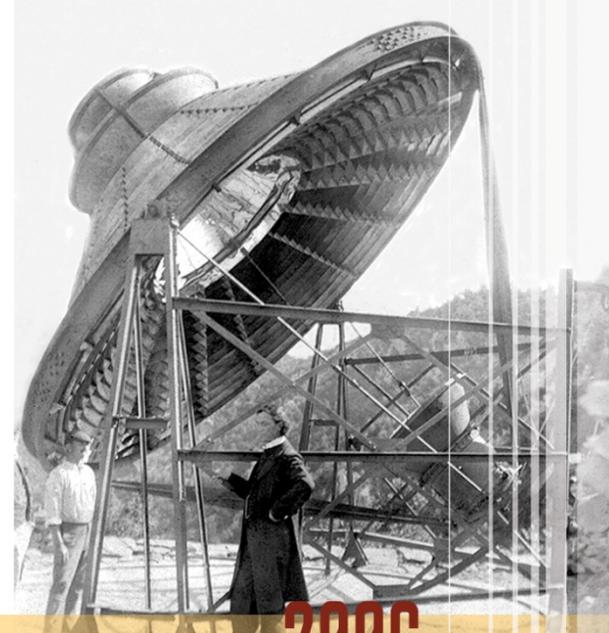


La reconstitution du four solaire du padre Himalaya, construit en 1900.

- De l'époque
- À l'Image de synthèse
- À sa reconstruction

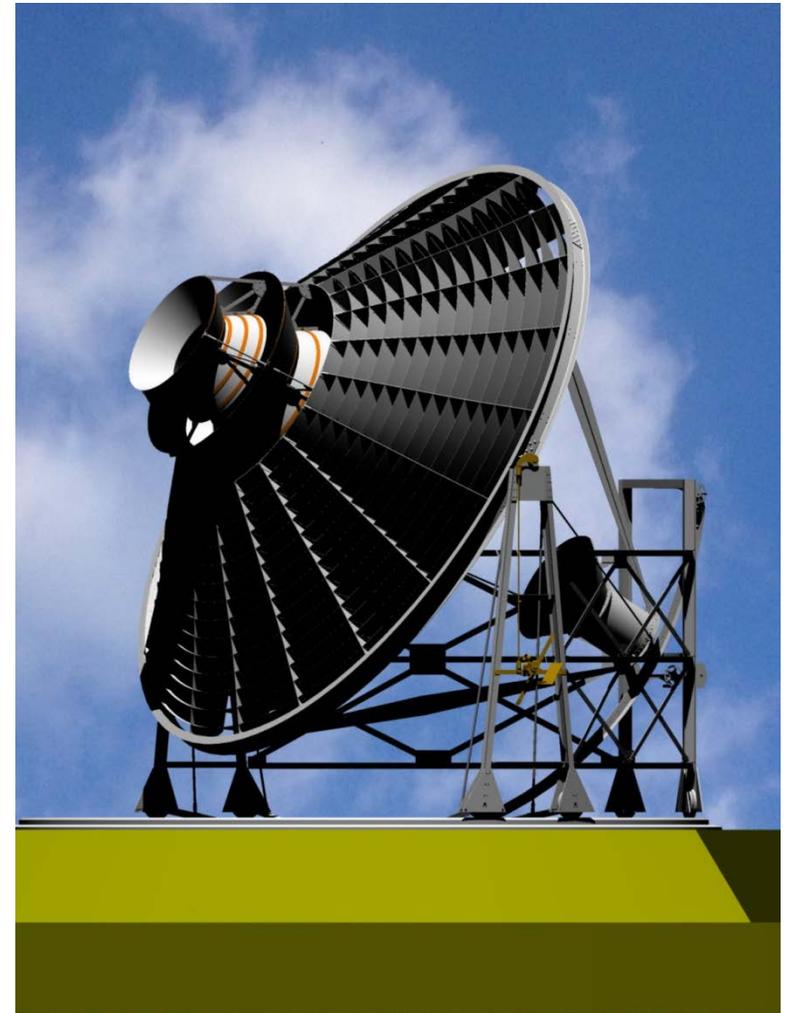


INSCRIÇÕES ABERTAS A PARTIR DE NOVEMBRO DE 2005
WWW.CIENCIAIVA.PT WWW.SPES.PT

2006
CONCURSO SOLAR
PADRE HIMALAYA

INICIATIVA DIRIGIDA AOS JOVENS DO ENSINO BÁSICO,
SECUNDÁRIO E SUPERIOR, EM SEUS ESCALÕES:
AMORA - RELÓGIO DE SOL (1º CICLO),
PEREIRA - Forno SOLAR (1º CICLO),
APÊLIDO - CADEIRA SOLAR TÁCTIL (2º CICLO),
ZÉNITE - SISTEMA SOLAR TÉRMICO (SECUNDÁRIO),
AFÉLID - ENFORNICADOR BIOLÓGICO (UNIVERSITÁRIO),
PEREIRO - MODELO A ENERGIA RENOVÁVEL (ESCALÃO LÍNYE).

SENSIBILIZAR OS JOVENS PARA O USO RACIONAL DOS RECURSOS ENERGÉTICOS
RENOVÁVEIS DO NOSSO PLANETA, CONSTRUINDO PROTÓTIPOS DIDÁCTICOS
QUE UTILIZEM A RADIAÇÃO SOLAR.



Avant propos:

Ce projet qui s'est déroulé de 2014 à 2015 n'a pas été une petite entreprise. C'est une initiative de l'association « LES AMIS DU PADRE HIMALAYA ».

Beaucoup d'études ont été nécessaires:

- Le travail de reconstitution des dimensions alliant les techniques de reconstitutions à partir de photos à l'analyse rigoureuse des trajets du rayonnement solaire pour arriver à une définition géométrique acceptable.
- Le travail d'analyse minutieuse des photos d'époque pour arriver à des plans préliminaires les plus près de l'original.
- L'élaboration des plans de construction impliquant de définir les méthodes et les matériaux, la forme précise et le devis de réalisation.
- Et, enfin, les démarches administratives pour avoir la permission de le construire sur un site choisi à Sorède.

Ce document rassemble les principales études dans un ordre pas tout à fait chronologique mais qui représente les principales étapes de ce travail.

Une annexe indépendante est consacrée au travail périphérique dont l'objectif principal est la protection du four des intempéries et l'aménagement du site pour les visiteurs.



Commentaires sur la restitution des dimensions du four solaire

J'ai retenu deux photos pour essayer une restitution des dimensions pour leur plus grande netteté et la vue de l'ensemble. Les autres ont servies à interpréter visuellement certaines relations ou certains détails.



photo1

J'ai utilisé trois moyens:

D'abord une restitution par perspective inverse dans la mesure du possible.

Ensuite une observation de relations logiques.

Enfin la construction d'un modèle 3D et la correction des incohérences ou impossibilité que les mesures obtenues ont générées.

On pose cependant quelques à priori:

Le rail est circulaire.

Les paires de roues des trois supports verticaux sont à même distance l'une de l'autre.

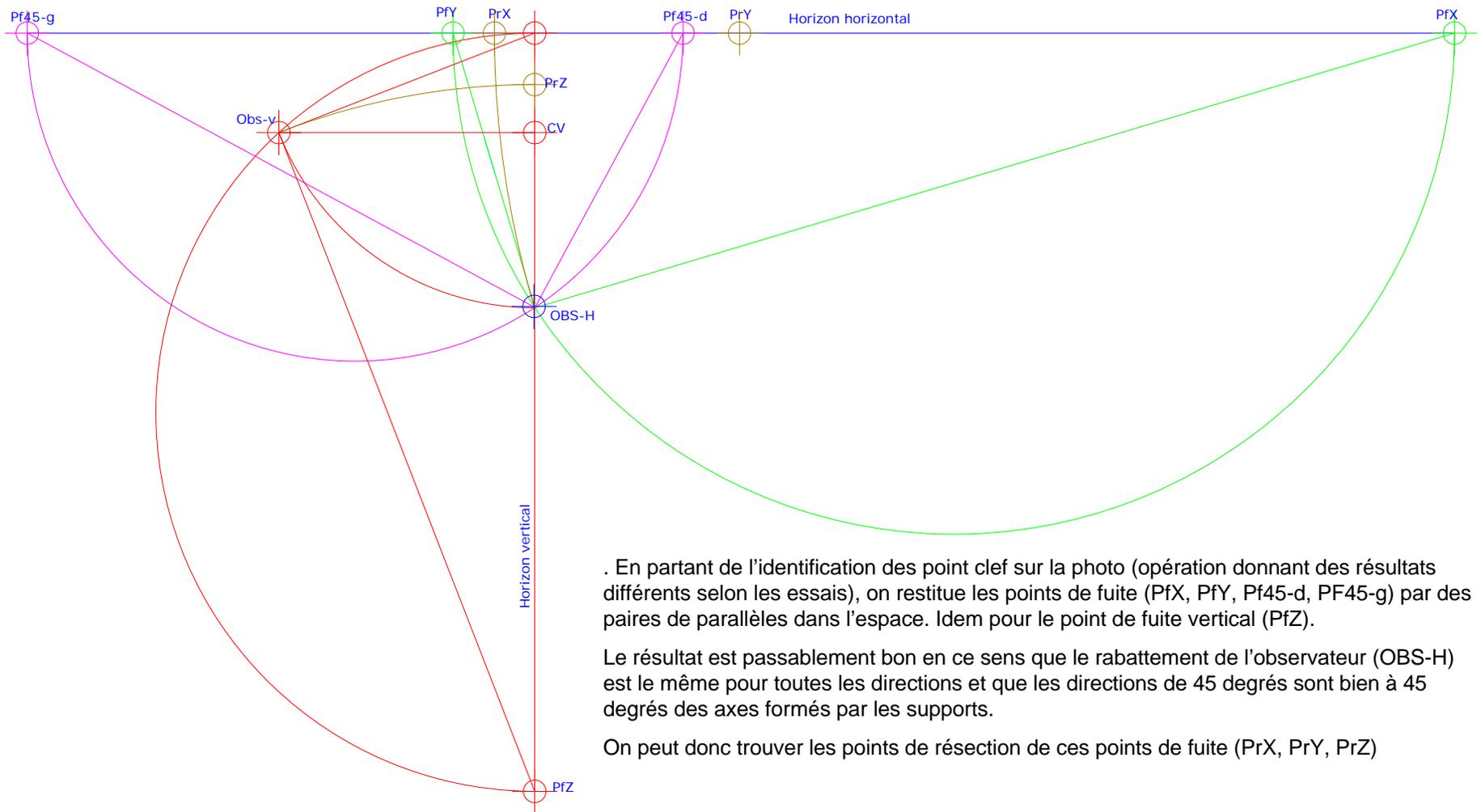
Les membrures horizontales sont à 45 degrés par rapport aux supports verticaux.

Le réflecteur est horizontal dans la photo1.



photo2

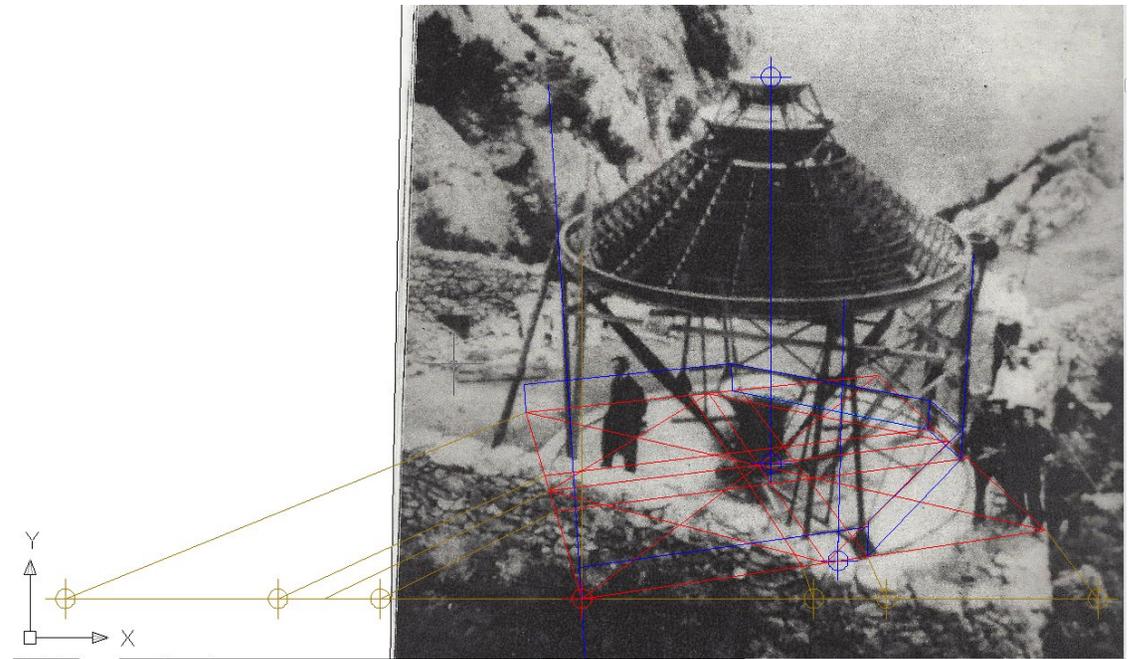
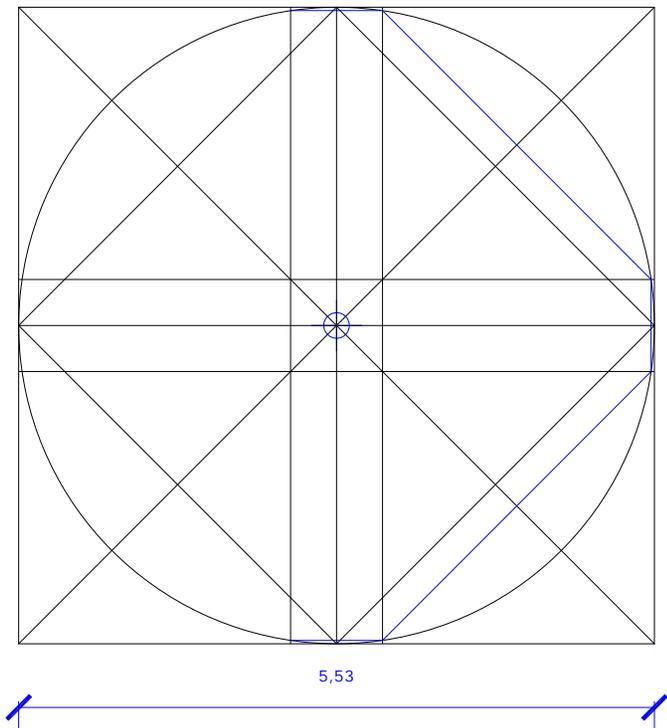
1: Restitution par perspective inversée sur la photo1



. En partant de l'identification des point clef sur la photo (opération donnant des résultats différents selon les essais), on restitue les points de fuite (PfX, PfY, Pf45-d, Pf45-g) par des paires de parallèles dans l'espace. Idem pour le point de fuite vertical (PfZ).

Le résultat est passablement bon en ce sens que le rabattement de l'observateur (OBS-H) est le même pour toutes les directions et que les directions de 45 degrés sont bien à 45 degrés des axes formés par les supports.

On peut donc trouver les points de résection de ces points de fuite (PrX, PrY, PrZ)



La logique fait que l'on doit retrouver est un carré, tangent au cercle que forme le rail, basé sur les points de fuite PfX et PfY dont les diagonales doivent passer par les points de fuite Pf45-d & Pf45-g. les paires de roues des trois supports doivent former une croix identique dans les deux sens et centrées sur le carré.

L'axe vertical du réflecteur doit passer par le centre du carré.

On ajuste l'échelle de l'ensemble photo/relevé pour que le côté du carré soit à 5.53 m.

Le résultat obtenu est loin d'être parfait.

Des lignes qui doivent se rejoindre au même point ne le font pas (A).

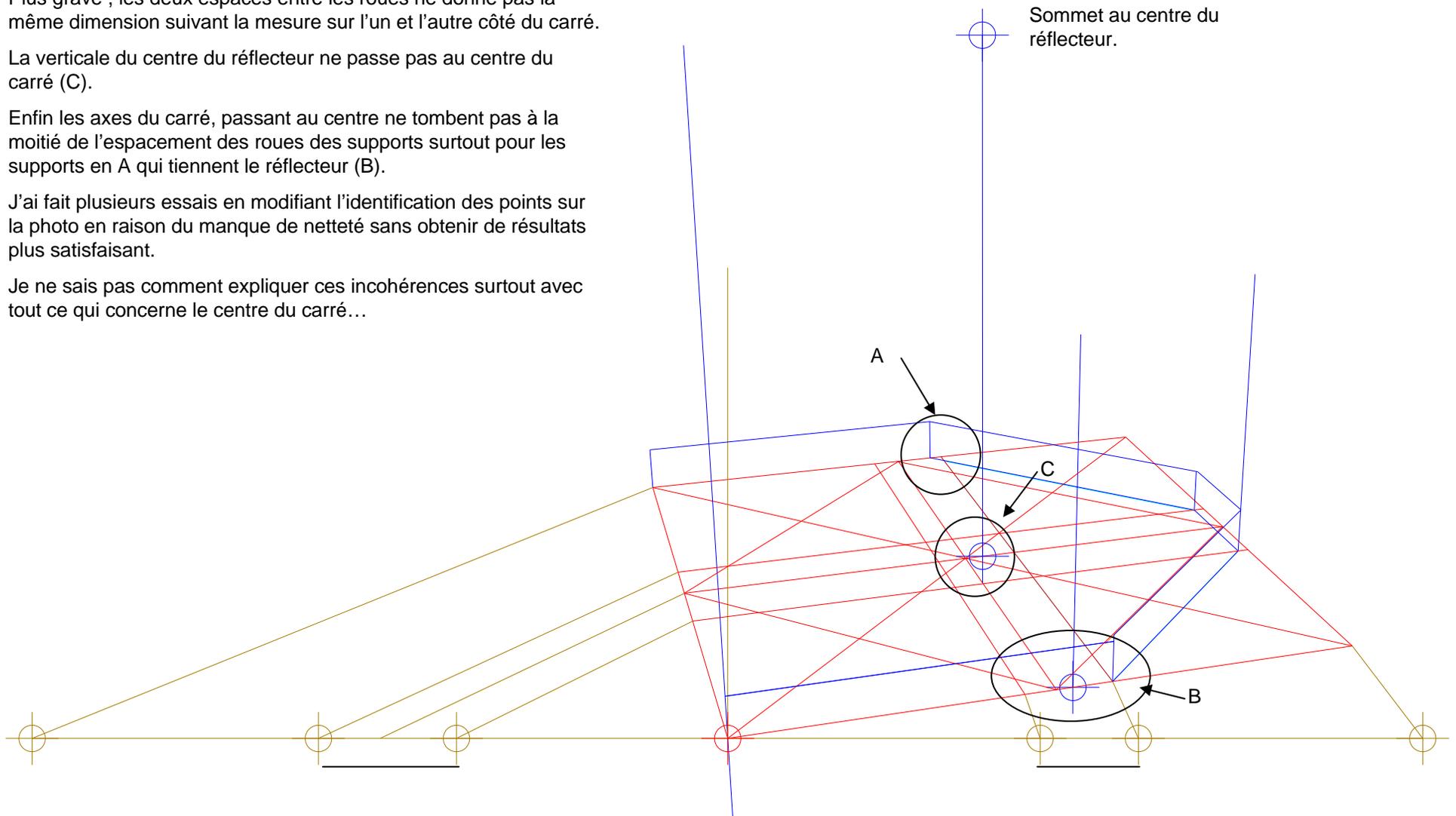
Plus grave, les deux espaces entre les roues ne donnent pas la même dimension suivant la mesure sur l'un et l'autre côté du carré.

La verticale du centre du réflecteur ne passe pas au centre du carré (C).

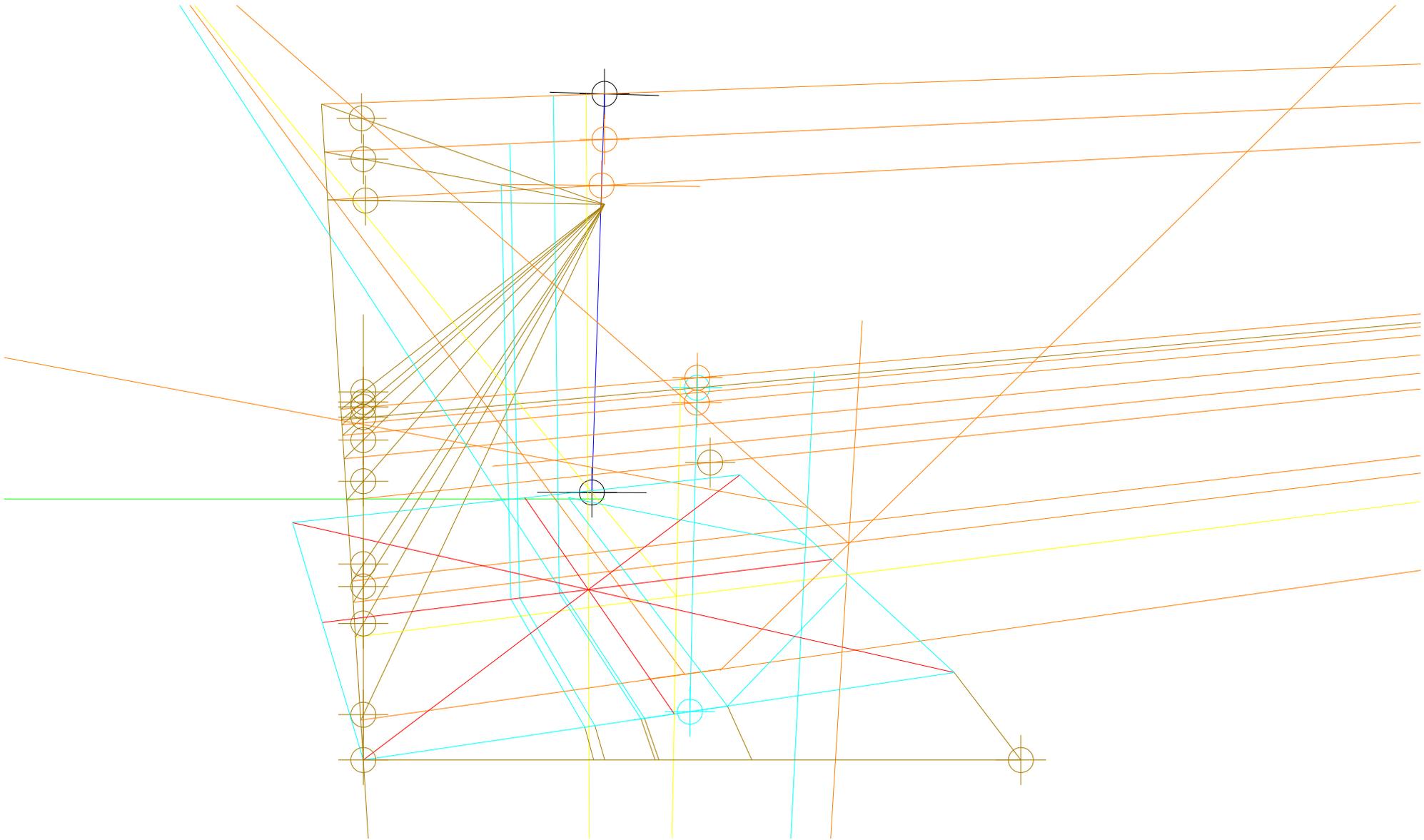
Enfin les axes du carré, passant au centre ne tombent pas à la moitié de l'espacement des roues des supports surtout pour les supports en A qui tiennent le réflecteur (B).

J'ai fait plusieurs essais en modifiant l'identification des points sur la photo en raison du manque de netteté sans obtenir de résultats plus satisfaisants.

Je ne sais pas comment expliquer ces incohérences surtout avec tout ce qui concerne le centre du carré...



Malgré ces incohérences, j'ai essayé de déterminer les principales dimensions par les techniques de restitution normales.



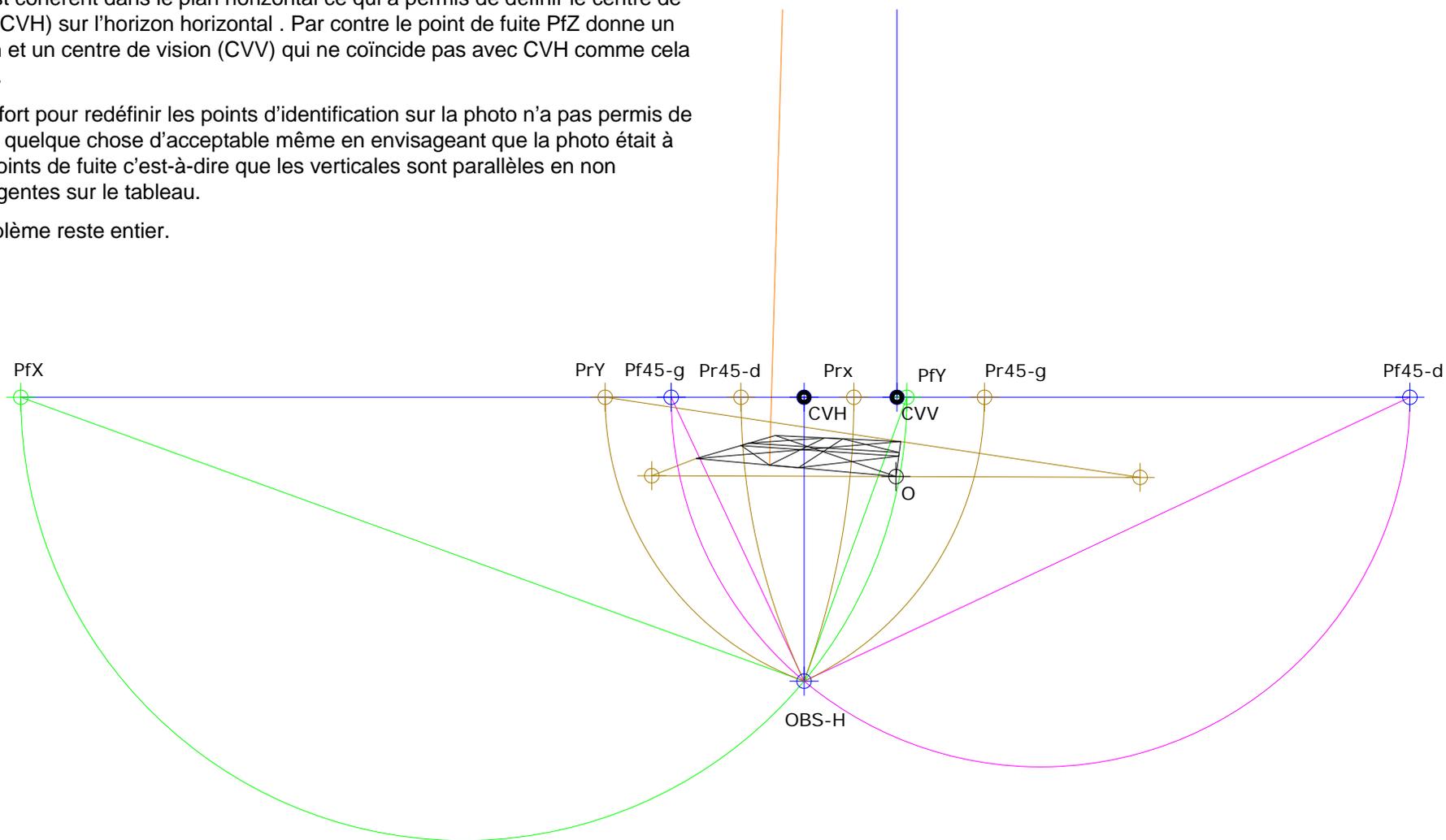
2: Restitution par perspective inversée sur la photo2

La même méthode a été appliquée à la photo2. L'établissement des points de fuite a donné des résultats variables.

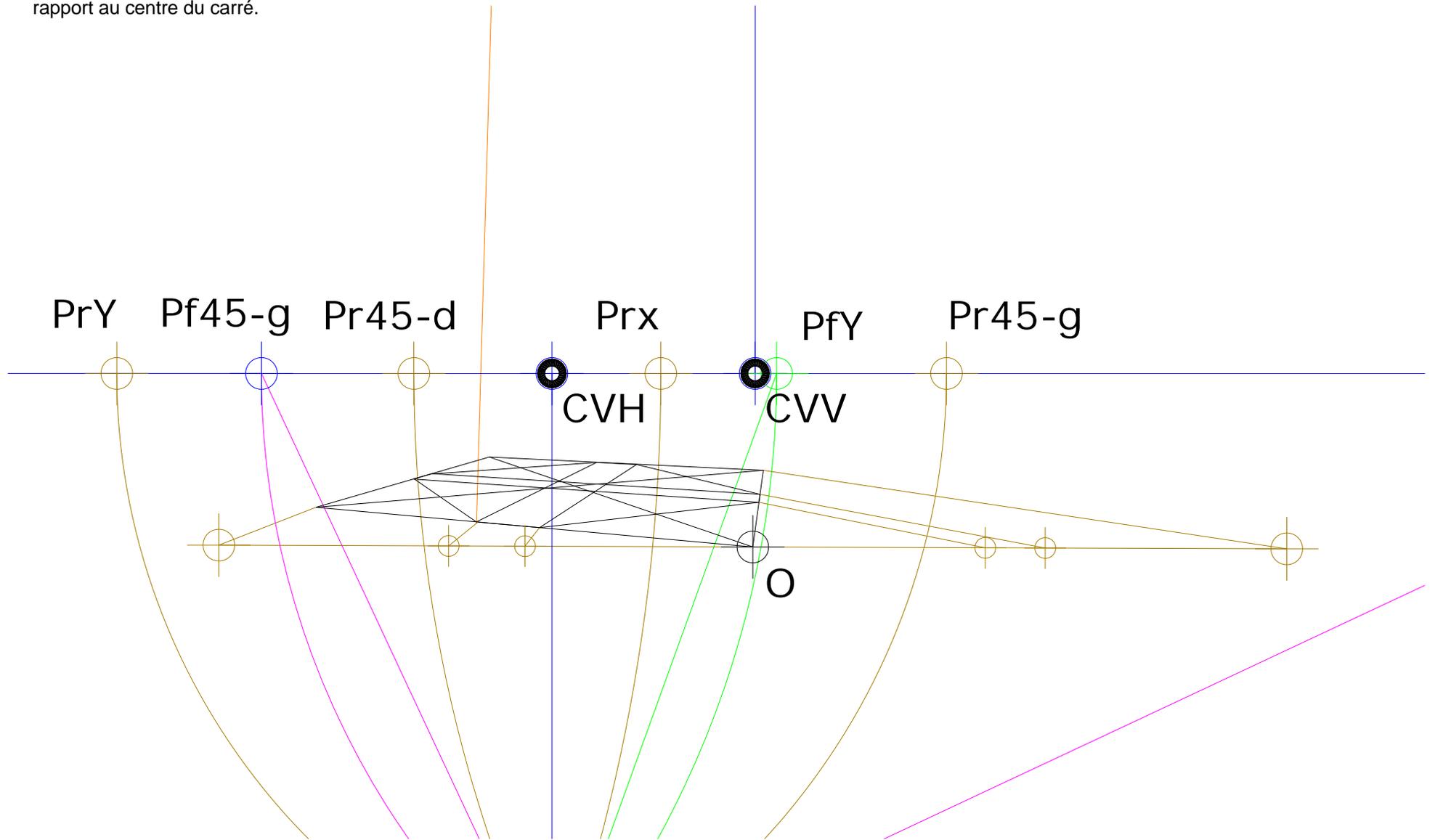
Tout est cohérent dans le plan horizontal ce qui a permis de définir le centre de vision (CVH) sur l'horizon horizontal. Par contre le point de fuite PfZ donne un horizon et un centre de vision (CVV) qui ne coïncide pas avec CVH comme cela devrait.

Tout effort pour redéfinir les points d'identification sur la photo n'a pas permis de trouver quelque chose d'acceptable même en envisageant que la photo était à deux points de fuite c'est-à-dire que les verticales sont parallèles en non convergentes sur le tableau.

Le problème reste entier.



Par contre, dans le plan horizontal, les résultats sont encourageant car les deux bandes de la croix formée par les pieds des supports verticaux en A et en H sont relativement bien centrés par rapport au centre du carré.



3: Restitution des dimensions des supports en A et en H

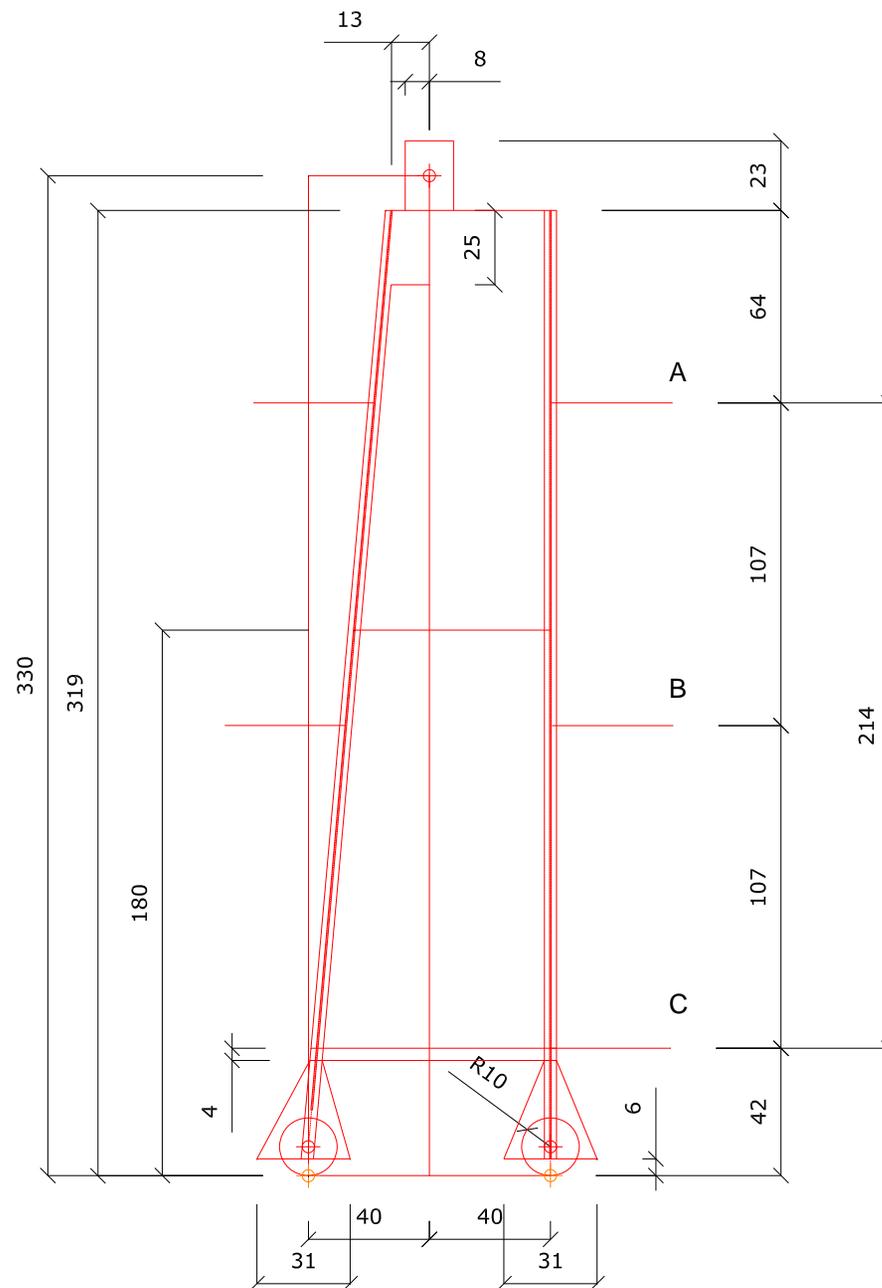
La restitution des dimensions mettait l'axe d'inclinaison du réflecteur à 3m du sol.

Cependant la construction du rail vertical guidant l'inclinaison s'enfonçait dans la dalle ce qui ne correspond pas du tout aux photos. La hauteur optimum pour respecter la logique de la photo est de 3.30m.

J'ai donc modifié les hauteurs des supports dans la proportion de 330/300 et assumé que la barre diagonale en B est à distance égale de la barre A et C, conformément aux photos.

Il faut noter aussi que les deux roulettes d'un même support ne sont pas dans le même plan car elles doivent suivre le cercle défini par le rail horizontal.

Enfin, les barres horizontales à 45 degrés ne sont pas dans le même plan mais forment plutôt une parabololoïde hyperbolique puisque les deux supports de l'axe d'inclinaison sont en forme de A alors que le troisième est en forme de H.



