

Notice technique - Concentrateur parabolique solaire V2 DIY

Date : 02 juillet 2025

Référence : Concentrateur parabolique - Modèle personnalisé

⚠ Avertissement de sécurité.....	2
1. VUE D'ENSEMBLE DU SYSTÈME.....	3
1.1. Fonctionnalités principales :.....	3
1.2. Spécifications techniques.....	4
1.3. Avantages du système.....	4
2. RÉSUMÉ DES COMPOSANTS.....	6
3. OBJECTIFS FONCTIONNELS PAR COMPOSANT.....	9
3.1. Concentrateur parabolique.....	9
3.2. Armature (voir Figure 10).....	10
3.3. Axe incliné porteur.....	10
3.4. Vis sans fin + roue dentée.....	11
3.5. Cric + Cales.....	11
3.6. Manivelle (pédalier).....	13
4. RECOMMANDATIONS DE CONCEPTION ET DE MATÉRIAUX.....	15
5. CHOIX TECHNIQUE DE L'ASSOCIATION NIRIS.....	16
5.1. Matériaux des composants essentiels.....	16
5.2. Technique de production des composants.....	16
6. GUIDE D'ASSEMBLAGE DÉTAILLÉ.....	23
6.1. Matériel requis.....	23
6.2. Étapes d'assemblage.....	25
7. PRÉCAUTIONS ET SÉCURITÉ.....	33
7.1. Manipulation.....	33
7.2. Maintenance.....	33
7.3. Dangers liés à la concentration solaire.....	34
8. VUE D'ENSEMBLE.....	35
GLOSSAIRE.....	36
ANNEXE A : Détails sur le principe physique de fonctionnement.....	37



ANNEXE B : CRIC D'ÉLEVATION.....	38
ANNEXE C : Informations détaillées des composants.....	40
ANNEXE C1 : Concentrateur parabolique.....	40
ANNEXE C2 : Armature.....	43
ANNEXE C3 : Système vis sans fin + Roue dentée et joint de cardan.....	45
ANNEXE C4 : Axe incliné porteur du concentrateur parabolique.....	47
ANNEXE C5 : Cale.....	50



Avertissement de sécurité

Ce document décrit un dispositif de concentration solaire thermique utilisant des températures potentiellement supérieures à 700 °C.

Avant toute manipulation, assemblage ou utilisation du concentrateur parabolique solaire, veuillez lire attentivement les précautions et consignes de sécurité détaillées dans la section 7 de ce manuel. Le non-respect de ces instructions peut entraîner des blessures graves, des dommages matériels ou un fonctionnement non optimal du système.

- **Manipulation :** Manipulez les composants avec précaution, notamment l'inox, pour éviter tout dommage. Portez systématiquement des gants de protection lors de l'assemblage et évitez tout choc sur les surfaces réfléchissantes.
- **Sécurité des yeux :** Ne jamais regarder directement la surface réfléchissante ou le point focal du concentrateur parabolique solaire en fonctionnement, car la concentration des rayons solaires peut causer des lésions oculaires irréversibles.

Toute tentative de reproduction ou de modification du système sans les compétences techniques appropriées ni les mesures de sécurité adéquates peut entraîner des blessures graves, des incendies ou des lésions oculaires irréversibles. L'auteur décline toute responsabilité en cas d'utilisation non conforme, partielle ou non sécurisée du présent système.

Il est fortement recommandé de faire valider toute installation par un professionnel qualifié en thermique, mécanique et sécurité structurelle.



1. VUE D'ENSEMBLE DU SYSTÈME

Le système est un concentrateur solaire de forme parabolique, conçu pour suivre le mouvement apparent du soleil et focaliser les rayons sur un point focal unique.

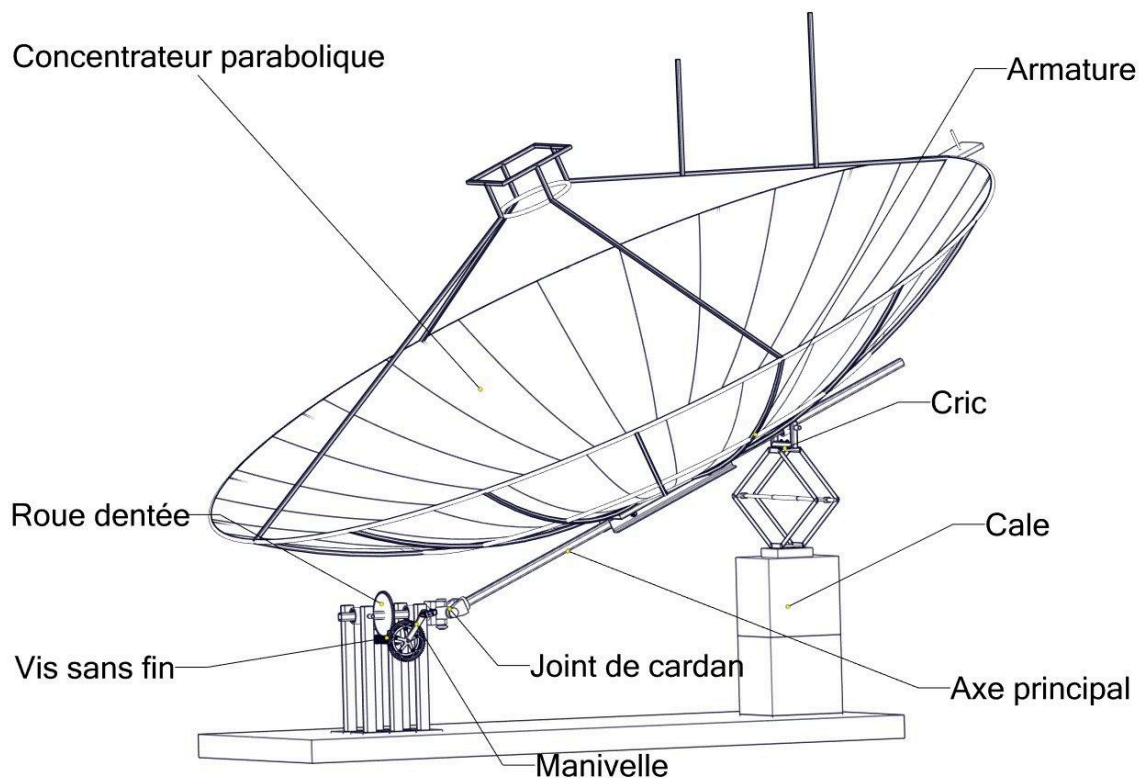


Figure 1 : Schéma général du système

1.1. Fonctionnalités principales :

- **Suivi horaire** : Rotation angulaire de $15^\circ/\text{h}$ assurée par un mécanisme à vis sans fin¹ et roue dentée, couplée à une horloge mécanique.

¹ [Vis sans fin](#)



- **Suivi saisonnier** : Ajustement manuel de l'inclinaison via un système de cric² et de cales³.
- **Transmission** : Système composé d'une vis sans fin (pas de 6 mm, diamètre 40 mm), d'une roue dentée (module 2.5, 90 dents), d'un pignon⁴ d'entraînement (15 dents) et d'un joint de cardan.

Pour plus de détails sur le principe de fonctionnement du système, se référer à l'[annexe A](#),

1.2. Spécifications techniques

- **Désignation** : Concentrateur parabolique solaire V2
- **Poids total** : 70 kg
- **Géométrie du réflecteur** :
 - **Forme** : Paraboloïde de révolution
 - **Diamètre d'ouverture** : 4,4 m
 - **Distance focale** : 1,6 m
 - **Courbure** : 27,8 %
- **Matériaux Principaux** :
 - **Surface réfléchissante** : Tôle d'acier inoxydable 316L polie miroir.
 - **Armature⁵ du concentrateur** : Tubes en acier S235/S275 (20x20x2,6 mm)
 - **Axe de rotation principal** : Tube carré en acier S275 (40x40x4 mm).

1.3. Avantages du système

² [Cric](#)

³ [Cale](#)

⁴ [Pignon](#)

⁵ [Armature](#)



1.3.1. Efficacité énergétique améliorée

- La géométrie parabolique concentre les rayons solaires en un point focal à 1,6 m, maximisant l'irradiance captée par rapport à un système statique.
- La rotation de 15°/heure, synchronisée avec la trajectoire azimutale du soleil minimise l'angle d'incidence.
- Les réglages bihebdomadaires (2° toutes les deux semaines) optimisent l'angle zénithal en fonction de la déclinaison solaire⁶,

1.3.2. Conception économique et durable

- **Faible coût** : L'utilisation d'une horloge mécanique alimentée par une masse (80 kg) et de cales réduit les besoins en énergie électrique et en composants coûteux par rapport à un suivi motorisé.
- **Matériaux accessibles** : Les tubes (20 x 20 x 2,6 mm) et l'acier (S235/S275) sont largement disponibles, facilitant la fabrication DIY.

1.3.3. Simplicité et maintenance réduite

- **Conception mécanique simplifiée** : L'axe incliné⁷ et l'horloge mécanique éliminent la complexité des systèmes à deux axes, réduisant les pannes.
- **Ajustement manuel** : Les réglages saisonniers toutes les deux semaines avec un cric et des cales nécessitent peu d'efforts et d'outils, adaptés à un usage rural ou hors réseau.

1.3.4. Robustesse et stabilité

- **Charge supportée** : L'axe incliné et l'armature résistent à la charge statique et dynamique
- **Stabilité structurelle** : La géométrie radiale-circulaire et les cales répartissent les efforts, minimisant les déformations sous vent ou charge.

⁶ [Déclinaison solaire](#)

⁷ [Axe incliné](#)



- **Adaptabilité** : L'inclinaison ajustable s'adapte aux variations locales, renforçant la résilience.

2. RÉSUMÉ DES COMPOSANTS

Cette section présente un résumé technique des composants essentiels du système.

Description	Point de vigilance
I- Concentrateur parabolique	
❖ Fonction principale : Réflexion et concentration des rayons solaires en un foyer⁸ unique. ❖ Matériau recommandé : Tôle en inox⁹ poli-miroir, ❖ Forme géométrique : Paraboloïde de révolution avec : ➤ Courbure : 27,8 % ➤ Diamètre d'ouverture : 4,4 m ➤ Focale : 1,6 m (f-number ≈ 0,36) ➤ Équation mathématique$z = \frac{r^2}{4f}$	❖ Vigilance 1 : Respect rigoureux de la géométrie parabolique. ❖ Vigilance 2 : Continuité optique entre segments ❖ Vigilance 3: Qualité uniforme du polissage miroir (Voir détails dans annexe C-concentrateur parabolique)

⁸ [Foyer](#)

⁹ [Inox](#)



Description	Point de vigilance
II- Axe incliné porteur du concentrateur parabolique	
❖ Fonction : Axe de rotation principal, supportant le concentrateur parabolique et assurant son mouvement horaire. ❖ Matériau : Tube acier S275, section 40×40×4 mm ❖ Montage : Articulé entre un joint de cardan (base) et un cric réglable (sommet) ❖ Contraintes mécaniques : • Poids supporté : ~70 kg • Force latérale (vent) : jusqu'à 1300 N • Couple transmis par l'horloge : < 20 N·m	❖ Vigilance 1 : Assurer un alignement précis entre cric, axe et joint cardan pour éviter les blocages en rotation. ❖ Vigilance 2 : Surveiller la fatigue mécanique de l'acier 40×40×4 ; prévoir des contrepoids pour réduire les fissures dues aux cycles répétés. ❖ Vigilance 3 : Vérifier que les extrémités (piliers ou supports) sont bien calées pour prévenir les efforts de flexion imprévus. (Voir détails dans annexe C-Arbre)
III- Armature	
❖ Fonction : support rigide assurant la courbure parabolique et la stabilité mécanique ❖ Matériau : acier S235, tubes 20×20×2,6 mm ❖ Contraintes supportées : ~70 kg (poids), 1300 N (vent), 20 N·m (couple) ❖ Structure : 16 rayons + 3 anneaux formant un treillis triangulé ❖ Diamètre : ajusté pour la fixation précise des segments réfléchissants	❖ Vigilance 1 : Contrôler la qualité des tubes (pas de fissures, déformations) et utiliser une scie bien affûtée pour des coupes nettes. Mesurer précisément chaque segment pour éviter des écarts. ❖ Vigilance 2 : Assurer un nettoyage complet, surtout aux zones de soudure. ❖ Vigilance 3 : Tester l'ajustement à sec avant soudure. (Voir détails dans annexe C, Armature)



Description	Point de vigilance
IV - Système vis sans fin + Roue dentée + joint de cardan	
❖ Fonctions : ➤ Roue dentée : assure la réduction de vitesse ➤ Vis sans fin : permet la transmission continue du mouvement rotatif ➤ Joint de cardan : transmet le couple entre l'axe incliné et le système de réduction, compensant l'angle variable lié au réglage saisonnier ❖ Matériaux : ➤ Vis sans fin : acier ➤ Roue dentée : acier ➤ Joint de cardan : acier ≥ 275 MPa (limite d'élasticité)	Vigilance 1 : Pour le joint de cardan, maintenir l'angle de déviation $< 30^\circ$-45° et aligner les fourches avec précision ($\pm 1^\circ$), car un mauvais alignement augmente les vibrations. Vigilance 2 : Protéger le joint, la vis sans fin et la roue dentée contre la poussière et l'humidité à l'aide d'un cache ou d'un joint d'étanchéité, afin de prévenir tout risque de corrosion. (Voir détails dans annexe C, Vis sans fin)
V - Cale	
Fonction : Soutient l'axe incliné et permet des ajustements manuels selon les saisons. Forme et structure : Élément de support en forme de coin ou de bloc. Matériaux ● Options : Acier galvanisé ou polyéthylène haute densité ● Justification : Les matériaux hydrophobes évitent les déformations saisonnières, assurant un suivi précis.	Vigilance 1 : Ajuster manuellement les cales et les verrouiller pour supporter les charges statiques et dynamiques. Vigilance 2 : En cas d'indisponibilité des matériaux principaux, utiliser du bois traité Vernissage : Appliquer 2-3 couches de vernis polyuréthane et une barrière hydrophobe (absorption d'eau $< 5\%$). (Voir détails dans annexe C, Cale)



3. OBJECTIFS FONCTIONNELS PAR COMPOSANT

Cette section explicite les fonctions techniques fondamentales de chaque composant, indépendamment des choix spécifiques de conception de l'Association Niris. L'objectif est de permettre une adaptation locale tout en respectant les exigences de performance.

