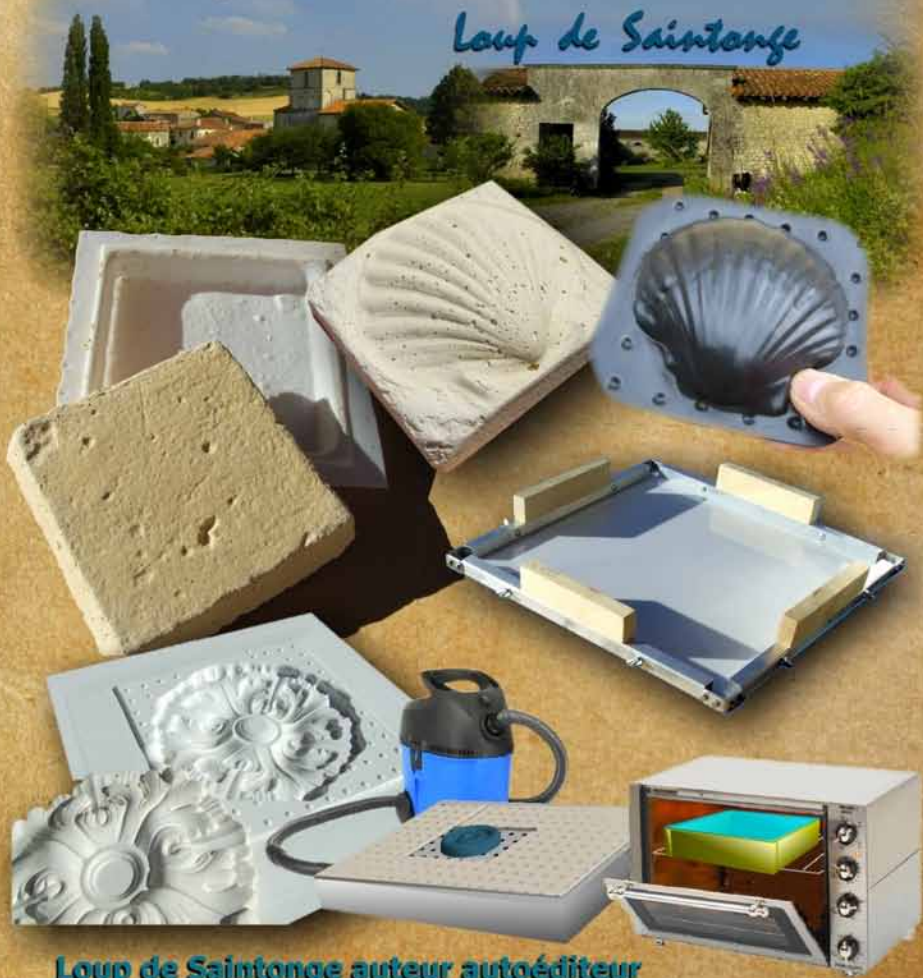


Restauration et Autoconstruction pierre reconstituée

Moulage et Thermoformage Plastique sous vide pour amateurs et artisans

Loup de Saintonge



Loup de Saintonge auteur autoéditeur

Moulage et Thermoformage plastique sous vide pour amateurs et artisans

Loup de Saintonge

Version numérique

- Extrait -

*Version complète légale et équitable de ce livre numérique exclusivement
sur le site www.reve-de-pierre.fr*

Merci de soutenir les auteurs et leurs créations.