4: Restitution des dimensions du réflecteur

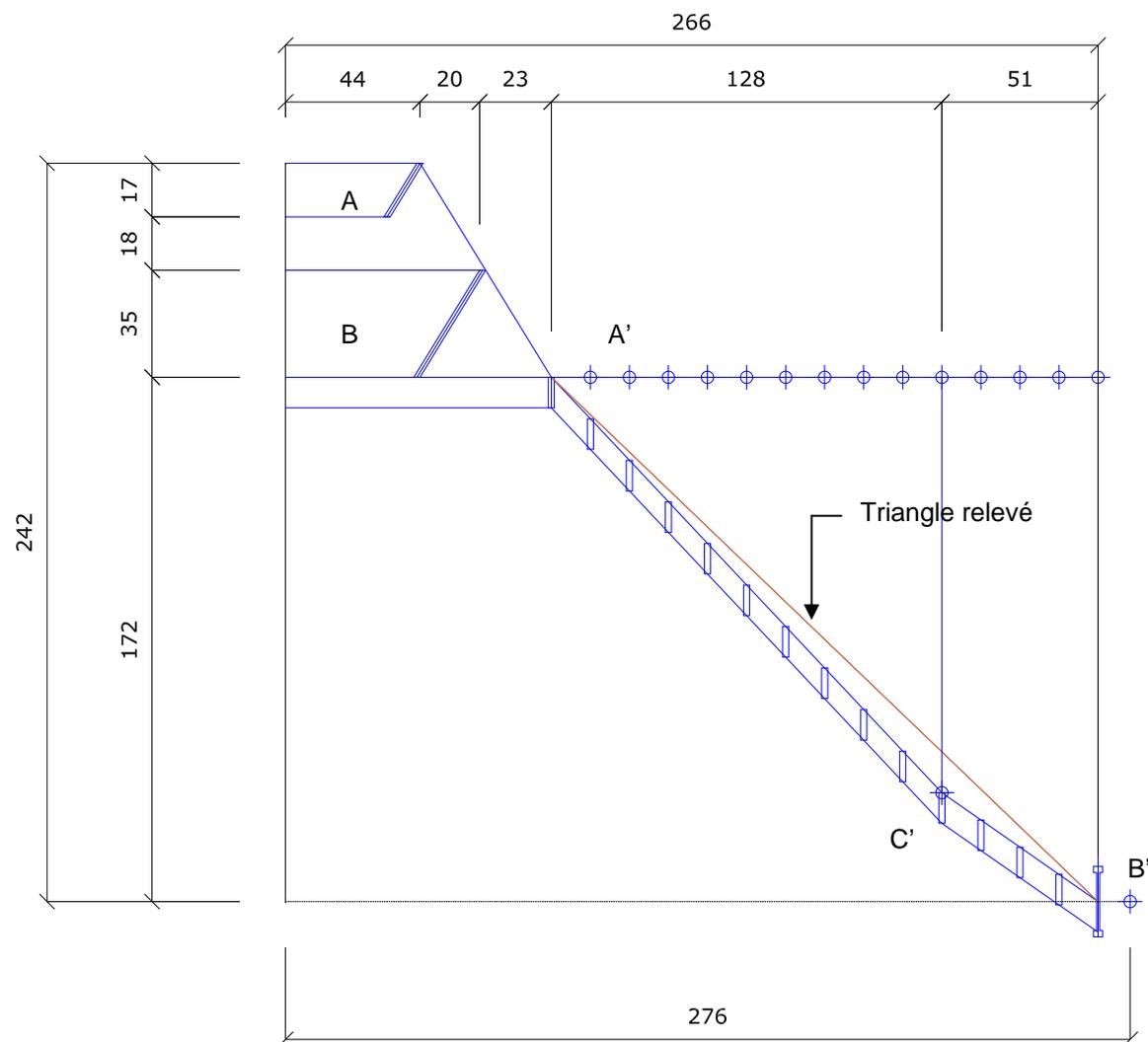
Les dimensions du réflecteur ont été issues de la restitution sans grand changement.

Cependant il faut respecter le fait que les bords des cônes A & B doivent être situés sur la même ligne.

Pour déterminer la forme des deux cônes principaux, j'ai dû relever le triangle A', B', C' sur la photo et le mettre à l'échelle sur le modèle en ajustant la jonction des deux cônes au cercle 10 de 14 (C').

Il reste que les exigences du fonctionnement optique doivent prendre le pas sur le relevé d'après photo.

Mais pour cela il faut analyser les exigences de l'optique pour assurer un bon fonctionnement de l'ensemble, ce qui n'a pas été fait.



5: Restitution des dimensions du foyer

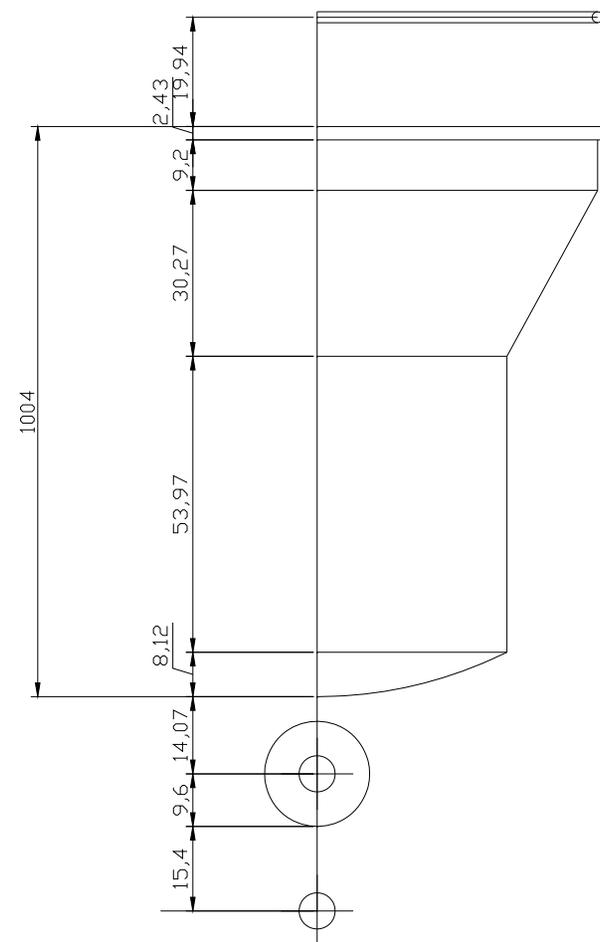
Le profil du foyer du réflecteur a été relevé directement sur la photo2 où il est visible pratiquement de profil,

Le relevé a été mis à l'échelle sur une mesure globale de façon proportionnelle.

En conclusion:

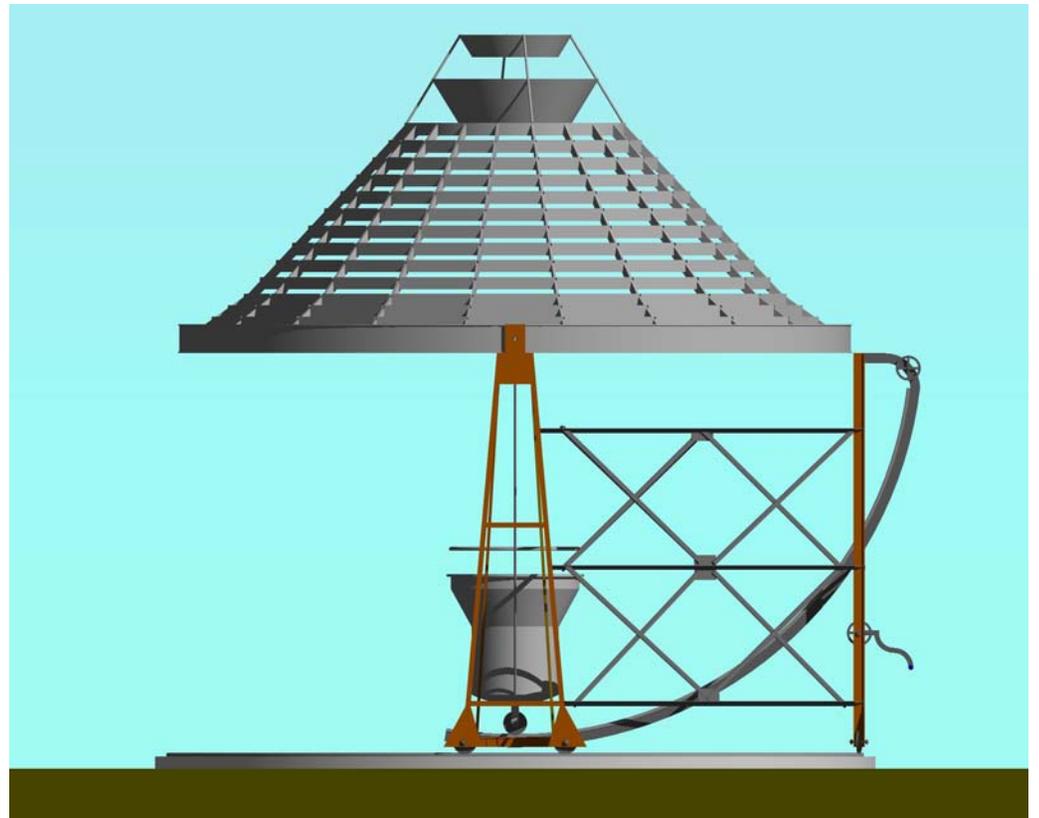
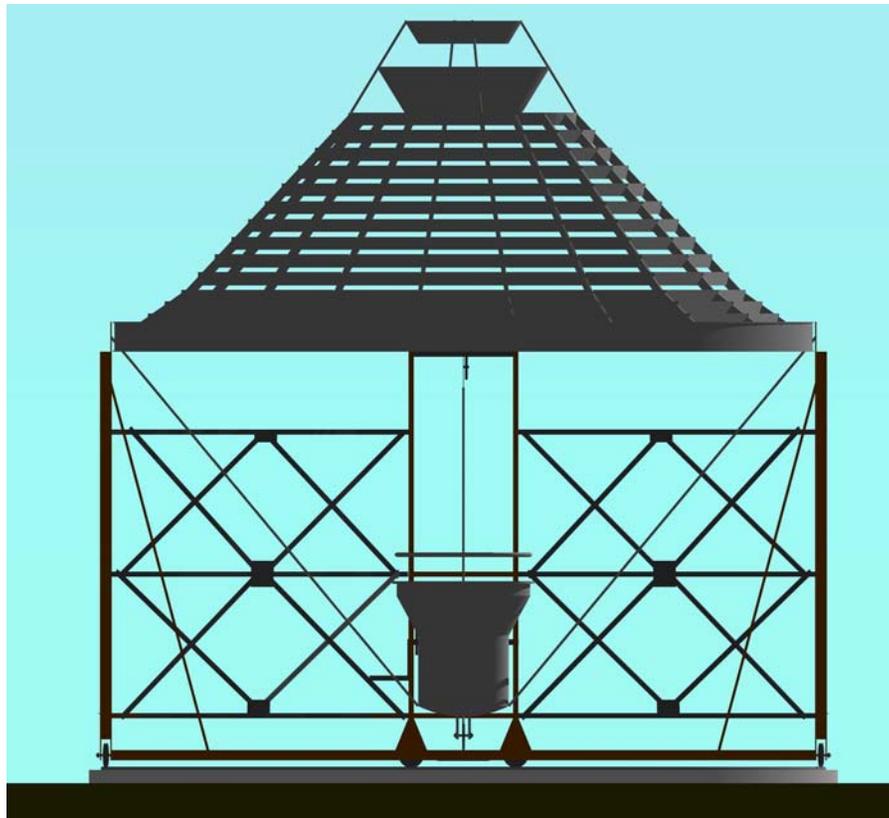
On ne peut pas arriver à un restitution qui assure précisément une construction à l'identique.

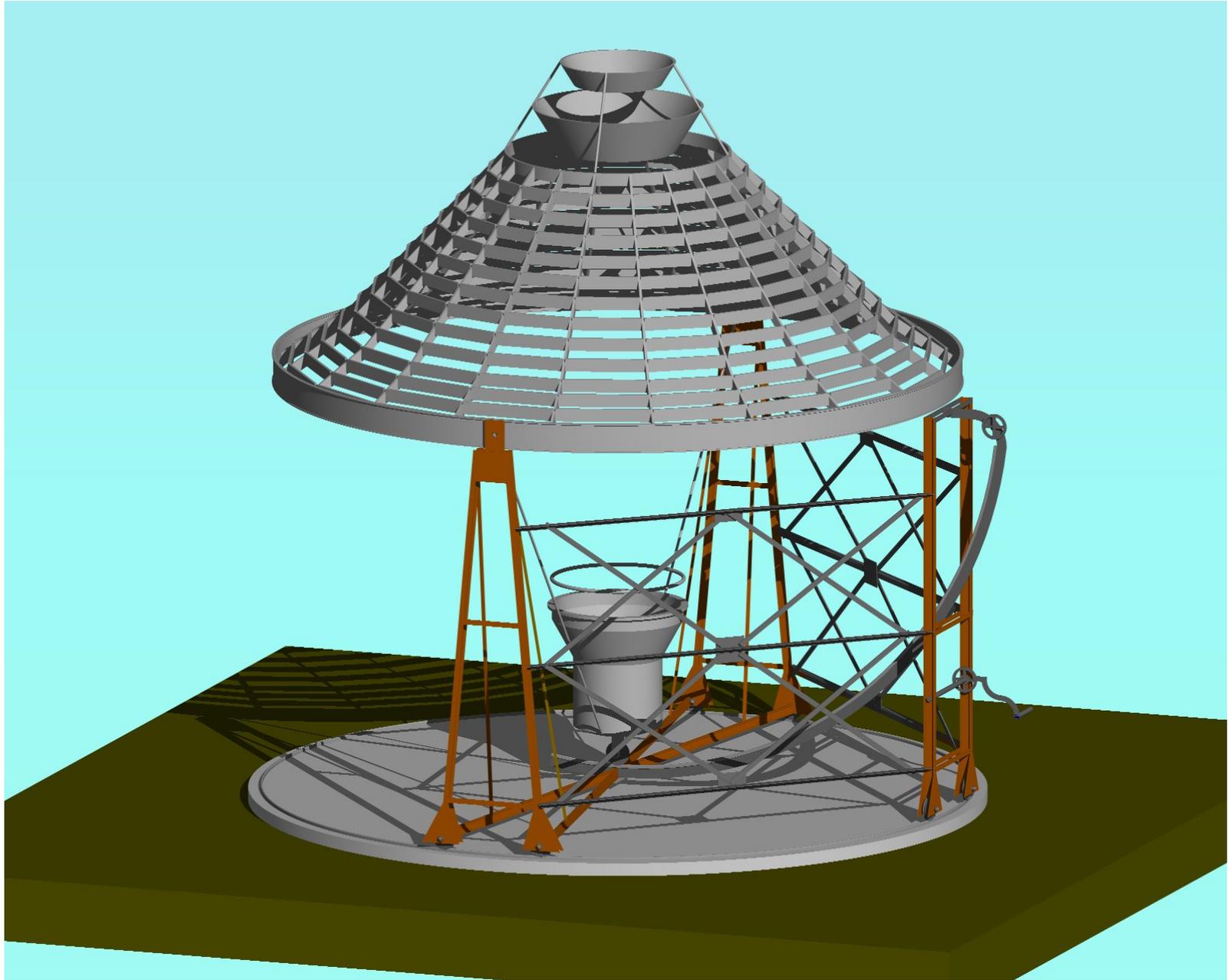
On doit se contenter d'une construction similaire, fonctionnant comme l'original et le plus ressemblant possible.

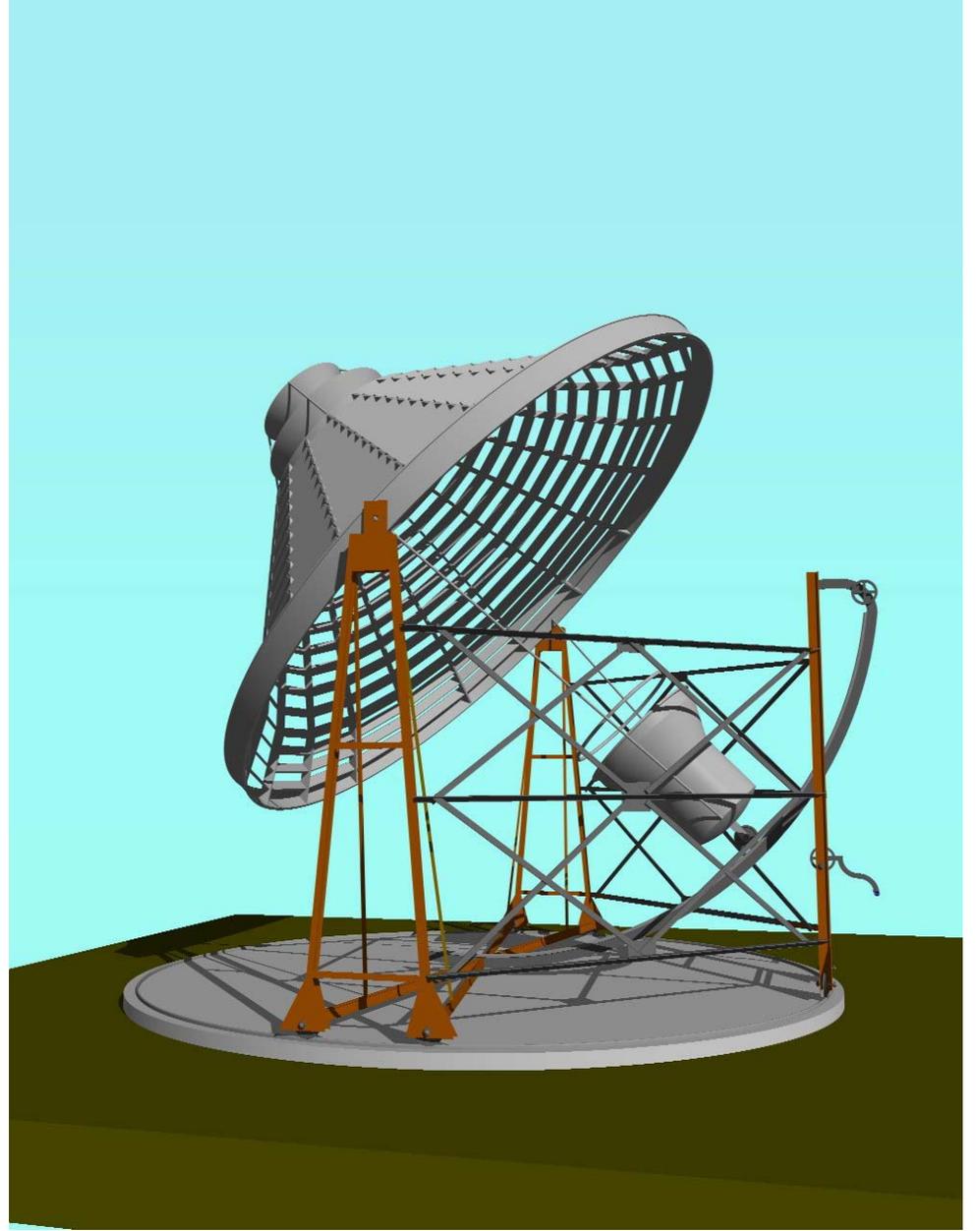
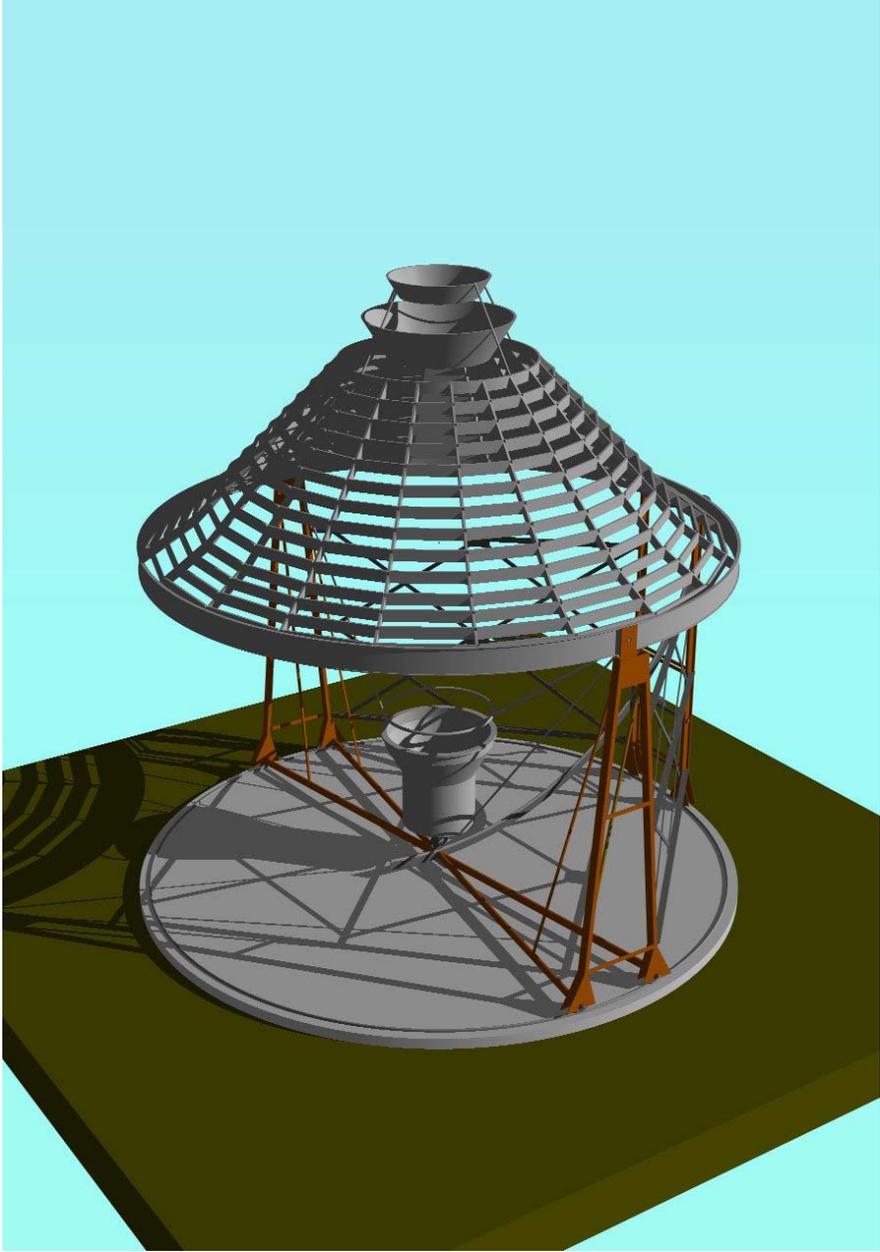


6: Construction du modèle

Pour de fins de vérification de la forme, j'ai construit un modèle 3D dont on peut apprécier les images de synthèse.







Le four solaire de Sorède.Sommaire

Partie 1: La restitution

Par Claude Parisel
Mai 2014



Le four solaire de Sorède

Manuel Antonio Gomes, dit Padre Himalaya (9/12/1868-21/12/1933). Prêtre portugais mais aussi savant, il fut un pionnier de l'énergie solaire réalisant divers fours solaires et cadrans solaires. En particulier, il construisit en 1900 un four solaire à Sorède, atteignant des températures de 1500 °C

C'est probablement le premier four solaire de cette envergure au monde, qui est l'objet de notre attention.

L'association « Les amis du Padre Himalaya de Sorède » a lancé le projet de reconstruire à l'identique le four solaire installé en 1900 à Sorède, dans les Pyrénées orientales, au col d'Ultrère, par Manuel Antonio Gomes.

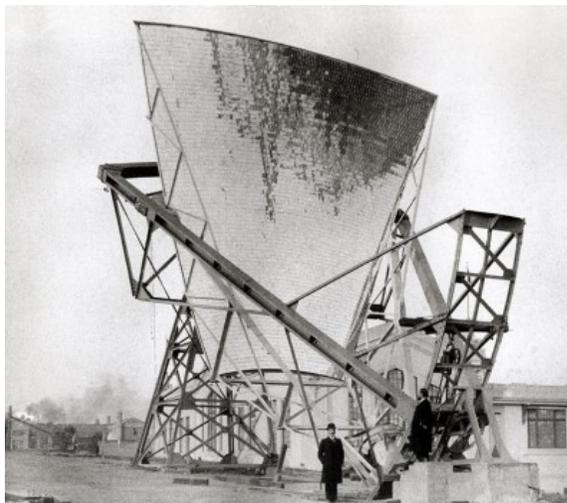
René Legall m'a convaincu de rejoindre le projet avec pour premier mandat de retrouver au mieux, les dimensions originales du four à partir des photos disponibles.



Four solaire de Sorède (1500°C)



Pyrheliophor Saint-Louis USA (4000°C)



Cadran solaire Sorède

Sorède Un cadran solaire géant

La Semaine du Rousillon
N°560

Monumental. Avec un style d'une vingtaine de mètres, le futur cadran solaire de Sorède donnera volontairement dans la démesure.

L'ombre de cette aiguille rouge de 20 mètres de haut indiquera l'heure sur un mur de 9 mètres. Grâce à une webcam, l'heure solaire de Sorède sera aussi visible à l'autre bout de la planète.



Padre Himalaya

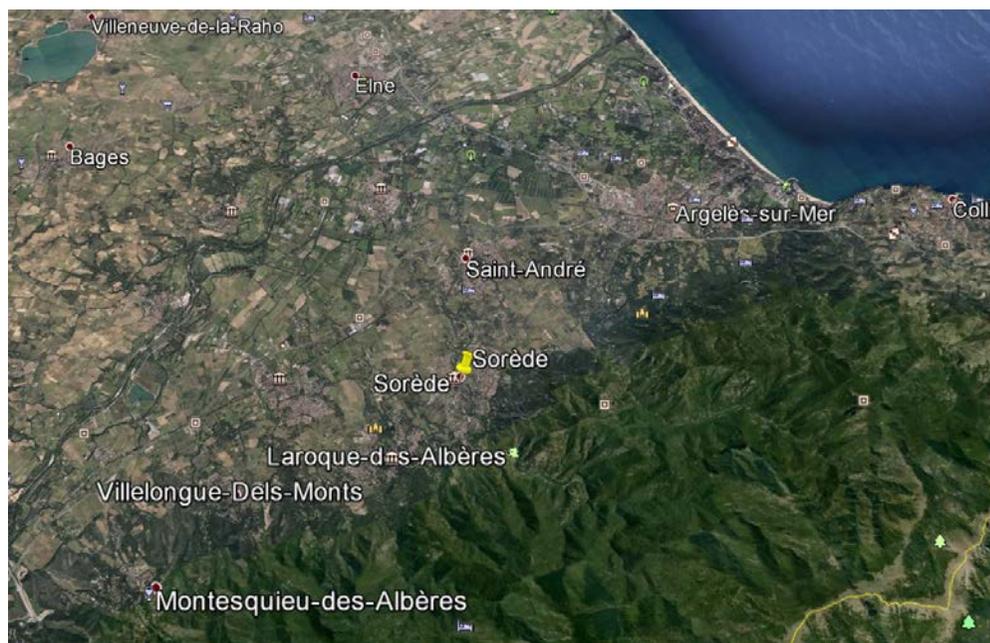
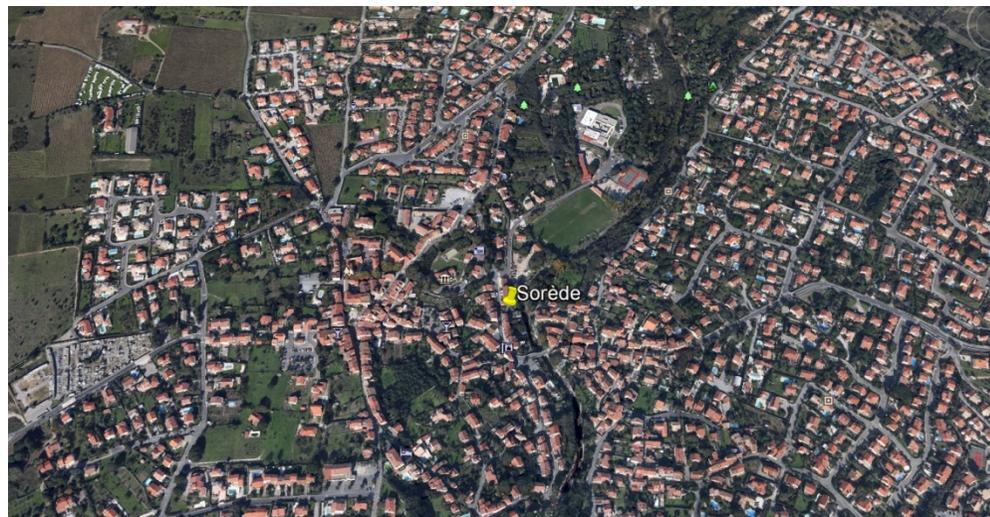
Il est né de paysans pauvres à Santiago de Cendufe au nord du Portugal. Ordonné prêtre en 1890, il poursuit des études scientifiques dans beaucoup de domaines et notamment sur l'énergie solaire. Il commence ses expériences avec la construction de son premier four solaire, le plus grand de l'époque atteignant une température de 1500°C. En 1904, il participe à l'exposition universelle de Saint-Louis, aux USA où il présente un four révolutionnaire, Le Pyrheliophore qui atteint des température de 4 000°C. Il y reçoit le premier prix de l'exposition. Il mourut dans l'anonymat à 65 ans à Viana do Castelo, au nord du Portugal.

Sorède

Ville des Pyrénées Orientales en France.

Latitude: 42° 31' 51.66" N33

Longitude: 2° 57' 20.92" E



1. Les sources d'information

Pour reconstruire à l'identique le four de Sorède, il ne reste aucuns plans ni description qui permettent de le faire. Seules trois photos subsistent ainsi que la marque au sol du cercle permettant de faire pivoter le four. Mesuré à 5.53 mètre de diamètre.

Il s'agit donc d'essayer de tirer un maximum d'information de ces photos et, si possible de retrouver les dimensions de base.

Il faut remarquer que les photos 2 et 3 permettent difficilement de trouver des paires de parallèles dans l'espace suffisamment longues pour déterminer des points de fuite fiables.

On se concentrera donc sur la photo1.



Photo 4: le site actuellement

Photo 1: Photo de l'époque



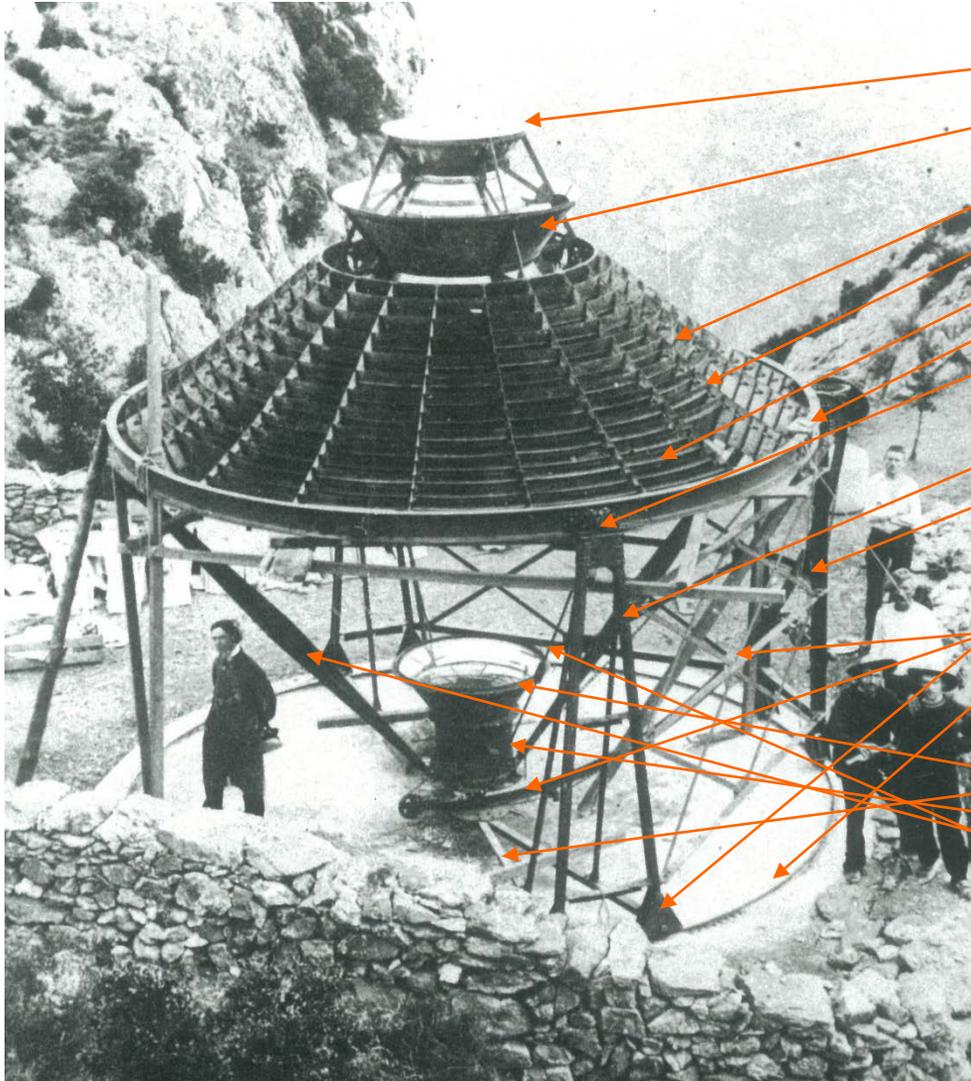
Photo 2: Photo de l'époque



Photo 3: Photo de l'époque



2. La dénomination des pièces constituentes



L'ensemble réflecteur

- Le cône supérieur
- Le cône intermédiaire
- Le double cône
- Les arêtières
- Les miroirs
- L'anneau
- L'axe d'inclinaison et le palier

Le châssis

- Les supports en A
- Le support en H
- Les sabots
- Le rail de rotation
- Le rail d'inclinaison
- Les barres de liaison

Le creuset

- Le support en X
- Le cône du creuset
- Le cylindre du creuset
- Les bras pour attacher le creuset au réflecteur
- Les tendeurs pour attacher le creuset au réflecteur

3.1. La perspective inverse: Droites utilisées

Il faut savoir qu'une seule photo n'est pas suffisante pour rétablir des dimensions.

Pour effectuer une perspective inverse il faut connaître quelques caractéristiques de l'objet photographié et tabler sur celles-ci. En particulier, des droites parallèles dans l'espace, des plans parallèles, des droites orthogonales ou à 45° .

En l'occurrence, on a posé quelques apriori qui peuvent être questionnés:

- Les différentes parties de la machine sont basées sur des cercles concentriques.
- Les barres du bas reliant les 3 supports forment un angle de 45°
- L'écartement entre les deux roues des trois supports, en A et en H est de même dimension (pour assurer les angles à 45°)
- Le réflecteur est horizontal sur la photo1.

La première étape consiste à identifier sur la photo les lignes parallèles dans l'espace qui convergent sur la photo en un même point de fuite et, de là, l'horizon des plans principaux.

L'identification de certaines directions est plus facile que d'autres. Les droites à 45° sur lesquelles on peut compter, sont très limitées comme les droites verticales.

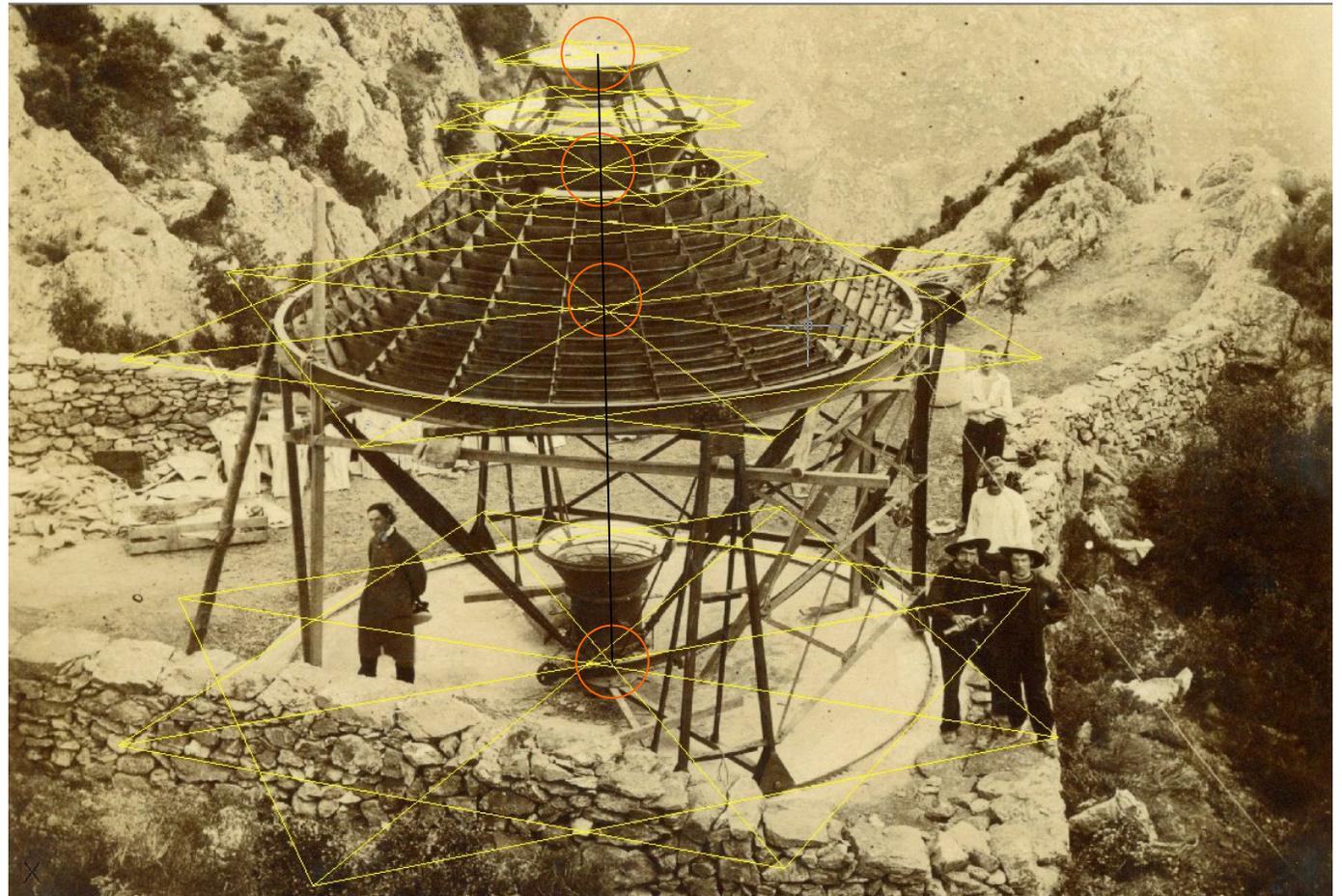


Points et droites utilisées pour établir des points de fuite PfX , PfY , PfZ du système de référence OX , OY et OZ ainsi que les droites à 45° par rapport au système de référence.

