LOVE STORY EN 3D : C'EST DANS LA BOITE !

C'EST DANS LA BOITE !

Découvrons la modélisation et l'impression 3D

TINKERCAD — AUTODESK TINKERCAD

PRUSA RESEARCH — FLSUN

ADAGOMA — CREALITY — ANYCUBIC

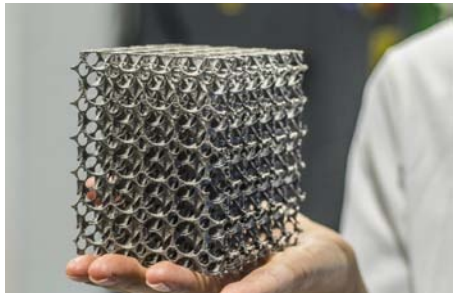
UltiMaker — Bambu Lab

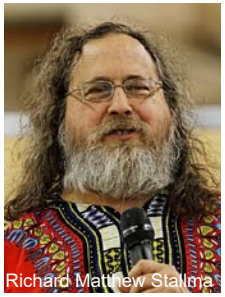
3DEER — DREMEL 3D IDEA BUILDER

ELEGOO — SOVOL

MakerBot

LONGER — Cubify




Richard Matthew Stallma

Linus Benedict Torvalds

Création maquette et contenu par Laurent Gatto
laurent.gatto@free.fr - http://laurent.gatto.free.fr

C'EST DANS LA BOITE !

Objectif de l'atelier

Être capable de modéliser un objet simple en 3D avec un logiciel adapté et de préparer un fichier pour l'impression 3D.

Au cours de cet atelier nous allons donc apprendre à :

- modéliser un objet en 3D simple mais nécessitant différentes opérations (déformations, rotations...).

- Puis nous allons préparer les fichiers pour l'impression 3D en utlisant un slicer.

C'EST DANS LA BOITE !

Re-contextualisation

Dans la séance précédente nous avons abordé

- **Des principes et des applications de l'impression 3D**

Définition et principe de base, usages dans la vie quotidienne.
Domaines d'application (santé, architecture, prototypage, etc.).

https://www.youtube.com/watch?v=8_T6-VEooUw

https://www.youtube.com/watch?v=XSHu6CevK74

https://www.youtube.com/watch?v=dJIzIgT0e8E

https://www.youtube.com/watch?v=0KgxAwlho1E

https://www.youtube.com/watch?v=Byly4HZccSY

https://www.youtube.com/watch?v=QfGX9aOSbtU

C'EST DANS LA BOITE !

Re-contextualisation

Dans la séance précédente nous avons parlé

- **Des différentes imprimantes 3D et leur fonctionnement**

Types de matériaux, processus de dépôt de filament (FDM - Fused Deposition Modeling), temps d'impression.

- **Des différents logiciels utilisés et de leurs fonctions**

Modélisation et Slicer...

AUTODESK® TINKERCAD®

cura.

C'EST DANS LA BOITE !

AUTODESK TINKERCAD

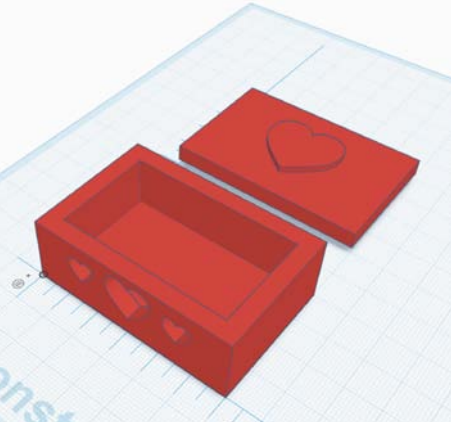
Il nous reste donc à apprendre à modéliser un objet en 3D :

Découverte de l'interface de Tinkercad et modélisation d'un objet (boite) en 3D.

Préparer l'objet modélisé pour l'imprimante 3D :

Concept de découpe.

Découverte du slicer Cura et des fonctions de base et découpe de l'objet.

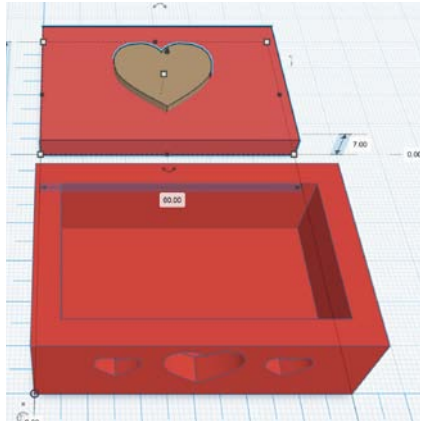


UltiMaker

On y va ! ;)

Les participants peuvent se mettre en binômes.

Bon atelier !



Le support de cours sera remis et/ou téléchargeable à la fin de la séance.

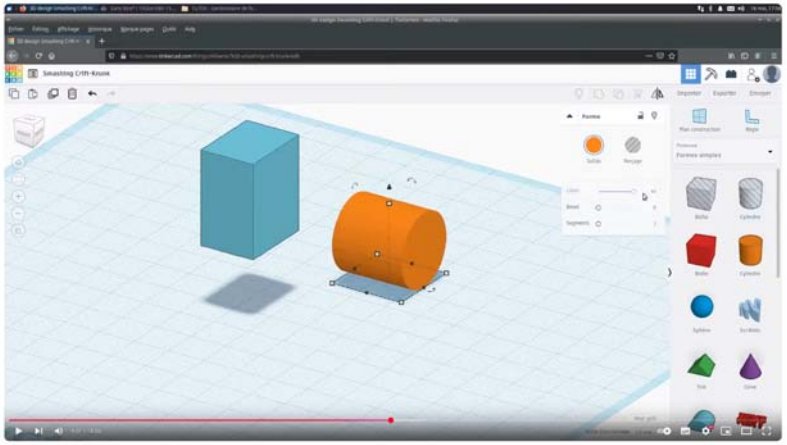
C'EST DANS LA BOITE !

Petit rappel sur l'impression 3D :

les imprimantes 3D grand public les plus populaires et accessibles
sont celles utilisant des bobines de filament (FDM - Fused Deposition Modeling) ou de la résine.
Elles fonctionnent pour la plupart par ajout de couches successives de matière
(un peu comme vous faites une spirale de chantilly sur une glace).

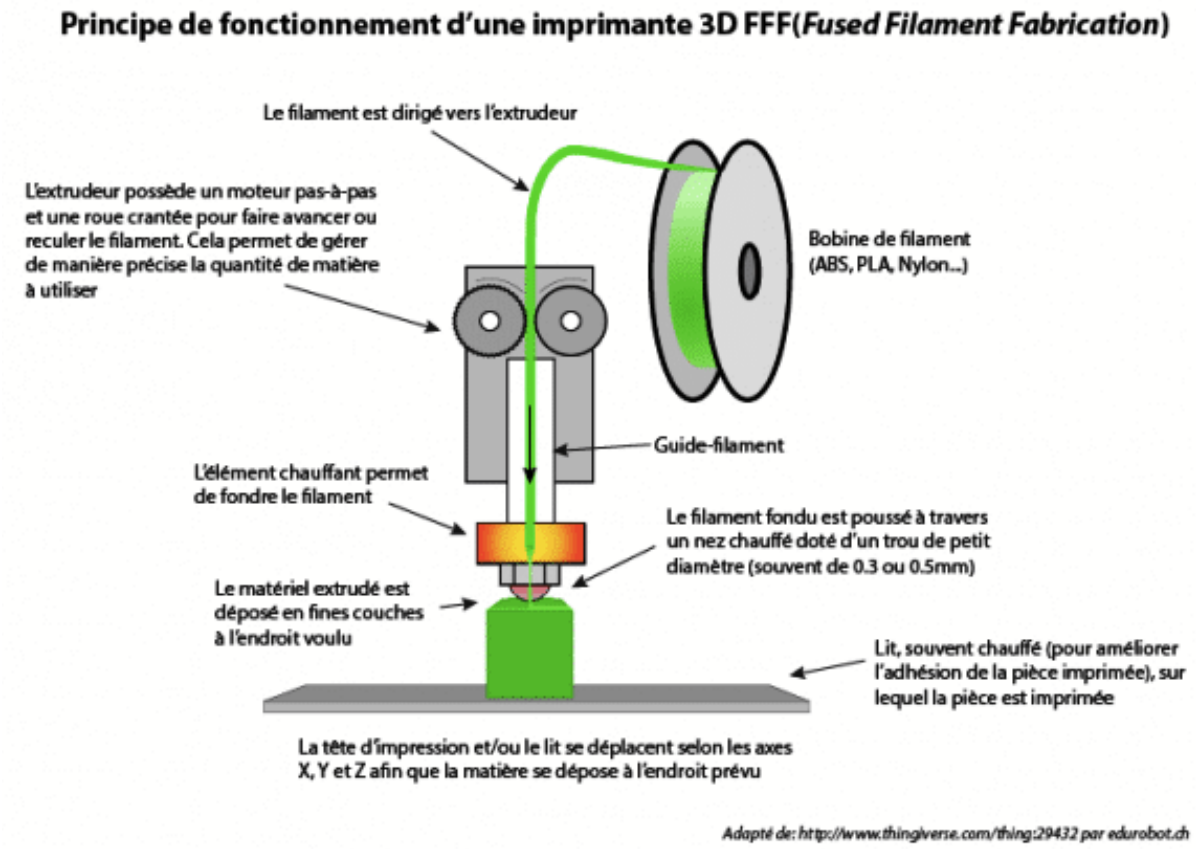
L'impression 3D : Les différentes techniques d'impression 3D

https://www.youtube.com/watch?v=bIuSeHdkNho



Tuto Tinkercad Autodesk : découverte et prise en main

https://www.youtube.com/watch?v=T2vkTBh40pI



https://www.retrofuturparis.com/2023/08/10/comprendre-limpression-3d-et-ses-applications/

C'EST DANS LA BOITE !

Présentation de l'interface de Tinkercad

Avant de pouvoir imprimer un objet il faut d'abord le créer (nous pouvons aussi le charger déjà fait sur des sites comme https://www.thingiverse.com/).

La première étape va consister à créer l'objet en 3D, après nous pourrons alors envisager l'impression 3D.

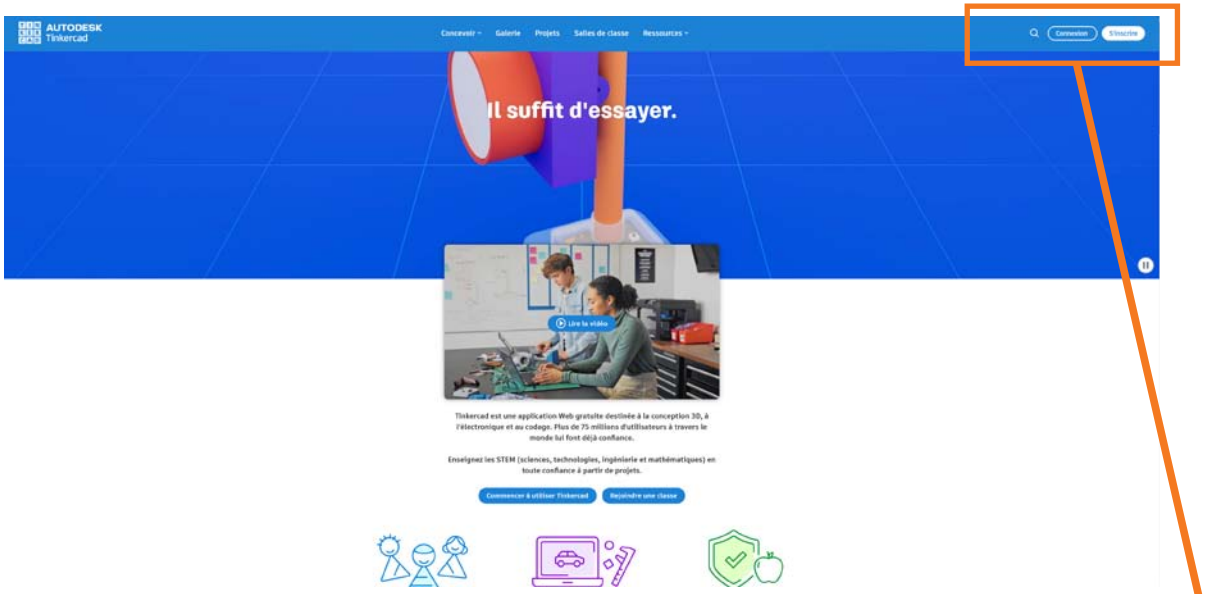
Nous avons 2 solutions pour accéder à l'interface de Tinkercad :

1 - Avec le programme : nous Lançons simplement Tinkercad (par le menu Windows ou en double cliquant sur l'icône sur le bureau).

2 - Nous pouvons utiliser le site tinkercad.com qui permet de nombreuses choses dont la modélisation 3D.

Pour commencer nous allons donc ouvrir ce site dans un navigateur en tapant : tinkercad.com dans la barre de navigation.

Nous allons arriver sur cette page :



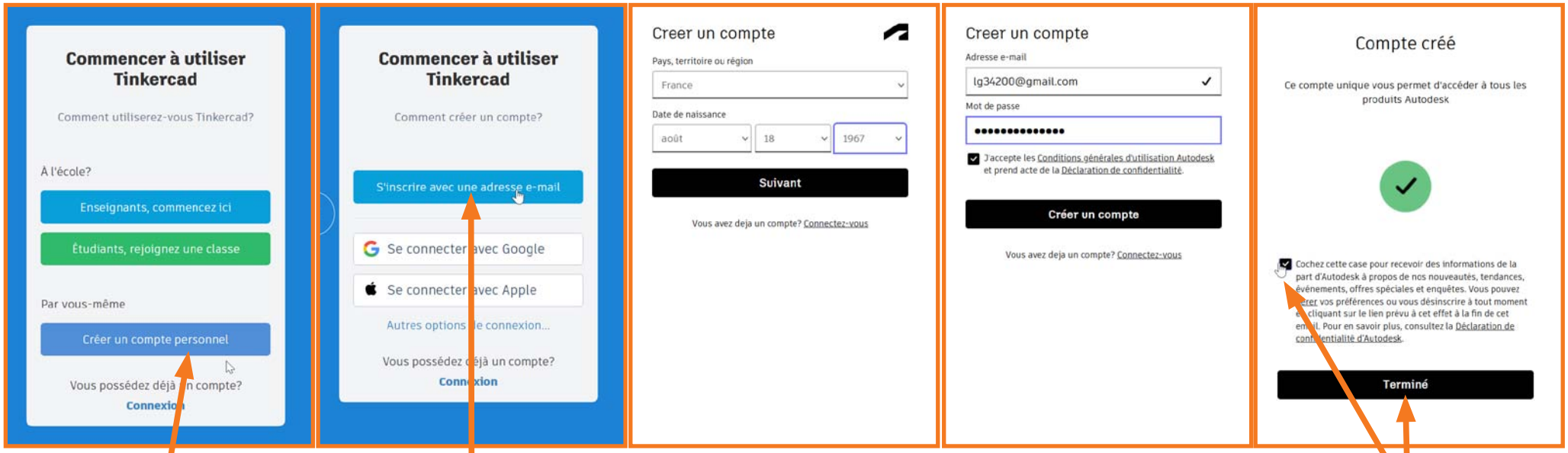
Avant de commencer il faut se connecter ou ouvrir un compte pour pouvoir utiliser le site et stocker en ligne ses projets. **En haut à droite de la page :**

C'EST DANS LA BOITE !

Présentation de l'interface de Tinkercad

Nous allons utiliser un compte personnel et nous inscrire avec notre adresse mail :

Puis remplir simplement les informations demandées jusqu'à finaliser l'inscription (en oubliant pas d'utiliser un mot de passe «fort» et de le noter).



1. Créer un Compte Personnel
2. S'inscrire avec une adresse e-mail
3. Remplir avec le pays et la date de naissance
4. Indiquer son e-mail et le mot de passe
5. Le Compte est créé !!!

Vous pouvez aussi utiliser ce mail pour l'exercice :

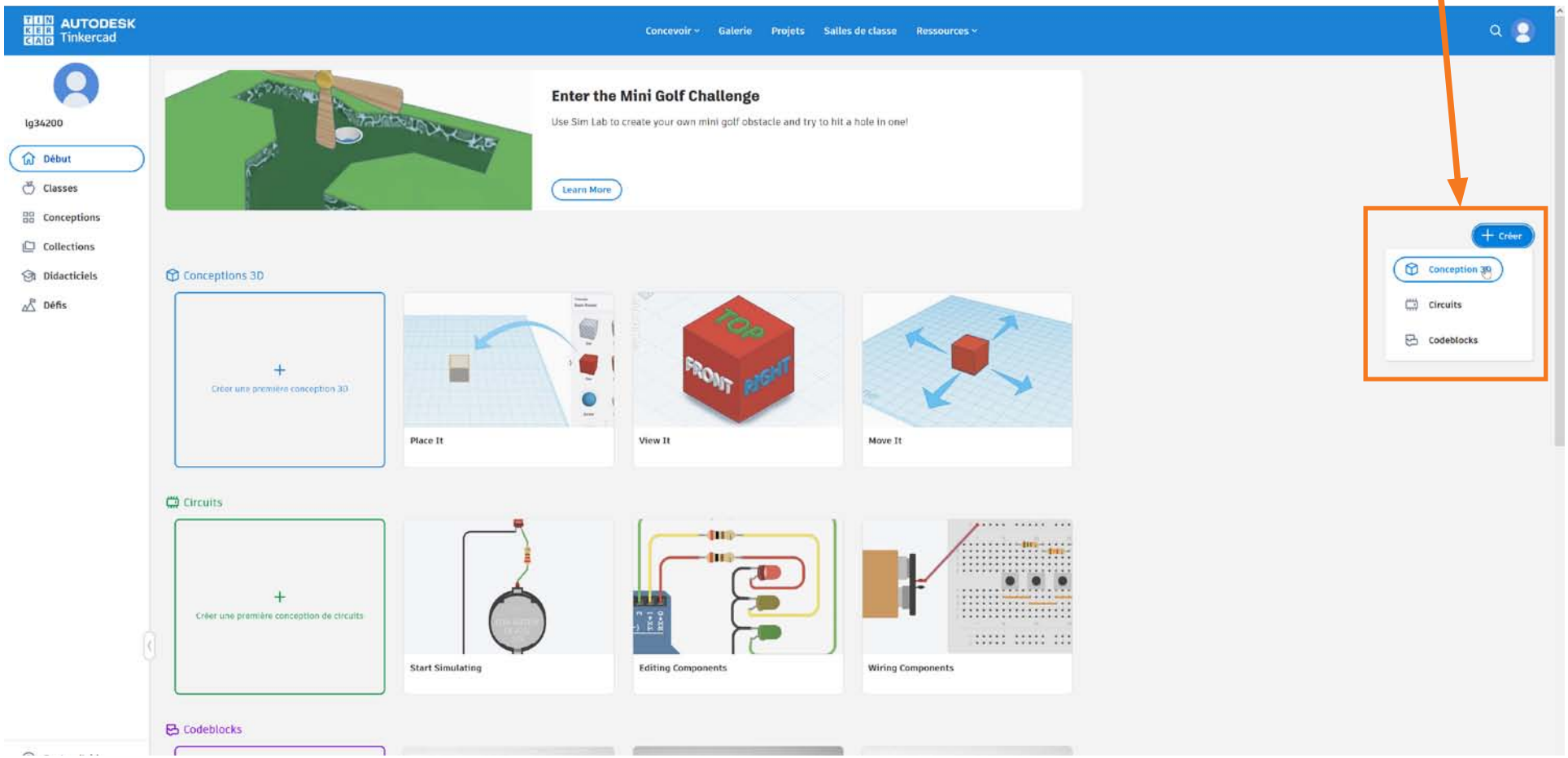
Mail : candidatremn2025@gmail.com

Mot de passe : remn-2025

C'EST DANS LA BOITE !

Présentation de l'interface de Tinkercad

Nous allons arriver sur cette page et cliquer sur Conception 3D



C'EST DANS LA BOITE !

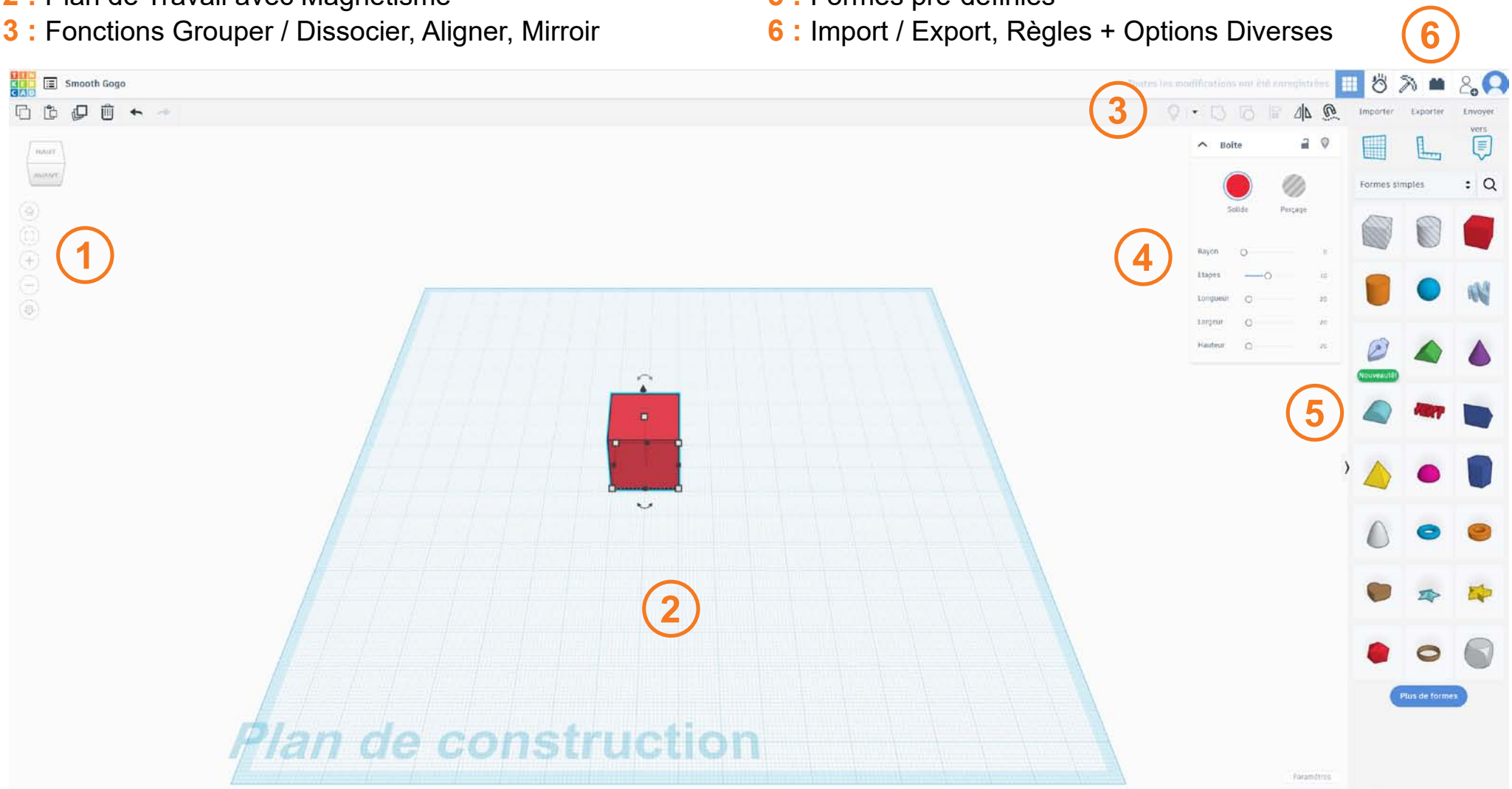
AUTODESK® TINKERCAD®

Présentation de l'interface de Tinkercad

Nous sommes enfin sur le plan de travail de Tinker !

Nous allons pouvoir découvrir les principaux outils sur lesquels nous reviendrons plus en détail pendant la modélisation 3D.

1 : Zoom, Type de vue...
2 : Plan de Travail avec Magnétisme
3 : Fonctions Grouper / Dissocier, Aligner, Mirroir
4 : Type d'objet (Solide ou Perçage) et options...
5 : Formes pré-définies
6 : Import / Export, Règles + Options Diverses



C'EST DANS LA BOITE !

AUTODESK TINKERCAD

Présentation de l'interface de Tinkercad

Nous avons également des raccourcis clavier sur lesquels nous reviendrons pendant la modélisation.

