COLONNA Alexis
ZANOLI Guilhem

Sujet N°34

Marmite Norvégienne

SOMMAIRE

INTRODUCTION **2**

I. COMMENT UTILISER VOTRE MARMITE NORVEGIENNE **3**

II. ETUDE THEORIQUE PRELIMINAIRE **4**

1) CAHIER DES CHARGES 4
2) CHOIX DES MATERIAUX 5
3) CALCUL EPAISSEUR D'ISOLANT 7
a) Données : *7*
b) Calcul des données de conductibilité thermique *7*
c) Calcul des surfaces *8*
d) Application numérique *8*

III. REALISATION TECHNIQUE : LES ETAPES **9**

1) CONSTRUCTION DES STRUCTURES EN BOIS 9
2) POSE DES ISOLANTS 10
3) FINITIONS 10

IV. LES PROBLEMES TECHNIQUES ET LEURS SOLUTIONS **12**

1) COMMANDE DES PLANCHES DE BOIS 12
2) LA FIXATION DES PLANCHES DE BOIS 12
3) LE COUVERCLE NE RENTRAIT PAS DANS LE CAISSON INTERIEUR 12
4) BOIS ABIME APRES LE DECOUPAGE 13

CONCLUSION **14**

ANNEXES **15**

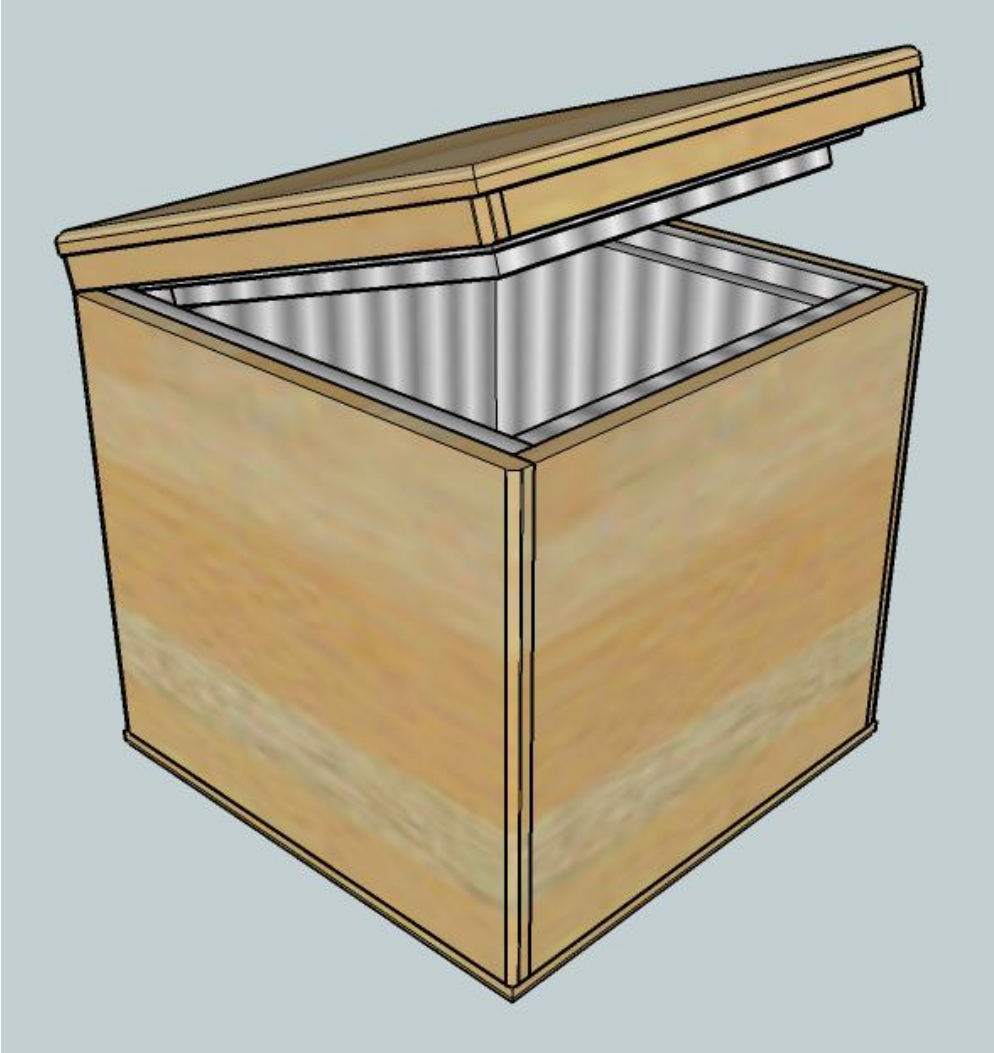
BIBLIOGRAPHIE **26**

Introduction

Apparue dans les pays scandinaves au 19eme siècle, et avant le thermos, la marmite est un instrument de cuisine permettant de terminer la cuisson à l'étouffée d'un plat et de le conserver au chaud pendant plusieurs heures; elle est parfaite pour les plats qui cuisent longtemps, comme le ragoût.

