

Art Libre
CopyLeft Attitude
<http://artlibre.org>

Cette notice est en licence libre, vous êtes libre de l'utiliser et de la modifier (voir modalités en dernière page), d'exercer votre esprit critique et de nous faire part de vos remarques constructives.

Le c erificateur solaire

TEMPS DE RÉALISATION

15 heures

COÛT INDICATIF

250 euros

DIFFICULTÉ





Introduction

Un cérificateur solaire est un outil utilisé par les apiculteurs pour faire fondre la cire des cadres de ruches.

Conditions d'émergence

Des apiculteurs nous ont sollicités pour concevoir et fabriquer avec eux un appareil permettant de faire fondre la cire de leurs cadres grâce à l'énergie du soleil. La cire est ensuite vendue à des laboratoires l'utilisant dans la conception de produits cosmétiques.

Historique

Des cérificateurs existent déjà sur le marché, ils utilisent de l'électricité, du gaz ou parfois le soleil pour produire de la chaleur. Selon notre groupe d'apiculteurs les cérificateurs utilisant de l'électricité ou du gaz sont peu performants et consomment beaucoup d'énergie. Quant aux cérificateurs solaires, ils sont assez chers, il faut compter 1500 euros pour acquérir un modèle performant.

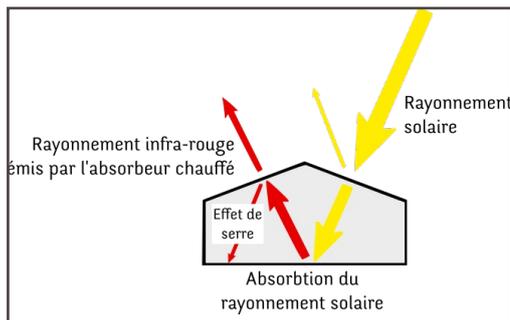
Fonctionnement général

Une ruche est constituée de cadres en bois dans lesquels les abeilles vont construire des structures alvéolaires en cire et en forme de nid d'abeille, à l'intérieur desquelles elles produiront du miel. Le miel est extrait de ces cadres par centrifugation et il ne reste alors plus que la cire. Pour détacher la cire des cadres il faudra faire fondre celle-ci à l'intérieur d'un cérificateur. La fusion de la cire est obtenue par une élévation de température qui s'effectue grâce à une source de chaleur, ici le soleil. Cette notice s'adresse à toute personne pratiquant l'apiculture et désirant auto-construire son cérificateur.

Conception

Comment ça marche ?

Le cérificateur est composé d'un caisson isolé et vitré dans lequel va être concentré le rayonnement solaire. Le double vitrage laissera passer une grande partie du rayonnement solaire, qui est de petite longueur d'onde. En revanche, il va renvoyer à l'intérieur du four une partie du rayonnement infrarouge de grande longueur d'onde émis par la cire chaude et provoquer un "effet de serre" dans le cérificateur. Nous aurons alors une élévation de la température. Ce phénomène utilise la caractéristique de certains matériaux, comme le verre, qui sont transparents au rayonnement solaire et opaques au rayonnement infrarouge. (Photo 2)



Fonctionnement de l'effet de serre

Choix scientifiques

Comment limiter les pertes de chaleur ?

Nous pouvons agir sur plusieurs facteurs :

- La conduction, c'est la propriété d'un matériau à conduire la chaleur. On peut limiter ce phénomène en choisissant un matériau isolant qui va retenir plus longtemps la chaleur à l'intérieur du cérificateur. Nous utilisons de la laine de mouton, c'est un bon isolant, léger et qui résiste à la température du four (jusqu'à 160°C) selon notre expérience. Le choix du double vitrage permet aussi de limiter les pertes par conduction. En effet, la lame d'air immobile entre les deux vitres (le verre est très conducteur) joue le rôle d'un isolant. L'épaisseur de la lame d'air ne doit pas faire plus de 3 cm pour qu'elle reste immobile. Au delà de 3 cm, on risque d'avoir un phénomène de convection naturelle interne au double vitrage.

- La convection est un mode de transfert thermique qui implique un mouvement de la matière à l'intérieur d'un milieu. La fermeture hermétique du cérificateur (utilisation de joints) permet de limiter les pertes par convection avec le milieu extérieur. Il subsistera la convection naturelle à l'intérieur du cérificateur dû à la différence de température entre les parois chaudes et le double vitrage. A l'extérieur du cérificateur le vent créera une convection forcée qui le refroidira.

- Le rayonnement est un transfert de chaleur sous forme d'onde électromagnétique. Tout corps émet un rayonnement qui est fonction de sa température. La cire à l'intérieur du cérificateur émet un rayonnement infrarouge

qu'il va falloir conserver. C'est le rôle du double vitrage, qui crée l'effet de serre. L'absorption du rayonnement par un corps dépend de sa couleur. Celle-ci est maximal pour un « corps noir ». Le récipient qui contient la cire sera donc si possible choisi de couleur foncée pour se rapprocher d'un « corps noir ».

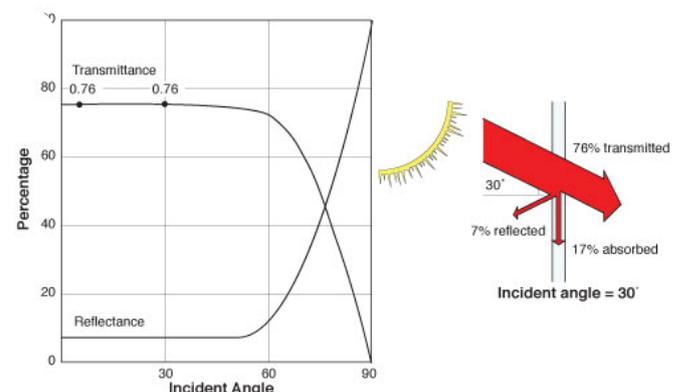
Comment recevoir un maximum de rayonnement ?

Pour recevoir le plus de rayonnement, et ainsi maximiser la puissance de chauffe, il faut présenter la plus grande surface possible au soleil. Les rayons solaires ont la meilleure efficacité énergétique sur une vitre quand ceux-ci arrivent perpendiculairement à cette dernière (pour diminuer l'effet miroir). Il paraît donc intéressant que la vitre soit toujours orientée perpendiculairement au soleil. Cependant, la diminution effective de cette efficacité (la transmittance) a lieu réellement à de grands-angles, comme le montre le diagramme ci-contre (photo 3) à partir de 40° environ. (la courbe de "transmittance" représente la proportion d'énergie passant à travers la vitre étudiée, en fonction de l'angle incident 0° étant la position où les rayons arrivent perpendiculairement).