Loup de Saintonge autoéditeur

Sommaire

Concept	6
Introduction	6
Applications	6
Exemples de réalisations possibles	7
Dans le domaine architectural	7
Dans les autres domaines	7
Les atouts et les limites du thermoformage	8
Retrait et contre-dépouilles	8
Précision et détails	8
Le principe du thermoformage plastique sous vide	9
Les outils du thermoformage plastique sous vide	10
La cadre support de thermoformage	10
Le film plastique thermoformable	10
La boîte à vide	10
La pompe à vide	10
Le système de chauffage du film plastique	10
Le master	10
Le cadre support de thermoformage	11
Utilité et caractéristiques du cadre	11
Cadre en bois contre cadre en métal	12
Solution classique du cadre en métal à taille unique	12
Solution proposée du cadre en bois à taille variable	12
Solution du cadre en métal à taille variable	12
Le choix du bois	13
Taille du cadre et étirement du film plastique	14
Réalisation du cadre	15
Nomenclature	15
Assemblage	15
Le film plastique	16
La matière	16
Les plastiques disponibles dans le commerce	17
Où trouver en pratique des plaques de plastique ?	18
Découpe du film plastique	19
Fixation sur le cadre	19
La boîte à vide	20
Principe général	20
Assemblage et étanchéité	21
Réalisation d'une boîte à vide de 60 x 50 x 5 cm	22
Matériaux et plan de découpe	22
Nomenclature	22
Outils	22
Description des étapes d'assemblage	23
Les principales étapes en images	24
Le cache, un accessoire utile...	25
Problématique	25
La solution du cache	25
Réalisation du cache	26
Utilisation	26

La création d'une pièce ou d'un moule par thermoformage sous vide	27
La méthode pas à pas	27
Le thermoformage en images	28
Les étapes cruciales du formage	29
Astuces de thermoformage et finitions	30
Réduction des contre-dépouilles	30
Utilisation de la pâte à modeler	31
Moulage des forts reliefs et des formes concaves	32
Dépose du film thermoformé avant démoulage	33
Démoulage difficile dû à l'effet ventouse	34
Démoulage difficile dû au retrait	34
Finition du moule ou de l'objet thermoformé	35
Une Voûte Infrarouge sur mesure	36
Principe	36
Les sources de rayonnement Infrarouge	36
Utilisation de résistances de fours ménagers	37
Avertissement : Risques, Sécurité et Protection	37
Risque de brûlures	37
Risque électrique	37
Réalisation d'une voûte simple de 45 x 45 cm 1200W	38
Caractéristiques	38
Fournitures et matières premières	38
Méthode de découpe et de pliage de la tôle d'aluminium	38
Découpe et pliage des éléments de structure en aluminium	39
Assemblage des éléments de structure	40
Schéma électrique de la voûte	40
Fixation de la résistance sous la voûte	41
Assemblage de la porte battante	41
Assemblage du compartiment électrique	42
Optimisation de l'ouverture de la voûte	43
Réalisation d'une grande voûte infrarouge	44
Voûte Double 100 x 50 cm 2400W	44
Voûte Quad 110 x 100 cm 4800W	44
Schéma électrique	44
Un cadre en métal pour utilisations intensives	45
Principe de base	45
Réalisation d'un cadre en aluminium de 40 x 40 cm	46
Caractéristiques	46
Fournitures et matières premières	46
Liste des pièces du cadre	46
Alignement des trous barre / cornière	46
Détails de réalisation des cornières et des barres	47
Assemblage	47
Galères et fausses bonnes solutions	49
Le thermoformage au décapeur thermique, par "estampage"	49
Le thermoformage au décapeur thermique, sous vide	49
Le thermoformage plastique sur le WEB	50

Introduction

Même si parfois nous l'ignorons, le plastique thermoformé est omniprésent dans notre vie de tous les jours. Les emballages plastiques durs, les blisters transparents, les pots de yaourt, les coques et habillages de certains appareils ou jouets... utilisent cette technologie qui a l'avantage d'être très économique. Il se trouve que sa mise en oeuvre est aussi parfaitement à la portée des amateurs que nous sommes et ne fait appel qu'à des outils simples et déjà à notre disposition.



Applications

Comme dans l'industrie, le champ des applications du thermoformage plastique sous vide à la maison ou à l'atelier est vaste. Pour les amateurs et les artisans, cette technique permet de fabriquer à moindre coût, rapidement et sans difficulté de nombreux objets et surtout de nombreuses copies à partir d'un modèle unique. Dans le cadre de ce livre, nous nous intéresserons au domaine particulier de l'architecture et de la déco pour les autoconstructeurs amateurs et les artisans du bâtiment et de la pierre. Il s'agira en effet de réaliser par cette technique des moules pour la création d'éléments architecturaux ou décoratifs en pierre reconstituée que les autres techniques du bois et du polystyrène ne permettent pas de faire, et que les élastomères silicone ou époxy savent faire mais au prix de difficultés techniques élevées et de manipulations de produits chimiques onéreux.