Notre marmite norvégienne est composée de deux caissons faits de bois : l'un intérieur et l'autre extérieur. Le caisson intérieur aux dimensions plus petites est fixé à l'autre par l'intérieur. L'espace entre les deux caissons est comblé par de l'isolant. Elle utilise en effet tous les moyens possibles pour lutter contre les modes de transmission de la chaleur : convection, conduction, et rayonnement. Pour ce faire, nous avons utilisé des isolants souples et rigides, ainsi que du papier réflecteur collé à la paroi du caisson intérieur.

Mais bien que l'histoire ait fait tomber dans l'oubli la marmite norvégienne en partie à cause de son volume imposant et de son poids, elle reprend de la valeur à nos yeux. En effet dans une société qui consomme trop, notre marmite permet d'économiser facilement 50% de l'énergie utilisée en moyenne en cuisine...



I: Représentation de notre marmite

I. Comment utiliser votre marmite norvégienne

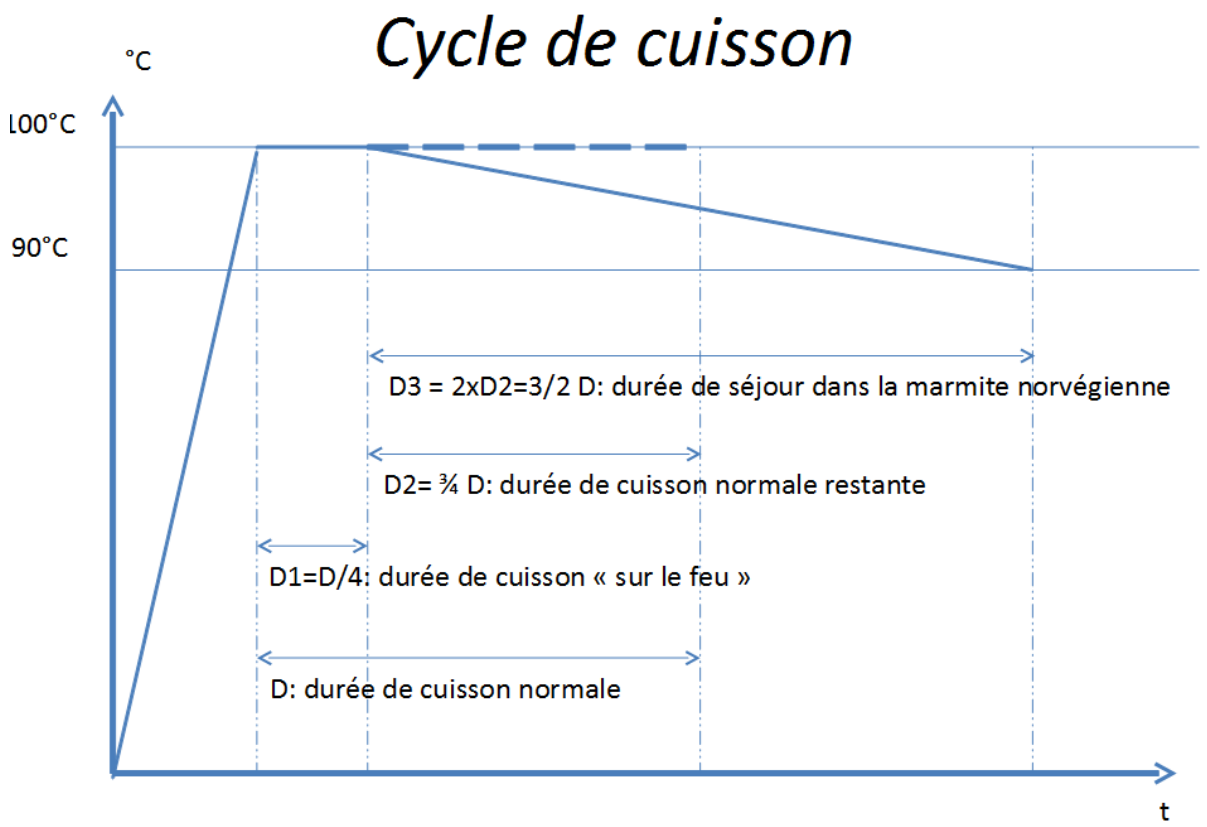
Voici de petits conseils pour l'utilisation de votre nouvelle marmite norvégienne :

- il est important de stopper la cuisson après environ un quart du temps habituel
- puis de placer la casserole (ou cocotte) dans le caisson isolant et de la laisser le double du temps normalement nécessaire pour achever la cuisson

Par exemple, si la cuisson normale de votre plat est de 20 minutes, avec la marmite norvégienne, cuisez pendant 5 minutes (20 minutes divisées par 4), puis laissez dans le caisson pendant 30 minutes (15 minutes multipliées par 2).

