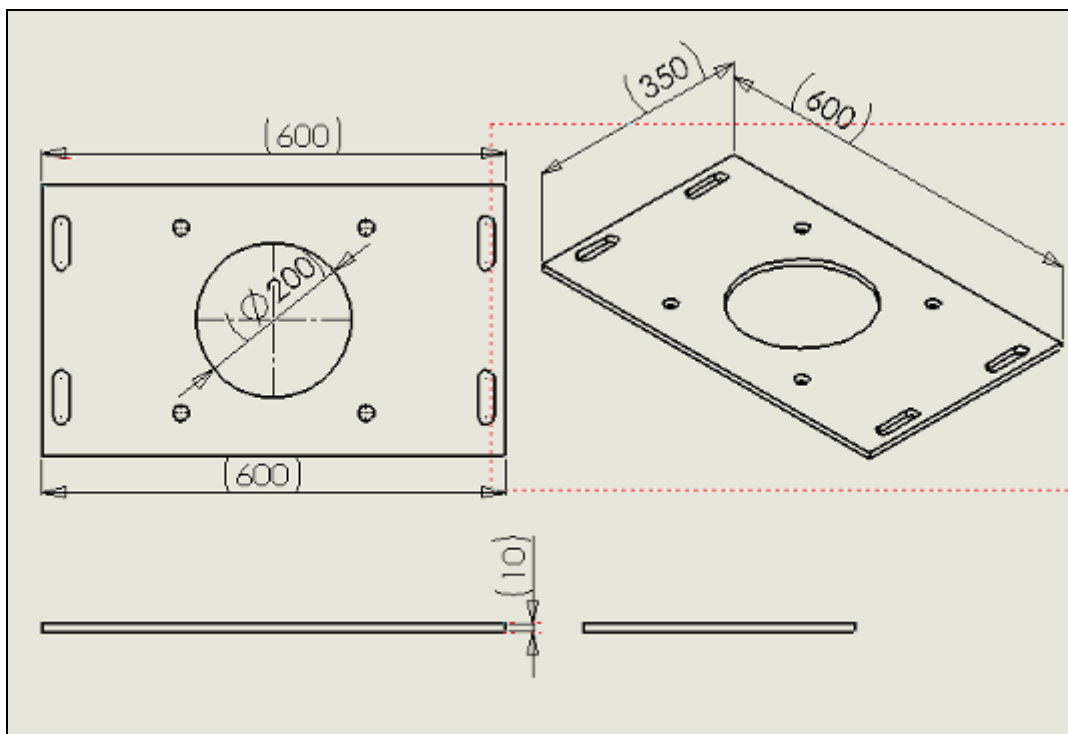
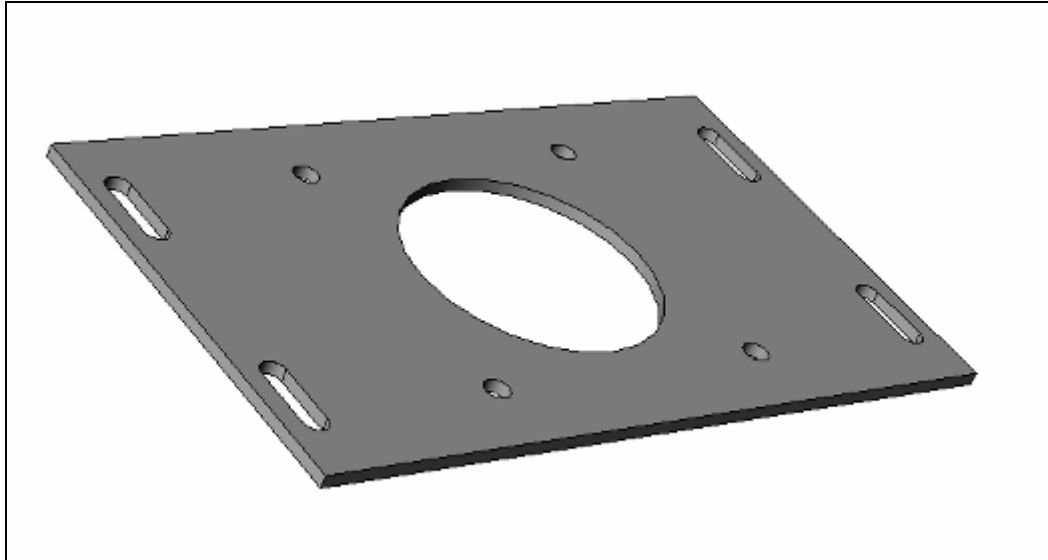
Palier, axe d'agitateur
Bearing, agitator axis



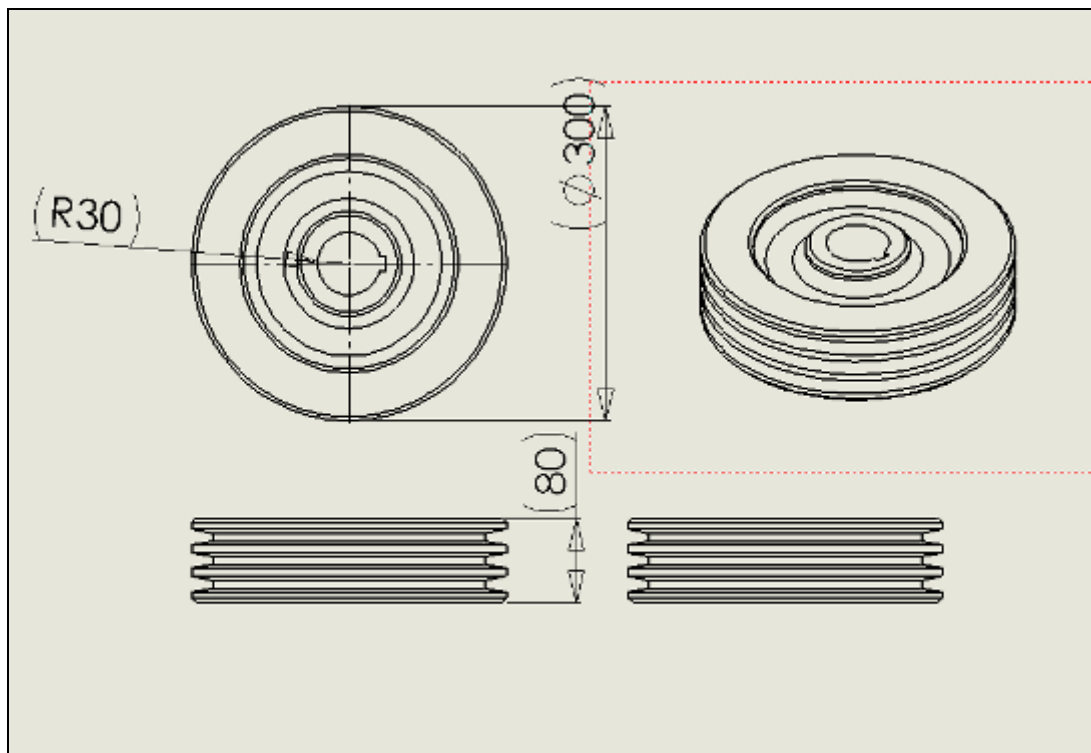
Hélice Agitator



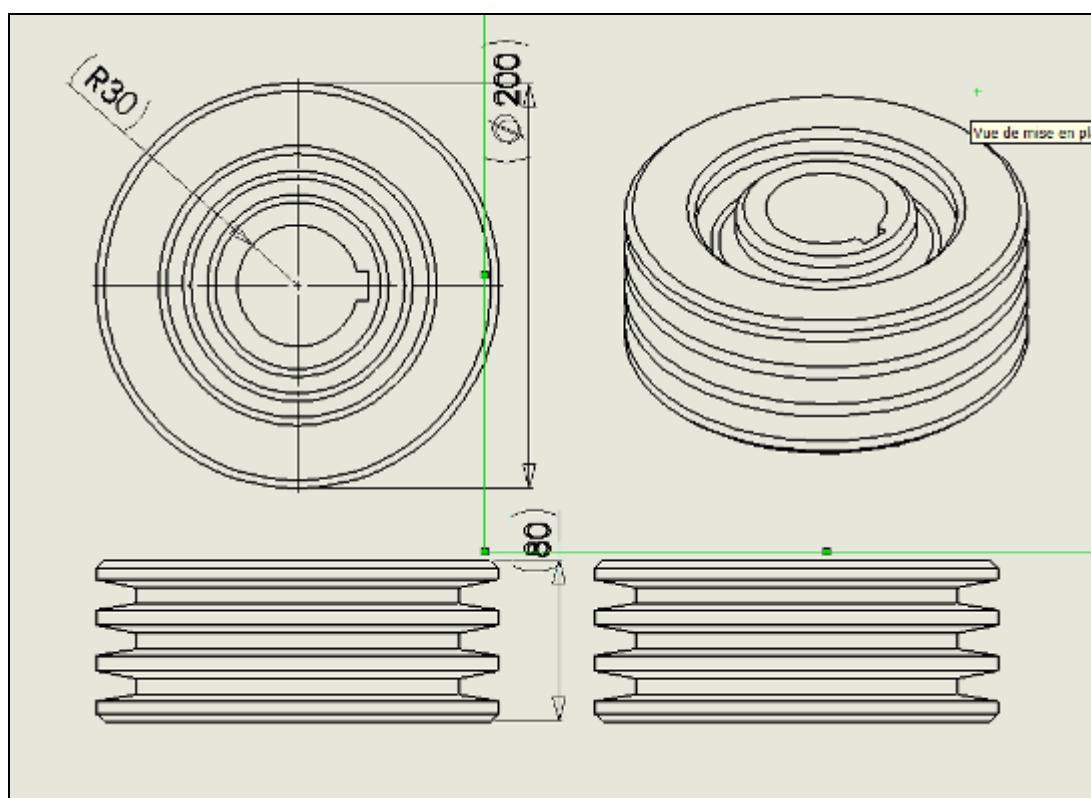
Plaque support moteur
Motor plate



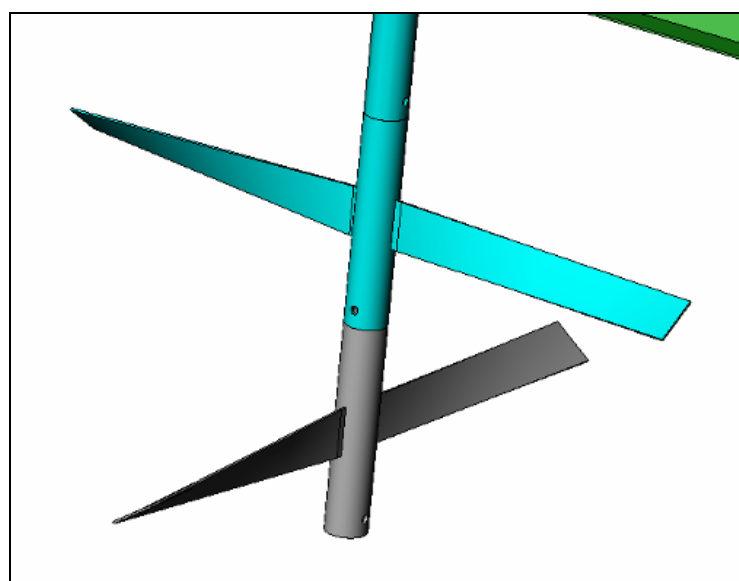
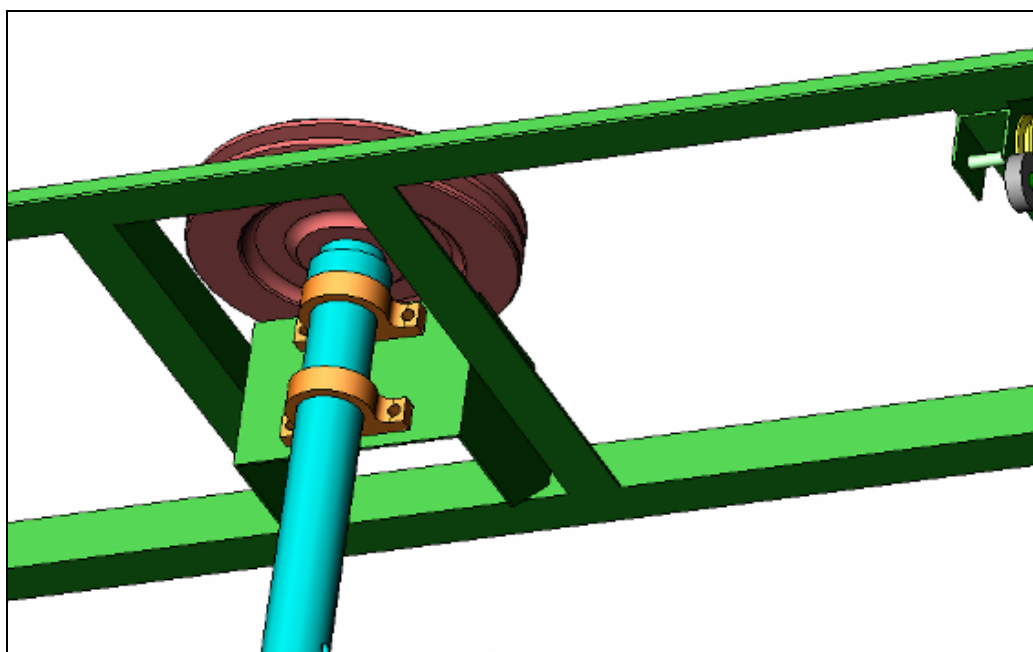
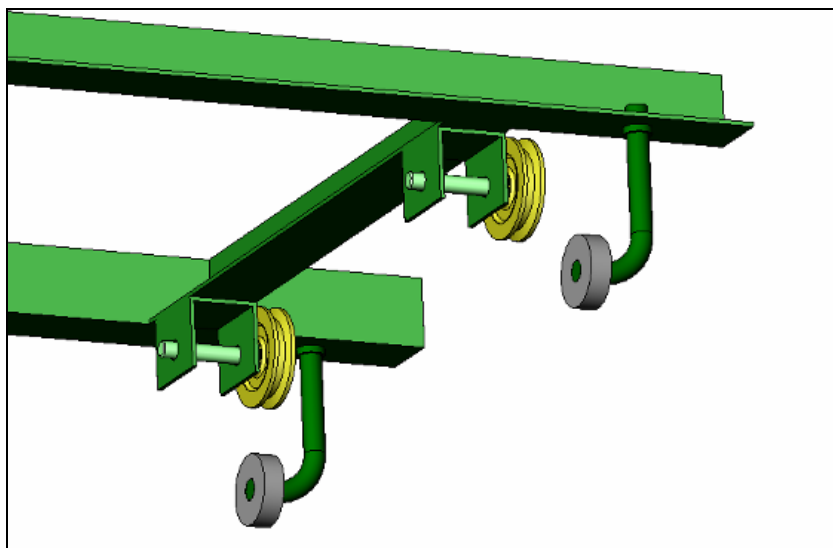
Poulie menée
Shreader wheel



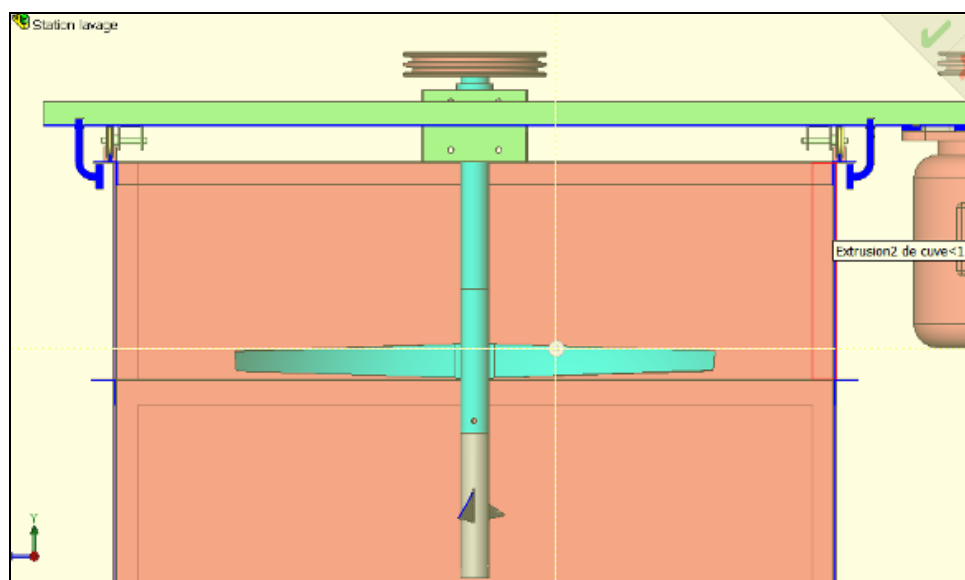
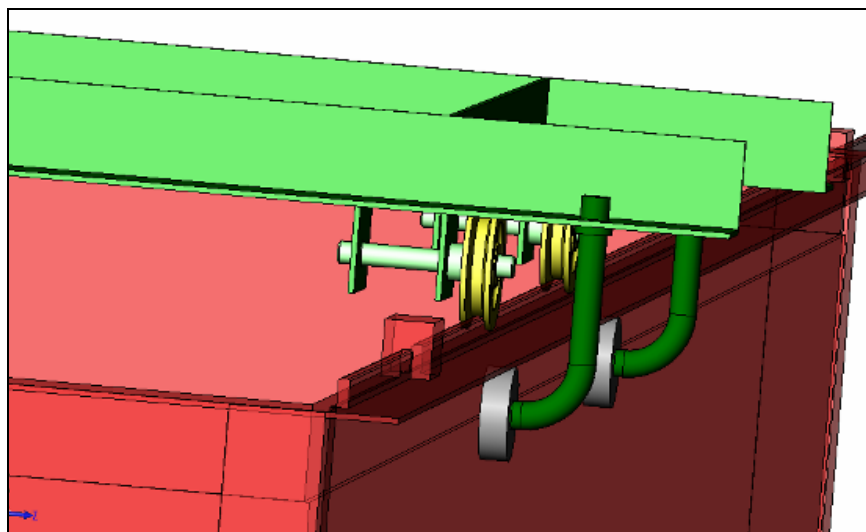
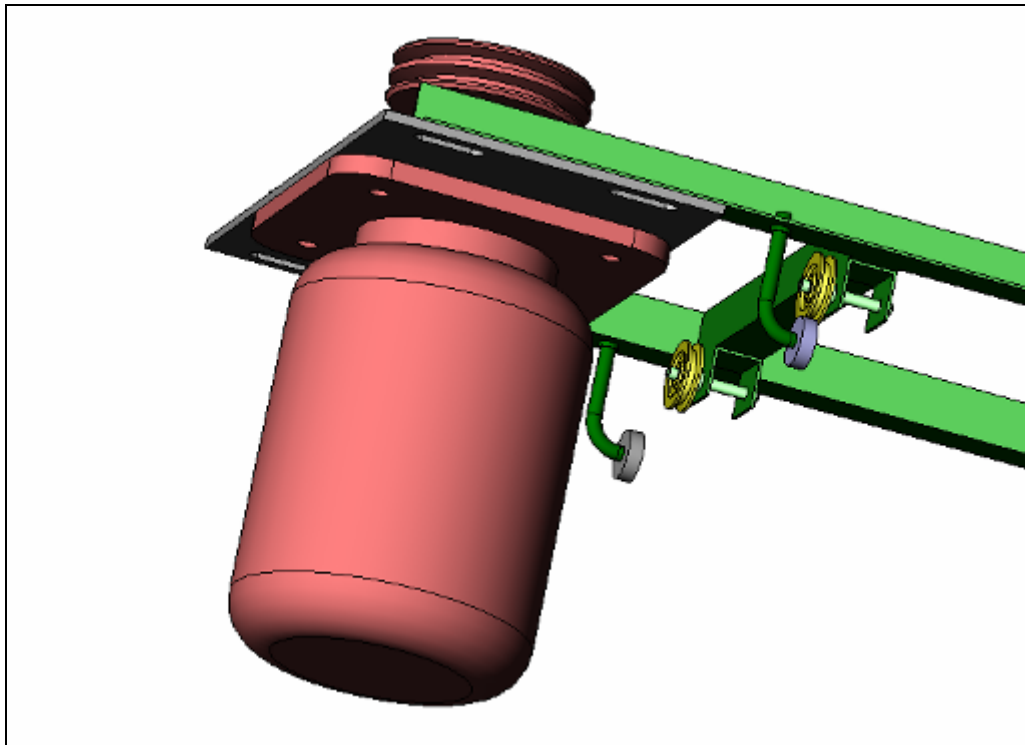
Poulie menante
Motor wheel