Mais c'est oublier qu'on présentera une surface moins grande au soleil : se visualiser la variation de l'ombre portée de la surface collectrice, directement égale à la quantité collectée, si elle est inclinée. Ce sont précisément ces deux phénomènes qui plaident pour le fait de rester perpendiculaires au soleil. Numériquement, cela forme des variations totales de pas plus de 30 % en 40°, en combinant les deux phénomènes (40° de désorientation étant atteints en 2h et demi).

Le choix de l'inclinaison de la vitre se fait en fonction de la hauteur du soleil lors de la chauffe. Elle dépend elle-même des paramètres suivants :

- l'heure dans la journée
- le jour dans l'année
- la latitude du lieu



Courbe de la transmittance d'une vitre

L'orientation en azimut étant facile à réaliser en tournant le cériificateur à la main, nous avons fait le choix de ne pas permettre la modification de son inclinaison. Pour avoir une inclinaison idéale, celle où la vitre sera perpendiculaire à la moyenne des positions possibles du soleil, il faut donc établir des compromis et des moyennes entre ces données. En France, en été, une inclinaison de 30 degrés de la vitre par rapport à la ligne d'horizon représente une bonne moyenne (quand le soleil est haut dans le ciel vers midi) et une inclinaison de 60 degrés est plus adaptée à l'hiver (quand le soleil reste bas dans le ciel même à midi). Nous avons choisi une valeur moyenne de 45° pour que le cériificateur soit utilisable en toute saison. Enfin un réflecteur permet de capter une surface de rayonnement plus importante. Si vous voulez l'adapter à votre latitude il faut pour cela utiliser un diagramme solaire.

État de l'art, quelques exemples de cériificateurs solaires

Petit cériificateur solaire à autoconstruire : http://www.pearltrees.com/s/file/preview/84459265/Cerificateur_solaireplan.pdf

Ce cériificateur sera approprié à une utilisation ponctuelle pour un apiculteur amateur. Ces plans sont disponibles sur internet, il est relativement facile à fabriquer (photo 3).

Héliocire, cériificateur géant autoconstruit :

<http://www.apistory.fr/pages/heliocire.html>

Ce cériificateur autoconstruit peut accueillir jusqu'à 100 cadres, ça taille le destine donc à une très grosse exploitation d'apiculture. Ces plans sont disponibles et sa fabrication est de difficulté moyenne, notamment car elle nécessite des compétences en maçonnerie. Il devra rester sur le site où il a été construit, il n'est pas transportable. Par sa taille, trop importante par rapport aux exploitations de nos apiculteurs, ce modèle est inadapté (photo 4).

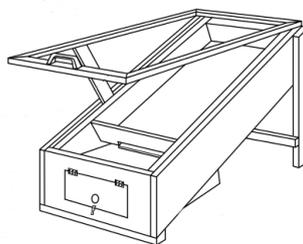
Cériificateur autoconstruit pour une seule taille de cadre : <http://www.aubonmiel.com/construction-dun-cerificateur-solaire/>

Cette conception atypique de cériificateur ne permet d'accueillir qu'une seule taille de cadre ce qui peut être gênant étant donné que la taille varie selon le type de ruches utilisées. Les apiculteurs qui nous ont sollicités possèdent deux types de ruches, des ruches Dadant et des ruches Warré. Ils ont donc deux tailles de cadre, ce qui rend ce type de cériificateur inadapté (photo 5).

Gros cériificateur en acier inox :

<http://www.thomas-apiculture.com/produits/cerificateurs-solaires/cerificateur-solaire-geant-inox/>

Ce cériificateur présente une taille intermédiaire appropriée aux petites exploitations telles que celles de nos apiculteurs. Cependant il est relativement cher, il faut déboursier plus de 1600 euros pour l'acquérir dans le commerce. L'autoconstruction de ce modèle permettra donc d'en réduire significativement le prix (photo 6).



Petit cériificateur à autoconstruire



Héliocire, cériificateur géant autoconstruit



Cériificateur autoconstruit mono-cadre



Gros cériificateur en acier inox

Choix technologiques

Pour concevoir notre c erificateur nous nous sommes inspirés de la conception du gros c erificateur en acier inox. Nous lui avons cependant apporté quelques améliorations comme l'isolation en laine de mouton et le réflecteur (celui-ci nous permet d'augmenter la surface de captation). Nous avons gardé le double vitrage, cependant nous n'avons pas gardé le système d'orientation selon la hauteur du soleil et le réglage de l'azimut se fera par déplacement du four solaire. En effet le système de réglage de l'azimut complique la conception du c erificateur car il nécessite que le moule recevant la cire fondue soit monté sur une balançoire afin de rester toujours à l'horizontale et de ne pas se renverser. De plus pour faire fondre de la cire la température à atteindre et la puissance nécessaire ne sont pas très importantes, le réglage selon la hauteur permet un gain qui n'est pas nécessaire ici. On peut noter aussi que la perte de puissance par l'orientation fixe de la hauteur est aussi compensée par le réflecteur qui augmente la surface de captation.

La conception de ce c erificateur repose sur des assemblages collés et vissés. L'utilisation de vis nous permet d'éviter d'utiliser des serre-joints pour maintenir la pression pendant le temps de séchage de la colle. La pression est obtenue grâce aux vis. Des tasseaux permettent de renforcer les liaisons en augmentant la surface de collage.

Le c erificateur est composé de deux caissons A et B entre lesquels est intercalée de la laine de mouton (annexe B). La liaison mécanique est assurée entre les deux caissons par le cadre C. Le cadre D maintient les vitres du double vitrage, il est vissé et non collé pour permettre un démontage aisé en cas de casse d'une vitre. Le cadre D fait aussi office de porte pour accéder à l'intérieur du c erificateur il est monté sur des charnières et est maintenu fermé grâce à des fermetures. Un joint en mousse assure l'étanchéité entre le cadre C et le cadre D. Le réflecteur E est fixé avec des charnières sur le cadre D, il peut ainsi s'orienter. Il est maintenu en position par une barre H. Les cotés F assurent l'inclinaison à 45  du c erificateur par rapport au soleil. Les cadres remplis de cire seront déposés dans un « bac gastro » en inox alimentaire qui pourra s'acheter facilement dans le commerce. Il faudra juste le percer pour permettre l'écoulement de la cire dans le moule.