Espace 3D

Ajuster la sélection à l'écran : F

Déplacement du Plan de Travail : Ctrl+Maj + Clic Glisser Gauche
ou Maj + Clic Glisser Droit
Rotation de la vue : Ctrl + Clic Glisser Gauche
ou Clic Glisser Droit

Zoom avant/arrière : + / - ou Ctrl + Molette Souris

Propriétés de la forme

Grouper : Ctrl + G
Dégrouper : Ctrl+Maj + G
Créer un trou : H
Rendre solide : S
Rendre transparent : T
Verrouiller/Déverrouiller : Ctrl + L
Masquer : Ctrl + H
Afficher tout : Ctrl+Maj + H

Outils d'aide

Placer une règle : R
Placer un plan de travail : W
Placer un plan de travail sur une forme : Maj + W
Afficher le plan de travail de la forme : E

Déplacer, faire pivoter, re-dimensionner

Rotation par pas de 45° : Maj
Mise à l'échelle depuis le centre : Alt
Mise à l'échelle uniforme : Maj
Déplacement (axe X/Y) : Flèches
Monter/descendre (axe Z) : Ctrl + Flèches haut/bas
Outil déplacement libre : C

Commandes

Tout sélectionner : Ctrl + A
Copier : Ctrl + C
Coller : Ctrl + V
Sélection multiple : Maj
Glisser pour copier : Alt
Dupliquer / Répéter : Ctrl + D

Aligner au plan de travail : D
Aligner : L
Miroir / Symétrie : M

Annuler : Ctrl + Z

Rétablir : Ctrl+Maj + Z ou Ctrl + Y

https://www.tinkercad.com/blog/keyboard-shortcuts-for-the-3d-editor

C'EST DANS LA BOITE !

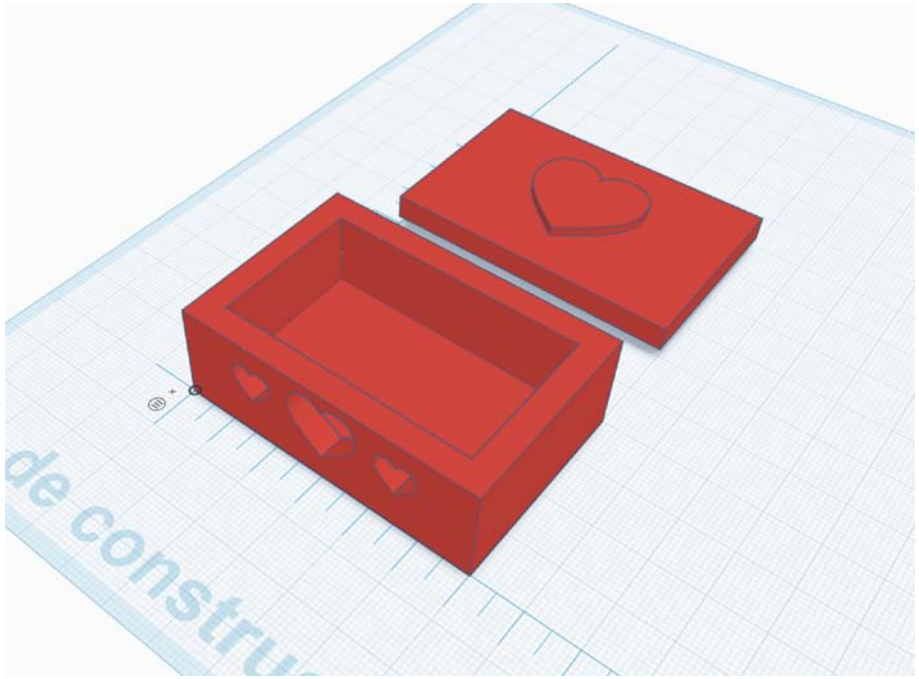
Modélisation 3D

Objectif : créer une petite boite (avec son couvercle si le temps vous le permet) romantique ou dans la thématique de votre choix.

Nous pourrons ainsi découvrir tous les outils et opérations de bases pour modéliser un objet avant son impression 3D.

Par défaut un nom aléatoire est donné au projet :

nous pouvons le changer en tapant le nouveau nom en haut à gauche.

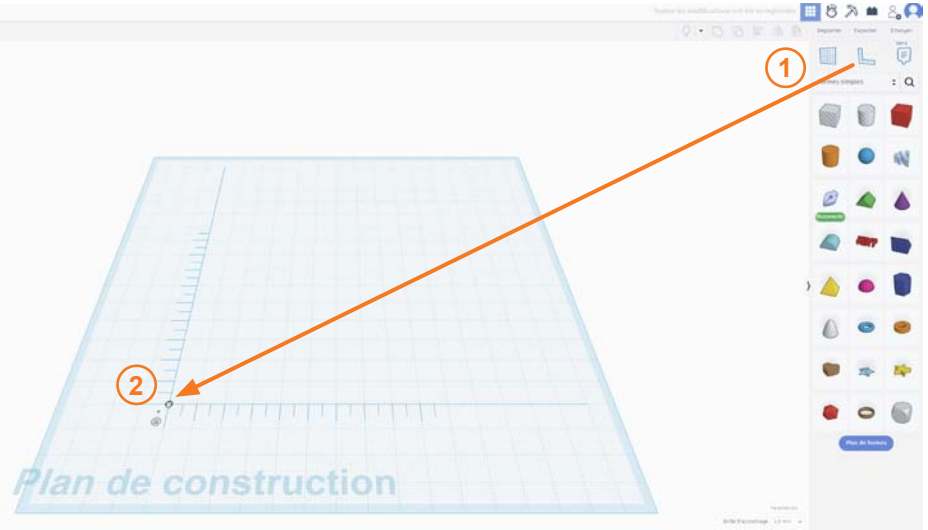


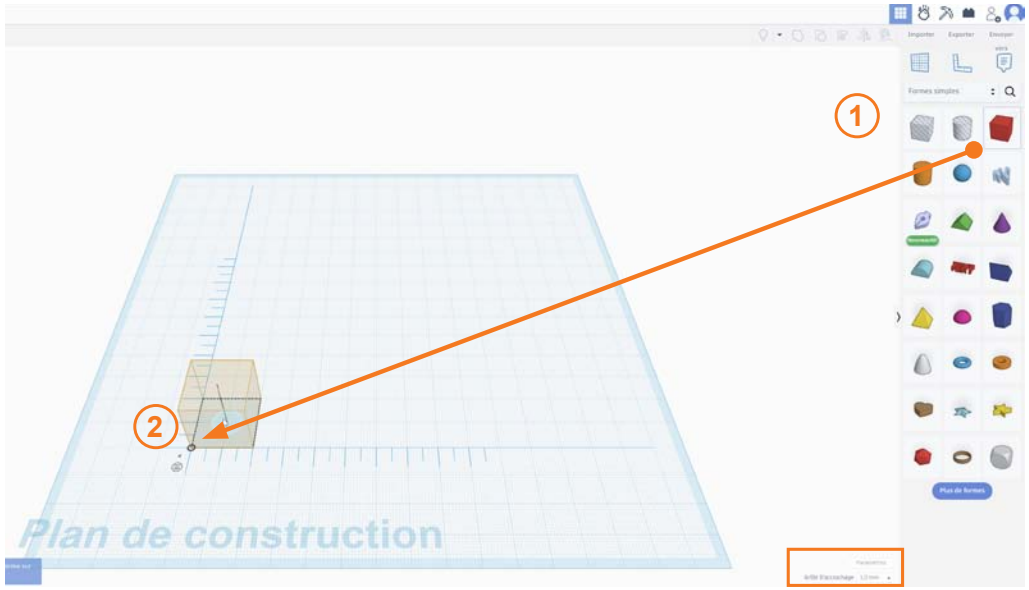
C'EST DANS LA BOITE !

Modélisation 3D

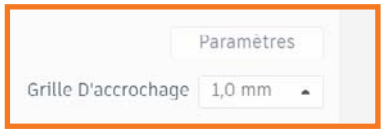
Nous allons tout d'abord poser des repères / règles

Cette opération n'est pas obligatoire mais va nous permettre d'accéder à plus de mesures.





Nous allons ensuite chercher une forme basique comme le cube et la placer sur les repères posés auparavant.



Par défaut : Le plan de travail est magnétique par pas de 1 mm, cette fonction peut être désactivée ou paramétrée (en bas à droite)

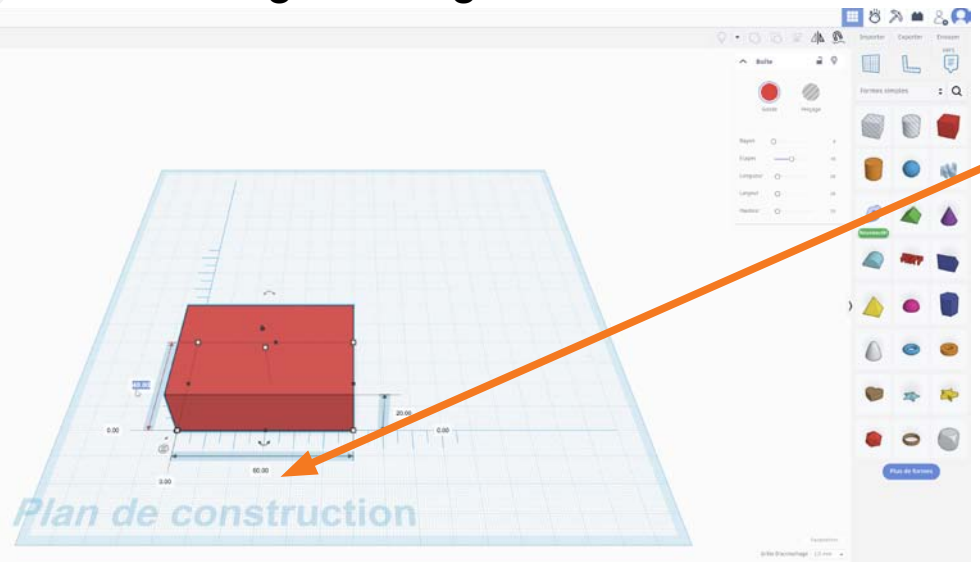
C'EST DANS LA BOITE !

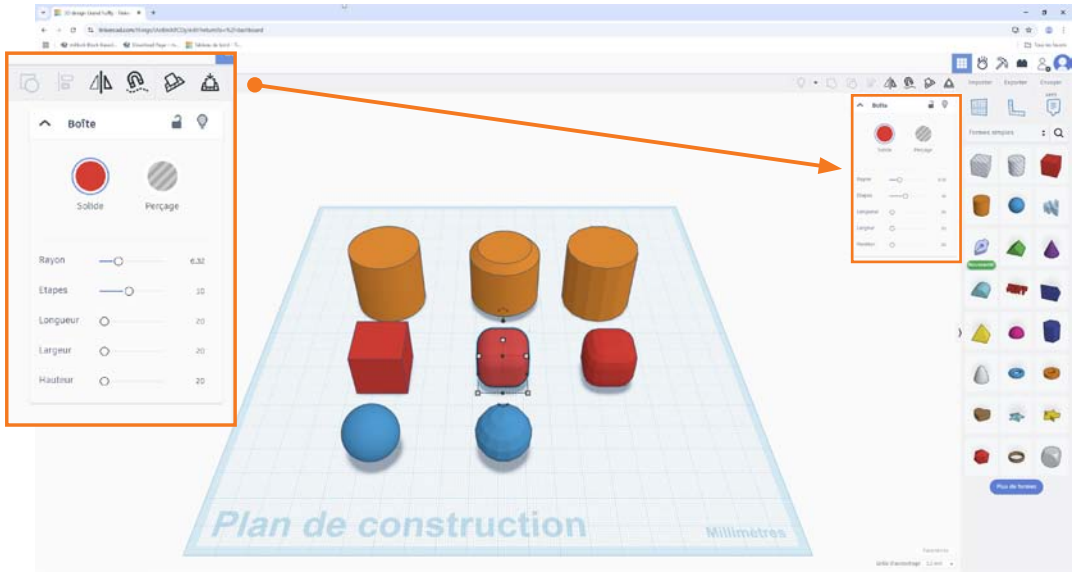
Modélisation 3D

Nous allons donner une taille à notre objet correspondant à la taille finale en mm.

Attention : plus l'objet est grand et plus l'impression est longue

Il suffit de cliquer-glisser sur les coins de l'objet et/ou de rentrer en mm les valeurs dans les cases de largeur, longueur et hauteur. Pour cet exemple : 40, 60 et 20 mm





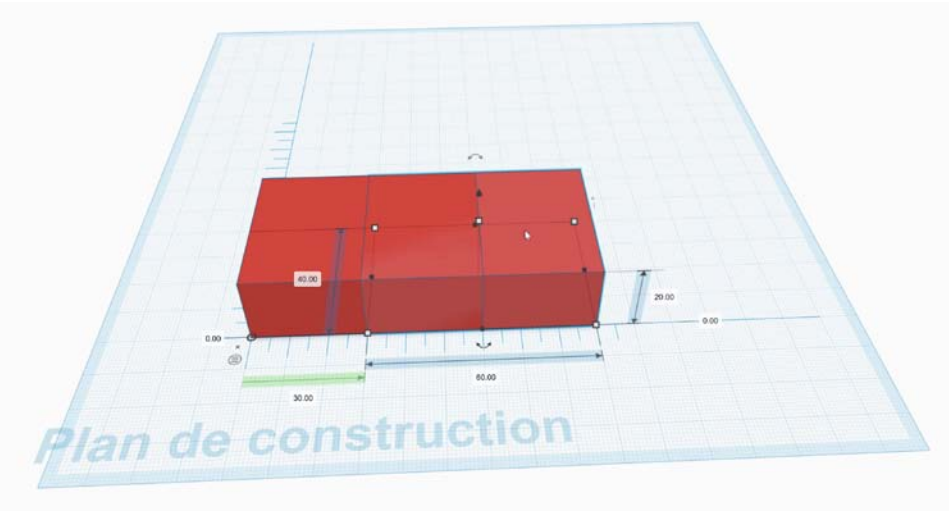
A noter : Lorsque l'on crée un objet des options sont disponibles.
Il est non seulement possible de modifier ses dimensions,
mais également de «l'arrondir» ou de modifier le nombre de facettes.

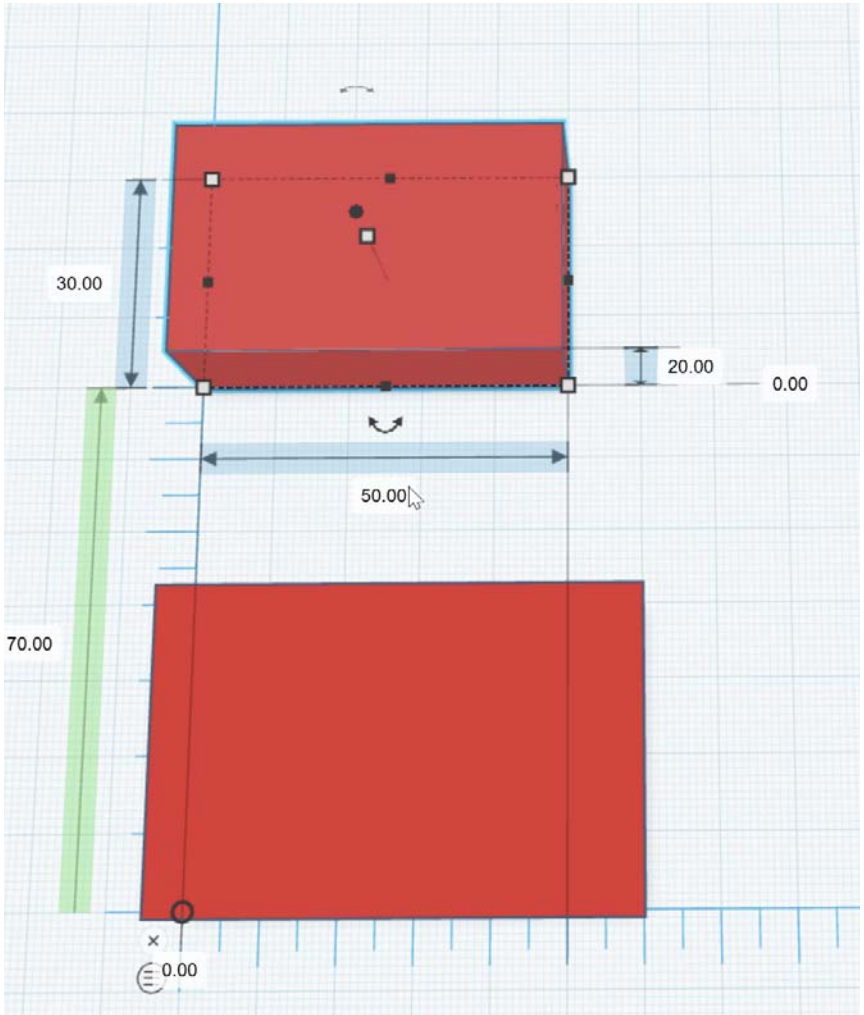
C'EST DANS LA BOITE !

Modélisation 3D

Nous allons désormais «trouer» la première forme pour réaliser la boite.

Pour cela nous allons dupliquer le premier objet avec :
Ctrl+C pour copier, puis Ctrl+V pour coller
la copie apparaît à coté de l'original





Nous devons réduire les dimensions de la copie pour que celle-ci devienne le «trou».

L'objectif est qu'il nous reste au total 5 mm d'épaisseur de paroi sur tous les cotés.
Nous allons passer sa largeur à 30 mm et sa longueur à 50 mm.

C'EST DANS LA BOITE !

Modélisation 3D

Nous allons positionné et centrer la forme servant à trouer.

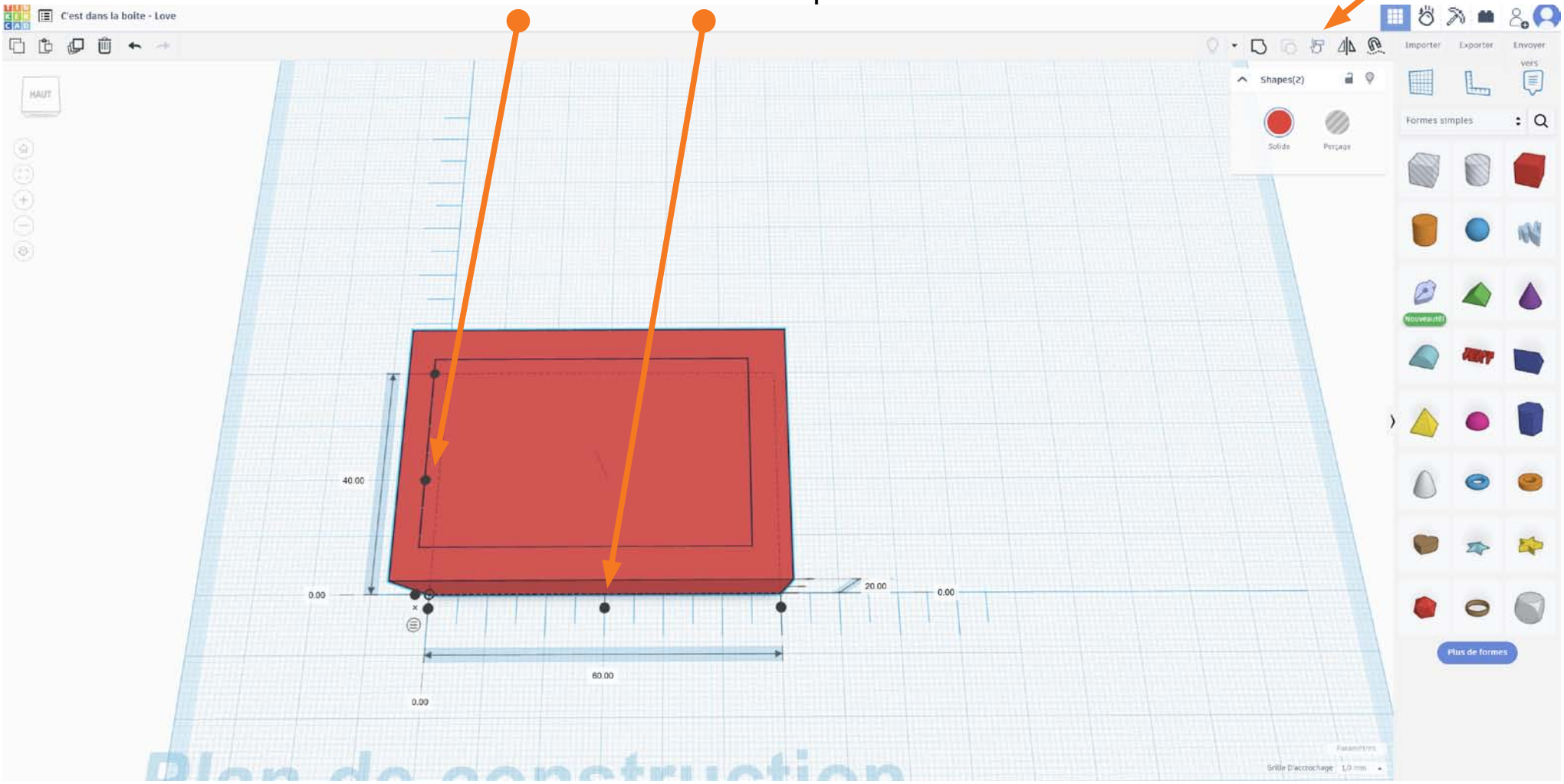
Nous allons déplacer la forme la plus petite approximativement au milieu de la première forme.

Nous allons sélectionner les deux formes ensemble par un cliqué-glissé et utiliser la fonction aligner (L).

Des points noir vont apparaître autour des formes :

Nous allons cliquer sur les points des centres

des axes verticaux et horizontaux pour centrer les deux formes.

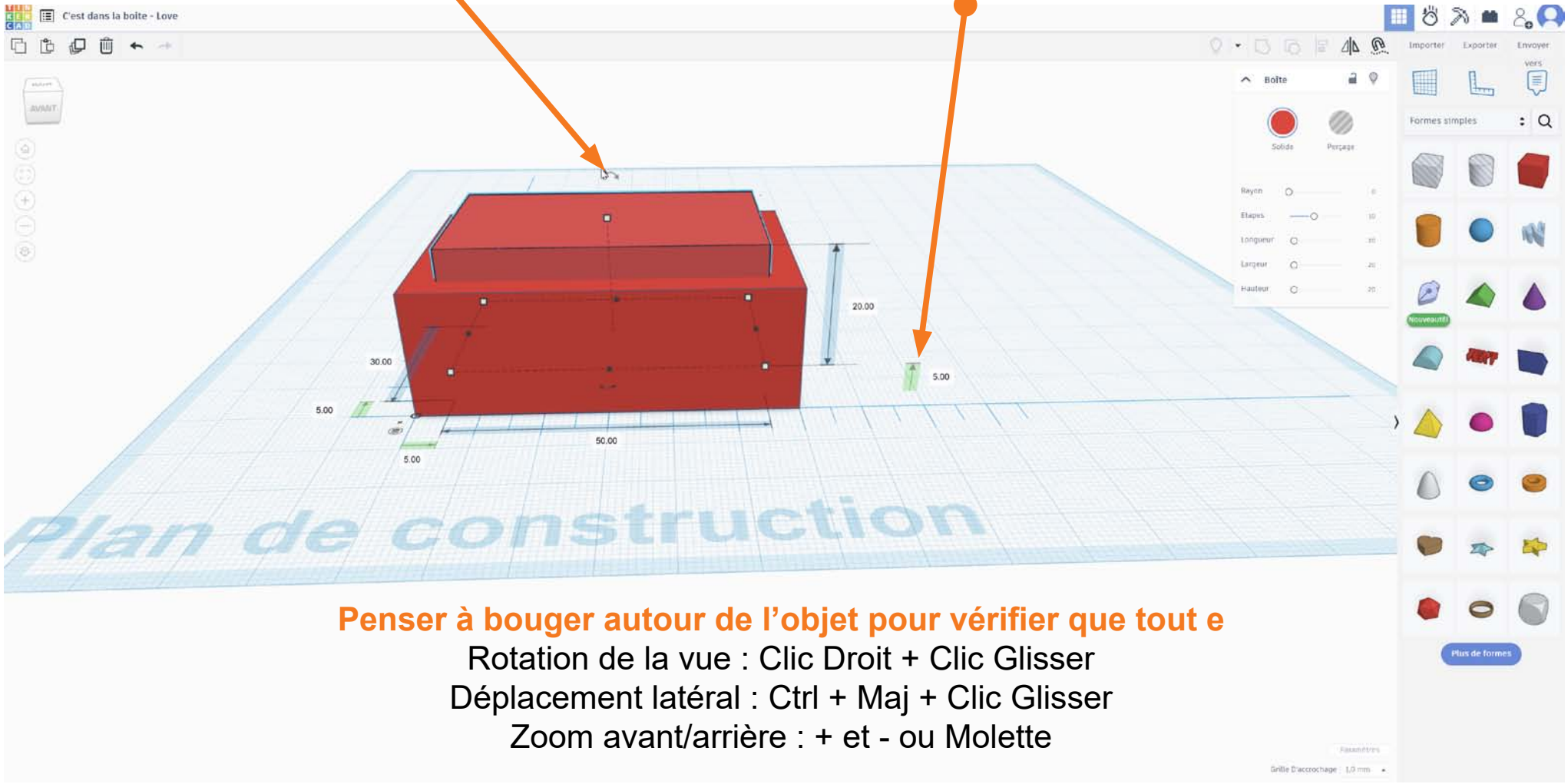


C'EST DANS LA BOITE !