Détails d'assemblage
Assembly details



Détails d'assemblage Assembly details

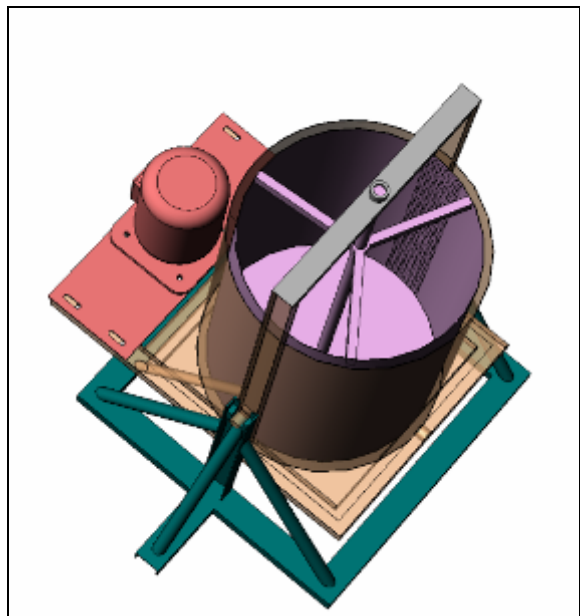
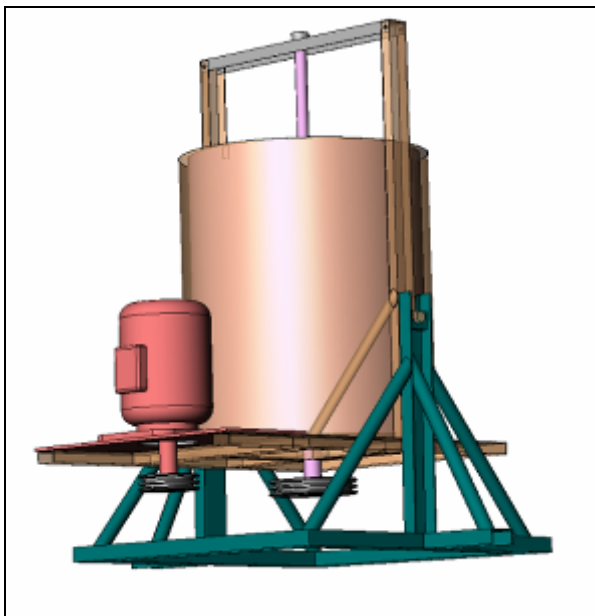
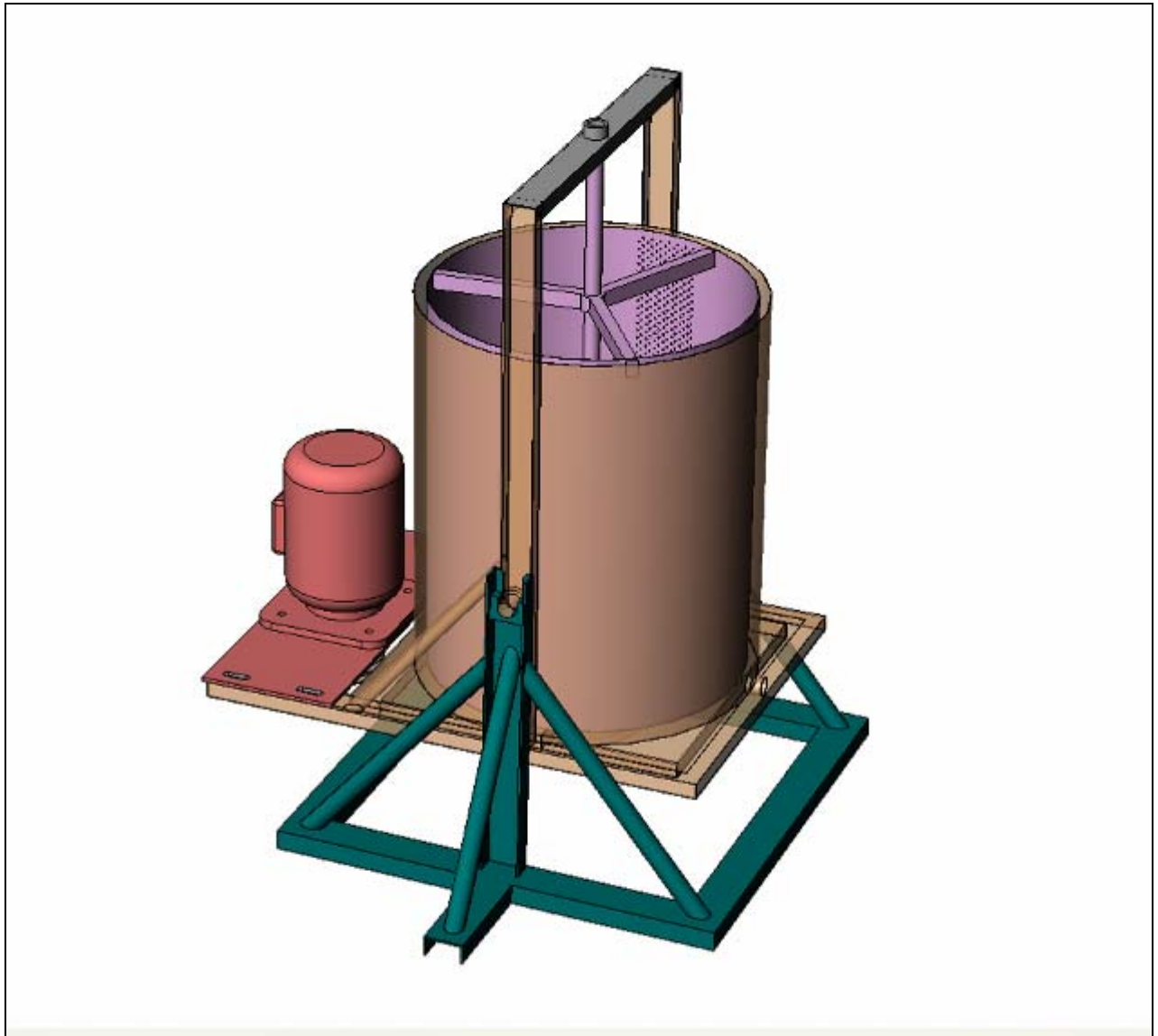


Libellé général dépenses	Détail	P.U.		Q.	P.T.	P.T. + 30%
		FC	US \$			
Cuve lavage avec malaxeur et évacuation d'eau + brûleur avec tuyauterie et baril						
	Cornières de 50x50x5mm		19,00	4	76,00	98,80
	Tôles de 2000x1000x3mm		98,00	1	98,00	127,40
	Tôles de 2000x1000x2mm		65,28	3	195,84	254,59
	Disques à couper 230x22x3mm		3,00	2	6,00	7,80
	Disques à meuler 180x22x6mm		4,00	1	4,00	5,20
	Paquets électrodes diam 3,25mm		8,00	2	16,00	20,80
	Lames de scie à métaux		2,00	3	6,00	7,80
	Vannes 2"		5,00	1	5,00	6,50
	Coudes 2"		5,00	1	5,00	6,50
	Manchons 2"		5,00	1	5,00	6,50
	Raccord union 2"		15,00	1	15,00	19,50
	Nipples 2"		5,00	2	10,00	13,00
	Téflons		0,30	5	1,50	1,95
	Axes de diam 25mm et 1500mm de Long		30,00	1	30,00	39,00
	Paliers		25,00	2	50,00	65,00
	Morceau de tôles 300x500x5mm		16,00	1	16,00	20,80
	Fer plat de 40x3mm		10,80	1	10,80	14,04
	Moteur électrique 1,5 KW et 750 tours /min		180,00	1	180,00	234,00
	Poulie gorge A de diam 50mm		80,00	1	80,00	104,00
	Tuyaux PVC de 110mm		18,00	2	36,00	46,80
	Petits poulies avec roulement à l'intérieur		5,00	4	20,00	26,00
	Petits roulements		6,00	4	24,00	31,20
	Boulons M 12x80mm		2,00	4	8,00	10,40
	Boulons M 10x160mm		2,00	4	8,00	10,40
	Courroie A100		5,00	1	5,00	6,50
	Disjoncteur (marche - arrêt) de 8 à 16 A		60,00	1	60,00	78,00
	SOUS - TOTAL				971,14	1.262,48
	M.O 30% des achats				291,34	378,74
Total					1.262,48	1.641,23

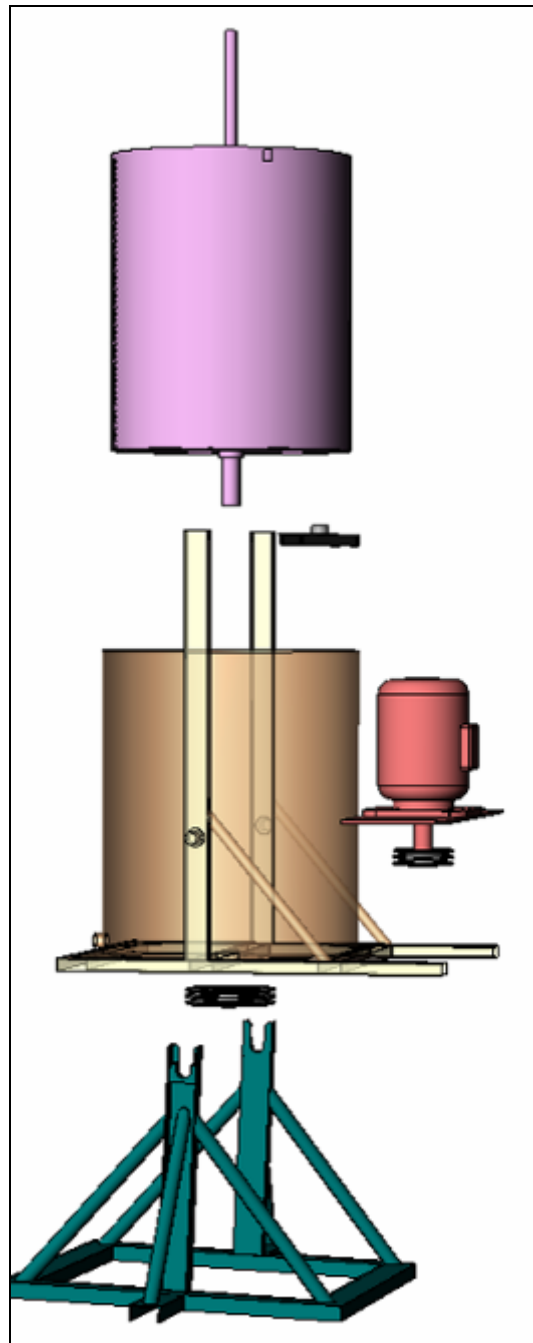
Liste de matériaux et devis donnés à titre indicatif –
Les prix peuvent considérablement varier d'un pays à l'autre

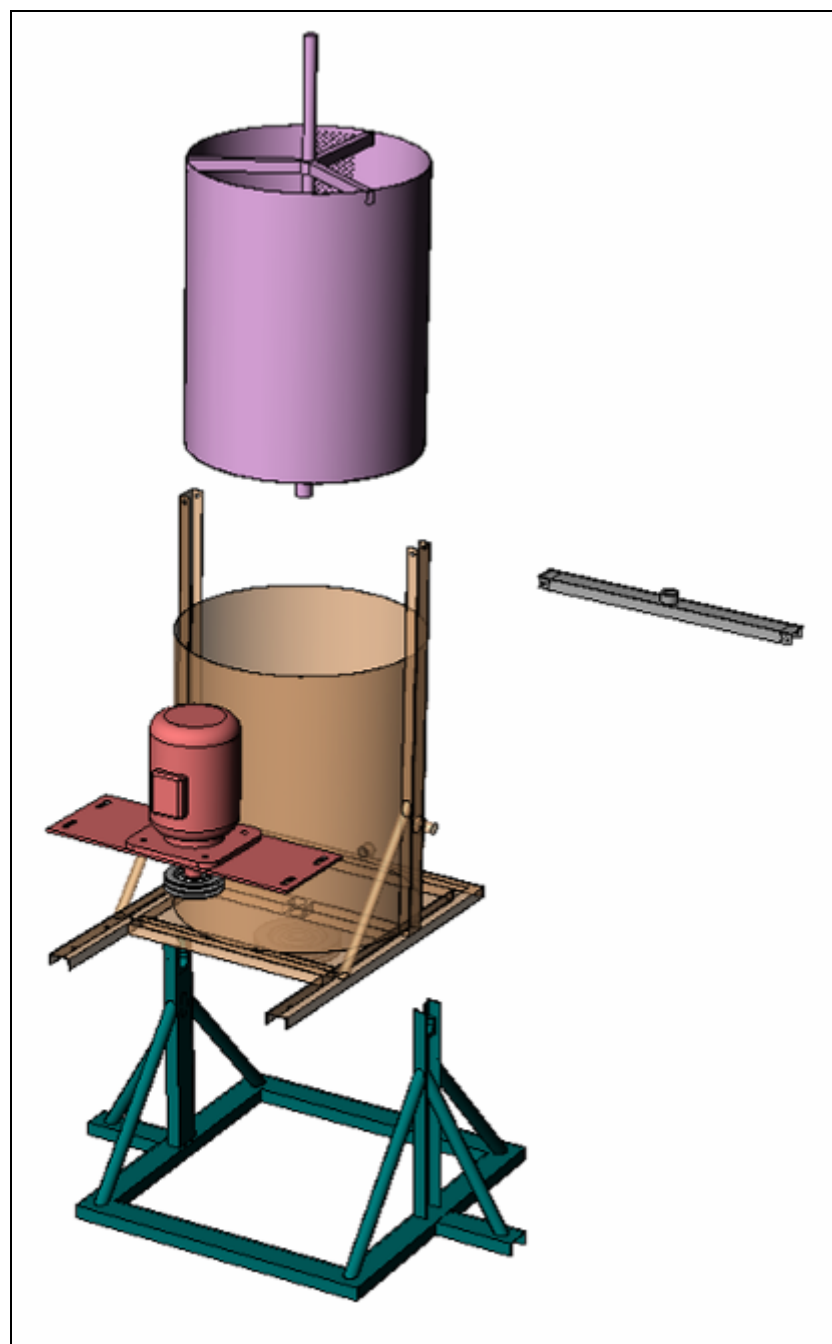
ESSOREUSE BASCULANTE

Essoreuse :
Centrifuge (water extractor) :

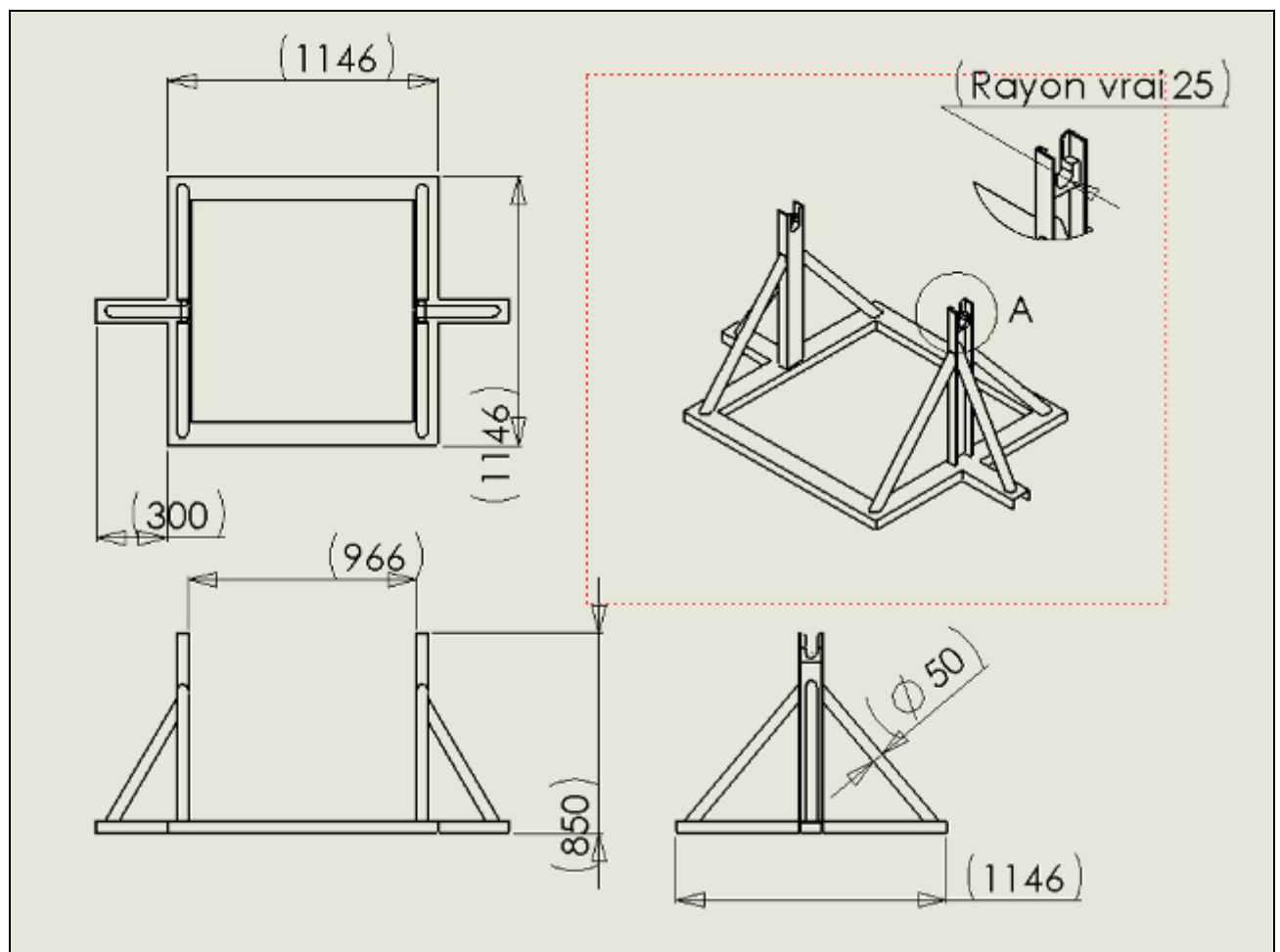
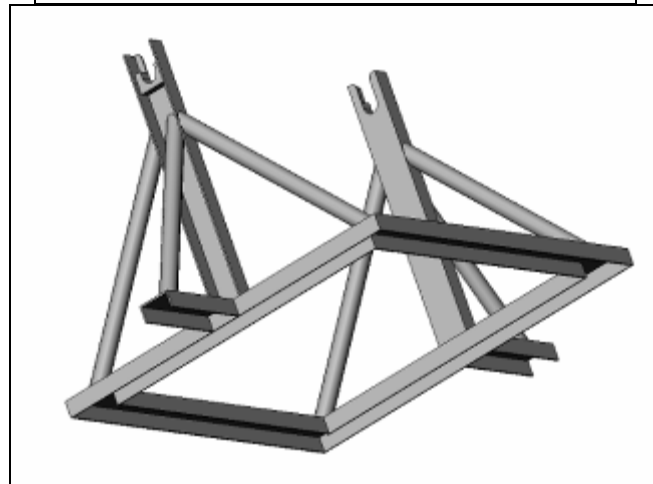
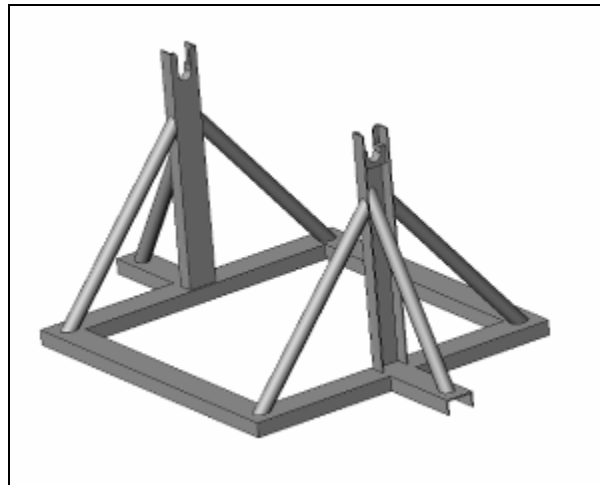


Vues éclatées
Exploded views

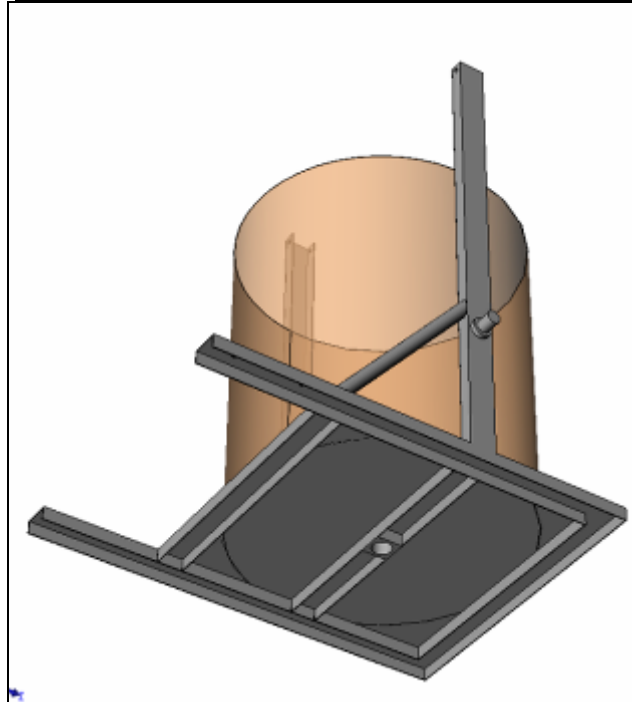
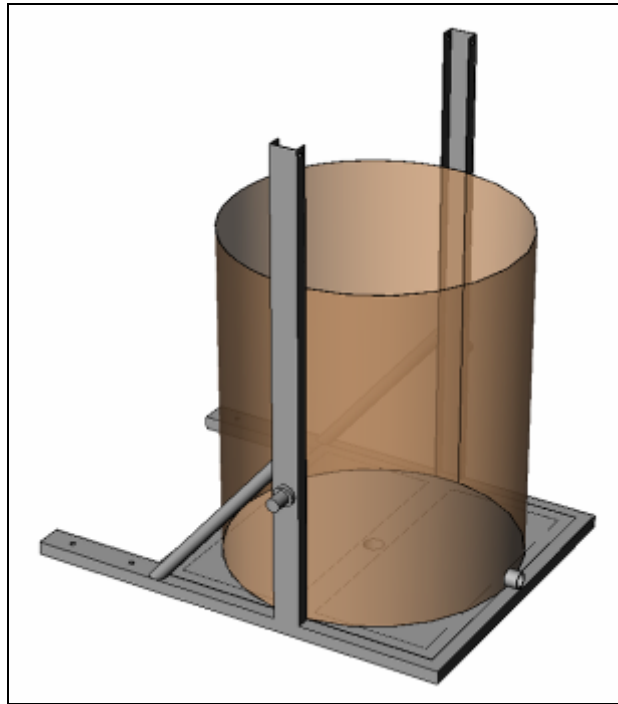