C erificateur auto-construit d'Entropie

Matériel

- 0,3 m² de sapin, épaisseur 35 mm
- 2 plaques de contreplaqué de peuplier épaisseur 10 mm
- 1 plaque de contreplaqué de pin maritime épaisseur 18 mm
- 2 m² de laine de mouton, épaisseur 5cm
- 2 charnières 50 x 50 mm
- 2 charnières 60 x 80 mm
- 2 fermails à levier
- 1 rouleau de papier miroir
- 1 vitre en verre standard, 801 x 801 mm, épaisseur 4 mm
- 1 vitre en verre trempé, 801 x 801 mm, épaisseur 4 mm
- 1 bac gastro 2/1, profondeur 100 mm
- 1 moule à cire
- 250 vis 3 x 30 mm
- 8 vis 5 x 70 mm
- 20 vis 5 x 50 mm
- 18 vis 4 x 30 mm
- 6 rivets 3 x 12 mm
- 4 clous 3 x 50 mm

Outils

- Scie sauteuse
- Scie radiale
- Scie à format
- Raboteuse/dégauchisseuse
- Défonceuse
- Perceuse/Visseuse

Fabrication

1. Corroyage / découpage / perçage / usinage

👁 ANNEXE A, B, C, D, E ET F

Nous commençons par corroyer toutes les pièces aux dimensions de la fiche de débit de l'annexe A. Il faudra utiliser une raboteuse dégauchisseuse pour mettre en forme les tasseaux en épicéa , et . Les panneaux de contreplaqué de peuplier seront découpés à l'aide d'une scie circulaire sur rail ou d'une scie à format et , les arrondis seront fait à la scie sauteuse.

Nous traçons puis perçons tous les trous de toutes les pièces et . Puis on usine les feuillures sur les 4 pièces D1 (1 feuillure par pièce) .



Dégauchissage des pièces en épicéa



Rabotage des pièces en épicéa



Mise à longueur des pièces en épicéa



Débit du contreplaqué à la scie circulaire sur rail



Débit du contreplaqué à la scie à format



Gabarie d'usinage des feuillures du cadre D à la défonceuse munie d'une douille à copier



On perce tous les trous sur une planche martyre



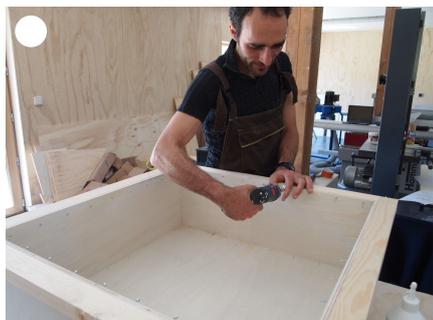
Traçage des perçages

2. Caisson – Assemblage A, B et C

👁 ANNEXE G ET H



Assemblage du cadre C sur le caisson B par collage et vissage



Assemblage du cadre C sur le caisson B par collage et vissage



Assemblage du côté A1 sur le cadre C par collage et vissage



Assemblage du côté A2 sur le cadre C par collage et vissage



Assemblage du côté A2 sur le cadre C par collage et vissage



Insertion de la laine de mouton entre les deux caissons



Fermeture du caisson

Avant de mettre le fond, on insère l'isolant souple entre les deux caissons. Dans notre cas, nous avons choisi de la laine de mouton. On peut enfin fermer le caisson avec la pièce A3 et (étape 8).



Vissage des charnières du cadre D

3. Double vitrage, réflecteur et pieds – Assemblage D, E, F et H

👁 ANNEXE A, G ET H

Le cadre D est ensuite assemblé en escargot une première fois par simple vissage. Les vitres y seront insérées à la fin de la construction. Cela permet d'éviter de les casser malencontreusement par une mauvaise manipulation ou par une vis un peu trop longue qui viendrait taper dans la vitre.

Le cadre D et le réflecteur E sont fixés avec des charnières (étape 9 et 10) et . On met ensuite le caisson à l'envers pour fixer les cotés F, et .



Rivetage des charnières du réflecteur



Vissage des cotés F



Clou tordu sur un des cotés de la pièce H



Fixation des fermoirs avec des rivets

Enfin, les vitres peuvent être insérées. Pour cela on dévisse un élément D1. On glisse la vitre en verre trempé côté four et l'autre, en verre standard, côté extérieur, puis on visse la pièce D1.

On perce aussi les deux pièces H à leur extrémité, de deux trous de diamètre 3 mm et de 20 mm de profondeur. Les clous de diamètre 3 mm et de longueur 50 mm sont insérés dans les trous précédemment percés puis on en coupe la tête avec une scie à métaux et on les tord à un angle de 30° . Afin de bloquer le cadre D, nous fixerons des fermoirs entre le cadre et le reste de l'assemblage .

4. Support bac à cire et perçage bac gastro

👁 ANNEXE G

Nous allons percer le bac gastro, 2 petites lignes de trous sur l'arrondi d'un grand côté du bac suffisent .

On peut maintenant finir avec le support de bac à cire, en collant et vissant les pièces G1 et G2 ensemble .

Voilà votre cérificateur est fini .



Perçage du bac gastro



Assemblage du support du bac gastro



Le cérificateur fini



Avantages

- Cérificateur de taille moyenne correspondant à une petite exploitation apicole
- Coût des matériaux de fabrication faible par rapport au prix du cérificateur neuf du commerce
- Le fonctionnement solaire permet de réduire le coût énergétique de cet opération.



Inconvénients

- Assez lourd et encombrant à transporter
- Le cérificateur ne fonctionne pas si il n'y a pas de soleil.



Optimisations possibles

- Pour augmenter les performances nous pourrions peindre en noir l'intérieur du cérificateur. La seule difficulté sera de trouver une peinture noire alimentaire résistante à de hautes températures.
- Nous n'avons pas testé la bonne résistance à la température du contreplaqué du caisson B. Peut être que celui-ci se détériorera avec le temps et qu'il faudra le remplacer par un caisson en tôle.
- Une assistance électrique en cas de mauvais temps pourrait être prévue.
- Le modèle de cérificateur que nous avons conçu est un modèle assez "luxueux" avec une excellente isolation qui lui permet de monter à des températures suffisantes pour être également utilisé comme four solaire afin de cuire des aliments. Il pourrait être envisagé de se contenter d'un simple vitrage et de ne pas isoler le caisson. En effet, la température de fonte de la cire (environ 70°) n'exige pas une telle concentration de chaleur. D'autre part, nous pouvons nous demander dans quelle mesure le double vitrage ralenti la chauffe du cérificateur en limitant la pénétration des rayons solaires dans la cuve. Il faudrait trouver le compromis idéal entre pénétration du rayonnement solaire et isolation afin de préserver la chaleur et de générer "l'effet de serre" à l'intérieur du cérificateur.