Typiquement, il s'agira de réaliser un moule "négatif", c'est à dire une empreinte, à partir d'un modèle positif appelé "master". Le moule en plastique directement créé sera relativement résistant et durable, permettant ainsi de réaliser de nombreuses copies du modèle original.



*Modèle original utilisé
comme master*



*Moule plastique par
thermoformage direct*

Il s'agit donc d'une application particulière parmi d'autres. Mais le concept, les outils et les méthodes développés dans ce livre pourront servir à bien d'autres applications amateurs ou semi-professionnelles dans les domaines du maquettisme, du jouet, du packaging, de la publicité sur les lieux de vente, du prototypage ou de l'artisanat semi-industriel

Exemples de réalisations possibles

■ Dans le domaine architectural

Moules pour dalles, pavés, margelles, plaquettes et pierres de parement, éléments de déco, bas-reliefs, éléments de sculpture, formes sculptées complexes et irrégulières, éléments de modénature, frises, cimaises et décors en reliefs, listels, petits éléments de staff, etc.

Pour ces applications, le master est sculpté dans du bois, de l'argile, de la pâte à modeler durcissable à l'air ou du plâtre, ou bien c'est un modèle existant en pierre, en terre cuite, en résine, ou tout autre matériau.



■ Dans les autres domaines

Dans le domaine des jouets et du modélisme, réalisation de coques de voitures, de bateaux, éléments de cockpit, de verrière, de fuselage ou de voilure d'avions, de véhicules spatiaux ou création de décors et de personnages. Dans les applications plus classiques, création d'emballages spéciaux, blisters, carénages, protections, coques d'appareillages, petits conteneurs, barquettes, moules culinaires basse température, plastification d'objets, objets publicitaires et présentoirs 3D sur les lieux de vente, etc.

Pour ces utilisations, les masters pourront le plus souvent être réalisés en bois, en argile ou en pâte à modeler durcissable.



La boîte à vide

La boîte à vide est l'élément clé du procédé de thermoformage par dépression sous vide. Il s'agit d'une boîte en bois très simple à réaliser à l'aide de panneaux de bois ou contreplaqué et de tasseaux. Il ne faut pas hésiter à la faire de grande taille pour permettre les plus grands projets de moulage.

■ Principe général

Il s'agit de réaliser une boîte étanche sur 5 faces et constellée de petits trous sur la 6^{ème} face, la face supérieure. Cette face que nous appellerons "plaque à trous" doit être suffisamment rigide pour ne pas plier sous le poids du modèle qui sera posé dessus, ni sous la force d'aspiration.



Boîte à vide avec aspirateur

Il est inutile que la boîte à vide soit haute comme on le voit souvent dans les réalisations d'amateurs. Au contraire, il vaut mieux qu'elle soit plate pour renfermer le moins d'air possible, ceci afin d'accélérer au maximum la phase de dépression pendant le thermoformage. La boîte doit cependant être suffisamment épaisse pour permettre la création, sur l'un de ses côtés, d'un trou conique dans lequel viendra se brancher directement l'embout de l'aspirateur. La plupart des embouts d'aspirateurs domestiques se branchent sur un trou légèrement conique (le tube du manche d'aspiration) dont l'entrée a un diamètre de 35mm. Avant de fabriquer votre boîte à vide, mesurez le diamètre de l'embout de votre aspirateur. Pour ne pas être embêté, la hauteur totale de votre boîte à vide devra être au moins égale au diamètre du trou d'aspiration + 15 mm, soit en général $35 + 15 = 50$ mm minimum.

Pour ce qui est de la taille (longueur x largeur) de votre boîte à vide, elle doit être égale à la taille des plus grandes pièces que vous souhaitez reproduire + environ 100mm (50mm de chaque côté). La boîte que nous vous proposons fait $L \times l \times ep = 600 \times 500 \times 50$ mm. Elle permettra de mouler des pièces de n'importe quelle taille, jusqu'à 400×500 mm. Mais, si vous avez besoin de plus (ou de moins) vous pouvez adapter ses dimensions à votre convenance sans difficulté particulière.