Modélisation 3D

Nous allons surélever la forme servant à trouer.

Maintenant que la forme est centrée sur le plan horizontal,
Nous allons légèrement surélever la forme en hauteur d'une valeur de 5 mm.
Il suffit de cliquer sur le petit triangle noir au dessus de la forme puis de cliquer glisser vers le haut.
Ou de rentrer 5 mm dans la case dédiée.



Penser à bouger autour de l'objet pour vérifier que tout e

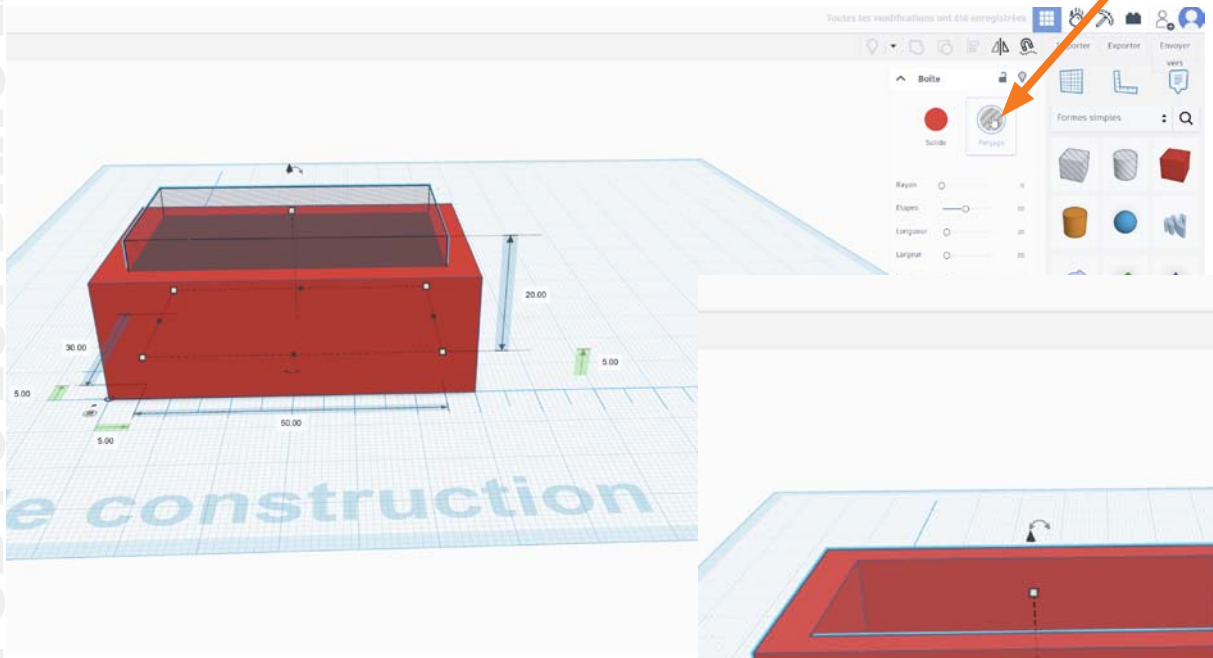
Rotation de la vue : Clic Droit + Clic Glisser
Déplacement latéral : Ctrl + Maj + Clic Glisser
Zoom avant/arrière : + et - ou Molette

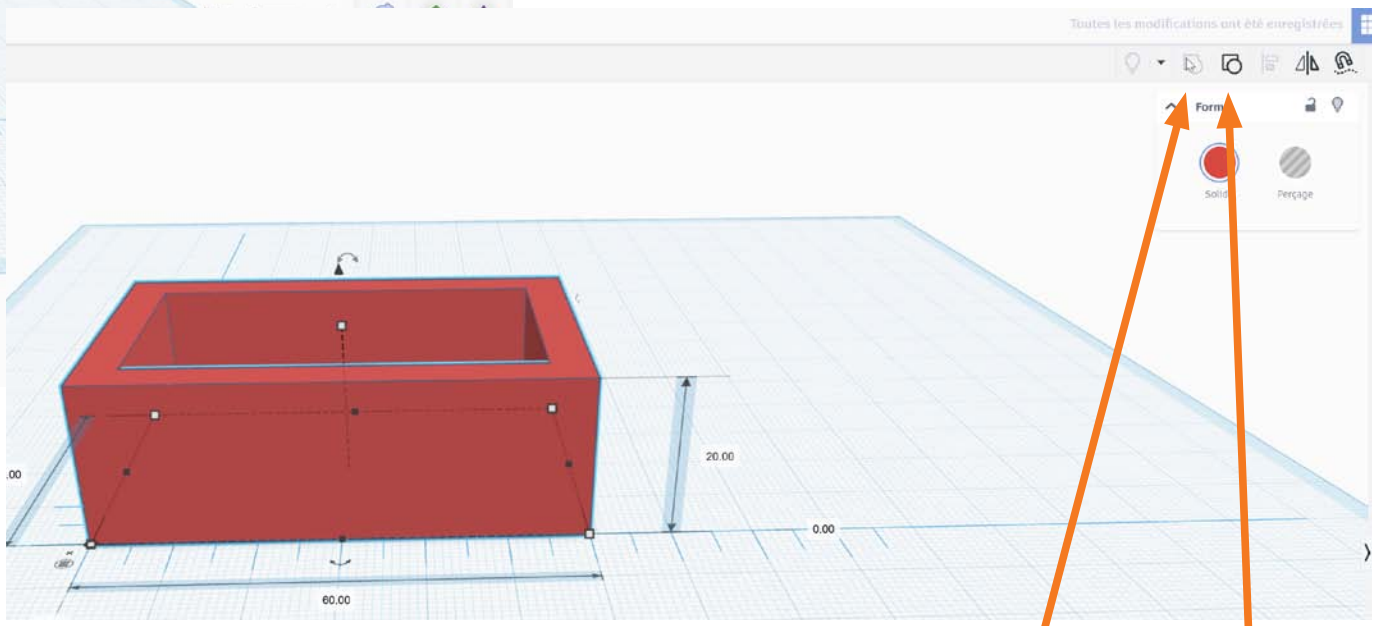
C'EST DANS LA BOITE !

Modélisation 3D

Nous allons changer l'état de la forme servant à trouer.

Il suffit de la sélectionner et de cliquer sur Perçage.





Nous allons enfin réaliser le trou.

Nous allons sélectionner les deux formes ensemble puis les grouper
Avec Ctrl+G ou un clic sur l'icône Regrouper.

la boite est enfin trouée : Si jamais nous voulons revenir sur cette opération,
nous pouvons à tout moment dégrouper les deux boites avec Maj+Ctrl+G ou l'icône Dissocier.

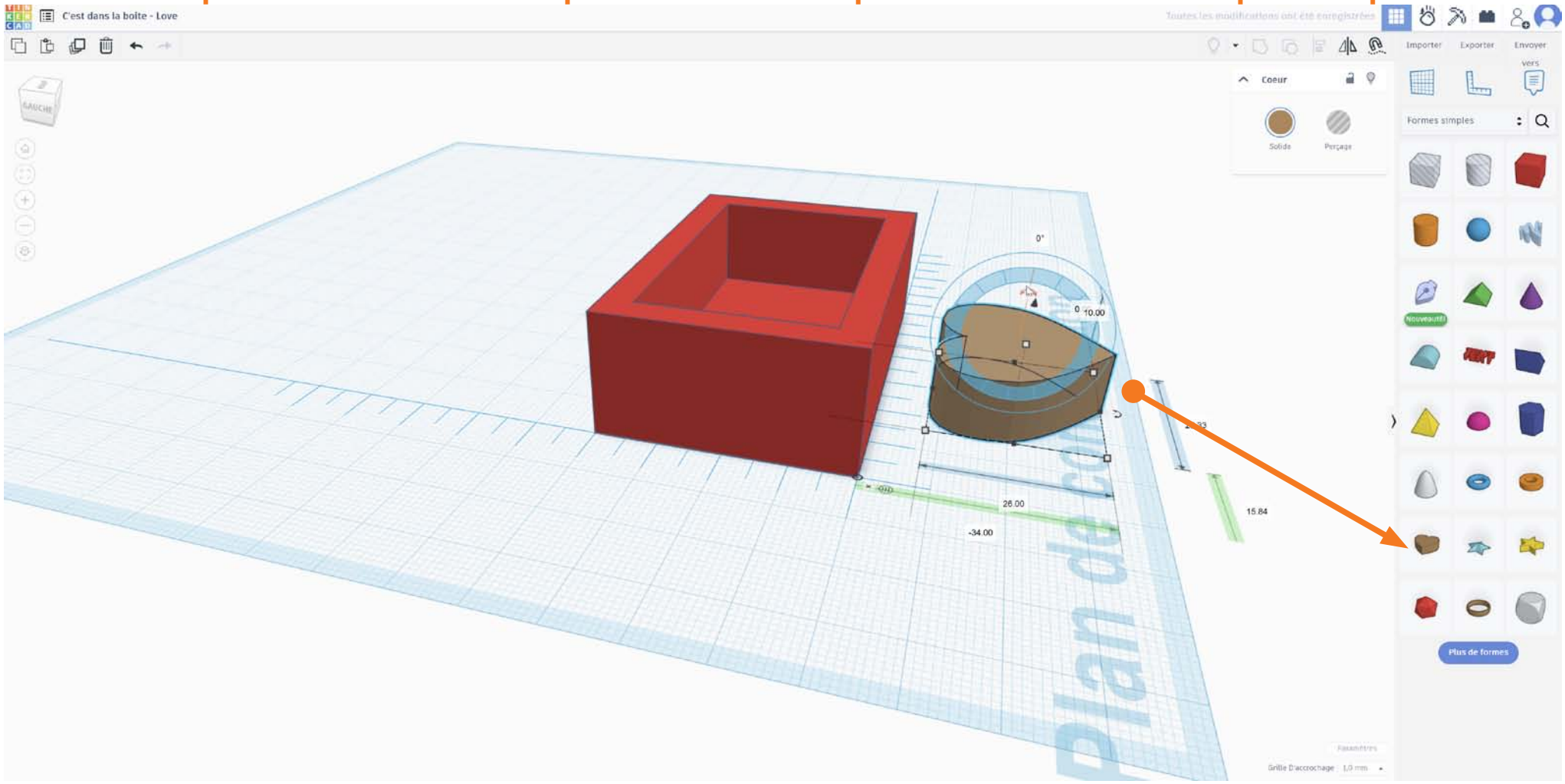
C'EST DANS LA BOITE !

Modélisation 3D

Nous vérifier que le trou est bien centré puis préparer la «décoration» de la boite.

Clic Droit+Clic Glissé nous permet de faire tourner le plan de construction,
Ctrl+Maj+Clic Glissé permet de le déplacer.
Si jamais il y a un soucis nous pouvons annuler des opérations avec Ctrl+Z.
Si tout semble correct nous allons choisir une forme pour préparer la décoration.

Vous pouvez fouiller dans la panneau de droite pour trouver une forme qui vous plait.

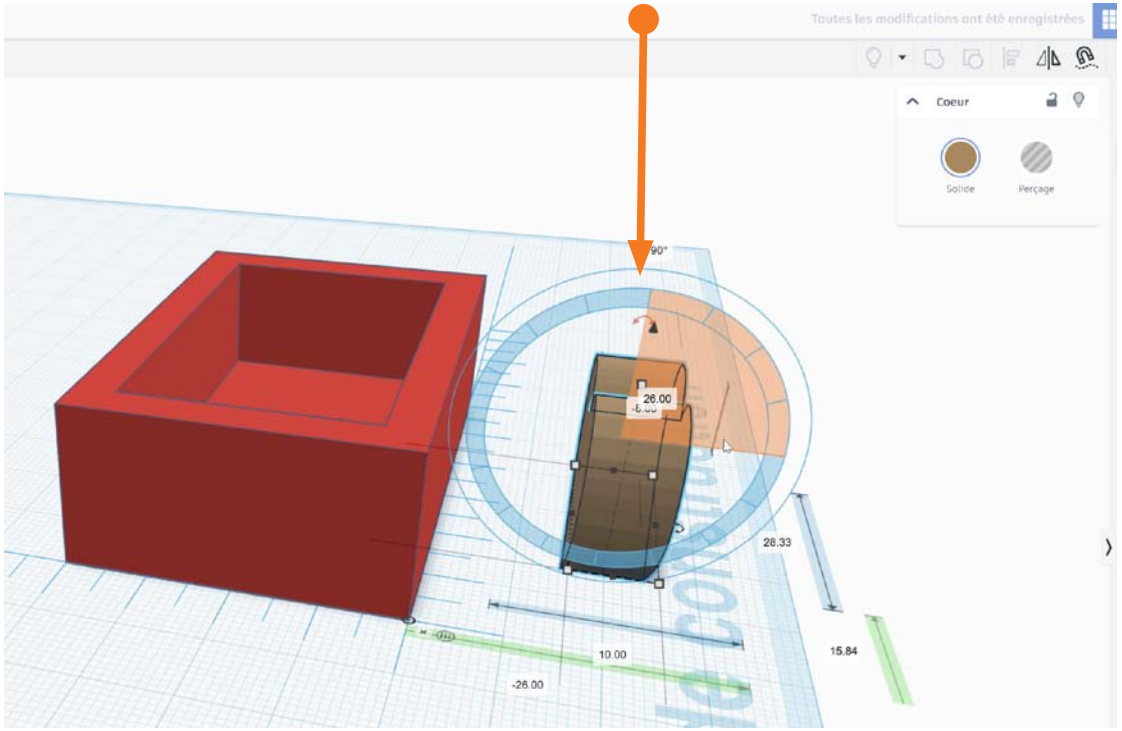


C'EST DANS LA BOITE !

Modélisation 3D

Nous allons redresser la forme qui va servir à la décoration.

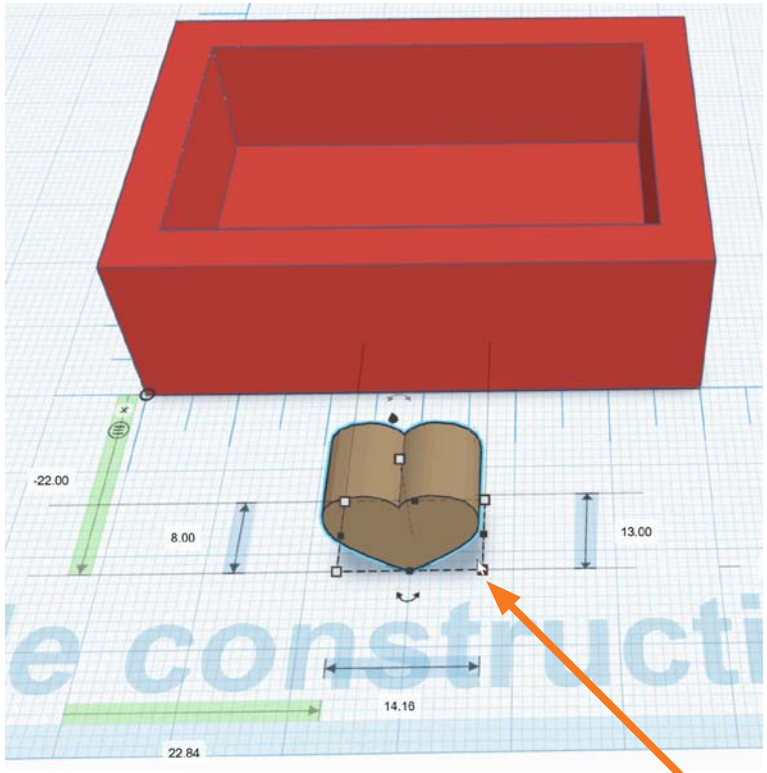
Pour cela il suffit de cliquer glisser sur l'arc de cercle au dessus de la forme jusqu'à avoir 90°



En cas de soucis

Annuler : Ctrl + Z

Rétablir annulation : Ctrl+Maj + Z ou Ctrl + Y



Une fois la forme redressée nous allons la réduire pour qu'elle rentre dans la façade de la boite.

Nous allons cliquer glisser en maintenant Maj (pour ne pas déformer la forme) sur un des coins de la forme.

Pensez à faire tourner le plan de construction pour vérifier la taille :

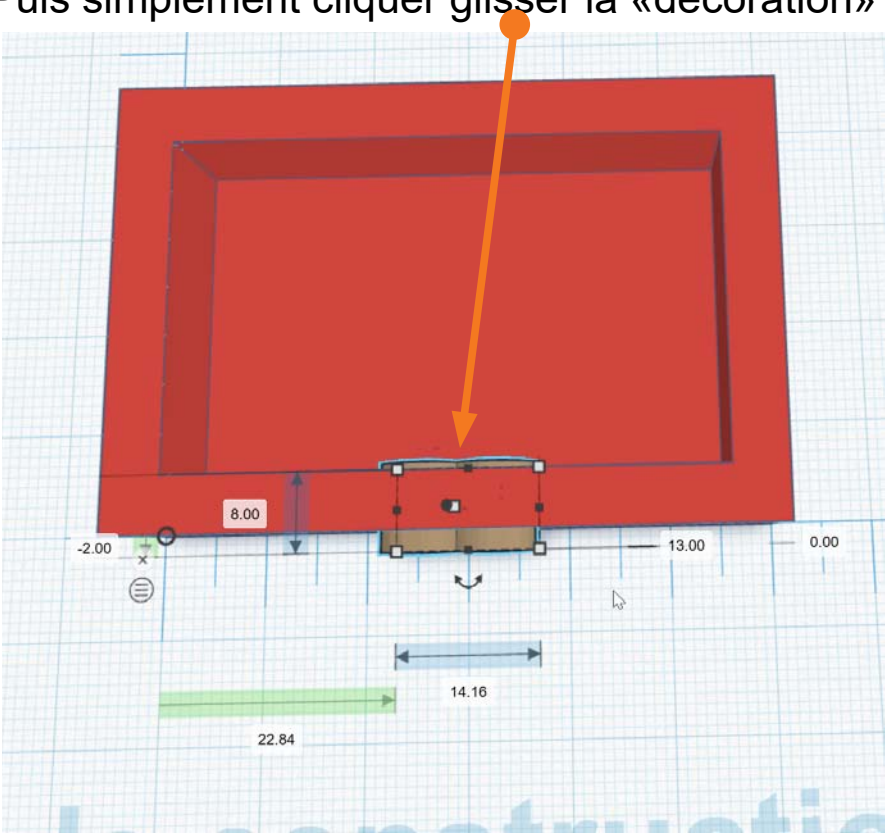
Clic Droit+Clic Glissé et / ou Ctrl+Maj+Clic Glissé.

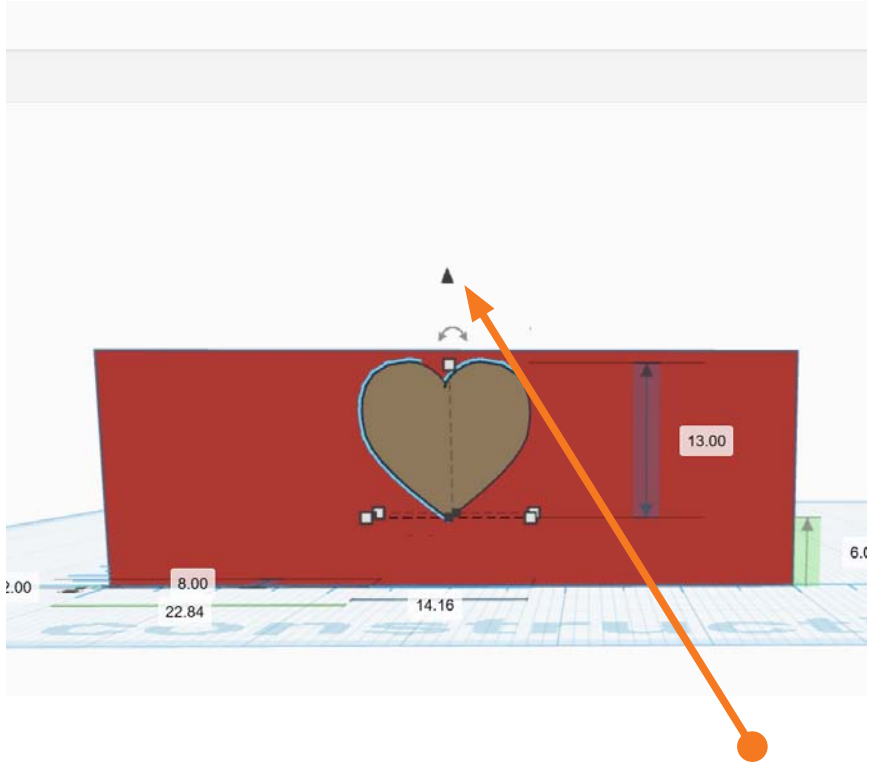
C'EST DANS LA BOITE !

Modélisation 3D

il ne reste plus qu'à positionner correctement la «décoration» pour qu'elle «troue» la façade.

Nous allons faire tourner le plan de construction pour observer la scène par dessus :
Clic Droit+Clic Glissé et / ou Ctrl+Maj+Clic Glissé.
Puis simplement cliquer glisser la «décoration» en essayant de la centrer au mieux par rapport à la boite.





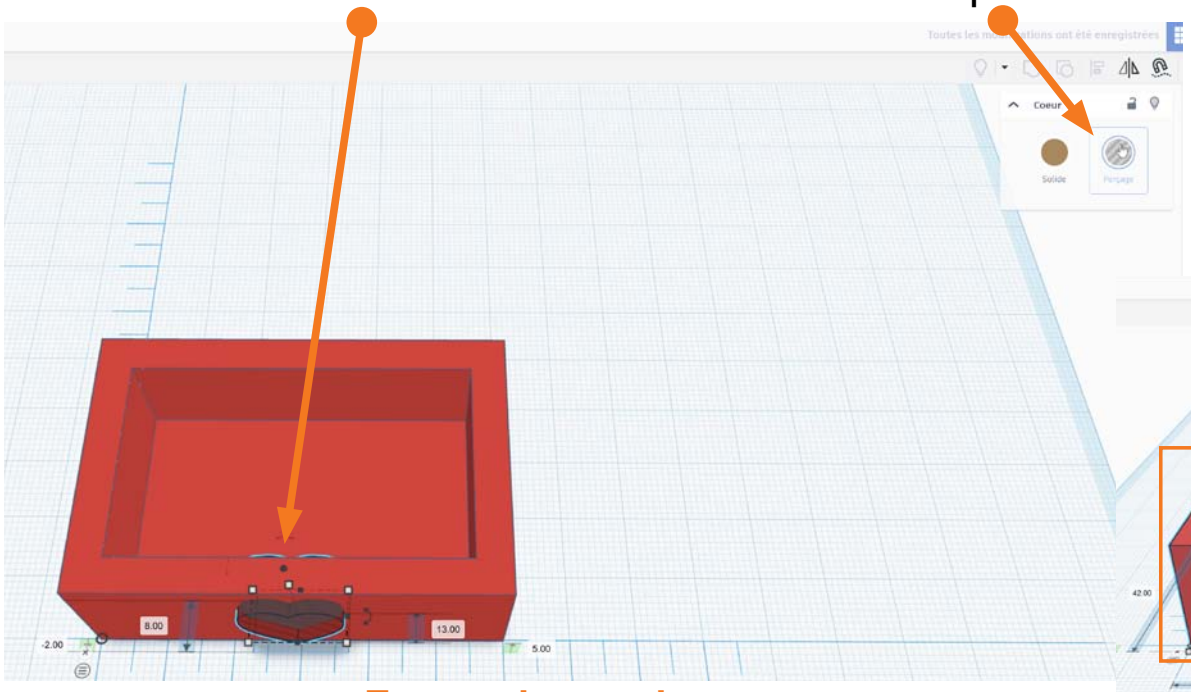
il ne reste plus qu'à positionner correctement la «décoration» pour qu'elle «troue» la façade.