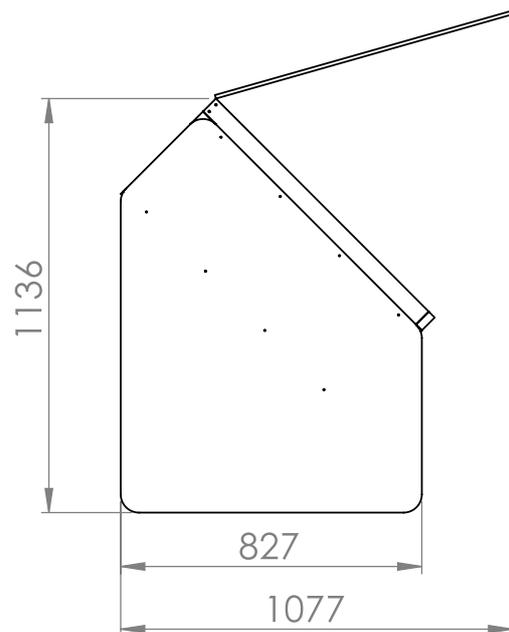
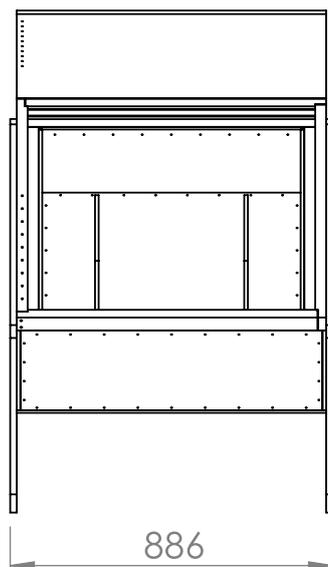


Ouvrages de référence

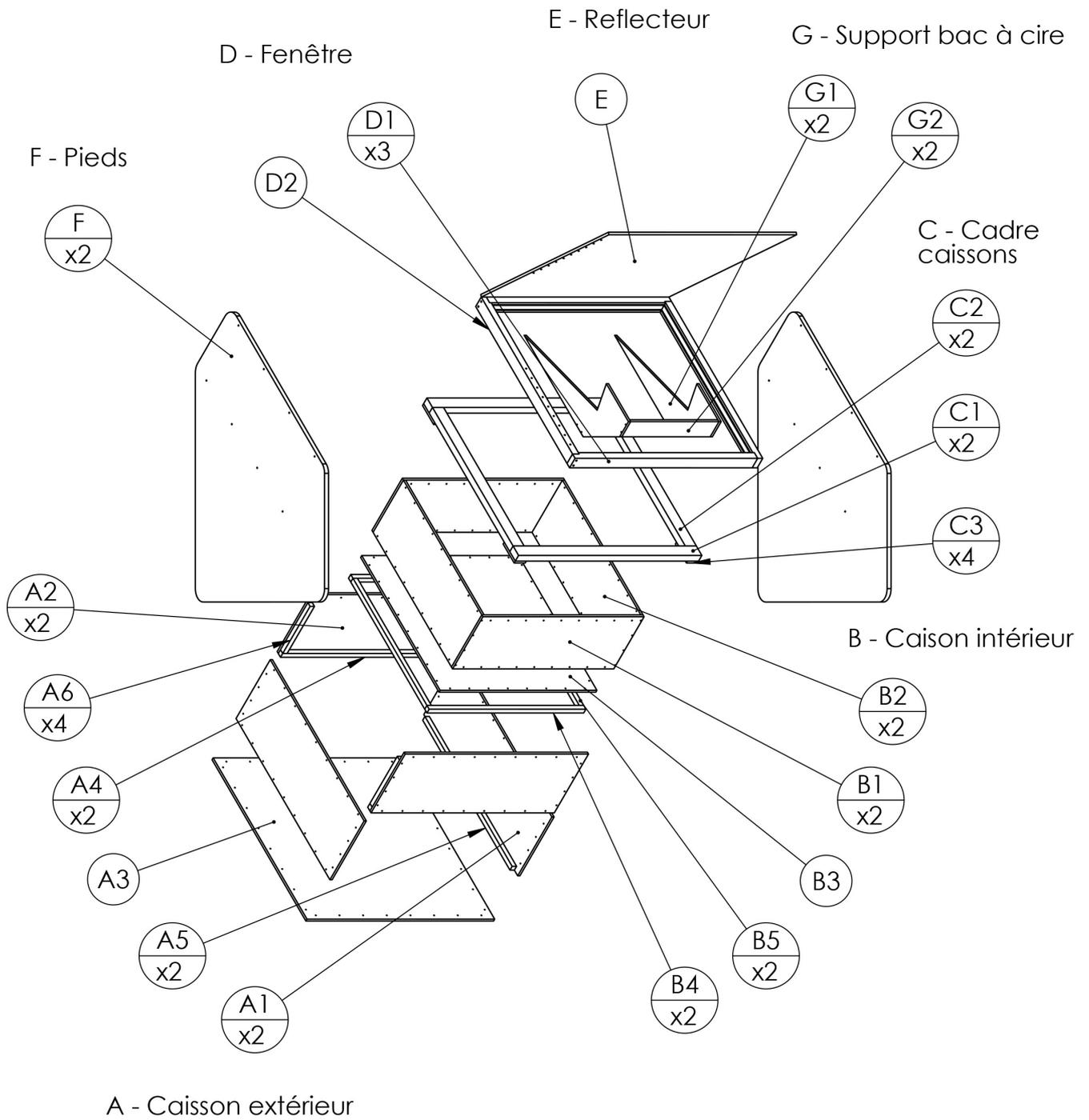
- Petit cérificateur solaire à autoconstruire :
<http://www.pearltrees.com/s/file/preview/84459265/Cerificateursolaireplan.pdf>
- Héliocire, cérificateur géant autoconstruit :
<http://www.apistory.fr/pages/heliocire.html>
- Cérificateur autoconstruit pour une seule taille de cadre :
<http://www.aubonmiel.com/construction-dun-cerificateur-solaire/>
- Cérificateur géant en acier inox :
<http://www.thomas-apiculture.com/produits/cerificateurs-solaires/cerificateur-solaire-geant-inox/>

Tous ces sites ont été consulté le 09/01/2016.