3.3. La perspective inverse: Vérification de la cohérence

On peut vérifier le calcul en insérant chacun des cercles, au sol ainsi qu'au niveau du réflecteur dans deux carrés dont les côtés sont parallèles à OX et OY d'une part et D45 et G45 d'autre part. Le centre des carrés devraient coïncider et être alignés sur la même verticale puisqu'ils doivent être concentriques.

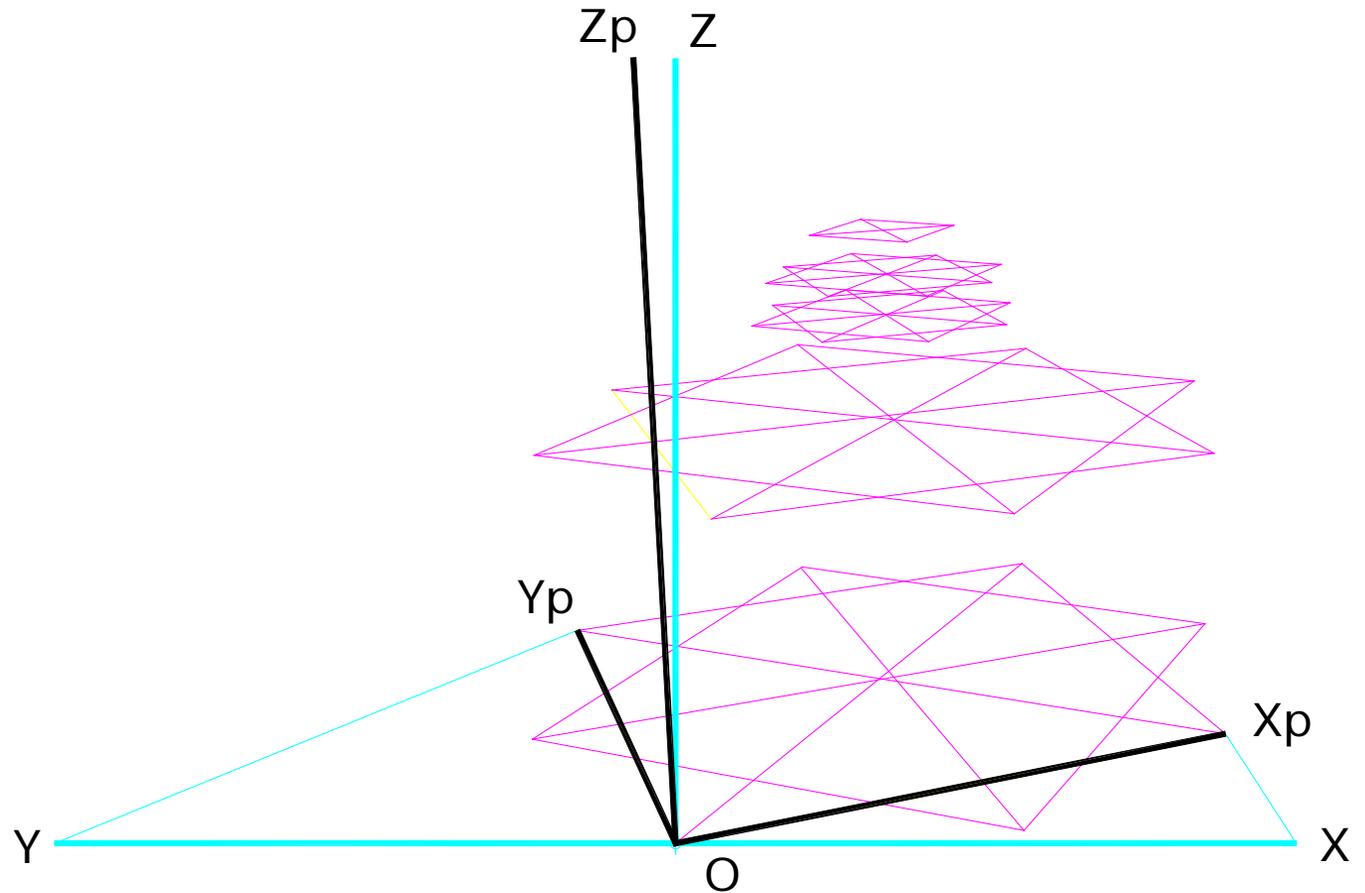
Le résultat n'est pas parfait mais acceptable pour les circonstances.



3.4. La perspective inverse: Placer les axes de mesure

La construction des axes $O-X_p-Y_p-Z_p$ en perspective et leur rabattement dans le plan du tableau $OXYZ$ permettent de faire une autre vérification une fois la distance XY mis à l'échelle de 1106 cm soit 2 fois le diamètre connu du cercle de base.

La mesure effectuée sur les axes rabattus donne OX à 552.9 cm et OY à 553.1 cm. On a donc une erreur de 2 cm entre les deux côtés du carré de base ce qui reste minimale.



3.5. La perspective inverse: Rechercher les mesures

La recherche de l'écartement entre les roues des supports donne un résultat problématique. Un écartement de 64 cm pour les supports en A et de 109 cm pour le support en H.

C'est un problème parce qu'un des a priori nécessaires pour faire la reconstitution était de supposer que l'écartement des supports était le même. S'il ne l'est pas, les droites supposées à 45° ne le sont plus et la construction des points de fuite n'est plus fiable.

Afin de poursuivre malgré cela, on peut considérer qu'il s'agit d'une mauvaise évaluation des points qui ont servis à construire la reconstitution.

La recherche des rayons des cercles concentrique est plus acceptable:

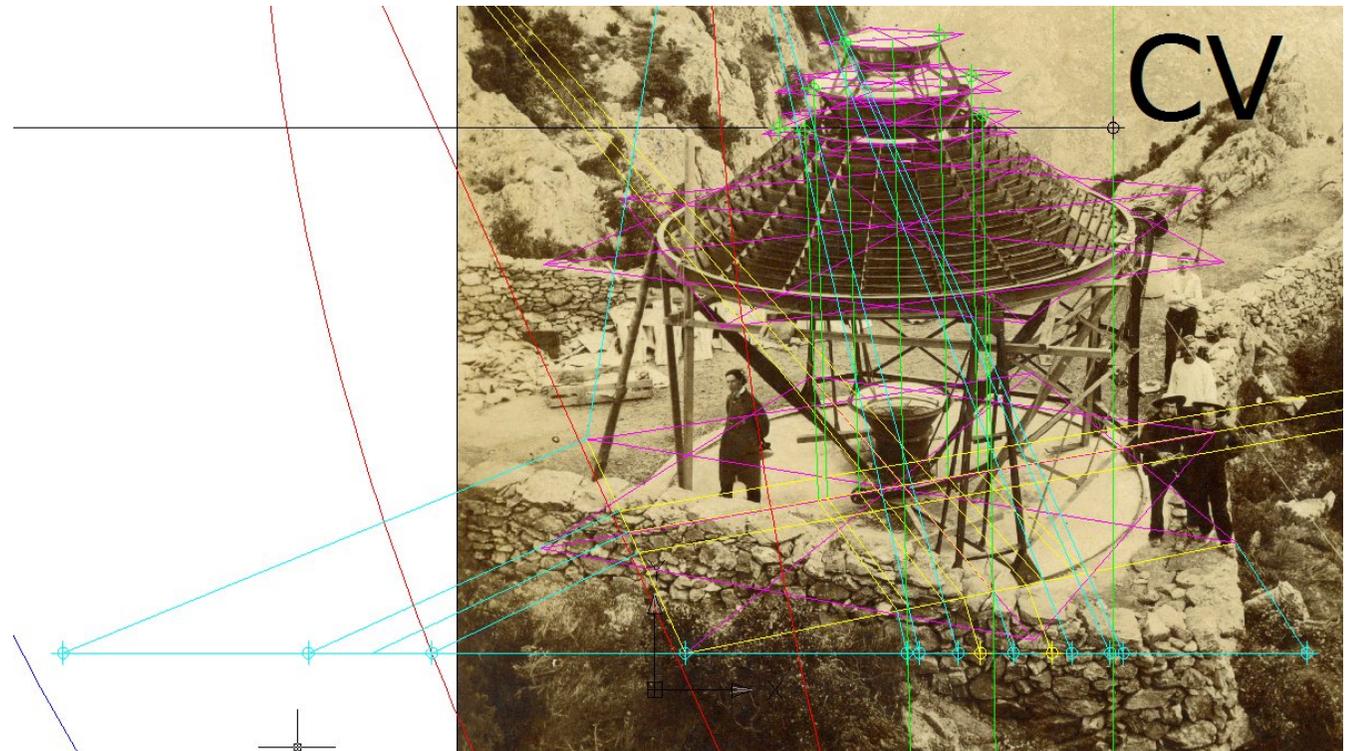
Le sommet du réflecteur donne 95 cm d'un côté et 98 cm de l'autre. Soit 193 cm de diamètre.

Il est plus juste de déduire la base du réflecteur, c'est à dire l'anneau, en terme de résultante de l'espace disponible entre les supports en A que par une reconstitution trop approximative.

Le sommet du cône intermédiaire donne 84 cm d'un côté et 86 cm de l'autre. Soit 170 cm de diamètre.

Le sommet du cône supérieur donne 49 cm d'un côté et 52 cm de l'autre. Soit 101 cm de diamètre.

Au départ, on peut simplement compter 20 arêtières également espacés et 15 rangées de miroirs sur le double cône du bas. Une cassure entre les deux cônes se produit soit au 10^{ème} soit au 2/3 de la hauteur, ou peut-être 11^{ème} miroir en partant du haut.



3.5. La perspective inverse: Rechercher les mesures

La mesure du haut du cône du récepteur donne d'un côté 54 cm et de l'autre 53 cm. Soit 107 cm de diamètre.

Il est beaucoup plus difficile de déterminer la dimension du cylindre du récepteur. Mais après plusieurs constructions en perspective on trouve 28 cm d'un côté et 28 cm de l'autre soit 56 cm de diamètre.

On a essayé de déterminer les dimensions horizontales des sabots des supports en A.

On trouve 31 cm à la base et 4.3 cm en haut.

Cette dernière dimension serait celle des montants des supports en A.



3.5. La perspective inverse: Rechercher les mesures

On doit considérer que le centre au plan horizontal passant par le dessus du rail de rotation passe par le centre de la roue du récepteur et soit considéré comme le plan de référence.

Le centre du cône du récepteur est situé à 101 cm.

Le centre de l'axe d'inclinaison est situé à 287 cm.

La hauteur verticale de l'anneau est de 18 à 19 cm.

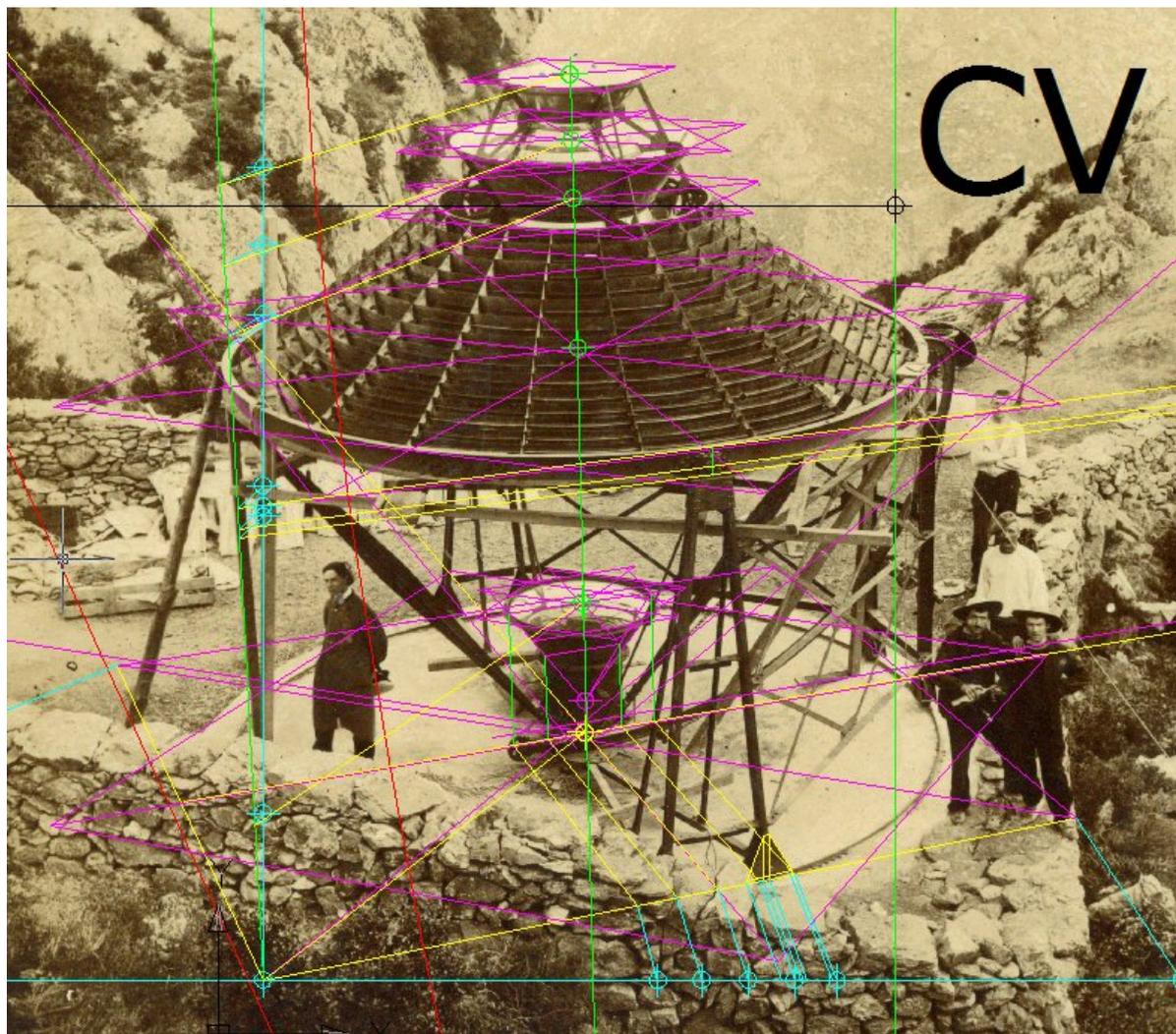
Par contre le dessus de l'anneau est à 12.4 cm de l'axe d'inclinaison et le dessous à 6.3 cm. L'axe ne serait donc pas au centre de l'anneau.

La hauteur du haut du double cône est à 403 cm.

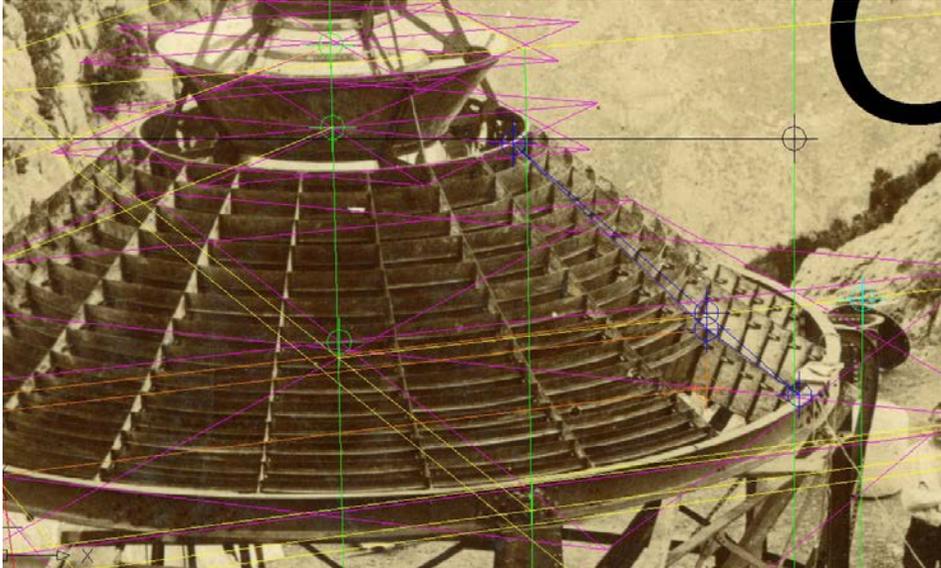
La hauteur du haut du cône intermédiaire est à 445 cm.

La hauteur du haut du cône supérieur est à 492 cm.

Le centre de la roue sur le rail d'inclinaison étant au niveau du rail de rotation, la hauteur de l'axe d'inclinaison dépasse de 12 cm le rayon du rail de rotation auquel il faut rajouter le rayon de la roue et l'épaisseur du rail de rotation soit 20 à 25 cm. Ceci explique que d'un côté, celui-ci dépasse le support en H et d'un autre côté que la base de ciment doit être concave pour loger la plaque centrale et les supports en X. Une mesure difficile à prendre du centre de l'axe de rotation au rail d'inclinaison donne un dépassement d'environ 30 cm du bord de l'anneau.



3.5. La perspective inverse: Rechercher les mesures

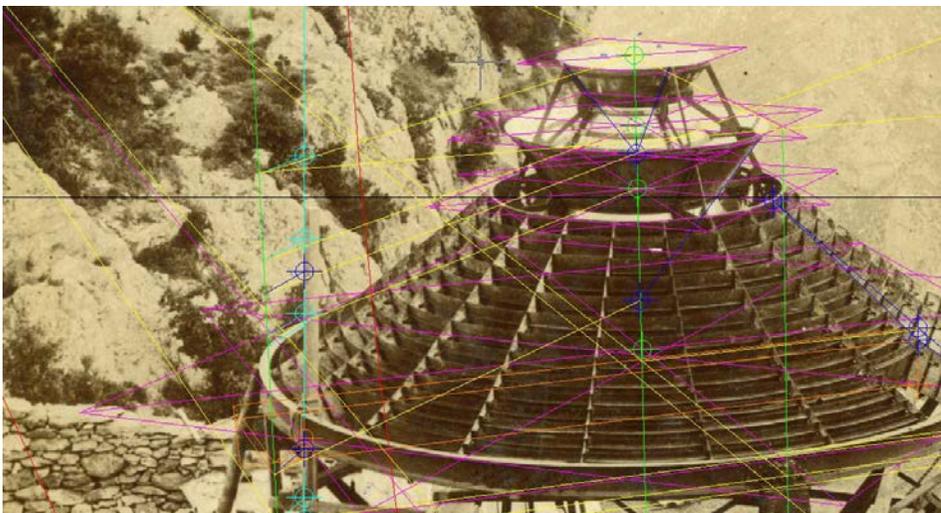


Pour mesurer la forme du double cône, on a choisi de relever l'arête dans le plan à 45° . On trace un triangle dont 2 côtés sont sur le double cône et le 3^{ème} entre le haut et le bas du double cône comme si c'était un cône unique. On identifie au 10^{ème} miroir la différence de hauteur qui, une fois redressé, donne 7.2 cm.

Pour les cônes intermédiaire et supérieur on trace le sommet des cônes sur la verticale au centre et une fois redressé on mesure la hauteur entre la base et le sommet de ces cônes.

On trouve 65 cm pour le cône supérieur et 118 cm pour le cône intermédiaire.

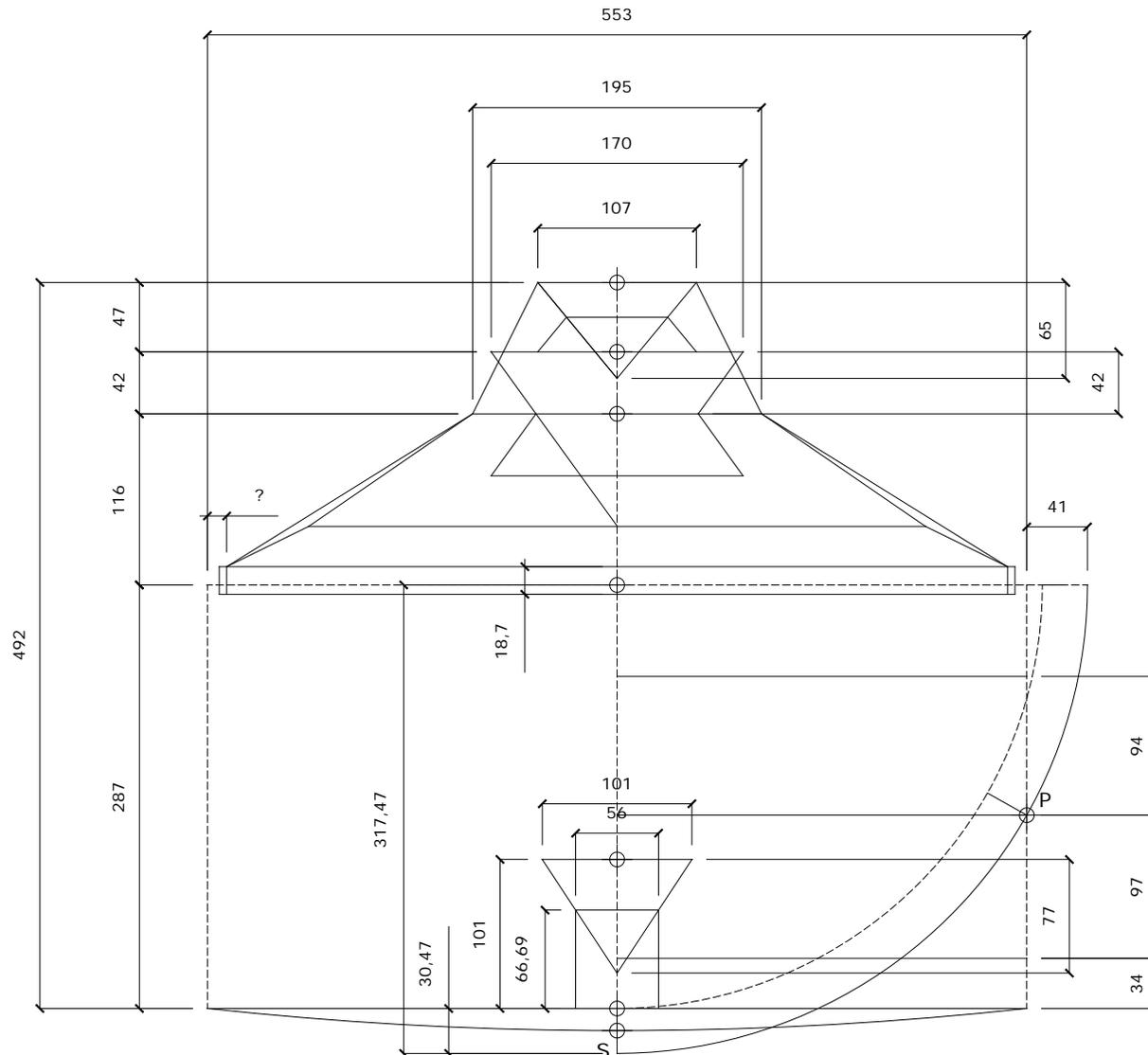
En utilisant la même stratégie on trouve la hauteur entre la base et le sommet du cône du récepteur à 77 cm.



Les barres de liaison horizontales entre les support en A et en H sont respectivement à 34 , 131 et 225 cm du haut du rail de rotation.

Il faut remarquer que les 3 barres de liaison ne sont pas dans un même plan mais forment une parabolioïde hyperbolique puisqu'elles rejoignent un montant vertical d'un côté et incliné de l'autre.

3.6. La perspective inverse: Sommaire



Le sommaire des dimensions estimées à partir des photos ne doit pas être considéré comme totalement fiable.

Cependant tout semble cohérent à part deux mesures:

D'un côté la question reste à débattre pour l'écartement entre les deux pattes des supports en A et en H.

D'un autre côté, on constate qu'avec les mesures obtenues le rail d'inclinaison n'est pas où il devrait être. Il devrait passer de l'autre côté du point P et S.

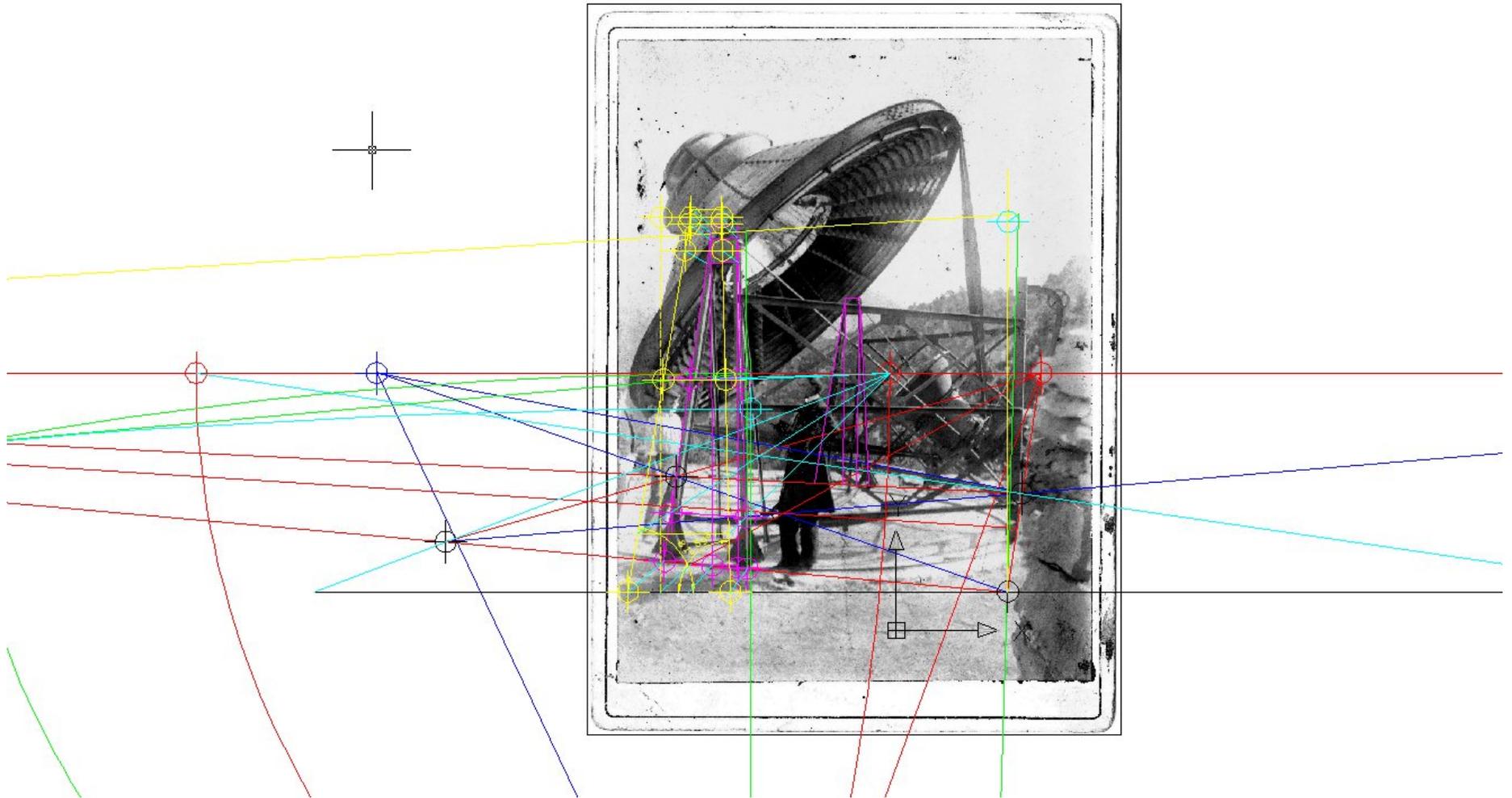
Pour corriger cette incohérence sans changer la hauteur de l'axe d'inclinaison soit 287 cm, il faudrait considérer que le creuset est plus bas de 30 cm auquel il faut rajouter l'épaisseur du rail et les supports en L qui forment un X. Ceci implique que la base a une forme concave passablement creuse dont il va falloir assurer le drainage.

Autrement il faut changer la hauteur de l'axe d'inclinaison à 330 cm plus ou moins et se demander si on doit changer toutes les dimensions verticales dans la proportion de 287/330.

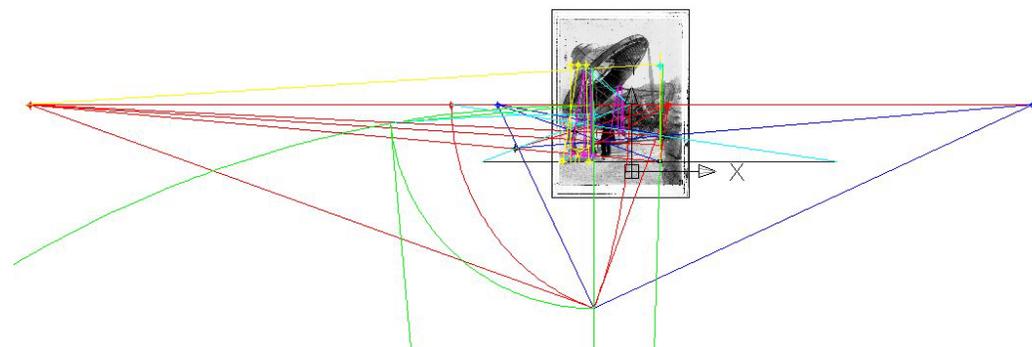
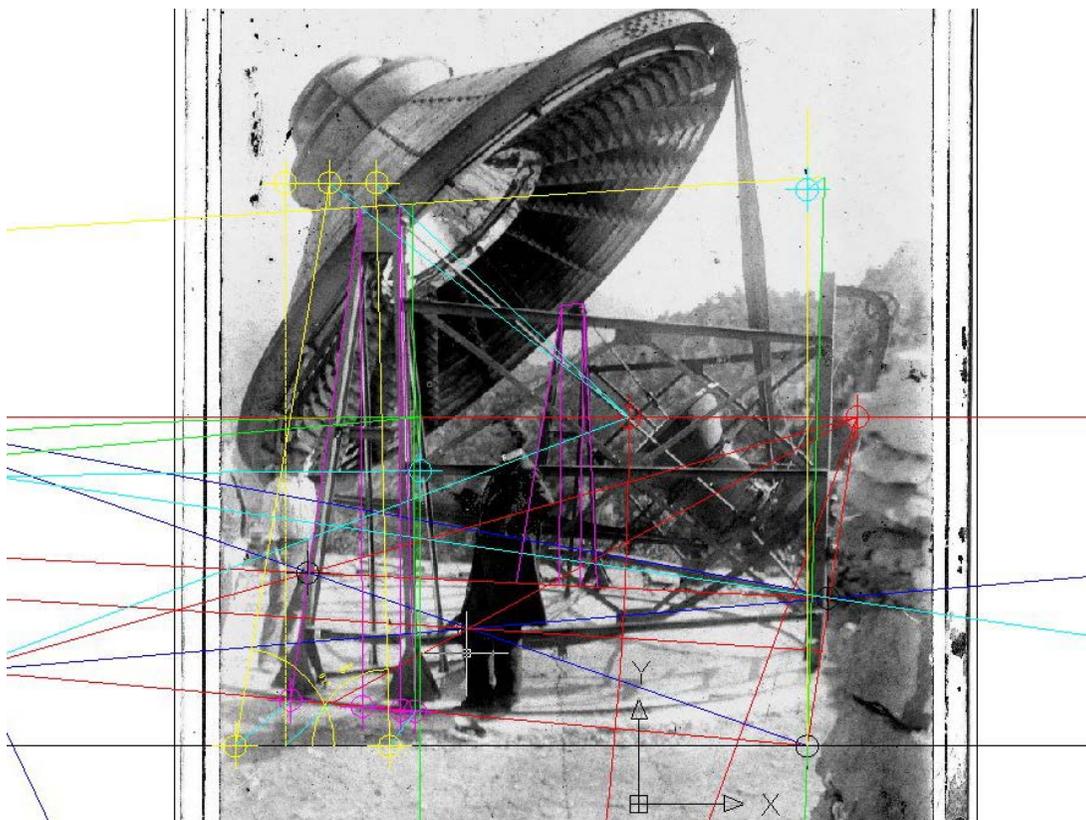
Il faut considérer que les décisions finales doivent tenir compte de ces dimensions mais aussi et surtout de la cohérence et du bon sens global.

3.7. La perspective inverse: Vérification avec la photo2

Bien que ce soit difficile en raison du peu de droites identifiables, supposées parallèles dans l'espace, on peut essayer d'analyser la photo2 et en tirer quelques confirmations ou hypothèses.



3.7. La perspective inverse: Vérification avec la photo2



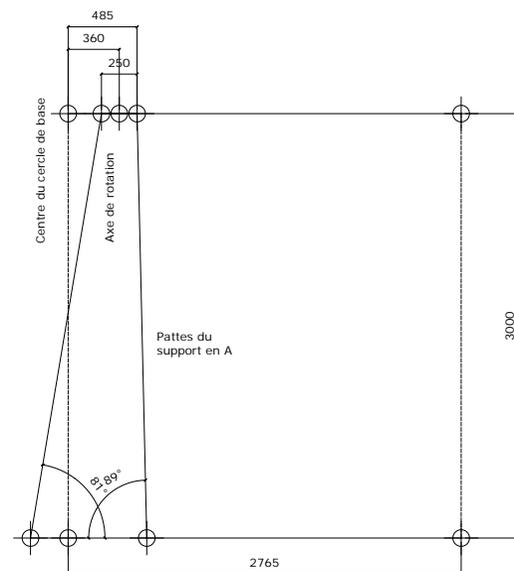
Afin d'élucider quelques points, on a utilisé la photo2 bien qu'elle offre peu de lignes parallèles permettant d'assurer une bonne fiabilité des points de fuite.

Le redressement de la hauteur de l'axe de rotation par rapport au dessus du rail donne 300 cm au lieu de 287 sur la photo 1.

Par contre le redressement des supports en A, permet de découvrir qu'ils ne sont peut-être pas symétriques mais que les fers en I forment des angles de 81° & 89° avec la base, celle-ci ayant 82 cm.

Mais on compte 49 cm par rapport au centre vers le support en H alors que l'on a 110 cm pour la largeur entre les deux pattes du support en H.

L'ensemble réflecteur pourrait donc être décalé de 36 cm vers le support en H par rapport au centre ce qui expliquerait le dépassement du rail d'inclinaison du support en H. On a donc l'hypothèse suivante, illustrée ci-bas:



3.8. Vérification partielle



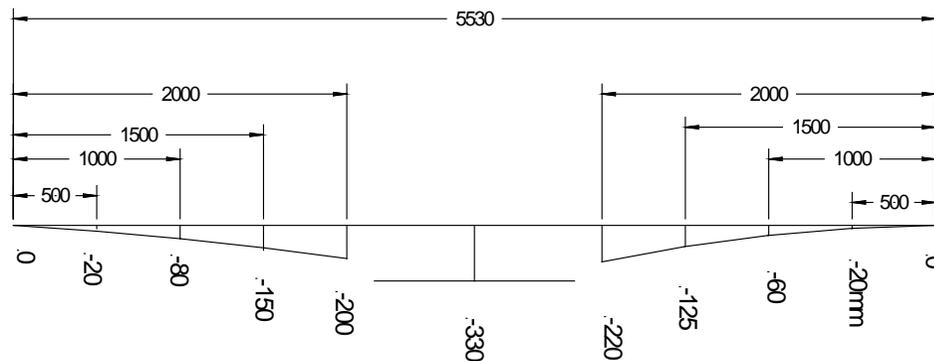
Une vérification facile à faire a été de voir si, effectivement, le sol du four été abaissé au centre sous le niveau du rail.

Armé de pelles et de pioches, la preuve est faite que c'est le cas.