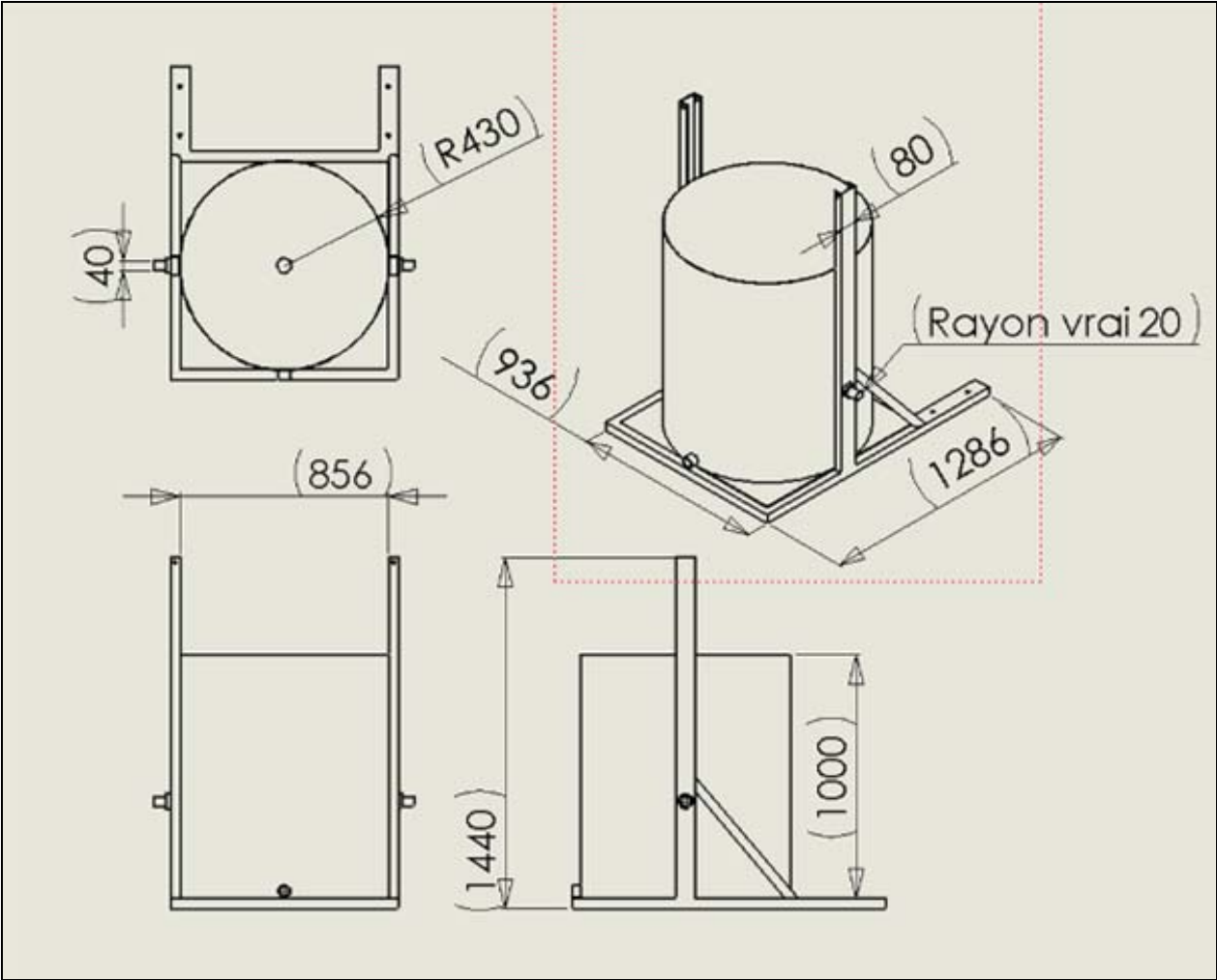


Base

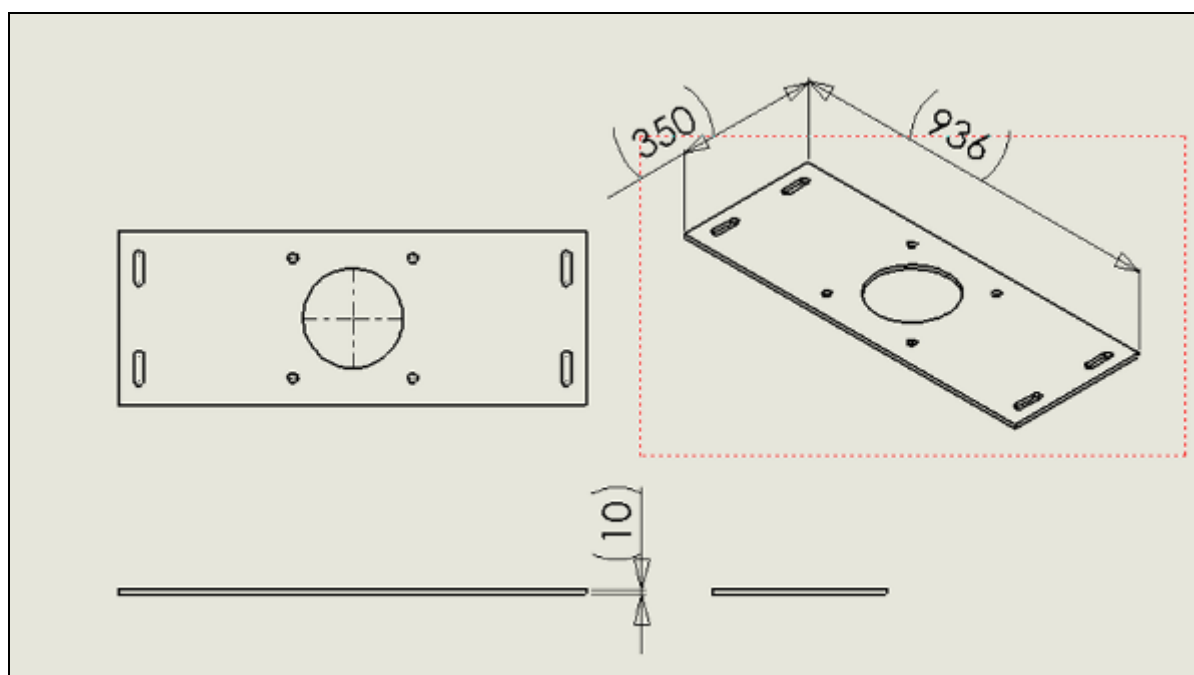
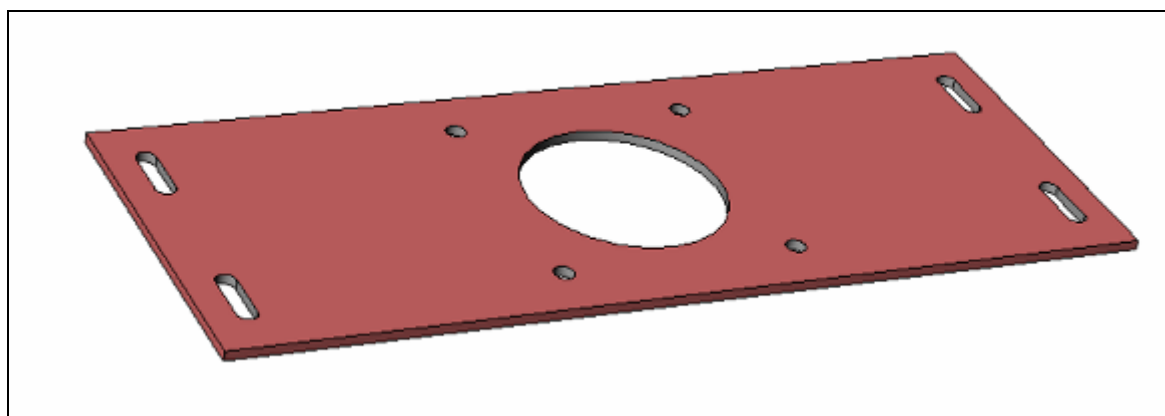


Balançoire cuve
Swing tank

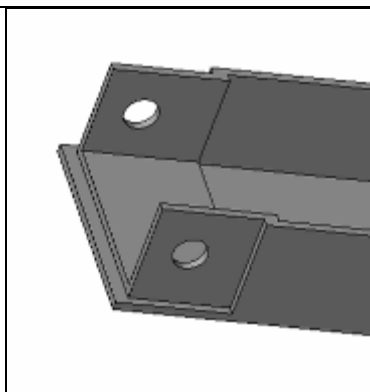
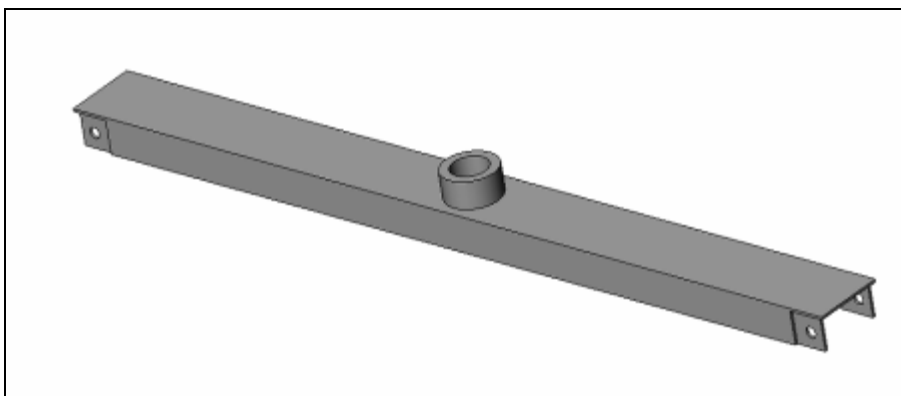


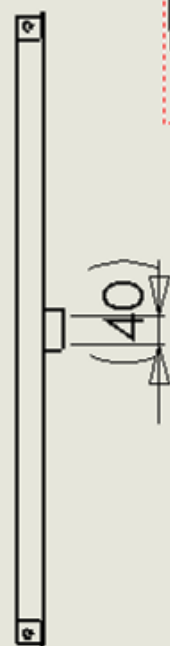
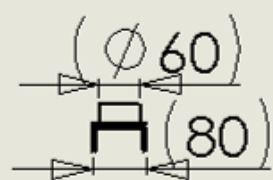
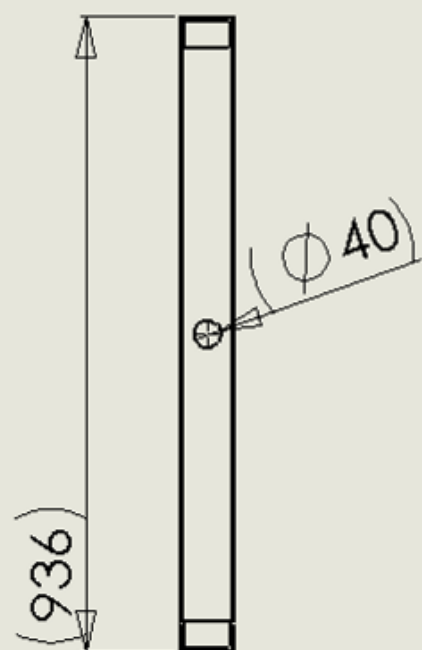


Plaque support moteur
Motor plate

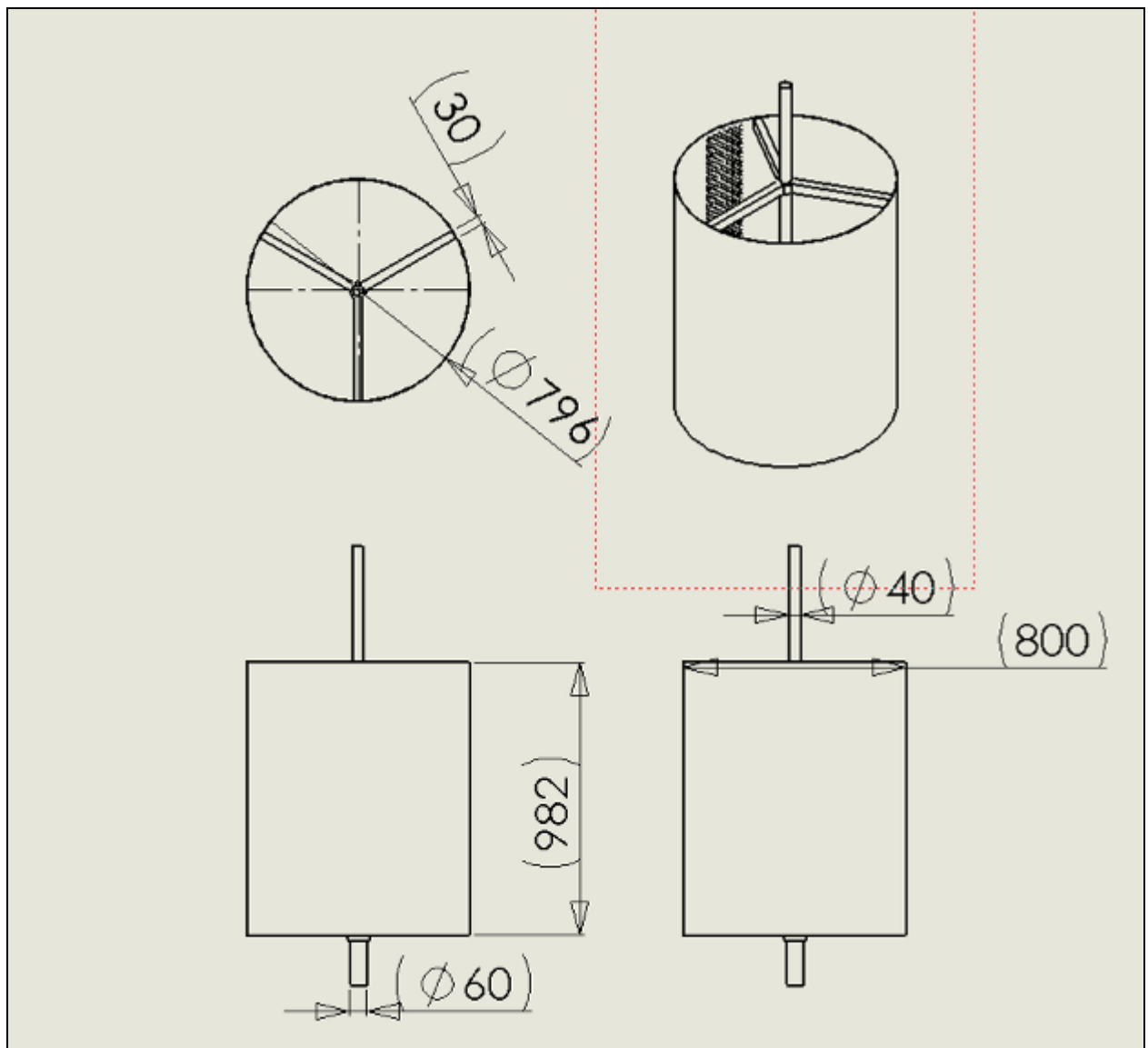
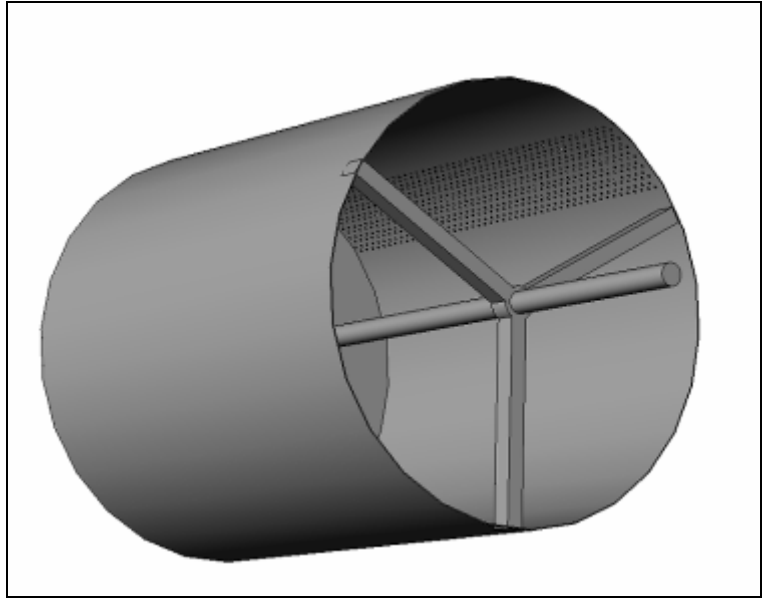
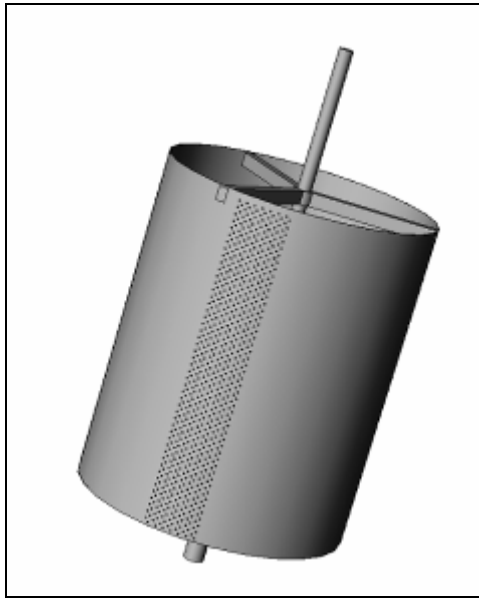