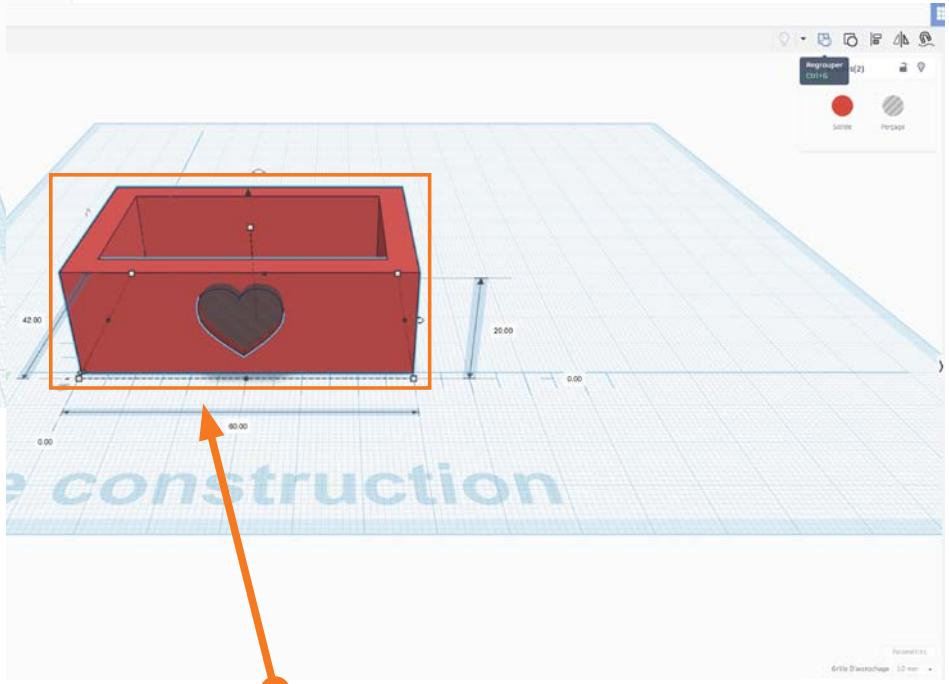
Nous allons faire tourner le plan de construction pour observer la scène en face :
Clic Droit+Clic Glissé et / ou Ctrl+Maj+Clic Glissé ou clic sur une des faces du cube en haut à gauche.
Puis simplement déplacer la «décoration» vers le haut en cliquant glissant sur le petit triangle noir.

C'EST DANS LA BOITE !

Modélisation 3D

Nous allons trouer la façade comme nous l'avons fait pour l'intérieur de la boite,
(nous pouvons aussi «sauter» cette étape : la décoration ne sera pas un trou mais en relief).
Il suffit de sélectionner la «décoration» et de cliquer sur Perçage.





En cas de soucis

Annuler : Ctrl + Z

Rétablir annulation : Ctrl+Maj + Z ou Ctrl + Y

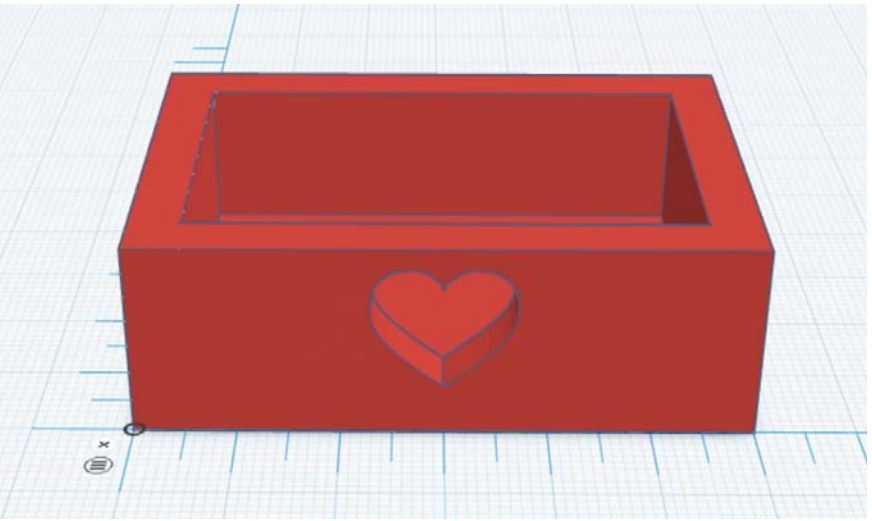
Nous allons trouer la façade comme nous l'avons fait pour l'intérieur de la boite :

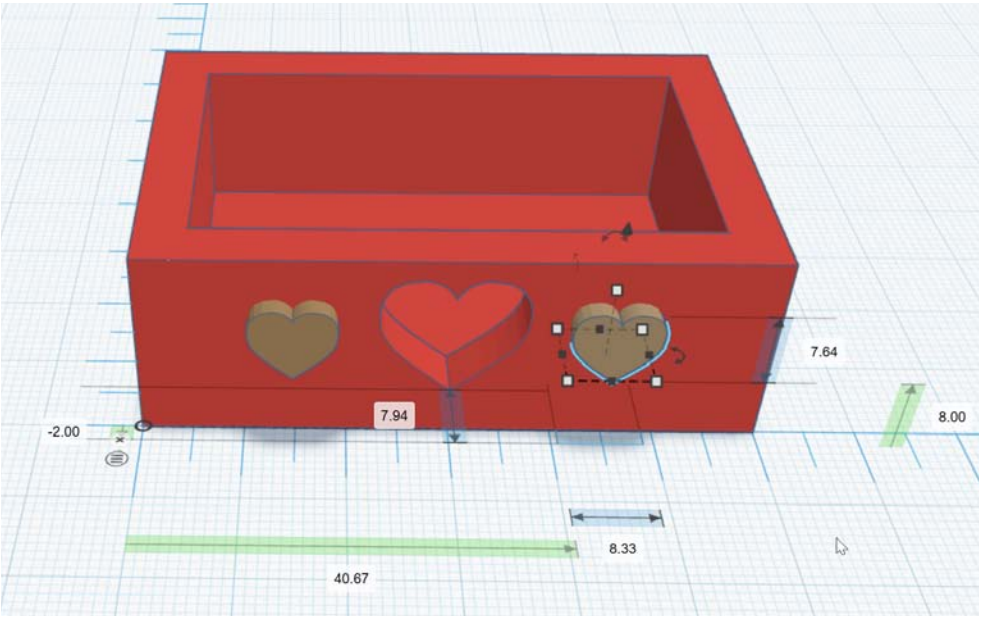
Sélectionner la boite ET la décoration ensemble,
et les grouper avec Ctrl+G ou l'icône Grouper.

C'EST DANS LA BOITE !

Modélisation 3D

Désormais la façade est trouée avec la décoration choisie !



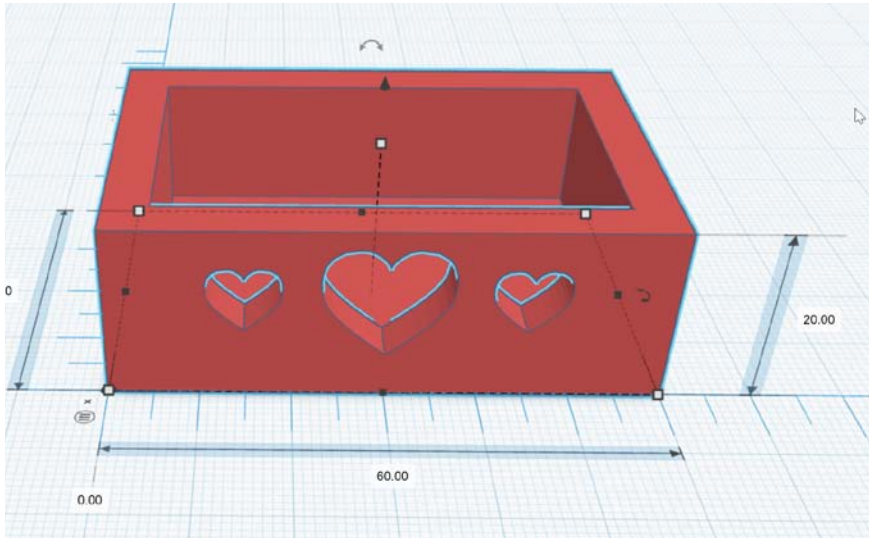


Nous pouvons rajouter d'autres décorations sur la façade de la même façon que pour la première décoration.

C'EST DANS LA BOITE !

Modélisation 3D

Nous pouvons rajouter d'autres décorations sur la façade
(et choisir de «trouer» la boite ou de passer les décorations en relief)
de la même façon que pour la première décoration.



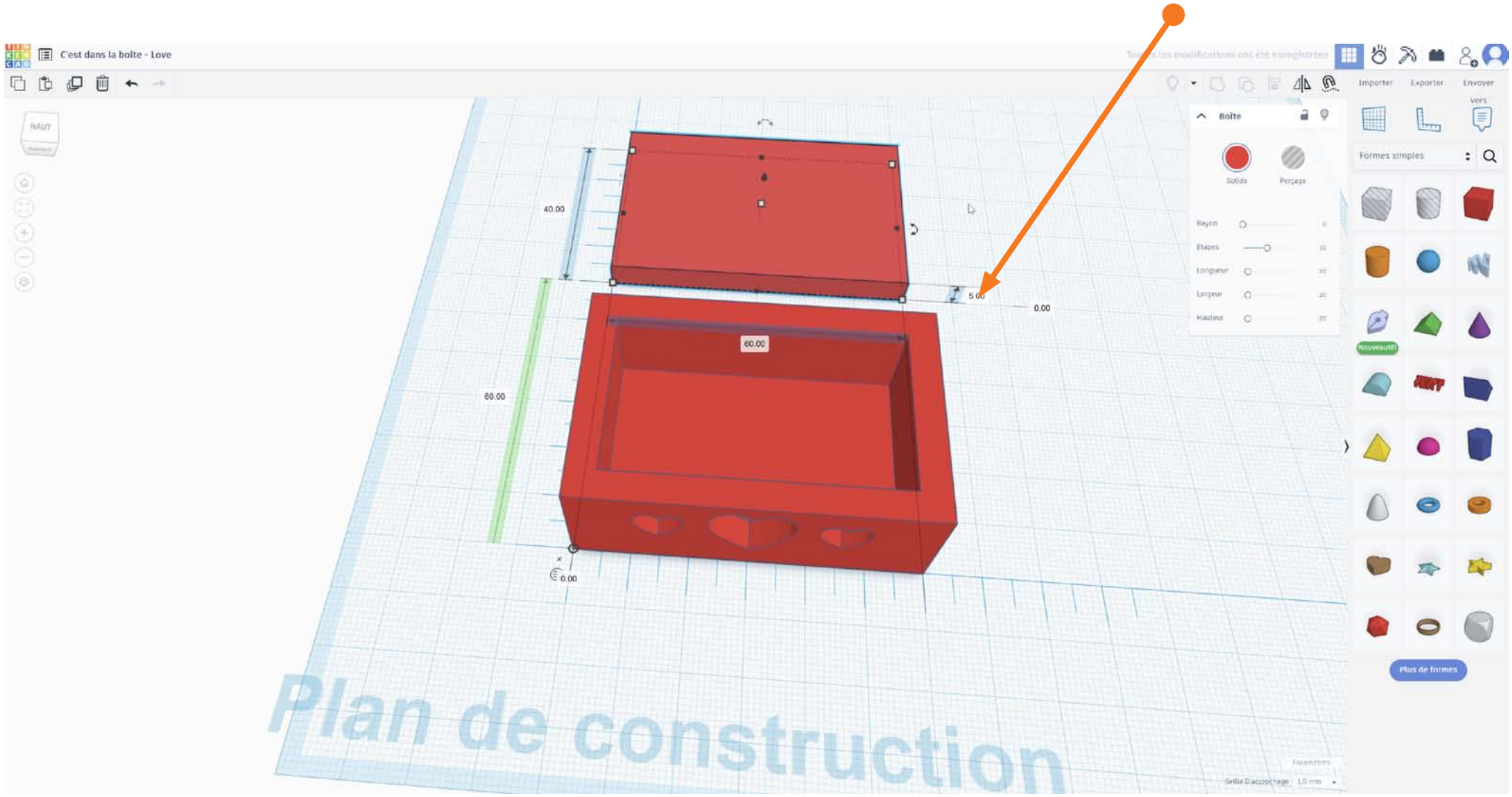
La boite est désormais terminée !
Si nous le souhaitons et avons le temps
nous pouvons réaliser le couvercle.

C'EST DANS LA BOITE !

Modélisation 3D

Nous allons faire un couvercle avec cette fois une décoration en relief.

Il suffit de créer une seconde forme de la même taille
que la boite initiale mais moins haute (5 mm dans cette exemple).

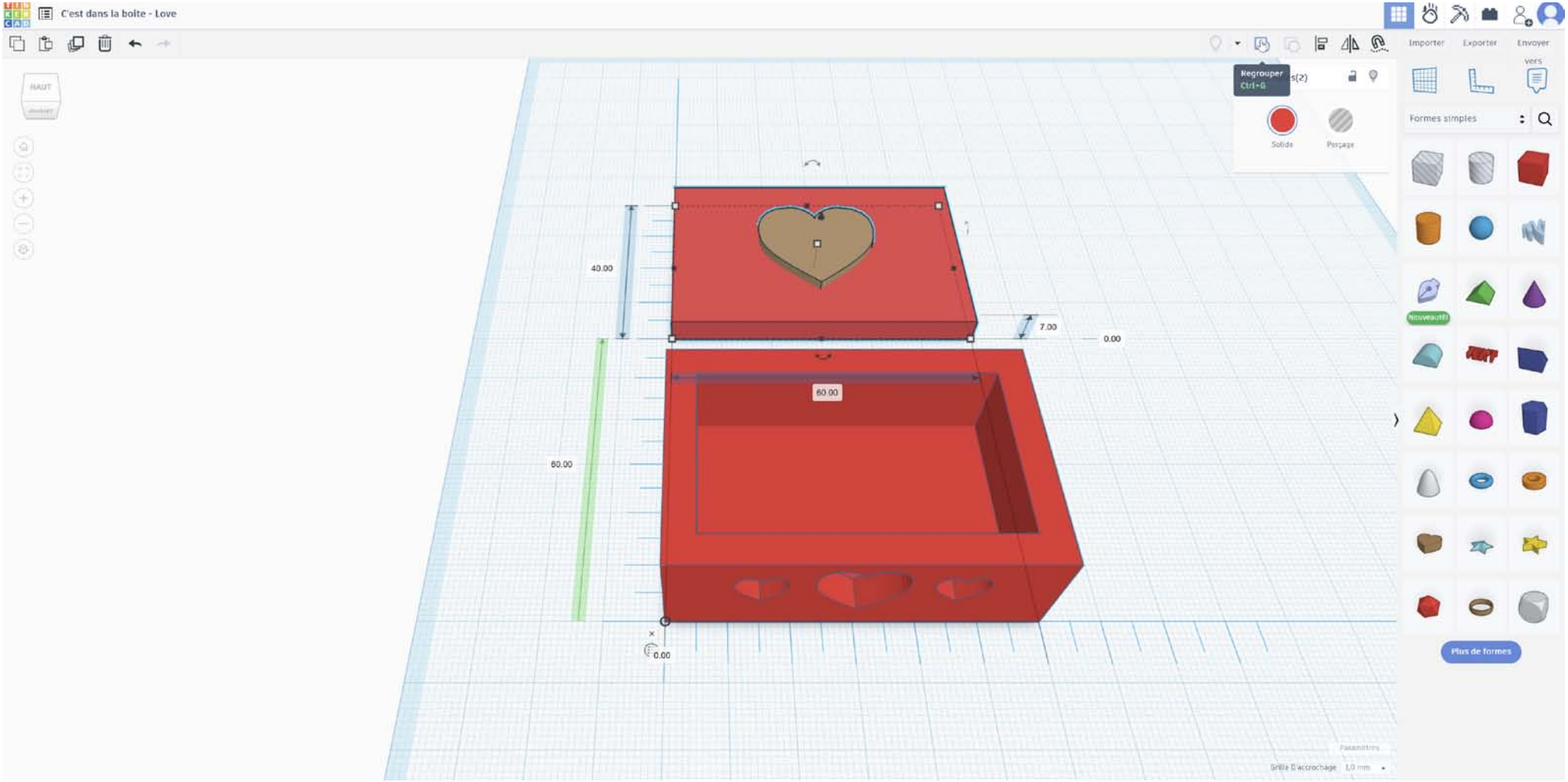


C'EST DANS LA BOITE !

Modélisation 3D

Nous allons faire un couvercle avec cette fois une décoration en relief.

Puis rajouter au centre du couvercle une forme,
et si besoin de changer sa taille et sa hauteur :
Clic glissé sur un coin avec Maj pour la taille,
clic glissé sur le triangle noir au dessus pour la hauteur.

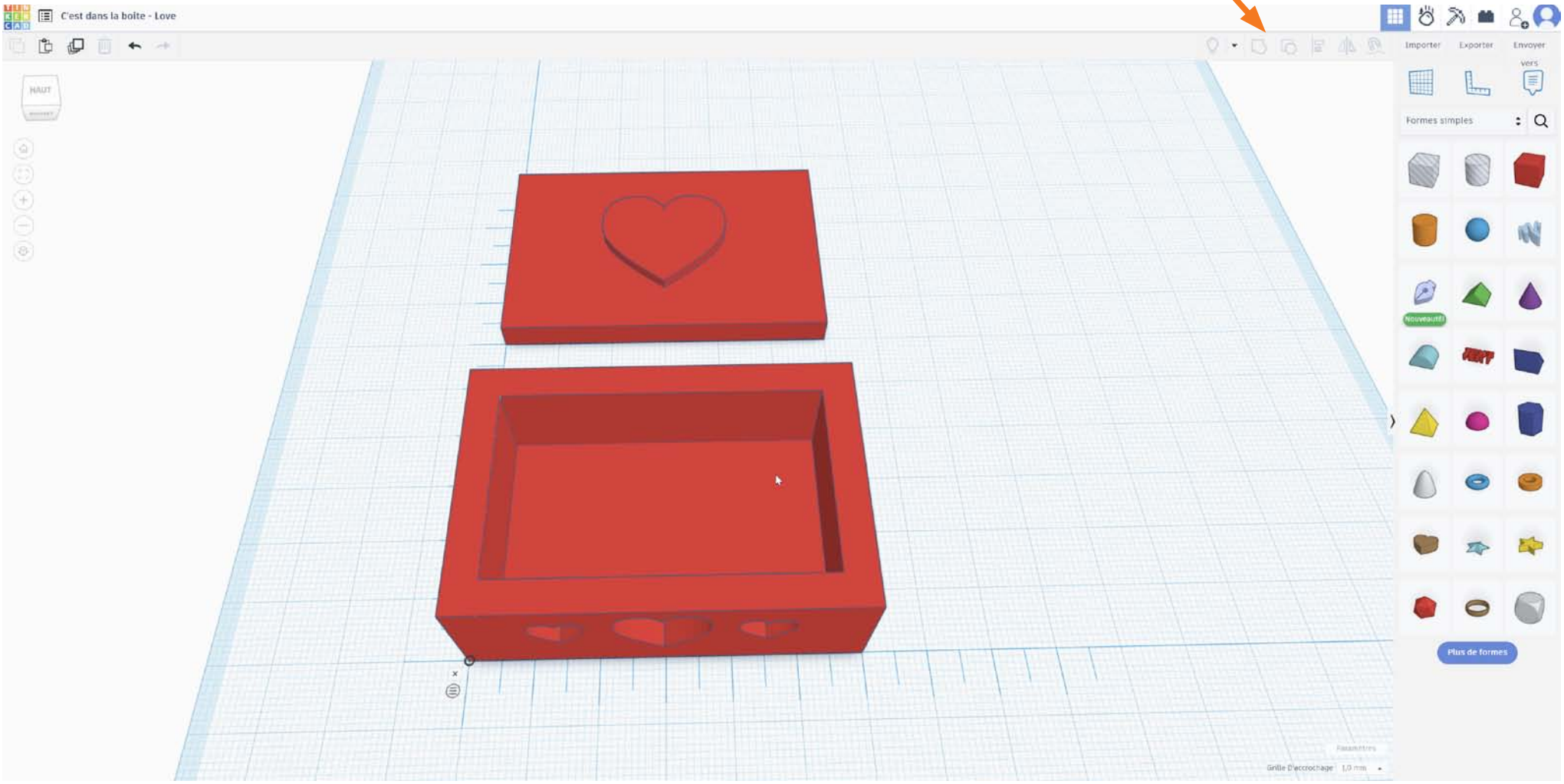


C'EST DANS LA BOITE !

Modélisation 3D

Nous allons faire un couvercle avec cette fois une décoration en relief.

Il suffit en fin de sélectionner les deux formes ensemble
et de les grouper avec Ctrl+G ou l'icône Grouper.

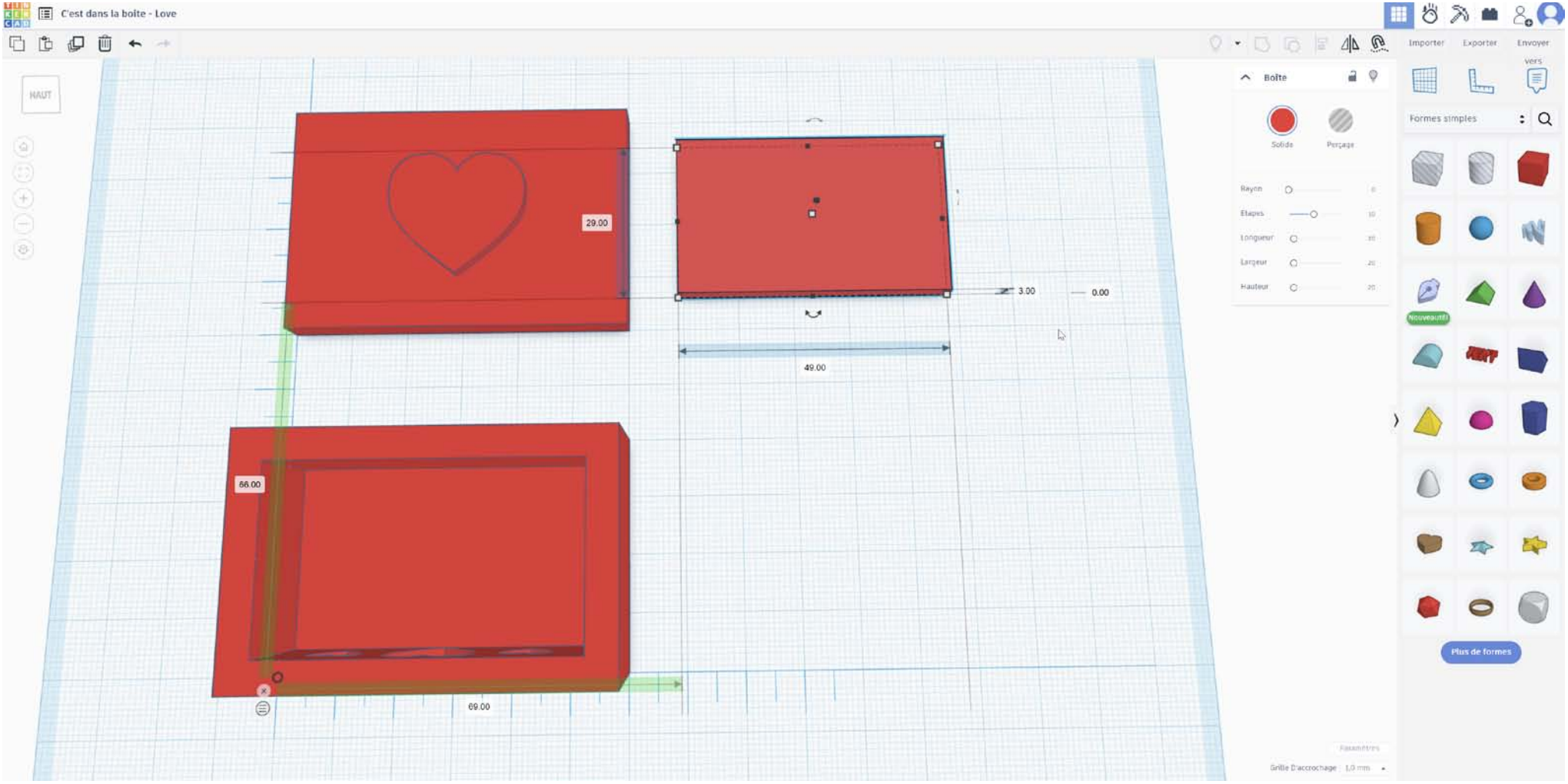


C'EST DANS LA BOITE !

Modélisation 3D

Nous allons faire un couvercle avec cette fois une décoration en relief.

Pour assurer la stabilité du couvercle lorsqu'il est posé sur la boite nous pouvons aussi créer un relief sous le couvercle. Légèrement plus petit que le trou de la boite (49 mm x 29 mm dans cette exemple).