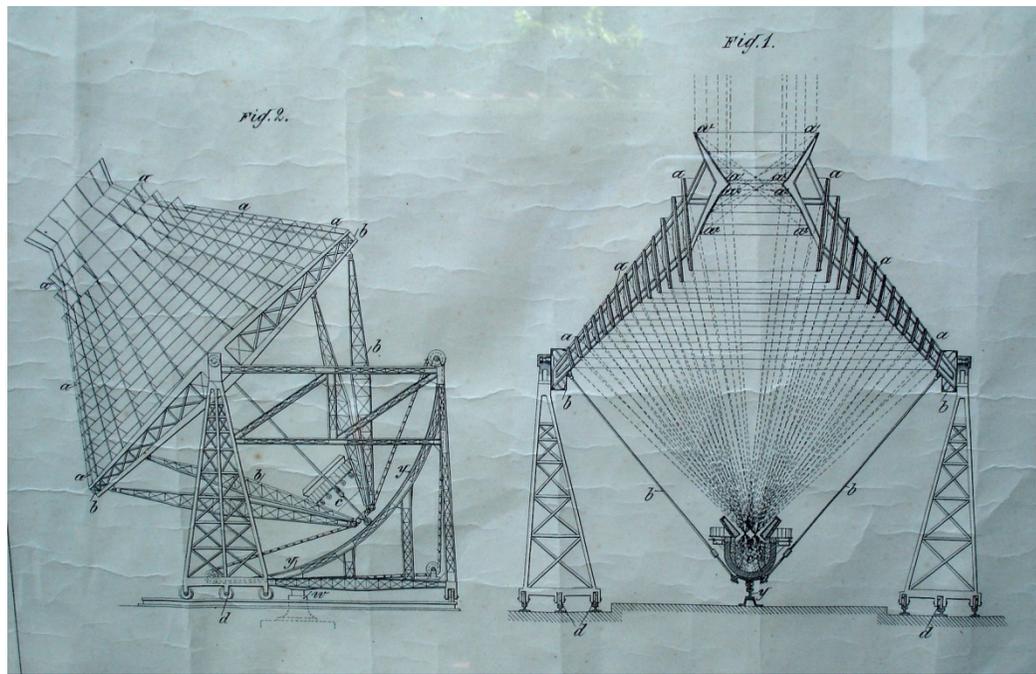
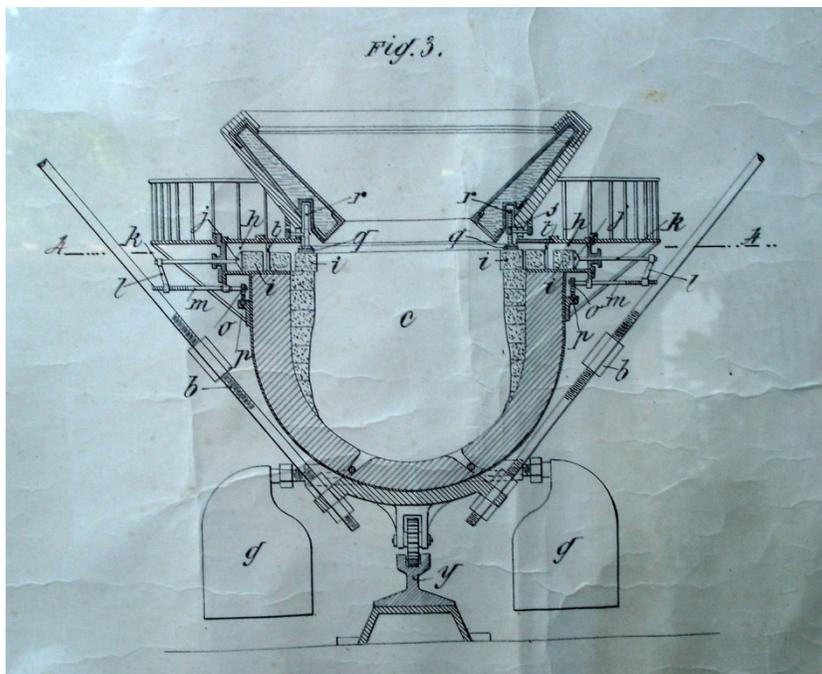
3.8. Vérification partielle

Les relevés donnent jusqu'à 330 mm de dépression, ce qui n'est pas très loin des mesures obtenues par restitution.



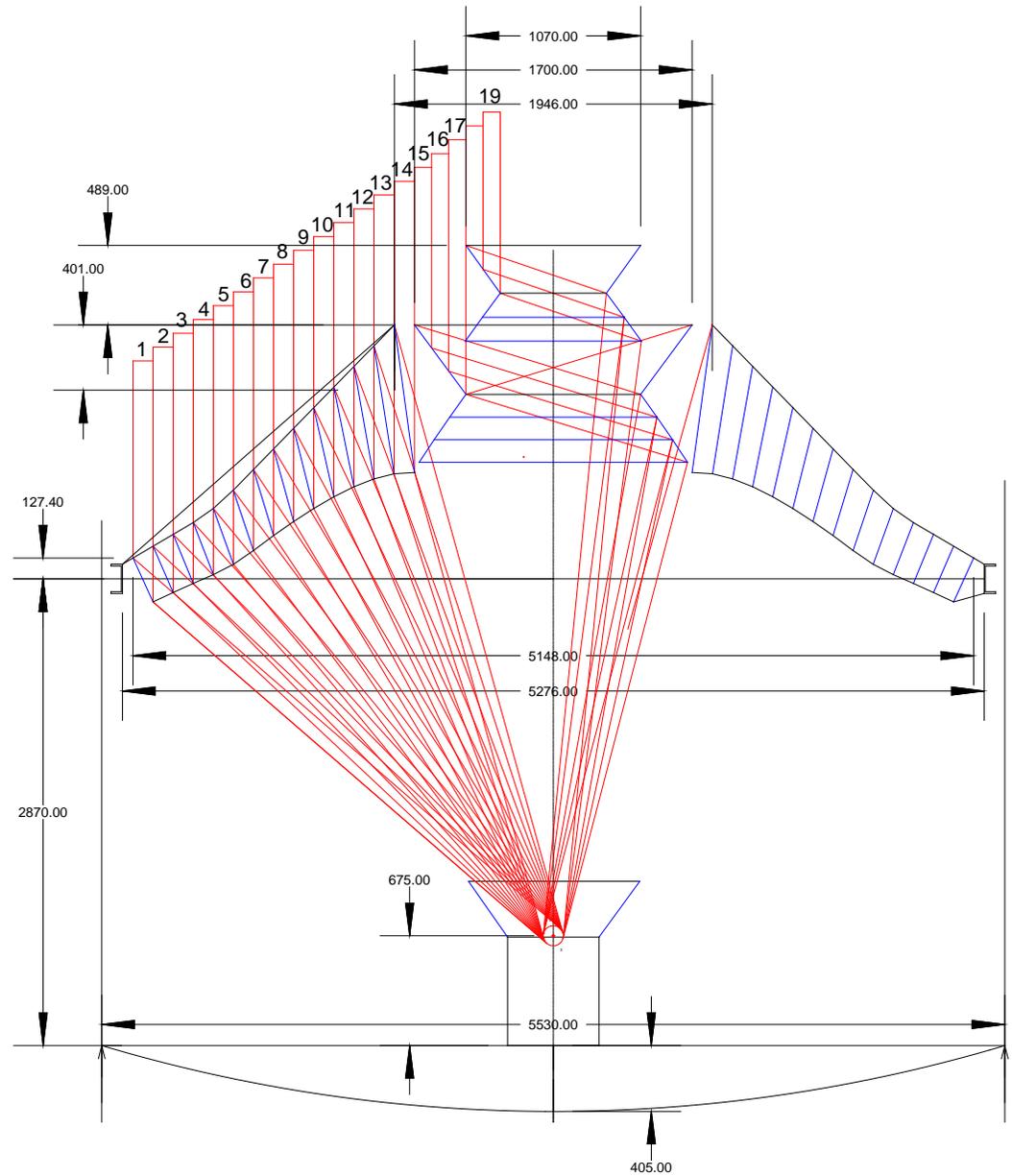
Il a été aussi très utile de prendre connaissance d'un brevet de four solaire déposé par le padre. Le principe de la double réflexion sur les cônes supérieurs y est bien montrée. Beaucoup d'éléments sont semblables au four de Sorède, et, dans ce cas, on dispose de plans.

On voit aussi que le padre semblait aimer les solutions simples et symétriques.

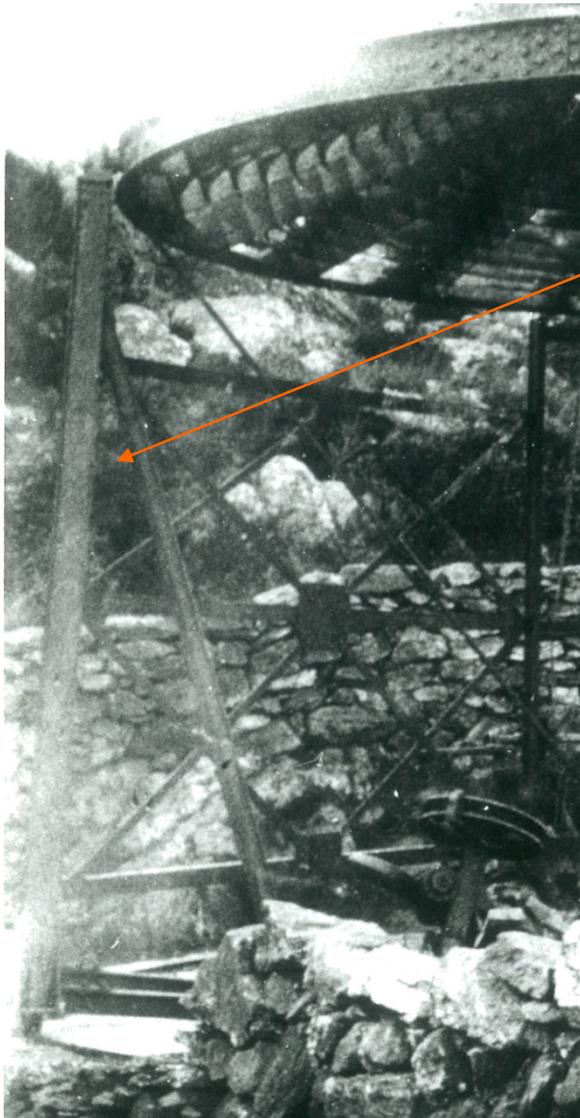


3.8. Décision finale

Quelque soit les valeurs trouvées, il faut que l'ensemble réflecteur soit logique en termes de fonctionnement.
René Legall a donc étudié le système de réflexion pour s'assurer que la forme de l'ensemble produisait des résultats acceptables.
Ceci a permis d'ajuster les dimensions trouvées.
On trouve ci-contre la dernière version de ces calculs géométriques.



4. Analyse des détails de la photo



Sur cette photo, il semble, si on l'examine avec attention, que les supports en A sont inclinés vers le centre (image de gauche). En même temps il apparaît que les supports en X ne soient pas horizontaux mais que le centre est plus bas que le rail horizontal.

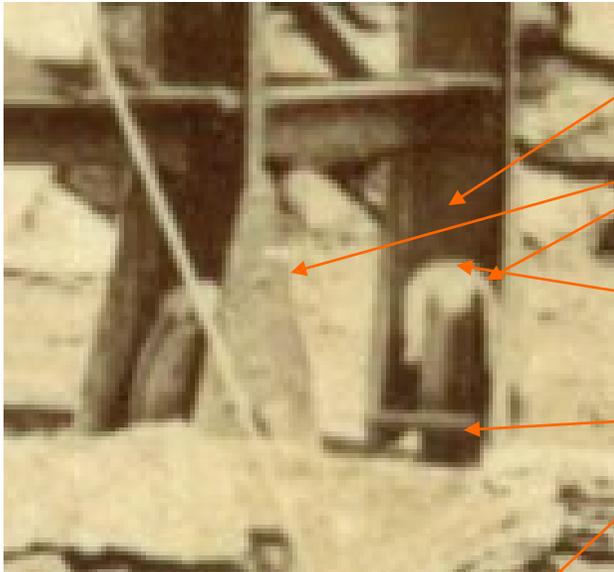
On se trouve donc face à plusieurs hypothèses:

- Les supports en A ne sont pas symétriques et l'axe de rotation est décalé vers le support en H pour expliquer le dépassement du rail d'inclinaison par rapport au support en H.
- Les supports en A sont inclinés vers le centre de l'ordre de 5° et le rayon de l'ensemble réflecteur est plus petit que celui du rail horizontal. Si c'est le cas, les mesures des supports en A sont fausses.
- Le sol est en dépression au centre pour expliquer la forme apparente du support en X et le dépassement du rail d'inclinaison par rapport au support en H.
- Les contreventements entre les supports ne sont pas à 45° ce qui explique la différence entre l'écartement des pattes des supports en A et en H.

Comme la fiabilité de la restitution dépend de la justesse des hypothèses de départ sur la géométrie, toutes ces alternatives peuvent être acceptables et expliquer les diverses incohérences dans la restitution des mesures et les résultats obtenus. Il faudra donc décider sur d'autres critères comme la logique, le bon sens ou l'observation sur place du terrain. La première vérification est certainement de voir sur place si le sol est en dépression.



4. Analyse des détails de la photo



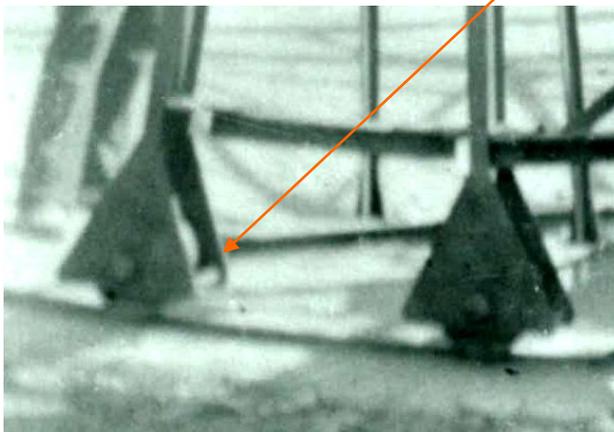
Le rail de rotation semble relativement mince et les roues sont semblables à des poulies avec une gorge et non des rails et des roues de chemin de fer.

Comme l'axe des deux roues d'un même support doivent converger vers le centre, ils ne sont pas dans la même direction. On remarque que les montants des supports en forme de fer en I sont aussi orientés vers le centre permettant ainsi à l'axe des roues d'être perpendiculaire aux montants qui les supportent et laisse le soin de prendre l'angle entre les deux axes par les liaisons horizontales entre les deux pattes.

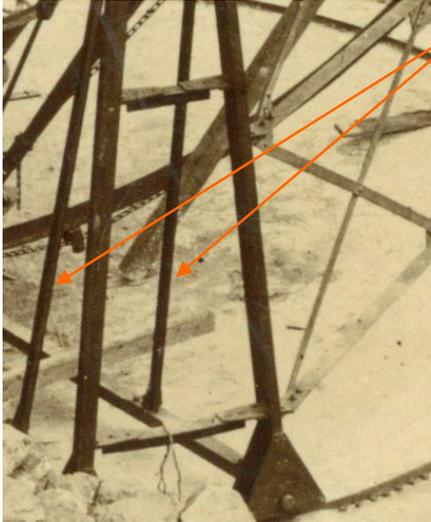
On constate aussi que le fer en I perd son âme pour recevoir la roue. Les plaques en triangle ont l'air d'être soudées ou rivetées au fer en I et que l'axe de la roue traverse à la fois les plaques triangulaires et le fer en I.

Seule une tige circulaire semble relier les bases des triangles, tout le reste étant ouvert.

Le haut des supports en A sont reliés par une plaque trapézoïdale rivetée aux fers en I par 2 colonnes de 4 rivets. Il est fermé par une plaque horizontale et surmonté d'une plaque ou boîte très épaisse et d'un axe important. L'anneau est bien plus petit de quelques cm que le rail au sol.



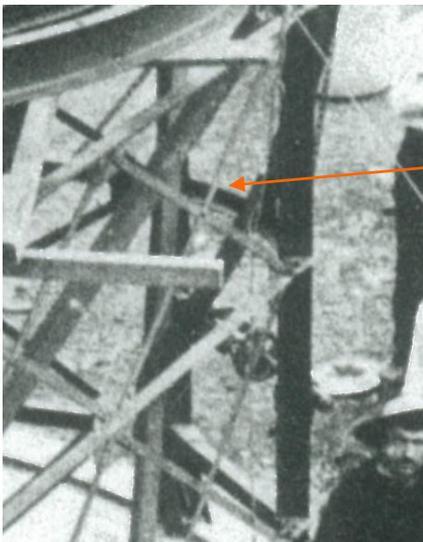
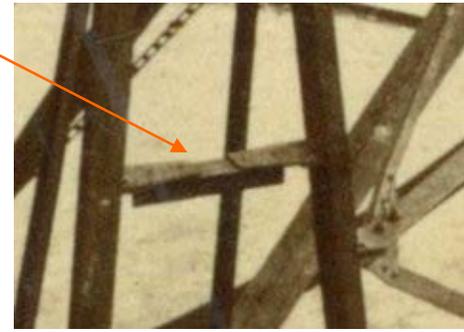
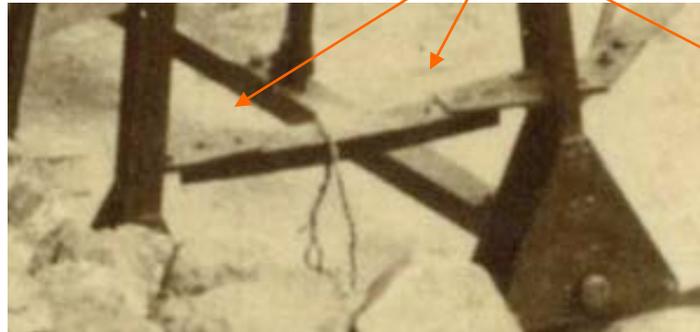
4. Analyse des détails de la photo



On remarque que les supports en A disposent de deux tubes fixés sur le haut du support et le début des supports horizontaux en X pour contreventer les supports en A et maintenir la verticale.

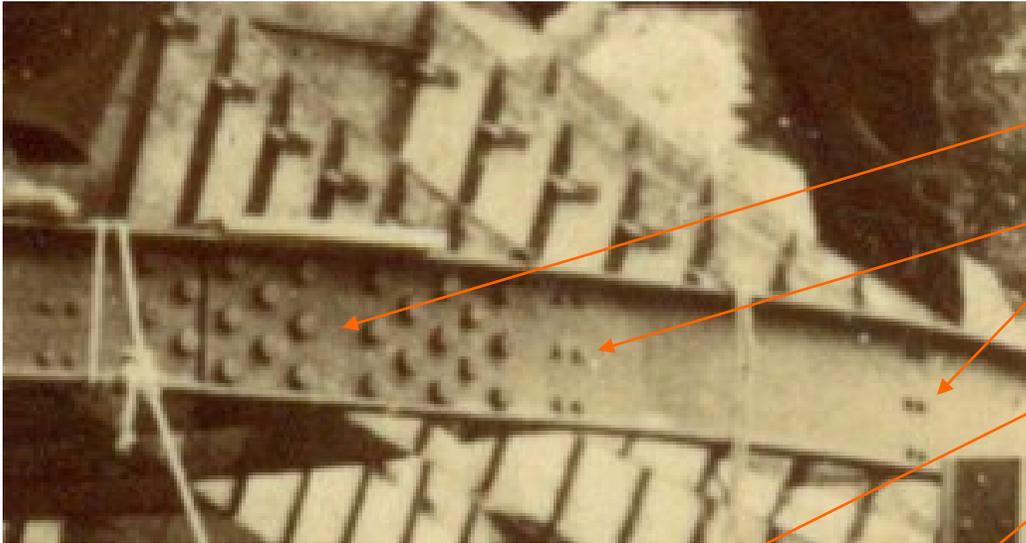
Les liens entre les deux fer en I des supports tant en A qu'en H sont en 3 parties:

Deux petites cornières horizontales attachées au fer en I et reliées à une cornière horizontale par deux rivets.



On remarque que le lien entre les montants en I du support en H devient courbe là où le rail d'inclinaison y est attaché. Ceci confirme que la hauteur de l'axe d'inclinaison au rail d'inclinaison dépasse largement le rayon du rail de rotation.

4. Analyse des détails de la photo



L'anneau semble fait de 4 parties en forme de fer en U.

La liaison entre ces parties se fait par une plaque de proportion $\frac{1}{2}$ rivetée avec 8 colonnes de 3 et 2 rivets les plaçant ainsi en quinconce.

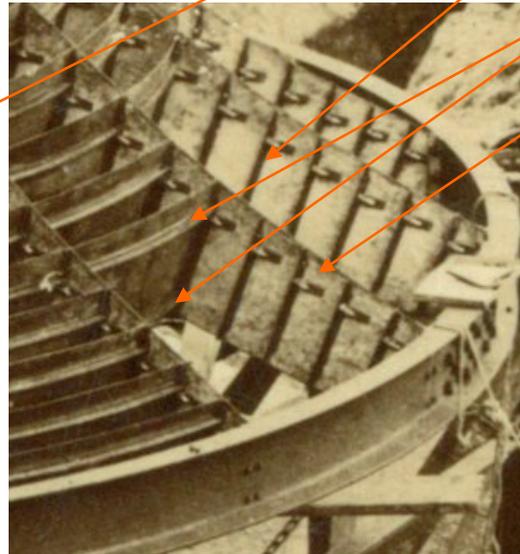
On remarque que les arêtières sont fixées à l'anneau par deux rangées de 3 rivets, ce qui implique l'existence de 2 cornières sur la face intérieure de l'anneau.

On remarque que le miroir supérieur du double cône est beaucoup plus épais que les autres.

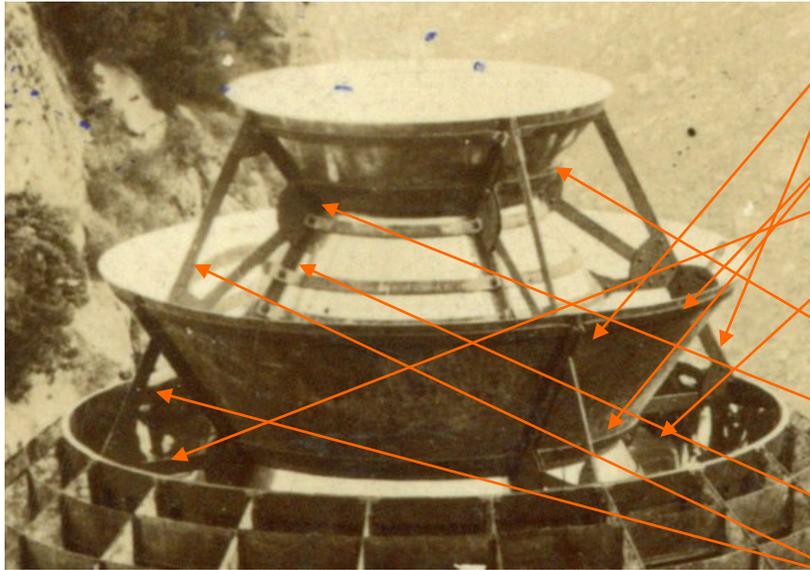
On remarque aussi, dans la photo en construction, que les arêtières ont des cornières pour recevoir les miroirs de la hauteur du miroir.

Ceux-ci sont minces mais renforcés en haut et en bas par une cornière cintrée.

Il y a une sorte de vis horizontale en haut des cornières qui doit peut-être servir à fixer les miroirs sur les cornières



4. Analyse des détails de la photo



Le cône intermédiaire est fixé au double cône par 4 liaisons de fers plats. Des plaques en portion de cercle les fixent et par deux cornières sur la surface du cône intermédiaire.

Une bande de renforcement du cône est fixée en haut et en bas de celui-ci.

On remarque que le bas de ce cône est au niveau du haut du double cône puisque la base du triangle de maintien est horizontale.

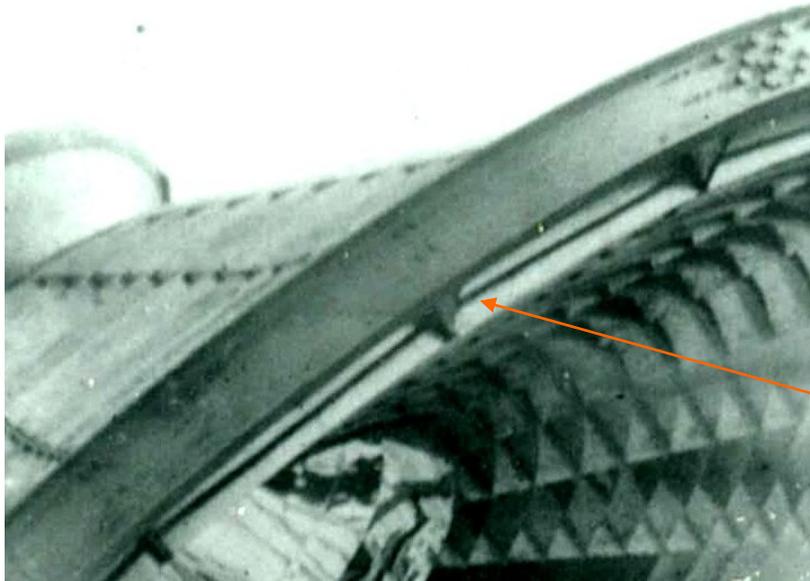
Il semble y avoir un cône inversé à sa base qui est à expliquer en terme de fonctionnement solaire par une double réflexion.

Le cône supérieur est maintenu de la même façon au détail près que le renforcement du haut et du bas de ce cône ne semble pas une bande mais un anneau.

Par contre la base de ce cône est nettement au dessus du haut du cône intermédiaire.

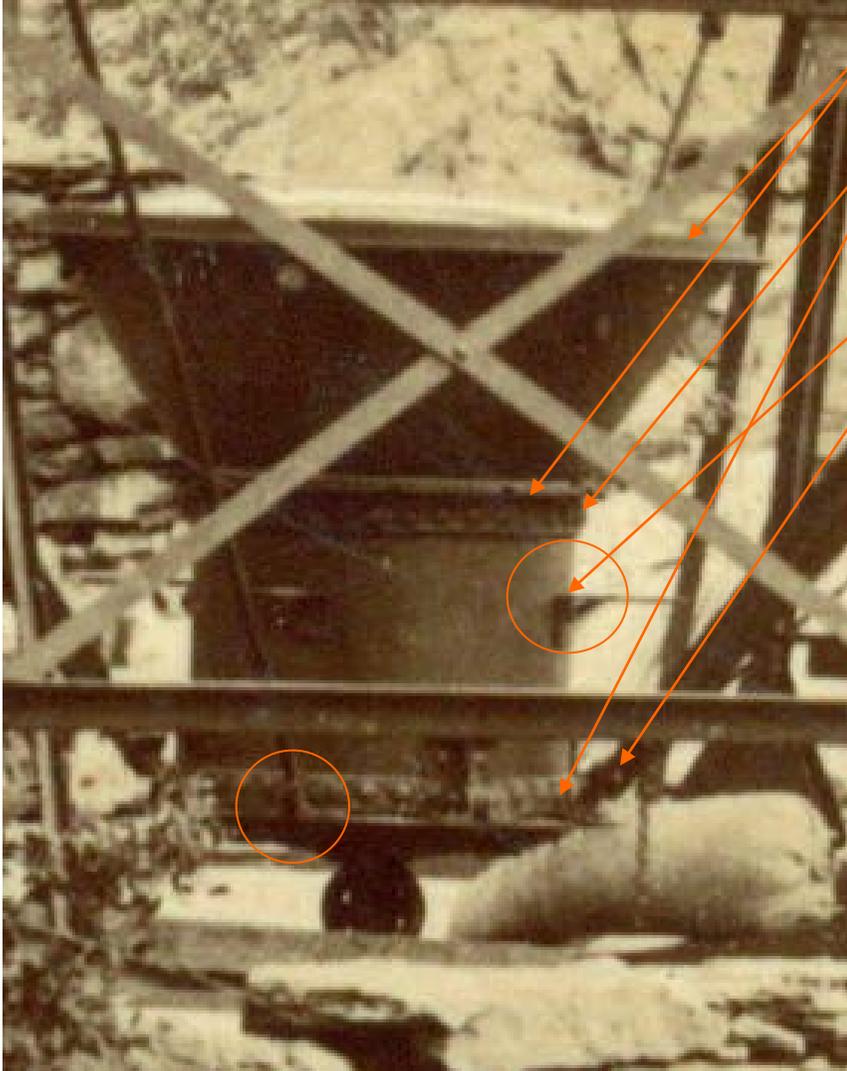
On remarque là aussi, un cône inversé à la base du cône intermédiaire qui semble fait en 3 parties.

Enfin, on remarque que les attaches de deux cônes sont alignés ce qui fait qu'elles traversent le cône intermédiaire.



On remarque qu'à la base de l'anneau, à chaque ailette, il y a une sorte de petite pyramide inversée et qu'un câble d'acier semble les relier entre elles.

4. Analyse des détails de la photo

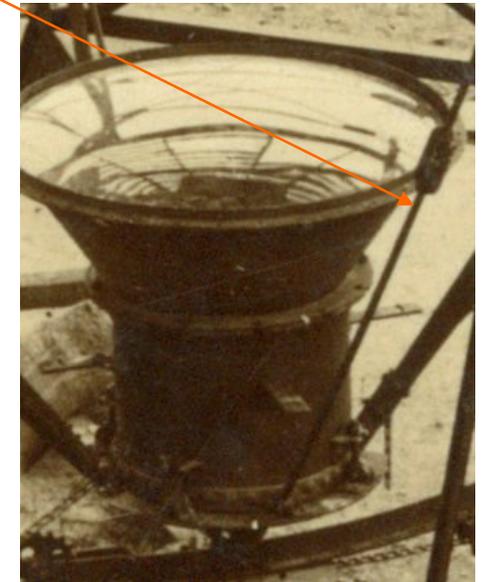
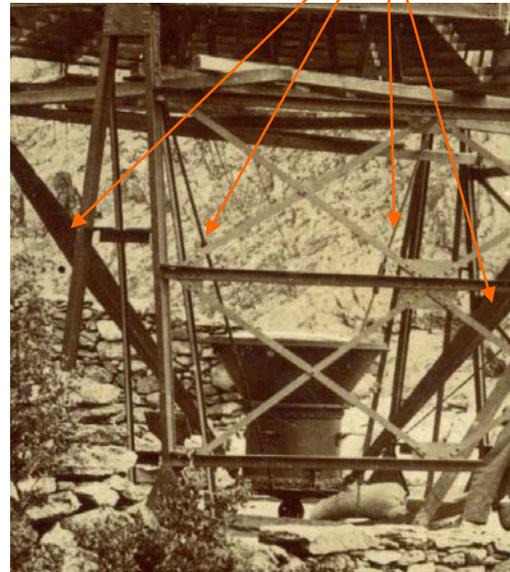


On remarque que le creuset est formé d'un cône renforcé en haut par une cornière horizontale et en bas par un fer plat circulaire et horizontal.

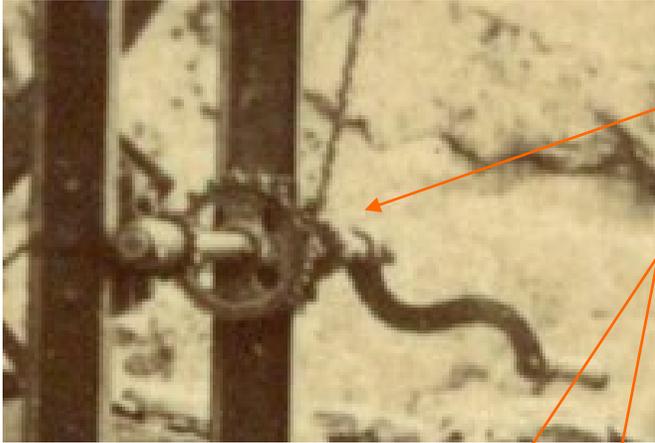
Il est fixé à un cylindre fini en haut par le même fer plat horizontal qui sert à le boulonner au cône. Un fer plat vertical renforce le cylindre et y est fixé par une rangée de rivets. La même chose renforce le cylindre en bas. Le fond du cylindre semble fait d'une portion de sphère ou de cône très aplati sur lequel est fixé la roue et qui est fixé sur le cylindre comme le cône y est.

4 cornières au 2/3 de la hauteur dépassent du cylindre dont l'usage est inconnu.

On remarque enfin l'attache des 2 bras à la base du cylindre ainsi que 2 tendeurs dans l'autre sens entre la base du cylindre et les supports en A qui stabilisent le récepteur.



4. Analyse des détails de la photo

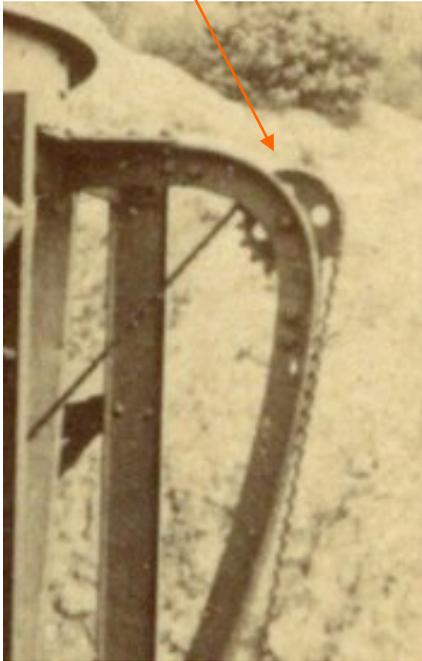
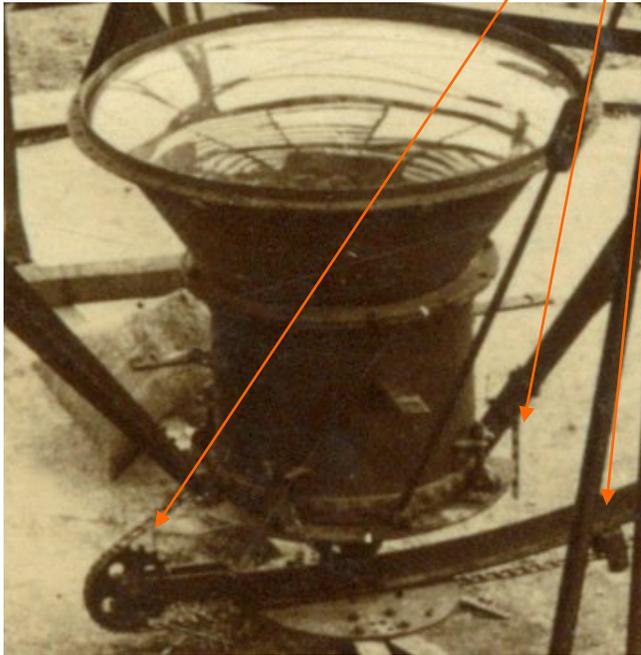


L'inclinaison ou le redressement de l'ensemble creuset et réflecteur sur le rail d'inclinaison se fait par un système de roues dentées et d'une chaîne de bicyclette.

Une manivelle sur un axe situé sur le support en H actionne une roue dentée qui est reliée par la chaîne à une autre roue dentée au bout du rail d'inclinaison et à un des bras qui relie le creuset et le réflecteur.

L'autre bout de la chaîne est attachée à l'autre bras et par une roue dentée fixé à l'autre bout du rail d'inclinaison revient à la manivelle.

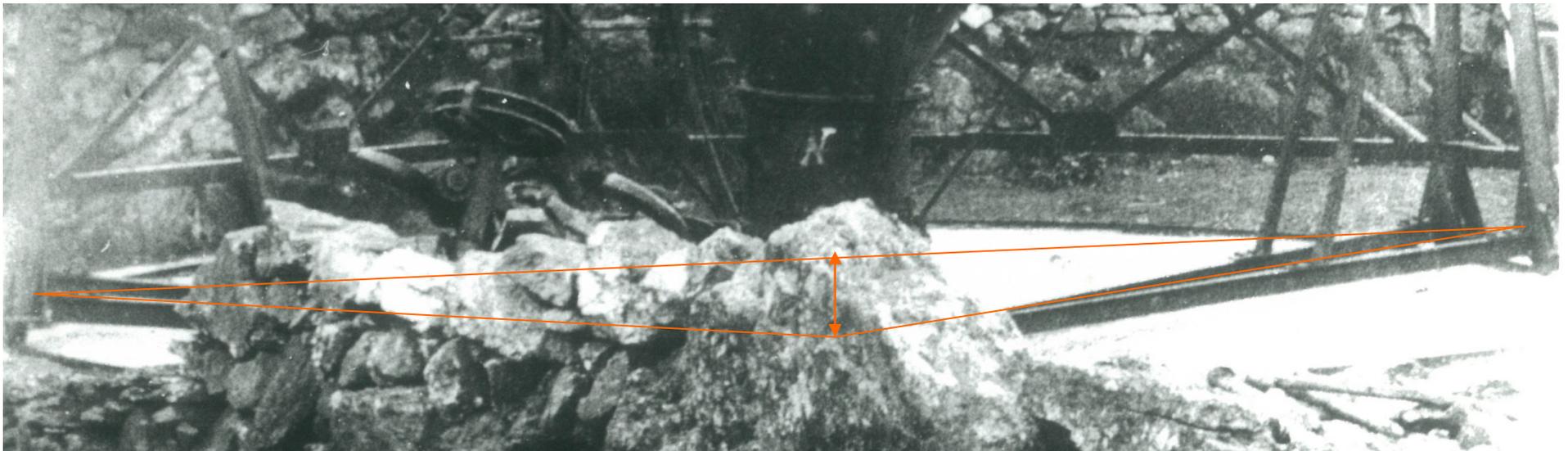
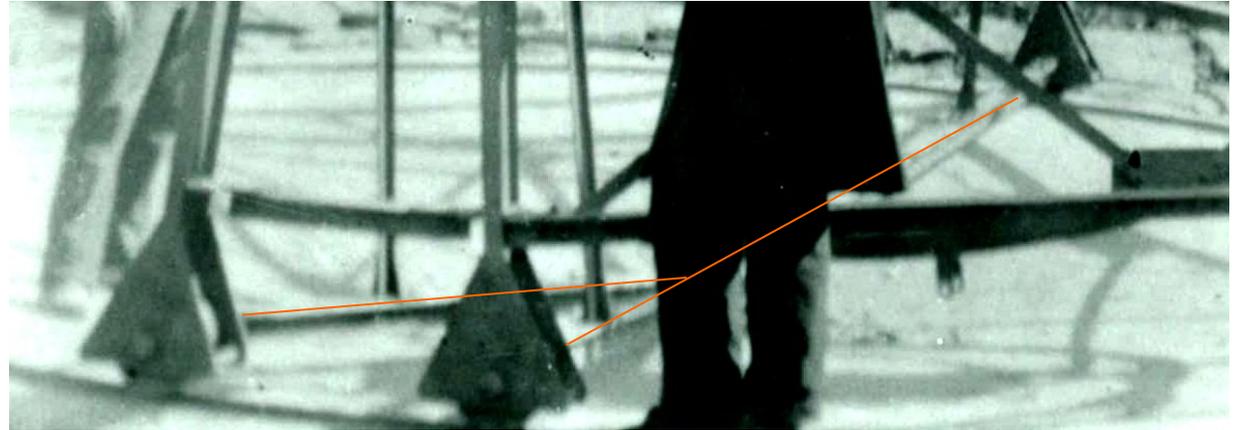
On remarque que pour éviter les frottements une petite poulie maintient la chaîne horizontale sur une bonne longueur.