Poutre verrou
Locking beam

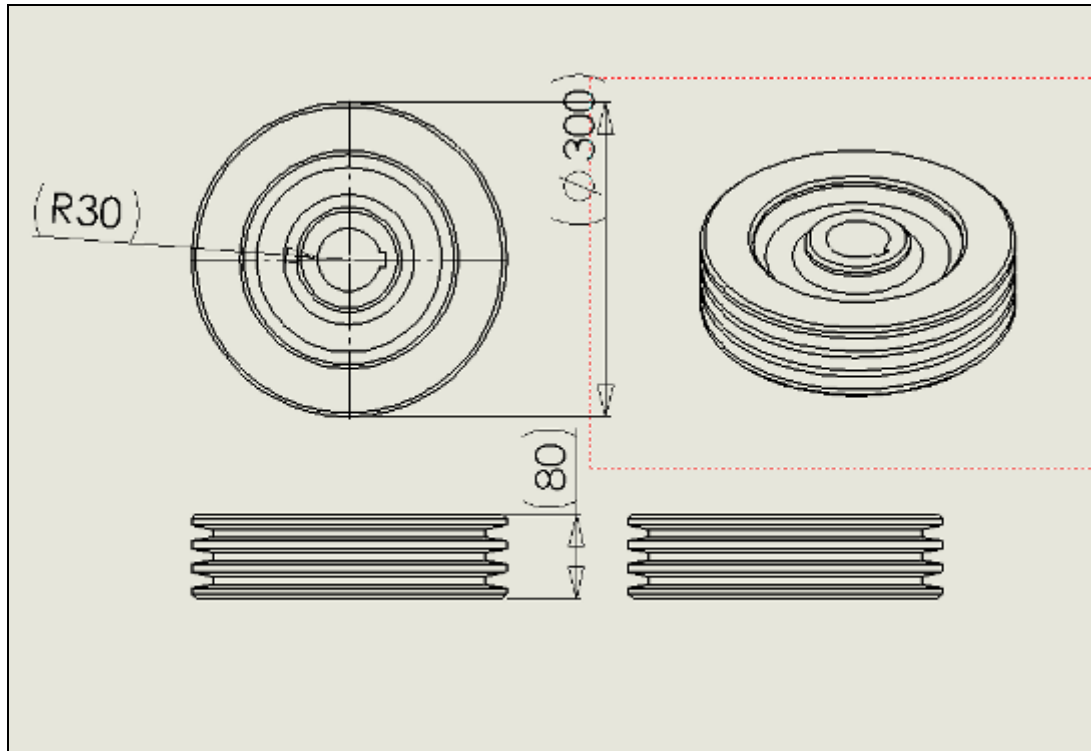




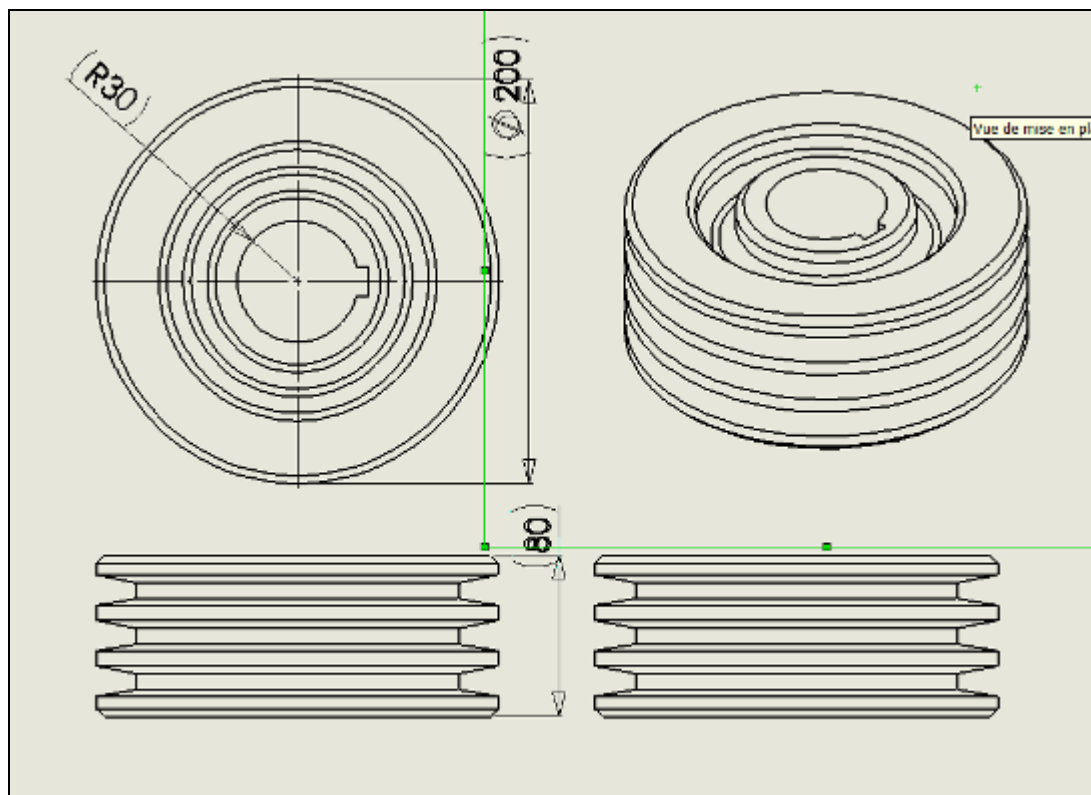
Tambour
Drum



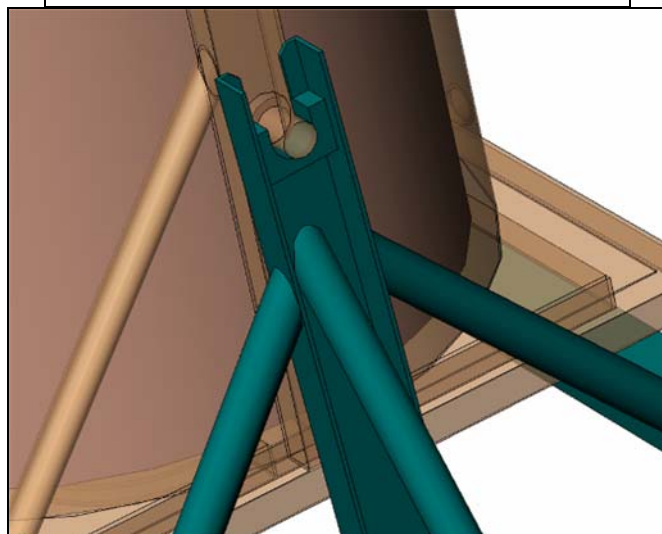
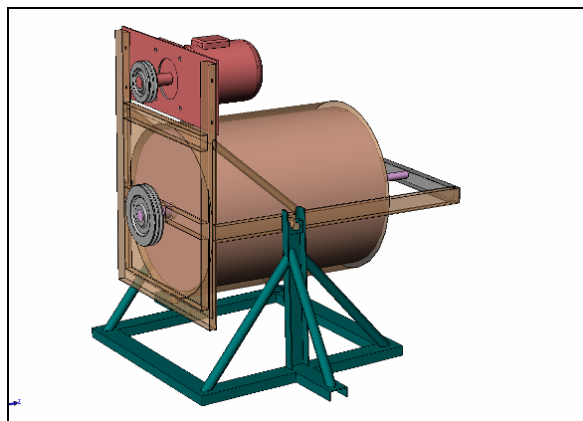
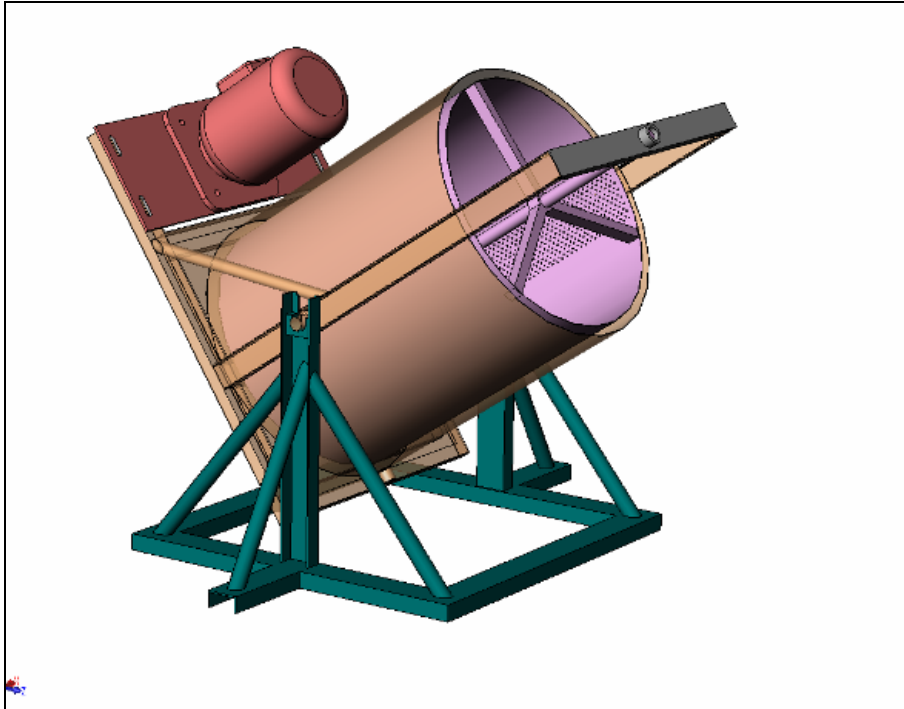
Poulie menée
Shreader wheel

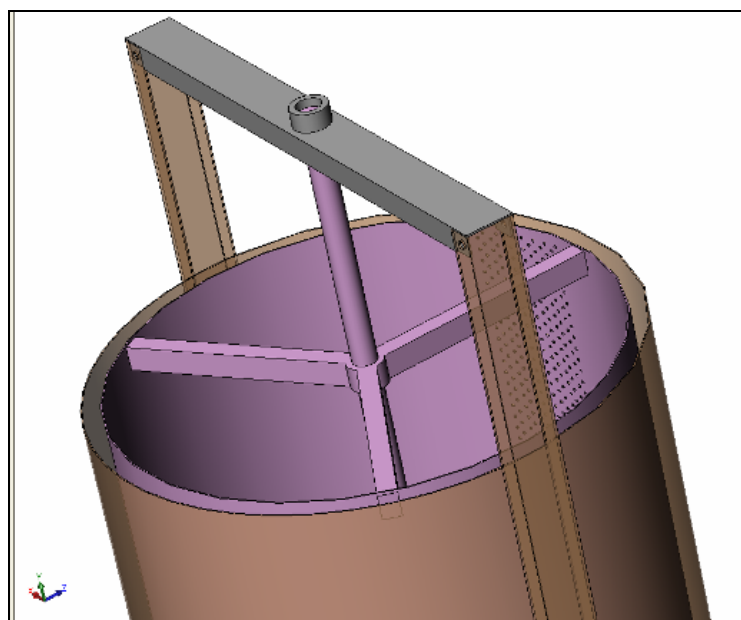


Poulie menante
Motor wheel



Assemblage Assembly





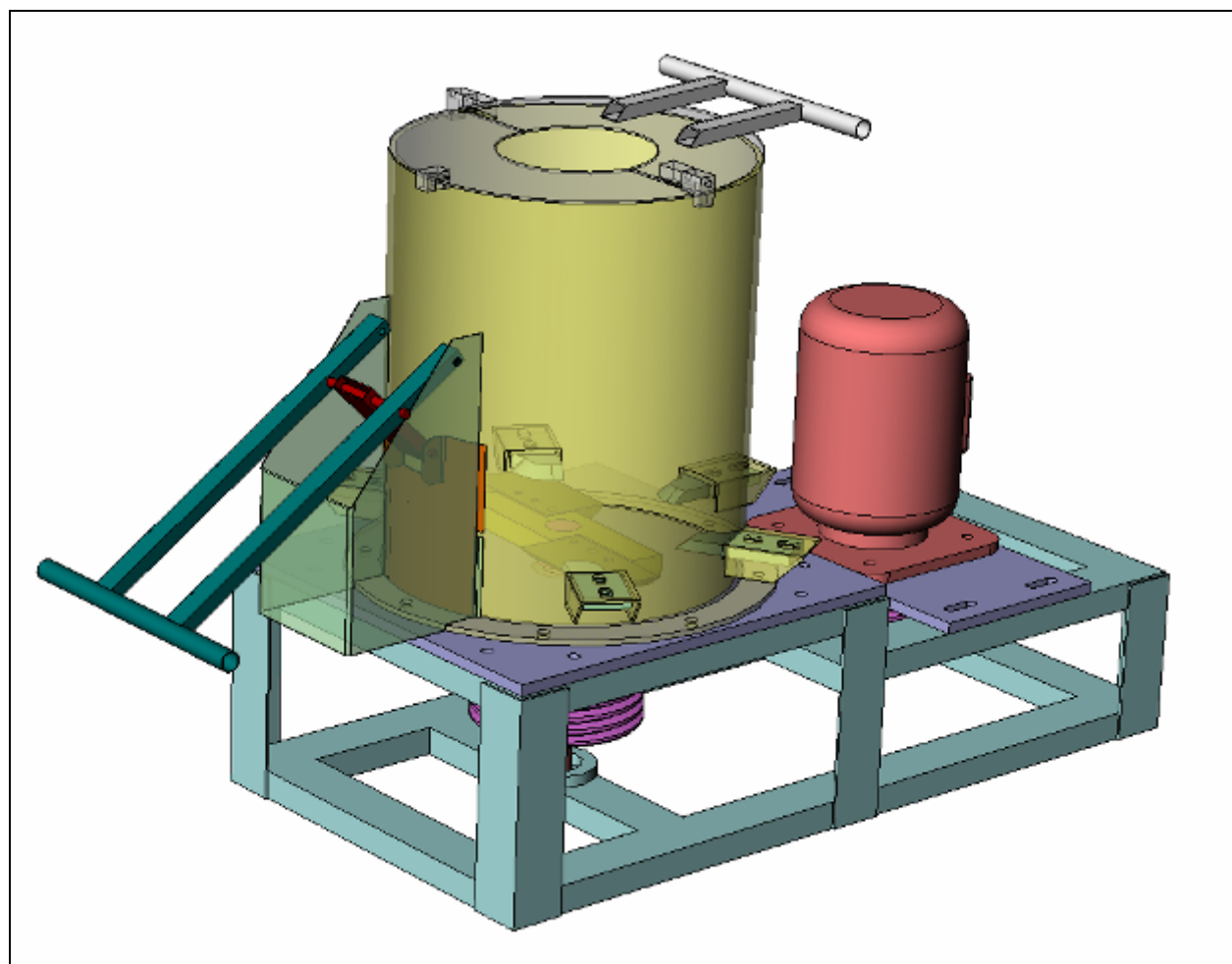
Libellé général dépenses	Détail	P.U.		Q.	P.T.	P.T. + 30%
		FC	US \$			
Fabrication essoreuse basculante						
Matériaux	Feuille de tôle de 2000 X 1000 X 1,5 mm		37,00	3	111,00	144,30
	Longueur de fer U de 100 mm		60,00	1	60,00	78,00
	Barre d'acier diam. 40 X 13 (axe)		25,00	1	25,00	32,50
	Barre d'acier diam. 100 X 80 mm de longueur (crapaudine)		10,00	1	10,00	13,00
	Barre d'acier de 80 X 20 X 100 mm de longueur (palier supérieur)		3,00	1	3,00	3,90
	Barre d'acier de diam. 80X 160 mm de longueur		14,00	1	14,00	18,20
	Barre d'acier de diam. 20 X 2280 mm (bras du tambour)		11,00	1	11,00	14,30
	Barre d'acier de diam. 40 X 120 mm de longueur (2 pivots)		9,40	1	9,40	12,22
	Plaque d'acier de 300 X 250 X 5 mm (support moteur)		60,00	1	60,00	78,00
	Poulie de diam. (motrice)		30,00	1	30,00	39,00
	Poulie de diam. (réceptrice)		30,00	1	30,00	39,00
	Roulement à billes SKF 6007		9,30	1	9,30	12,09
	Butée à billes SKF 51306		12,00	1	12,00	15,60
	Moteur électrique 3 CV		180,00	1	180,00	234,00
	Discontacteur		30,00	1	30,00	39,00
	Câble de 3 X 2,5 X 3 (par mètre)		2,00	3	6,00	7,80
	Courroie		20,00	1	20,00	26,00
	Mèches de diam. 6mm		2,00	6	12,00	15,60
	Boulons M10		0,80	12	9,60	12,48
	Peinture antirouille, par litre par boîte de 3 litres		7,00	3	21,00	27,30
	Electrodes diam. 3,25 par paquet		14,00	1	14,00	18,20
	Disque à couper		5,00	1	5,00	6,50
	Disque à meuler		3,00	5	15,00	19,50
	Lames de scie à métaux		2,00	5	10,00	13,00
MO	M.O 30% des achats				212,00	275,60
Total					919,30	1.195,09

Liste de matériaux et devis donnés à titre indicatif –
Les prix peuvent considérablement varier d'un pays à l'autre

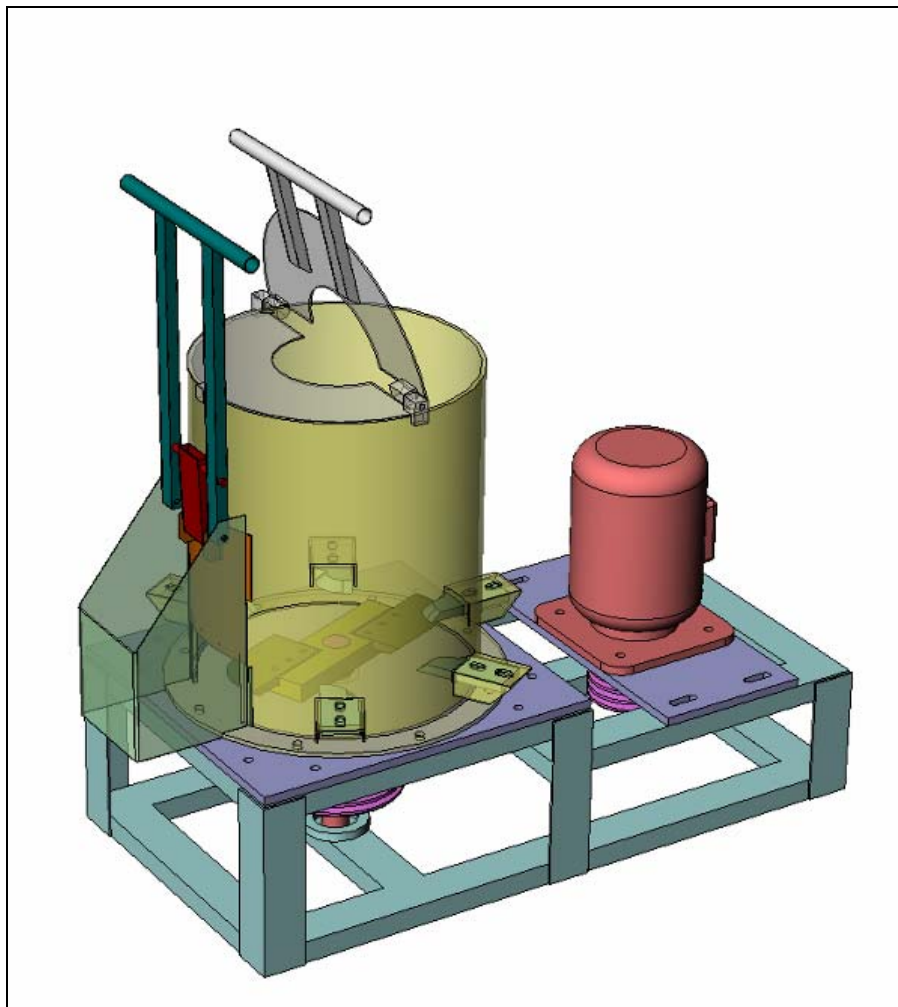
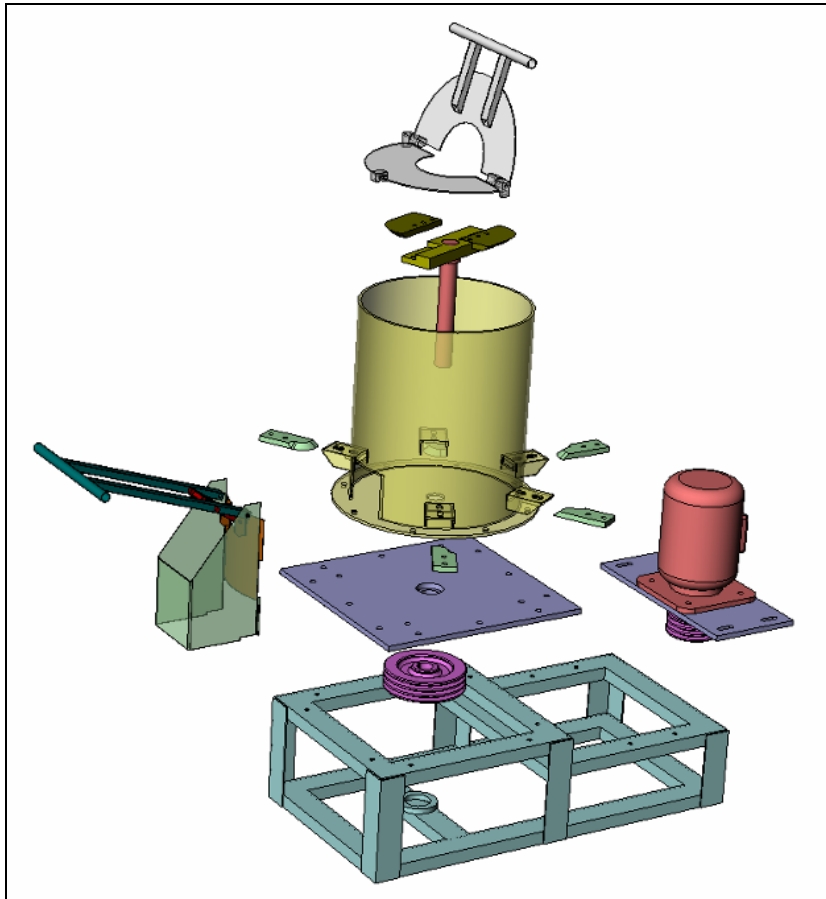
DECHIQUETEUSE – AGGLOMATEUR POUR SACHETS

Déchiqueteuse – Agglomérateur pour sac plastique

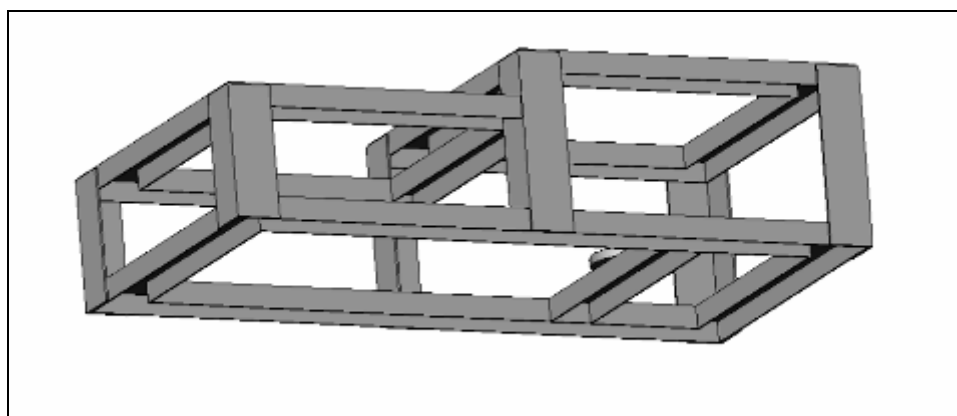
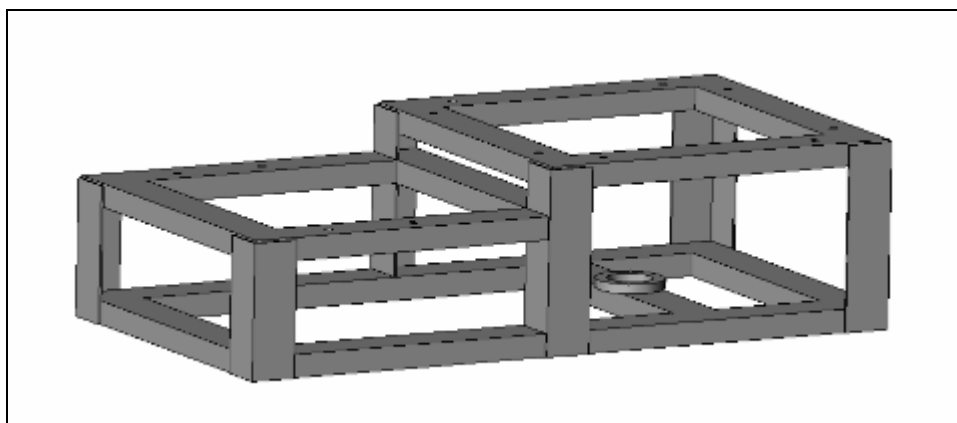
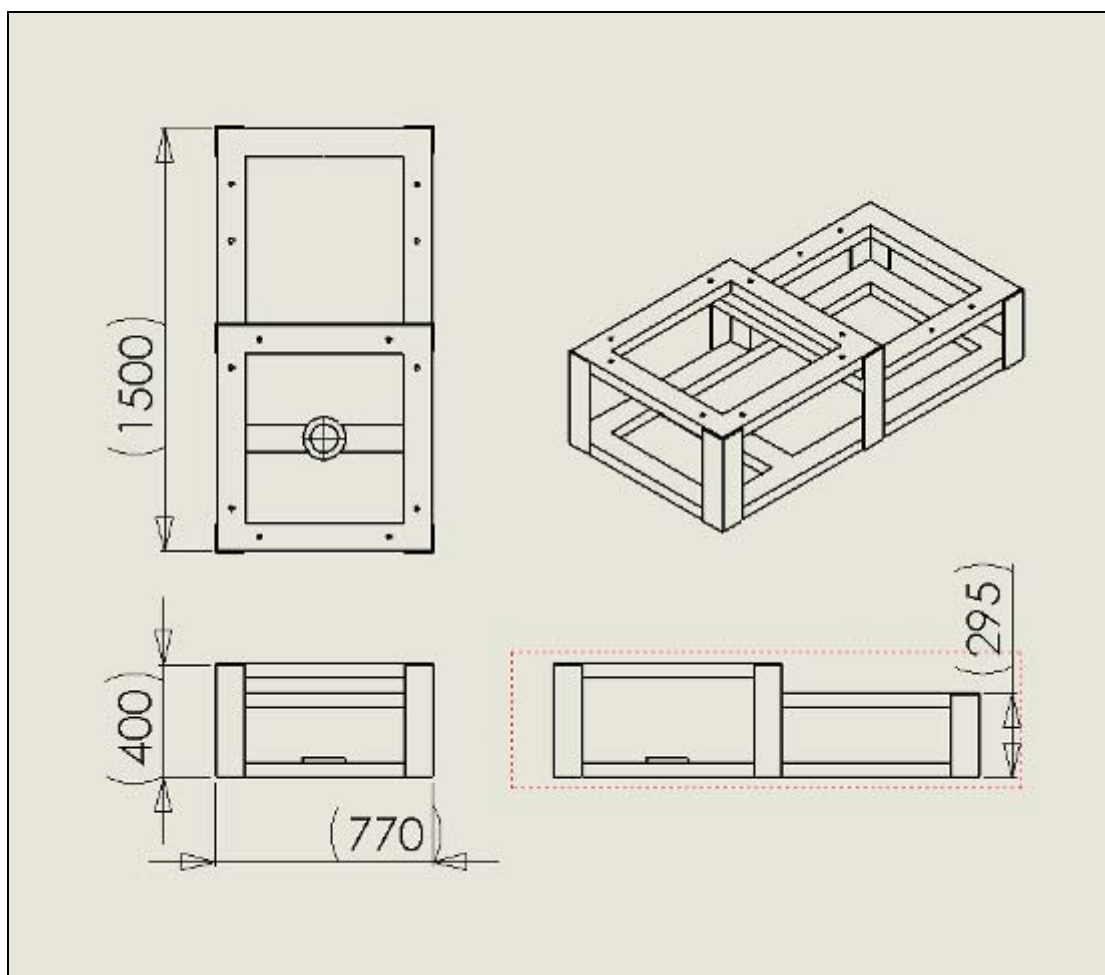
Shreader – Compounder for plastic bags