3.1. Concentrateur parabolique ([voir figure 10](#))

3.1.1. Objectif

Concentrer efficacement les rayons solaires captés sur toute la surface d'ouverture en un point focal situé à 1,6 m. Ce point focal est occupé par un distillateur thermique destiné à recevoir l'énergie pour l'évaporation de l'eau.

3.1.2. Exigences

- Avoir une forme géométrique parabolöide
- Assurer un taux de réflexion supérieur à 95 % sur l'ensemble de la surface exposée.
- Garantir la stabilité de la forme et du pouvoir réfléchissant dans le temps, malgré les agressions extérieures telles que l'humidité, la poussière et l'irradiation UV.



3.2. Armature ([voir Figure 11](#))

3.2.1. Objectif

Assurer un soutien rigide et stable de l'ensemble du concentrateur parabolique tout en maintenant la forme géométrique parabolique, même sous contrainte externe.

3.2.2. Exigences

- Résister aux charges mécaniques dues au poids du concentrateur parabolique et aux efforts dus au vent.
- Minimiser les déformations sous contraintes statiques ou dynamiques.
- Être assemblé de manière modulaire (rayons + cerclages) pour simplifier la maintenance ou les ajustements.

3.3. Axe incliné porteur ([voir Figure 7](#))

3.3.1. Objectif

Constituer l'axe principal de rotation du système, orienté est-ouest et incliné à la fois selon la latitude¹⁰ géographique du site et l'élévation saisonnière du soleil. Il permet ainsi d'assurer un suivi horaire précis de la trajectoire solaire tout au long de l'année.

3.3.2. Exigences

- Supporter à la fois les charges verticales (poids total) et les couples dus à la rotation.
- Offrir une rigidité suffisante pour éviter les flexions ou désalignements.

¹⁰ [Latitude](#)



- Permettre un ancrage robuste au niveau du cric et du joint de cardan.

3.4. Vis sans fin + roue dentée ([voir Figure C-d](#))

3.4.1. Objectif

Assurer une réduction de vitesse fiable et continue entre la chaîne d'entraînement et l'axe du concentrateur, tout en garantissant un fonctionnement fluide et constant à 15°/h.

3.4.2. Exigences

- Transmettre la rotation avec précision
- Maintenir un jeu d'engrènement minimal pour garantir un mouvement fluide.
- Résister à l'usure grâce à un bon alignement et une lubrification adéquate.

3.5. Cric + Cales

3.5.1. Objectif

Afin d'optimiser la captation de l'énergie solaire tout au long de l'année, le système doit s'adapter aux variations saisonnières de l'inclinaison apparente du Soleil. Ces variations sont liées à la déclinaison solaire, un angle qui oscille entre $-23,45^\circ$ (au solstice de décembre) et $+23,45^\circ$ (au solstice de juin) en raison de l'inclinaison de l'axe terrestre. La position géographique du dispositif ; ici située sur le tropique du Capricorne (latitude $\approx -23,45^\circ$), joue un rôle déterminant : elle implique que le Soleil passe au zénith deux fois par an (aux équinoxes locaux), et que l'angle zénithal maximal varie significativement au cours de l'année. Pour assurer un alignement optimal des rayons solaires avec le foyer du concentrateur parabolique (1,6 m), un ajustement mécanique de l'inclinaison est nécessaire, suivant la trajectoire solaire quotidienne et saisonnière.



3.5.2. Exigences

- Offrir une plage de réglage fine (1 à 2° par pas) pour compenser la variation de la déclinaison solaire.
- Garantir une stabilité une fois en position grâce à un système de verrouillage mécanique sûr
- Être accessible pour un réglage sans outil complexe et sans danger pour l'opérateur.

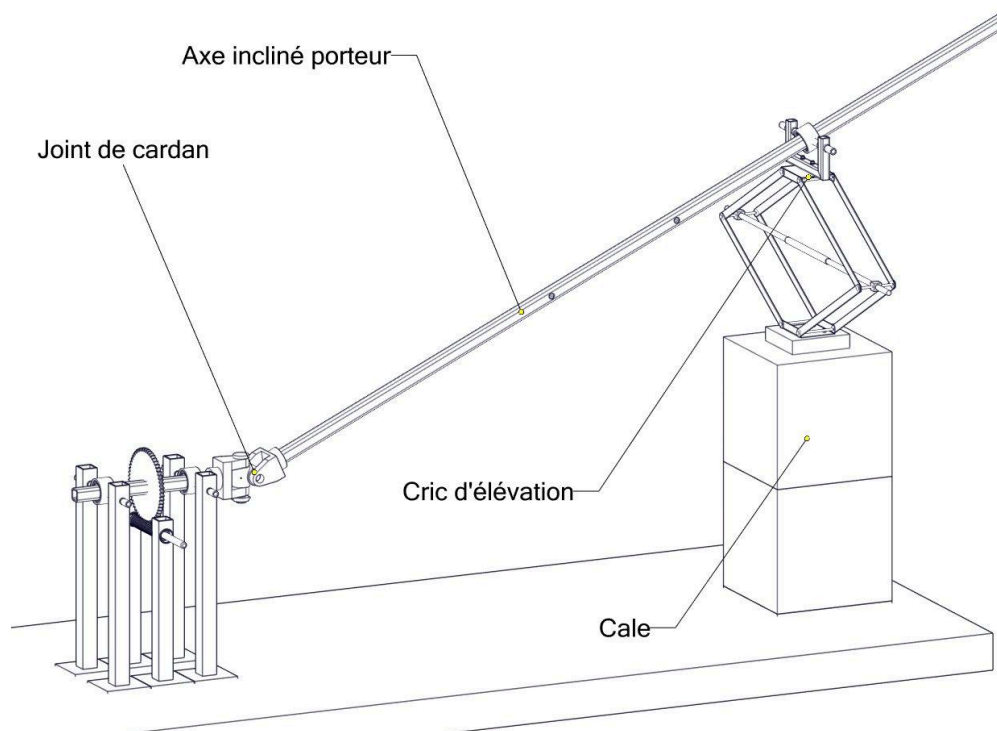


Figure 7 : Cric + cales



3.6. Manivelle (pédalier¹¹)

3.6.1. Objectif

- Transmettre mécaniquement la rotation de l'escape wheel de l'horloge mécanique au concentrateur parabolique via une chaîne, en assurant une rotation de 15°/h.
- Permettre également un repositionnement manuel du concentrateur parabolique en fin de journée pour la ramener en position initiale (matin).

3.6.2. Exigences

- Assurer un transfert fluide et continu du mouvement sans perte d'énergie ou d'alignement.
- Être réversible manuellement sans endommager le mécanisme.
- Résister à l'usure liée aux cycles répétés et aux conditions extérieures.

¹¹ [Pédalier](#)

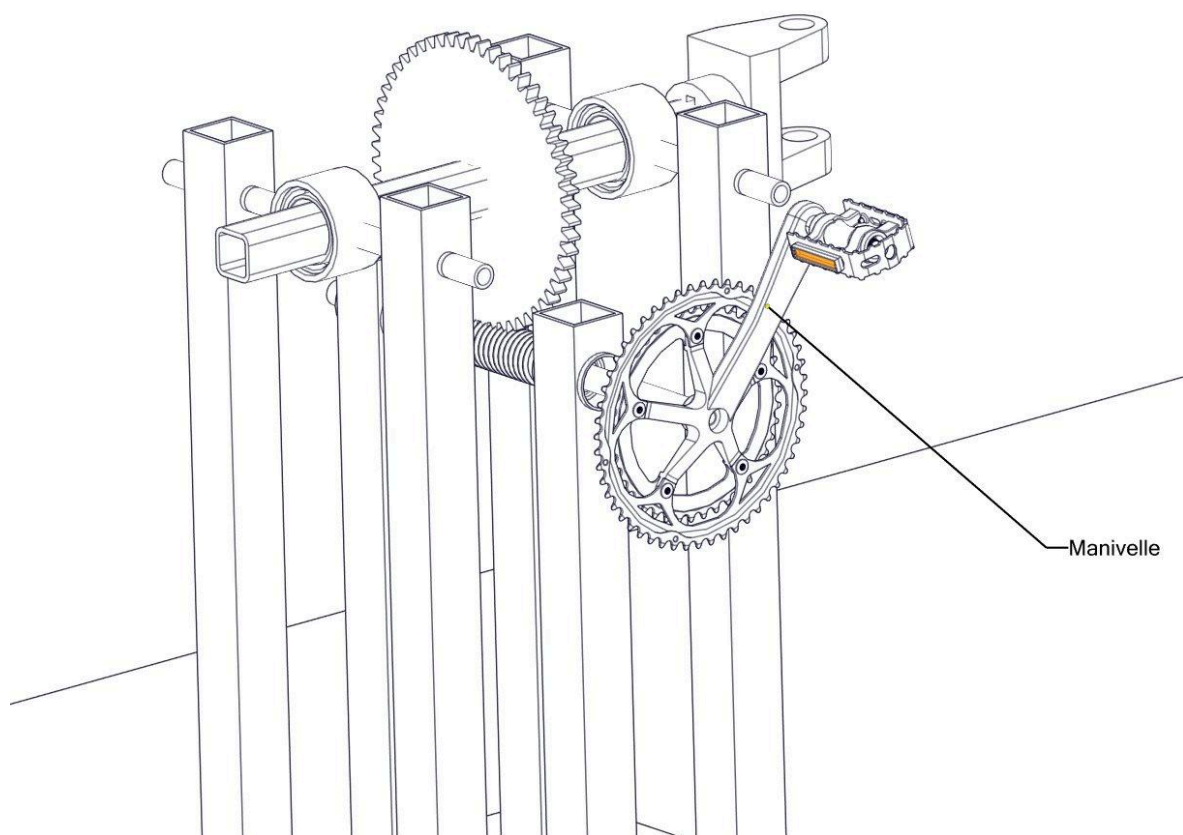


Figure 8 : Pédalier



4. RECOMMANDATIONS DE CONCEPTION ET DE MATÉRIAUX

Composant	Objectif à atteindre	Recommandation matériau
Concentrateur parabolique	Réflexion élevée, rigidité, durabilité	Inox 316L poli miroir (>95 % réfléch.)
Armature	Structure légère mais rigide	Tube acier carré S235/S275
Axe incliné	Résister à torsion et flexion	Acier 40x40x4 mm
Transmission (Vis sans fin, roue dentée)	Faible jeu, résistance à l'usure	Acier traité / avec graisse technique
Cale	Stabilité dimensionnelle extérieure	HDPE ou bois verni hydrofuge
Fixations	Résistance mécanique	Boulons/écrous ISO 4762 + entretoises



5. CHOIX TECHNIQUE DE L'ASSOCIATION NIRIS

5.1. Matériaux des composants essentiels

Composant	Matériau utilisé	Justification technique
Concentrateur parabolique	Inox 316L poli (grains 2500)	Résistance corrosion + réflectivité optique
Armature métallique	Acier S275 20x20x2,6 mm	Structure simple, disponible localement
Axe incliné porteur concentrateur parabolique	Tube acier 40x40x4 mm	Résistance mécanique, bonne soudabilité
Roue dentée	Acier module 2.5, 90 dents	Bonne compatibilité avec vis sans fin
Cales	Bois massif + vernis PU	Alternative économique à l'HDPE
Entretoises	Caoutchouc synthétique	Amortissement des vibrations dues au vent

5.2. Technique de production des composants

5.2.1. Concentrateur parabolique

- **Forme géométrique :** paraboloïde suivant la note dans [la section 2, tableau 1](#)



- Effet miroir du concentrateur parabolique :

Pour atteindre une réflectivité supérieure à 95% sur l'acier inoxydable 316L, suivez rigoureusement ces étapes :

- **Nettoyage initial** : Brossez la tôle avec de l'eau savonneuse pour éliminer toute impureté.
- **Ponçage progressif** : Poncez la surface avec des disques abrasifs, en augmentant progressivement la finesse des grains (de P200 à P2500). Des poudres abrasives fines (comme le carbure de silicium ou des alternatives locales) peuvent être utilisées.
- **Dégraissage** : Nettoyez la surface à l'acétone pour retirer tous les résidus avant le polissage.
- **Polissage mécanique** : Utilisez une pâte à polir et un disque en feutre ou coton (buffing wheel). Travaillez à vitesse modérée avec une légère pression jusqu'à l'obtention d'un fini miroir.
- **Finition** : Essuyez avec un chiffon doux et de l'acétone pour une surface finale propre et brillante.
- **Point de vigilance critique** : Pour éviter les rayures, chaque passe de ponçage/polissage doit être effectuée dans une direction perpendiculaire à la passe précédente

- constituant : 30 segments.