Nom et nb de pièces	Matériaux	Epaisseur (mm)	Largeur (mm)	Longueur (mm)
A1 x2	contreplaqué peuplier	10	310	850
A2 x2	contreplaqué peuplier	10	310	830
A3 x1; E x1	contreplaqué peuplier	10	850	850
A4 x2	tasseau épicéa	20	20	830
A5 x2	tasseau épicéa	20	20	790
A6 x4	tasseau épicéa	20	20	248
B1 x2	contreplaqué peuplier	10	275	730
B2 x2	contreplaqué peuplier	10	275	710
B3 x1	contreplaqué peuplier	10	710	710
B4 x2	tasseau épicéa	20	20	710
B5 x2	tasseau épicéa	20	20	670
C1 x2	tasseau épicéa	30	50	830
C2 x2	tasseau épicéa	30	50	730
C3 x4	contreplaqué peuplier	10	50	100
D1 x3; D2 x1	tasseau épicéa	30	50	827
F x2	contreplaqué pin maritime	18	827	1080
G1 x2	contreplaqué peuplier	10	245	720
G2 x2	contreplaqué peuplier	10	80	400
H x2	tasseau épicéa	20	20	900
I x2	vitre	4	801	801

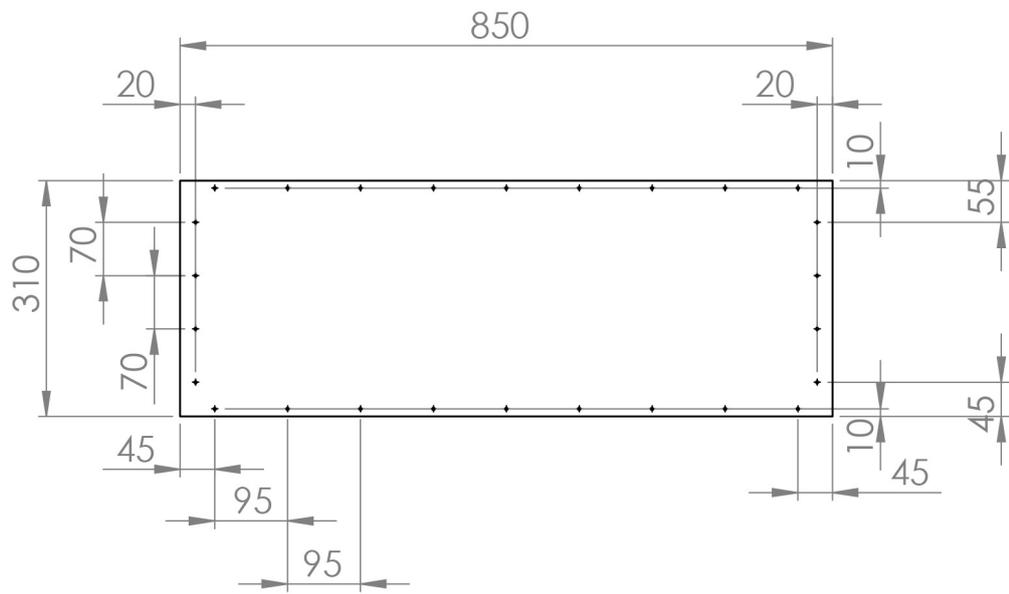


ANNEXE A
Fiche de débit

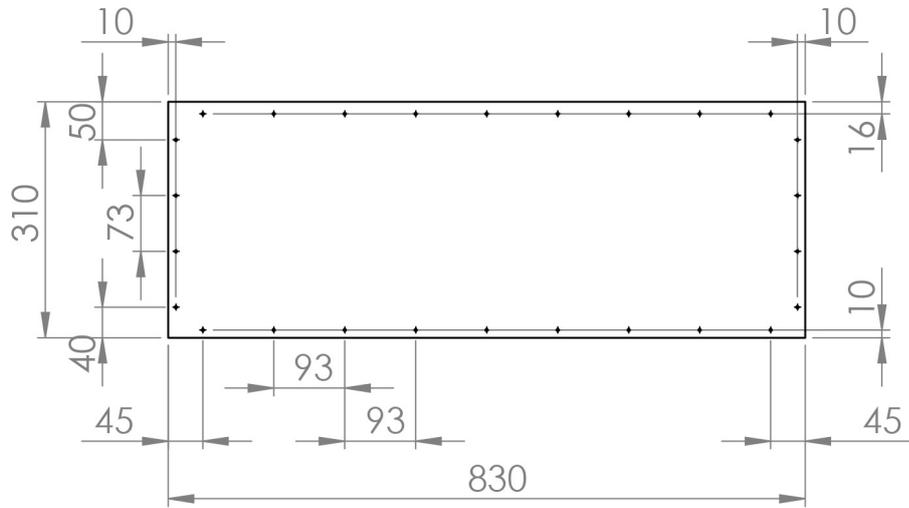


ANNEXE B
 Vue éclatée

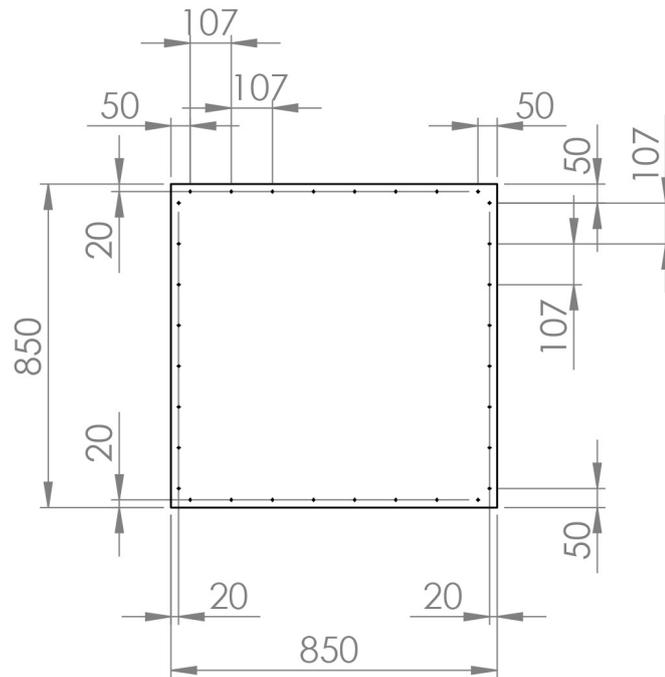
A1
x2



A2
x2

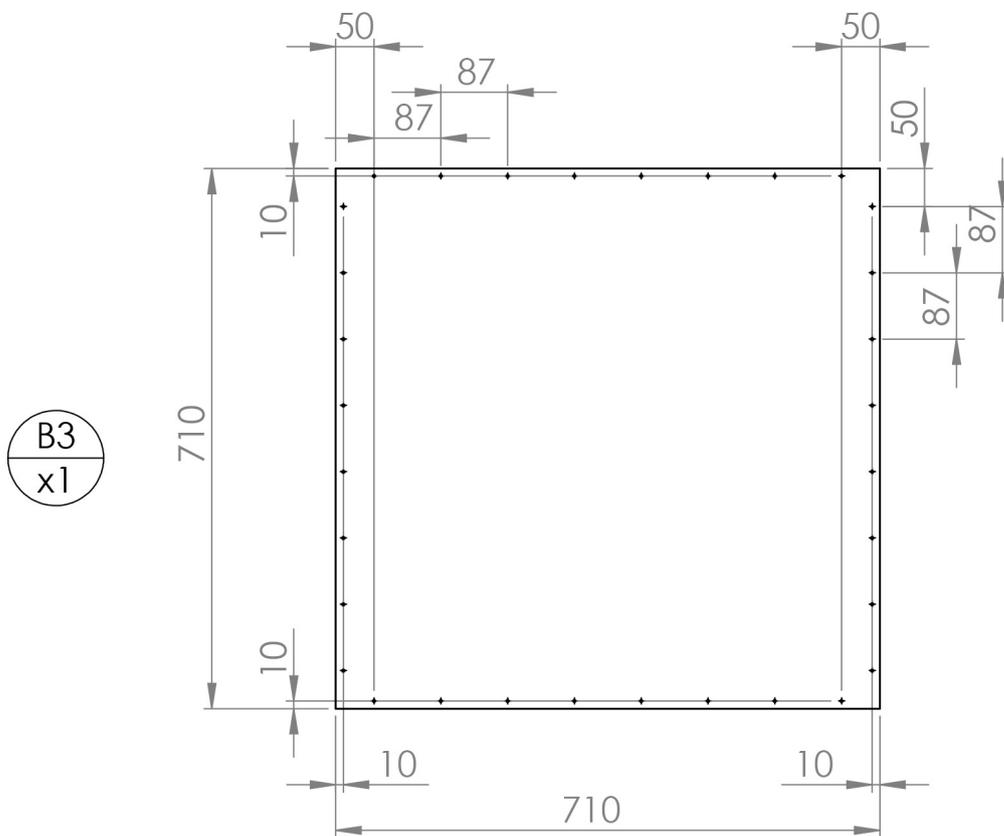
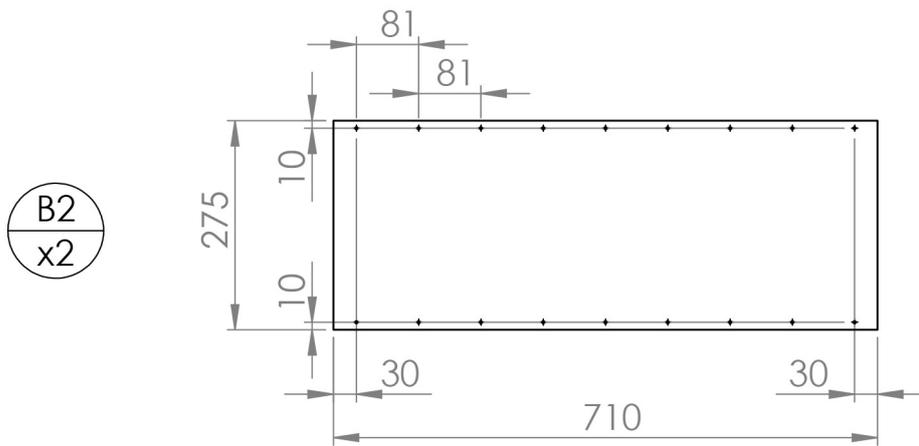
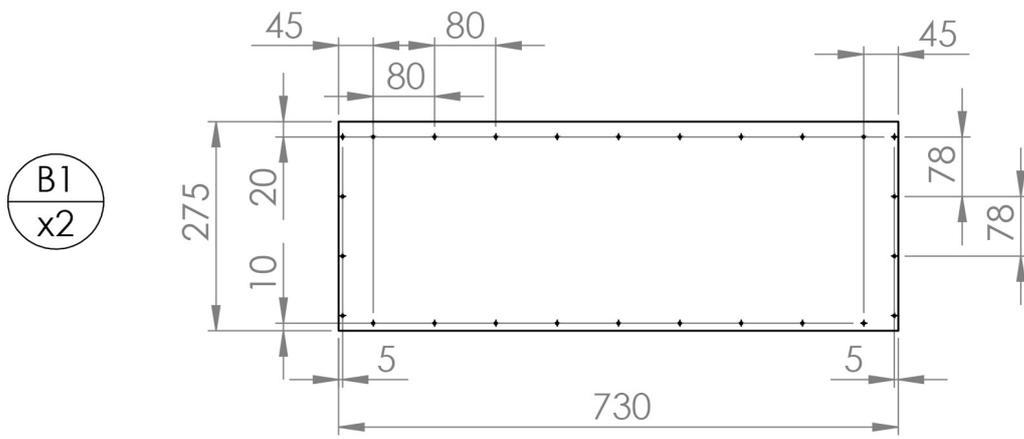