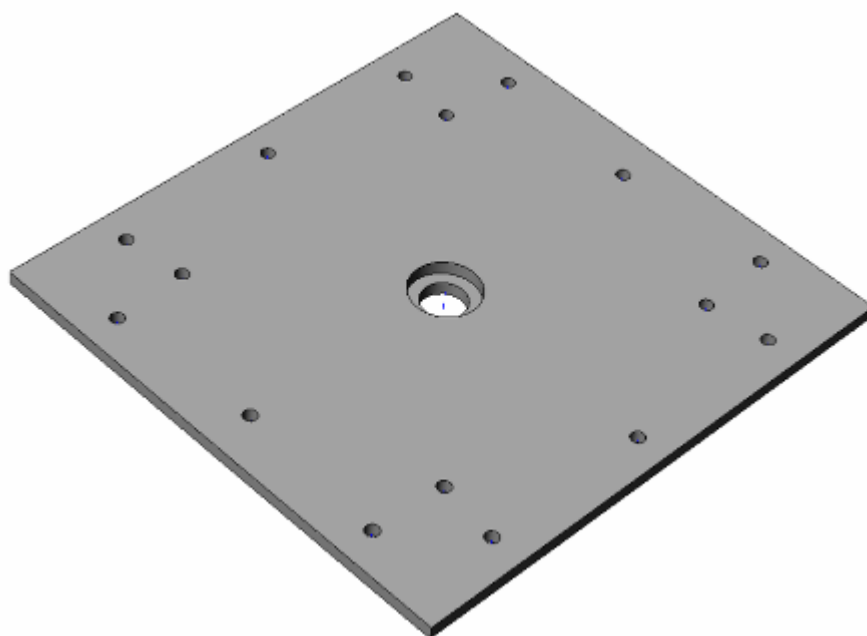
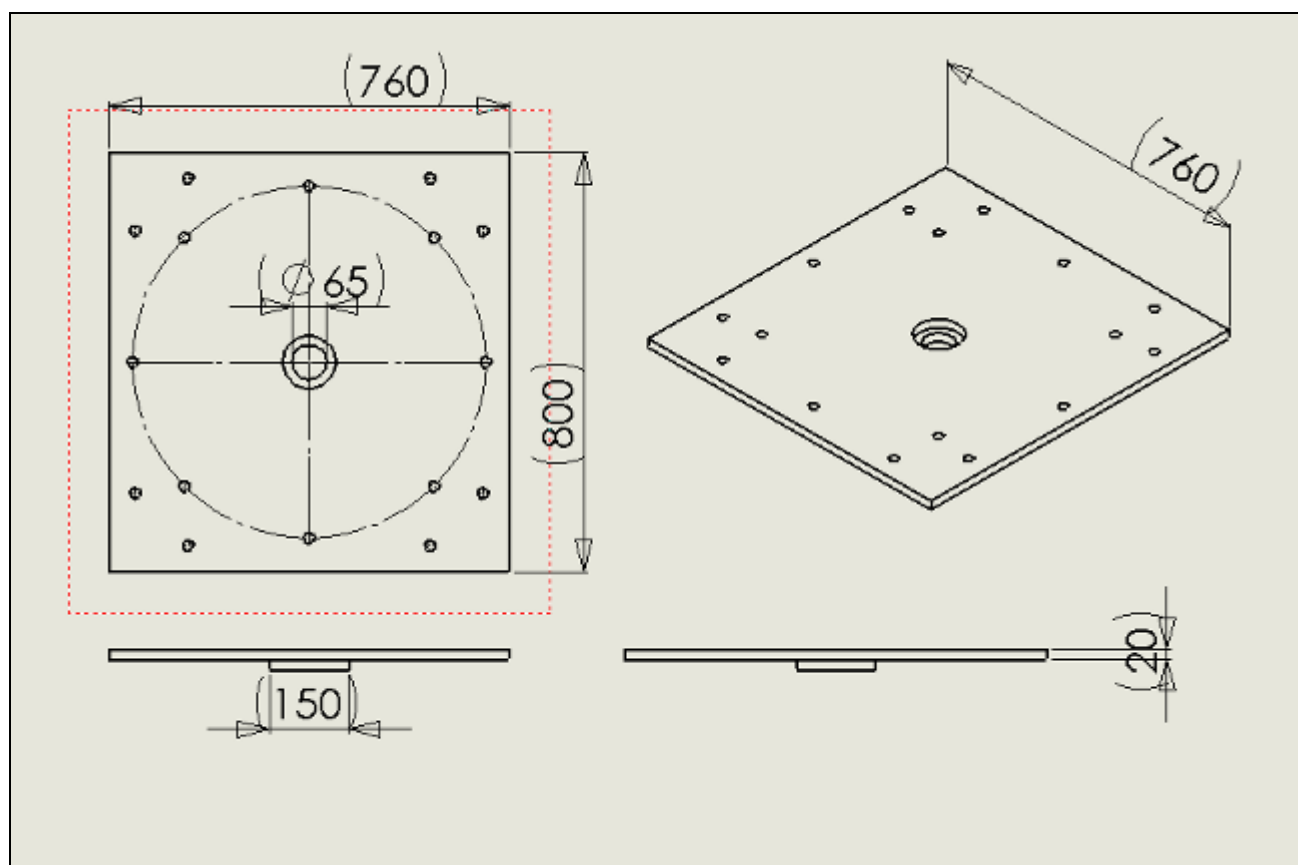
Déchiqueteuse : Vue éclatée
Shreader : Exploded view



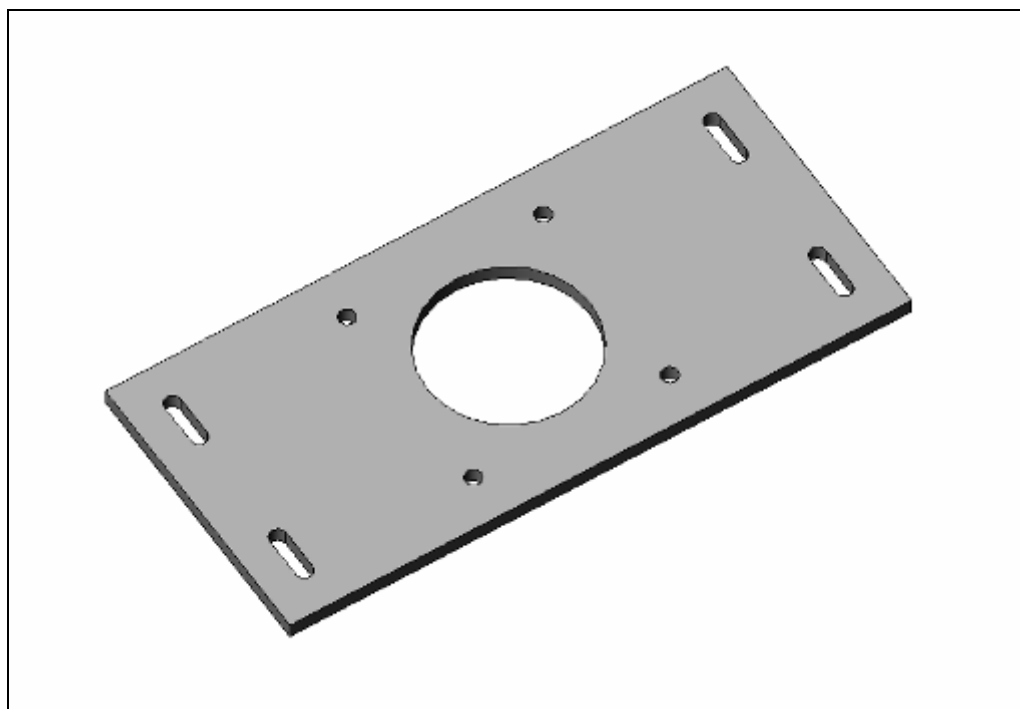
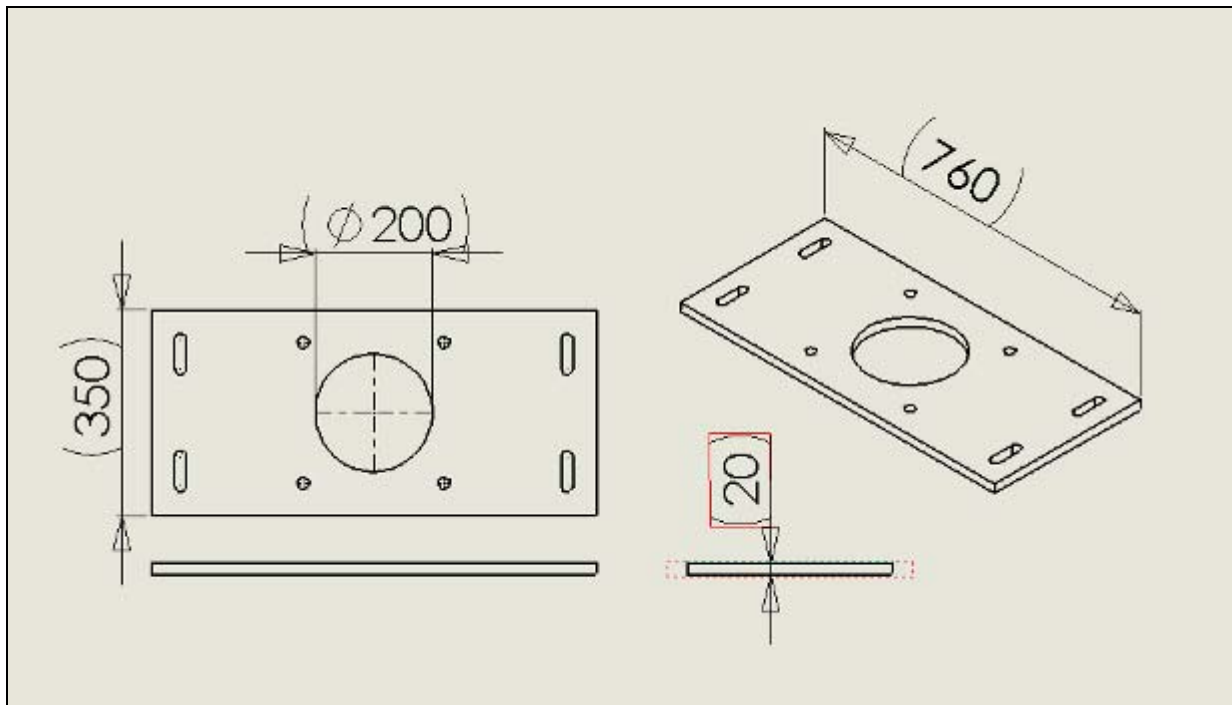
Socle – Frame



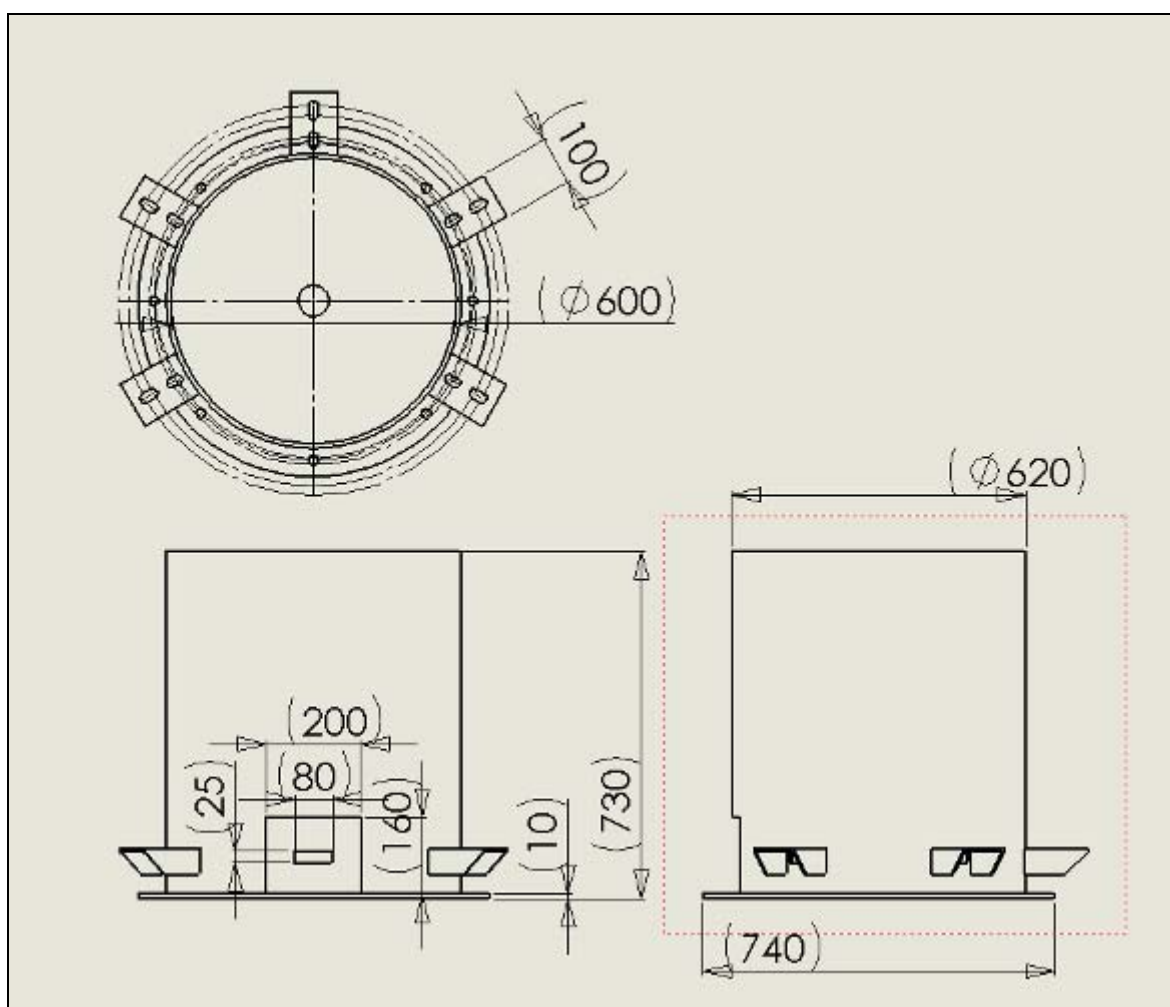
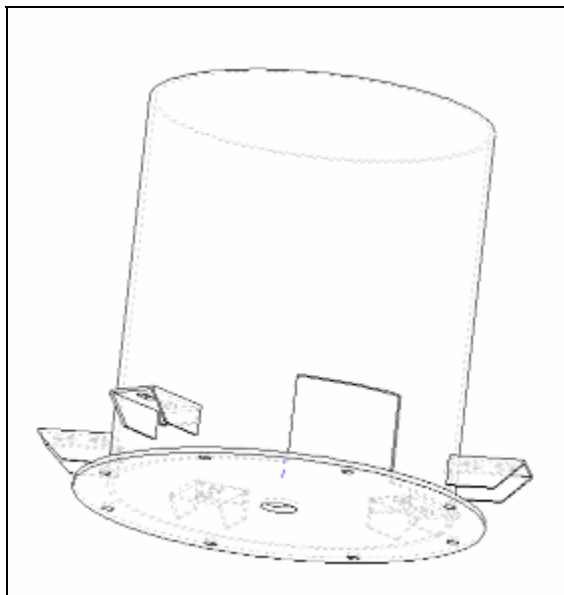
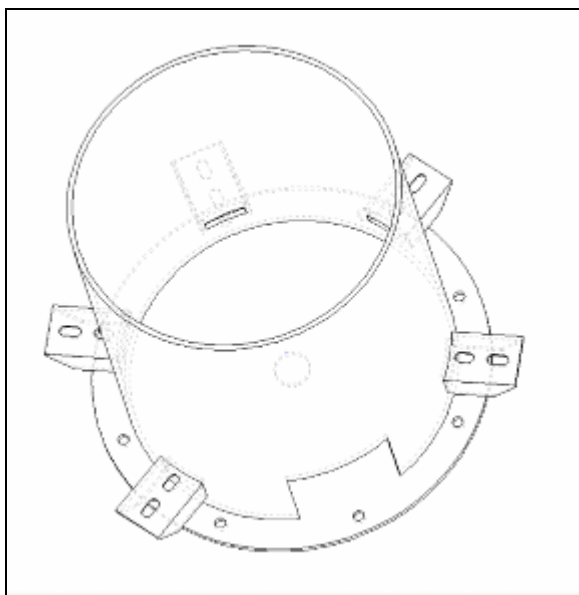
Plaque support cuve
Plate Support Tank



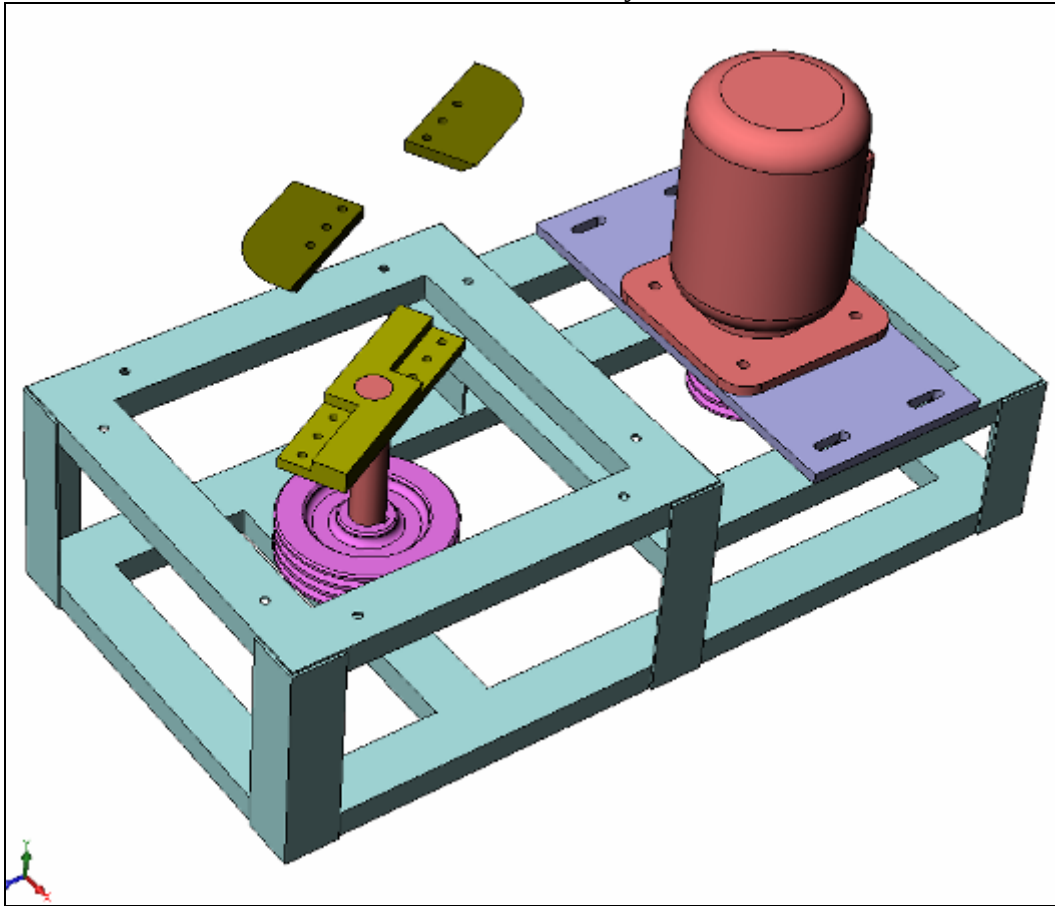
Plaque support moteur
Plate support motor