Cette configuration a été choisie afin de simplifier les opérations d'assemblage et de fixation, notamment par soudage par points réalisé à la fois entre chaque segment et sur l'armature métallique.

- Découpe en segments :

Découper en 30 segments de longueur 195 cm dont l'extrémité supérieure est de 46 cm et l'extrémité inférieure est de 8 cm.

- Cintrage des segments :

- **Marquage** : Tracez l'axe médian sur chaque segment découpé.



- **Fixation** : Bloquez l'extrémité la plus étroite du segment sur une surface de travail plane avec des serre-joints
- **Cintrage progressif** : Pliez manuellement et progressivement l'extrémité large vers le haut, en avançant par petites zones pour assurer une courbure régulière.
- **Contrôle qualité** : **Utilisez impérativement un gabarit de forme parabolique** pour vérifier et ajuster la courbure tout au long du processus. C'est l'étape la plus importante pour garantir la performance du concentrateur.
- **Ajustement final** : Corrigez la forme jusqu'à ce qu'elle corresponde parfaitement aux cotes théoriques du gabarit.

- **Points de vigilance :**

- Précision de découpe et respect des dimensions en plan.
- Cintrage symétrique sans torsion
- Contrôle de la courbure avec gabarit.
- Pointage et soudage progressifs pour éviter les déformations.

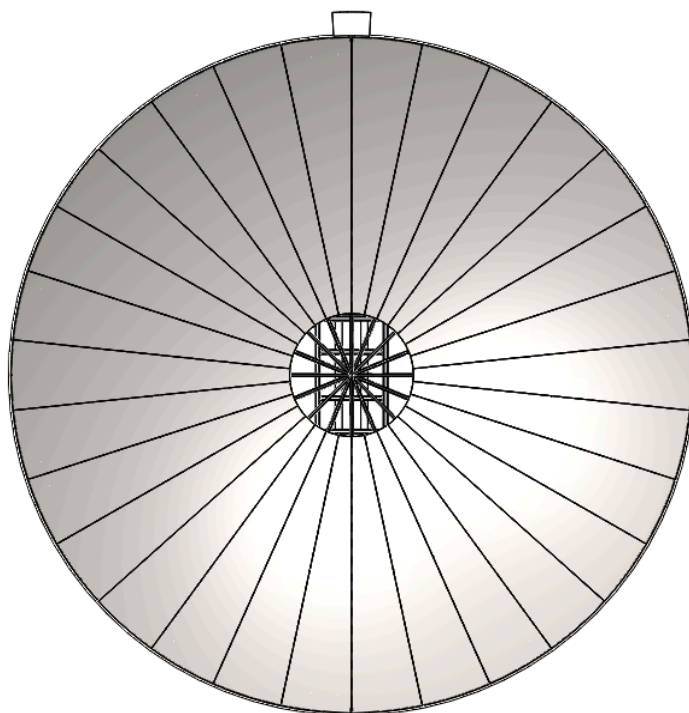


Figure 9 : Concentrateur parabolique en inox constituée de 30 segments

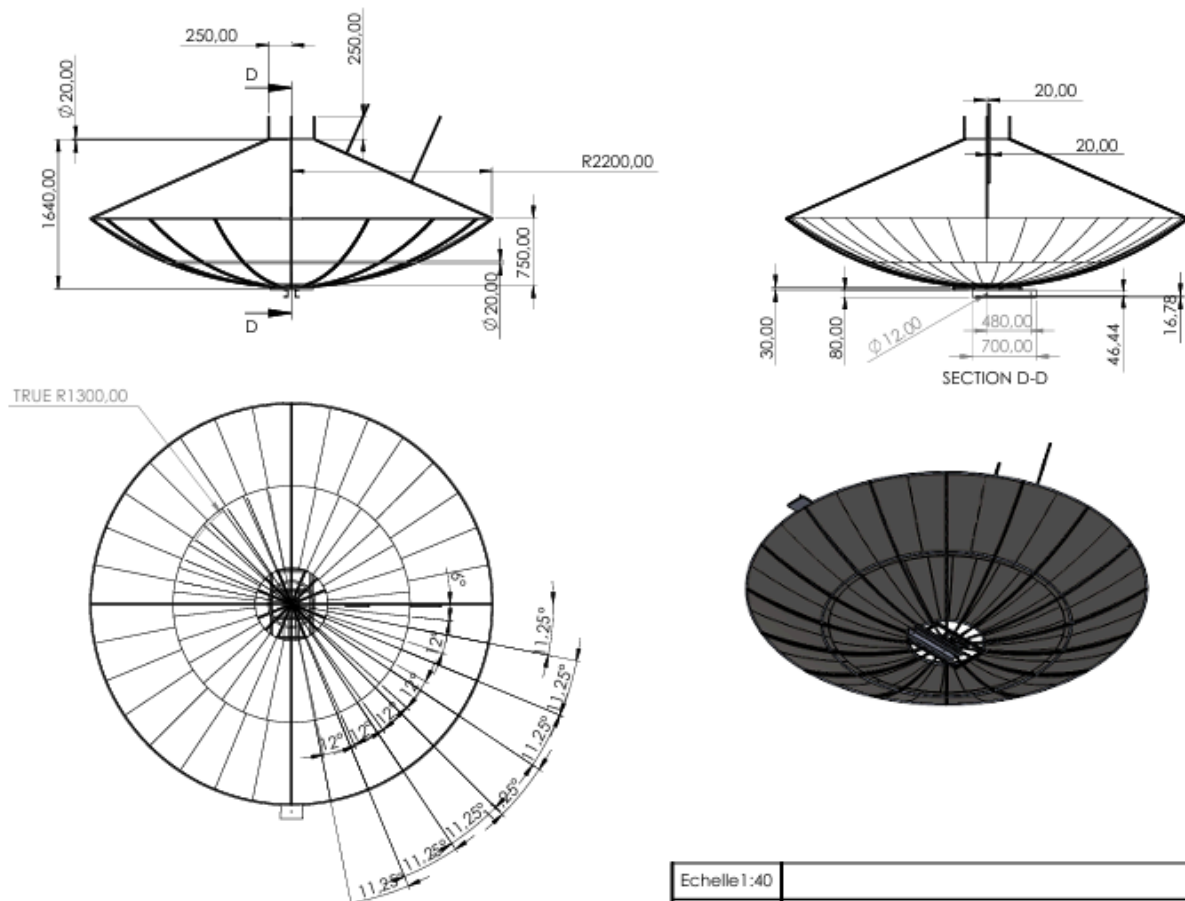


Figure 10 : Plan 2D du concentrateur parabolique constituée de 30 segments

5.2.2. Armature

La forme ainsi que les dimensions adoptées sont basées sur la note explicative de [la section 2, tableau 2](#)

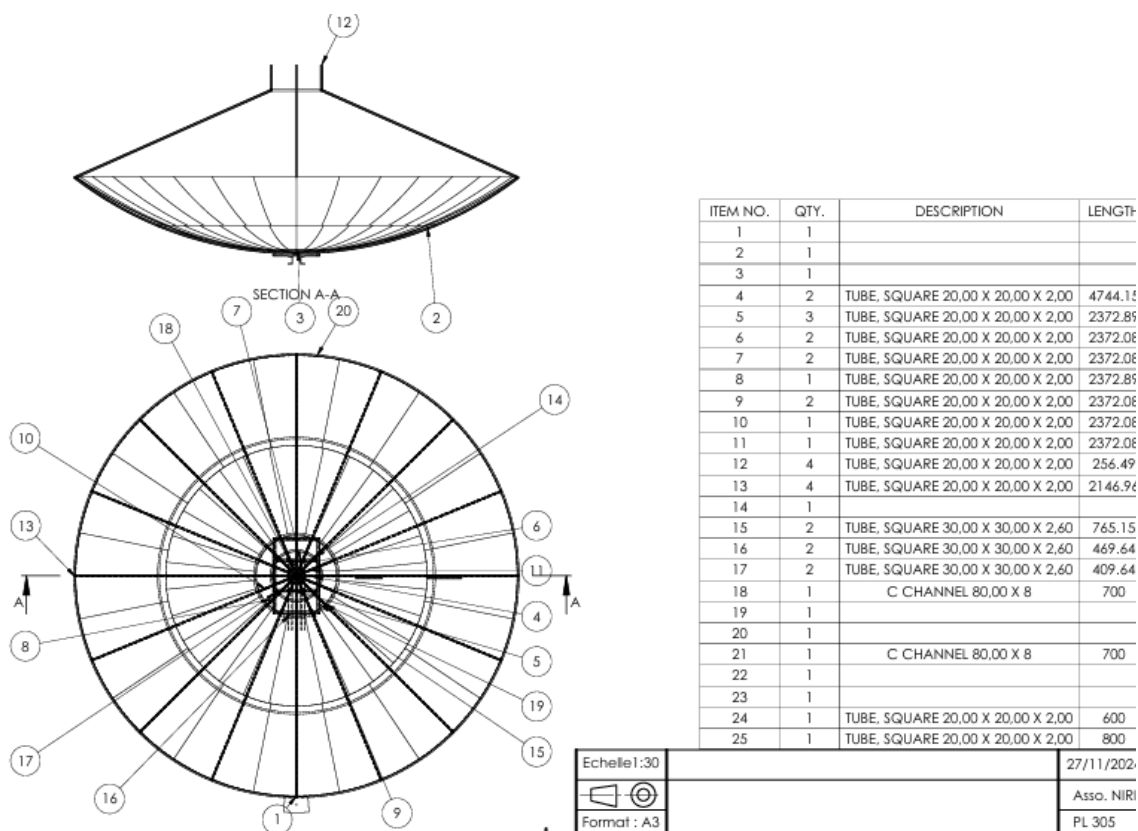


Figure 11 : Plan 2D de l'armature

5.2.3. Cale

Pour la production d'une cale en bois massif en se basant sur la [figure 6](#), la cale s'obtient grâce aux étapes illustrées par le tableau suivant :

Catégorie	Détail
I - Matériaux et outils nécessaires	
Matériaux	- Bois massif ou contreplaqué (min. 45 mm d'épaisseur) - Essence : pin, hêtre ou similaire



Catégorie	Détail
Outils	- Scie circulaire ou sauteuse - Ciseaux à bois et maillet - Règle, équerre, crayon de traçage - Serre-joints - Ponceuse
II- Étapes de fabrication	
Traçage	- Tracer un carré de 400 × 400 mm sur le bois - Tracer une encoche de 200 × 200 mm en bas
Découpe	- Découper la forme extérieure (400 × 400 mm) - Découper l'encoche de 45 mm de hauteur
Finitions	- Ajuster avec ciseaux à bois - Poncer toutes les surfaces et les bords
III- Contrôle qualité / vérification	
Mesures	Vérifier : 400 × 400 mm (extérieur), 200 × 200 mm (encoche), 45 mm (épaisseur)
Planéité	Vérifier que la surface est stable et lisse après ponçage
Fonction	Tester l'emboîtement

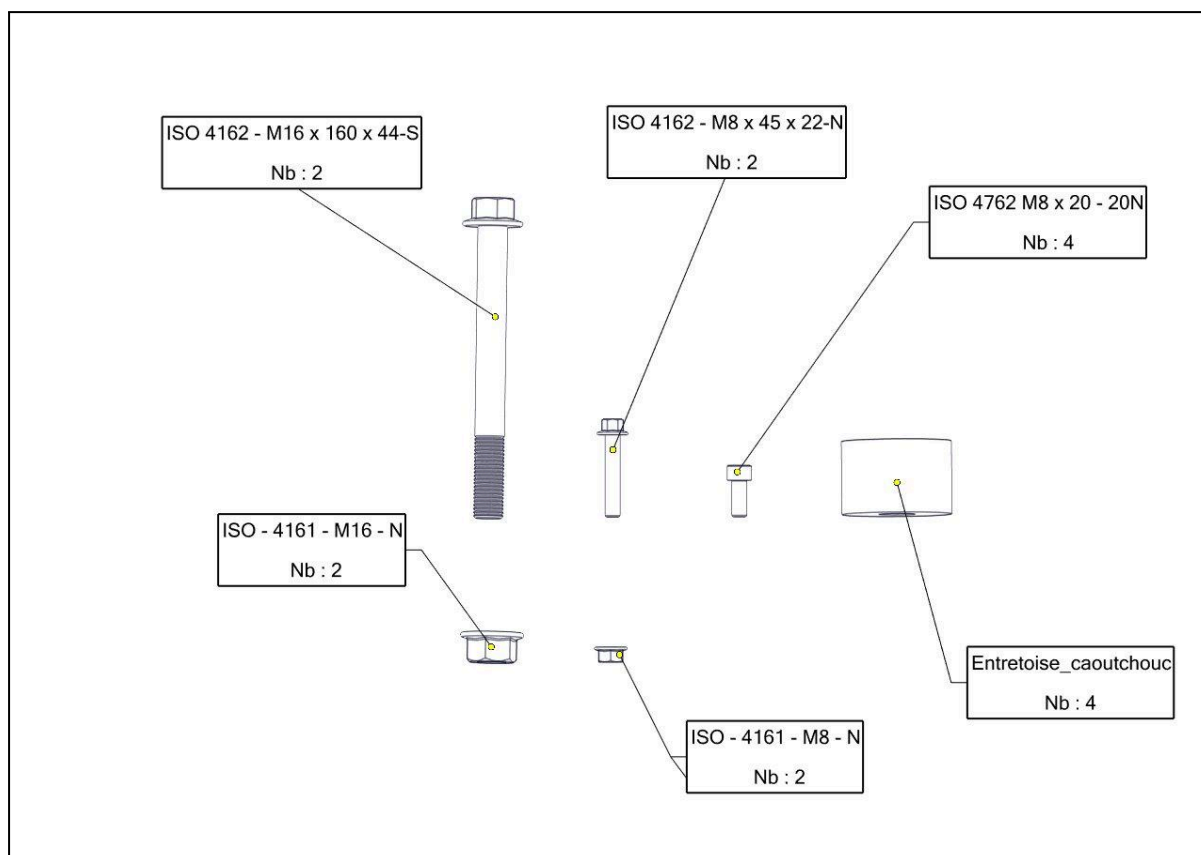


6. GUIDE D'ASSEMBLAGE DÉTAILLÉ

6.1. Matériel requis

- Concentrateur parabolique (toutes pièces)
- Eléments de fixation (vis, écrous)