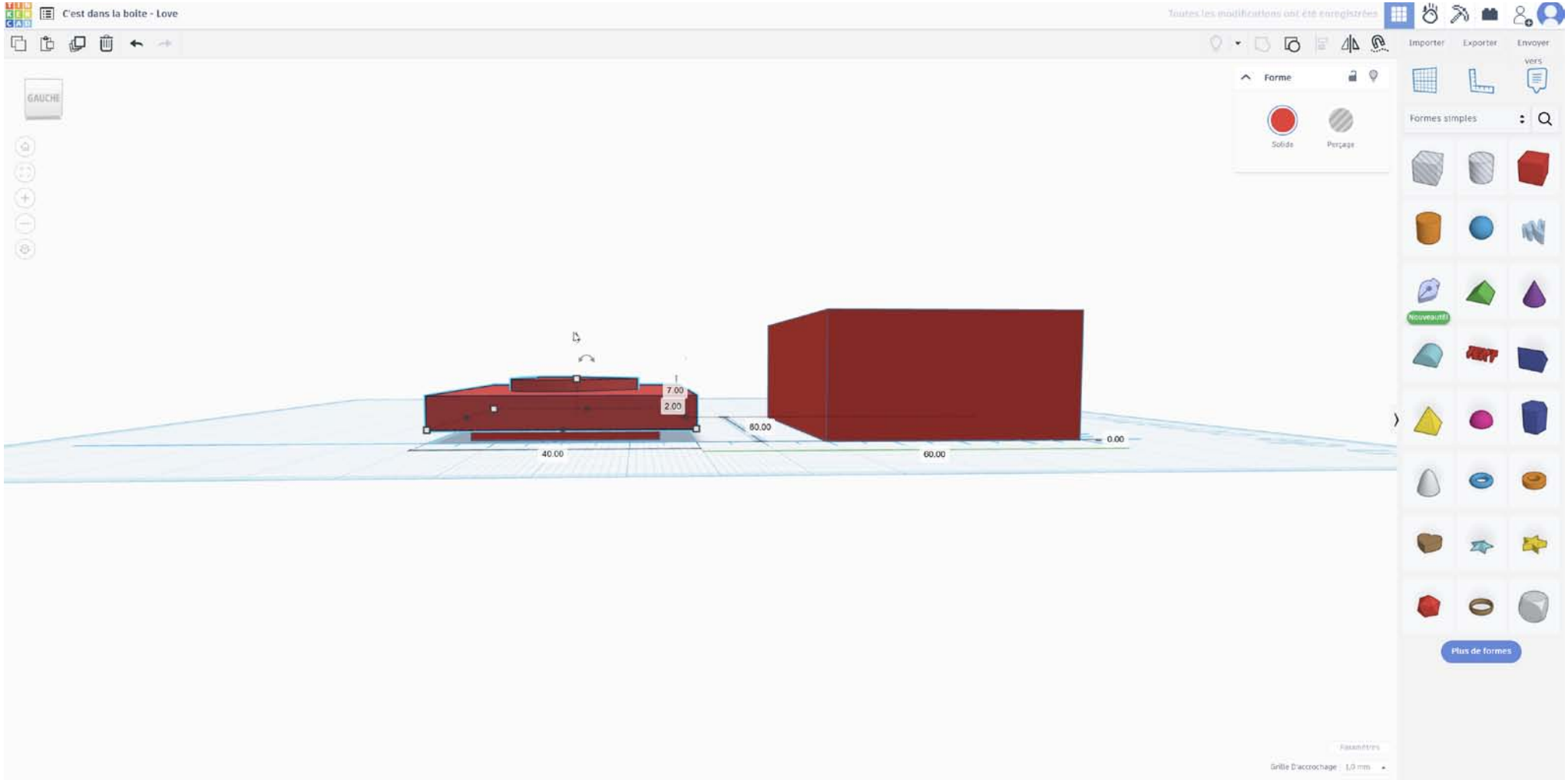


C'EST DANS LA BOITE !

Modélisation 3D

Nous allons faire un couvercle avec cette fois une décoration en relief.

Ce «relief» doit légèrement sortir sous le couvercle.
A vous de jouer ! ;)

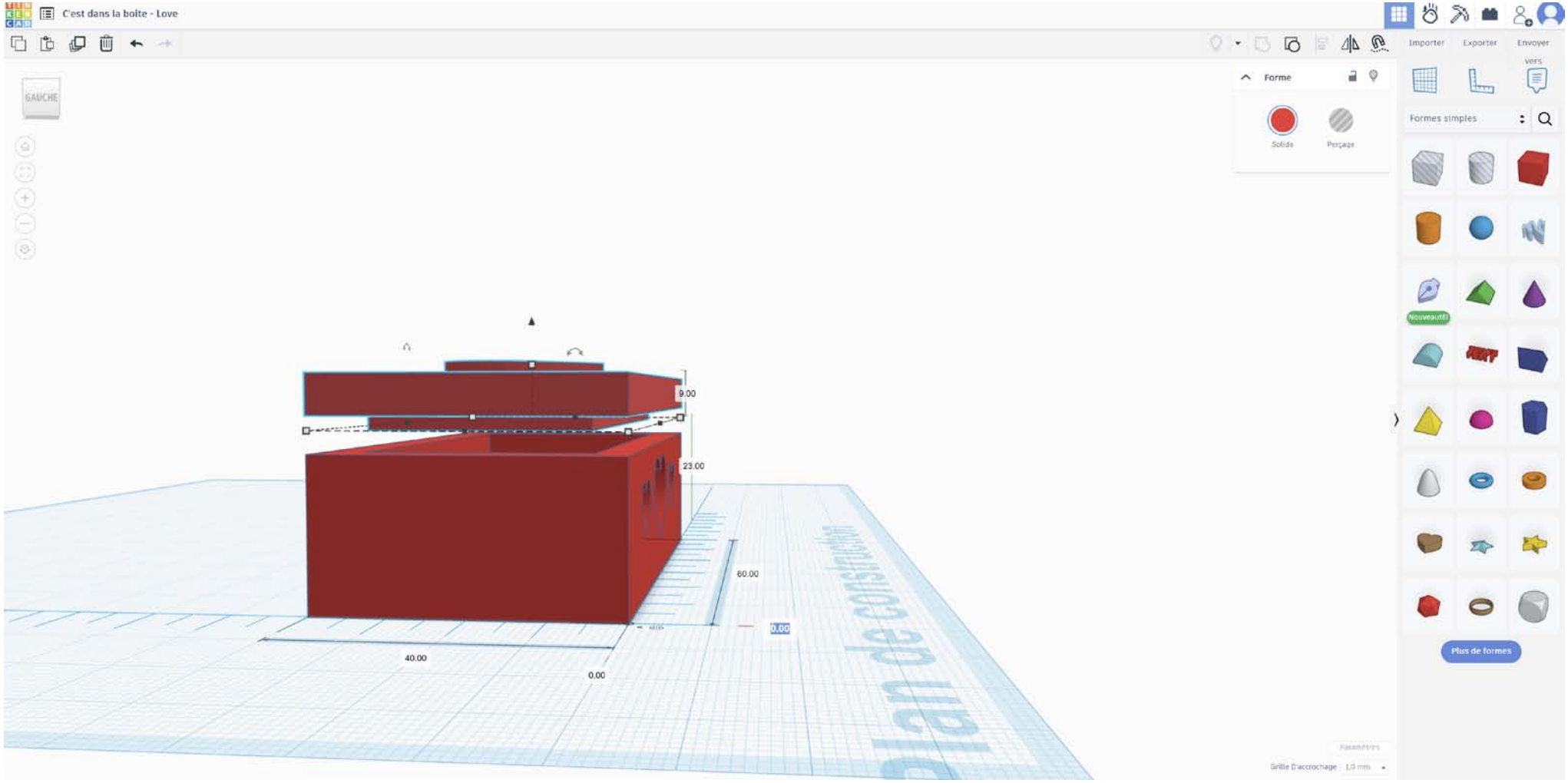


C'EST DANS LA BOITE !

Modélisation 3D

La boite (et son couvercle si vous avez eu assez de temps) est terminée !

Nous allons désormais créer le fichier qui va nous permettre de l'imprimer en 3D.



C'EST DANS LA BOITE !

Modélisation 3D

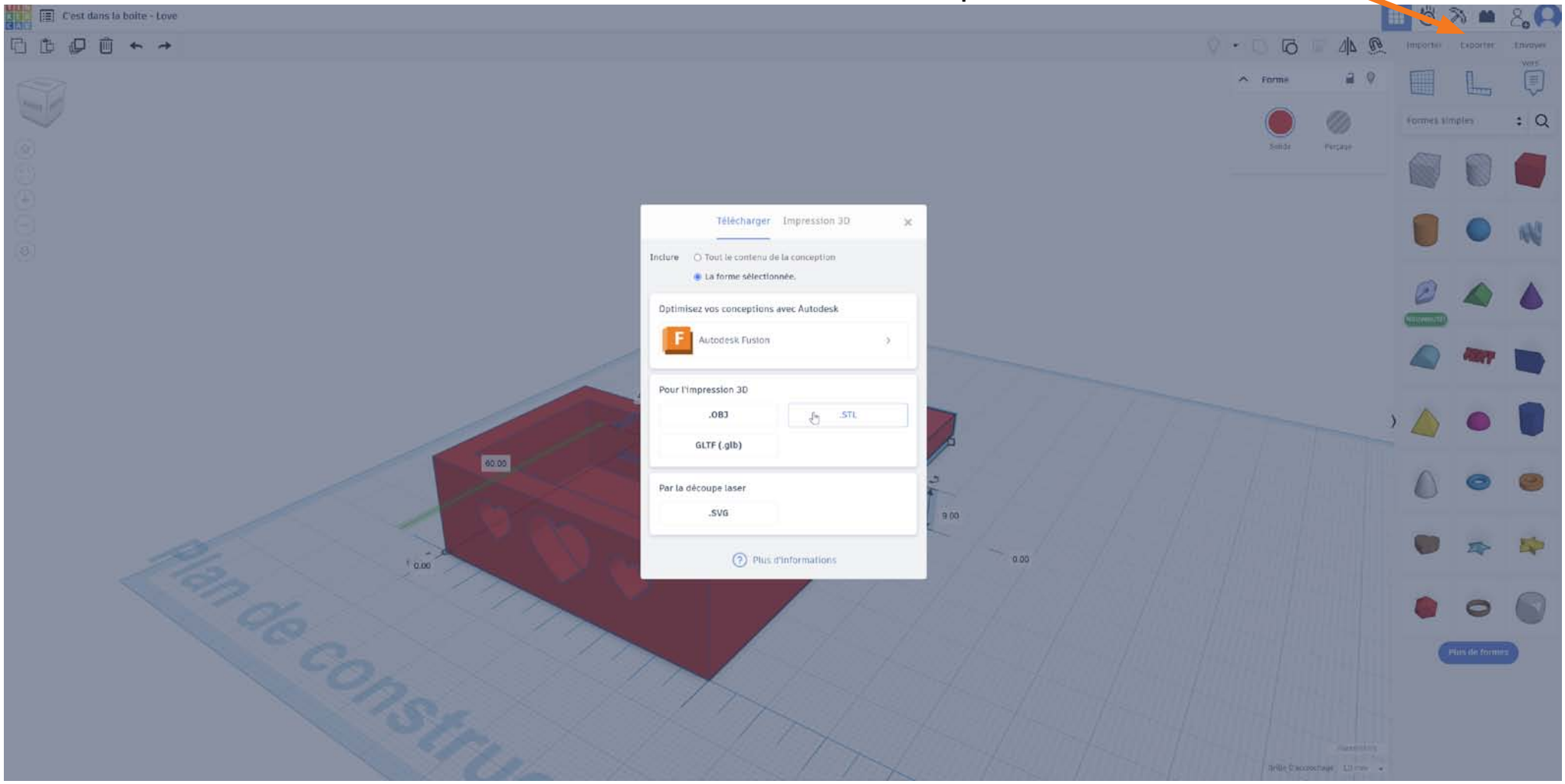
Exportation du fichier pour passer à la phase «découpe».

Nous allons d'abord sélectionner la boite seule.

Puis nous allons cliquer sur l'option exporter.

Une fenêtre va apparaître :

Nous allons choisir «La forme sélectionnée» puis le format «.STL»



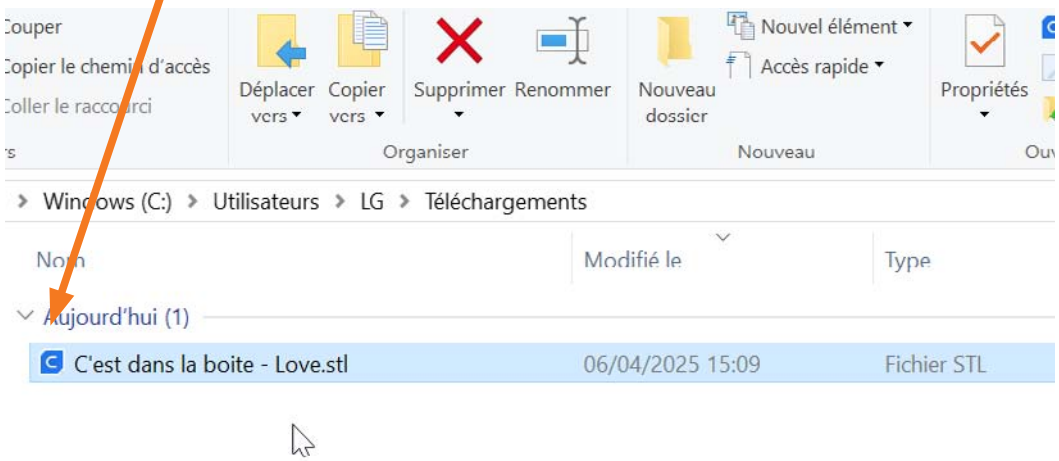
C'EST DANS LA BOITE !

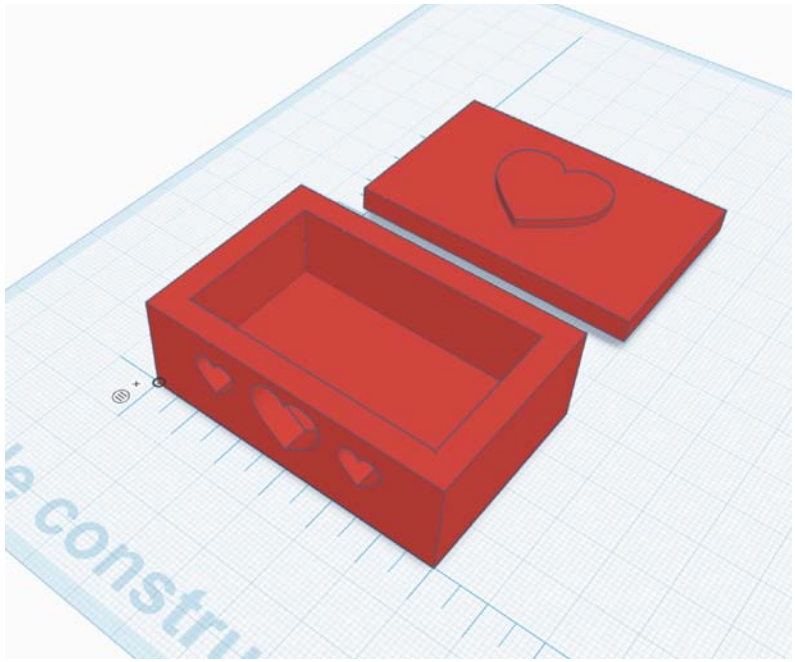
Modélisation 3D

Le Navigateur va alors télécharger le fichier avec le nom du projet et l'extension .stl

C'est ce fichier qui va permettre l'impression 3D.
Vous venez de terminer la modélisation 3D
Bravo !!! ;)

Vous pourrez désormais réaliser de nouvelles formes en 3D !
Prochaine étape la découpe !

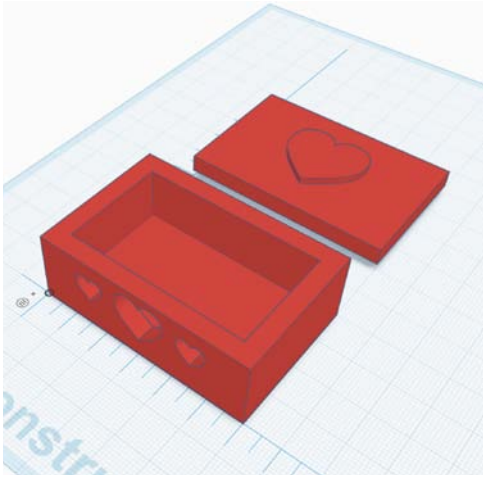




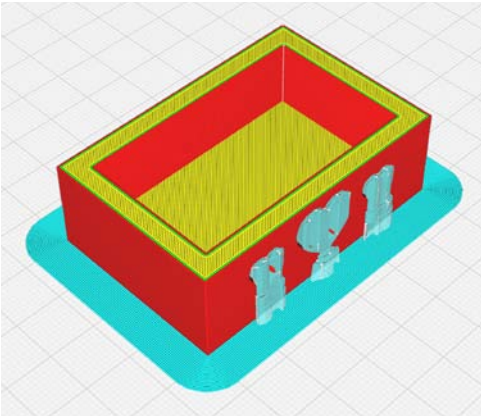
C'EST DANS LA BOITE !

Support de cours téléchargeable ici :

http://laurent.gatto.free.fr/support.html



Prochaine étape :
Préparer le fichier stl pour l'impression 3D grâce à un Slicer.



Merci pour votre participation à la création de cette boite
N'oubliez pas de finaliser votre auto-évaluation, Quizz et questionnaire de satisfaction.

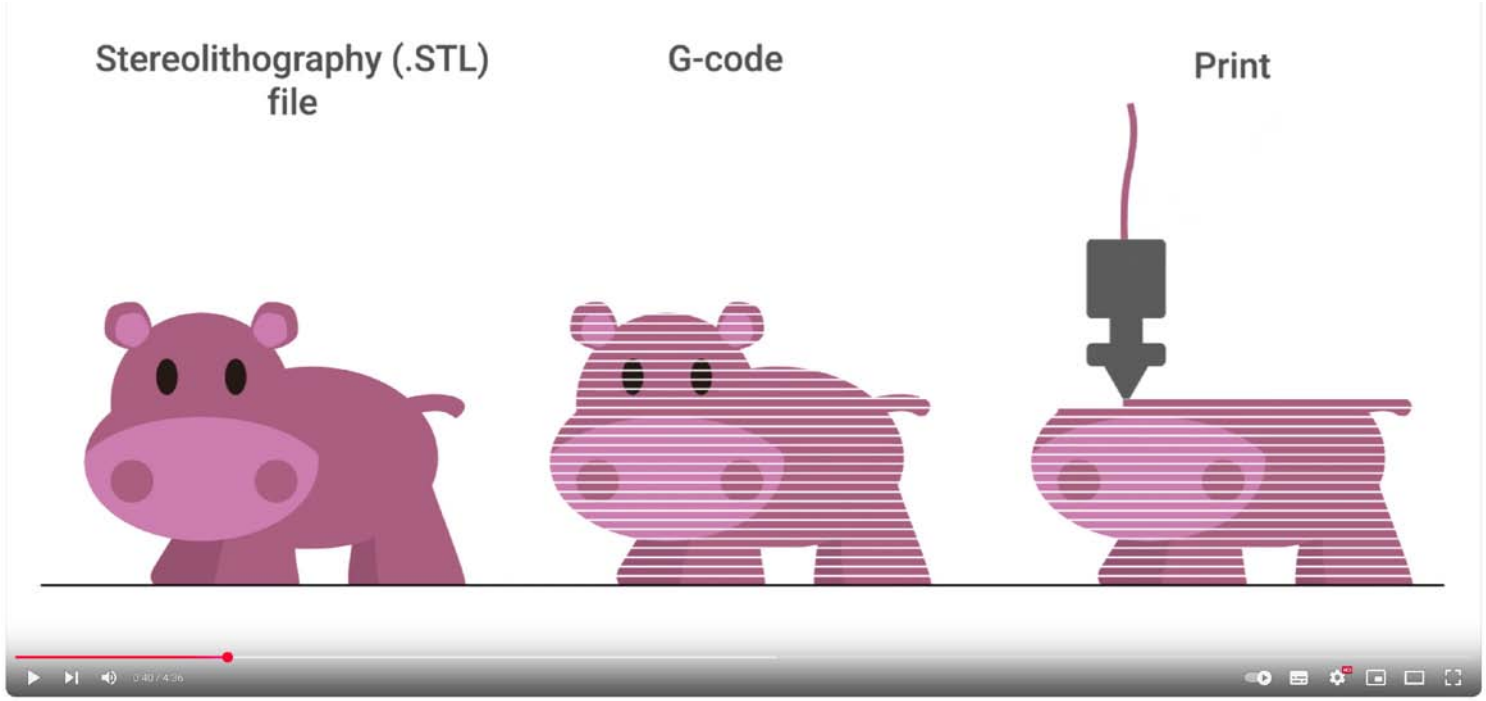
à Bientôt !

;)

C'EST DANS LA BOITE !

Le slicing ou la découpe

Rappel : Une imprimante fonctionnant par ajout de couches successives
(un peu comme vous faites une pyramide de chantilly sur une glace),
il est impératif de pouvoir découper en tranches l'objet
que nous avons modélisé avant de pouvoir l'imprimer :
c'est la phase de slicing / découpe !



3D Printing - Introduction to Slicing

https://www.youtube.com/watch?v=8sxlyuN6xso

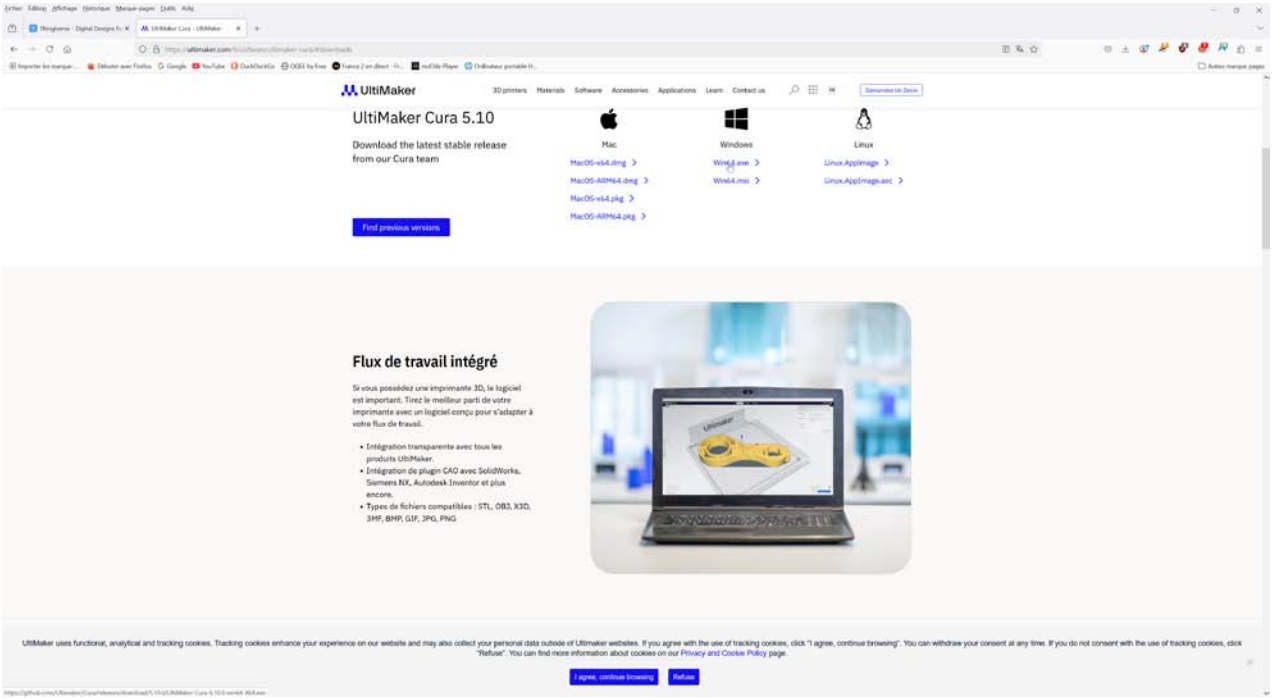
C'EST DANS LA BOITE !

Slicing - Découpe de l'objet

Le fichier qui a été généré avec Tinker Cad ne peut pas être directement utilisé par l'imprimante 3D.
Nous allons donc d'abord le transformer dans un format compréhensible par l'imprimante 3D.
L'imprimante que nous allons utiliser travaille en effet par «couches» :
Nous allons donc devoir découper en tranche l'objet modélisé en 3D pour pouvoir l'imprimer.

Le logiciel dont nous avoir besoin est un «slicer» : nous allons utiliser Cura de la société Ultimaker.
Mais il en existe de nombreux autres (PuraSlicer...) qui ont la même fonction et le même fonctionnement.