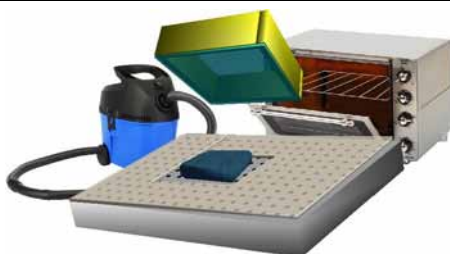
Notez bien que, à moins que vous n'ayez décidé de réaliser la voûte infrarouge qui est proposée à la fin de cet ouvrage, vous serez limité aussi dans les dimensions de vos moules par la taille de votre four de cuisine. Mesurez donc avant tout votre four de cuisine.



Principe de la boîte à vide

La création d'une pièce ou d'un moule par thermoformage sous vide

Maintenant que nous avons réalisé une boîte à vide, un cadre et un cache, et que nous avons sous la main un aspirateur en bon état et un four de cuisine électrique avec grill de taille suffisante, voyons en détail la méthode que nous allons devoir suivre pour réaliser nos premiers moules et objets en plastique par thermoformage sous vide.



La chaîne de thermoformage à la maison

■ La méthode pas à pas

1. Préparez le cadre de thermoformage et le cache souple en carton ou en mousse.
2. Tracez des repères au marqueur sur le cache pour le positionnement du cadre et fixez le film plastique sur le cadre.
3. Organisez l'espace de travail en plaçant la boîte à vide à proximité du four.
4. Connectez l'embout de l'aspirateur sur la boîte à vide et branchez l'alimentation électrique du four et de l'aspirateur.
5. Placez le cache souple sur la boîte à vide et fixez-le éventuellement avec du scotch en périphérie.
6. Posez le master sur la plaque à trous bien au centre de l'ouverture du cache.
7. Aménagez si nécessaire les angles de dépouille du master avec de la pâte à modeler ou une autre méthode (voir dans les astuces de thermoformage).
8. Allumez et réglez le four électrique avec grill à 250°C.
9. Placez la cadre équipé de la feuille thermoplastique dans le haut du four, à environ 5 à 10 cm sous la grille infrarouge, le plastique étant orienté vers le haut, et observez. Laissez pour cela la porte du four légèrement entreouverte.
10. Démarrez l'aspirateur et vérifiez que le cache se plaque correctement sur la plaque à trous.
11. Prenez des gants ou des maniques et, lorsque le film plastique devient mou et commence à fléchir nettement sous son poids, sortez le cadre du four.
12. Présentez rapidement le cadre, film plastique en dessous, à la verticale du master et abaissez-le rapidement jusqu'à ce qu'il entre en contact avec le cache souple et à travers lui, la plaque à trous. Appuyez fermement sur le cadre.
13. Le vide se crée très rapidement dans la boîte et le film plastique est instantanément plaqué contre le master.
14. Maintenez la pression sur le cadre, attendez que le film plastique soit suffisamment refroidi, puis arrêtez l'aspirateur.
15. Désolidarisez le film du cadre en bois en enlevant les pointes une par une.
16. Dégagez le master du film thermoformé. C'est l'opération la plus délicate, surtout avec les plastiques rigides. Elle sera facilitée si les angles de dépouilles du master sont suffisants ou ont été correctement aménagés.