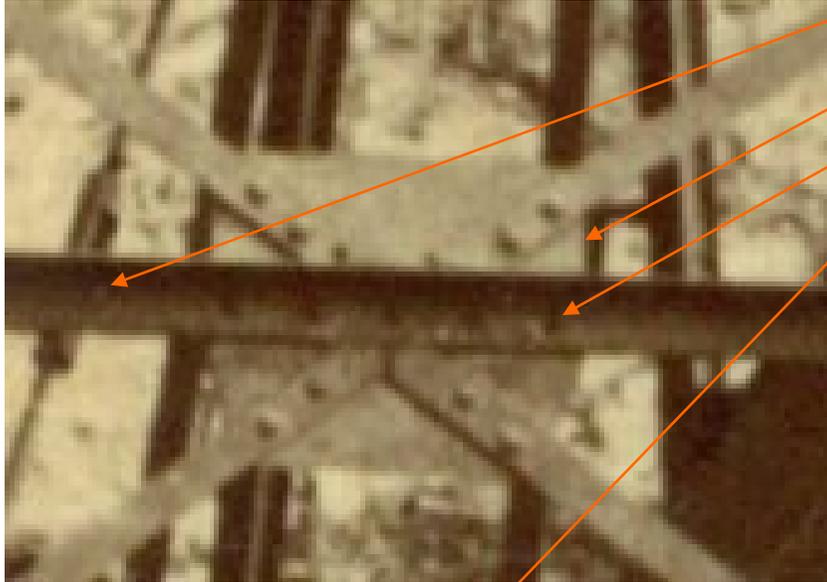
4. Analyse des détails de la photo



Le support en X est difficile à comprendre. On sait qu'il n'est peut-être pas horizontal et que le centre peut être plus bas que le dessus du rail de rotation. Il comporte au centre une plaque ronde de diamètre à peine inférieur à la base du cylindre du récepteur. Mais une photo donne une interprétation différente et suggère qu'un des bras du X est aligné alors que l'autre le rejoint avant le centre. L'interprétation reste entière.



4. Analyse des détails de la photo



Les barres de liaison sont faites avec des cornières alors que le contreventement est assuré par des fers plats.

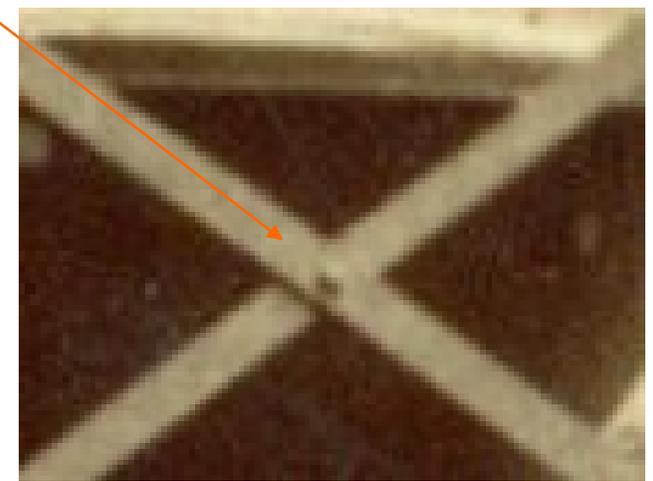
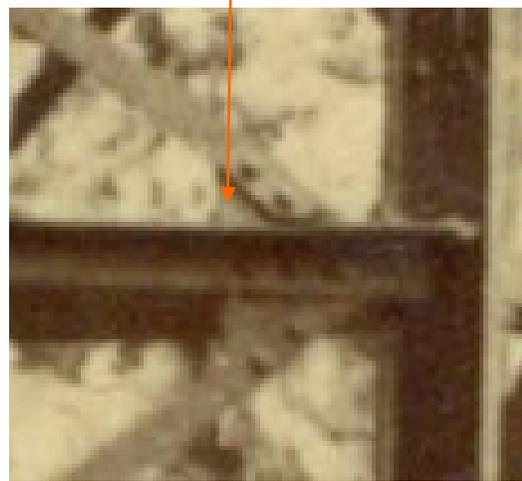
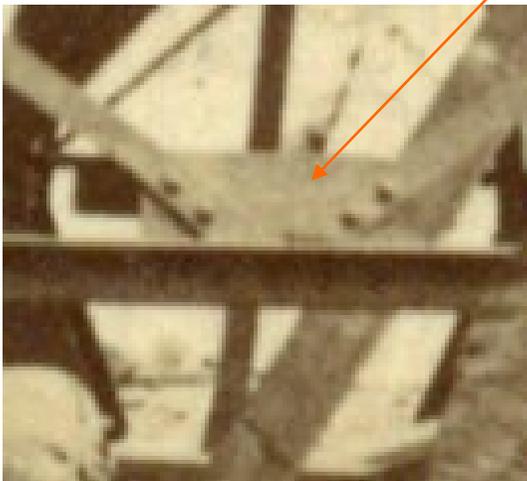
La jonction entre les deux se fait sur une plaque à laquelle elles sont rivées.

Au milieu on compte 5 rivets pour fixer la plaque à la barre de liaison et 3 rivets pour fixer les fers plats à la plaque.

En bas et en haut c'est la même configuration mais sur une demi-plaque.

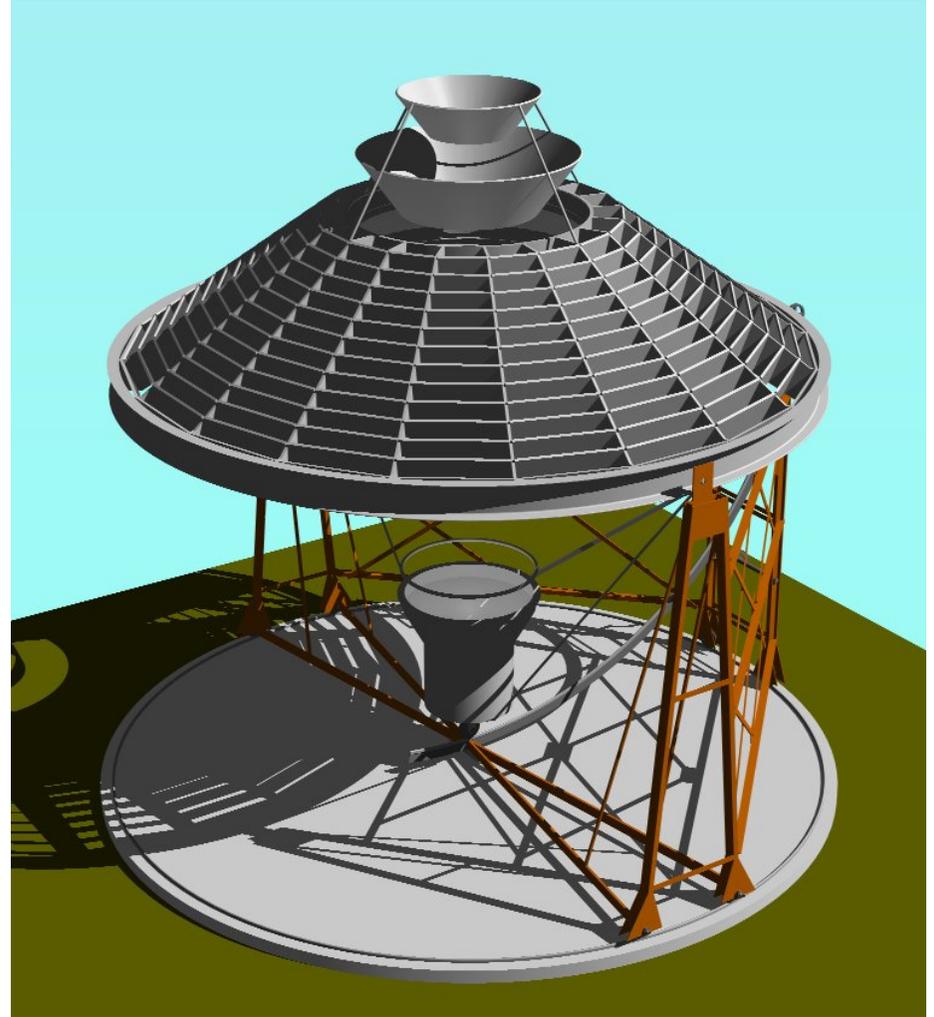
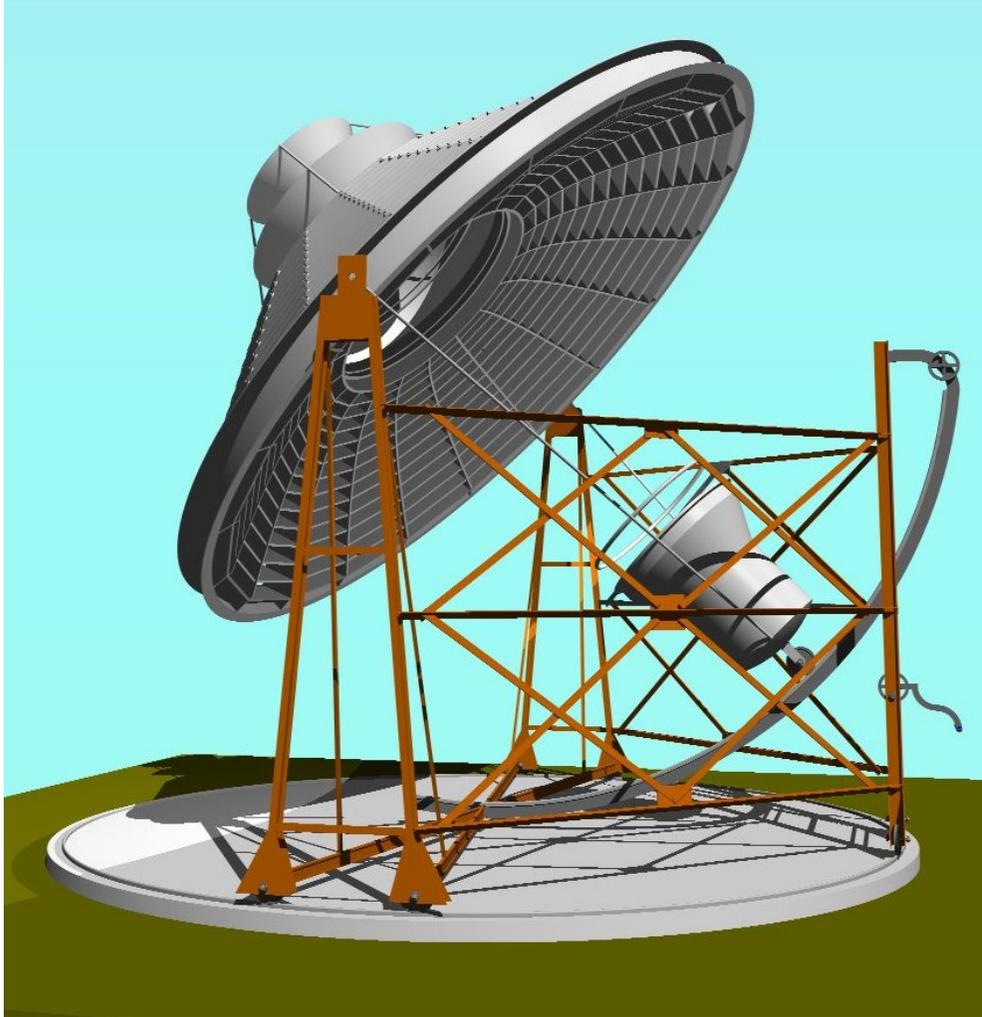
Aux extrémités, la jonction se fait sur une plaque triangulaire avec seulement 3 rivets pour la fixer à la barre de liaison.

Au croisement des fers plats qui servent de contreventement on a qu'un rivet.



5. Ébauche d'un modèle 3D

Pour de fins de vérification de la forme, on doit construire un deuxième modèle 3D dont on peut apprécier l'ébauche mais qui, bien que plus précis que le premier, sera à reprendre complètement.



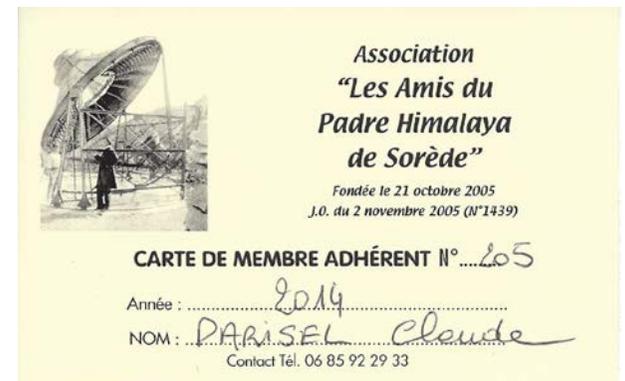
6. Annexe



De gauche à droite:

Antoine Sanchez, président de l'association
Armand Darbon, Responsable de la commission
scientifique
René Pujol, Trésorier,
Jean-Jacques Serra
René Legall

René Legall m'inscrit à l'association...



6. Annexe

Le document par lequel tout a commencé:

Reçu le 30 décembre 2013:

Bonjour Mr Parisel,

Je me nomme René Le Gall et je vis à Sorède dans les Pyrénées Orientales en France. Je suis en retraite et je me passionne pour le 1er four solaire qui ait été construit au monde à Sorède en 1900. De ce four solaire, construit par un prêtre portugais Manuel Antonio Gomez, dit Padre Himalaya du fait de sa taille de 1,93m inhabituelle à cette époque, il reste 3 photos et un anneau de béton support de rail d'un diamètre de 5,53m. Je fais partie d'une association "Les amis du padre Himalaya" et nous envisageons la reconstruction de ce four à l'identique de l'original qui a totalement disparu. J'ai une formation d'ingénieur mécanicien et j'ai lu avec beaucoup d'attention vos cours sur les perspectives coniques et la façon de restituer les données spatiales à partir d'une photo.

Les photos que je possède sont incomplètes et de qualité inégale. En particulier, le rapport longueur / largeur de ces photos n'est pas constant et ne correspond pas aux formats de l'époque 1900. De ce fait, j'ai du mal à déterminer le centre et la distance des prises de vue. Il y a peut-être des méthodes qui permettent de s'en affranchir, mais je ne suis pas assez à l'aise pour m'en sortir tout seul. Je cherche des pistes pour déterminer les dimensions importantes qui me permettront de réaliser les plans ce four solaire. J'utilise Autoketch de Autodesk pour dessiner. Cet outil accepte la superposition d'une photo avec le dessin.

Je me propose de mettre en pièces jointes 6 photos dont 3 de mauvaise qualité qui sont proches du format d'origine et 3 de meilleure qualité qui représentent une partie des photos précédentes. Il y a des personnes les photos qui cachent certains détails. Sur les photos où le réflecteur est presque horizontal, le four est en construction et des pièces support verticales (étais) sont en trop. Sur la photo où le réflecteur est incliné, le four est terminé. Du fait de la présence de beaucoup de formes circulaires, les axes principaux et les points de fuites ne sont pas aisés à déterminer bien que tout cercle devient une ellipse sur une photo. J'ai représenté sur un dessin les trajets optiques d'un four dont les dimensions sont fausses. En particulier, il y a 2 troncs de cône concentriques au lieu d'un seul comme représenté sur le dessin.

Votre aide me serait d'un grand service pour pouvoir dessiner un four le plus proche possible de l'original.

Pouvez-vous me donner quelques indications pour obtenir les dimensions importantes?

Merci d'avance

Je vous souhaite une bonne et heureuse année 2014 pour vous et votre famille.

René Le Gall

3 route du piton

66690 Sorède

(33)4 34 29 57 82 fixe

(33)6 04 07 31 16 mobile

rene.legall@club-internet.fr



Reçu le 20 avril 2014

Monsieur Claude Parisel, bonjour

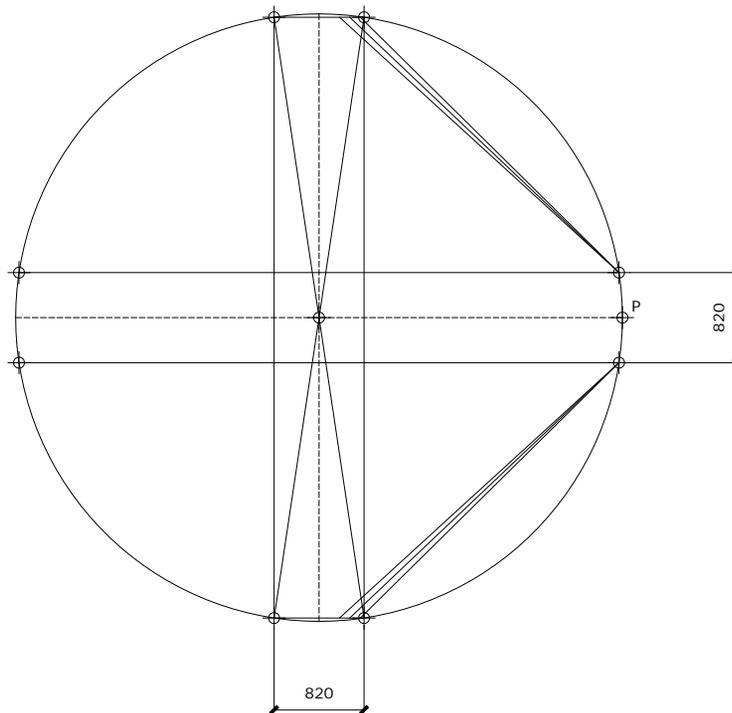
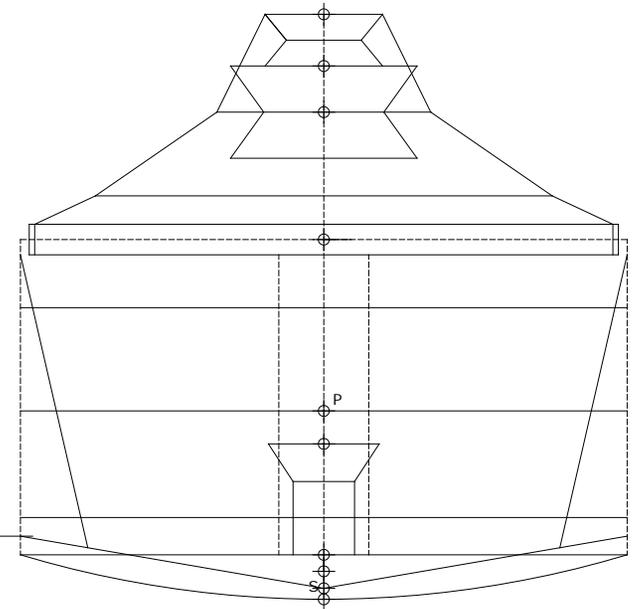
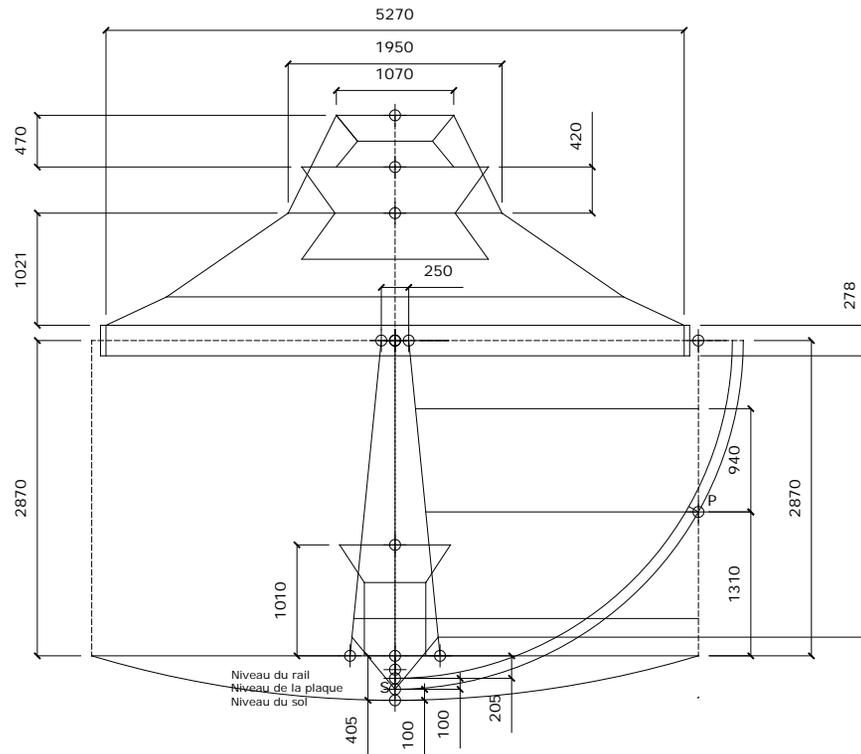
Je tiens à vous remercier très sincèrement au nom de notre commission et de notre association pour ces photos réalisées à partir d'une CAO 3D Autocad 2013. C'est tout simplement superbe. Votre participation est très appréciée et nous permet d'avancer sur la proche réalisation du projet malgré encore beaucoup de travail à faire.

Je vous informe qu'en juin 2007, une délégation de notre association s'est rendue au Canada pour évoquer l'œuvre du savant portugais Manuel Antonio Gomes alias "Padre Himalaya". Nous avons été reçu à Gatineau, à Québec, Montréal etc... avec le Professeur Jacinto Rodrigues qui nous accompagnait. Nous gardons un très beau souvenir de ce séjour. (photo souvenir jointe, GATINEAU, la délégation française au CANADA en 2007)

Encore merci pour votre sympathique et précieuse collaboration,

Le Président, Antoine Sanchez.

Sommaire: Des choix à faire



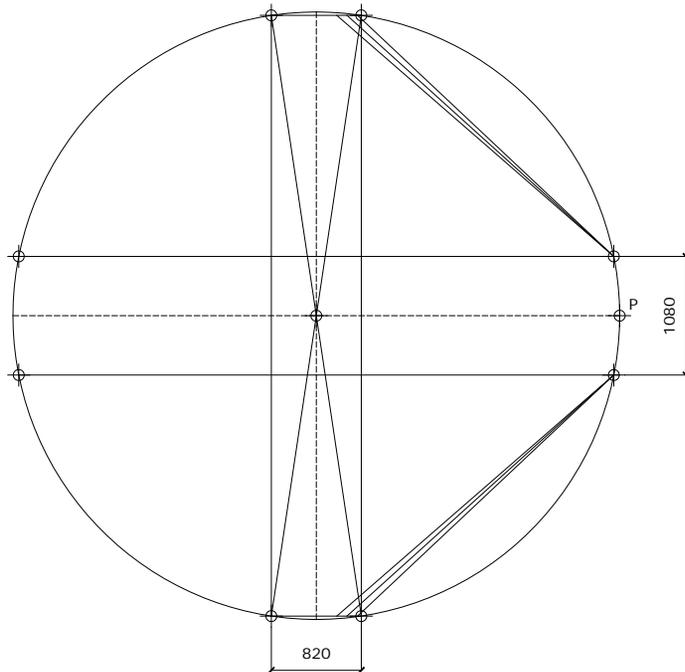
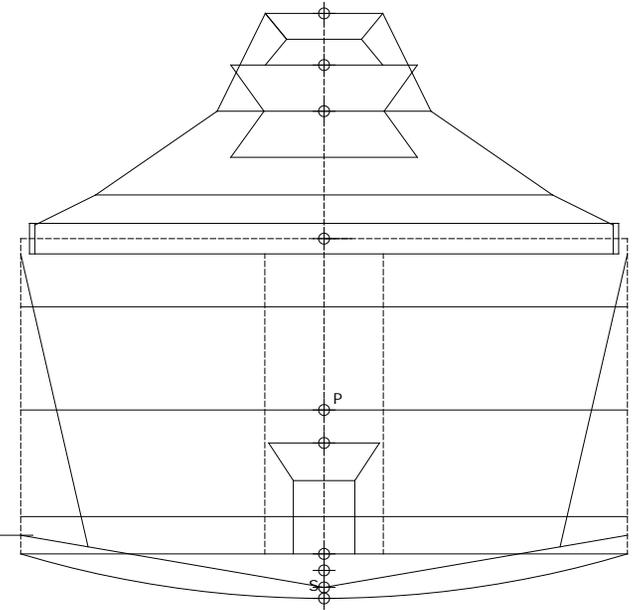
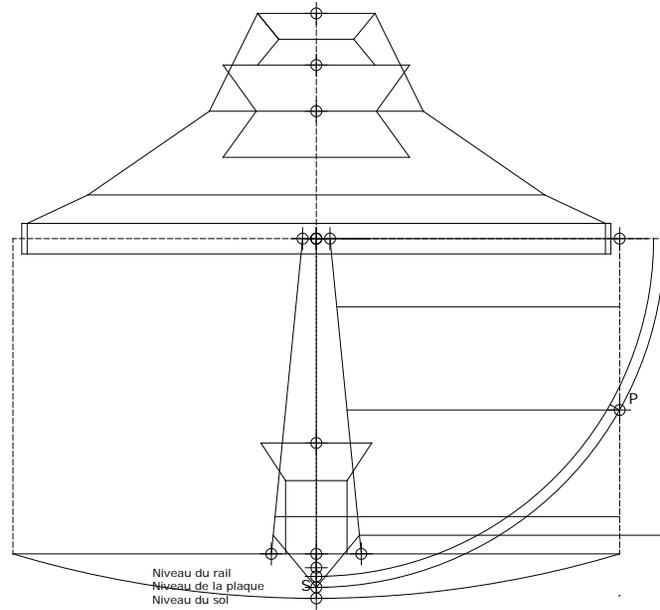
La première proposition est celle que l'on a adoptée depuis le début.

L'écartement entre les pattes des supports en A et en H sont égaux à 820 mm. Tout est centré. Pour avoir une conformité avec les images, il faut adopter:

- Une largeur à l'intérieur de l'anneau de 5270 mm au lieu 4940 sur le tracé de René.
- Une dépression du sol de 405 mm due à la position du bas du rail d'inclinaison auquel il faut ajouter l'épaisseur du support en X et de la plaque circulaire.

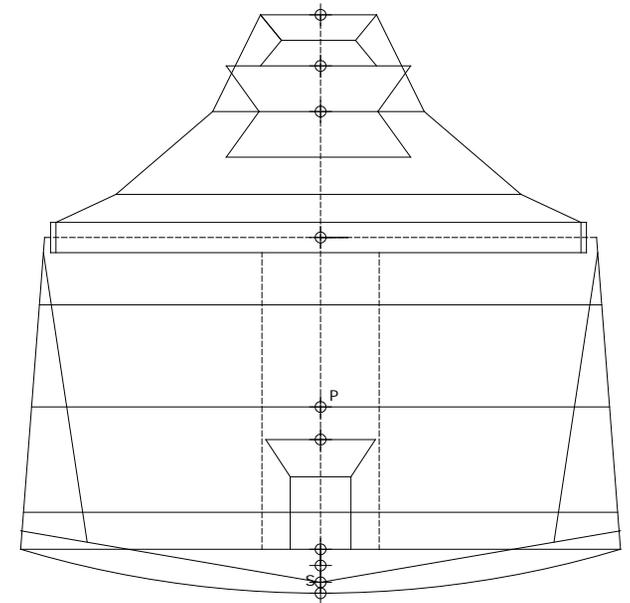
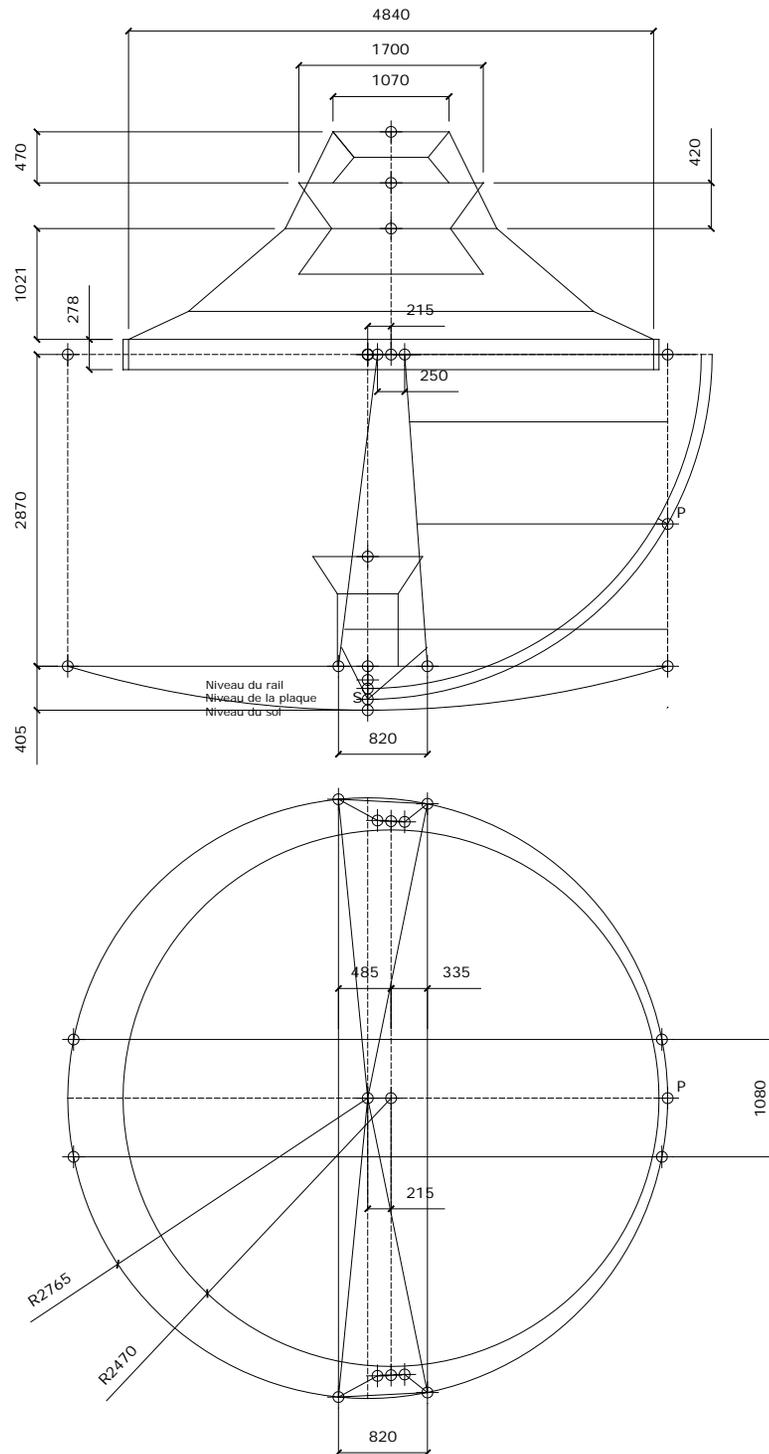
On peut cependant diminuer cette dépression au choix en remontant la hauteur de l'axe d'inclinaison d'autant. (une dépression de 305 mm entraînera une hauteur de 2880 et ainsi de suite.

Sommaire:



La deuxième proposition reflète tant ce que les photos nous disent que la restitution des mesures à savoir que l'écartement entre les pattes des supports en A et en H n'est pas la même ce qui implique que les barres de liaison ne sont pas à 45 degrés.
Tout le reste en semblable.

Sommaire:



La troisième proposition reflète plusieurs autres possibilités:

- L'asymétrie des supports en A ce qui entraîne un décalage entre le centre du cercle horizontal et l'axe d'inclinaison de 215 mm.
- La réduction du diamètre de l'intérieur de l'anneau de 2765 à 2470 mm dimension adoptée dans le tracé de René.
- Une modification sensible du support en X au sol.
- Tout le reste en semblable.

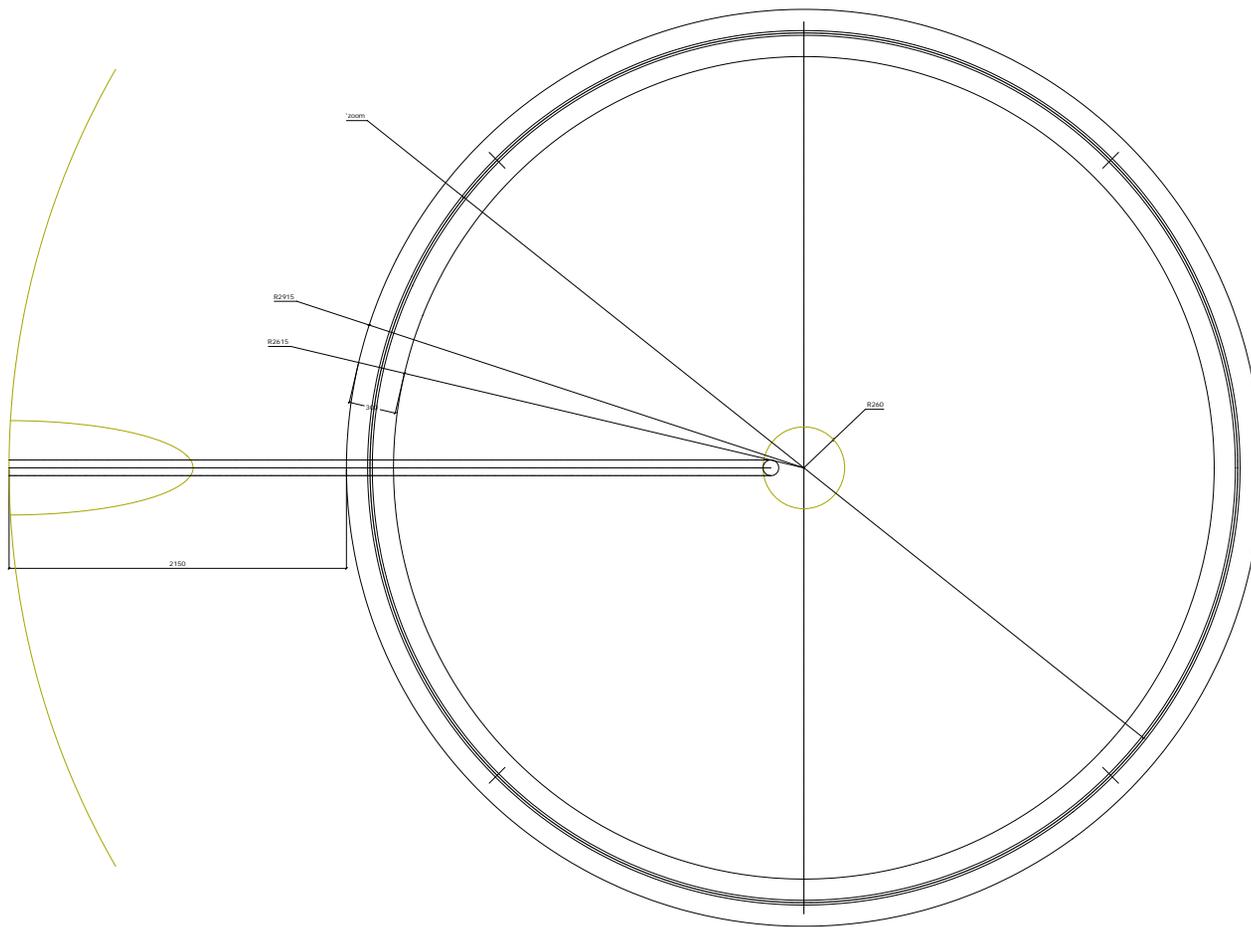
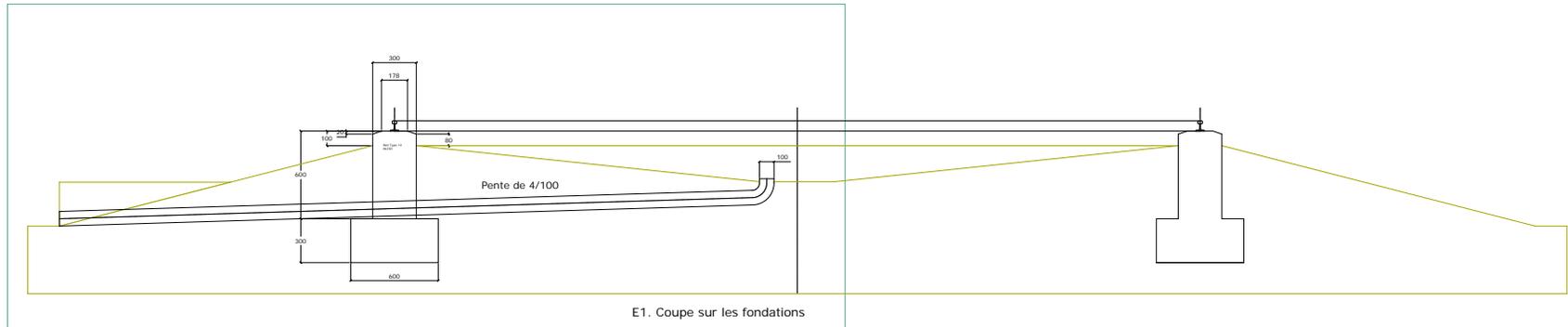
Four solaire de Sorède Plans de construction préliminaires

Avril 2014

En collaboration:

René Legall
Claude Parisel

*Pour l'association
" Les amis du Padre Himalaya de Sorède "*

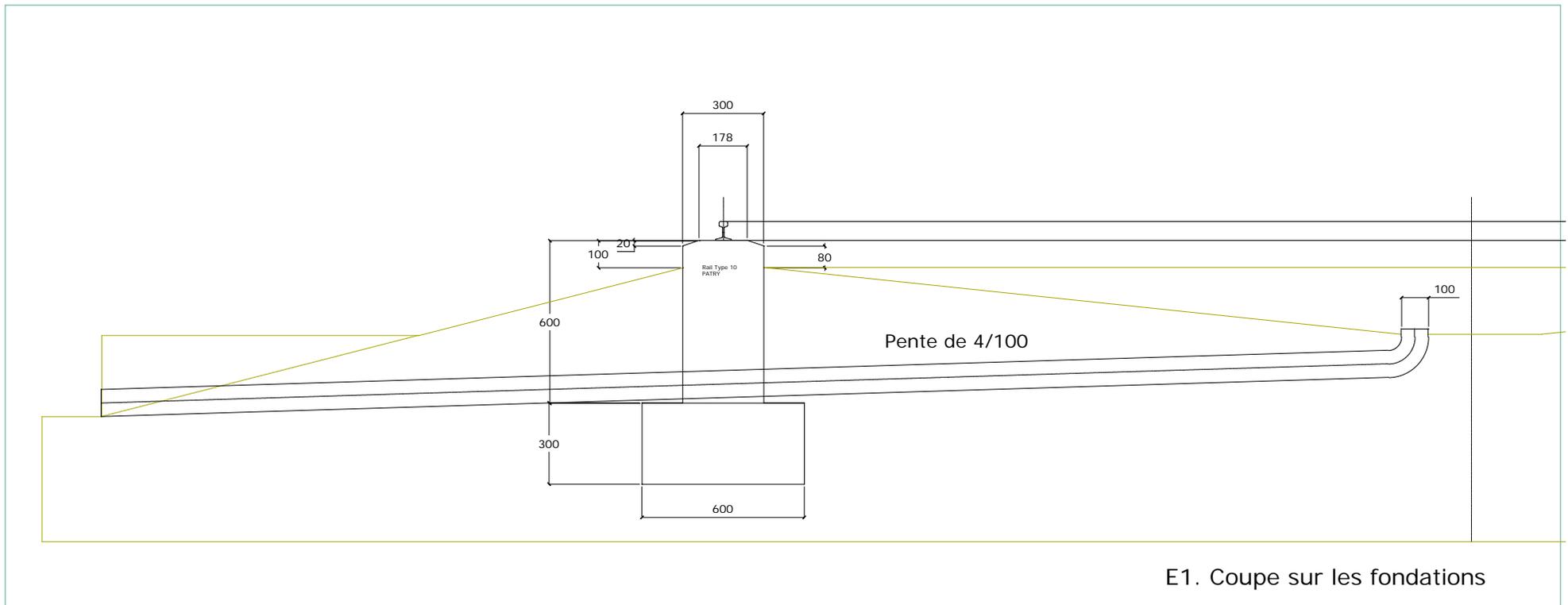


La structure circulaire en béton est assise sur une semelle dont la forme et l'épaisseur dépend de la capacité de charge du sol.