Cura peut être téléchargé à partir de : https://ultimaker.com/fr/software/ultimaker-cura/#downloads



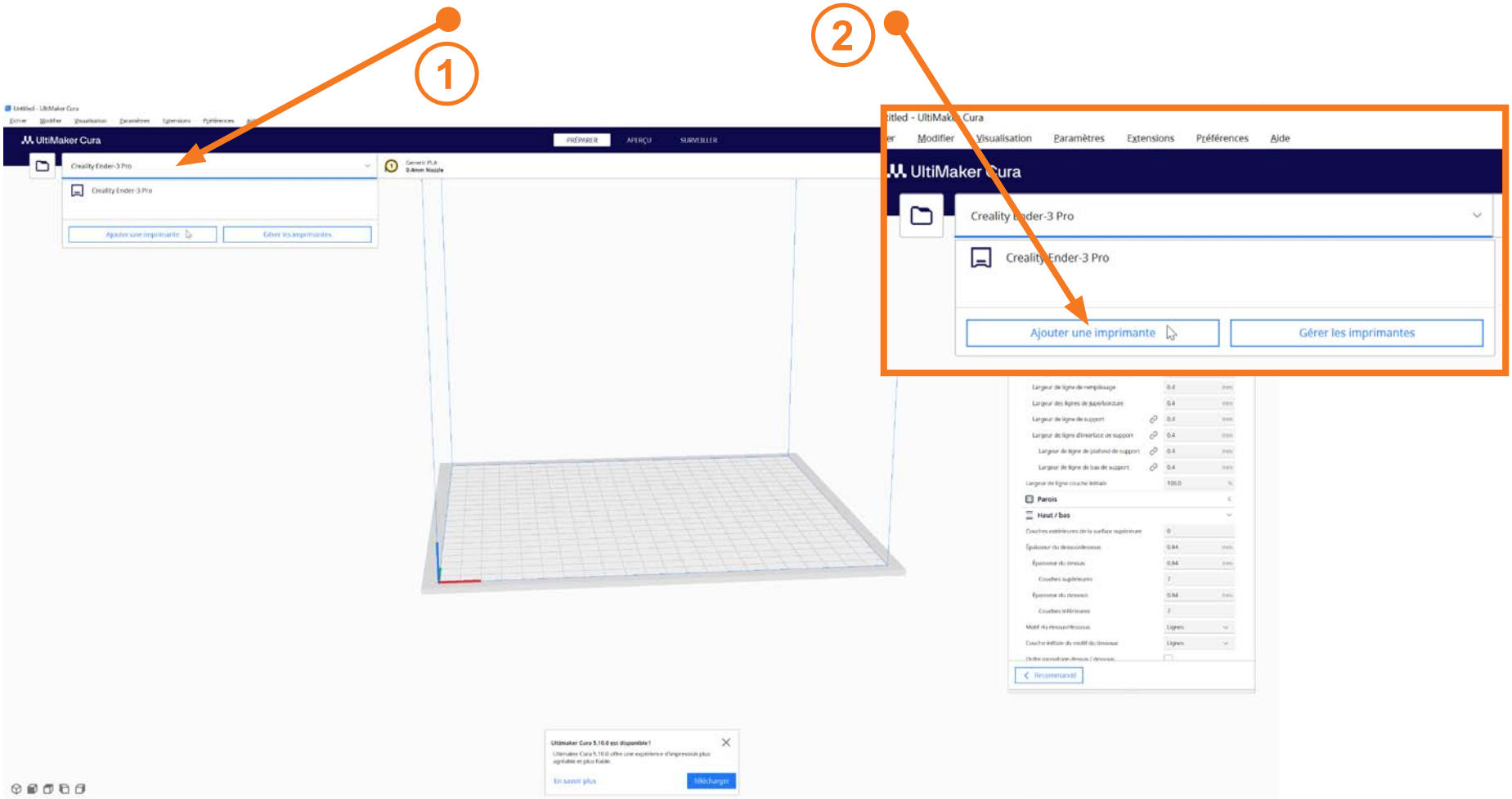
C'EST DANS LA BOITE !

Slicing - Découpe de l'objet

Au premier lancement nous allons devoir paramétrer le logiciel en ajoutant l'imprimante 3D que nous souhaitons utiliser.

Il nous faut pour cela la référence exacte de l'imprimante, par exemple : Prusa i3 Mk3/Mk3s

1 - Pour cela nous allons cliquer en haut à droite
2 - puis sur «Ajouter une Imprimante».



C'EST DANS LA BOITE !

Slicing - Découpe de l'objet

1 - Nous allons cliquer sur «Ajouter une imprimante d'une autre marque».

2 - Puis choisir une imprimante hors réseau.

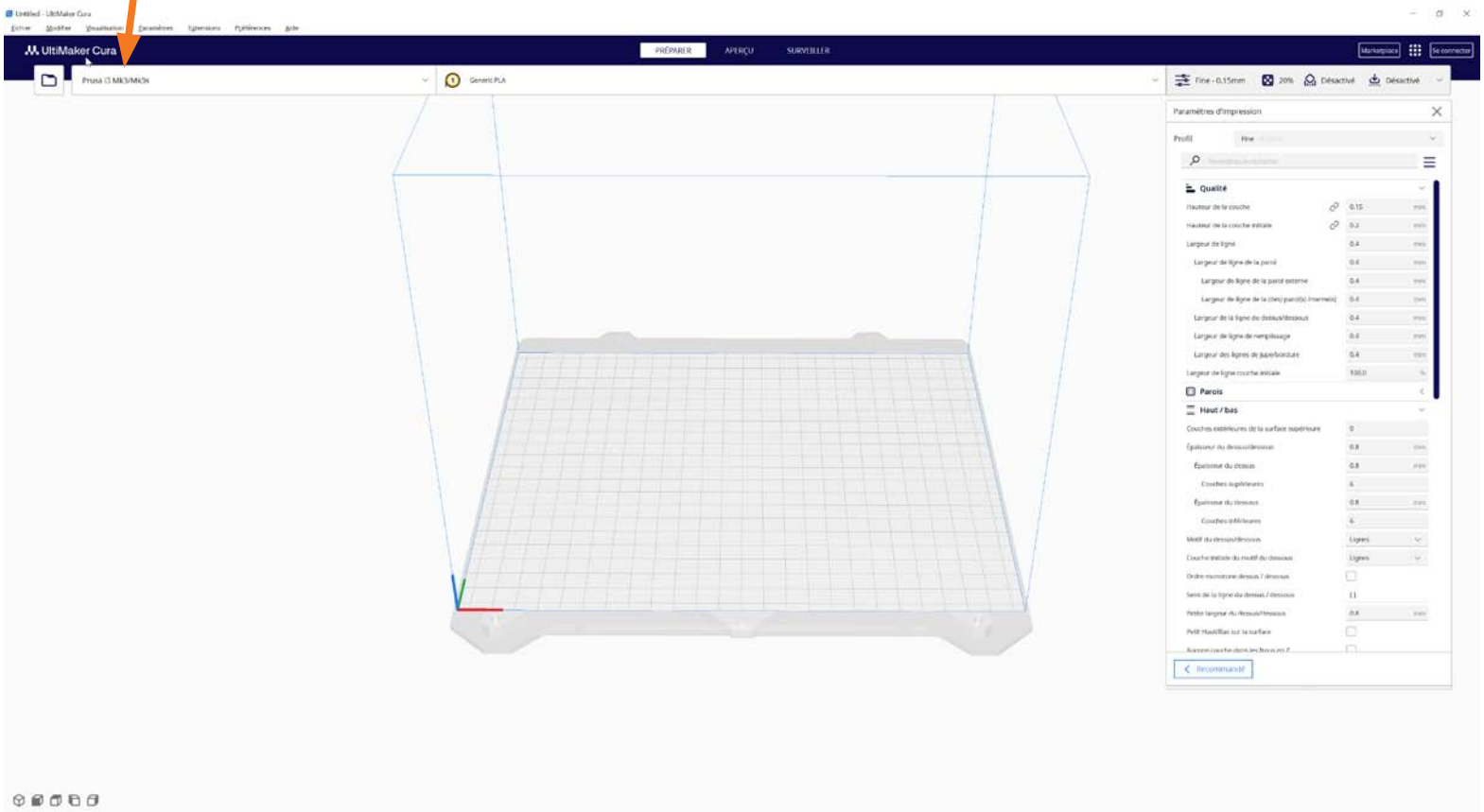
3 - Et enfin sélectionner l'imprimante «Prusa i3 Mk3/Mk3s» dans la rubrique «Prusa3D».

C'EST DANS LA BOITE !

Slicing - Découpe de l'objet

L'imprimante 3D «Prusa i3 Mk3/Mk3s» apparait désormais en haut à gauche.

Nous allons pouvoir commencer à nous occuper
du fichier «C'est dans la boite - Love - Box.stl» !

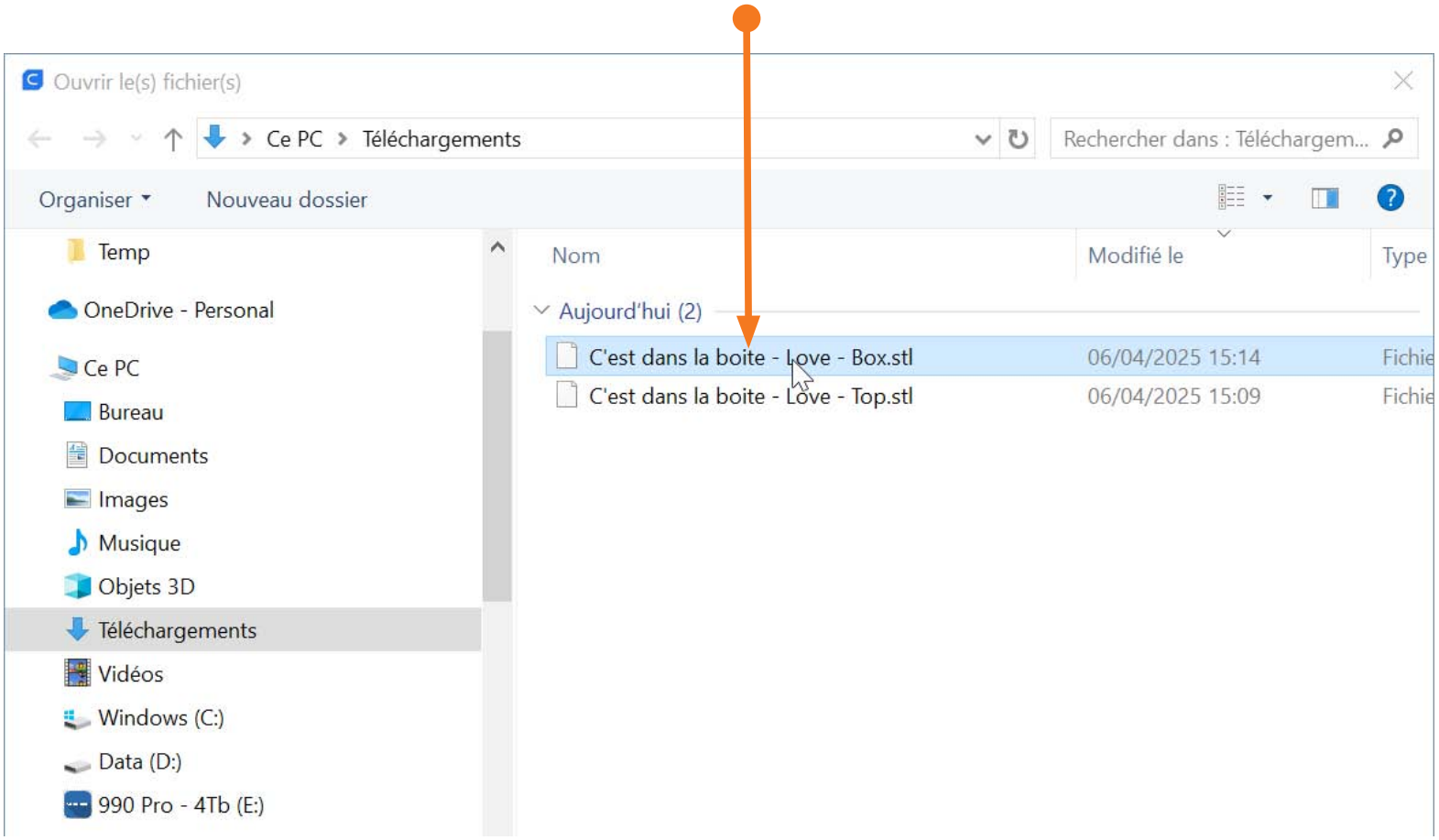


C'EST DANS LA BOITE !

Slicing - Découpe de l'objet

Nous allons ouvrir le fichier «C'est dans la boite - Love - Box.stl» :
Menu Fichier / «Ouvrir le(s) fichiers» ou Ctrl + O

Puis choisir le fichier avec l'extension .stl
(Dans le dossier téléchargement par défaut).

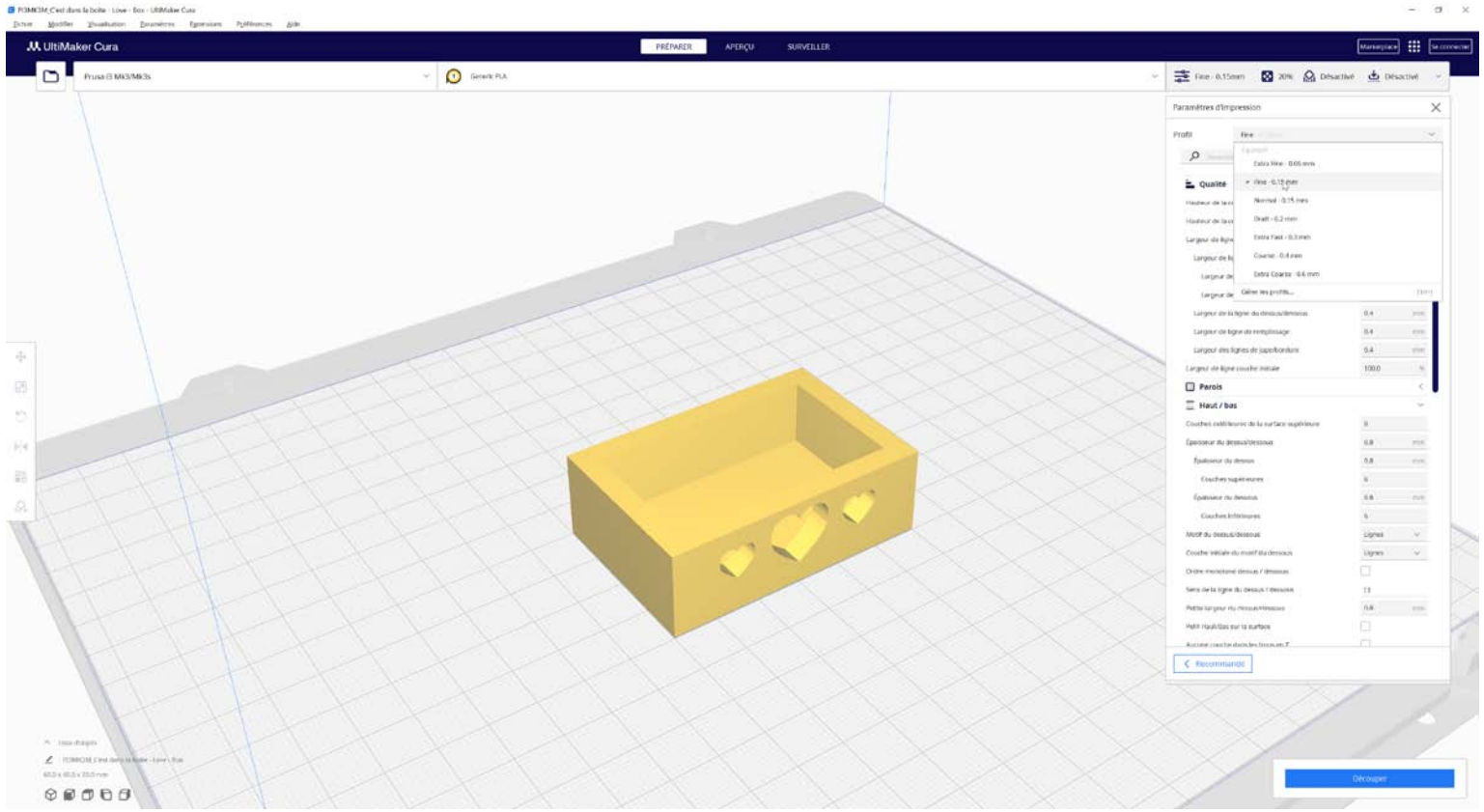


C'EST DANS LA BOITE !

Slicing - Découpe de l'objet

La boite apparaît alors sur le plateau d'impression de l'imprimante 3D sélectionnée dans une interface similaire à Tinkercad

Nous pouvons également faire tourner / déplacer le plateau d'impression avec les mêmes actions :
Clic Droit+Clic Glissé nous permet de faire tourner le plan de construction,
Ctrl+Maj+Clic Glissé permet de le déplacer.



C'EST DANS LA BOITE !

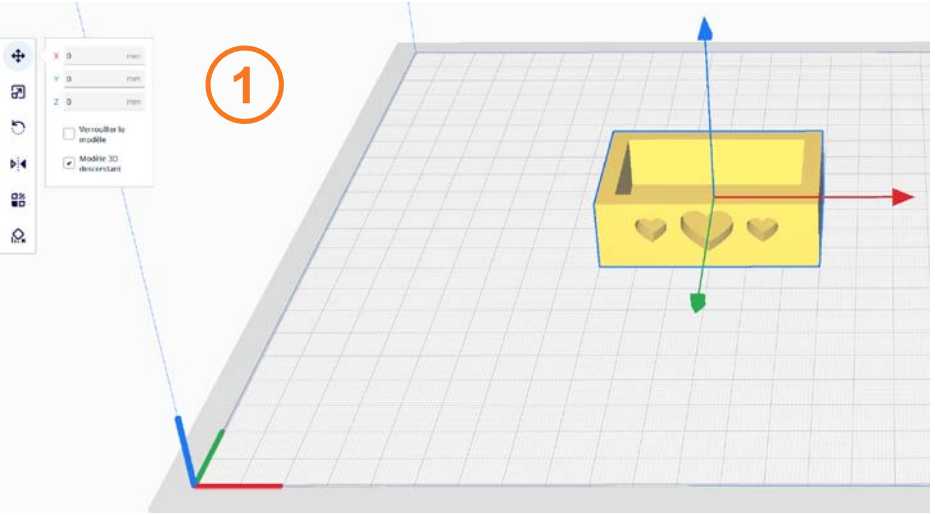
Slicing - Découpe de l'objet

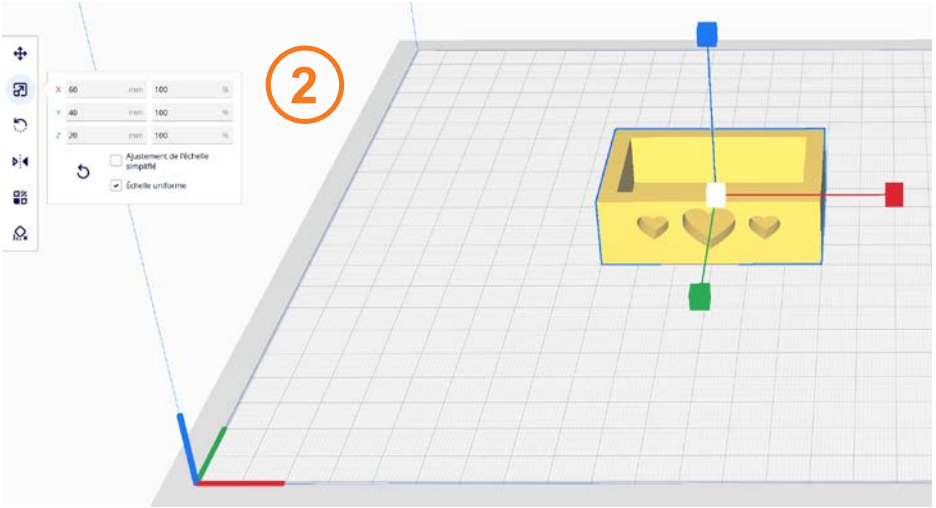
De nombreuses opérations sont possibles sur l'objet avant de l'imprimer :

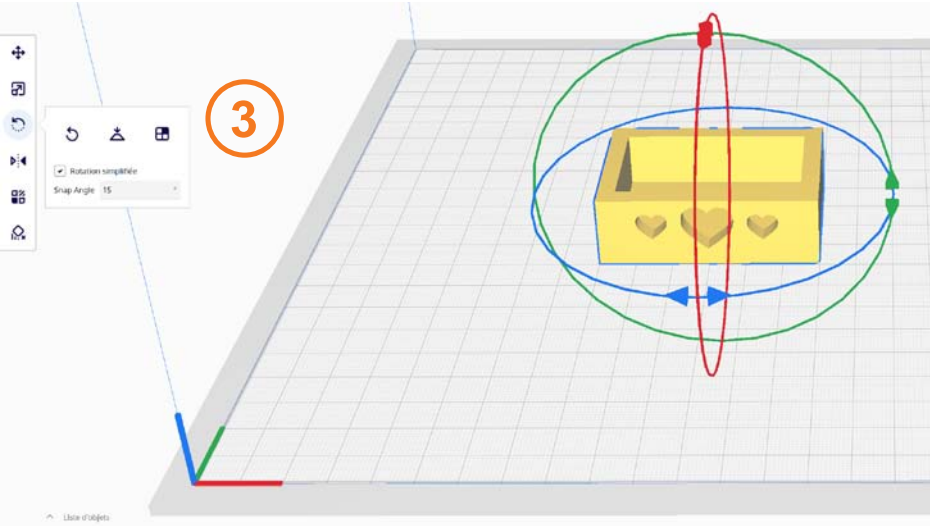
Il suffit de cliquer sur l'objet puis d'aller dans le menu sur la gauche, Il est alors possible de :

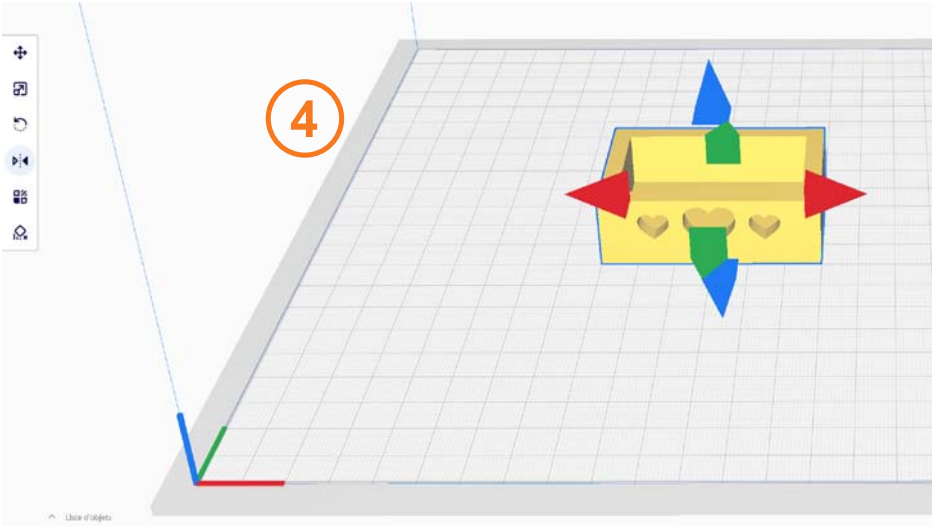
1 - Déplacer l'objet sur le plateau d'impression. 2 - De changer sa taille, voir de le déformer.

3 - Faire des rotations. 4 - De faire des symétries.







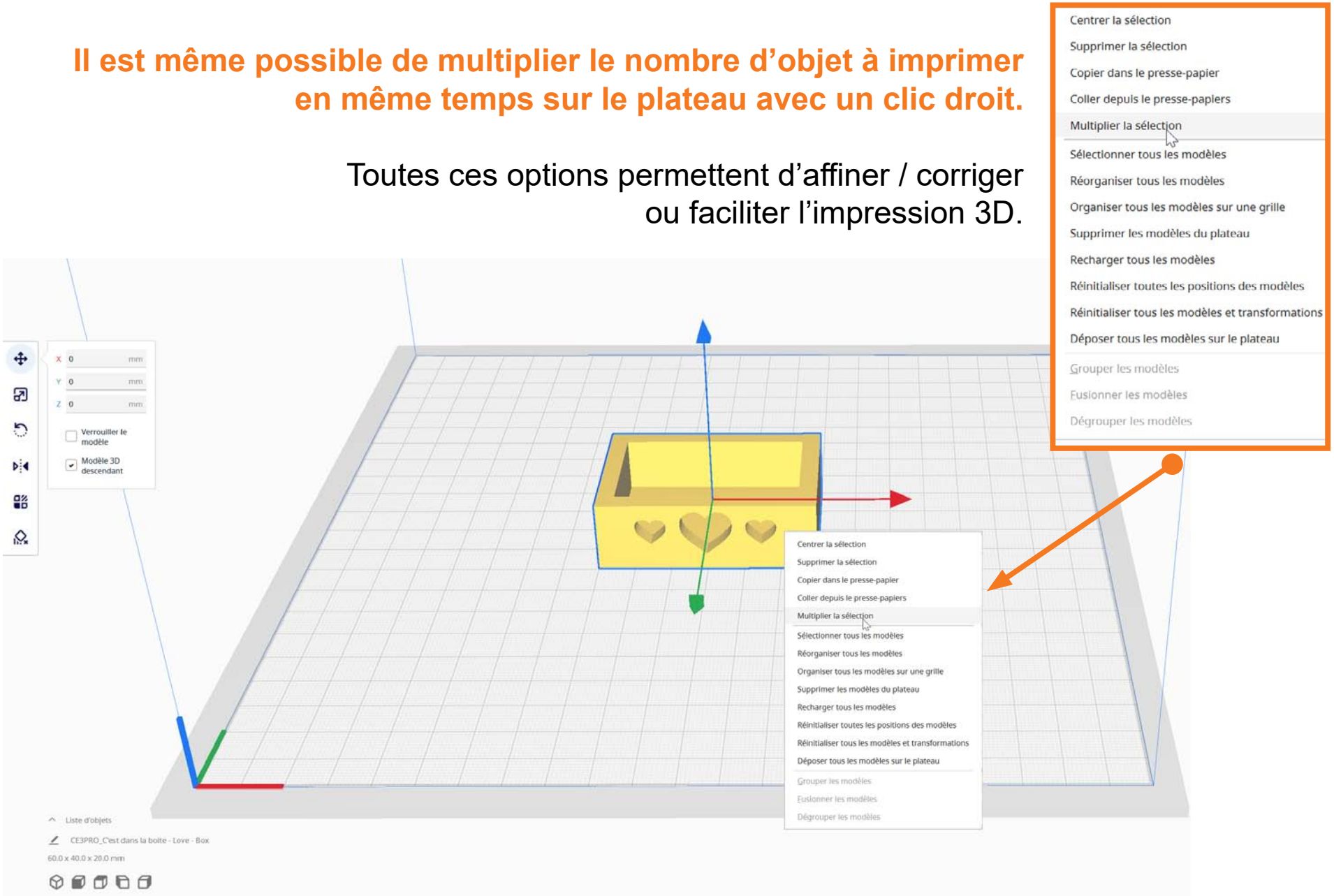


C'EST DANS LA BOITE !