■ Réalisation d'une voûte simple de 45 x 45 cm 1200W

► Caractéristiques

Dimensions : 55 x 46 x 21 cm extérieur et 44 x 45 x 14 cm intérieur

Alimentation : Secteur 220Vac 6A avec terre

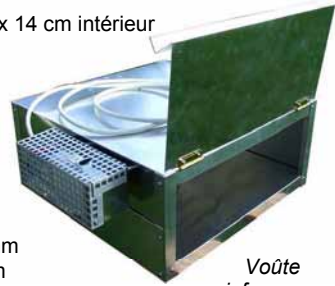
Disjoncteur : Phase + neutre 10A

Résistance IR : 37 x 42 cm 220V 1200W

Poids : 3.2Kg

Coût matériaux et fournitures : environ 100€

Temps pour la construction : environ 6h



Voûte
infrarouge

► Fournitures et matières premières

2 x Tôles d'aluminium brut lisse 600 x 1000 x 0,8 mm

1 x Cornière d'aluminium brut 1000 x 23,5 x 1,5 mm

1 x Tôle d'aluminium perforée en carrés 500 x 250 x 0,8 mm

2 x Charnières métalliques 50 x 30 mm

1 x Fiche secteur mâle 16 A avec terre

5 mètres câble souple 3G 2,5 mm²

1 x Disjoncteur phase + neutre 10 A

1 x Coffret plastique pour 1 module disjoncteur

2 x Cosses plates femelles isolées à sertir

1 x Résistance de four électrique 370 x 420 mm, puissance entre 1200W et 1500W

30 x Boulons (vis + écrous) 20 x 3 mm

4 x Boulons (vis + écrous) 30 x 4 mm

► Méthode de découpe et de pliage de la tôle d'aluminium

La tôle d'aluminium de faible épaisseur (0,8 mm) se travaille très facilement. Il faut pour cela un petit établi pliant, un cutter en métal puissant et bien aiguisé, deux serre-joints, une cornière en aluminium de 1m et une barre plate en aluminium de 1m, pour servir de "guide" et de "contre-guide" pour le pliage et la découpe.

1. Tracez la ligne de découpe ou de pliage au marqueur sur la tôle.
2. Maintenez fermement la cornière d'aluminium en appui sur la tôle, le long de la ligne de coupe.
3. Faites une 1ère passe au cutter en appuyant fortement et en guidant la lame le long de la cornière. Le but est d'inciser l'aluminium pour créer l'amorce de pliage.
4. Si c'est pour un pliage, faites une seule passe au cutter. Si c'est pour une coupe, faites trois passes.
5. Placez la cornière alu le long du rebord de l'établi et placez la tôle au dessus en alignant la ligne de pliage sur l'arête formée par la cornière.
6. Placez au dessus de la tôle la barre plate en aluminium en l'alignant sur la ligne de pliage.
7. Placez un serre-joint à chaque extrémité pour maintenir la tôle en sandwich entre la cornière et la barre plate.
8. Exercez une pression vers le bas sur le bout de la tôle libre de manière à la faire plier le long de la ligne incisée.
9. Un pliage se fait en un seul mouvement. Une coupe se fait en faisant plusieurs mouvements d'aller-retour.
10. Ebavurez les lignes de pliage et de coupe à la lime à métaux plate.

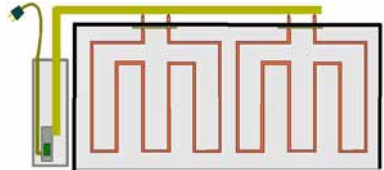


■ Réalisation d'une grande voûte infrarouge

Le principe de construction de la voûte simple précédente peut être utilisé pour réaliser une plus grande voûte. La méthode de construction avec la tôle d'aluminium et les cornières reste la même. Il suffit d'ajouter éventuellement des cornières de renfort sous le toit et sous le sol de la voûte. Il faut aussi veiller à l'isolation électrique et thermique des connexions électriques entre les borniers des résistances et le compartiment électrique. Le disjoncteur doit être choisi en fonction de la puissance totale de la voûte.

► Voûte Double 100 x 50 cm 2400W

Nombre de résistances : 2
Puissance par résistance : 1200W
Dimensions des résistances : 37 x 42 cm
Surface utile de voûte : 90 x 45 cm
Hauteur de voûte : 20 cm
Disjoncteur : 220V 16A



► Voûte Quad 110 x 100 cm 4800W

Nombre de résistances : 4
Puissance par résistance : 1200W
Dimensions des résistances : 37 x 42 cm
Surface utile de voûte : 90 x 90 cm
Hauteur de voûte : 20 cm
Disjoncteur : 220V 25 ou 32A