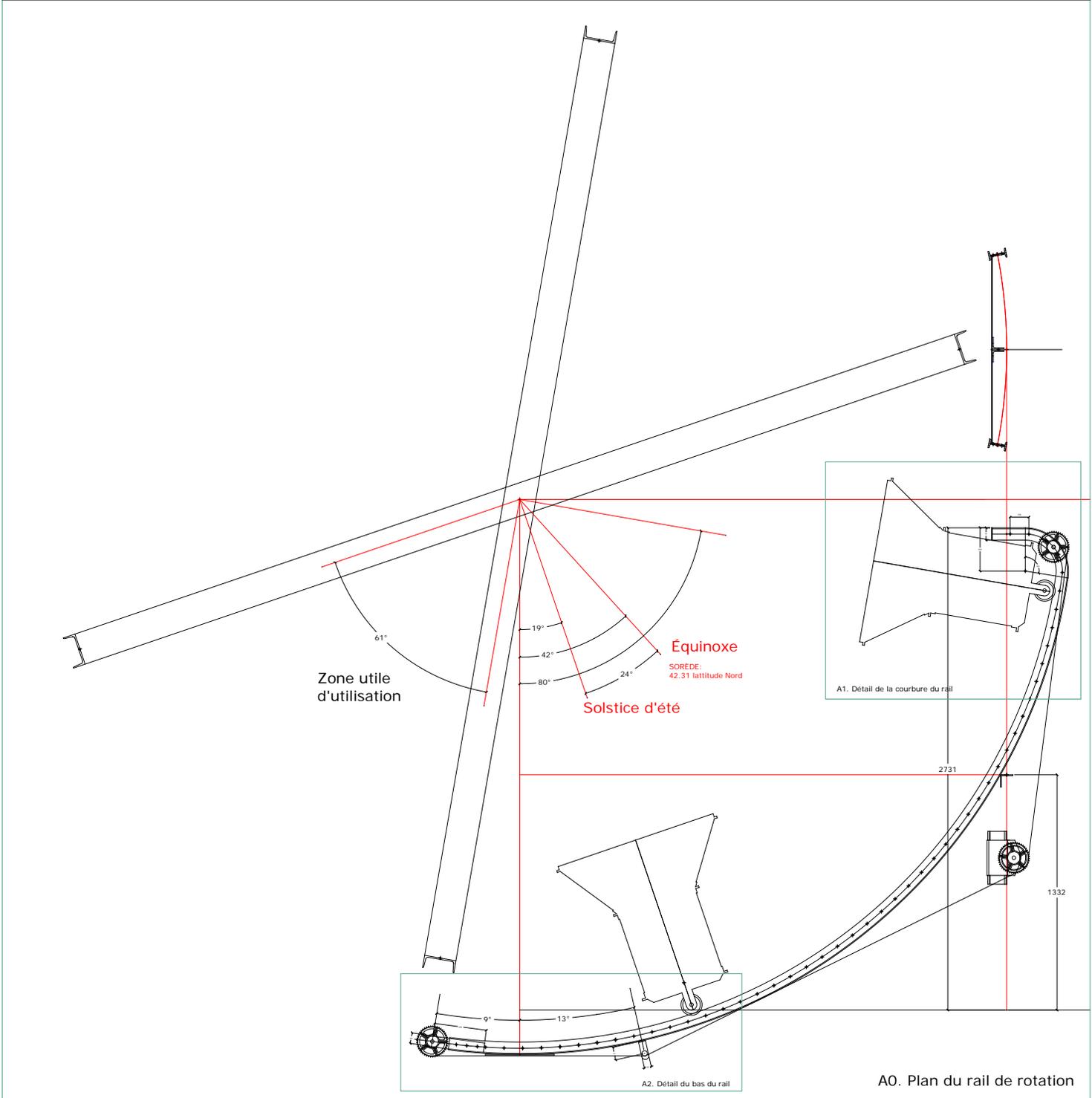
Le sol est considéré comme plat mais des adaptations doivent être faites si ce n'est pas le cas.

Le creux intérieur doit être drainé par un tuyau en ABS avec une pente de 4/100 dont l'ouverture horizontale est protégée par un grillage.

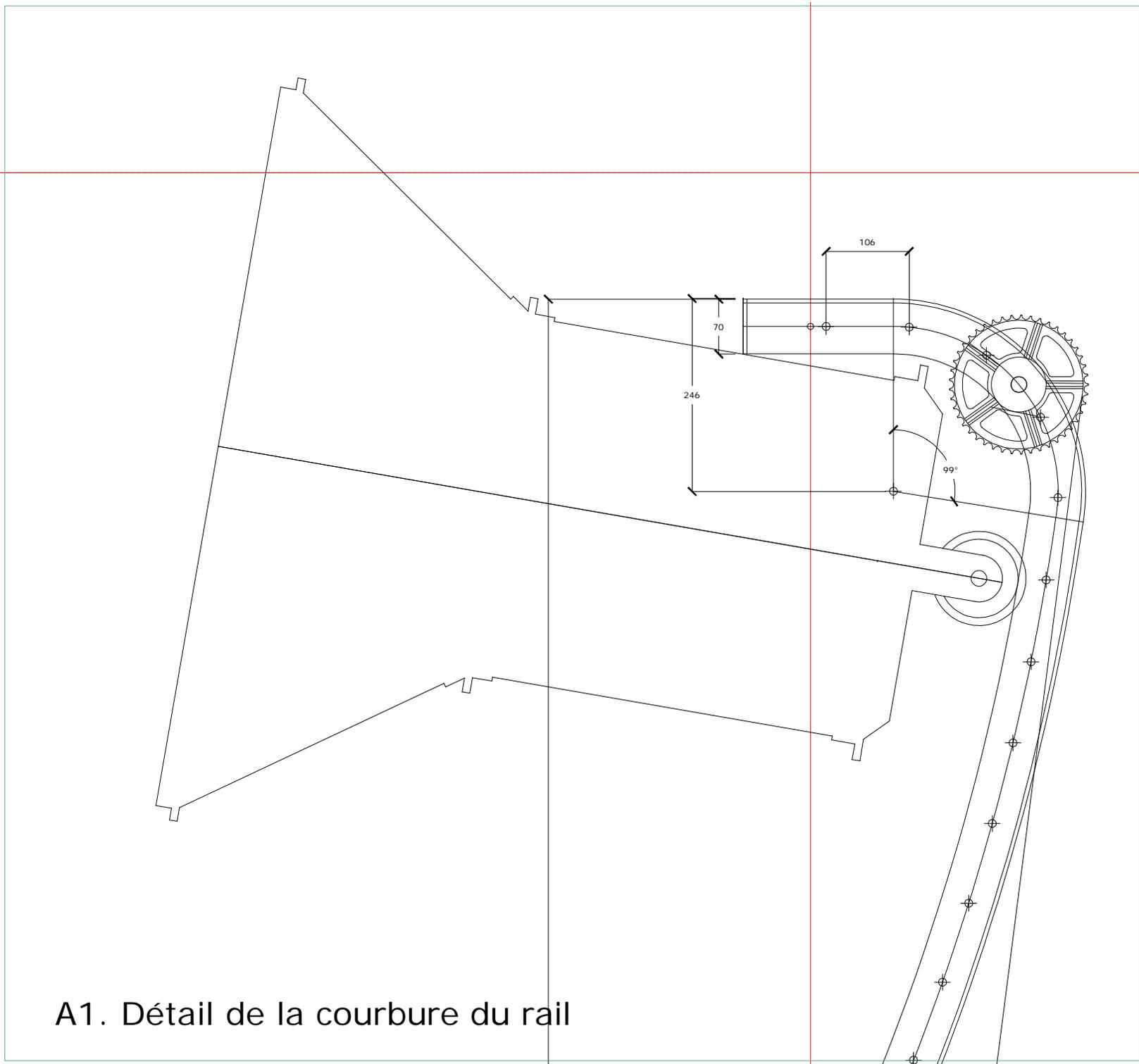
E0. Plan de l'assise



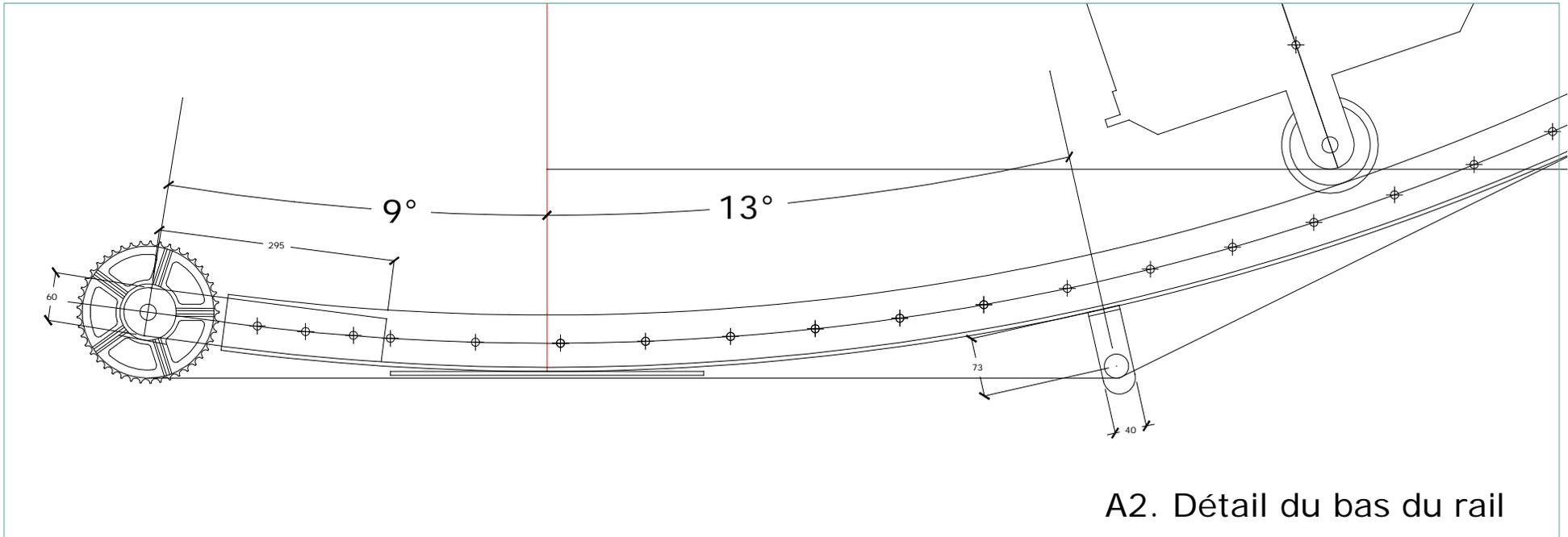
E1. Coupe sur les fondations



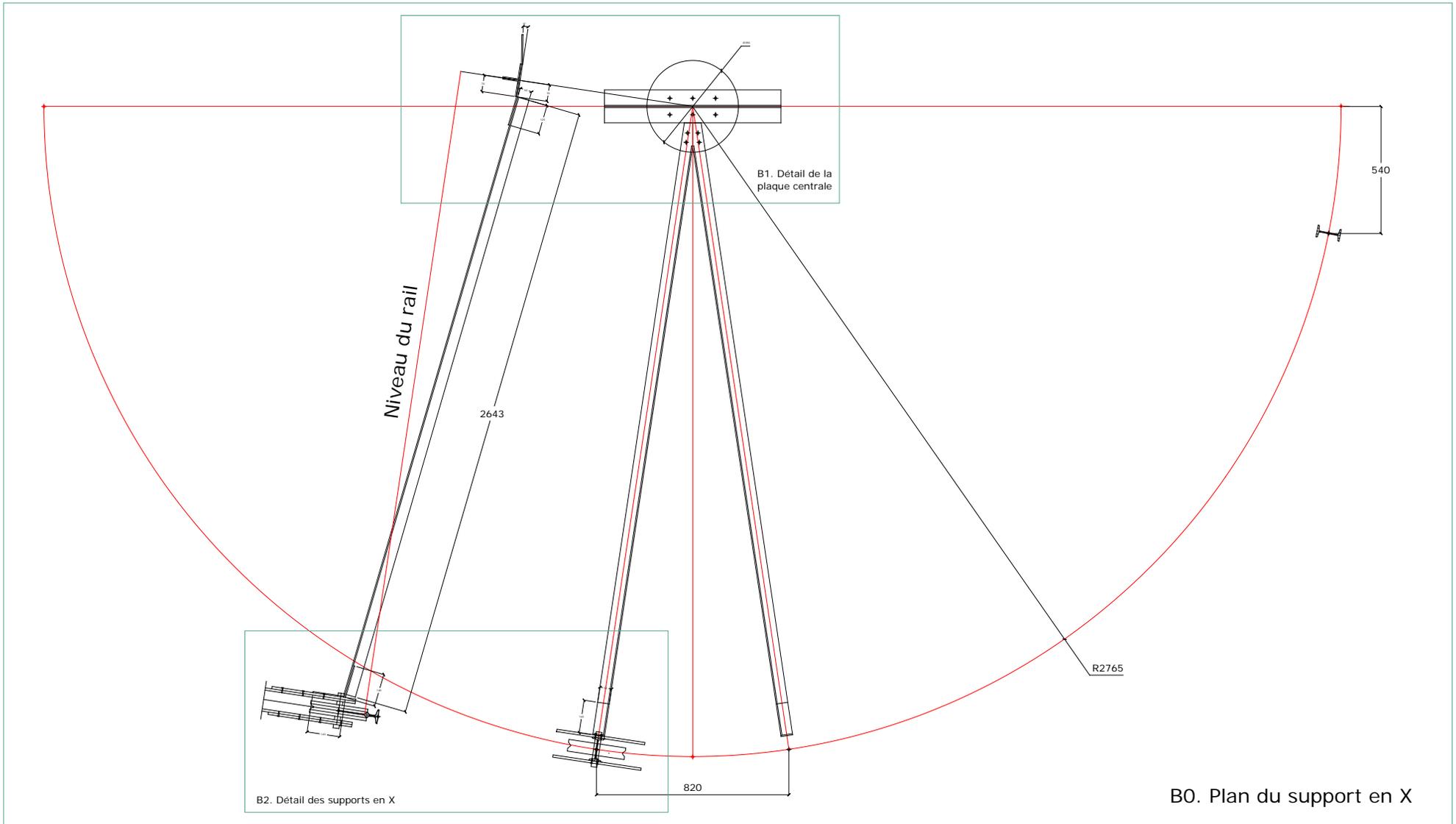
A0. Plan du rail de rotation

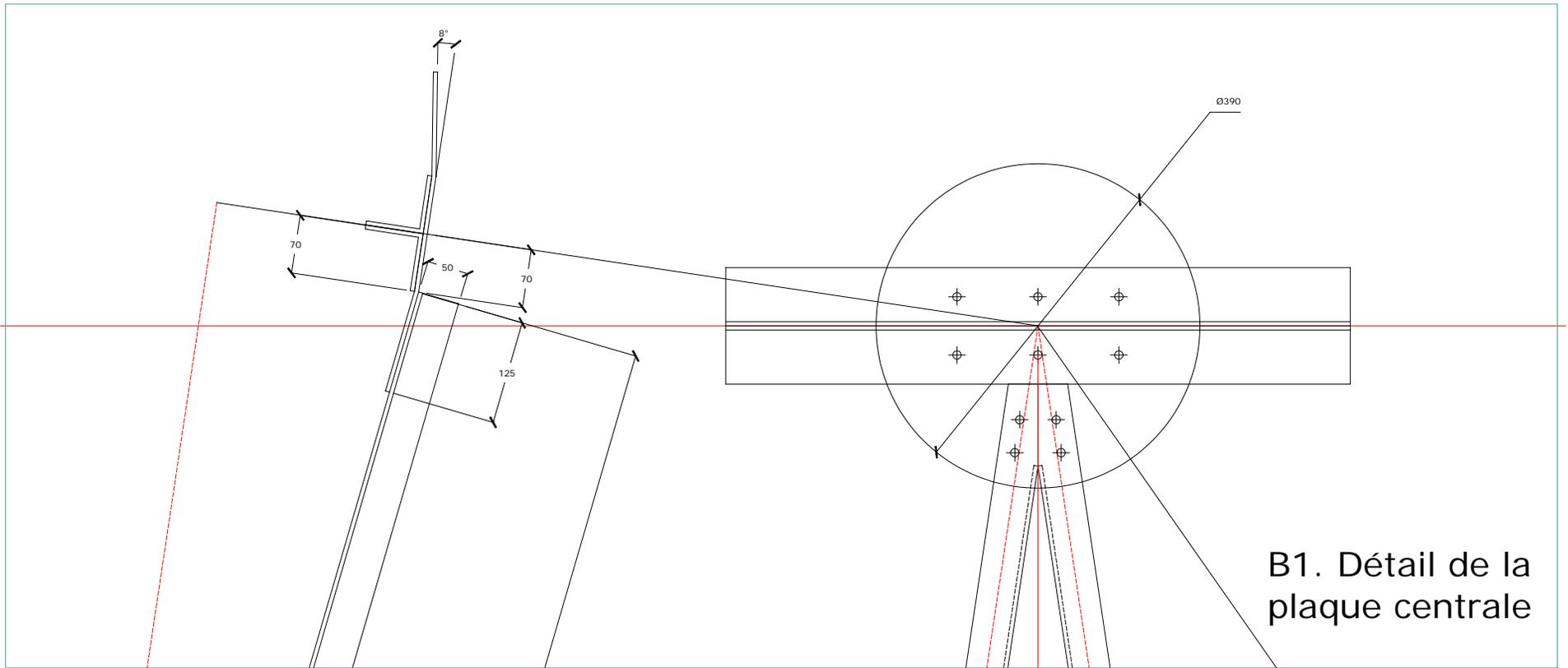


A1. Détail de la courbure du rail

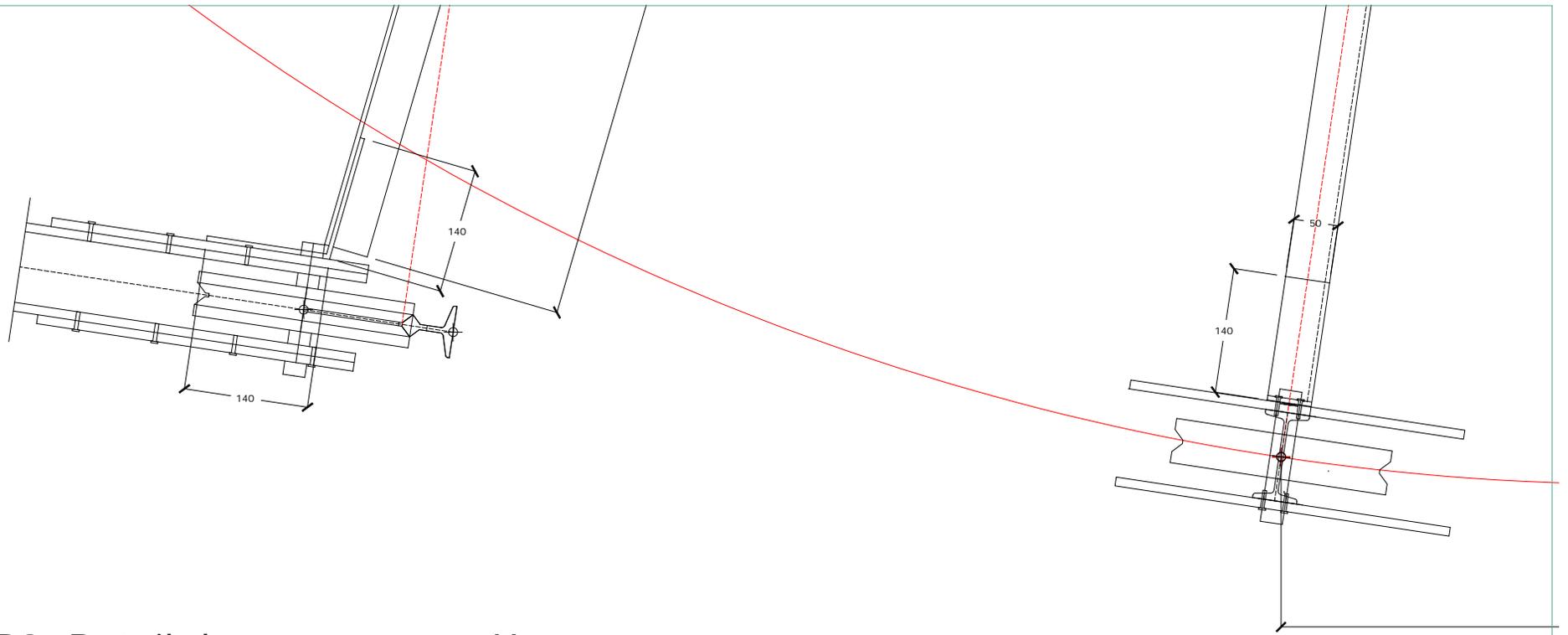


A2. Détail du bas du rail

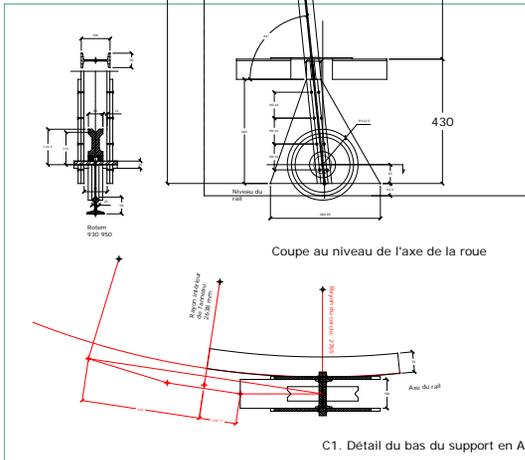
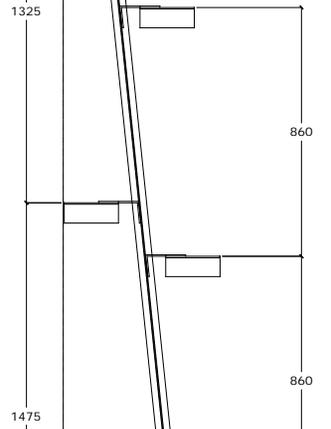
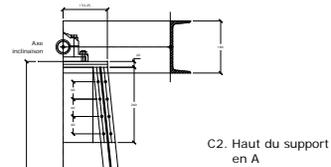
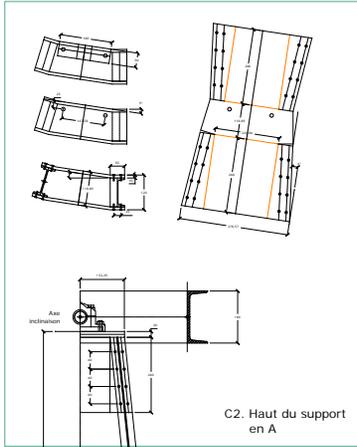




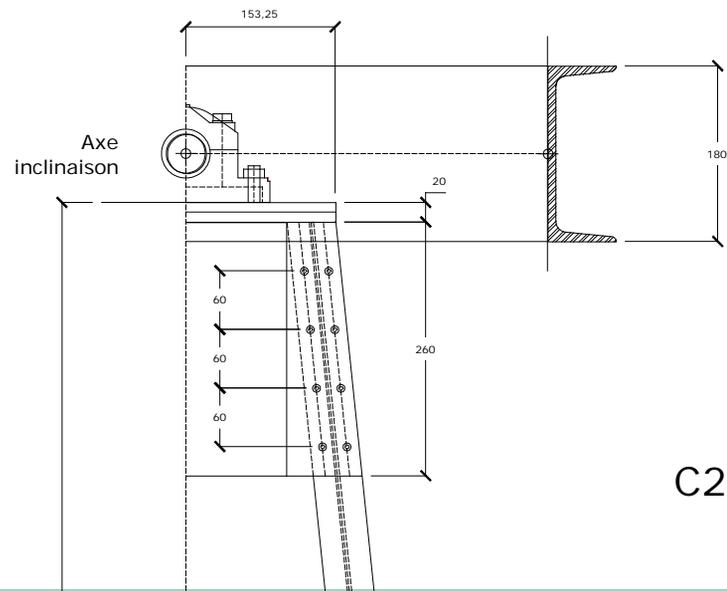
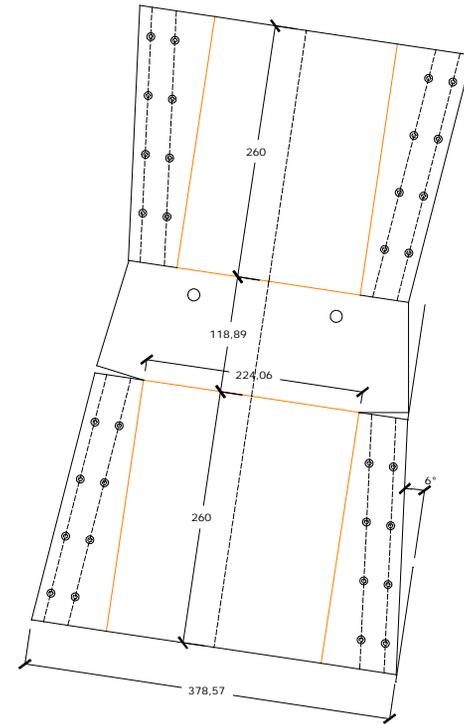
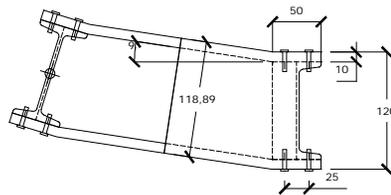
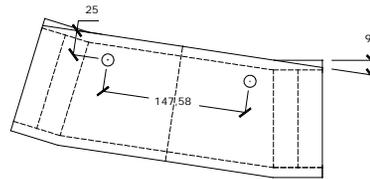
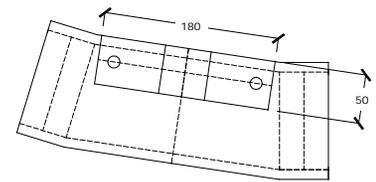
B1. Détail de la plaque centrale



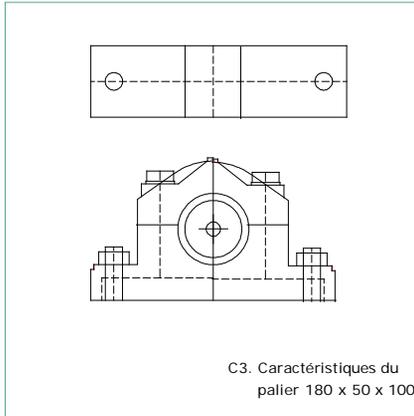
B2. Détail des supports en X



C0. Détail du support en A

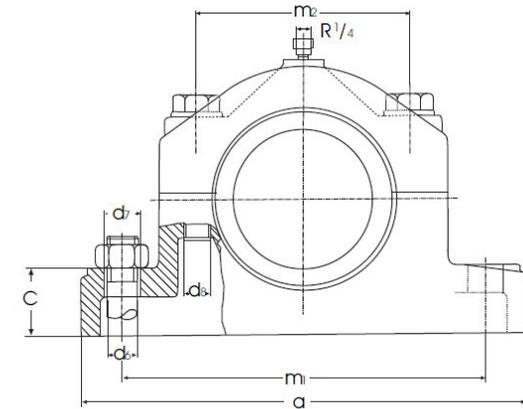
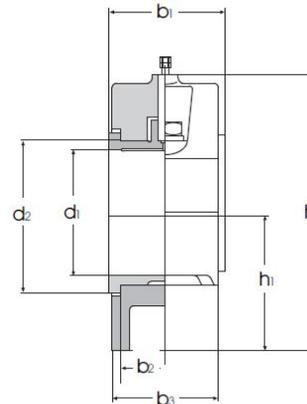


C2. Haut du support en A



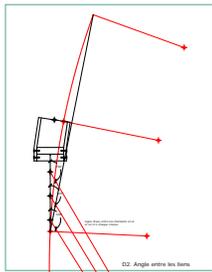
PALIER LISSES EN DEUX PARTIES

Suivant DIN 505 L

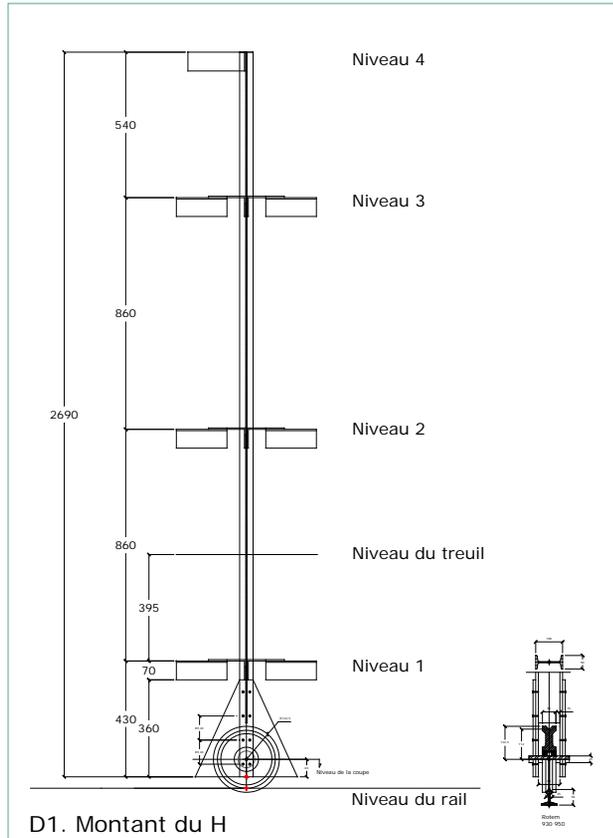


Paliers lisses en deux parties DIN 505 L avec 2 trous de fixation

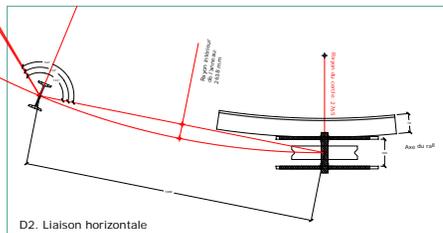
d ₁ D10	a	b ₁ 0-0,3	b ₂ 0-0,1	b ₃	c	d ₂ mm	d ₅	d ₇	d ₈	h ₁ +/-0,2	h ₂ max.	m ₁	m ₂
25	165	45	35	40	22	35	15	M12	M10	40	85	125	65
30	165	45	35	40	22	40	15	M12	M10	40	85	125	65
35	180	50	40	45	25	45	15	M12	M10	50	100	140	75
40	180	50	40	45	25	50	15	M12	M10	50	100	140	75
45	210	55	45	50	30	55	19	M16	M12	60	120	160	90
50	210	55	45	50	30	60	19	M16	M12	60	120	160	90
55	225	60	50	55	35	65	19	M16	M12	70	140	175	100
60	225	60	50	55	35	70	19	M16	M12	70	140	175	100
70	270	65	53	60	40	85	24	M20	M16	80	160	210	120
80	290	75	63	70	45	95	24	M20	M16	90	180	230	130
90	330	85	73	80	50	105	28	M24	M20	100	200	265	150
100	355	95	81	90	55	115	28	M24	M20	110	220	290	170
110	355	95	81	90	55	125	28	M24	M20	110	220	290	170
125	420	110	94	100	60	145	35	M30	M24	130	260	340	200
140	440	125	105	120	65	160	35	M30	M24	150	300	360	220