- Après chaque utilisation, laisser aussi le caisson ouvert quelques minutes pour laisser évacuer la vapeur encore présente

Voici un graphique qui aidera à la compréhension des conseils donnés ci-dessus et des calculs donnés plus loin dans le rapport.



II: Graphique représentant le cycle de cuisson

II. Etude théorique préliminaire

1) Cahier des Charges

Nous avons décidé de présenter le cahier des charges de notre marmite norvégienne sous la forme d'un tableau.

Marmite Norvégienne		
Encombrement	Taille	500x500x500 mm
	Poids	<30 kg
Utilisation	Température du caisson intérieur.	[90-150] °C
	Matériaux caisson intérieur	Les matériaux doivent résistés à la chaleur et à l'humidité
Taille de l'intérieur de la marmite		340x340x300 mm
Phénomènes contre lesquels la marmite doit lutter		Conduction, Convection, Rayonnement
Types d'ouverture		Ouverture par le haut
Système de fermeture		Fermeture par fermoir à cadenas
Usage		Alimentaire donc utilisation d'un minimum de produit chimiques
Techniques de fixations des planches		Vis, clou et colle non toxique à base d'eau

2) Choix des matériaux

Nous allons présenter maintenant la liste de tous les matériaux utilisés pour la construction de notre marmite norvégienne.

Matériau	Taille/Epaisseur (en mm)	Quantité
Plaque de lamellé collé	508x496x12	2
Plaque de lamellé collé	496x484x12	2
Plaque de lamellé collé	508x508x12	3
Plaque de lamellé collé	384x340x12	2
Plaque de lamellé collé	384x364x12	2
Plaque de lamellé collé	364x364x12	1
Isolant Souple	Ep 60	≈ 1.5 m²
Isolant Rigide	Ep 40	≈ 0.5m²
Tasseaux de bois blanc	20x20x200	3
Bande Aluminium (réflecteur)		
Huile dure		
Joint Souple		1.5 m
Colle à bois Waterproof		
Clou et vis	Vis : 4x25 Clou 1.6x30	
Fermoirs		2

Maintenant nous allons expliciter la relation entre ces deux tableaux : c'est-à-dire l'accord entre le choix des matériaux et le respect du cahier des charges.

Nous avons utilisé des plaques de bois lamellés collés. Ce type de bois a une résistance mécanique élevé et est économiquement intéressant. Nous avons choisis des plaques d'une épaisseur de 12 mm ce qui permet de limiter au maximum le poids de la structure en bois.

Nous avons utilisé un isolant souple à base de chanvre et de lin qui est un isolant naturel ne risquant donc pas d'emmètre des vapeurs toxiques lorsqu'il sera soumis à la chaleur. Son indice de conductivité thermique est d'environ 0.042 W/mK ce qui est très légèrement supérieur à celui du polystyrène expansé (0.038 W/mK) mais nous avons préféré utilisé la laine de chanvre en raison de sa non toxicité.
C'est pour la même raison que nous avons décidé d'utiliser du liège comme isolant pour le fond de la marmite. De plus, le liège est un matériau très résistant. En effet son indice de compression mécanique est de 0.2kg/cm². Nous avons utilisé 52 cm² de liège, on en a donc déduit que la plaque de liège utilisée pourrait résister à une charge de 540 kg ce qui est largement suffisant pour l'utilisation que nous en faisons. Ces isolants permettent de supprimer le transfert de chaleur par conduction.

Nous avons utilisé, pour recouvrir le caisson intérieur, un papier recouvert d'aluminium qui permet de répondre à deux exigences de notre cahier des charges. Tout d'abord, il sert de réflecteur thermique, il réfléchit les Infrarouges qui sont émis par le récipient chaud à l'intérieur de la marmite. Ainsi la chaleur ne s'échappe et est renvoyée par le réflecteur en direction du récipient.
Enfin il permet de protéger le caisson intérieur de la vapeur d'eau qui va se créer lors de l'utilisation de la marmite.

L'huile dure est un produit d'origine naturelle composé en grande partie d'huile de lin et de résine d'arbre. C'est donc un produit qui ne risque pas d'emmètre des vapeurs toxiques comme certains vernis. Nous nous en sommes servis pour protéger notre bois de l'humidité et pour lui donner un aspect plus esthétique.

Pour assembler le bois nous avons utilisé des vis et des clous. De plus nous avons collé certains morceaux de bois. Pour cela nous avons utilisé une colle à bois à base d'eau et Waterproof. Elle a deux avantages : elle n'utilise pas de solvant organique donc elle n'est pas toxique et elle résiste à l'eau donc elle ne risque pas de se dégrader en étant soumise à l'humidité présente dans la marmite.