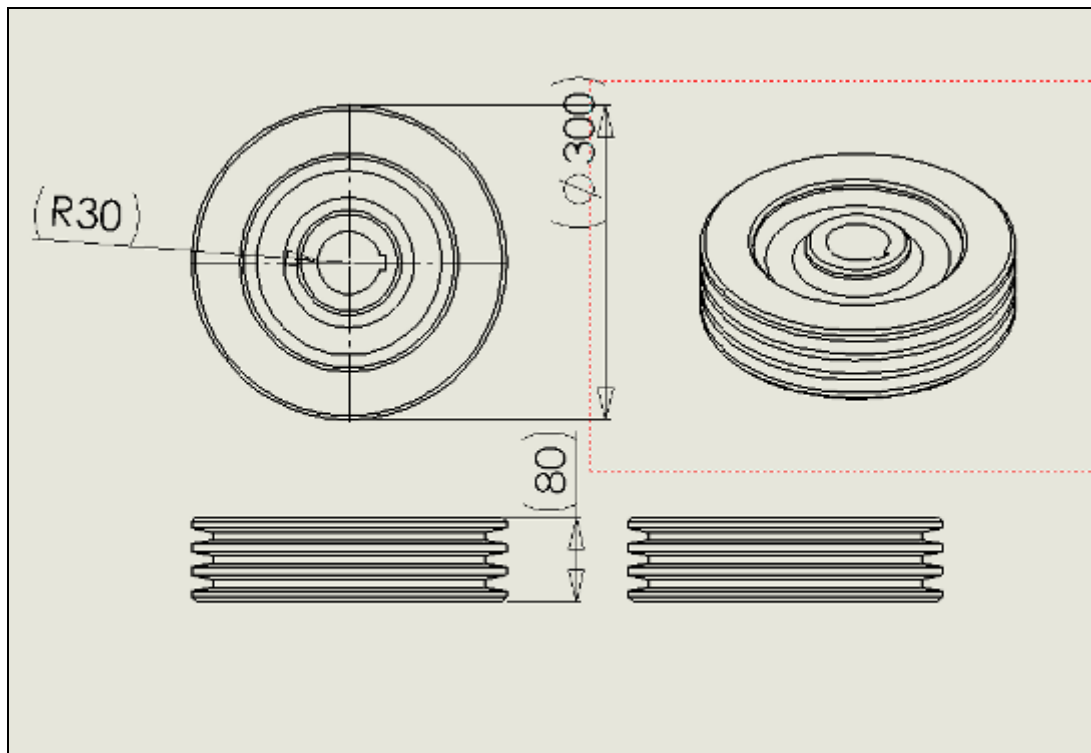
Cuve
Tank



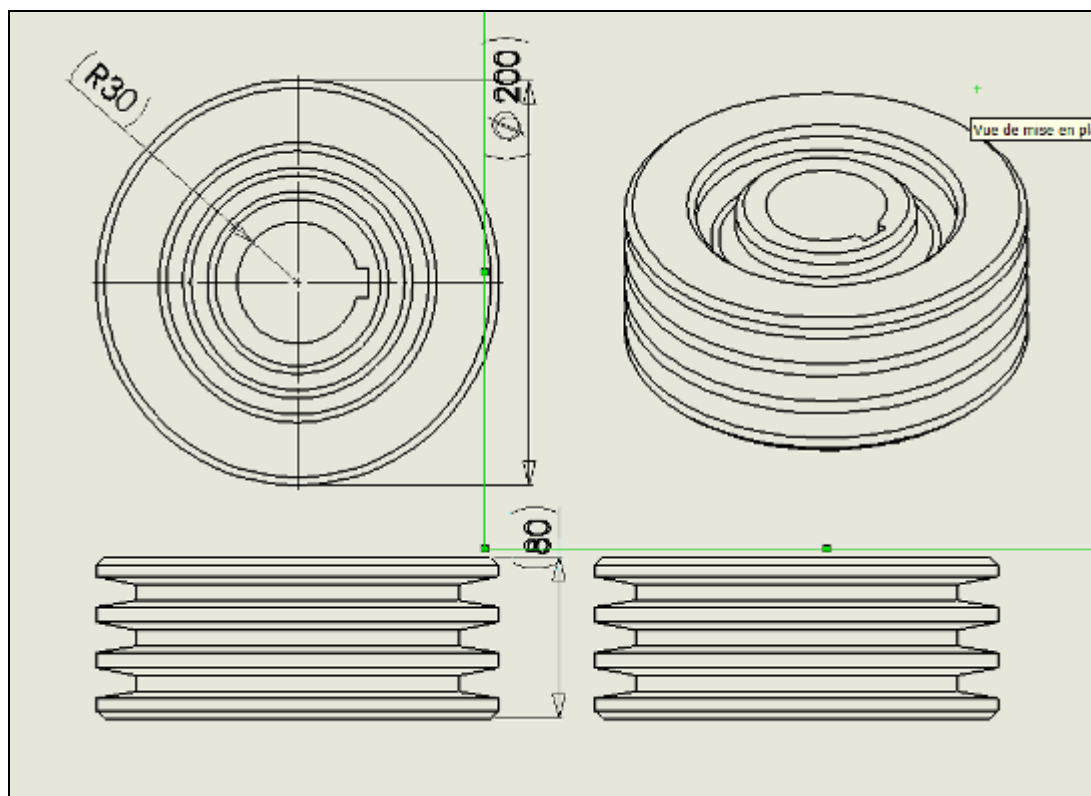
Assemblage lames
Blades assembly



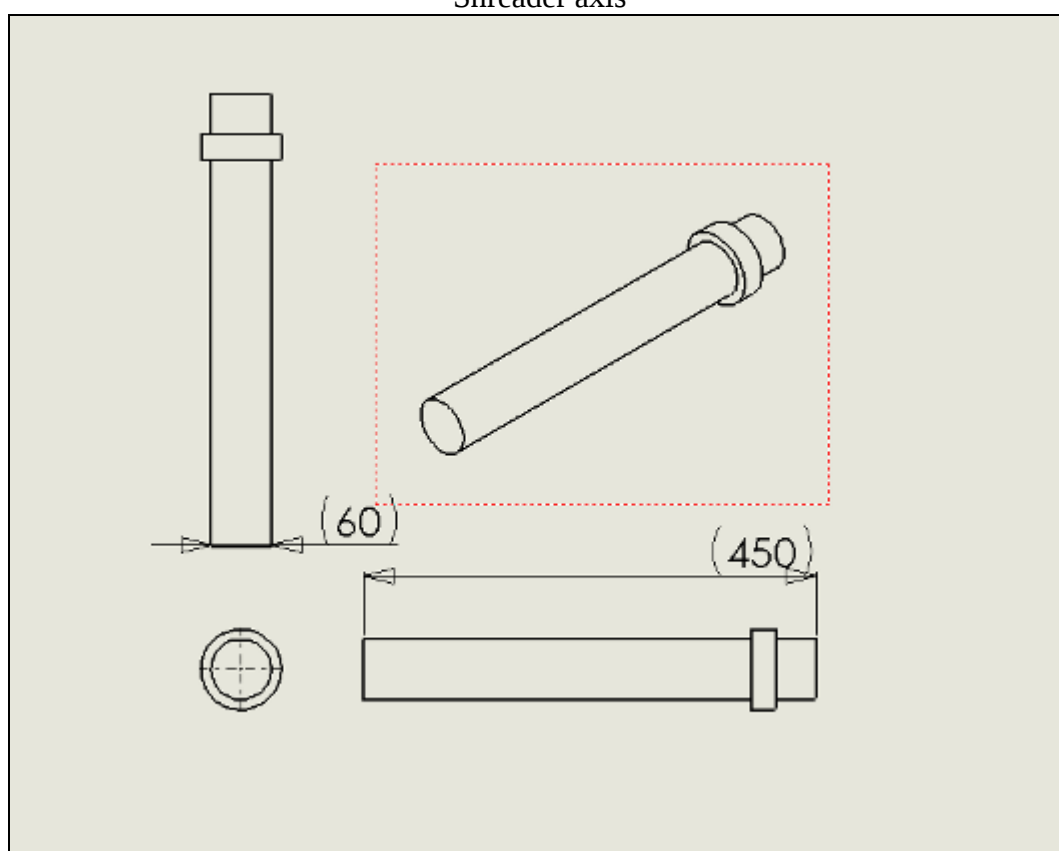
Poulie menée
Shreader wheel



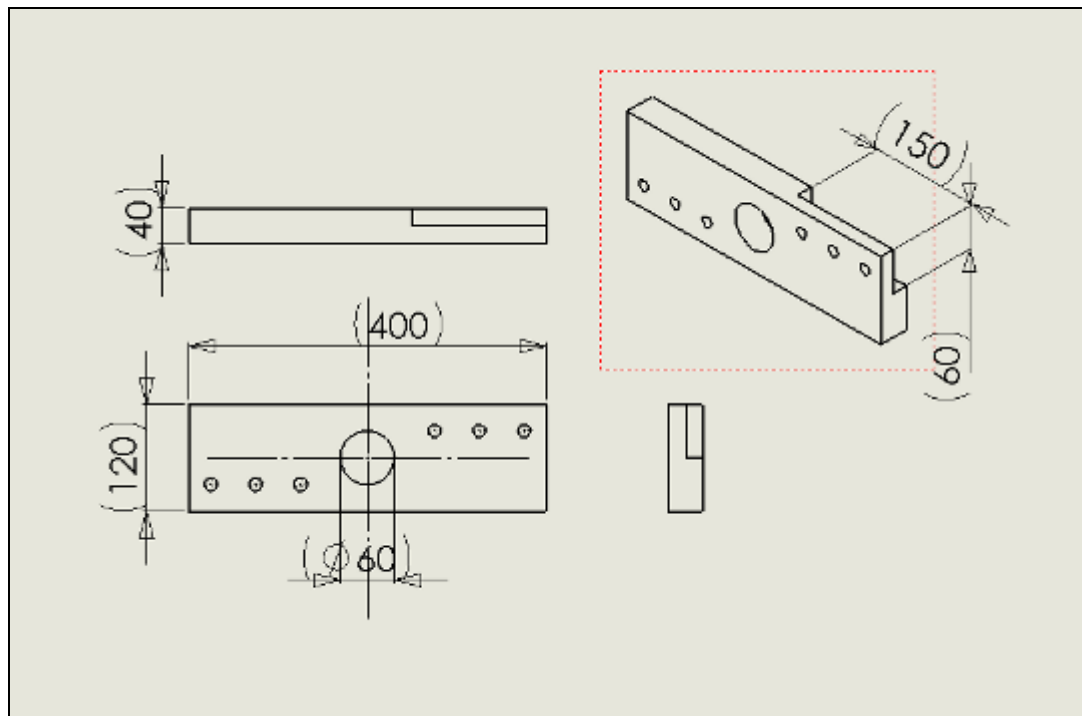
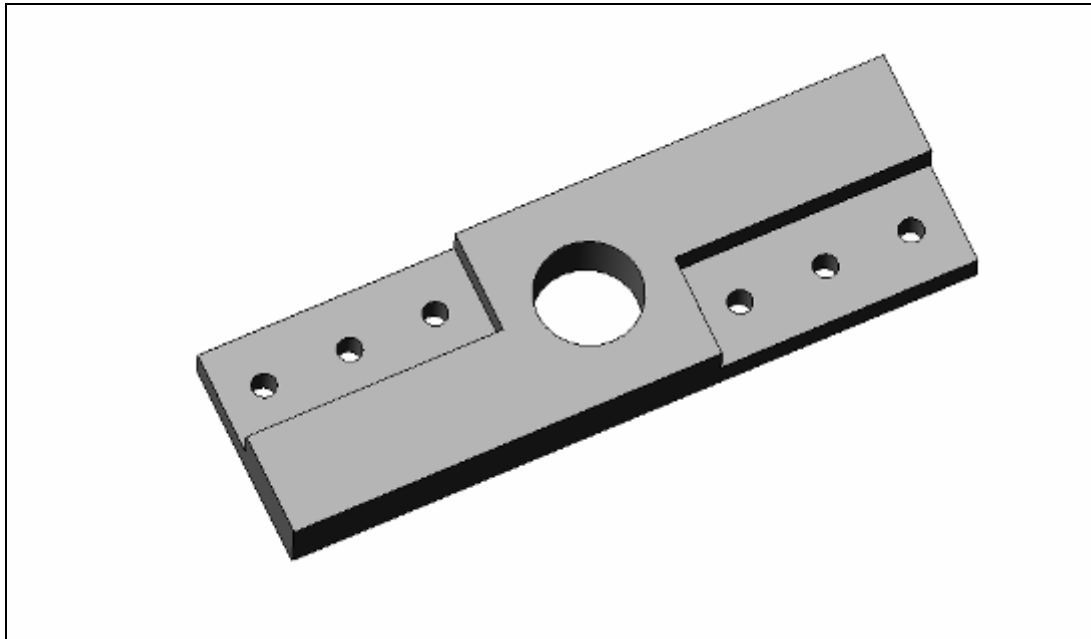
Poulie menante
Motor wheel



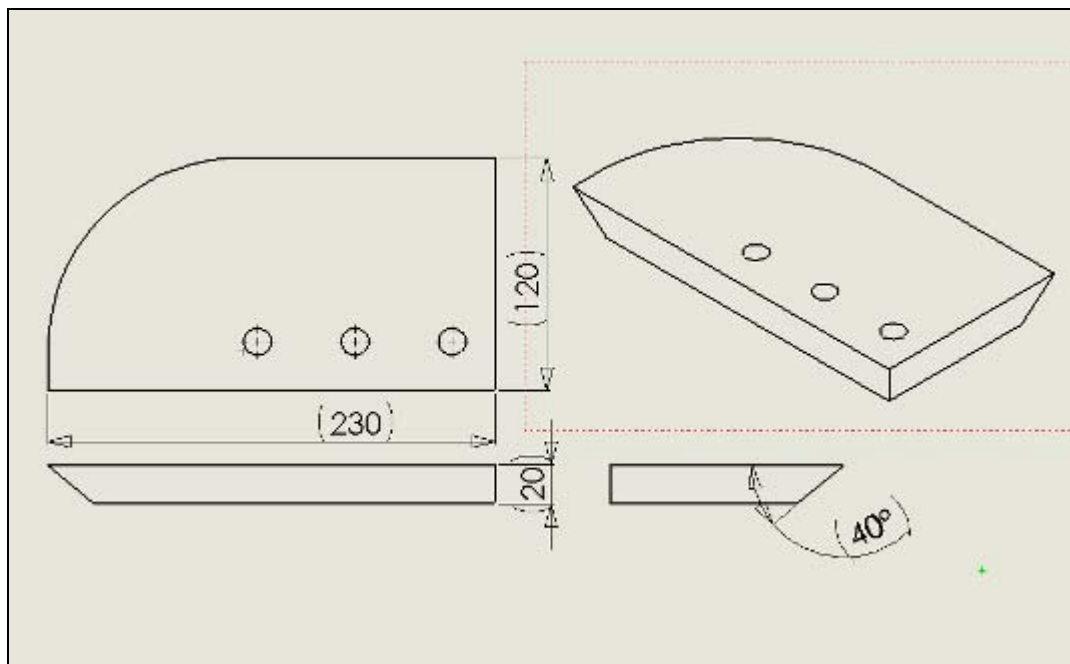
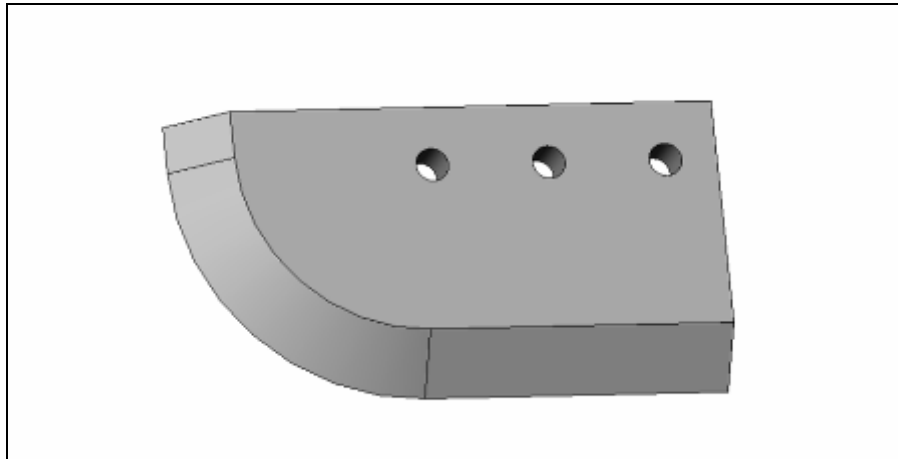
Axe déchiqueteuse
Shreader axis



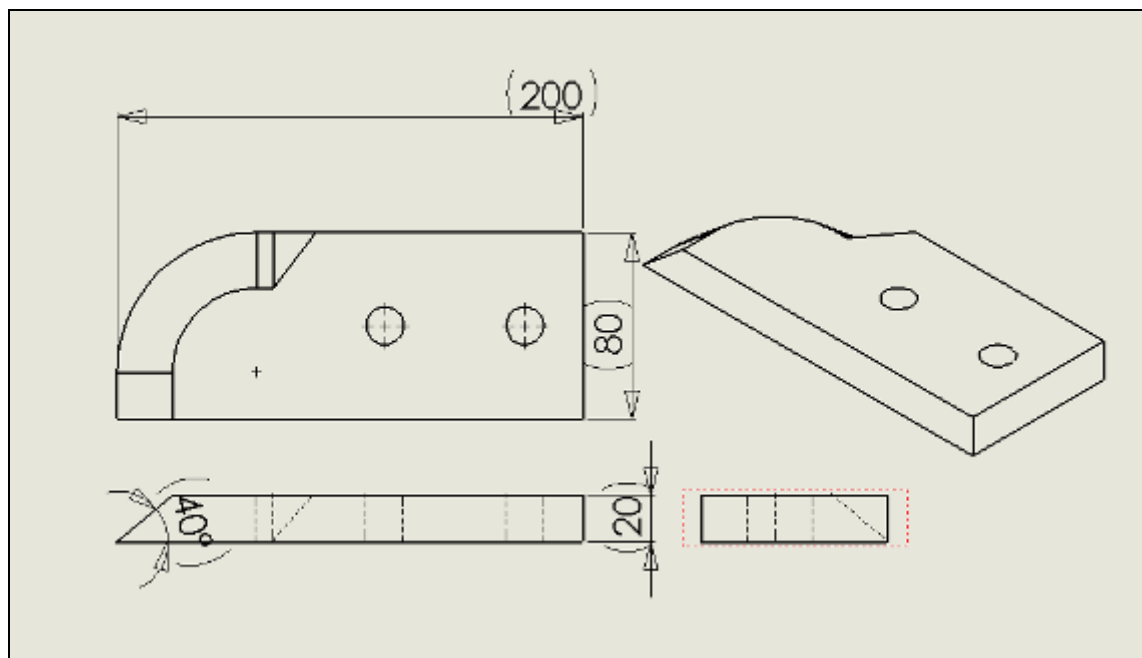
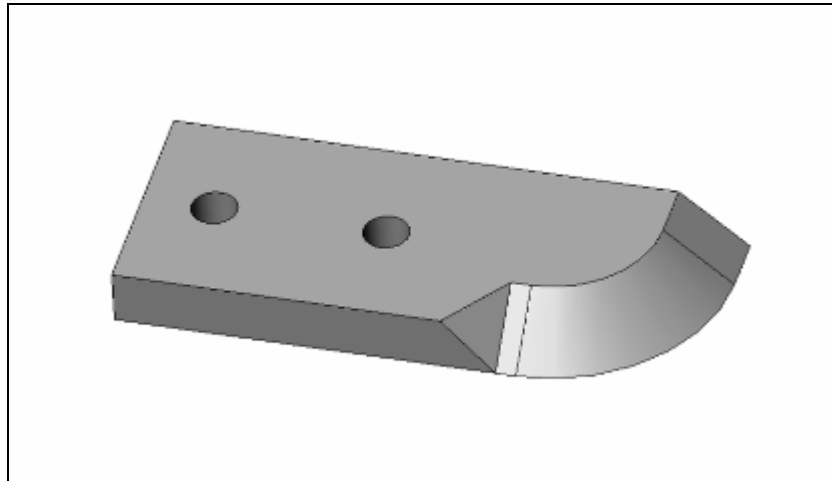
Porte lame
Blade holder



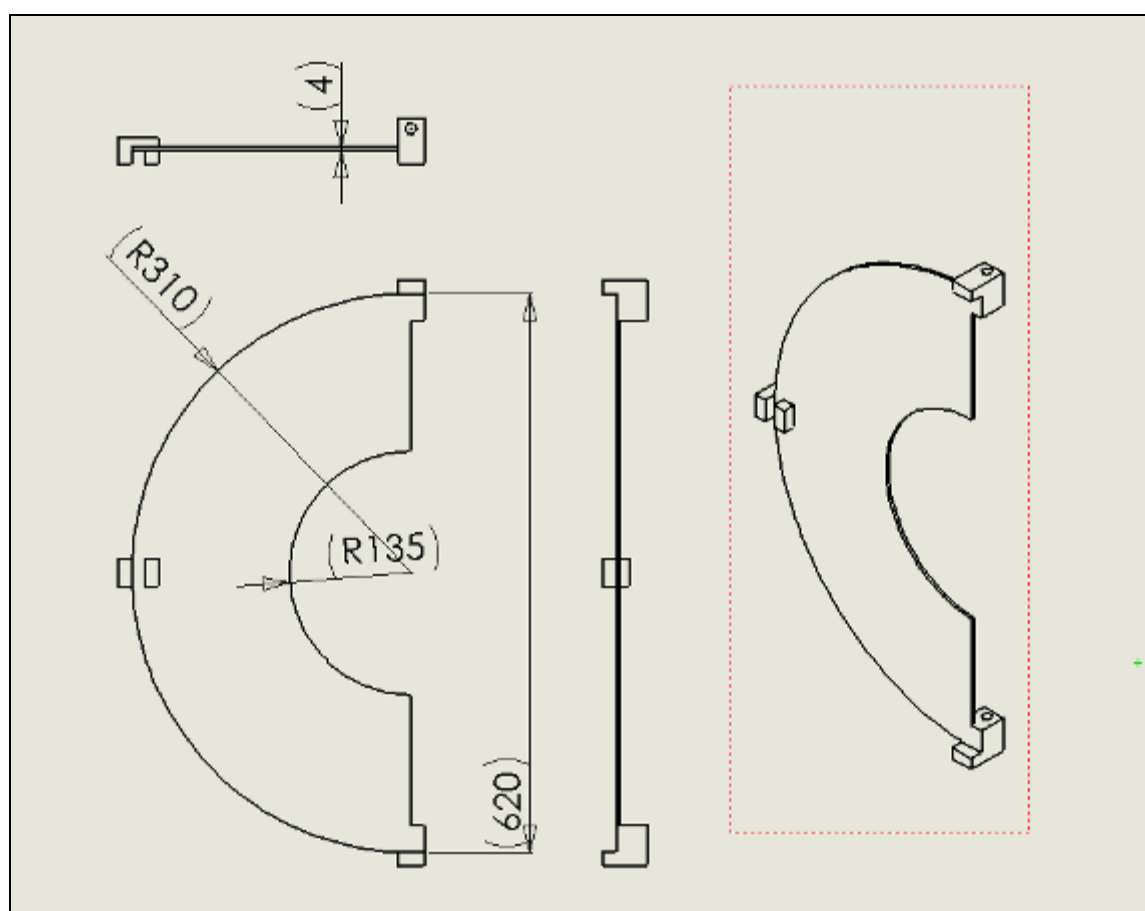
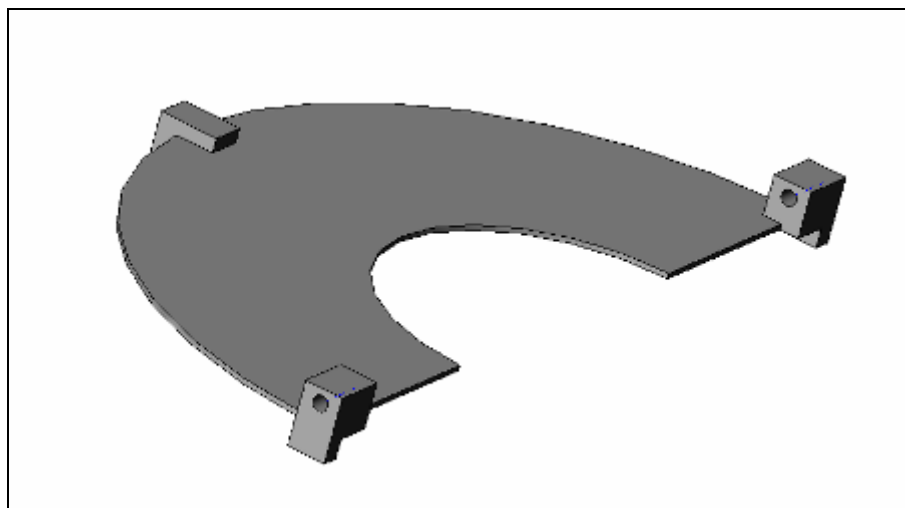
Lame tournante
Rotating Blade