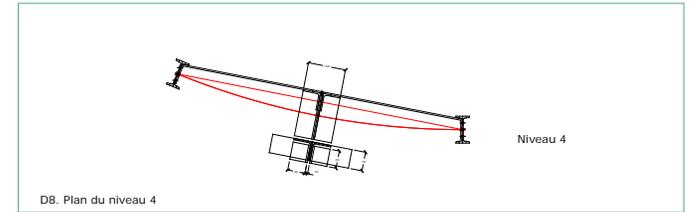
D0. Plans du support en H



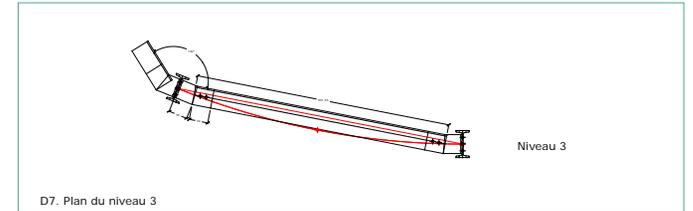
D1. Montant du H



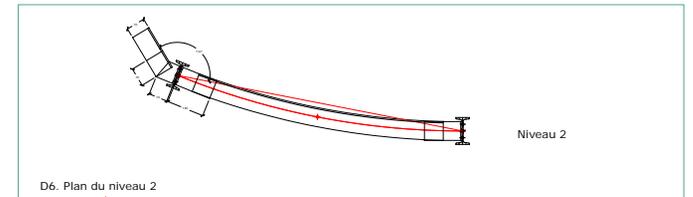
D2. Liaison horizontale



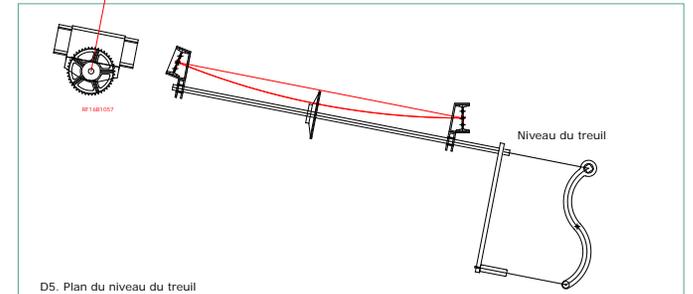
D8. Plan du niveau 4



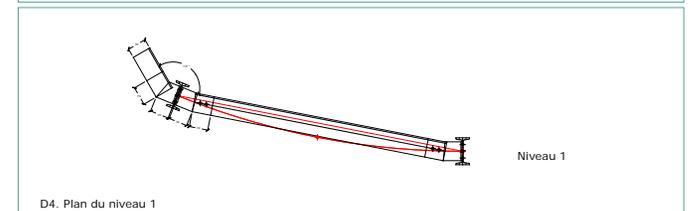
D7. Plan du niveau 3



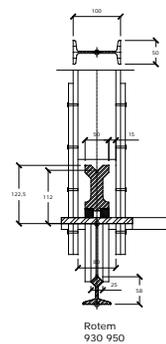
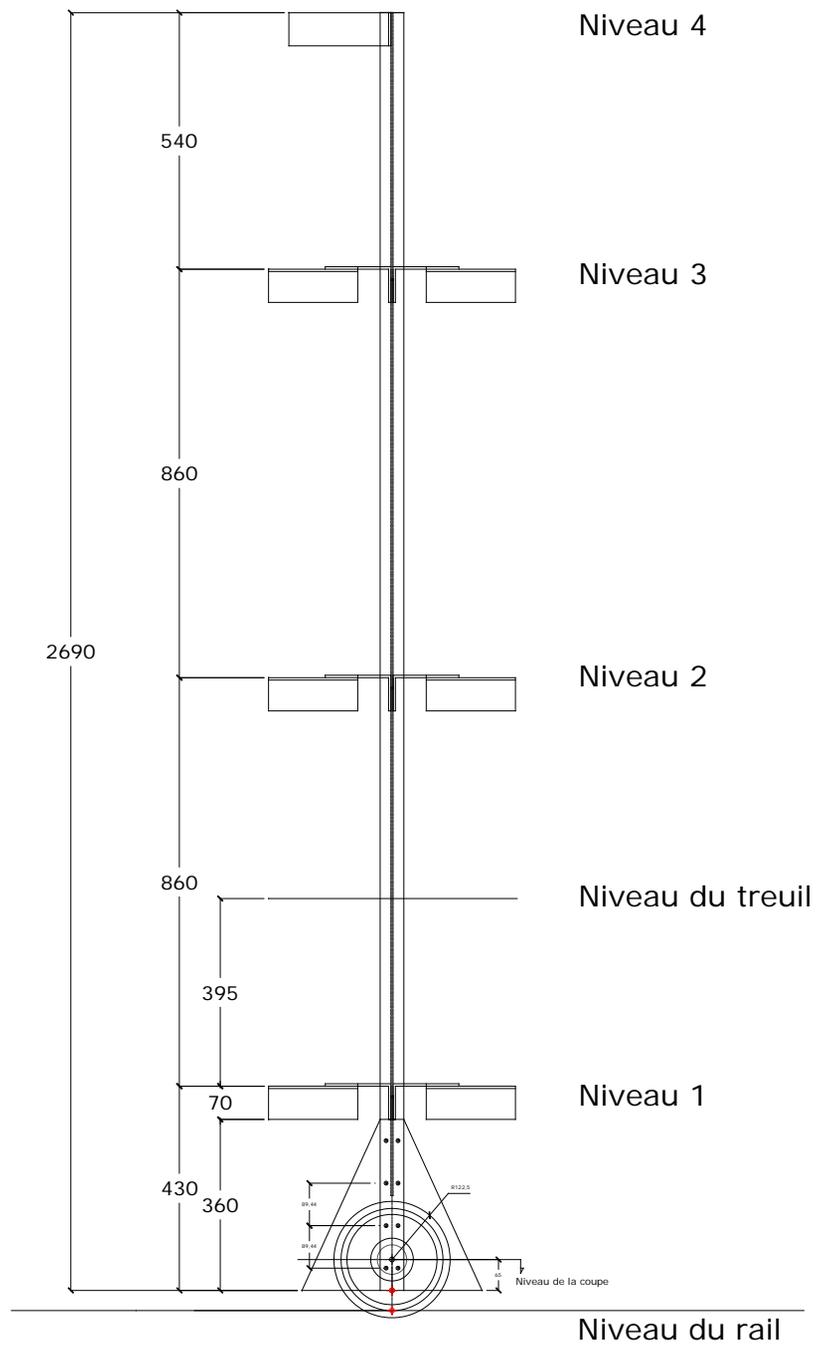
D6. Plan du niveau 2



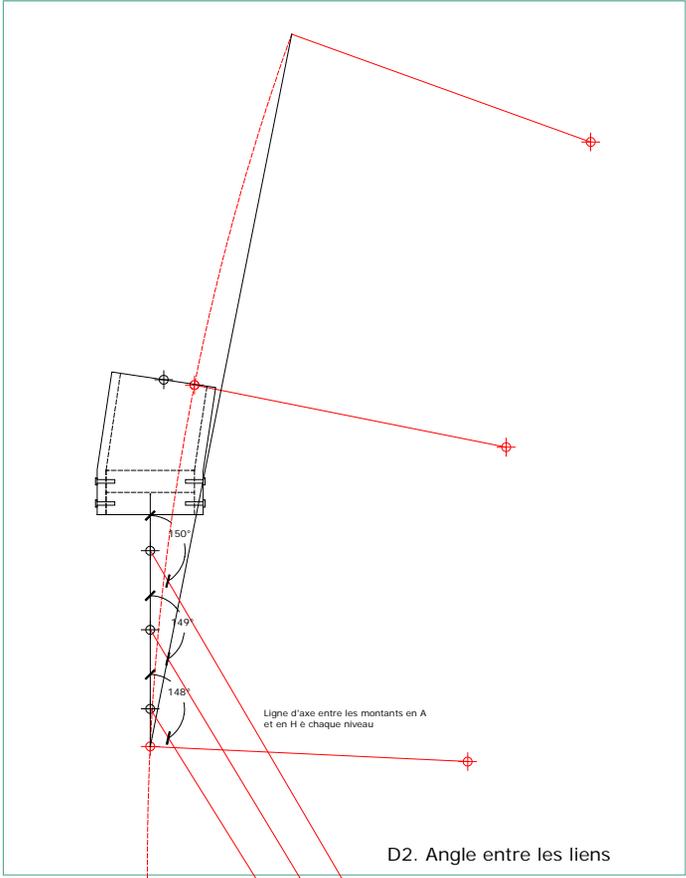
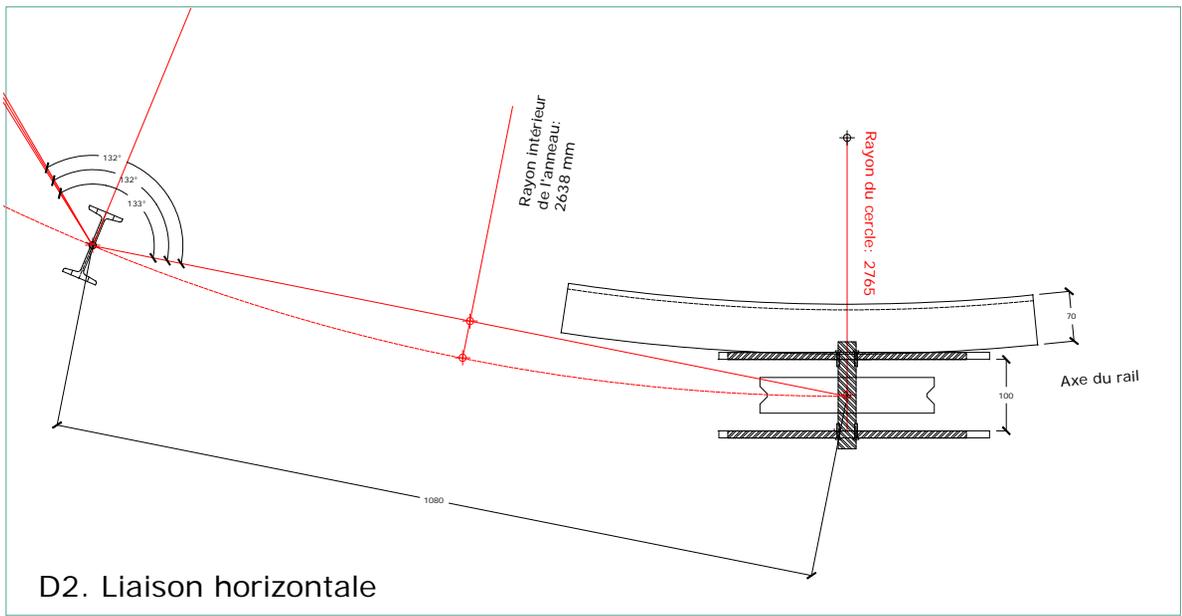
D5. Plan du niveau du treuil

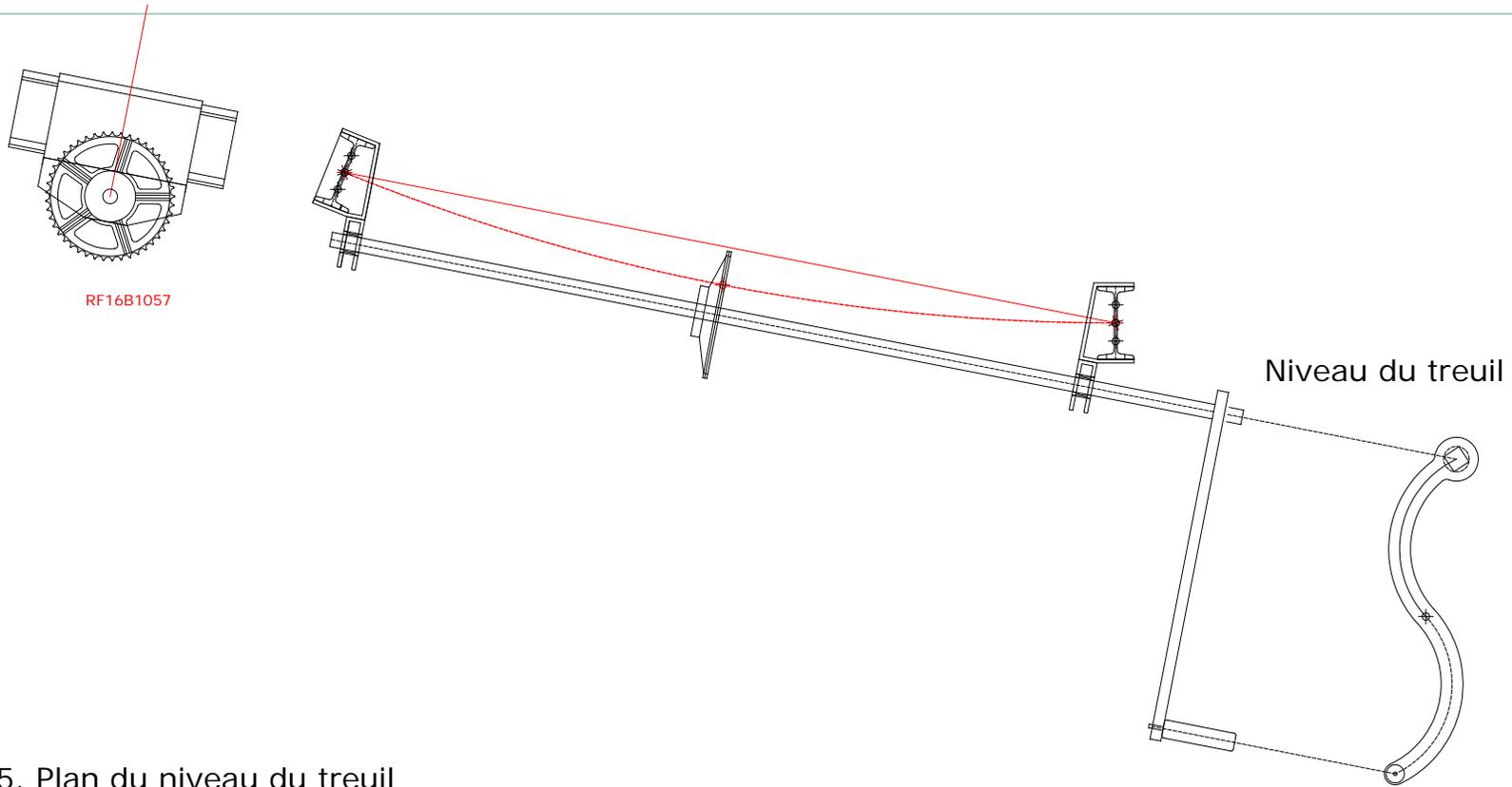


D4. Plan du niveau 1

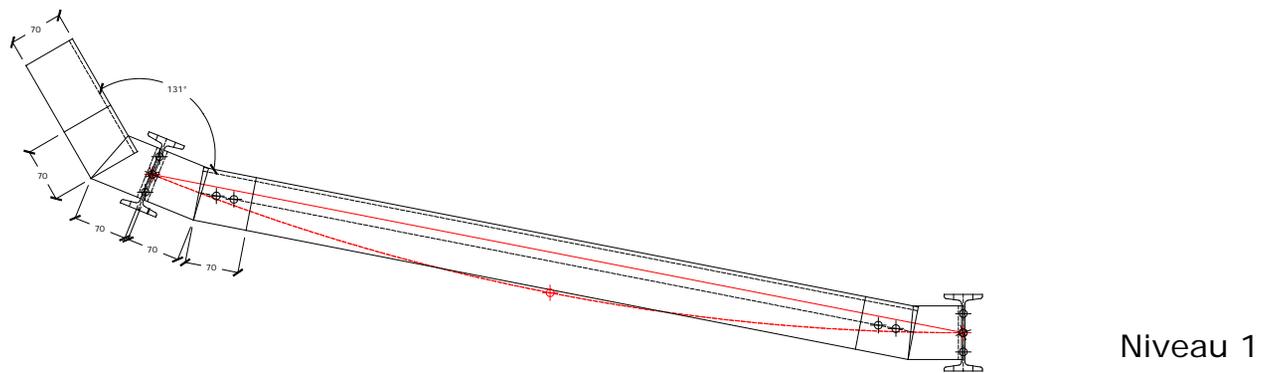


D1. Montant du H

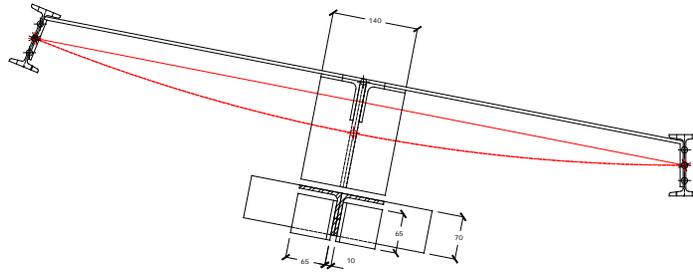




D5. Plan du niveau du treuil

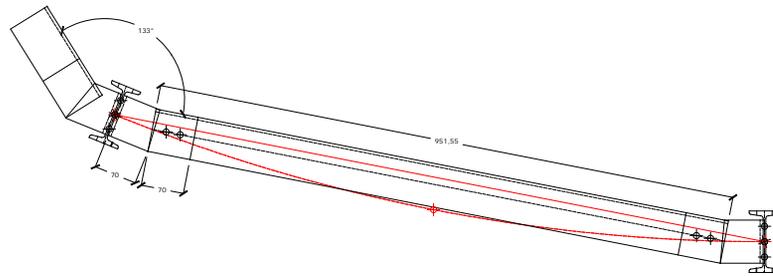


D4. Plan du niveau 1



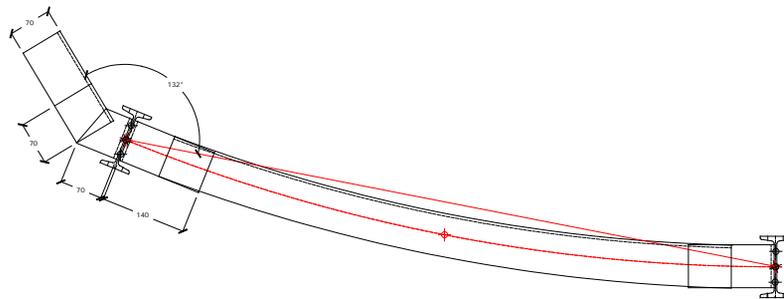
Niveau 4

D8. Plan du niveau 4



Niveau 3

D7. Plan du niveau 3



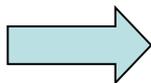
Niveau 2

D6. Plan du niveau 2

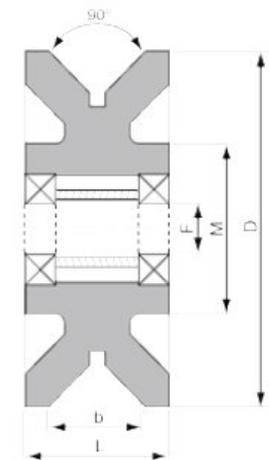
SERIE 93 & 94

Roue en **ACIER À GORGE** triangulaire à 90° (**ACIER - 93**) et roue en **ACIER SANS GORGE** (**ACIER - 94**)

Charge : de 300 à 2500 kg



ACIER - 93				ROUE SEULE AVEC GORGE		
D x L	Rit à billes	M	b	Logement du roulement	Capacité de charge	Référence
 mm	 F mm	mm	mm	 mm	 daN	 code
100 x 24	15	45	18	35 x 11	300	930 100
100 x 40	15	48	20	35 x 11	600	930 200
120 x 33	20	57	25	47 x 14	600	930 300
125 x 50	20	65	25	47 x 14	1200	930 380
150 x 33	20	61	25	47 x 14	800	930 500
150 x 50	20	71	25	47 x 14	1400	930 600
200 x 33	20	61	25	47 x 14	1000	930 700
200 x 50	20	71	25	47 x 14	1750	930 750
245 x 50	25	90	25	62 x 17	2500	930 800
245 x 50	30	90	25	62 x 17	2500	930 950



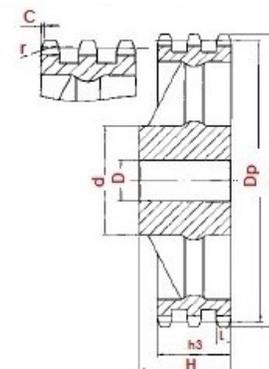
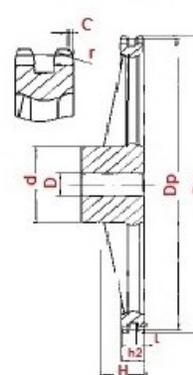
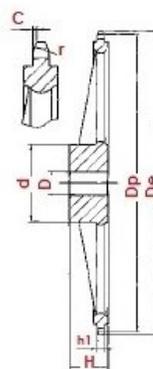
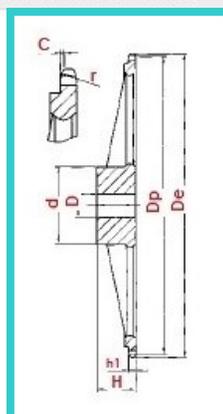

Documentation technique

Simple au pas: 25.4 (16B1)

Ajouter à la liste d'envies

Envoyer à un ami

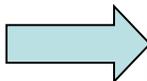
Partager ce produit :

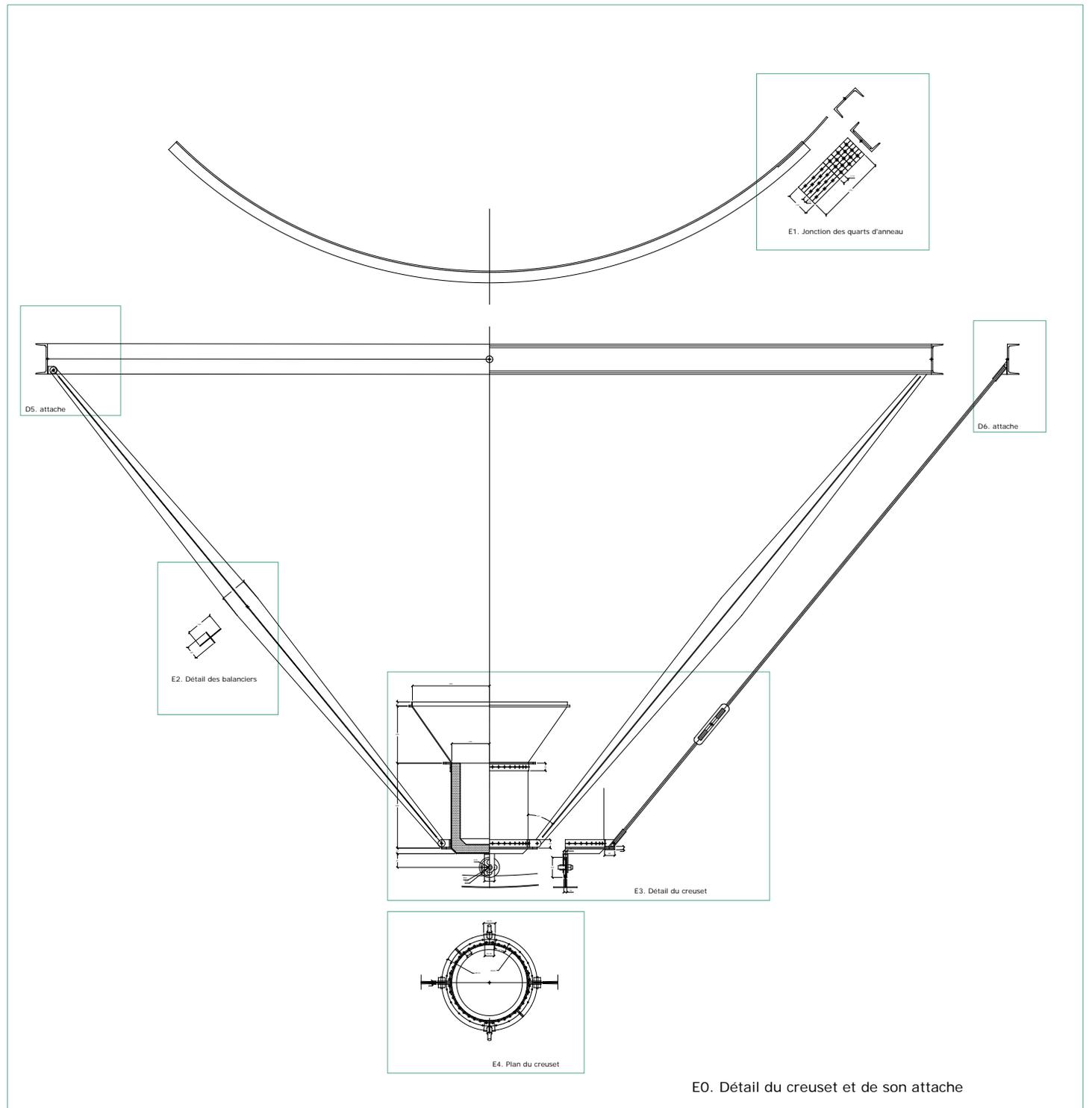


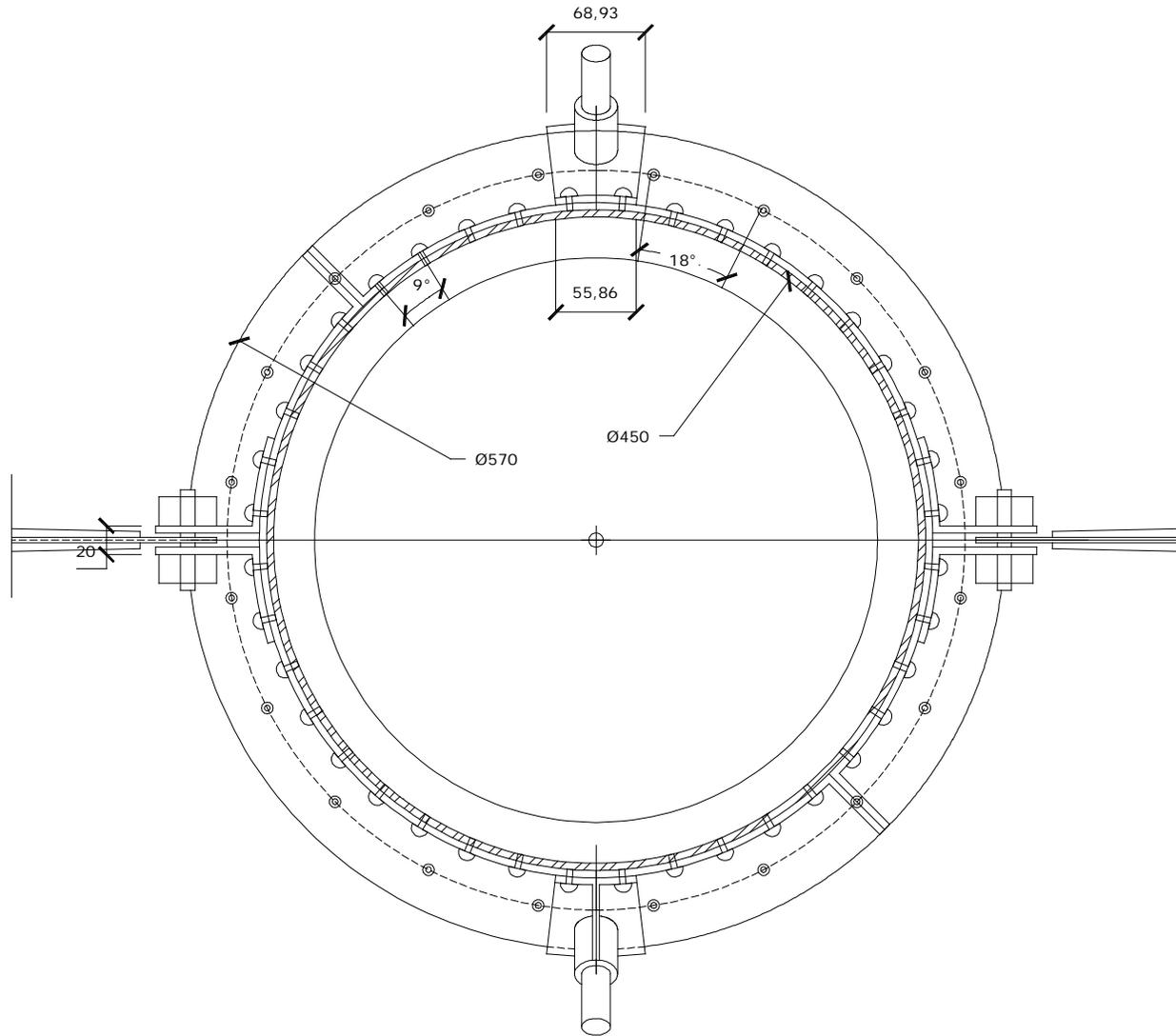
Réalisation de toutes opérations, d'usinages, de traitements de surfaces, de marquages, dans nos ateliers.

Ajouter au panier

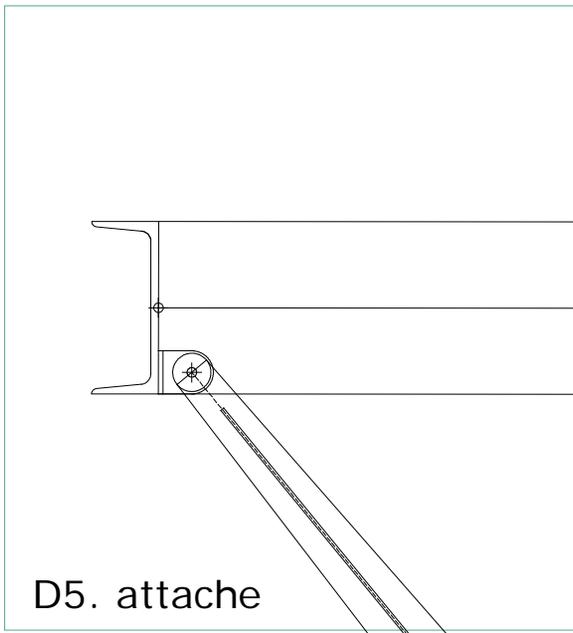
Nom du produit	Ref.	Dents	ø d	De	ø D	Dp	Prix	Qté
Roue Fonte standard 38 Dents Pour chaine 16B1	RF16B1038	38	30	320	110	307.59	HT : 64,98 € TTC : 77,98 €	<input type="text" value="0"/>
Roue Fonte standard 45 Dents Pour chaine 16B1	RF16B1045	45	30	377	125	364.12	HT : 80,58 € TTC : 96,70 €	<input type="text" value="0"/>
Roue Fonte standard 57 Dents Pour chaine 16B1	RF16B1057	57	35	474	125	461.07	HT : 124,90 € TTC : 149,88 €	<input type="text" value="0"/>
Roue Fonte standard 76 Dents Pour chaine 16B1	RF16B1076	76	35	627	140	614.65	HT : 226,65 € TTC : 271,98 €	<input type="text" value="0"/>
Roue Fonte standard 95 Dents Pour chaine 16B1	RF16B1095	95	40	781	140	768.22	HT : 375,28 € TTC : 450,34 €	<input type="text" value="0"/>
Roue Fonte standard : 114 Dents Pour chaine : 16B1	RF16B1114	114	40	933	140	921.81	HT : 542,80 € TTC : 651,36 €	<input type="text" value="0"/>