Référence ISO	Description	Quantité
ISO 4162 - M16 x 160 x 44-S	Vis à tête hexagonale M16, longueur 160 mm	2
ISO 4162 - M16 x 160 x 44-S	Vis à tête hexagonale M16, longueur 160 mm	2
ISO 4162 - M8 x 45 x 22-N	Vis à tête hexagonale M8, longueur 45 mm	2
ISO 4762 - M8 x 20 - 20N	Vis à tête cylindrique (CHC) M8, longueur 20 mm	4
ISO 4161 - M16 - N	Écrou hexagonal M16	2
ISO 4161 - M8 - N	Écrou hexagonal M8	2
Entretoise en caoutchouc	Pièce d'isolation/absorption en caoutchouc	4



- Clés appropriées

Pour assurer le serrage correct des vis et écrous :

Taille filetage	Type de clé	Taille de clé recommandée
M16	Clé plate / à douille	24 mm
M8	Clé plate / à douille	13 mm
Vis CHC M8	Clé Allen (hexagonal)	Clé Allen de 6 mm

- Manuel technique

Pour réaliser l'assemblage, veuillez munir de ce document ainsi que les [plans 2D](#) de chaque pièce.



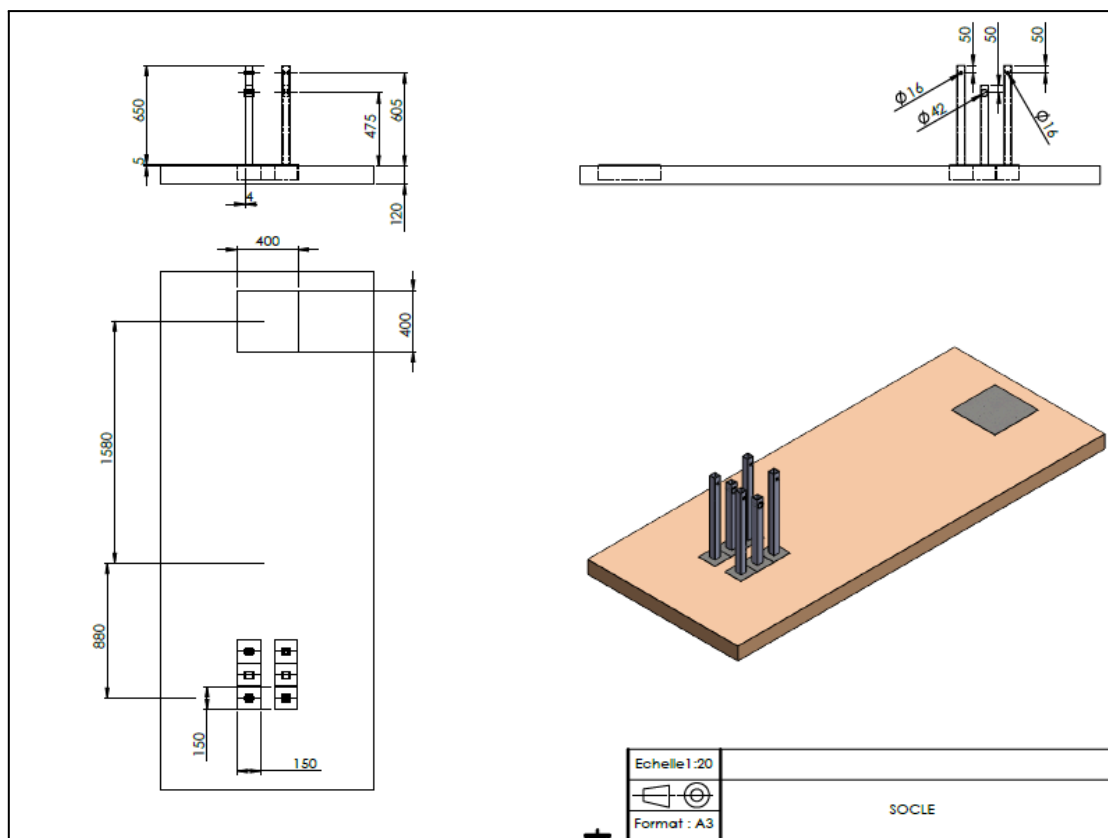
- Équipements de protection individuelle (EPI)

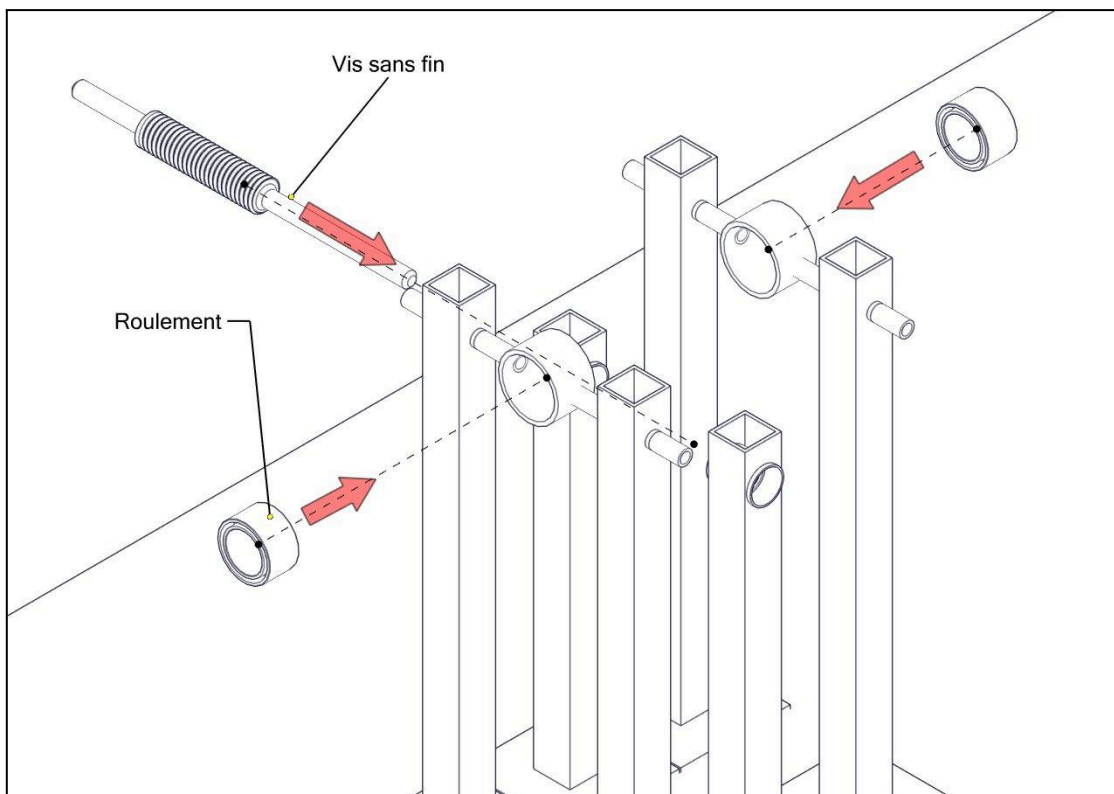
Équipement	Usage
Gants de protection	Pour éviter coupures lors de la manipulation des pièces métalliques
Lunettes de sécurité	En cas de perçage, serrage mécanique ou risque de projection
Chaussures de sécurité	Si le montage est effectué en atelier ou en environnement industriel

6.2. Étapes d'assemblage

6.2.1. Étape 1 : Préparation de la base

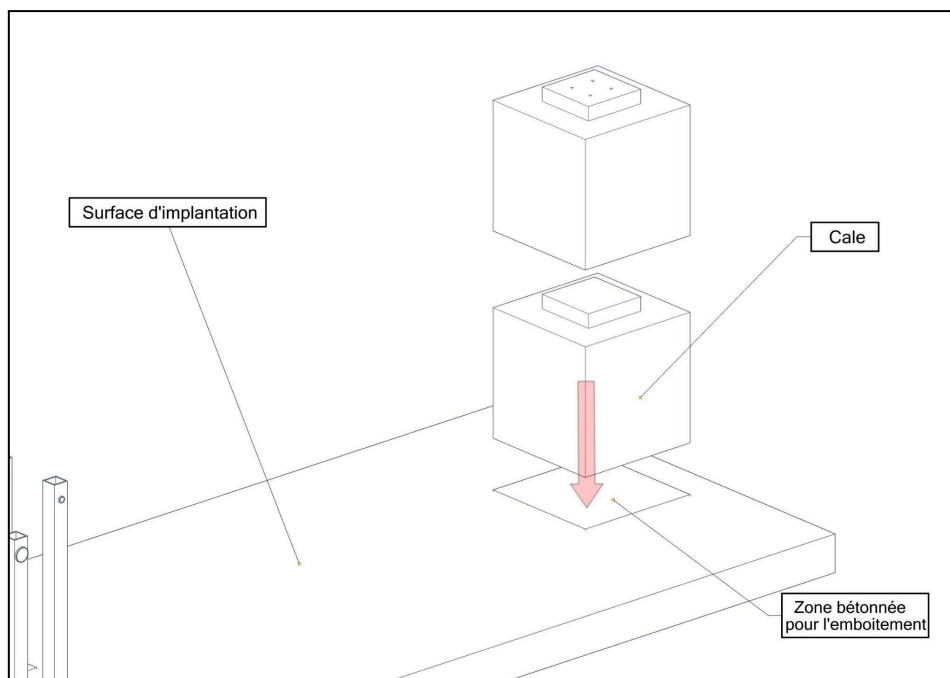
- Installer les éléments de base :
 - 06 poteaux supportant les cages à roulement et la vis sans fin
 - Base d'emboîtement
- Positionner les deux cages à roulement et la vis sans fin suivant la figure ci-dessous.
- Vérifier la stabilité de la structure



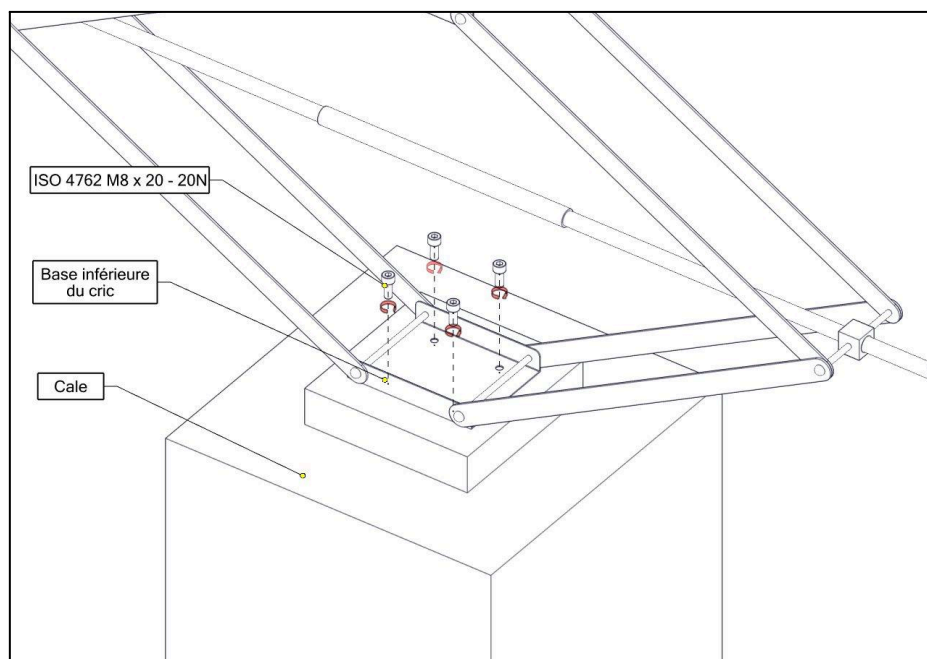


6.2.2. Étape 2 : Installation de la cale et du cric

- Positionner la cale sur la surface d'implantation bétonnée par emboîtement. ([Voir le processus de fabrication de la cale](#))