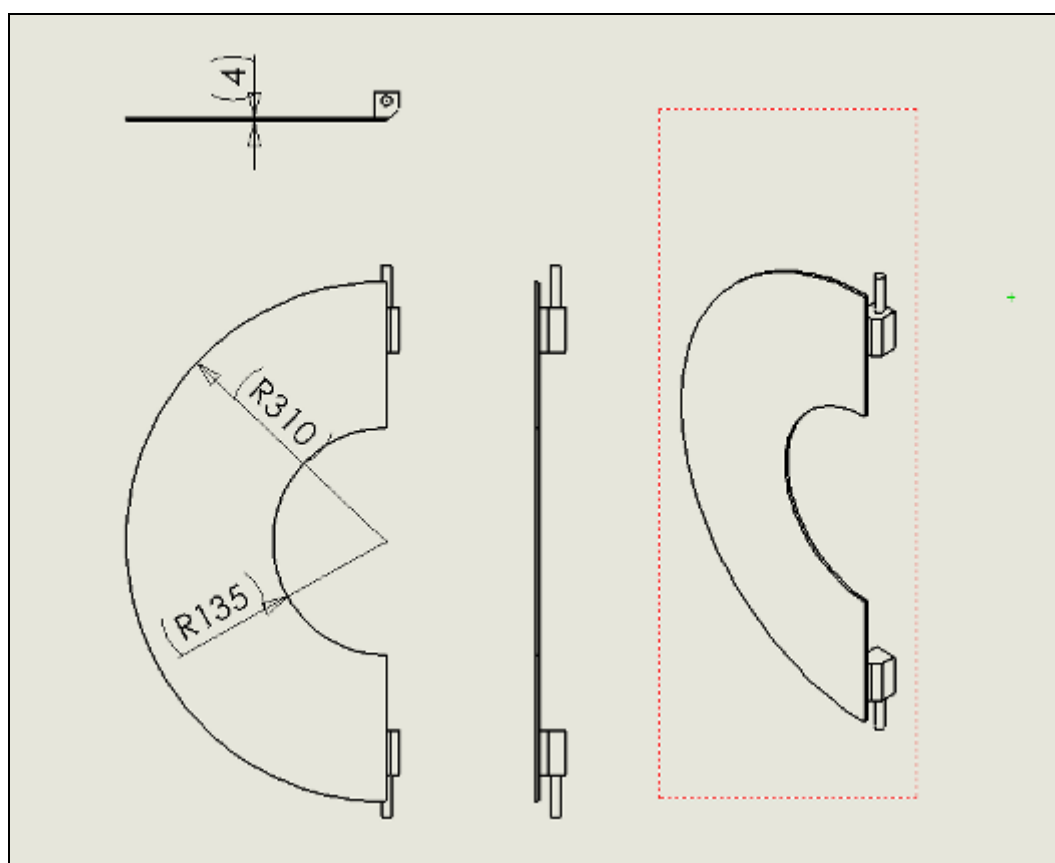
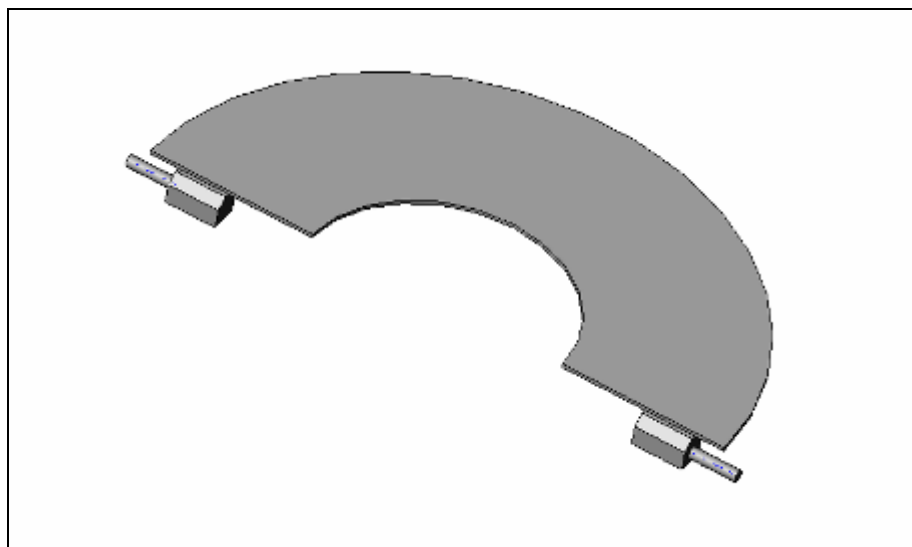
Lame fixe (Contre lame)
Fixed blade



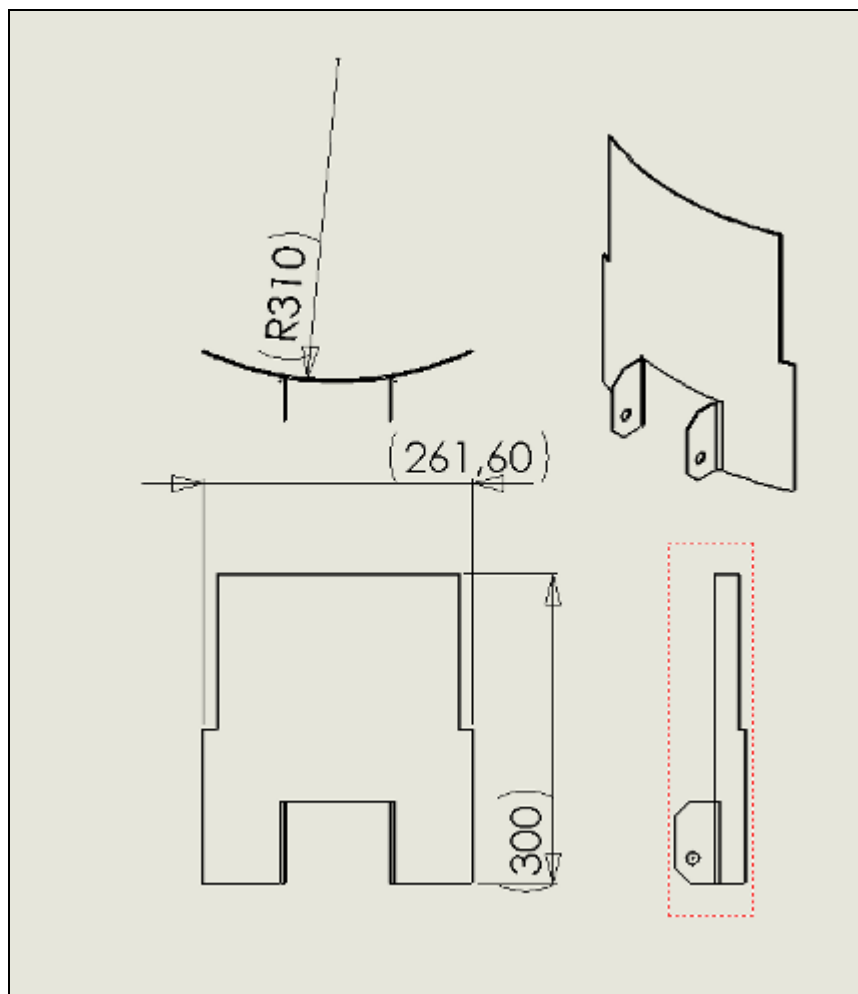
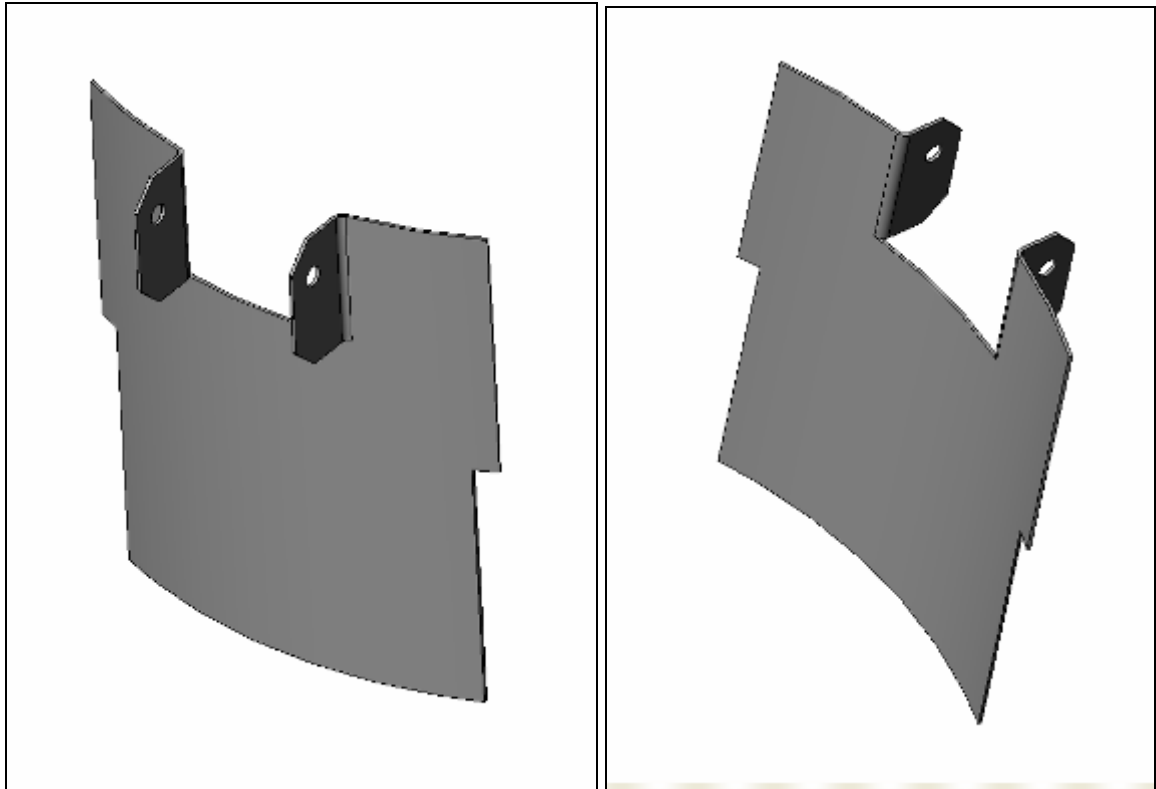
Couvercle fixe
Fixed cover



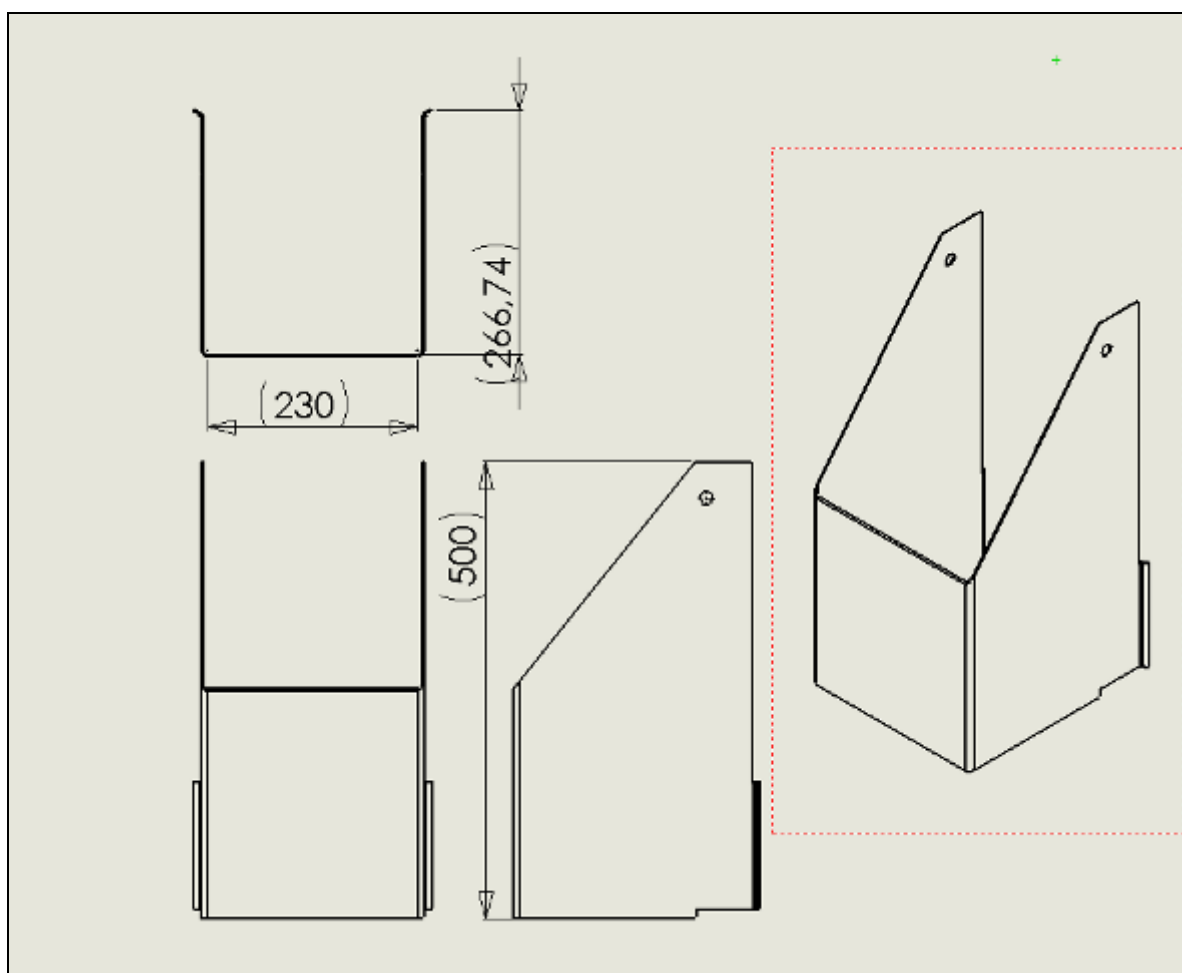
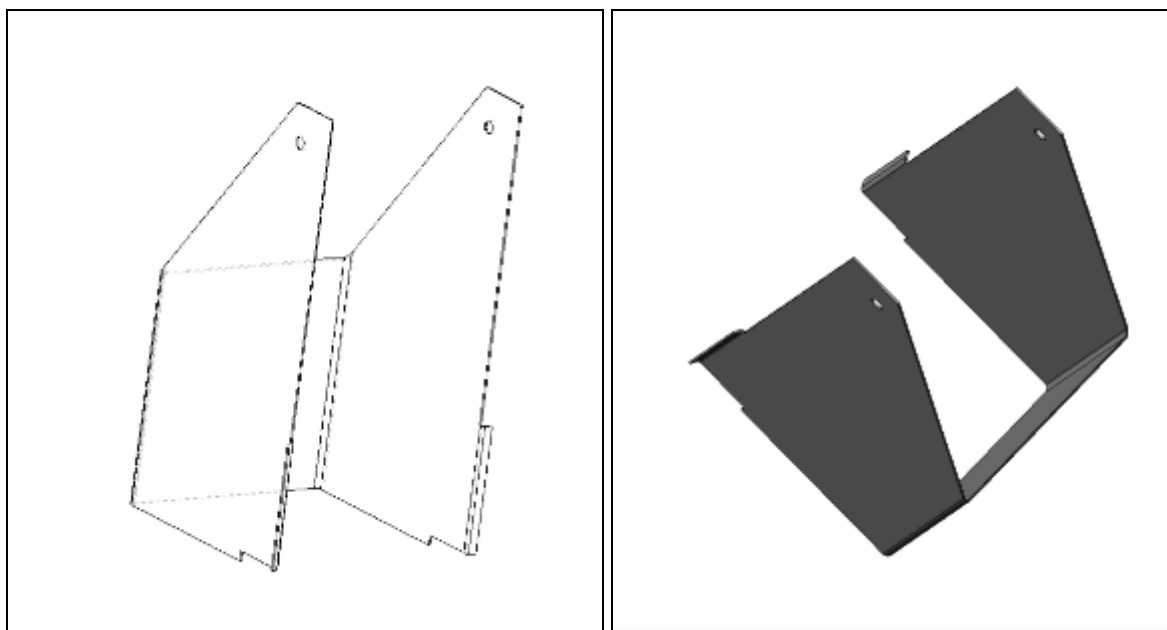
Couvercle mobile
Hinged cover



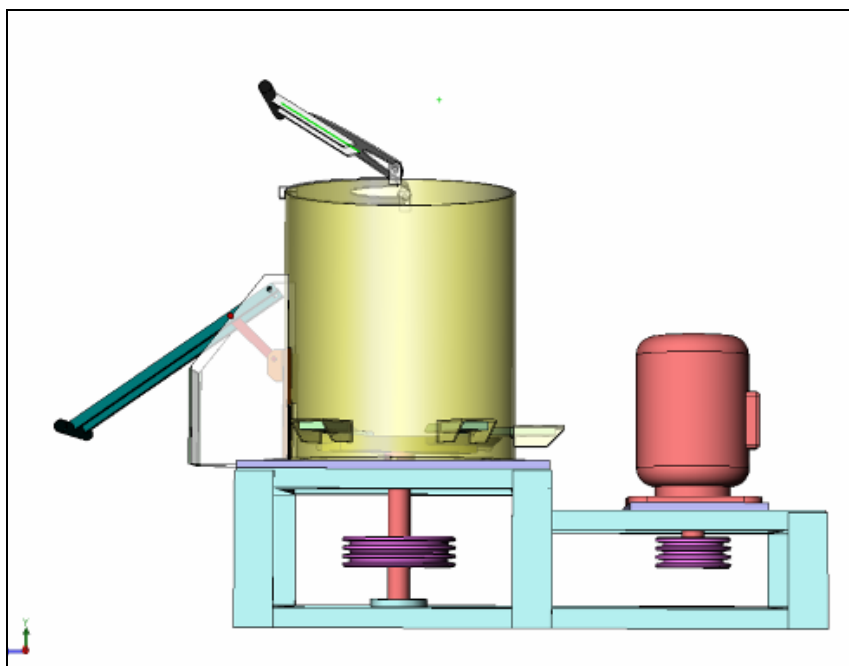
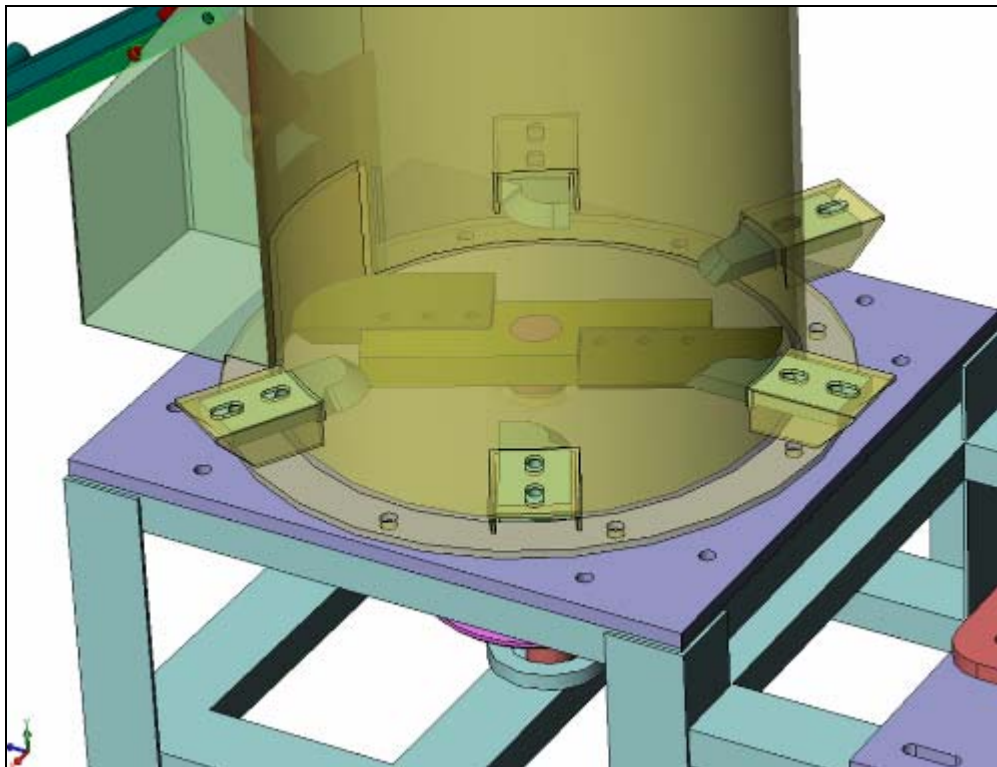
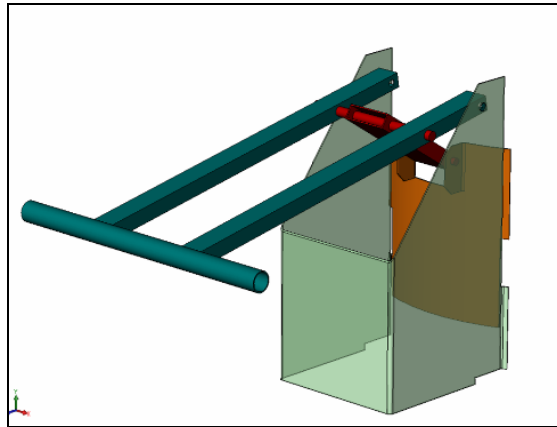
Porte
Door