Slicing - Découpe de l'objet

Il est même possible de multiplier le nombre d'objet à imprimer en même temps sur le plateau avec un clic droit.

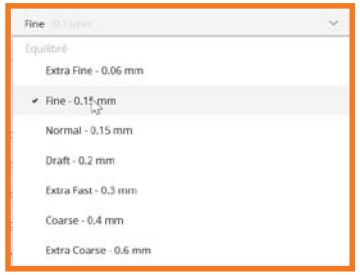
Toutes ces options permettent d'affiner / corriger ou faciliter l'impression 3D.



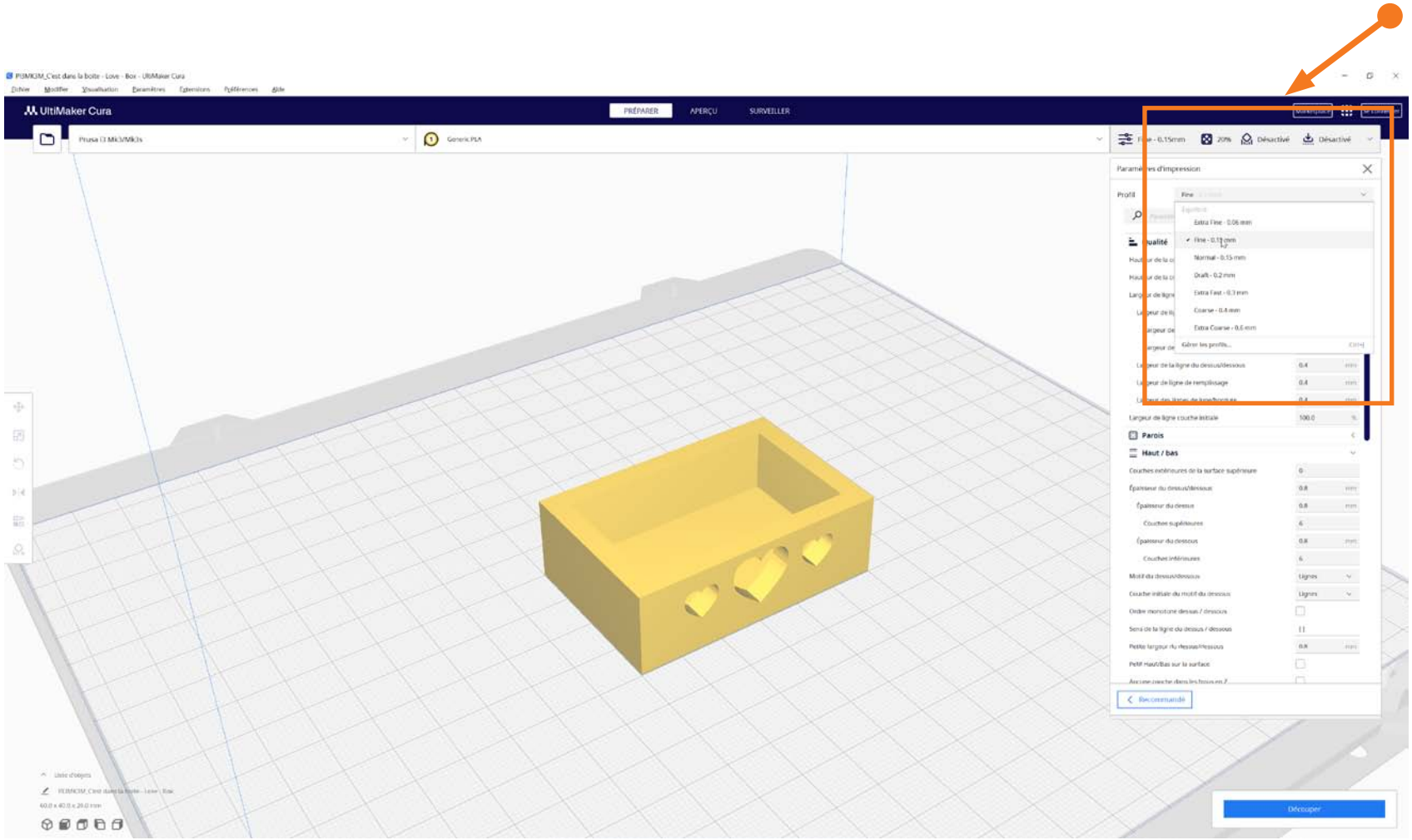
C'EST DANS LA BOITE !

Slicing - Découpe de l'objet

Les paramètres les plus importants sont la qualité d'impression



De Super à Low : Meilleure est la qualité et plus long est l'impression.

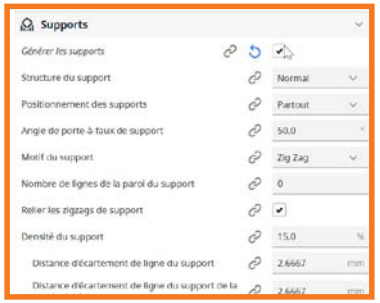


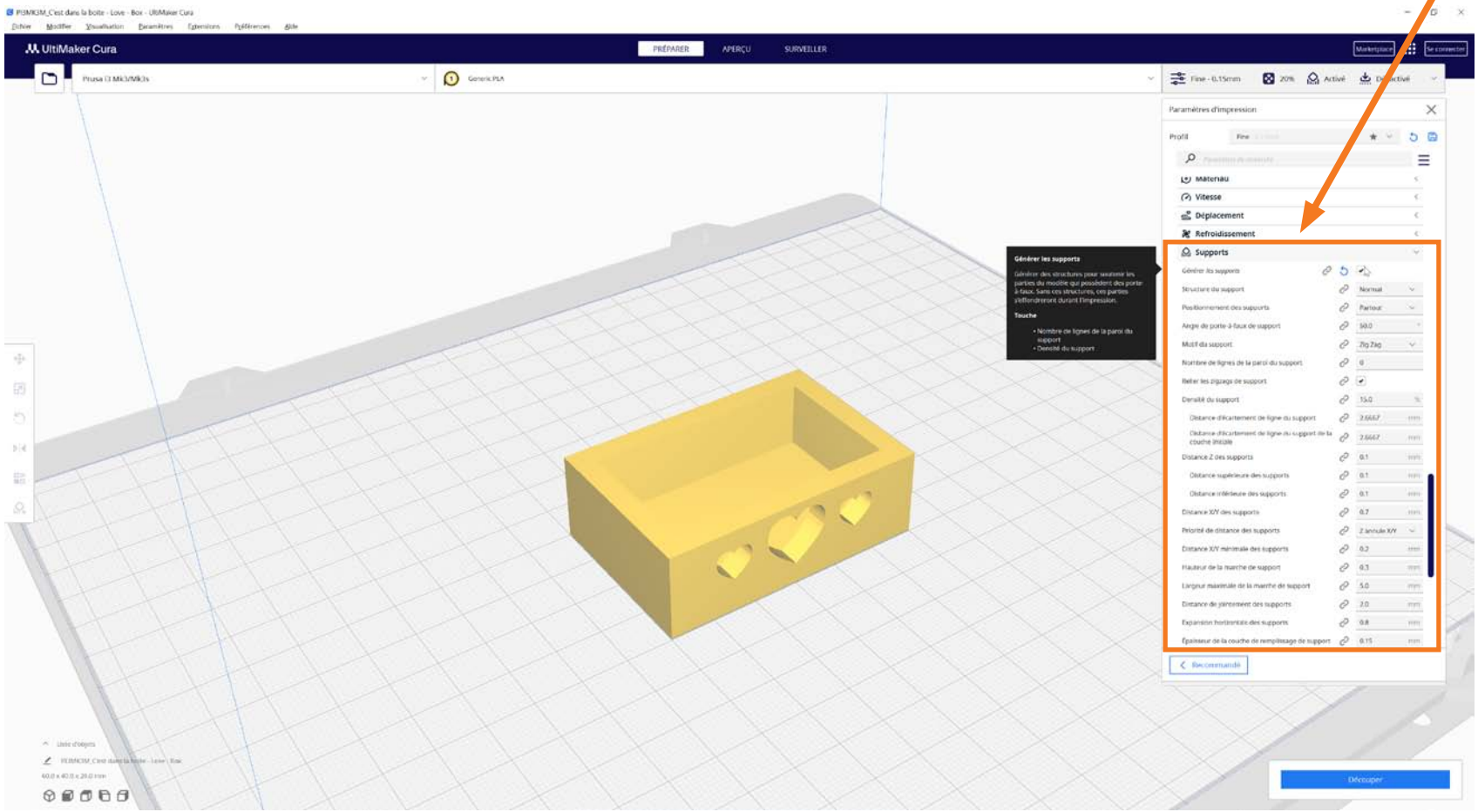
C'EST DANS LA BOITE !

Slicing - Découpe de l'objet

Il y a d'autres paramètres que l'on peut modifier :

Les supports (à activer) qui permettent d'imprimer des parties dans le vide.



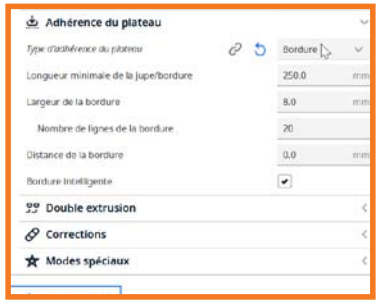


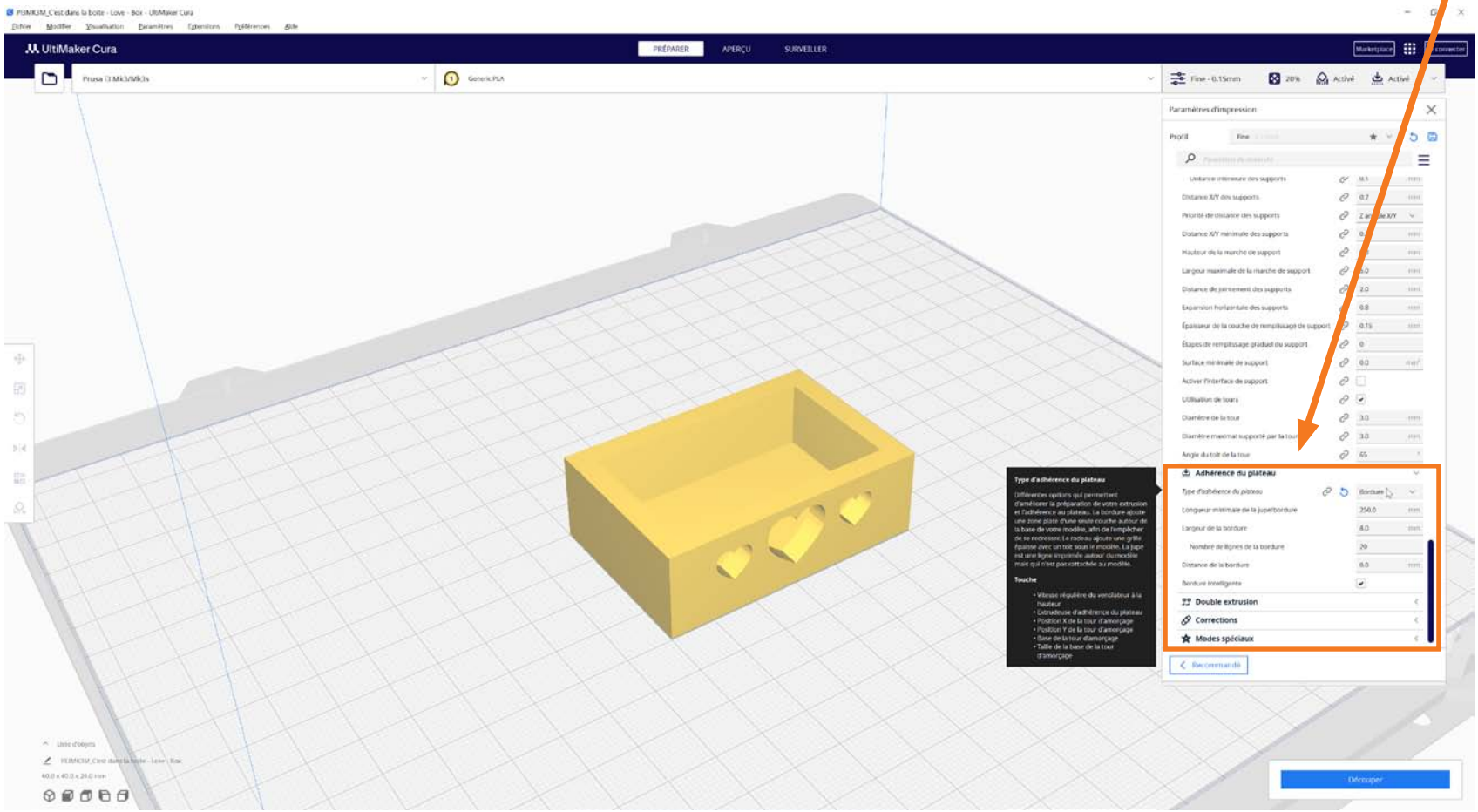
C'EST DANS LA BOITE !

Slicing - Découpe de l'objet

Il y a d'autres paramètres que l'on peut modifier :

L'adhérence au plateau qui facilite l'impression 3D en «fixant» mieux l'objet.



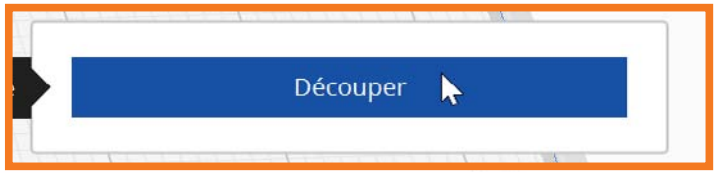


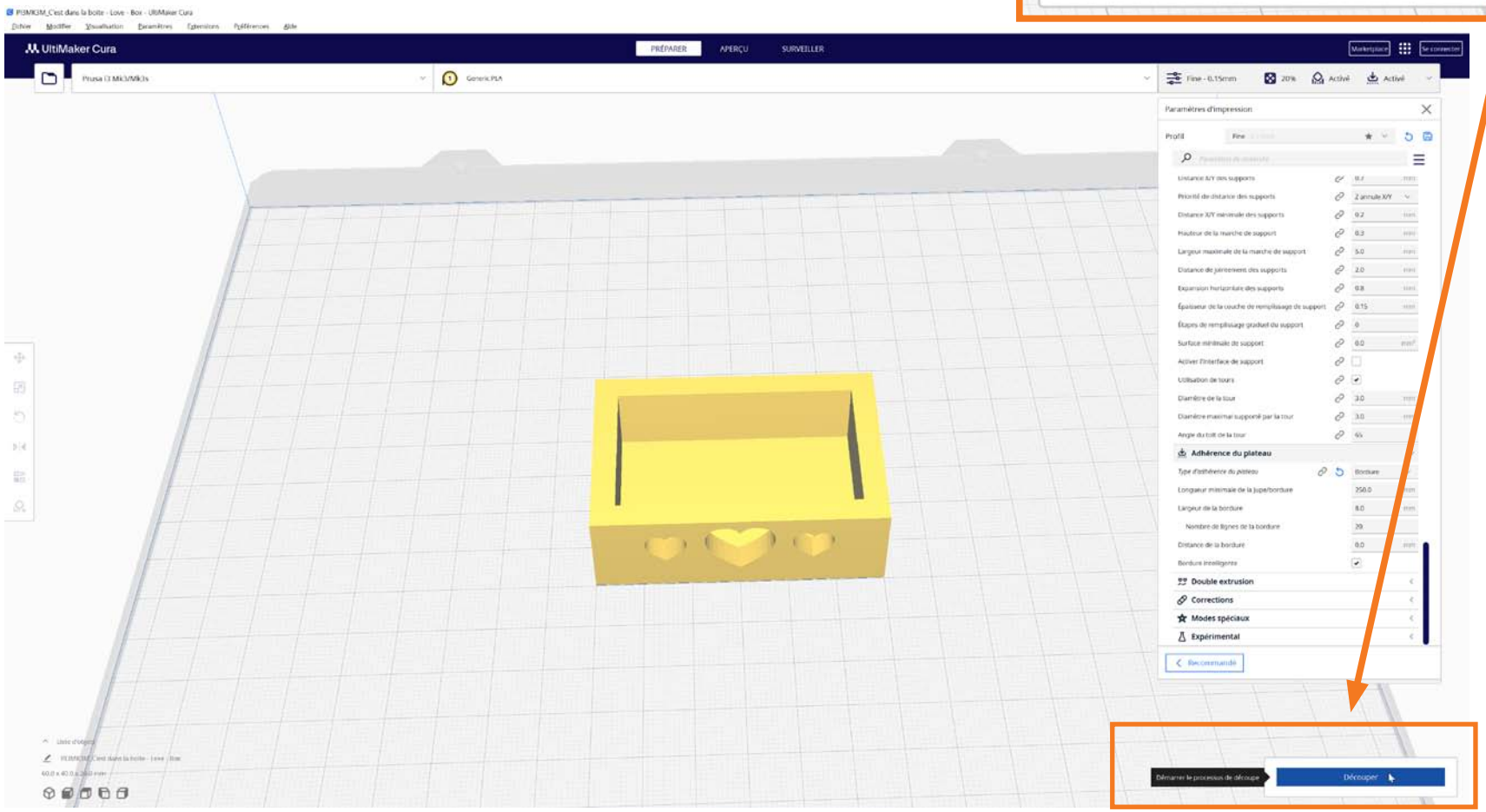
C'EST DANS LA BOITE !

Slicing - Découpe de l'objet

Une fois tous ces paramètres modifiés

Nous allons pouvoir commencer à créer le fichier final pour l'impression 3D.
Il suffit de cliquer sur «Découper» en bas en droite.



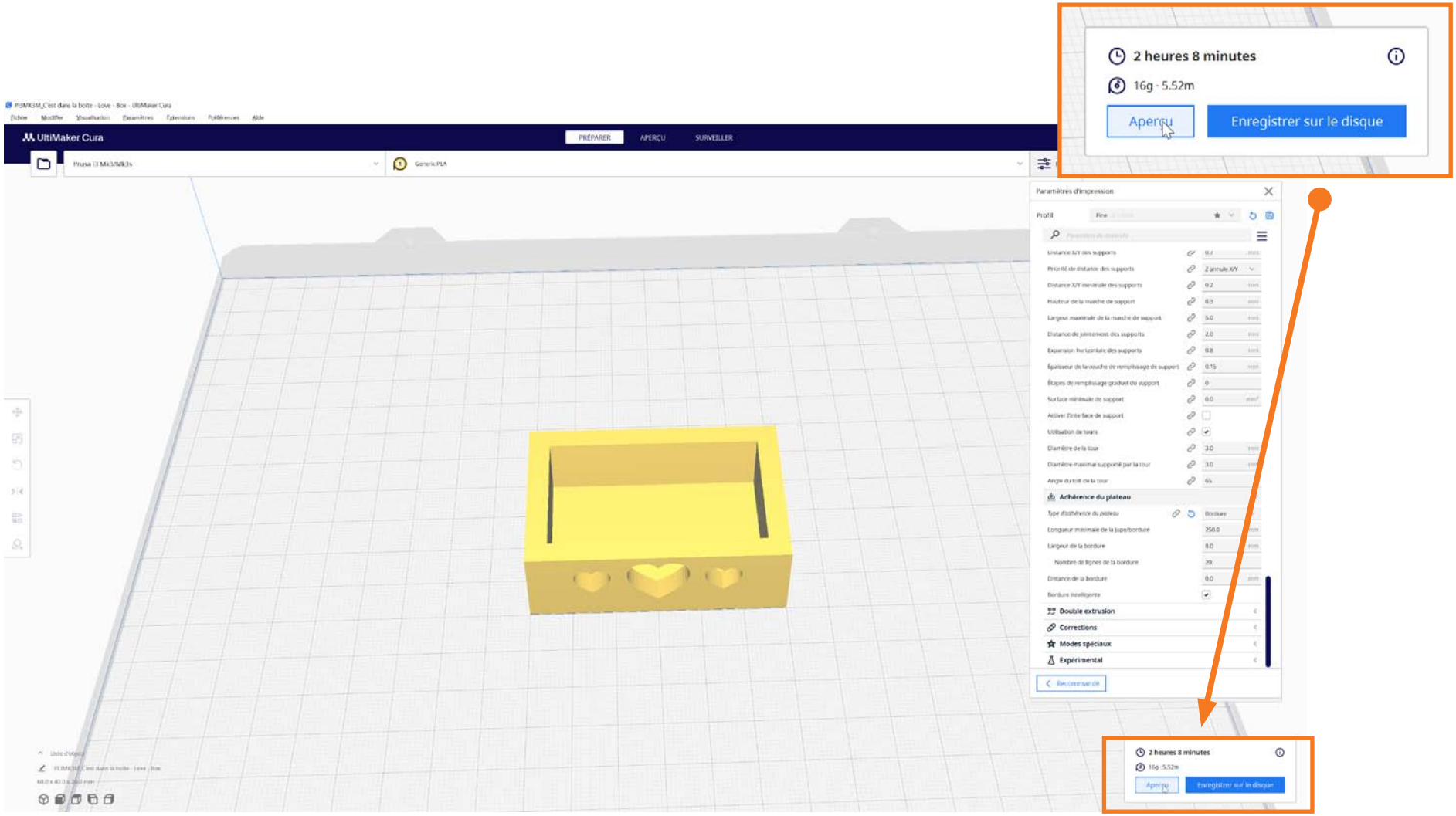


C'EST DANS LA BOITE !

Slicing - Découpe de l'objet

Le Slicer va alors calculer le temps nécessaire à l'impression ainsi le poids et la longueur de PLA consommé

Pour voir le résultat avant l'impression, nous pouvons cliquer sur «Aperçu».