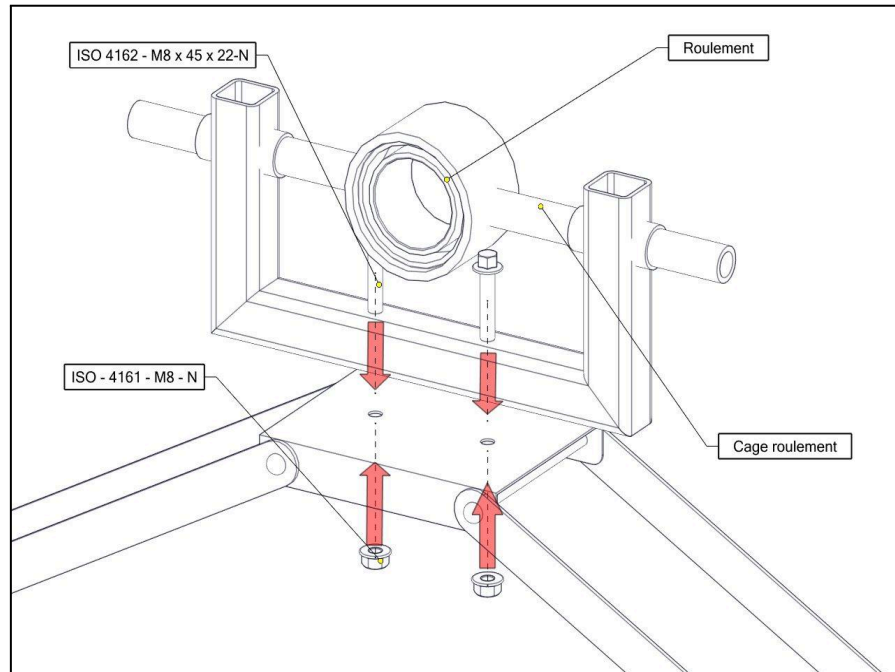


- Visser la base inférieure du cric par les 4 vis M8 iso-4762 sur la surface plate de la cale. L'[annexe B](#) présente les détails du cric en DIY.



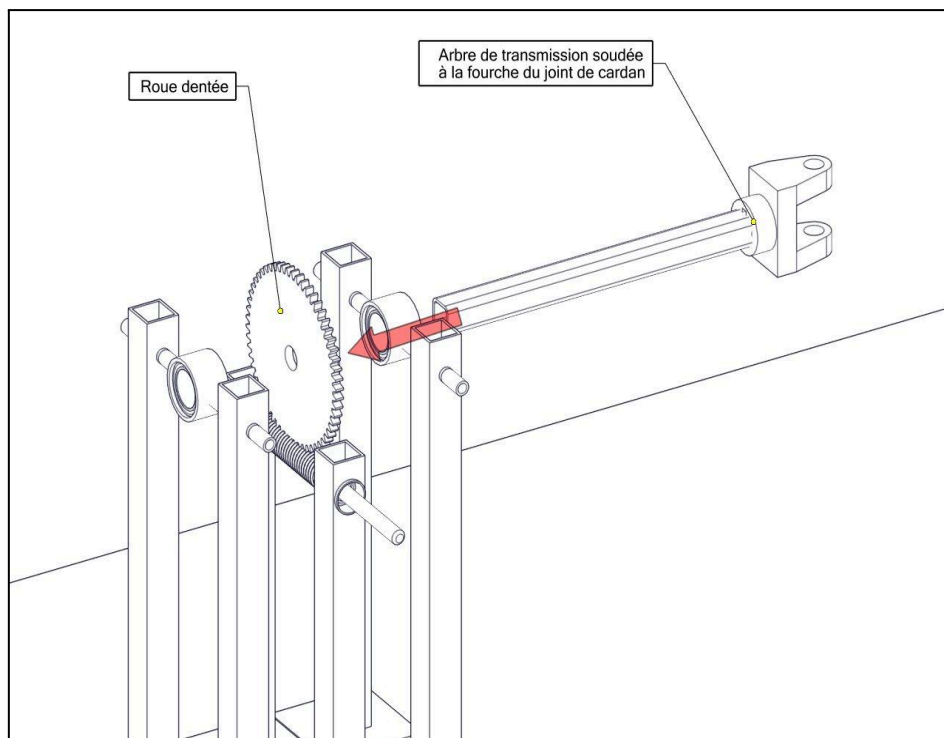


- Fixe la cage à roulement sur la base supérieure du cric par les 2 vis M8 iso-4162

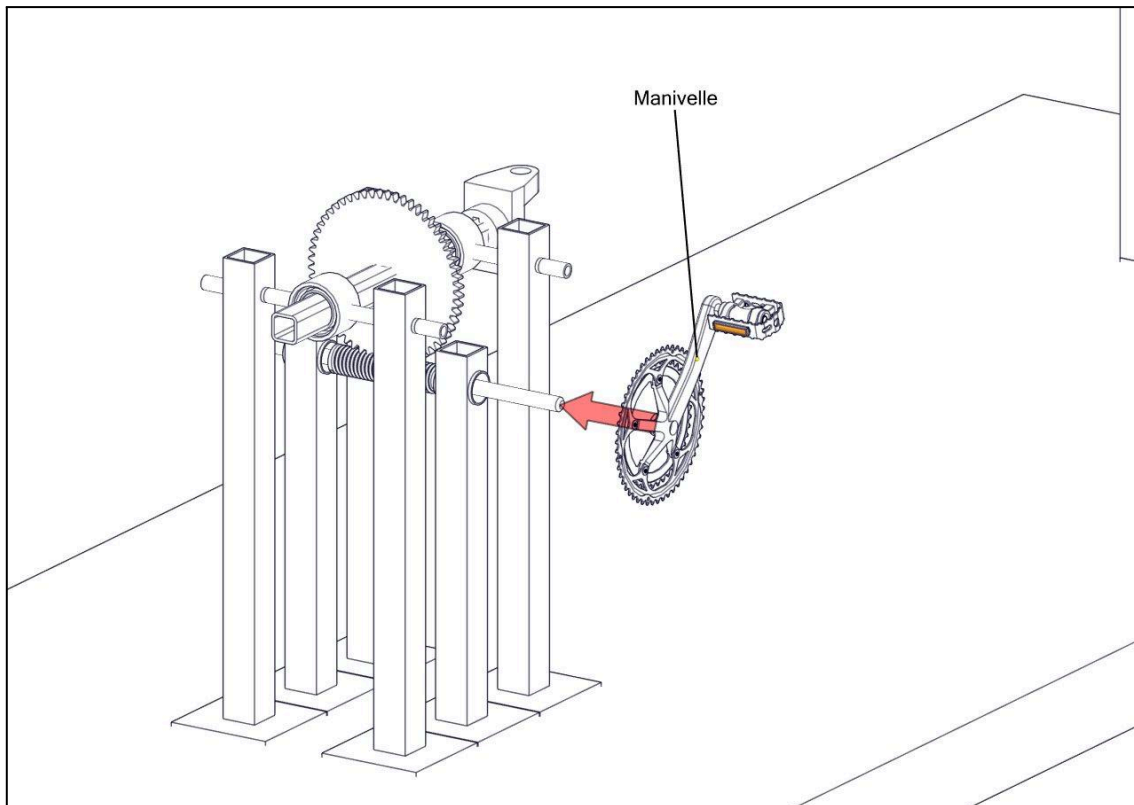


6.2.3. Étape 3 : Installation des autres composantes

- Installer la roue dentée et l'arbre de transmission soudée à la fourche

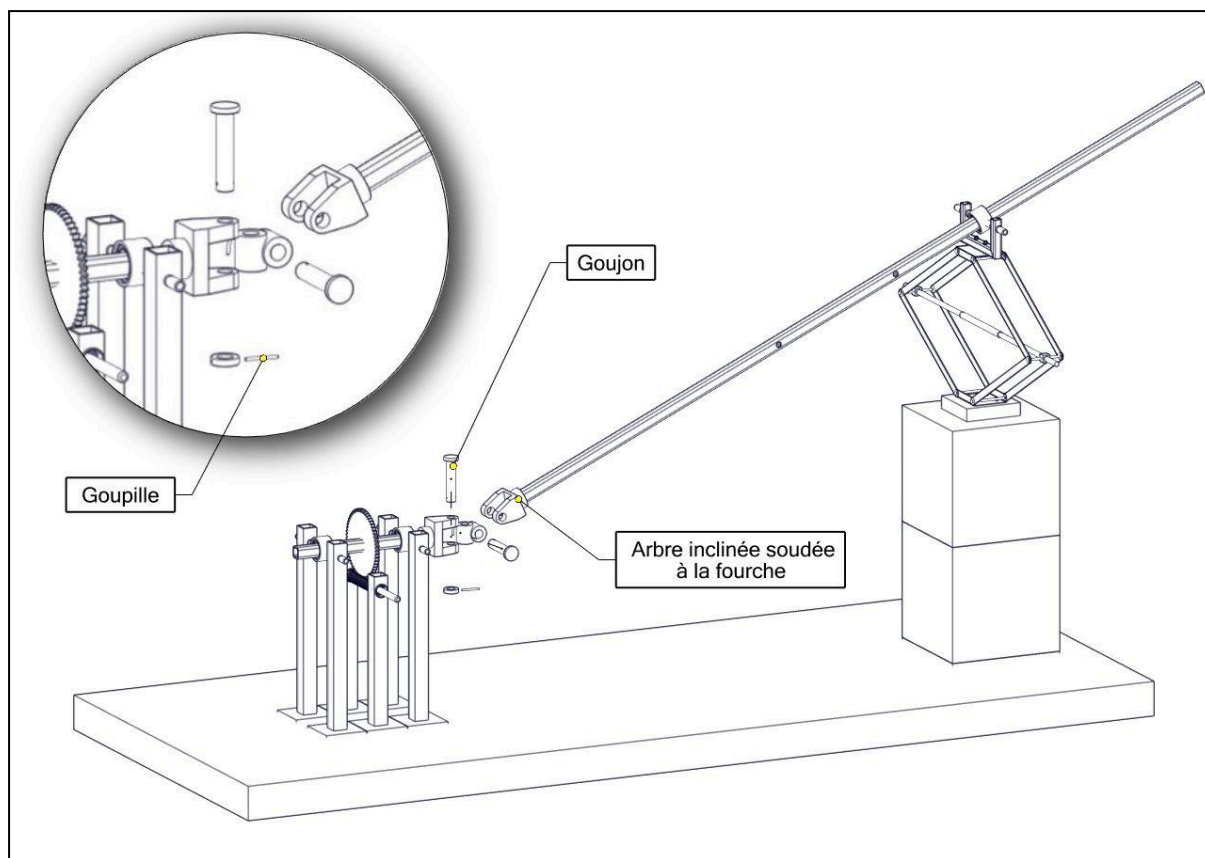


- Installer le pédalier de vélo sur l'extrémité de la vis sans fin suivant la figure ci-après :



6.2.4. Étape 4 : Connexion de l'axe de rotation au système d'entraînement via le joint de cardan.

- Insérez l'extrémité supérieure de l'axe de rotation dans le roulement monté sur le cric.
- Alignez les deux fourches du joint de cardan (celle de l'axe de rotation et celle de l'arbre de transmission)
- Connectez les fourches avec le noyau central du joint, puis sécurisez l'assemblage à l'aide des goujons et des goupilles suivant l'image suivante :

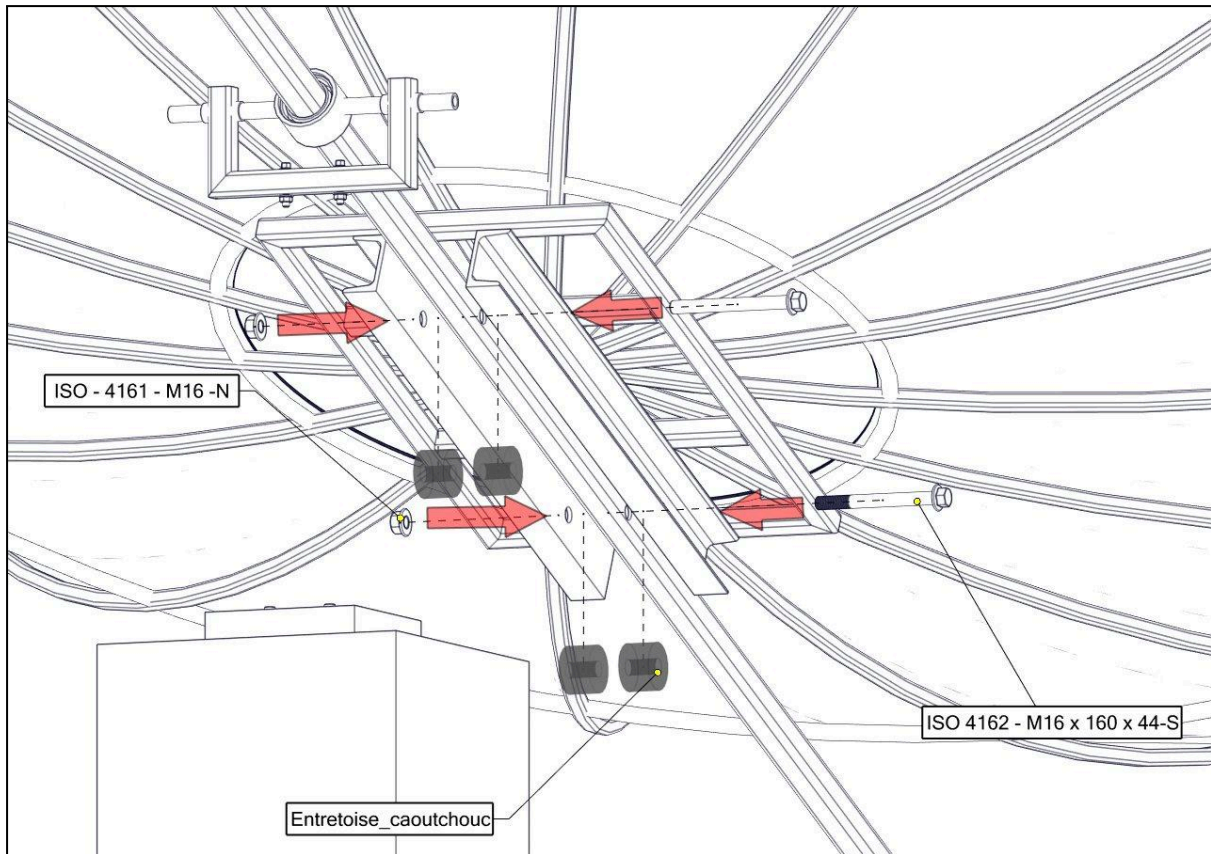


6.2.5. Étape 5 : Installation du concentrateur parabolique et vérifications finales