A3
x1



ANNEXE C

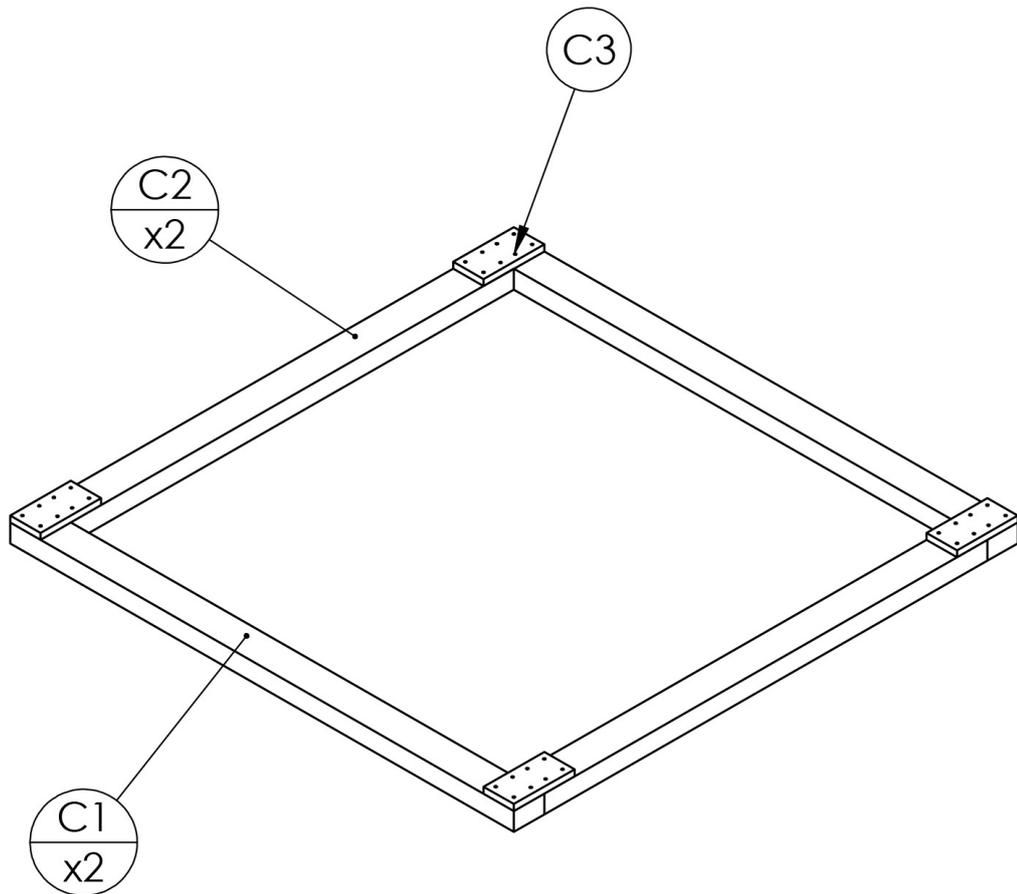
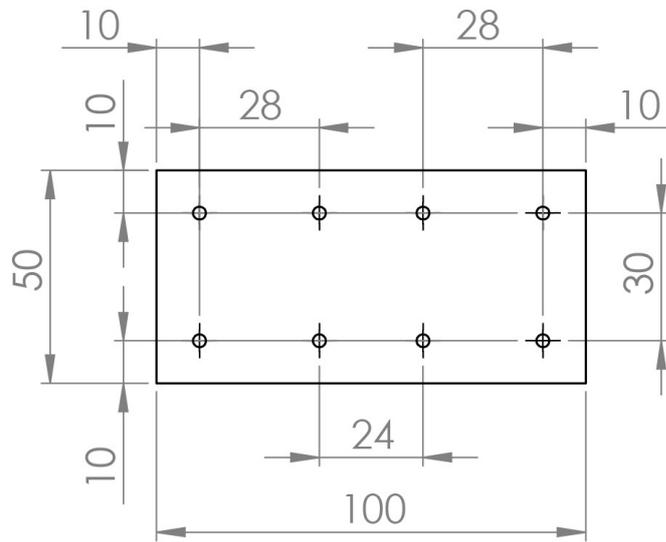
Caisson extérieur : vue de détail



ANNEXE D

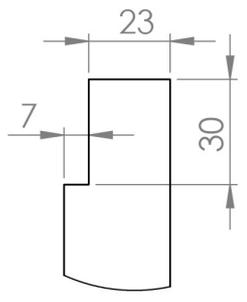
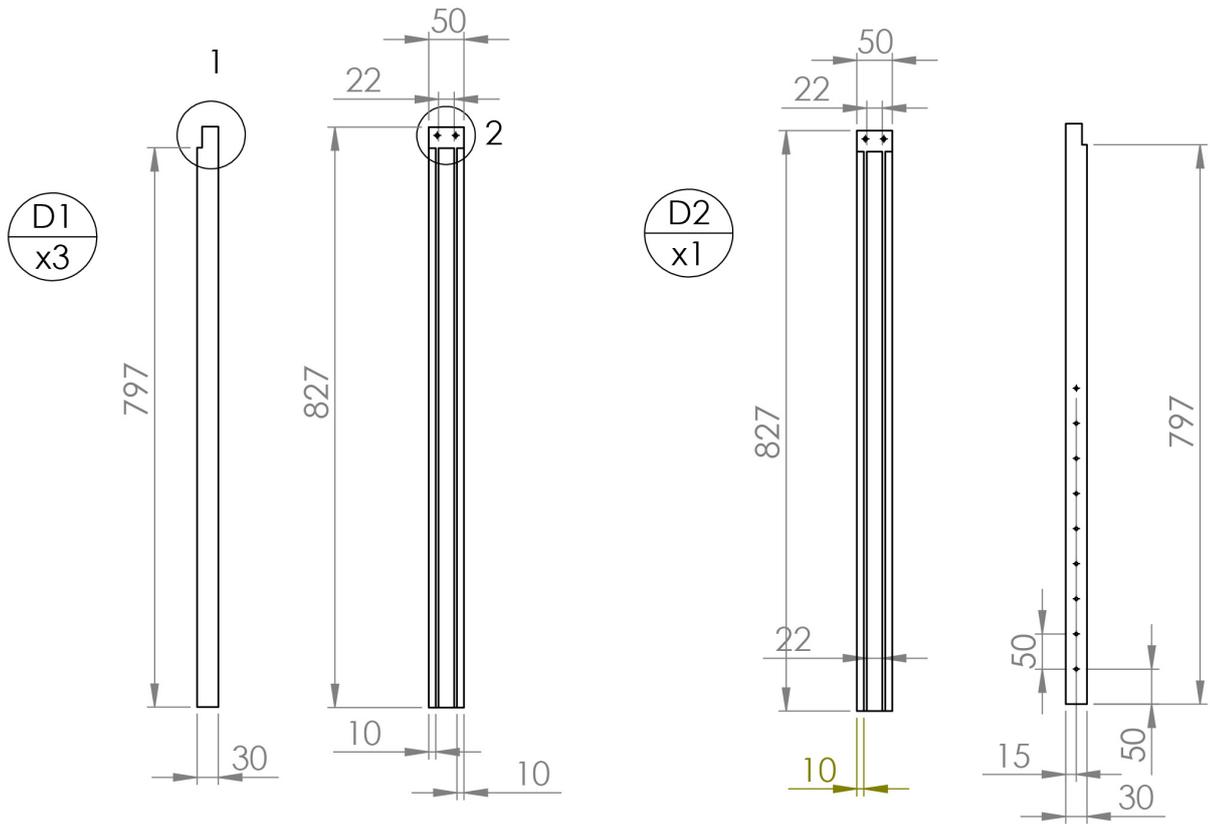
Caisson intérieur : vue de détail