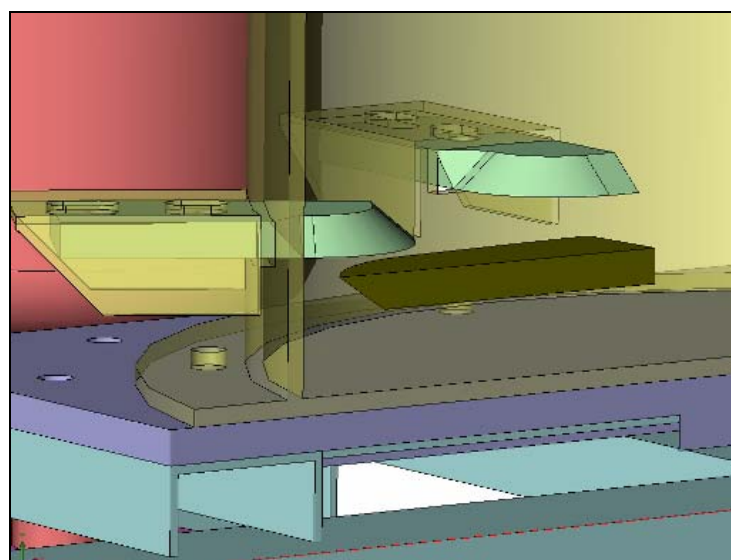
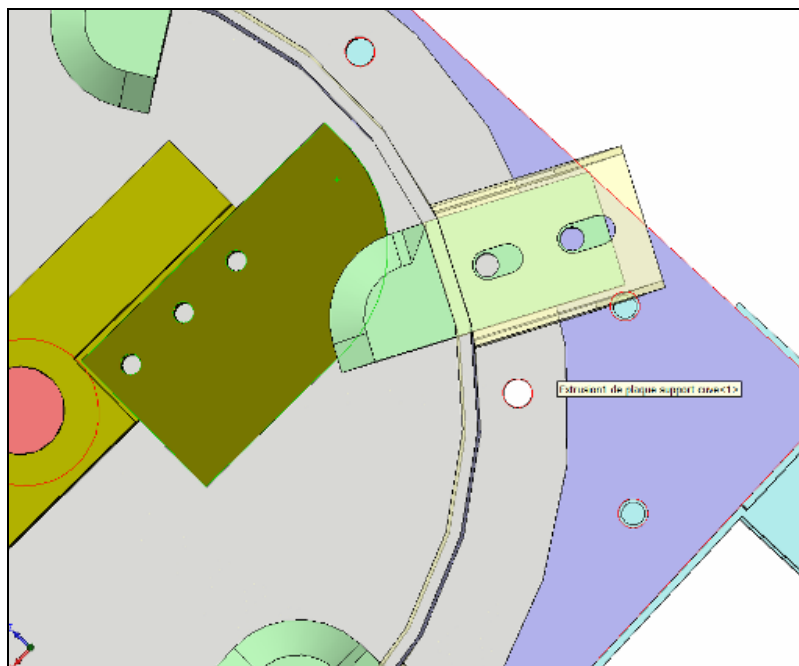
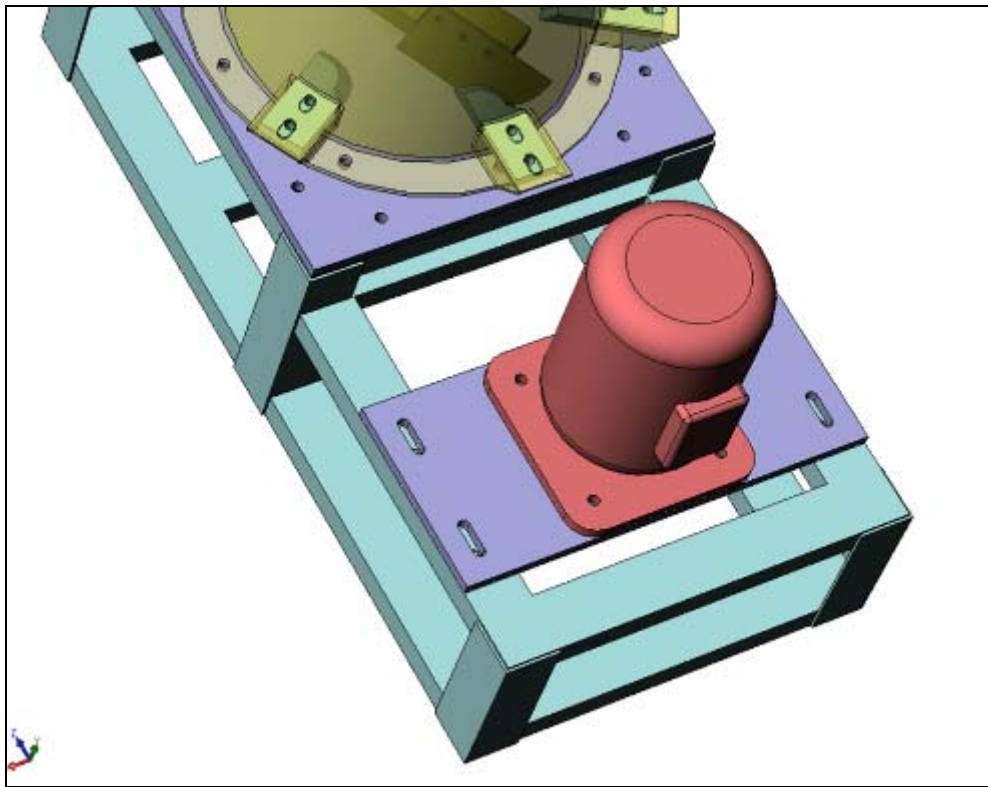


Goulotte
Protective cover



Détails d'assemblage
Assembly details





Libellé général dépenses	Détail	P.U.		Q.	P.T.	P.T. + 30%
		FC	US \$			
Agglomérateur sachets avec moteur électrique						
	Fer U de 100 par longueur de 6m		60,00	2	120,00	156,00
	Tôle de 10mm d'épaisseur/feuille de 1x2m		150,00	1	150,00	195,00
	Tuyaux diam500mm (cuve),L 5,50m forte épaisseur		230,00	1	230,00	299,00
	Courroie		20,00	3	60,00	78,00
	Roulements à a rouleaux coniques		35,00	4	140,00	182,00
	Engrenages coniques		300,00	2	600,00	780,00
	Barre d'acier diam 150x350mm de longueur (palier)		96,00	1	96,00	124,80
	Barre d'acier de diam80x 800mm de L axe orthogonaux		63,00	1	63,00	81,90
	Porte -lame de 120x30x289mm de longueur		16,00	1	16,00	20,80
	Fer plat de 100x30x120mm (porte - contre lames)		5,60	4	22,40	29,12
	Tôle de 6mm d'épaisseur de 700x 700mm (couvercle et déversoir)		46,00	1	46,00	59,80
	Lames		4,00	6	24,00	31,20
	Couvercles de roulements de diam 150x20mm		6,00	2	12,00	15,60
	Poulie à trois gorges série B		45,00	1	45,00	58,50
	Barre d'acier diam 25x1500mm (système d'ouverture de la porte)		14,00	1	14,00	18,20
	Boulons M12x30mm		1,50	30	45,00	58,50
	Disque à meuler		5,00	1	5,00	6,50
	Disque à couper		3,00	5	15,00	19,50
	Lames de scie à métaux		1,50	5	7,50	9,75
	Litre Anti-rouille		5,00	2	10,00	13,00
	Cornières de 30par longueur de 6m		15,00	2	30,00	39,00
	Cornière de 40 par longueur de 6m		16,00	2	32,00	41,60
	Tôle triée (marche pieds du support) de870x400mm		25,00	1	25,00	32,50
	Tôle de 1,5 mm de 1600x700mm		37,00	1	37,00	48,10
	Boites d'électrodes de 3,25		16,00	2	32,00	41,60
	Moteur électrique 20CV 1500 Tours/min		750,00	1	750,00	975,00
	Poulie à quatre gorges B		10,00	1	10,00	13,00
	SOUS - TOTAL				1.876,90	2.439,97
	M.O 30% des achats				563,07	731,99
Total					2.439,97	3.171,96

Liste de matériaux et devis donnés à titre indicatif –
Les prix peuvent considérablement varier d'un pays à l'autre

Ce document a été réalisé avec l'aide financière de l'Union européenne.
Le contenu de ce document relève de la seule responsabilité de Ingénieurs sans Frontières et ne peut en aucun cas être considéré comme reflétant la position de l'Union Européenne.



Rotary Club de Beaumont-Erquelinnes



Wallonie Bruxelles International



Rapport sur la qualité des fumées de la combustion de sacs plastiques

Introduction

Les déchets sont un problème pour la planète et en particulier pour les pays en voie de développement car ces derniers ne sont pas encore pourvus de système qui leur permet le recyclage et d'une véritable politique de diminution des déchets. Les objectifs principaux de cet article sont de sensibiliser le lecteur à la problématique des déchets et à leur diminution par leur valorisation. I.S.F. s'est plus spécifiquement concentré sur le problème des sacs plastiques. L'idée est de transformer les sacs en polyéthylène en pavé pour le revêtement des sols.



Figure 1. Le plastique est devenu partie intégrante du régime alimentaire des bovins donc indirectement nous mangeons du plastique. (Mazataud)

Les sacs plastiques sont récoltés et mélangés à du sable dans un mixeur semi-mécanisé. Cette pâte est ensuite moulée en pavés. La source énergétique est du gaz naturel. Le processus a été optimisé et la procédure a été figée pour assurer une homogénéité du produit. Le personnel n'est au contact direct des fumées que lors du remplissage des cuves. Un effet logique est toutefois à signaler, la production de fumées noires.

Que contiennent ces fumées ?

On peut se poser la question de la possible toxicité des fumées dégagées pendant la fonte du plastique, et de son impact possible sur la salubrité du travail de l'ouvrier, voire sur la pollution atmosphérique. Pour en avoir le cœur net on a procédé en deux étapes : un dégrossissage du problème en laboratoire au Certech (Centre de ressources technologiques en chimie, agréé par la région Wallonne de Belgique) suivi d'une analyse sur place dans les conditions réelles de fonctionnement de l'installation.

En première étape, une analyse des fumées, lors de la fonte de plastique, a été réalisée dans les conditions limites d'utilisations au Certech. Des sacs plastiques ont été brûlés de manière anarchique (sans contrôle de température, de flammes, ...) en effectuant les prélèvements juste au-dessus du foyer.

Cela a permis de démontrer l'absence de tout risque chimique car, même dans ces conditions extrêmes, l'analyse n'a révélé que des teneurs très en-dessous des valeurs limites réglementaires (VME¹) pour les travailleurs (rapport 2012 du Certech).

Lors de cette combustion non contrôlée, une concentration importante en poussières alvéolaires² a été relevée. Celles-ci représentent 90 % des poussières totales et il s'agit de poussières inertes.

Un seul point nous préoccupe donc : les particules fines³ (inertes) et ce, dans le test effectué en juillet 2012, au laboratoire agréé par la Région Wallonne de Belgique, dans les conditions extrêmes. C'est ce seul point qui fera l'objet de l'analyse sur le poste de travail.

La problématique des particules fines est généralement analysée sous trois points de vue: à l'émission, au niveau de l'exposition des travailleurs et à l'immission :

- à l'émission on se préoccupe de réduire la quantité de particules émises,
- des normes réglementent la concentration sur les lieux de travail: les VME sont fixées par les réglementations de travail de chaque pays
- les valeurs d'immission pour la qualité de l'air ambiant pour la population en général: des valeurs (concentrations) de référence sont proposées par l'OMS et peuvent être reprises dans les législations sur l'environnement.

¹ La VME indique la concentration moyenne dans l'air des postes de travail en un polluant donné qui, en l'état actuel des connaissances, ne met pas en danger la santé de la très grande majorité des travailleurs sains qui y sont exposés, et ceci pour une durée de 42 heures hebdomadaires, à raison de 8 heures par jour, pendant de longues périodes.

² La fraction de poussières alvéolaires est définie dans la norme comme l'ensemble des particules en suspension dans l'air qui parvient jusqu'aux alvéoles pulmonaires.

³ Les particules fines en suspension dans l'air son aussi appelées poussières ou aérosols. En anglais on parle de "Particulate Matter" (PM).

La norme sur le lieu de travail en poussières alvéolaires (pour une exposition de 8 heures) varie d'un pays à l'autre; elle est généralement de 3 mg/m³. (certech, 2012). Toutefois l'Allemagne (valeur MAK) recommande maintenant une valeur de 0.3 mg/ m³.

Quelles mesures seront-elles prises ?

Une combustion maîtrisée produit beaucoup moins de particules fines. Toutefois, au sein du mixeur élaboré par ISF, des mesures pour diminuer la concentration en particules fines sortant de la cheminée sont prises en installant des rabattements naturels de particules dans la cheminée. (certech, 2012)

Aujourd'hui, le mixeur semi-mécanisé est conduit suivant un processus qui est contrôlé au niveau de la température et des flammes; il rejette donc moins de particules fines. Néanmoins, il est recommandé de continuer l'effort d'abattement des poussières inhalables et alvéolaires comme consigne permanente.

Dans un premier temps, nous utiliserons des chicanes pour collecter une partie des poussières sous forme de suie et un ventilateur pour contrôler le débit au travers du circuit.

Dans un deuxième temps, un filtre à particules pourrait être installé. Une recherche (travail de fin d'étude) sera menée sur la possibilité de fabriquer des filtres à particules avec les ressources locales, et étudier le recyclage possible de ces filtres après leur utilisation.

Impact des particules fines sur la qualité de l'air

Définition

Les particules fines sont un mélange de diverses particules solides et de gouttelettes liquides. Ces polluants ont des origines tant naturelles que dues à des activités humaines. Vu leurs hétérogénéités elles ne sont pas caractérisées par une composition physico-chimique. Les particules fines sont classées en fonction de leurs tailles. Il y a trois manières de les quantifier la masse, le nombre ou la surface/forme (IBGE, 2009)

- PM10 : particules de diamètre inférieur à 10 µm
- PM2,5 : particules de diamètre inférieur à 2,5 µm
- PM1 : les particules de diamètre inférieur à 1 µm
- PM0,1 : particules de diamètre inférieur à 0.1 µm

Lignes directrices

L'O.M.S. a émis des objectifs de qualités de l'air qui tiennent compte de l'hétérogénéité mondiale. Il est évident que chaque pays doit tenir compte du contexte local pour définir sa politique environnementale et de santé publique. Les normes nationales varient

donc en fonction de l'équilibre entre les risques sanitaires, les considérations économiques, politiques et sociales. (OMS, 2005)

Les valeurs recommandées par l'OMS sont reprises dans son Aide-mémoire N°31 de Mars 2014. En Europe, les valeurs sont définies dans la Directive Européenne 1999/30/CE (IBGE 2009).

PM 2.5 en $\mu\text{g}/\text{m}^3$	OMS	UE
moyenne annuelle	10	25
moyenne 24 h	25	-
PM 10 en $\mu\text{g}/\text{m}^3$	OMS	UE
moyenne annuelle	20	40
moyenne 24 h	50	50

PM2.5

- 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ moyenne annuelle
- 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ moyenne sur 24 heures

PM10

- 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ moyenne annuelle
- 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ moyenne sur 24 heures

La Directive Européenne 1999/30/CE

A titre de comparaison

Les concentrations en particules fines à Bruxelles sont comprises entre 20 et 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. (IBGE, 2010) A Ouagadougou en 2005, la concentration moyenne journalière était de 176 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ avec des pics pouvant atteindre 600 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. (SAVADOGO, 2009)

Résultats de la campagne de mesures sur site à Ouagadougou

Du 17 au 26 septembre 2014 IsF a effectué six prélèvements sur le personnel du site par IsF et la concentration pondérale dans l'air a été calculée selon la norme ISO 5767.

Suivant l'interprétation des résultats selon la norme EN 689, le risque de dépasser la valeur limite d'exposition de 3 mg/m^3 est faible.

En conclusions, le niveau d'exposition des opérateurs aux poussières alvéolaires est acceptable pour autant que les conditions d'exploitation telles que définies dans la procédure établie soient respectées.

En plus des mesures d'exposition du personnel, une mesure orientative de **concentration** à la cheminée a été effectuée. La valeur obtenue de 10 mg/m³ est à rapprocher de la valeur de 0.4 mg/m³ mesurée sur l'opérateur. La dispersion à proximité de quelques mètres apporte déjà une dilution d'un facteur 25.

Bien qu'une étude plus approfondie (mesures suivant les normes ad-hoc et étude de dispersion) serait nécessaire pour le démontrer rigoureusement, ce résultat tend à montrer que l'impact sur les valeurs d'immission en moyenne annuelle en dehors de l'enceinte du site sont probablement extrêmement faibles.

Tableau résumé

Concentration à l'émission	Sur le site	Certech	
mg/m ³	10	8	
Exposition du personnel	Sur le site	VME	
mg/m ³ (alvéolaires)	0.4	3.0	
Immission	En bordure du site	OMS	UE
PM 2.5 µg/m ³ en moyenne annuelle	faible à très faible (?)	10	25

Conclusions

Les essais en laboratoire puis sur le terrain ont démontré que le processus de traitement mis au point par IsF (technologie et mode opératoire) n'entraîne pas de risque pour le personnel en charge des opérations suivant les normes le plus couramment admises.

L'impact sur les valeurs d'immission en moyenne annuelle en dehors de l'enceinte du site sont probablement extrêmement faibles.

Néanmoins il est indispensable de s'assurer dans chaque cas du respect des réglementations locales, éventuellement plus restrictives.

Bibliographie

- Certech. (2012). *Evaluation de l'exposition aux composés organiques volatils, aux HAP, aux particules fines et au noir de carbone lors de la réalisation de briques à base de déchets plastiques* . Seneffe.
- Certech. (2014). *Evaluation de l'exposition aux poussières alvéolaires lors de la réalisation de briques à base de déchets plastiques* . Seneffe.
- Dupont, G. (s.d.). *Le 7e Continent En Plastique* . Récupéré sur <http://epanews.fr/profiles/blogs/le-7e-continent-en-plastique-commentaire-de-la-vid-o#.U0O5UmeKDIV>
- IBGE. (2009). *fiche 23 « Les particules fines (PM10, PM2,5) »*. Observatoire des donnees de l'environnement, laboratoire pour la recherche en environnement, dep. plan air, climat et énergies.
- IBGE. (2010). *Black carbon, PM10 Mass concentration, Nitrogen monoxide, Nitrogen oxides and particulate number concentration at the Woluwe trafic site*.
- Mazataud, V. (s.d.). *Le plastique, un nouvel aliment* . Récupéré sur Geo: <http://www.geo.fr/photos/vos-reportages-photo/inde-vaches-sacrees-pushkar/plastique-regime-alimentaire>
- OMS. (2005). *Lignes directrices OMS relatives à la qualité de l'air – mise à jour mondiale 2005*. Récupéré sur http://www.who.int/phe/health_topics/outdoorair/outdoorair_aqg/fr/
- OMS. (mars 2014). *Qualité de l'air ambiant (extérieur) et santé. Aide-mémoire N°313*. Récupéré sur <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs313/fr/>
- SAVADOGO, D. P. (2009). *Étude de la gestion de la qualité de l'air à Ouagadougou*. Ministère de l'environnement et du cadre de vie Burkina Faso.

Principe de base

1. Tri des plastiques



2. Mélange PE20%-Sable 80%



3. production de pavés



Mixeur version 1



MAH00071.MP4

Vidéo manuel vélo



MAH00046.MP4

- Manuel de montage disponible.
- Charge max vélo : 12 pavés/h et charge max moteur : 30 pavés/h

Vidéo motorisé

Mixeur version 2



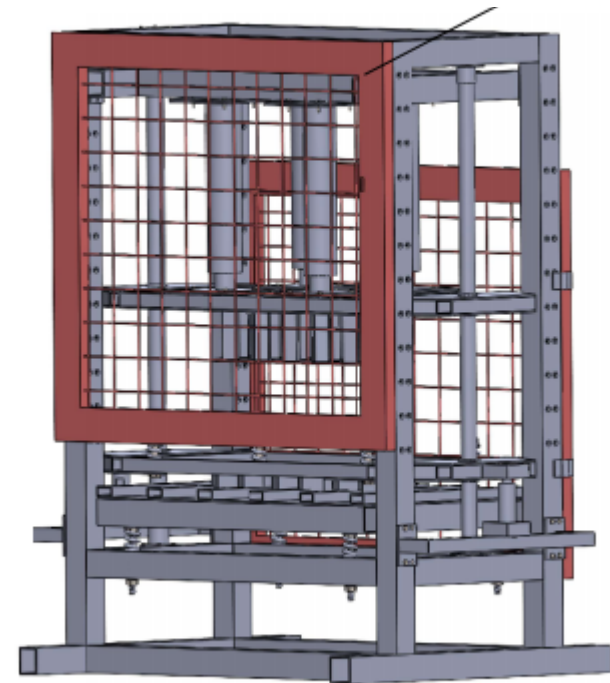
- Manuel de montage pas encore disponible.
- Charge plus importante : 30-35 pavés/h => pas de soucis de dérailleur

Compactage manuel vs compactage semi automatique

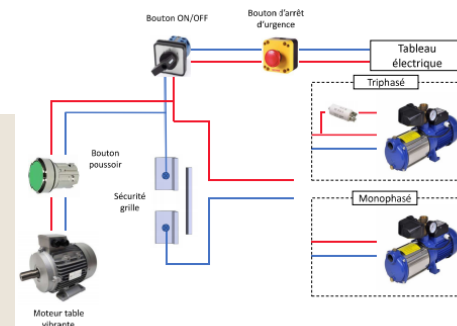
Compactage manuel



Compactage semi-automatique



- Manuel de montage disponible.
- Premier prototype sera assemblé en avril 2021



Comment ?

Le matériel :

- Matériaux achetés sur place
- Montés par 4 artisans locaux formés

Les compétences

- Selon les plans ISF
- Supervisé par un formateur burkinabé, co-auteur du mixeur

⇒ Brainstorming sur les matériaux et leur pertinence prix/qualité

⇒ Méthode de learning by doing entre mécano soudeurs du Sud

⇒ => **transfert de compétences SUD-SUD**



Un système durable et appropriable



- ☑ **mise en place locale : fabriqué par des artisans locaux**
- ☑ gestion locale : géré par des femmes du quartier
- ☑ autonome : force humaine ou moteur thermique
- ☑ de qualité constante : grâce à la mécanisation
- ☑ sécurisé : mur et cheminée contre fumées et brûlures
- ☑ **écologique : participant au nettoyage de la ville**
- ☑ **économique : source de revenus pour les travailleuses**