- Monter le concentrateur parabolique sur l'axe incliné
- Ajouter les entretoises en caoutchouc pour amortir les chocs et vibration dûe à l'effet du vent.
- Boulonner le dessous du concentrateur parabolique sur l'axe incliné via les deux vis M16
- Contrôler la stabilité globale
- Tester le mouvement du pédalier et de l'axe incliné



- Ajuster si nécessaire



7. PRÉCAUTIONS ET SÉCURITÉ

7.1. Manipulation

- Manipuler le concentrateur parabolique de 70 kg avec précaution
- Porter des gants de protection lors de l'assemblage
- Éviter les chocs sur l'armature et les rayures sur la surface du concentrateur parabolique

7.2. Maintenance



- Lubrifier chaque organe en contact mécanique périodiquement
- Vérifier l'état de la chaîne
- Ajuster l'inclinaison ou la rotation via le pédalier si nécessaire

7.3. Dangers liés à la concentration solaire

DANGER DE BRÛLURE ET D'INCENDIE

Le point focal du concentrateur atteint des températures extrêmement élevées.

- Ne **jamais** placer de matériaux inflammables près du point focal.
- Ne **jamais** laisser le concentrateur sans surveillance lorsqu'il est orienté vers le soleil.

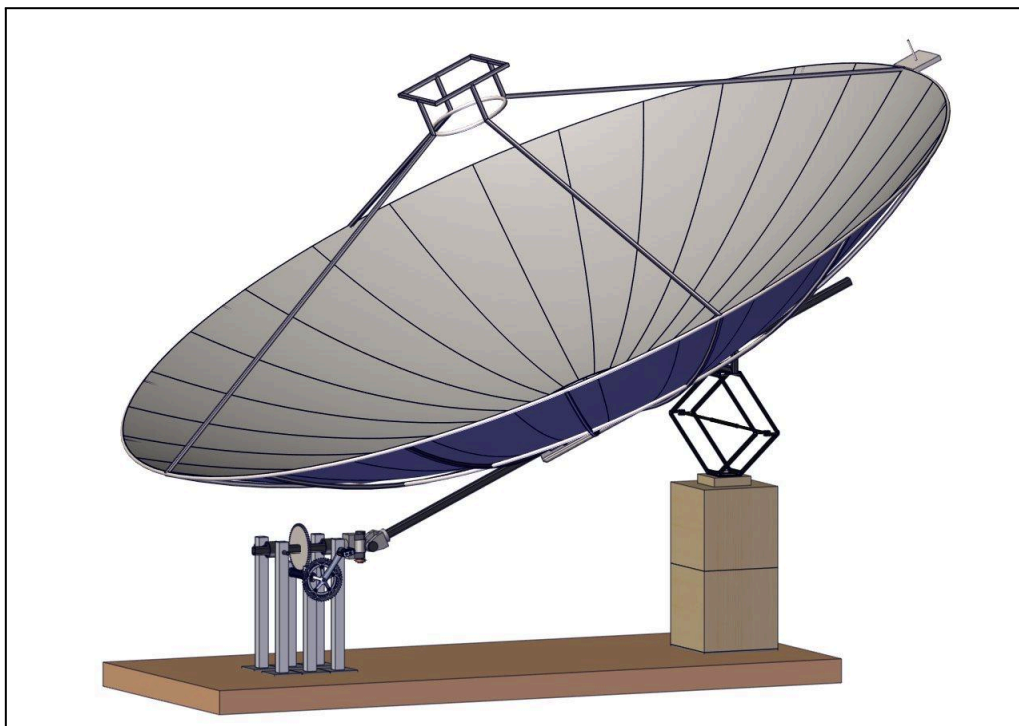
DANGER POUR LES YEUX

Regarder directement le point focal, même brièvement, peut causer des lésions oculaires permanentes et la cécité.

- Portez obligatoirement une protection oculaire adéquate (ex: lunettes de soudeur grade 14 ou supérieur) si vous devez inspecter la zone focale.
- Assurez-vous que personne ne puisse regarder accidentellement le foyer lorsque le système est en fonctionnement.



8. VUE D'ENSEMBLE



Ce document a détaillé la notice technique du concentrateur parabolique mécanique V2, un composant essentiel conçu pour capter et concentrer l'énergie solaire. Nous avons exploré ses caractéristiques générales, y compris les spécifications techniques et une liste des composants, ainsi que les rôles et principes de fonctionnement de ses éléments clés tels que la plaque en inox, l'armature, le système d'inclinaison et le pédalier. Le guide d'assemblage détaillé et les précautions de sécurité ont également été abordés. Ce système, grâce à sa conception mécanique autonome et précise, offre une solution durable pour le suivi solaire¹², optimisant ainsi la concentration de l'énergie solaire.

Document établi le : 02 juillet 2025

Version : 2.0

Validé pour : Production et assemblage

¹² [Suivi solaire](#)



GLOSSAIRE

1. **Axe incliné** : Composant permettant le changement d'inclinaison du concentrateur parabolique en fonction des saisons et de l'heure.
2. **Armature** : Structure tubulaire en acier qui maintient la forme incurvée du concentrateur parabolique et fixe les plaques d'inox.
3. **Azimut solaire** : Direction cardinale du soleil (ex. 90° = Est).
4. **BOM ID** : Identifiant de la nomenclature (Bill Of Materials).
5. **Cale en bois** : Élément utilisé pour ajuster et maintenir l'inclinaison saisonnière du concentrateur parabolique.
6. **Cric** : Outil manuel qui utilise une barre dentée (crémaillère) et une manivelle pour soulever ou ajuster le concentrateur parabolique.
7. **Déclinaison solaire** : Variation de l'inclinaison de l'axe Terre-Soleil selon la saison ($-23,5^\circ$ à $+23,5^\circ$).
8. **Foyer** : Point de convergence des rayons solaires concentrés par le concentrateur parabolique.
9. **Hauteur solaire** : Angle entre le soleil et l'horizon.
10. **Inox 304 ou 316 L** : Types d'acier inoxydable utilisés pour la plaque miroir, connus pour leur effet réfléchissant et leur résistance.
11. **Latitude** : Position nord/sud du lieu (en degrés).
12. **Pédalier** : Mécanisme incluant des roues dentées, utilisé pour le repositionnement journalier du concentrateur parabolique et la transmission de mouvement.
13. **Pignon** : Roue dentée qui engrène avec une autre roue ou une crémaillère pour transmettre le mouvement.
14. **Suivi solaire** : Mécanisme permettant au concentrateur parabolique de rester constamment orienté vers le soleil tout au long de la journée.
15. **Vis sans fin** : Composant permettant la transmission de puissance et la réduction de vitesse entre des axes non parallèles.



ANNEXE A : Détails sur le principe physique de fonctionnement

- **Captage de l'énergie solaire :** La surface d'ouverture du concentrateur parabolique, conçue avec un diamètre de 4,4 m et une courbure de 27,8 %, capte efficacement les rayons solaires directs et les concentre vers un foyer situé à 1,6 m. Cette géométrie parabolique optimisée maximise l'irradiation captée en réfléchissant les rayons vers un point focal précis, améliorant ainsi le rendement énergétique par rapport à une surface plane.
- **Suivi solaire :**

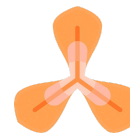
Le système repose sur un principe de suivi à axe incliné, une technique éprouvée pour aligner les capteurs solaires avec la trajectoire du soleil. L'axe incliné, orienté selon un axe est-ouest et incliné vers le nord géographique (adapté à la latitude locale, ex. $\sim 0^\circ$ à l'équateur), permet au concentrateur parabolique de pivoter autour de cet axe. Cette rotation maintient en permanence l'alignement des rayons solaires avec le foyer.
- **Suivi quotidien :**

La rotation quotidienne est-ouest, synchronisée avec le mouvement apparent du soleil ($\sim 15^\circ$ /heure dû à la rotation terrestre), est assurée par une horloge mécanique. Cette dernière, équipée d'une roue d'échappement de 15 dents fonctionnant à une fréquence de 0,4 Hz, entraîne l'axe incliné à une vitesse constante de 15° /heure. Un engrenage approprié garantit une précision diurne, alignant le concentrateur parabolique avec l'azimut solaire¹³ pour une capture optimale jusqu'au coucher.
- **Élévation solaire :**

L'élévation solaire varie saisonnièrement en fonction de la déclinaison du soleil, qui oscille entre $-23,45^\circ$ (solstice d'hiver, ~ 21 décembre) et $+23,45^\circ$ (solstice d'été, ~ 21 juin). Cette variation influence l'angle zénithal maximal ($90^\circ - \text{latitude} + \text{déclinaison}$), nécessitant un ajustement pour maintenir l'efficacité tout au long de l'année.

Pour adapter l'inclinaison du concentrateur parabolique à ces changements d'élévation, le système est doté d'un mécanisme combinant un cric manuel et des cales. L'inclinaison est ajustée de 2° toutes les deux semaines. Le cric permet un réglage précis, tandis que les cales verrouillent la position

¹³ [Azimut solaire](#)



ANNEXE B : CRIC D'ÉLEVATION

Ce mécanisme est un **système articulé à ciseaux** composé de deux bases (supérieure et inférieure) reliées par des **liens croisés**, formant un **dispositif de levage ou de variation de hauteur**. Le mouvement est guidé par une **tige filetée** (BOM ID 10) agissant comme actionneur mécanique via rotation, entraînant l'ouverture ou la fermeture du mécanisme.

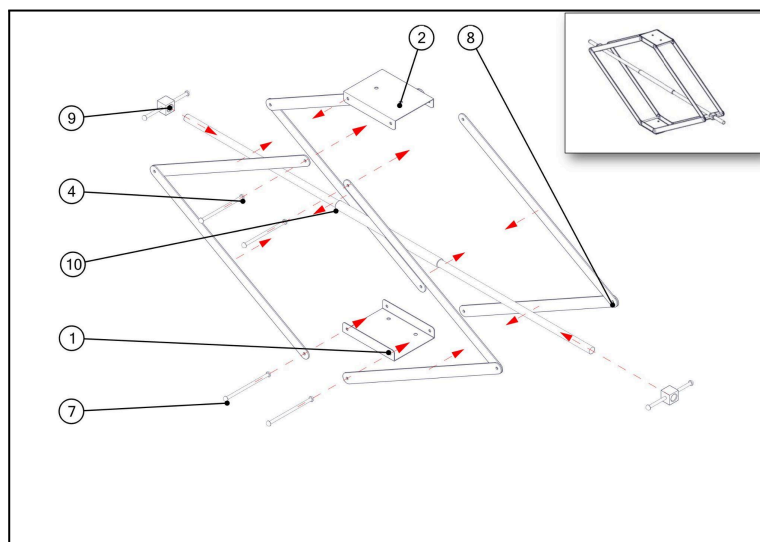


Figure A1 : Illustration du cric d'élévation à ciseaux



Élément	BOM ID ¹⁴	Qté	Rôle fonctionnel	Matériau recommandé	Remarques techniques / Points de vigilance
Base inférieure	1	1	Support stable bas du système	Acier S235 / S275	Fixation rigide nécessaire – à visser ou souder
Base supérieure	2	1	Support haut : fixation sur concentrateur parabolique	Acier S235 / S275	Doit rester plane et rigide
Goupille courte	4	2	Liaison des bras aux extrémités	Acier trempé	Bien aligner, utiliser rondelles éventuelles
Goupille longue	7	2	Pivot central des bras entrecroisés	Acier trempé	Essentielle pour la fluidité du mouvement, à lubrifier
Liens (bras croisés)	8	8	Génèrent le déplacement vertical par effet ciseaux	Acier S275, 20x20x2 mm ²	Doivent être parfaitement symétriques pour éviter désalignement
Pivot central	9	2	Articulation de l'ensemble	Acier + entretoise	Doit résister au couple induit par la tige
Tige filetée	10	1	Actionne l'ouverture/fermeture par rotation	Acier fileté Ø M16 ou plus	Lubrification fréquente, vérifier jeu axial

¹⁴ [BOM ID](#)



ANNEXE C : Informations détaillées des composants

ANNEXE C1 : Concentrateur parabolique

- Fonction : Réflexion et concentration solaire

- Matériaux : tôle avec une surface poli-miroir, l'idéal c'est l'inox.