C3
x4

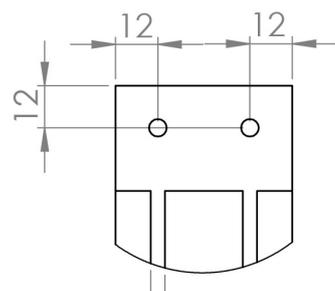


ANNEXE E

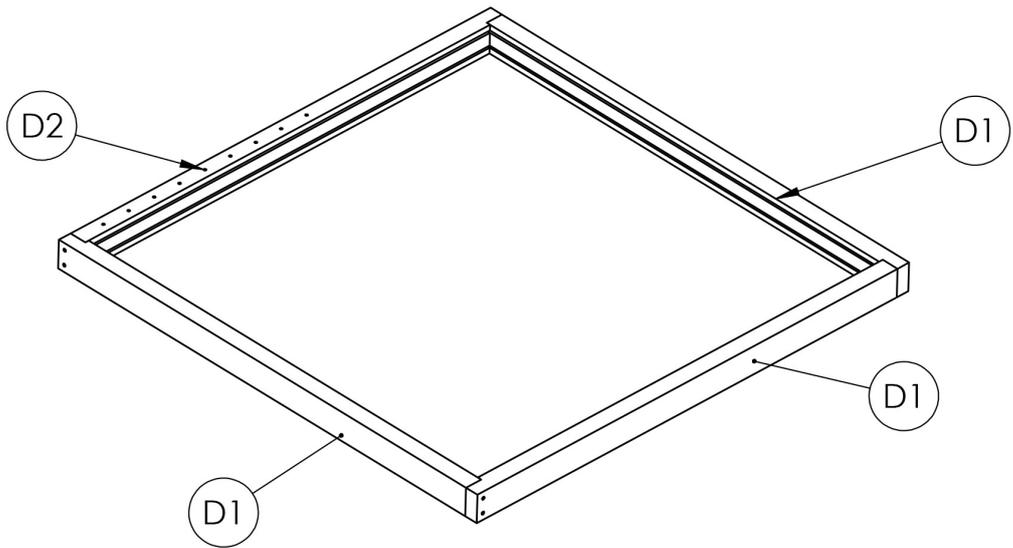
Cadre caisson : vue de détail



DÉTAIL 1
ECHELLE 1 : 2

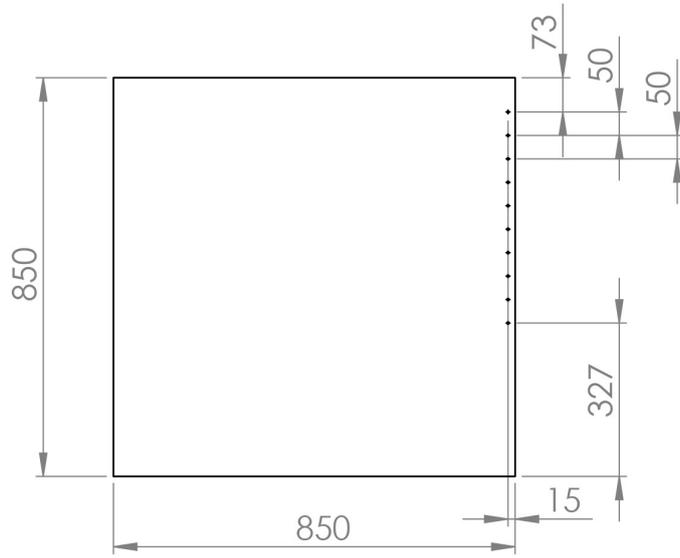


DÉTAIL 2
ECHELLE 1 : 2

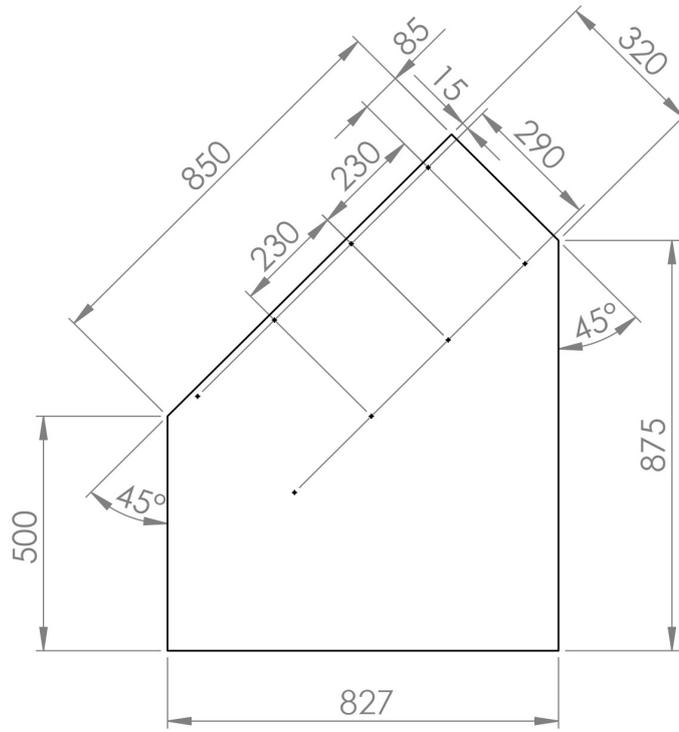


ANNEXE F
Fenêtre : vue de d'ensemble et de détail

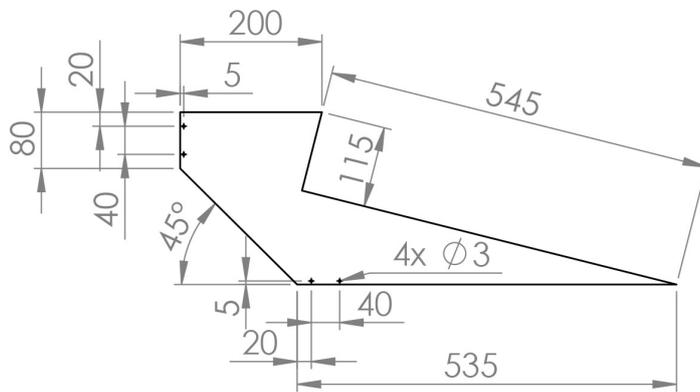
E
x1



F
x2



G1
x2



ANNEXE G

Vue de détail : E, F et G