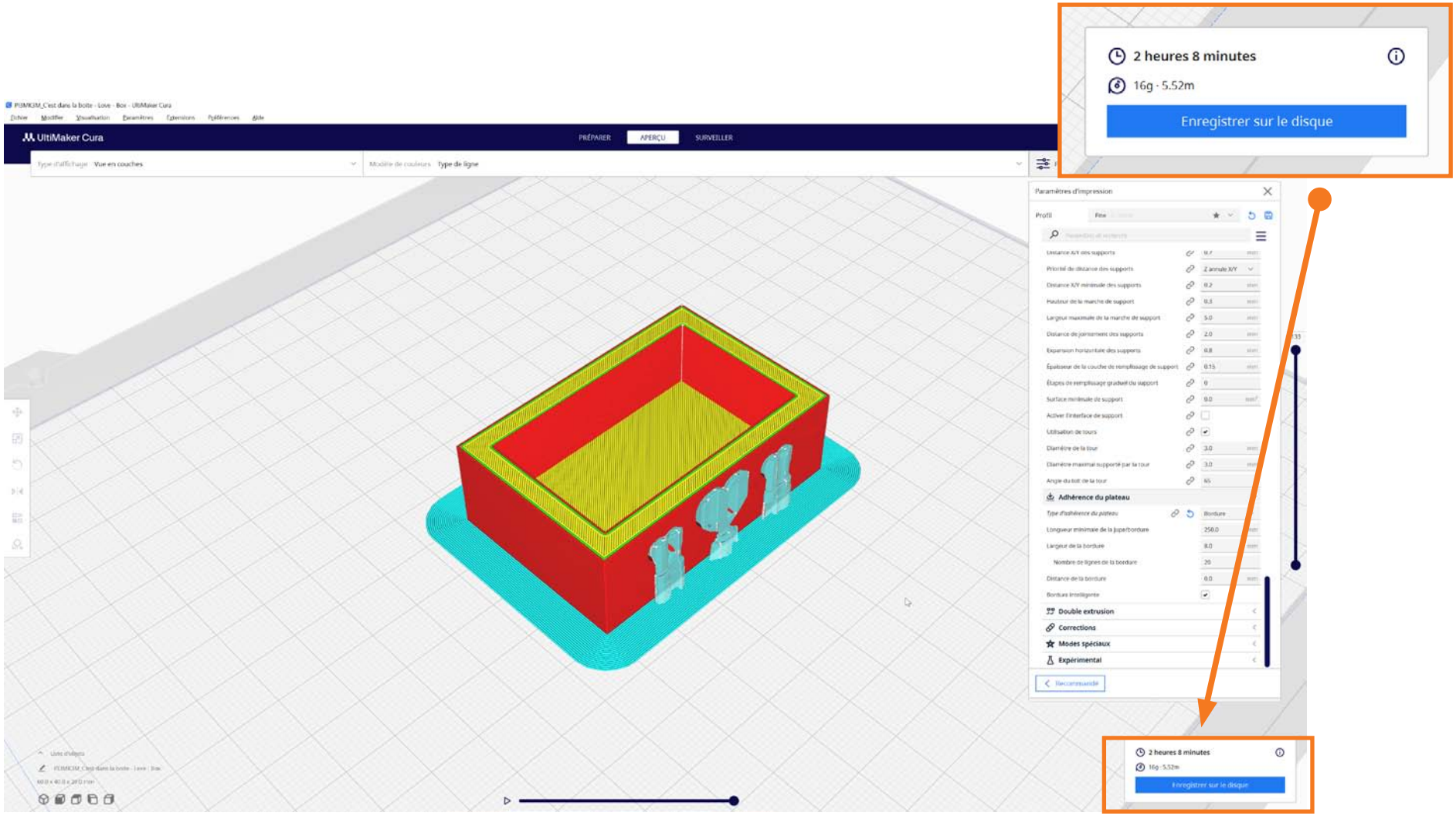


C'EST DANS LA BOITE !

Slicing - Découpe de l'objet

Nous pouvons désormais voir une simulation de l'impression

Nous pouvons aussi enregistrer directement le fichier final pour l'imprimante 3D sur le PC.



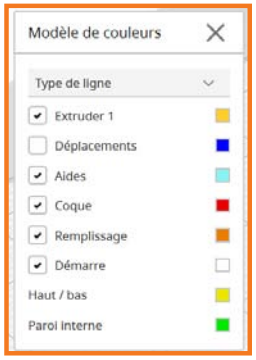
C'EST DANS LA BOITE !

Slicing - Découpe de l'objet

Il est aussi possible de se déplacer dans les couche grâce à un curseur sur la droite

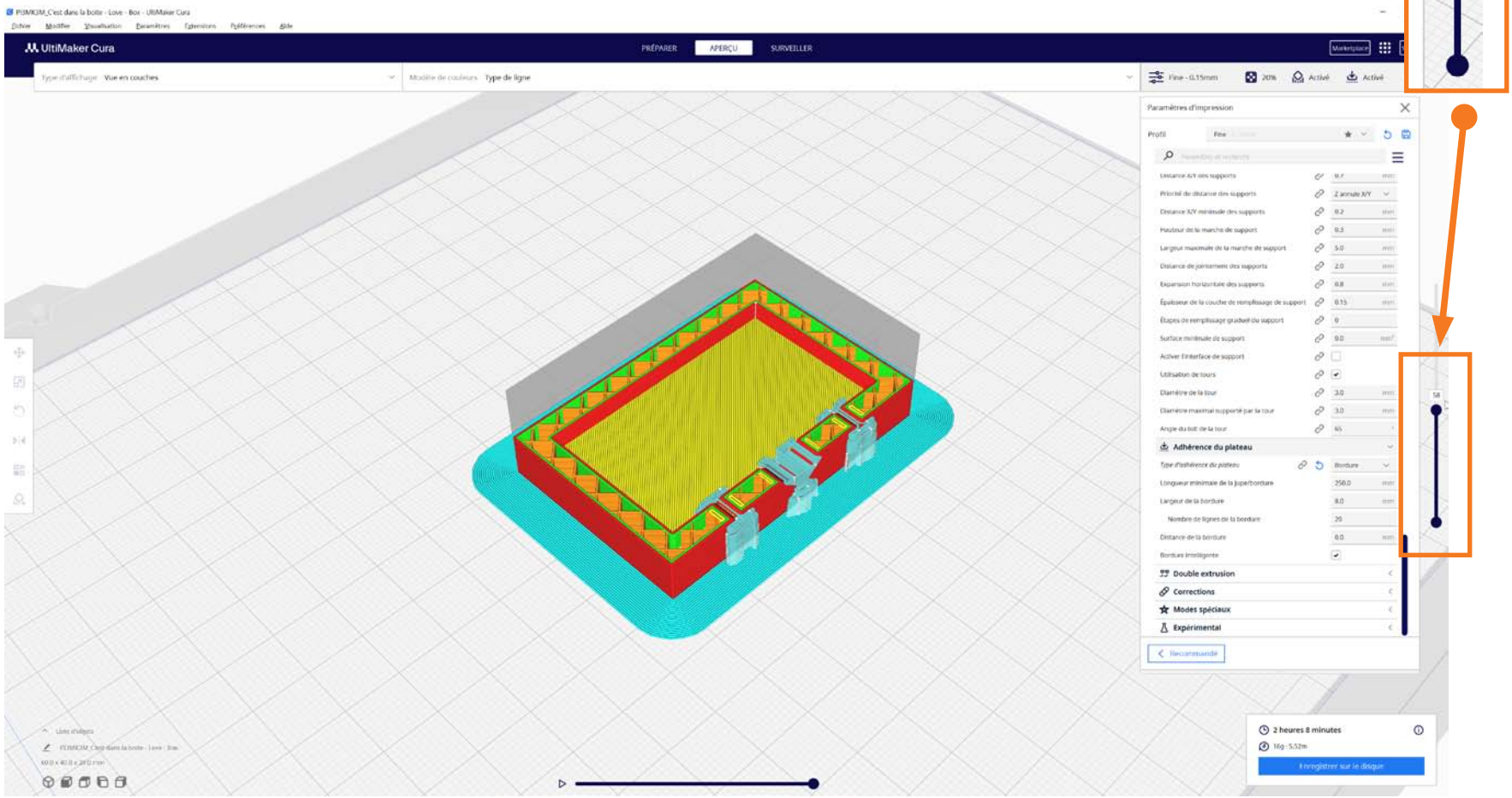
C'EST DANS LA BOITE !

Slicing - Découpe de l'objet



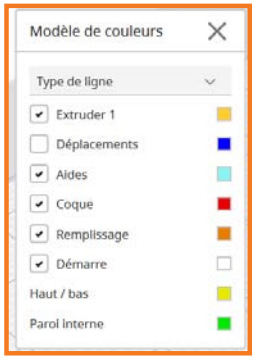
Il est aussi possible de se déplacer dans les couche grâce à un curseur sur la droite

Les couleurs représentent les différents types de ligne :
et permettent de mieux comprendre la structure de l'objet imprimé.



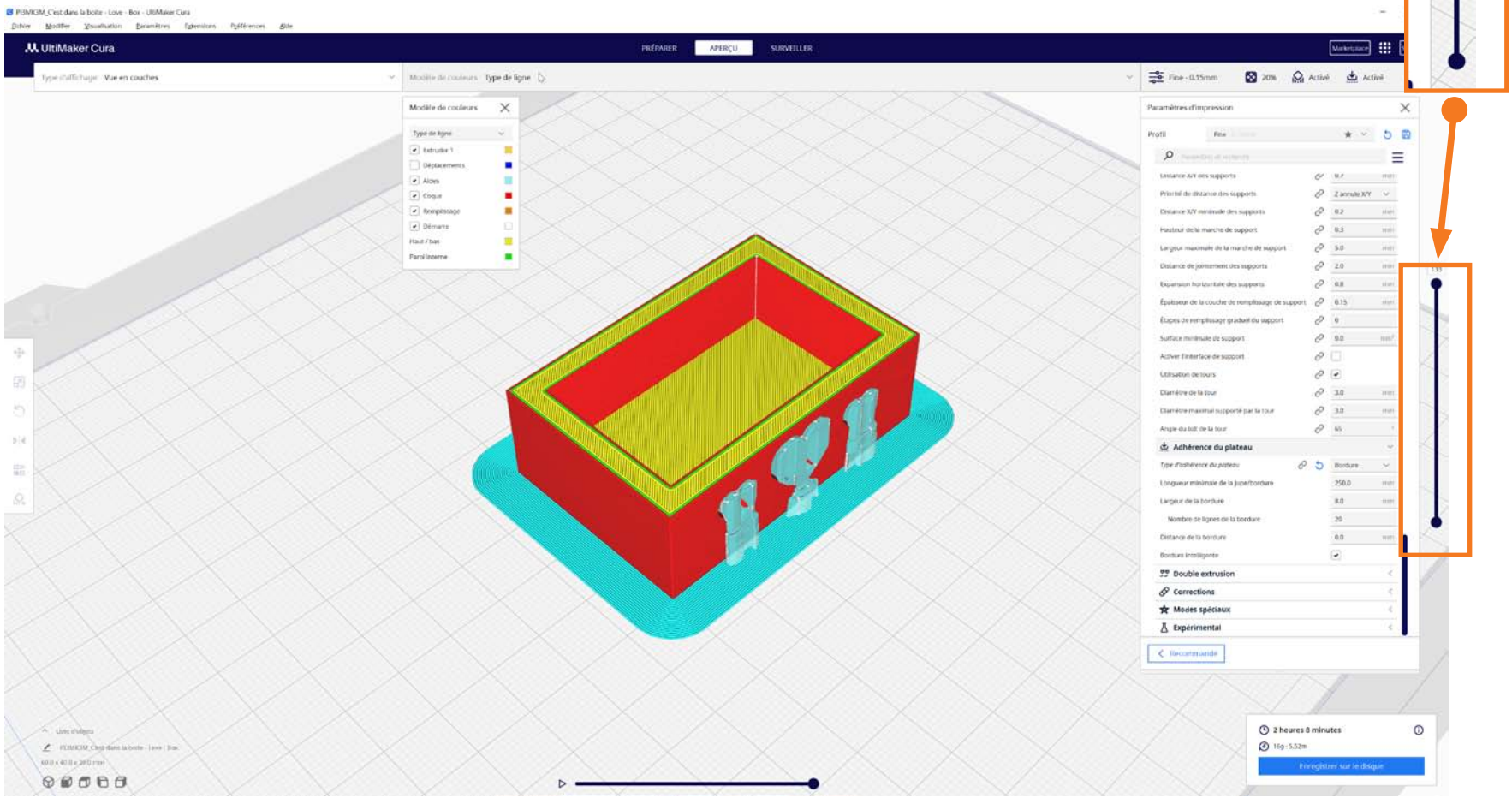
C'EST DANS LA BOITE !

Slicing - Découpe de l'objet



Il est aussi possible de se déplacer dans les couche grâce à un curseur sur la droite

Les couleurs représentent les différents types de ligne :
et permettent de mieux comprendre la structure de l'objet imprimé.

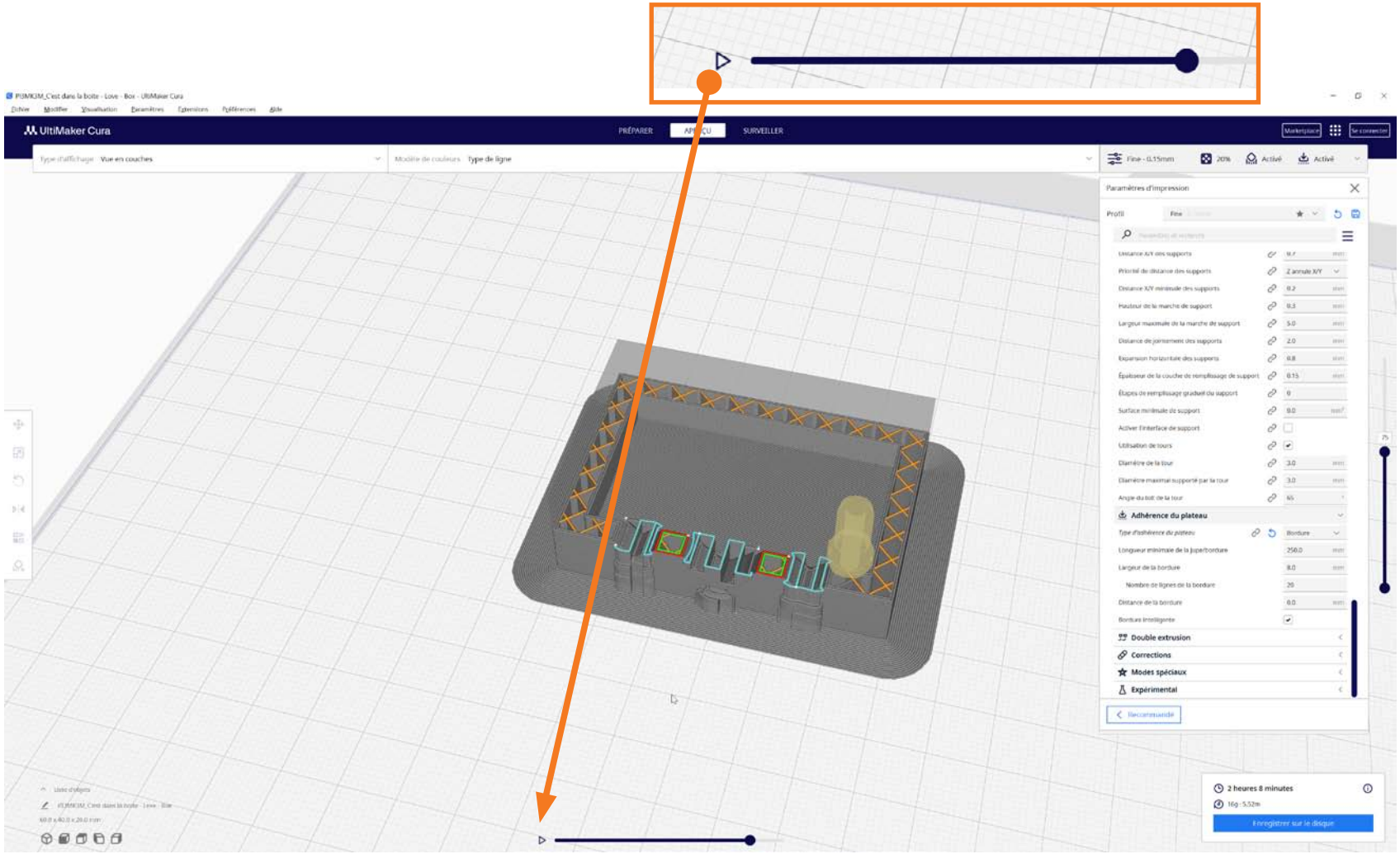


C'EST DANS LA BOITE !

Slicing - Découpe de l'objet

Il est même possible de simuler l'impression 3D grâce au bouton «lecture» en bas de la fenêtre.

Nous pouvons ainsi voir exactement comment la tête de l'imprimante se déplace pendant l'impression !



C'EST DANS LA BOITE !

LOVE STORY EN 3D : C'EST DANS LA BOITE !

Slicing - Découpe de l'objet

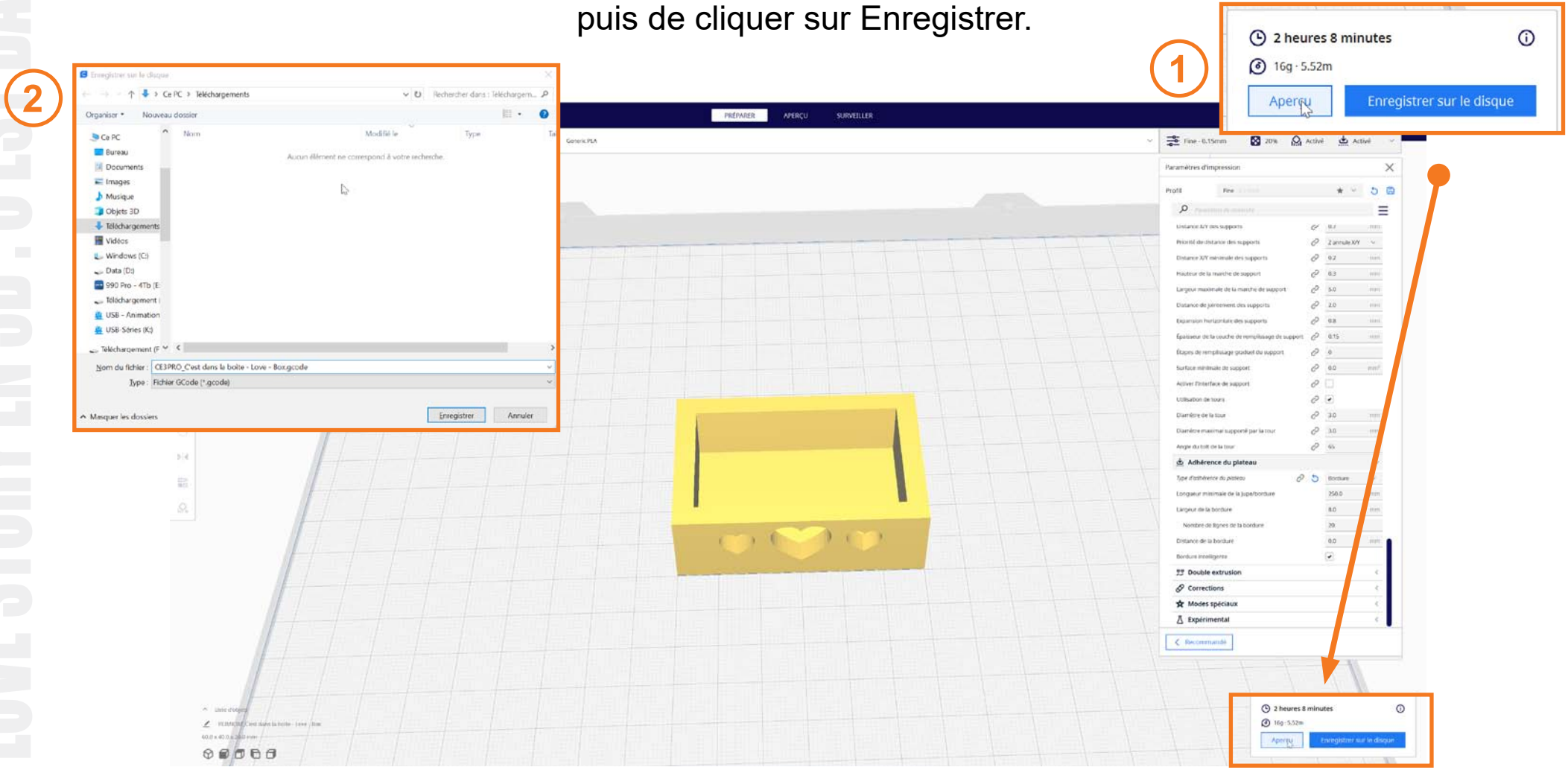
Nous pouvons désormais enregistrer le fichier final «compréhensible» par l'imprimante 3D

1- en cliquant sur «Enregistrer sur le disque».

l'extension de ce fichier est .gcode

2 - Il suffit de choisir l'endroit ou enregistrer le fichier,

puis de cliquer sur Enregistrer.

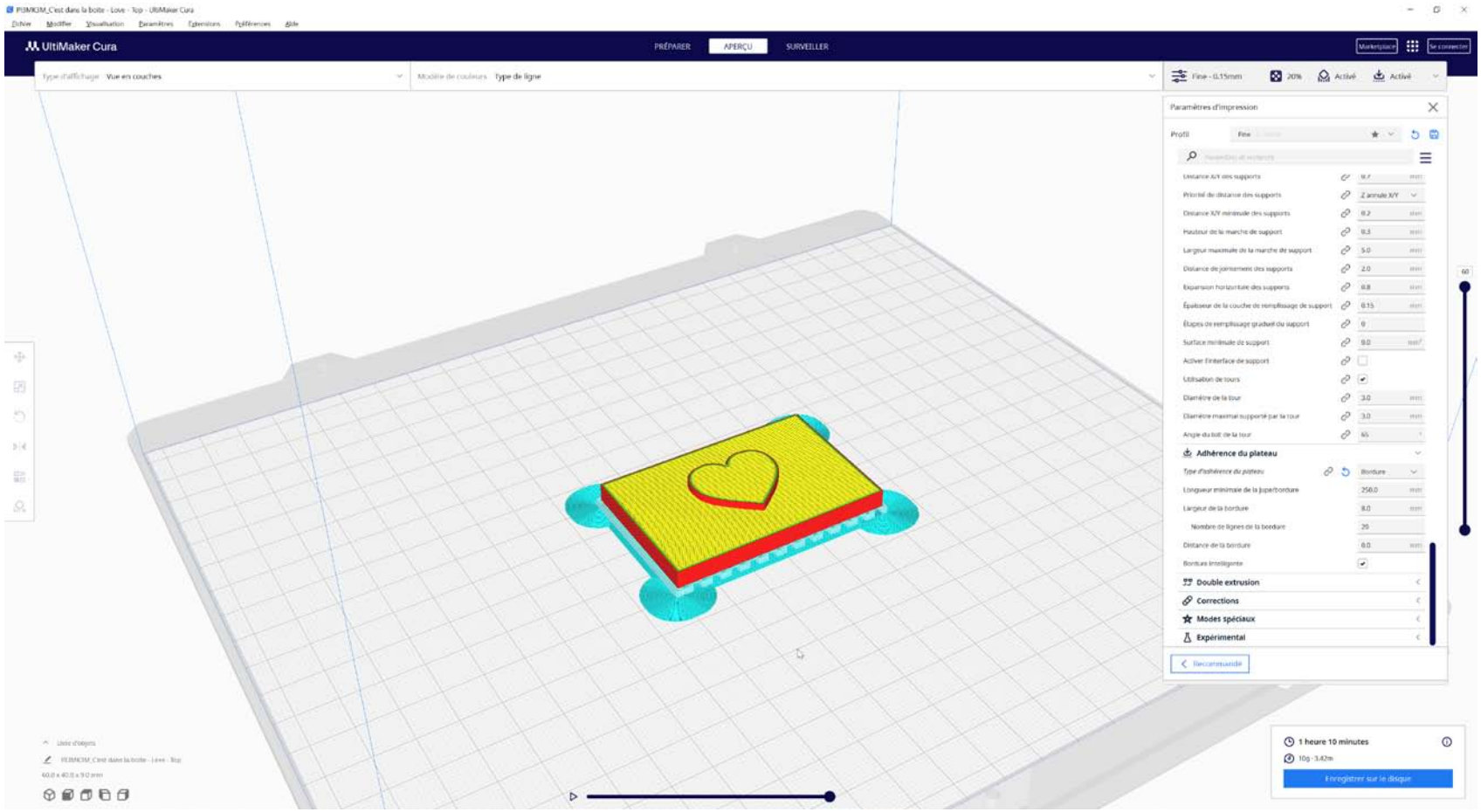


C'EST DANS LA BOITE !

Slicing - Découpe de l'objet

Il suffit désormais de mettre ce fichier (avec l'extension .gcode) sur une carte mémoire,
d'insérer cette carte mémoire sur l'imprimante 3D,
puis de lancer l'impression directement à partir de l'imprimante.

Si on veut également imprimer le couvercle il suffit de refaire la même manipulation avec le fichier .stl du couvercle.

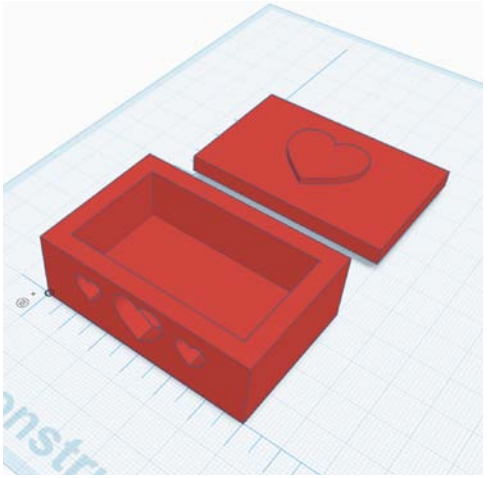


C'EST DANS LA BOITE !

Support de cours téléchargeable ici :

http://laurent.gatto.free.fr/support.html

Prochaine étape :
Impression de la boite
et création de nouveaux
objets comme
« Le porte clef » !



Merci pour
votre participation
à la création de cette boite
N'oubliez pas de finaliser votre
auto-évaluation, Quizz et ques-
tionnaire de satisfaction.

à Bientôt !

;)