Ce choix est motivé, d'une part, par les caractéristiques physico-chimiques de l'acier inoxydable, qui présente une excellente résistance à la corrosion ainsi qu'une résistance mécanique supérieure à celle de l'aluminium. D'autre part, sa surface peut être polie jusqu'à obtenir un fini miroir offrant un taux de réflexion lumineuse de l'ordre de 95 %.

- Forme géométrique : paraboloïde de révolution présentant une courbure de 27,8 % et un diamètre d'ouverture de 4,4 m.

La surface réfléchissante correspond à une section de parabole définie par l'équation: $z = \frac{r^2}{4f}$ où r est le rayon et f la distance focale.

Ces dimensions confèrent au concentrateur parabolique une focale de 1,6 m, permettant de concentrer efficacement le rayonnement incident en un point focal unique. Le rapport focal (f-number) est donc de 0,36, indiquant une géométrie relativement ouverte, favorable à une collecte maximale de l'énergie incidente.

La [figure C-a](#) montre la forme géométrique du concentrateur parabolique.

Par ailleurs, ce choix a été confirmé sur la base de simulations optiques approfondies réalisées sous le logiciel en ligne [ray optics simulation](#), qui ont permis de vérifier la cohérence théorique de la conception et d'optimiser les paramètres géométriques et optiques du concentrateur parabolique. La [figure C-b](#) montre le résultat de simulation.

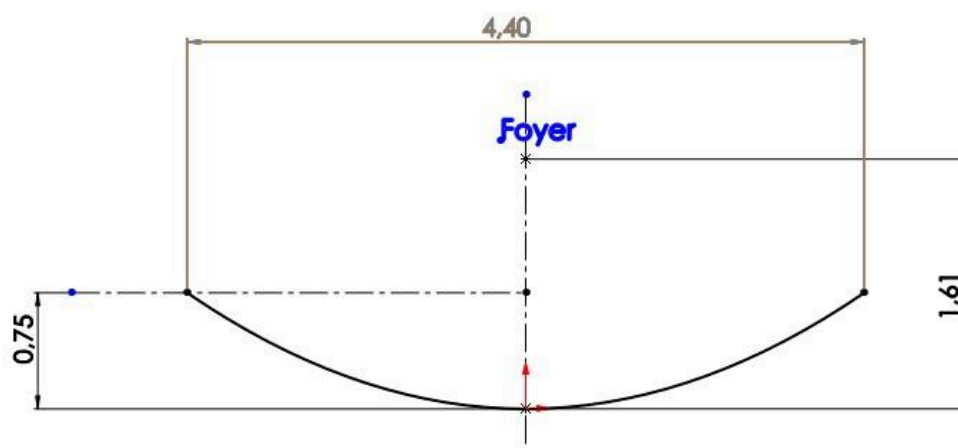


Figure C-a : Illustration de la forme géométrique du concentrateur parabolique

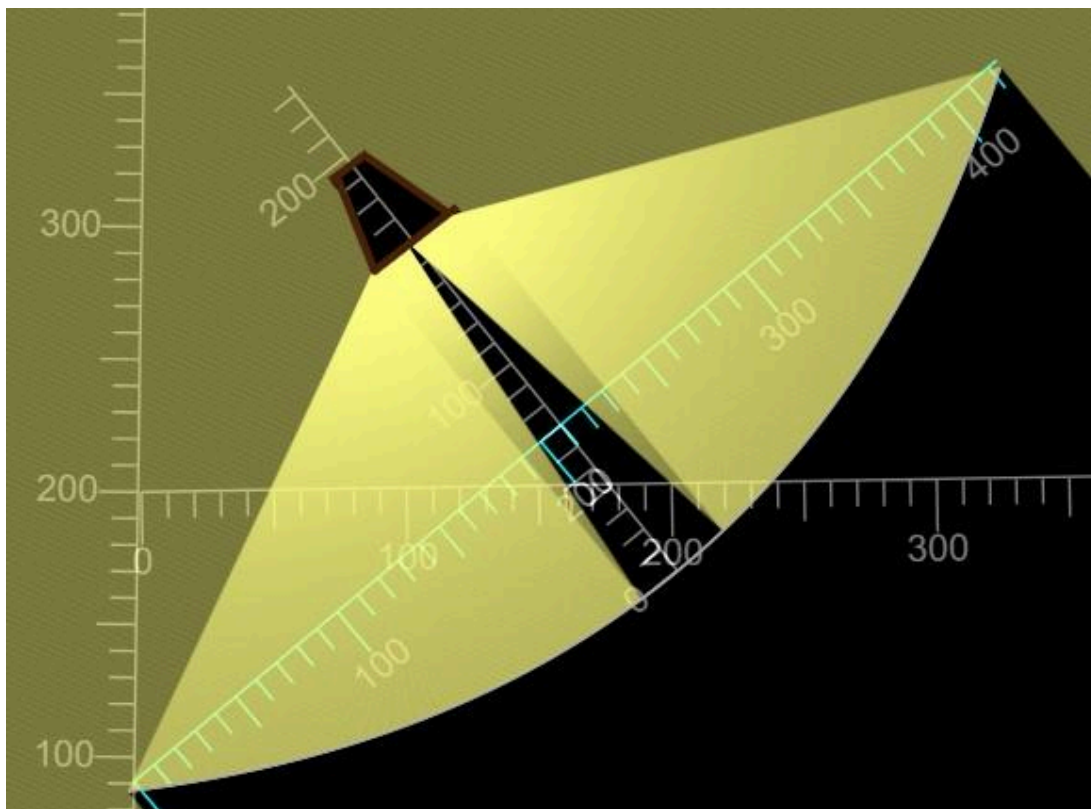


Figure C-b : Illustration de la simulation sous ray optic simulation

Les **rayons du soleil** sont illustrés par les **faisceaux jaunes**, la parabole est matérialisée par la **courbe blanche** orienté vers le soleil et le distillateur en marron.

Points de vigilance :

a) Respect rigoureux de la géométrie parabolique

La précision de la forme est indispensable pour assurer la convergence correcte des rayons solaires au foyer. Même un léger écart de profil (erreur de courbure, segment mal positionné) peut entraîner une défocalisation importante, diminuant drastiquement la densité de puissance au foyer.

b) Continuité optique entre segments



La parabole étant constituée de 30 segments, la transition entre chaque segment doit être parfaitement lisse (sans saillie, écart ou bord saillant) pour éviter les pertes par diffraction ou ombre portée. Un ponçage léger des jonctions et une soudure soignée sont essentiels pour préserver la forme continue de la surface réfléchissante.

c) Qualité uniforme du polissage miroir

Une réflectivité de 95 % ne peut être atteinte que si chaque segment présente une surface uniforme, sans micro-rayure, oxydation ni variation de rugosité. Des différences locales de finition altèrent la concentration lumineuse et peuvent entraîner un échauffement non homogène au foyer.

ANNEXE C2 : Armature

- **Fonction** : Support structurel du concentrateur parabolique. Il sert également à assurer la précision de la courbure dans le temps.
- Il faut qu'il soit robuste car il doit répondre à la sollicitation suivante :
 - charge : le poids de la parabole (70 kg) et aux forces de vent (1300 N latéral)
 - Moment de torsion : la rotation imposée par l'horloge (15°/heure) génère un couple de 20 N.m
- **Matériaux** :
 - **tubes carrés** : dimensions 20x20x2,6 en acier S235
La section 20 x 20x 2.6 offre une aire de 219 mm² suffisante pour supporter les charges statiques et dynamiques (la force du vent).
 - **Forme géométrique** : présente une structure en concentrateur parabolique. Elle est composée de 16 rayons (barres radiales) convergeant vers un centre commun, reliés par 03 anneaux concentriques qui forment une grille radiale-circulaire. Ceux-ci créent un treillis triangulé, maximisant la rigidité et la répartition des charges. ([Figure C-c](#))



- **Dimension** : le diamètre de la base est égal au diamètre de la parabole avec une différence de quelques millimètres car les segments de la parabole vont se fixer sur l'armature.

Pré-traitement

- Sélection et préparation des matériaux

- Choisir des tubes carrés en acier S275 (20 x 20 x 2,6 mm), vérifier leur qualité (absence de défauts, rectitude), et couper les barres aux longueurs requises
- **Outils** : Scie à métaux, cintrreuse, équerre.
- **Objectif** : Assurer des sections uniformes et prêtes pour l'assemblage.

- Nettoyage et dégraissage

- **Description** : Nettoyer les tubes pour éliminer la rouille, la graisse ou les impuretés
- **Outils** : Brosse métallique, chiffons, solvants.
- **Objectif** : Prévenir les défauts de soudure et assurer une adhérence optimale.

Points de vigilance :

- a) **Vigilance 1** : Contrôler la qualité des tubes (pas de fissures, déformations) et utiliser une scie bien affûtée pour des coupes nettes. Mesurer précisément chaque segment pour éviter des écarts.
- b) **Vigilance 2** : Assurer un nettoyage complet, surtout aux zones de soudure.
- c) **Vigilance 3** : Tester l'ajustement à sec avant soudure.

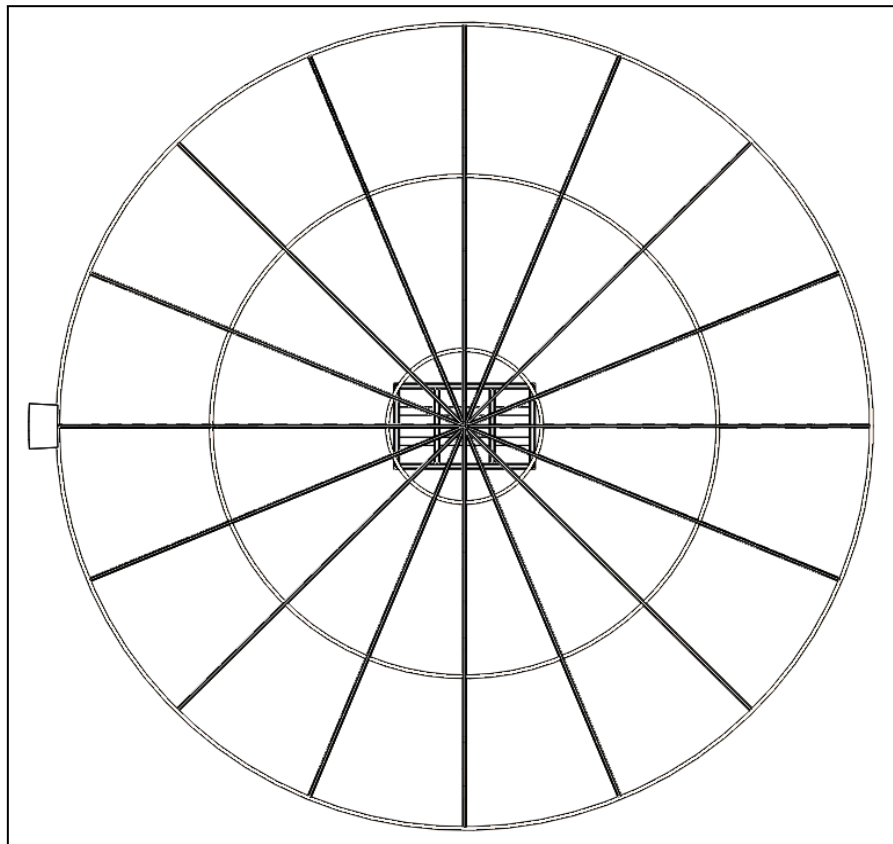


Figure C-c : Illustration de l'armature du concentrateur parabolique

ANNEXE C3 : Système vis sans fin + Roue dentée et joint de cardan

Fonction

- **Roue dentée** : Réduction de vitesse
- **Vis sans fin** : Transmission de rotation
- **Joint de cardan** : Transmission du couple de rotation entre l'axe incliné (porteur du concentrateur parabolique) et le système de réduction mécanique (vis sans fin / roue dentée), malgré l'angle d'inclinaison variable imposé par le suivi saisonnier.

Matériaux :

- vis sans fin : acier



- roue dentée : acier
- joint de cardan : acier avec une limite d'élasticité $\geq 275\text{MPa}$

Le joint de cardan est composé de deux fourches reliées par une croix pivotante, permettant un angle de déviation jusqu'à $\sim 30^\circ$ - 45° . C'est un élément de transmission du mouvement rotatif entre l'axe de roue dentée et l'axe incliné qui porte le concentrateur parabolique.

Ce choix résulte d'impératifs cinématiques, le concentrateur parabolique devant être ajustée périodiquement (toutes les deux semaines) pour corriger la modification progressive de l'élévation apparente du soleil induite par la trajectoire saisonnière. ([Figure C-d](#))

Points de vigilance :

- Vigilance 1 :** Pour le joint de cardan, maintenir l'angle de déviation $< 30^\circ$ - 45° et aligner les fourches avec précision ($\pm 1^\circ$), car un mauvais alignement augmente les vibrations.
- Vigilance 2 :** Protéger le joint, la vis sans fin et la roue dentée contre la poussière et l'humidité à l'aide d'un cache ou d'un joint d'étanchéité, afin de prévenir tout risque de corrosion.