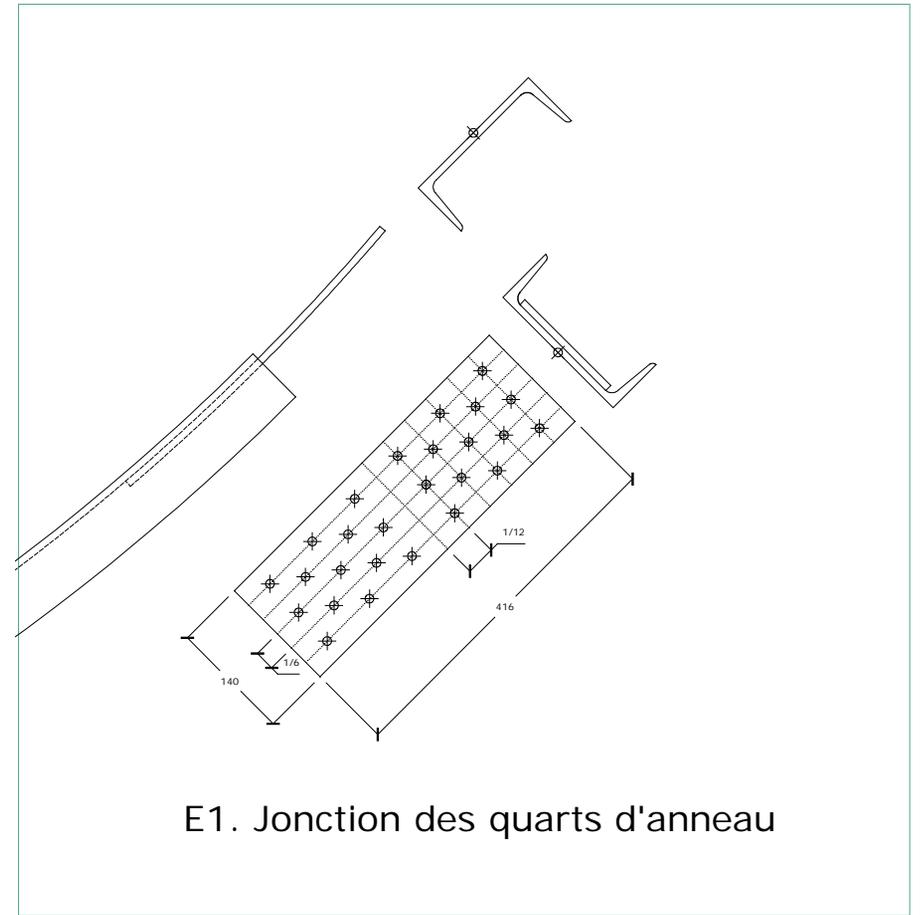




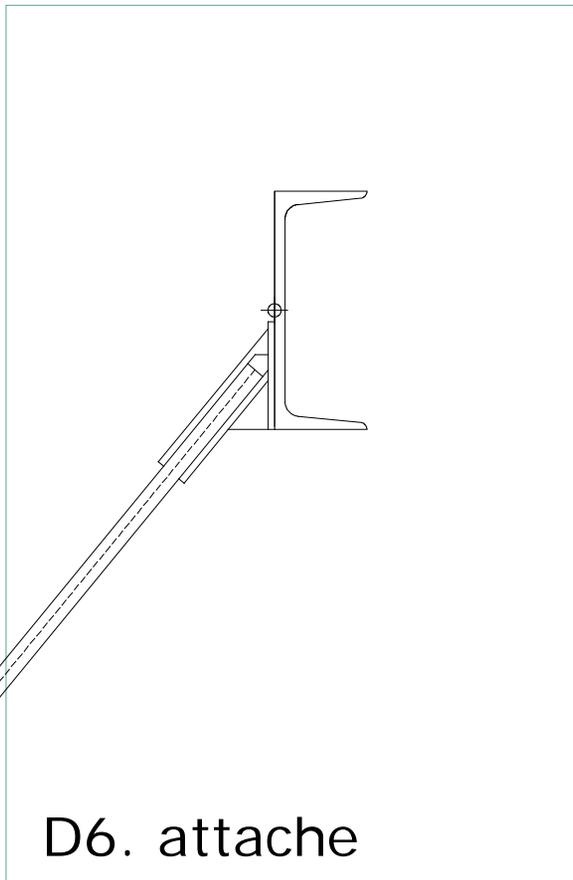
E4. Plan du creuset



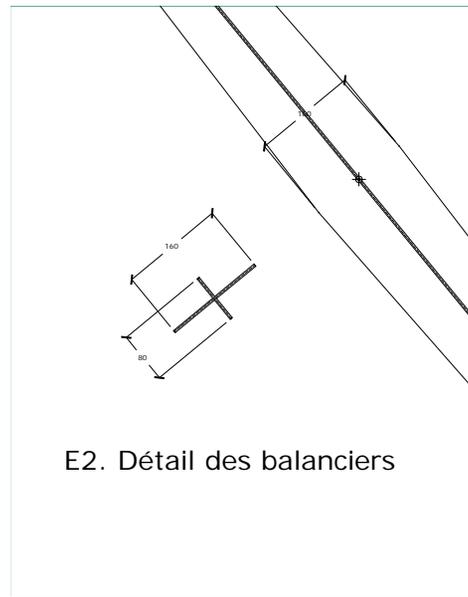
D5. attache



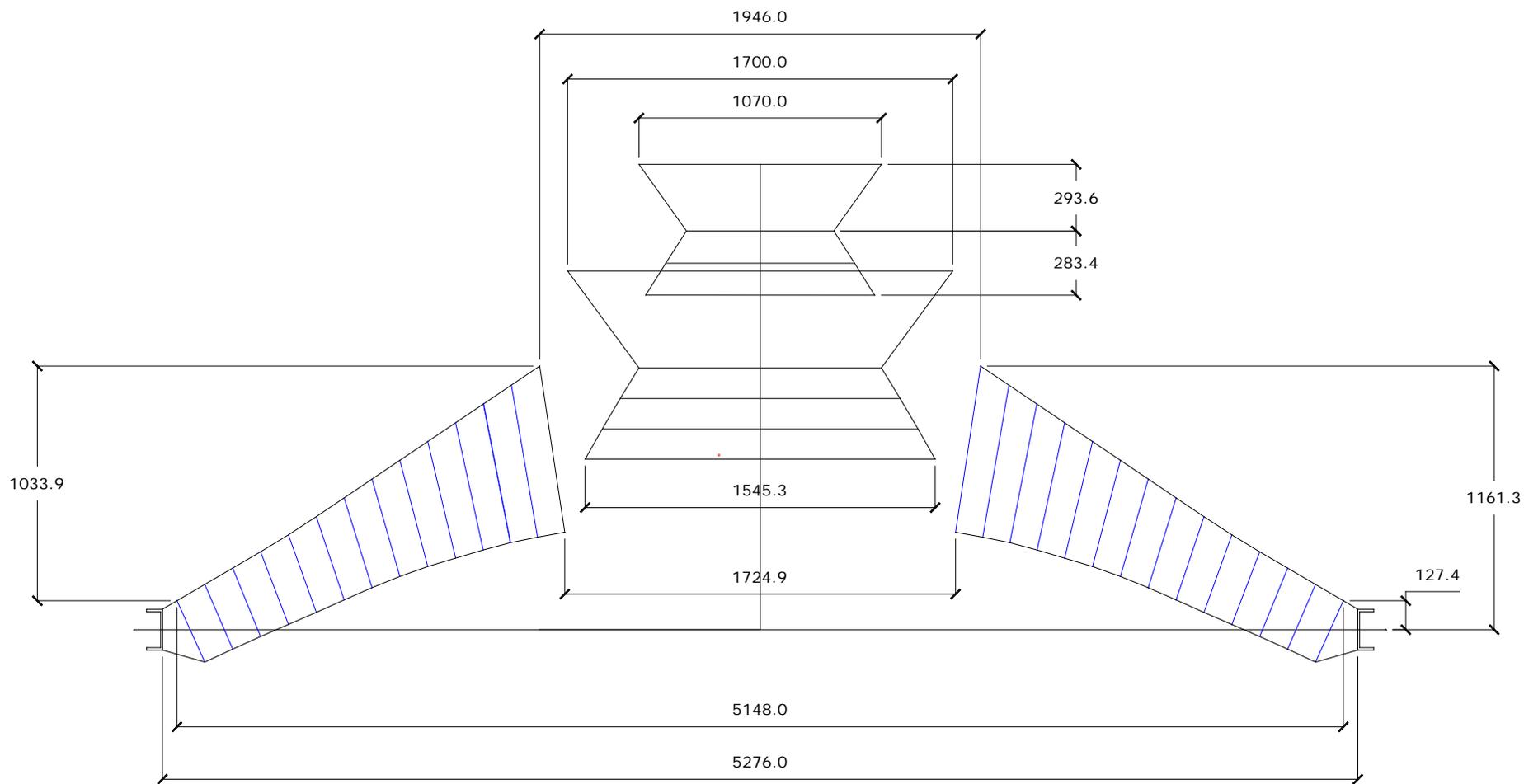
E1. Jonction des quarts d'anneau



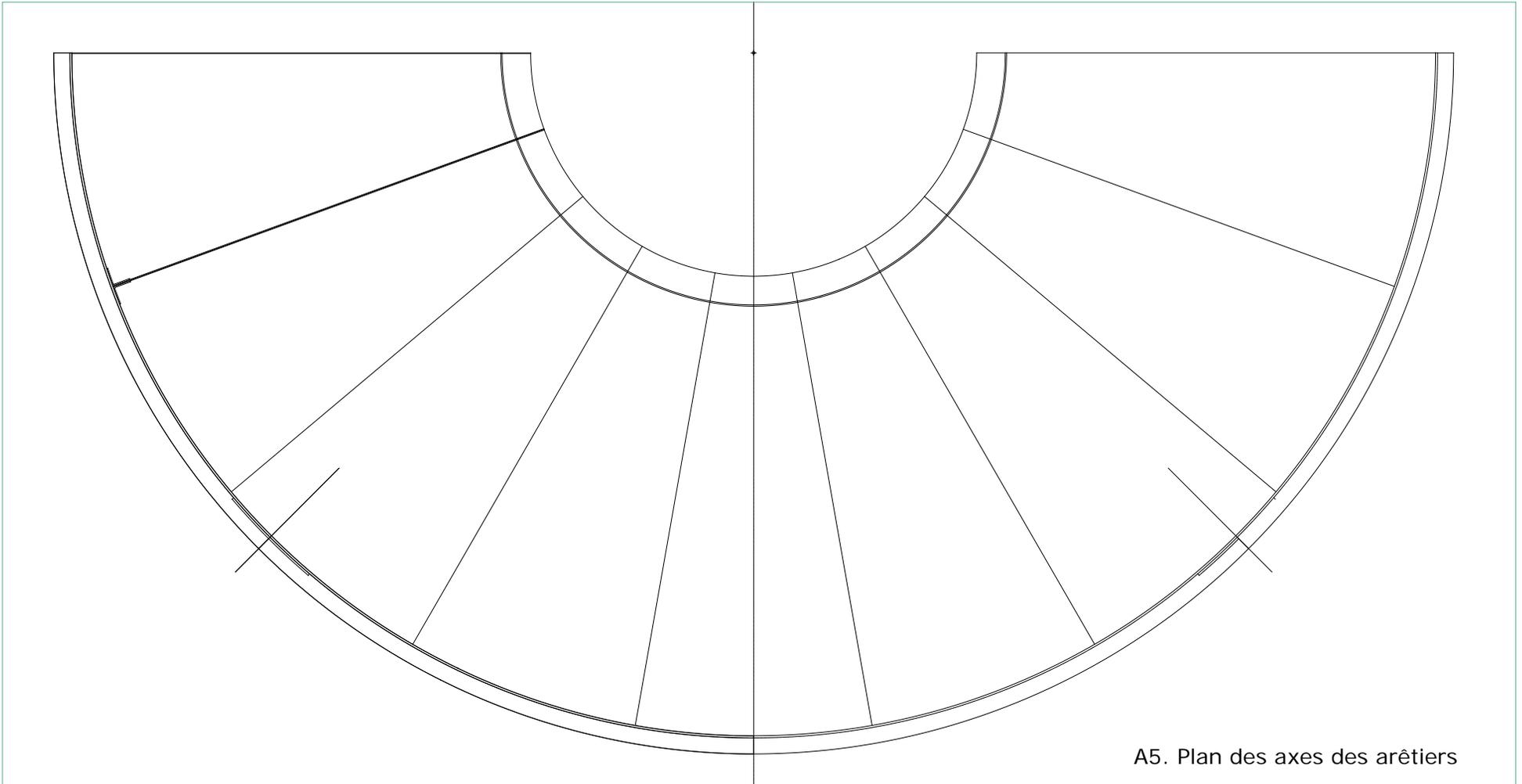
D6. attache



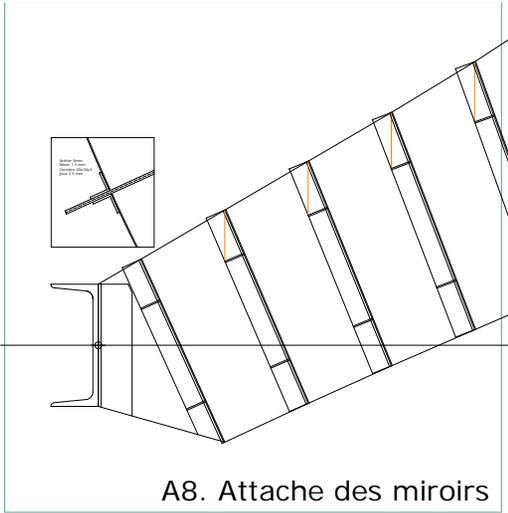
E2. Détail des balanciers



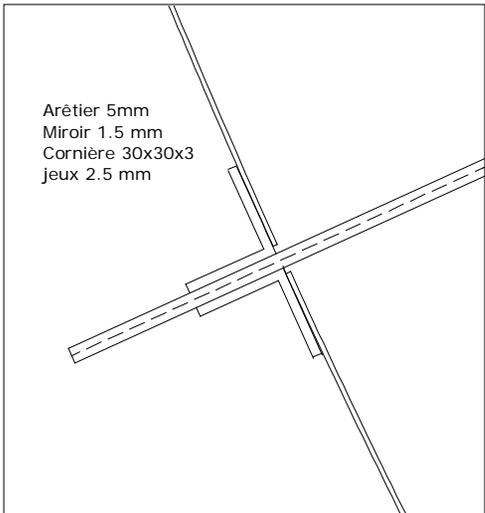
A1. Diagramme de base



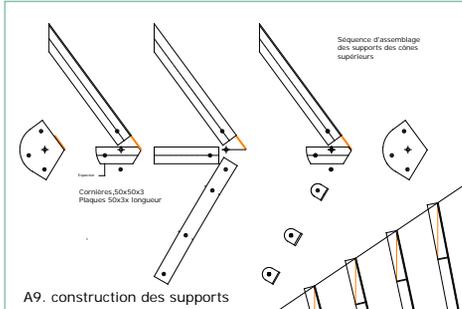
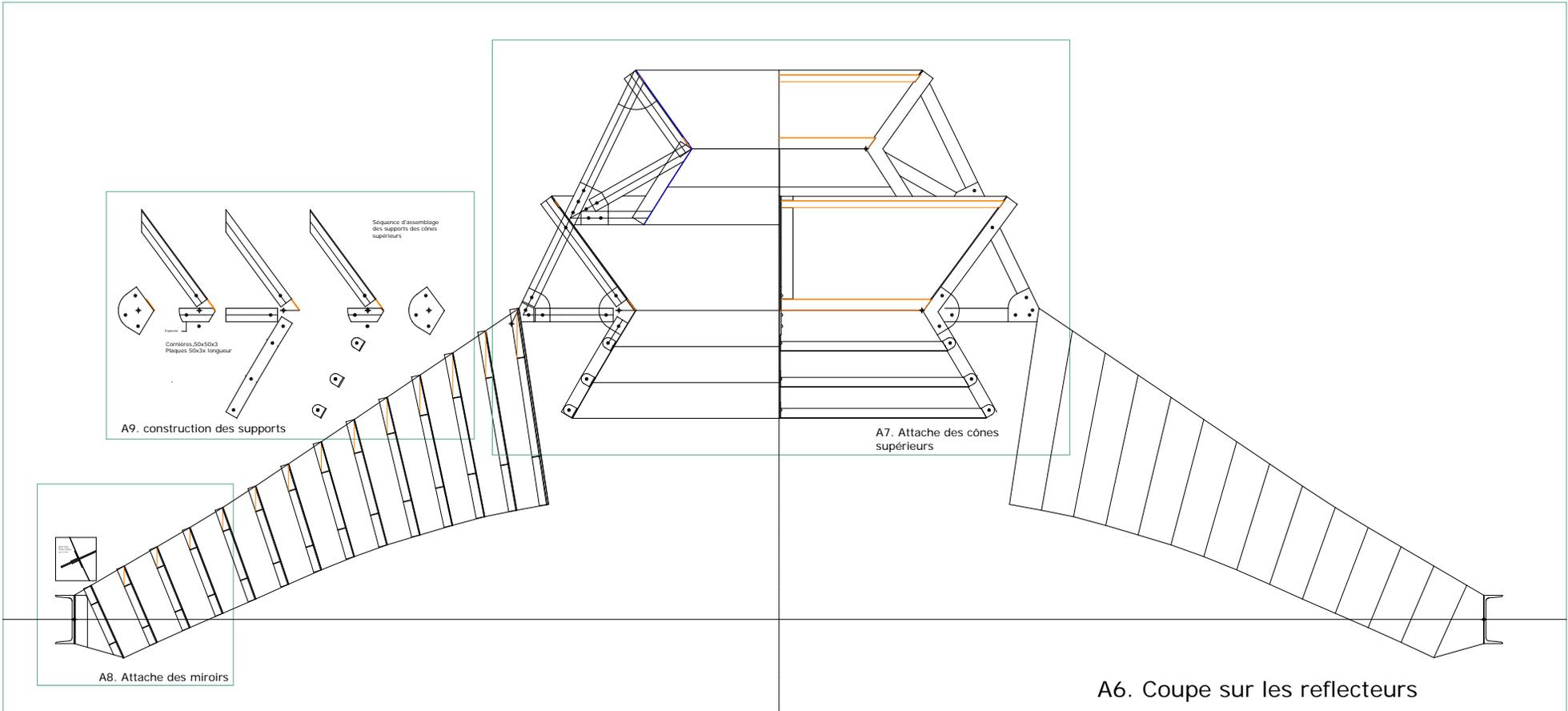
A5. Plan des axes des arêtiers



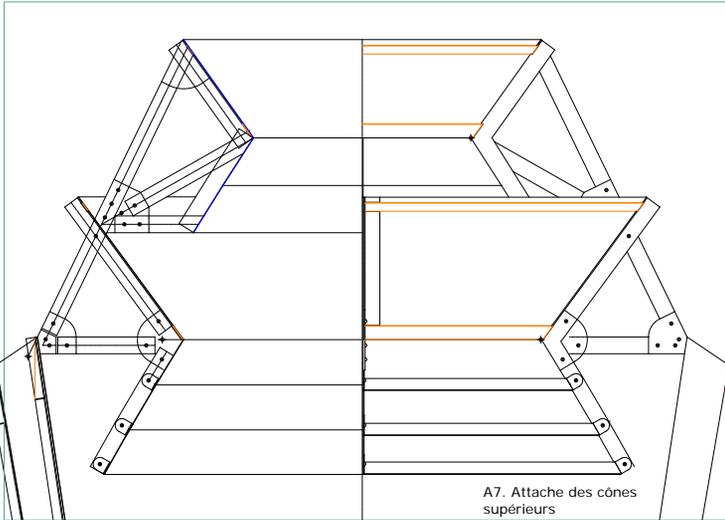
A8. Attache des miroirs



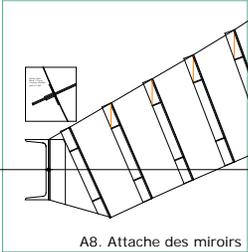
Arêtier 5mm
Miroir 1.5 mm
Cornière 30x30x3
jeux 2.5 mm



A9. construction des supports

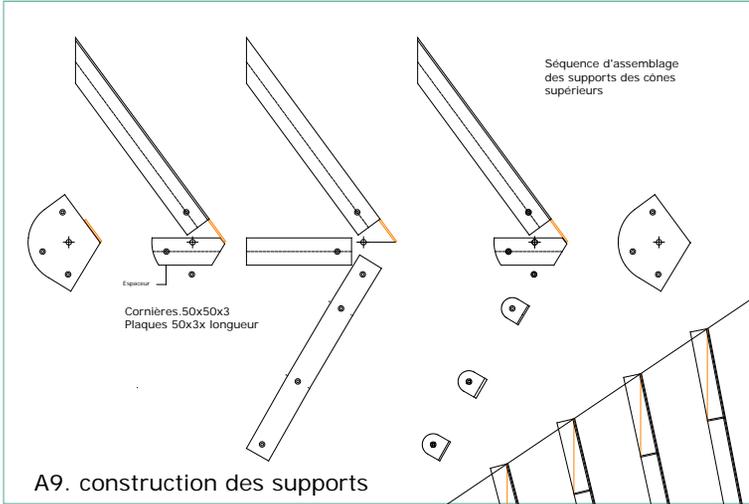


A7. Attache des cônes supérieurs

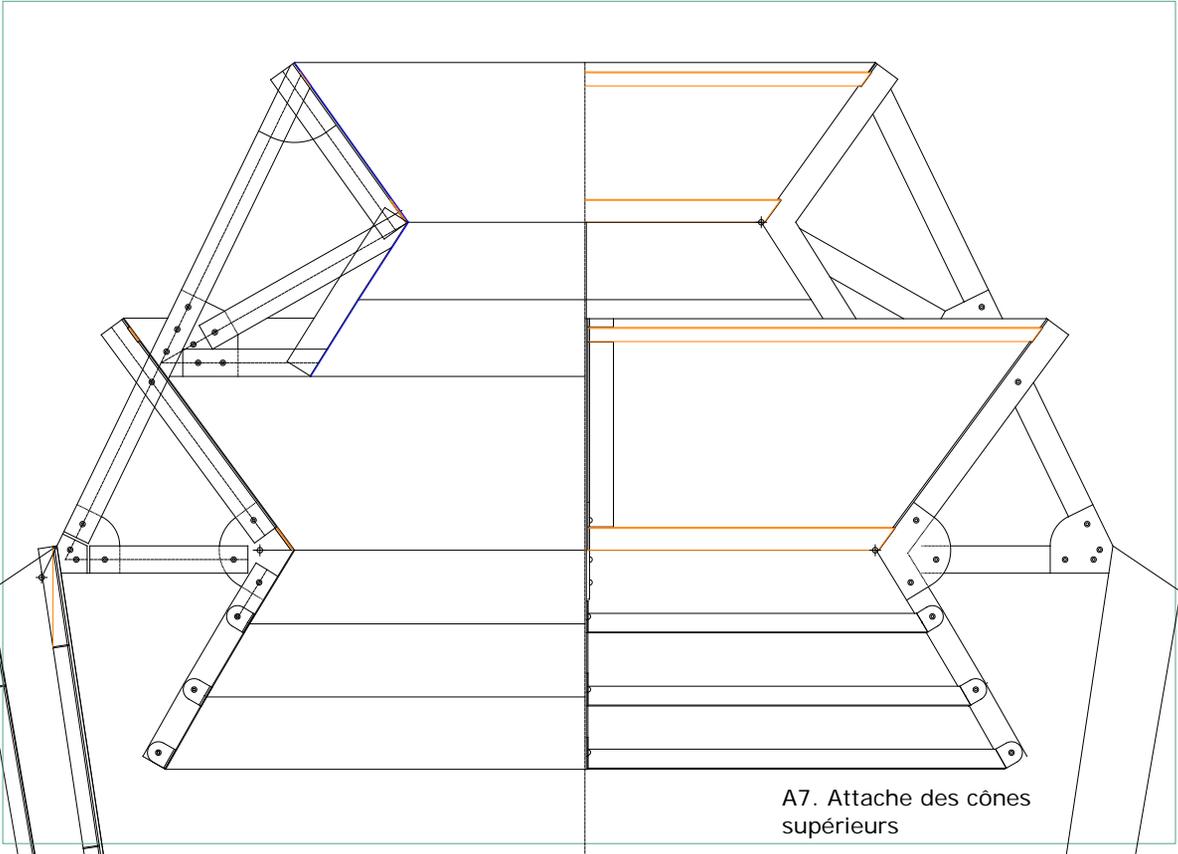


A8. Attache des miroirs

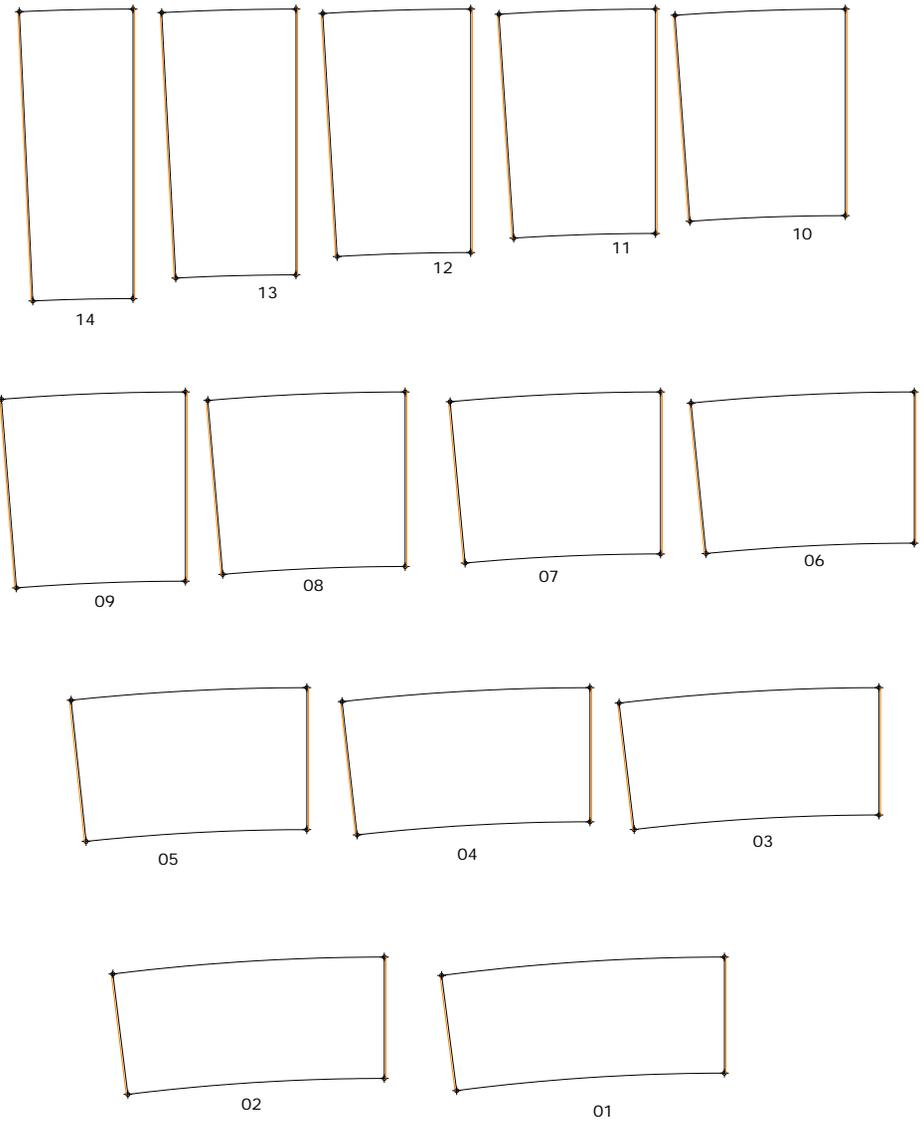
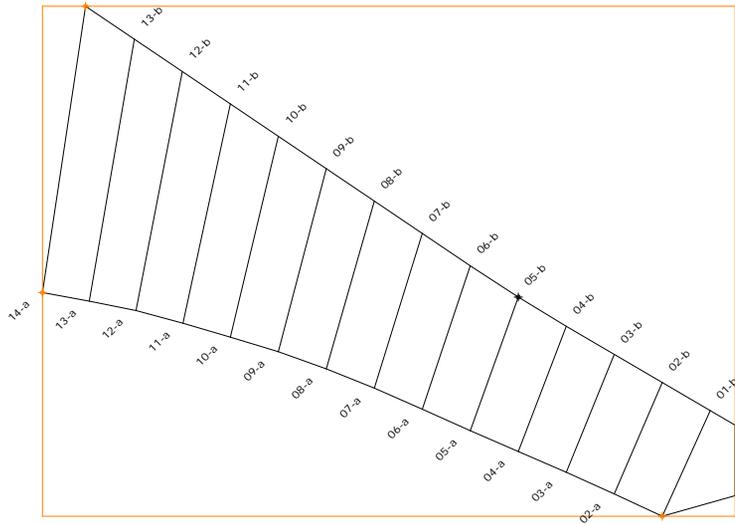
A6. Coupe sur les reflecteurs



A9. construction des supports



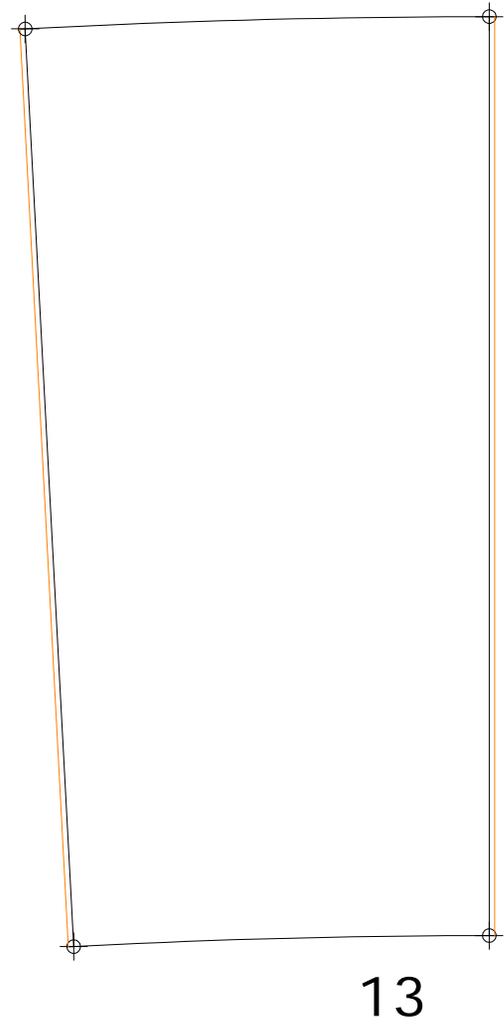
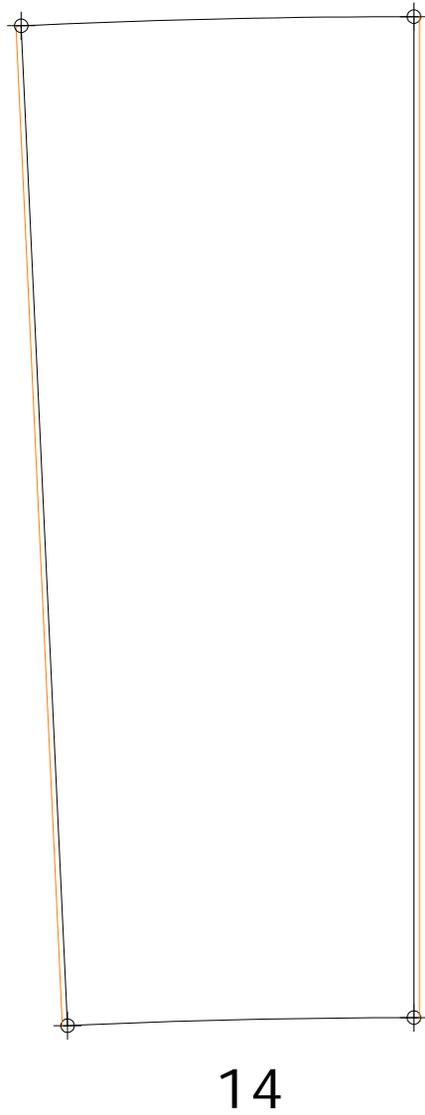
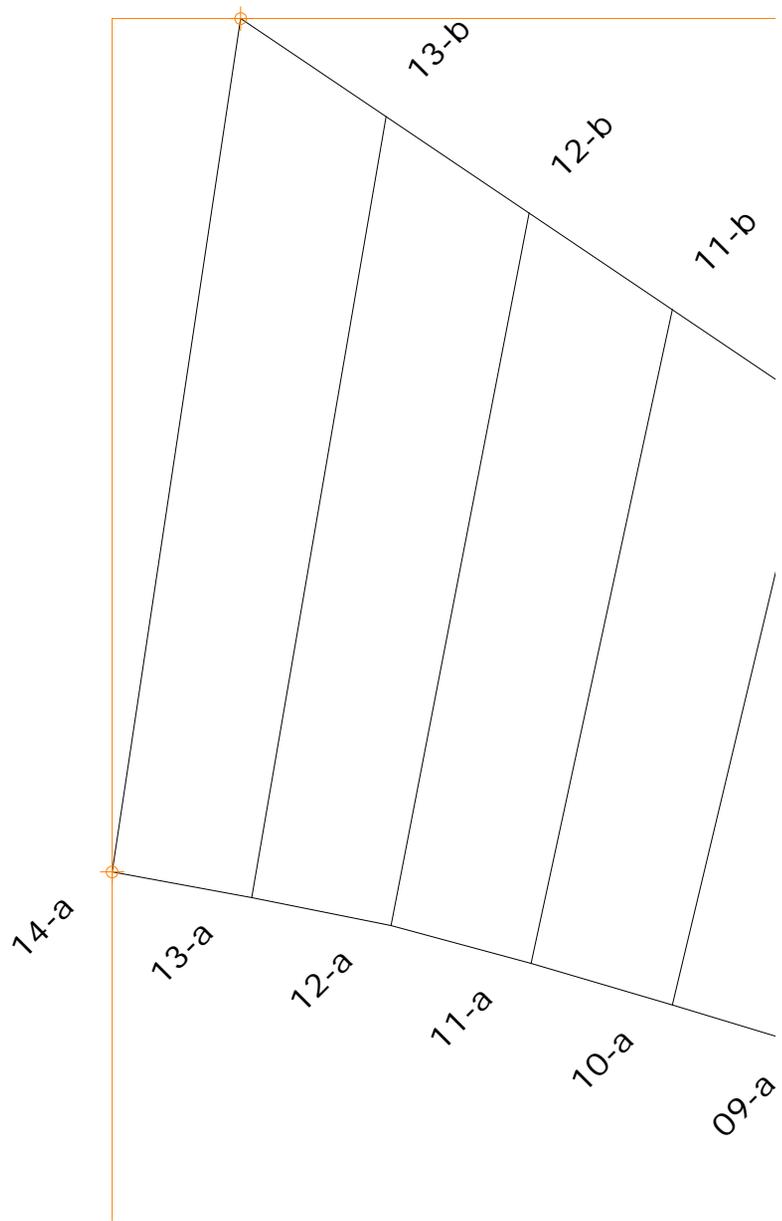
A7. Attache des cônes supérieurs

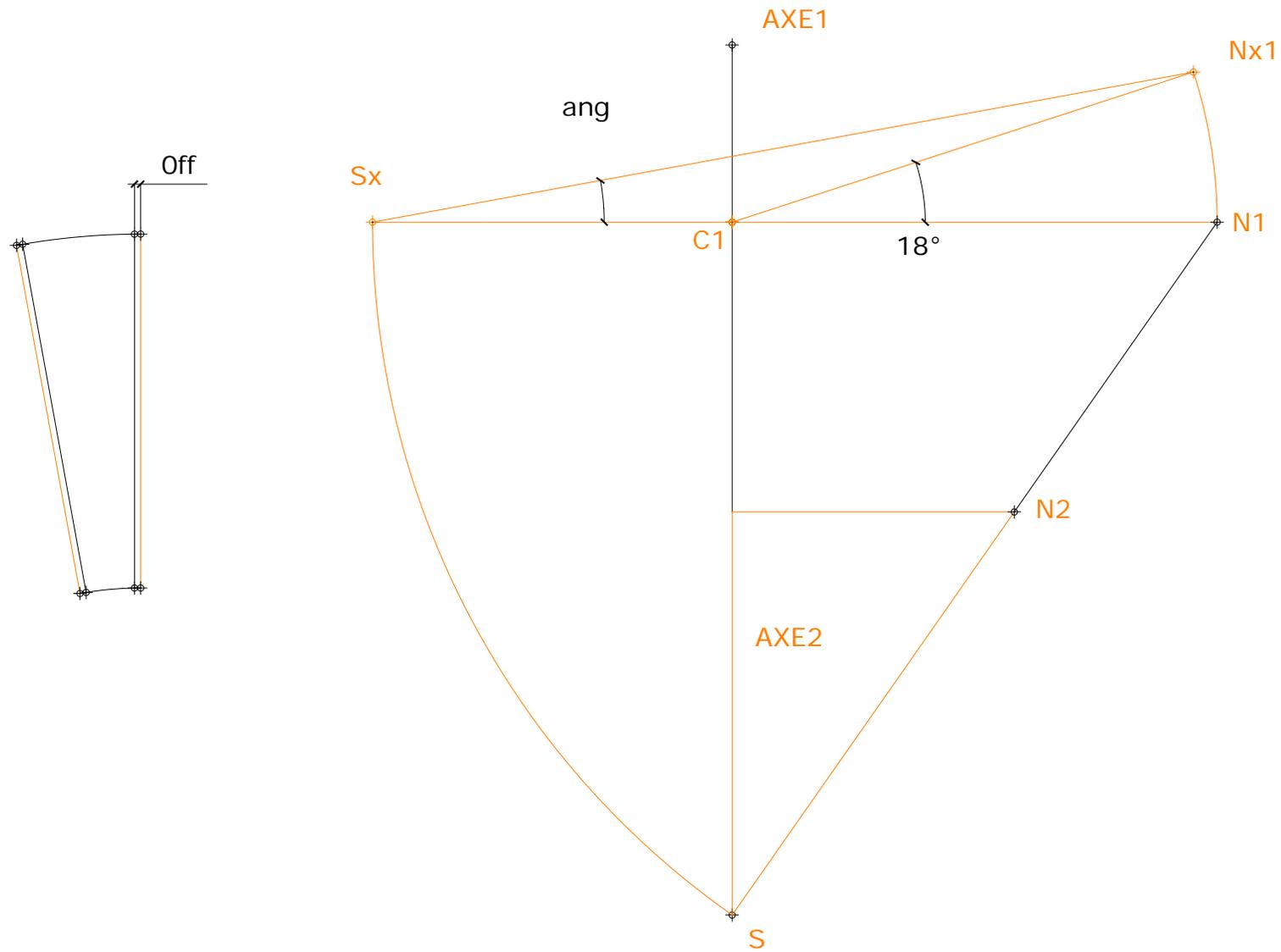


Note:

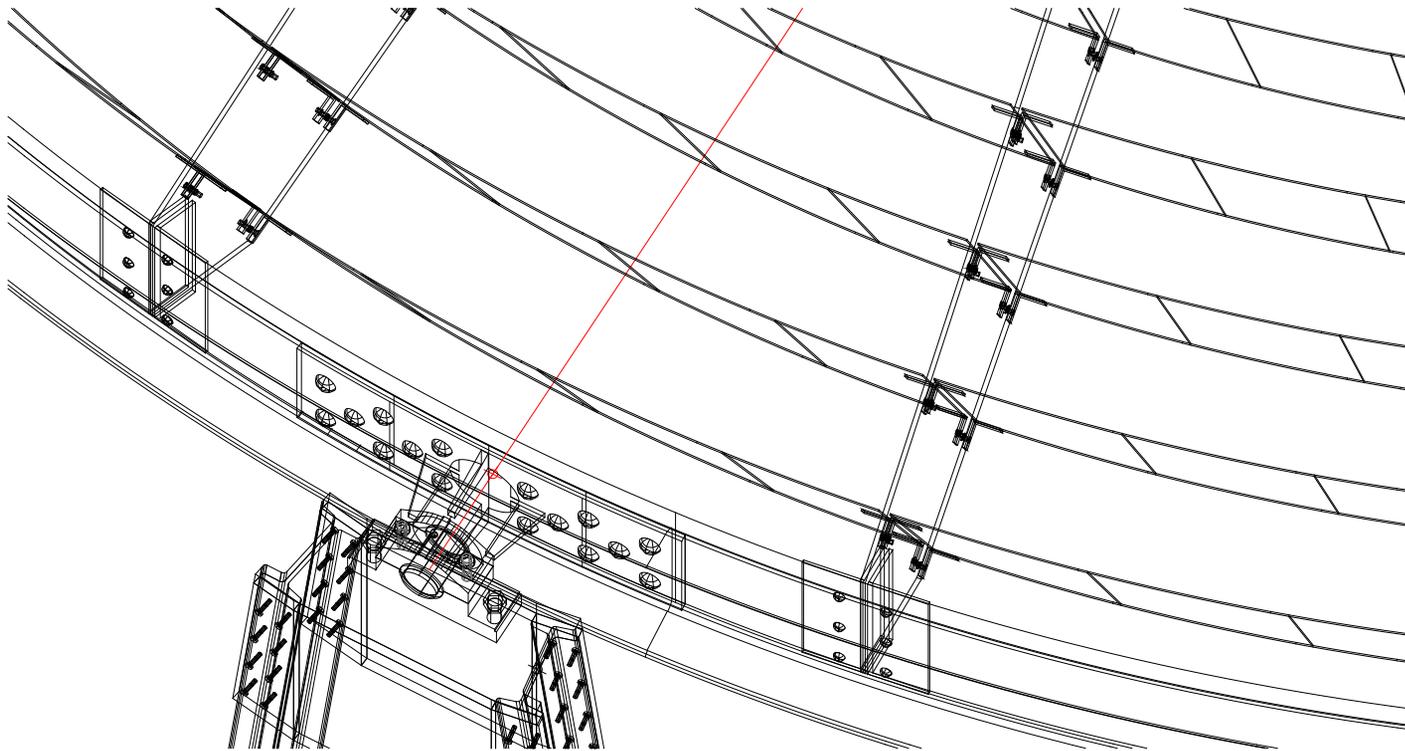
Les miroirs sont développés à plat.
 Les lignes jaune représentent la ligne d'axe des arêtiers.
 La distance entre l'arétier et le miroir est de 2.5 mm
 et l'épaisseur de l'arétier de 3mm,
 ce qui fait une distance de 4 mm entre la ligne d'axe et
 le bord des miroirs.

A2: Dimension des miroirs





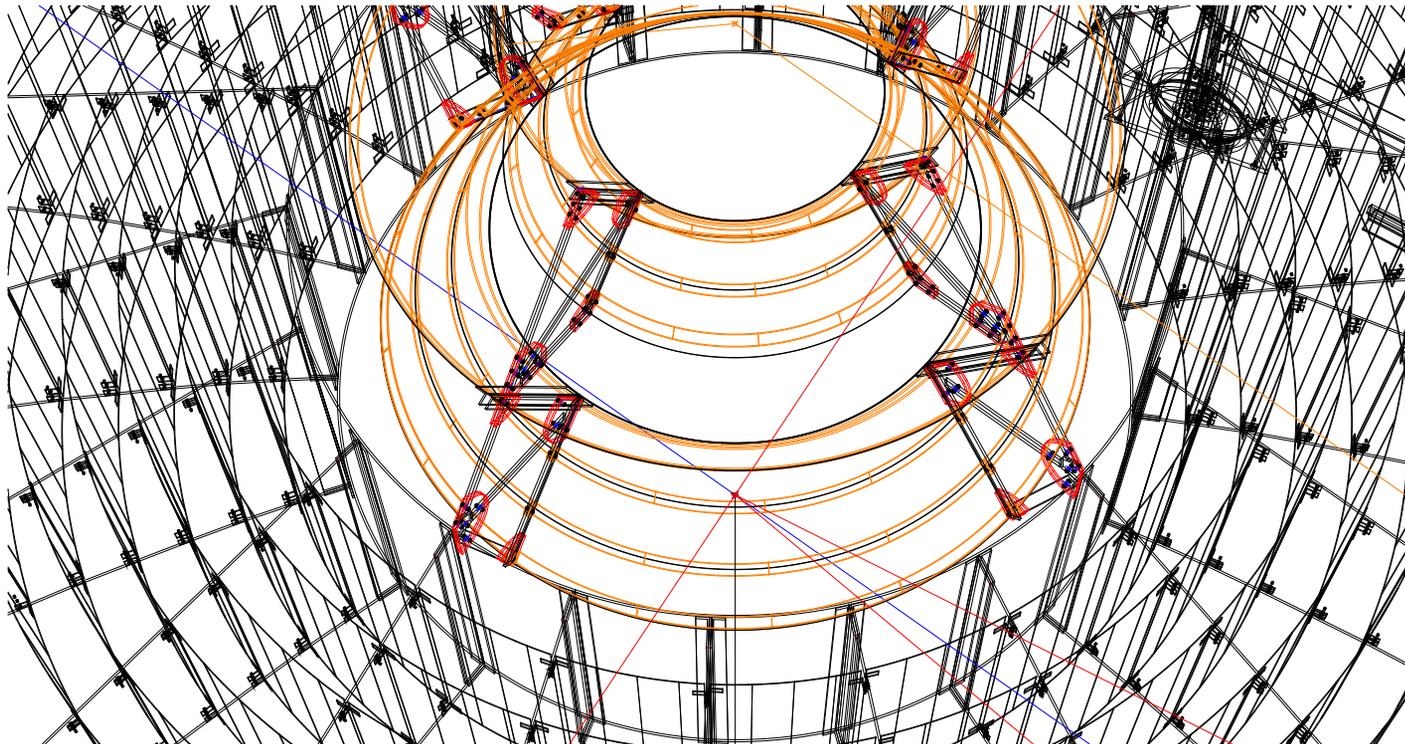
A3. Principe de calcul



Cette série de plan a permis de construire le troisième modèle en 3D pour une dernière vérification de la cohérence de l'ensemble.

À partir de là, René Legal vérifie les calculs structuraux et dessine l'ensemble des plans d'exécution et devis de construction..

Un sale travail!



Four solaire de Sorède
Diaporama des images de synthèse
Mai 2014