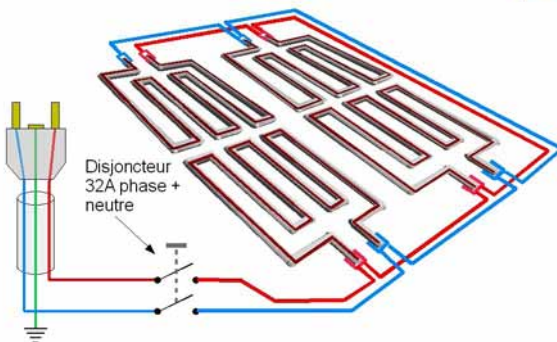
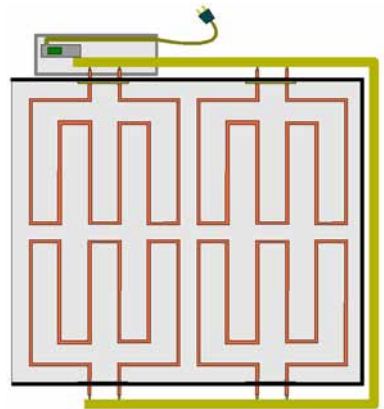


Schéma de câblage pour 4 résistances

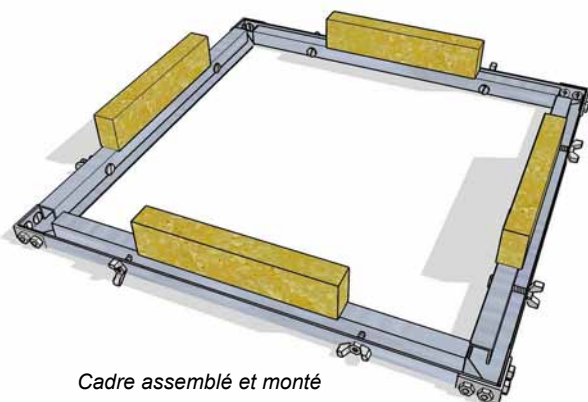
► Schéma électrique

Les résistances doivent être branchées en parallèle. Chaque résistance possède quatre cosses plates mâles, deux sur chacune de ses bornes. On peut donc les interconnecter facilement comme sur le schéma.

On veillera à isoler, protéger et mettre hors de température les connexions et les câbles de liaison entre les résistances, en les faisant courir dans une goulotte métallique.

Votre cadre de thermoformage en aluminium est prêt pour de nombreuses utilisations !

Si vous voulez réaliser d'autres cadres, plus petits ou plus grands, il suffit d'adapter la longueur des cornières et des barres en U.



Cadre assemblé et monté



Boîte à vide, cache en carton, cadre de thermoformage et master.



Thermoformage sous vide d'un moule pour élément de déco en pierre reconstituée.



[Téléchargez un plan détaillé de ce cadre en alu sur le site rêve de pierre.](#)

Moulage et thermoformage plastique sous vide pour amateurs et artisans

Le moulage par thermoformage sous vide d'une plaque ou d'un film plastique est techniquement à la portée des amateurs et des artisans. Ce guide pratique illustré montre comment réaliser très simplement vos outils de base, votre boîte à vide, vos cadres supports et si besoin, une voûte infrarouge à la mesure de vos projets. Il explique où trouver les matériaux et comment mettre en œuvre la méthode pour créer à la maison ou à l'atelier, rapidement et économiquement, sans manipulation de produits chimiques, des formes complexes en plastique. Le champ des applications est vaste. Il va du modélisme aux objets semi-industriels, en passant par les emballages et la publicité. Ce livre développe en détail l'une de ces applications dans le domaine de la création et de la décoration architecturale. Si vous êtes autoconstructeur, vous trouverez là une méthode inédite et redoutablement simple pour réaliser vous-même vos moules en plastique et créer vos pierres reconstituées, à partir de modèles existants ou originaux.



L'auteur

Loup de Saintonge est ingénieur de recherche et développement en électronique de puissance et amateur autodidacte dans les domaines du thermoformage plastique sous vide, de la restauration et de l'autoconstruction. Dans ses ouvrages, il encourage et soutient la créativité et la sobriété des moyens par la transmission de la connaissance et des savoir-faire directement entre amateurs.

ISBN : 978-2-9529648-9-0

**Version
numérique**

Ce livre vous ouvre les portes de
l'Atelier Plastique
sur le site

www.reve-de-pierre.fr
pour télécharger des plans, voir des vidéos et trouver des réponses à vos questions dans une FAQ technique.