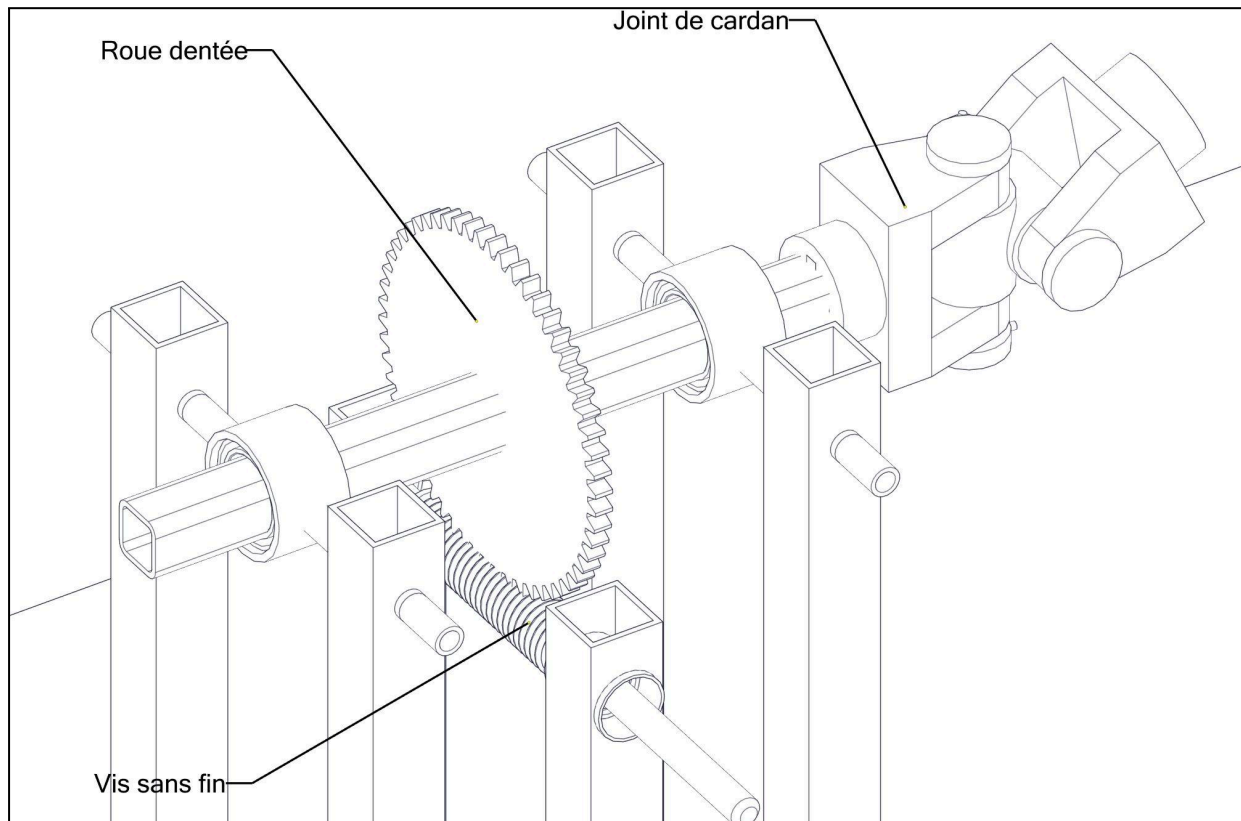


Figure C-d : Système de réduction et de transmission de couple

ANNEXE C4 : Axe incliné porteur du concentrateur parabolique

Fonction : L'arbre sert d'axe de rotation principal et supporte le concentrateur parabolique, assurant sa stabilité et son mouvement rotatif.

Forme et structure : L'arbre est un axe métallique incliné, constitué d'un tube en acier S275 de section $40 \times 40 \times 4$ mm. Il est monté sur un support pivotant (joint cardan) à sa base et relié à un cric à son sommet. Cette configuration permet de supporter la parabole et d'assurer une rotation autour de son axe longitudinal.

Exigences de Robustesse :

- **Charges :** L'arbre doit résister au poids de la parabole (70 kg) et aux forces latérales dues au vent (1300 N).



- **Moment de Torsion** : La rotation imposée par l'horloge (15°/heure) génère un couple faible ($< 20 \text{ N.m}$), facilement supporté par la résistance de l'acier S275.

Points de vigilance :

- a) **Alignement précis** : tout désalignement entre le cric, l'axe et le joint de cardan peut engendrer des efforts parasites ou un blocage en rotation.
- b) **Fatigue mécanique** : malgré la robustesse de l'acier 40×40×4, des cycles répétés peuvent provoquer des fissures. Il faut impérativement prévoir des **contreponds** ou **piliers de charge** pour soulager l'arbre.
- c) **Contrôle des appuis** : les extrémités (piliers ou supports) doivent être bien calées pour éviter des efforts de flexion non prévus.
- d) **Effort combiné** : l'arbre subit simultanément un poids vertical, une force latérale (vent) et un couple de rotation. Une mauvaise répartition de ces efforts peut accélérer l'usure.

La [figure C-e](#) et la [figure C-f](#) illustrent l'axe incliné.

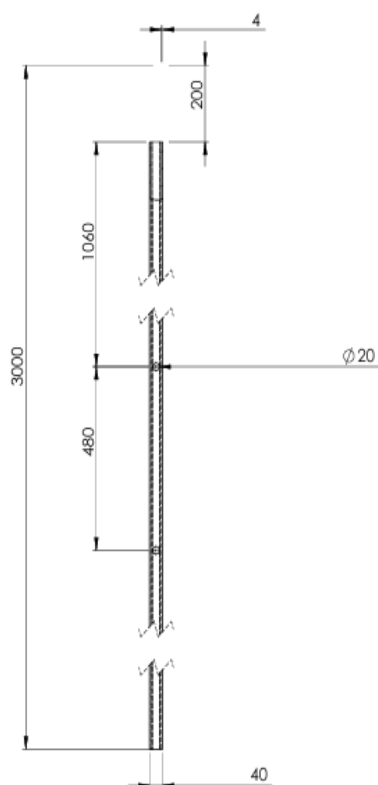


Figure C-e : Illustration du plan 2D de l'arbre porteur du concentrateur parabolique

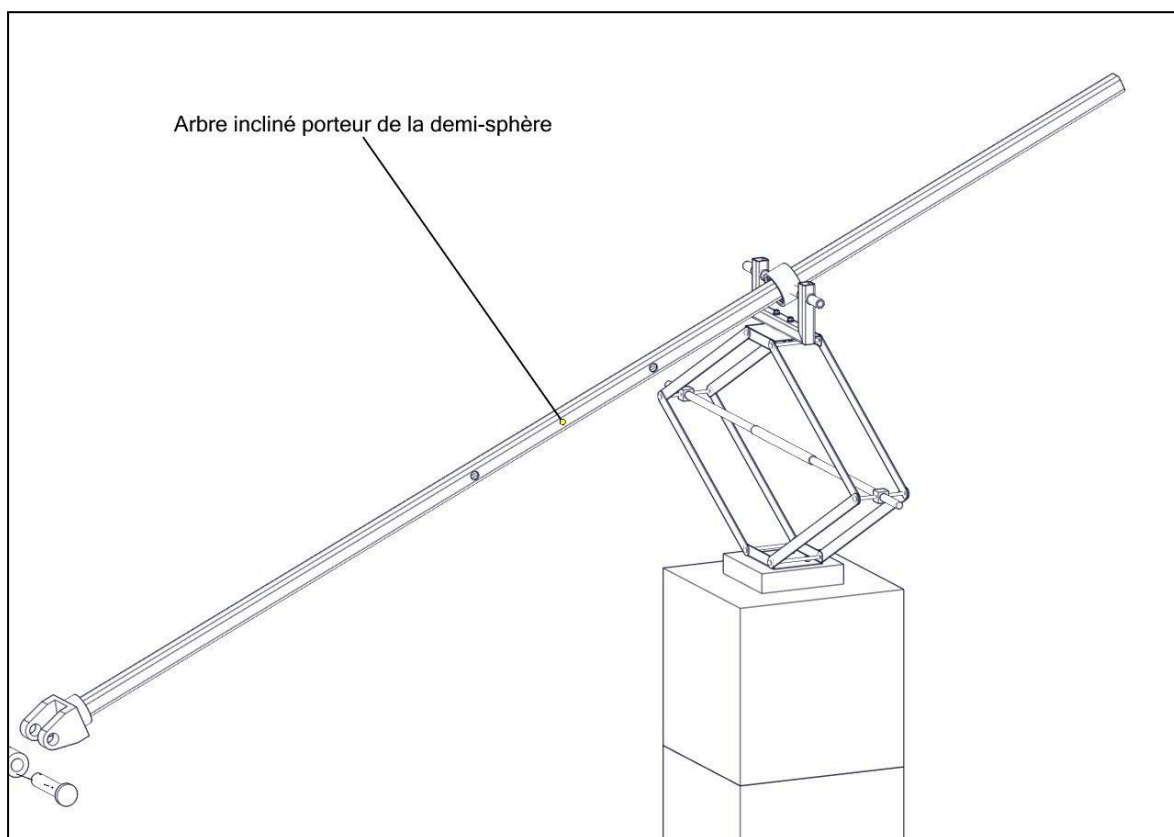


Figure C-f : axe incliné porteur du concentrateur parabolique

ANNEXE C5 : Cale

Fonction : Maintenir l'inclinaison de l'arbre pour aligner la parabole avec l'angle zénithal maximal, compensant la dérive de la déclinaison.

Forme et structure : Les cales sont des éléments de support en forme de coin ou de bloc, placés sous l'axe incliné pour ajuster son inclinaison. Elles sont conçues pour supporter la parabole (4,4 m, 70 kg) et permettre des réglages manuels selon les saisons.



Matériau : métallique (acier galvanisé) ou matériaux synthétiques hydrofuges et hydrophobes comme les polyéthylène haute densité.

Ce choix est justifié par le fait que les matériaux hydrophobes évitent les déformations saisonnières, assurant un suivi précis.

La [figure C-g](#) montre le plan 2D de la cale.

Prétraitement et points de vigilance :

Vigilance 1 : À ajuster manuellement et verrouiller pour supporter la charge statique et dynamique.

Vigilance 2 : au cas où le matériau est indisponible, le recours à des bois traités reste une option. Les traitements suivant est quand même nécessaire :

- **Vernissage :**
 - Vernis polyuréthane(2–3 couches)
 - Barrière hydrophobe (absorption d'eau <5 %)
- **Traitement thermique**
 - Chauffage à 180–220 °C
 - Bois hydrofuge et stable dimensionnellement

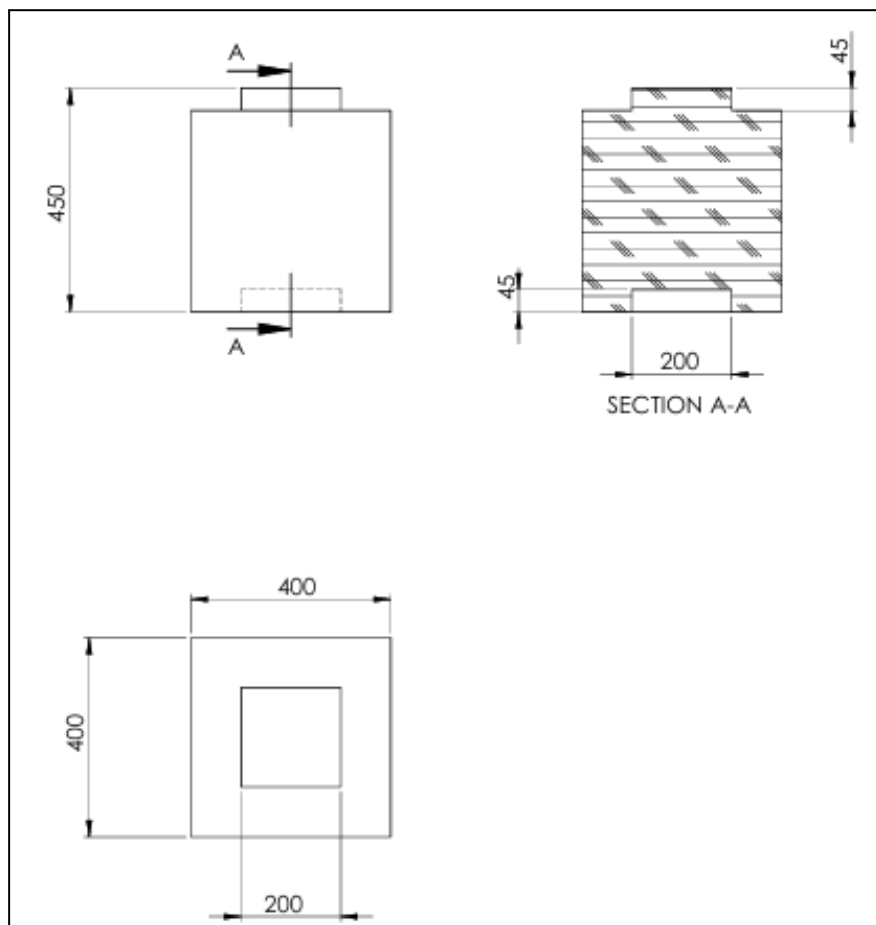


Figure C-g : Plan 2D de la cale