Pour fermer hermétiquement le caisson intérieur nous avons appliqué une bande de joint souple sur le bord de l'ouverture de la marmite. En effet lorsque l'on fermera la marmite les bords du couvercle iront appuyer sur le joint, ainsi il ne pourra pas y avoir de transfert de chaleur par convection.

Pour fermer la marmite nous avons utilisé des fermoirs à cadenas qui permettent ainsi au couvercle d'appuyer correctement sur le joint et de séparer complétement le couvercle du reste de la marmite.

3) Calcul épaisseur d'isolant

Pour la fabrication de notre marmite norvégienne nous nous sommes essentiellement appuyés sur les indications de construction que nous avons trouvées sur Internet. Mais nous avons décidé de justifier le choix d'épaisseur des parois, couvercle et plancher. Voici les calculs justificateurs :

a) Données :

- ✓ Soit P la puissance de perte de la marmite
- ✓ Soient $\begin{cases} k : \text{conductivité thermique des 4 parois} \\ k' : \text{conductivité thermique du couvercle} \\ k'' : \text{conductivité thermique du plancher} \end{cases}$
- ✓ Soient $\begin{cases} S : \text{surface des 4 parois} \\ S' : \text{surface du couvercle} \\ S'' : \text{surface du plancher} \end{cases}$
- ✓ Soient $\begin{cases} T_{ext} : \text{la température extérieure : } 20°\text{C} \\ T_i : \text{la température initiale de la cocotte : } 100°\text{C Soit} \\ T_f : \text{la température finale voulue au temps } t_f : 90°\text{C} \end{cases}$
- ✓ Soit e : l'épaisseur des 4 parois et $e_{couvercle} = 1{,}4\,e$ et $e = 1{,}2\,e$
- ✓ Soient $\begin{cases} M_{eau} : \text{la masse d'eau contenue dans la cocotte : } 20\ kg \\ M_{marmite} : \text{la masse de la cocotte : } 6{,}3\ kg \end{cases}$
- ✓ Soient $\begin{cases} C_{Peau} : \text{capacité calorifique massique de l'eau : } 4185\ \text{J.kg}^{-1}.\text{K}^{-1} \\ C_{Pm} : \text{capacité calorifique massique de la cocotte : } C_{Pfer} \approx C_{Pm} = 444\ \text{J.kg}^{-1}.\text{K}^{-1} \end{cases}$

b) Calcul des données de conductibilité thermique

Grâce à la relation $e_{tot} = \frac{e_1}{k_1} + \frac{e_2}{k2}$ avec

e_1 : épaisseur isolant chanvre
e_2 : épaisseur bois
k_1 : conductibilité thermique du chanvre
k_2 : conductibilité thermique bois

D'où (grâce aux constantes trouvées sur internet):

$$k = \frac{8{,}4\,.\,10^{-2}}{\frac{6\,.\,10^{-2}}{0{,}042} + \frac{2{,}4\,.\,10^{-2}}{0{,}12}} = 5{,}16\,.\,10^{-2}\ \text{W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$$

$$k' = \frac{10{,}4\,.\,10^{-2}}{\frac{9\,.\,10^{-2}}{0{,}04} + \frac{2{,}4\,.\,10^{-2}}{0.12}} = 4{,}14\,.\,10^{-2}\ \text{W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$$

$$k'' = \frac{12{,}4\,.\,10^{-2}}{\frac{2{,}4\,.\,10^{-2}}{0.12} + \frac{10\,.\,10^{-2}}{0.042}} = 4{,}80\,.\,10^{-2}\ \text{W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$$

c) Calcul des surfaces

$$S = 4 \times 28{,}4 \times 34.10^{-4} = 3{,}80\,.\,10^{-1}\ \mathrm{m}^2$$
$$S' = S'' = 34 \times 34\,.\,10^{-4} = 1{,}16\,.\,10^{-1}\ \mathrm{m}^2$$

Or

$$P = P_{4parois} + P_{couvercle} + P_{plancher}$$

$$P = \frac{k\left(\frac{T_i + T_f}{2} - T_{ex}\right)S}{e} + \frac{k'\left(\frac{T_i + T_f}{2} - T_{ex}\right)S'}{1{,}4\,e} + \frac{k''\left(\frac{T_i + T_f}{2} - T_{ex}\right)S''}{1{,}2\,e}$$

$$P = \frac{\left(\frac{T_i + T_f}{2} - T_{ex}\right)}{e}\left(kS + \frac{k'S'}{1{,}4} + \frac{k''S''}{1{,}2}\right)$$

D'où $$e = \frac{\left(\frac{T_i+T_f}{2} - T_{ex}\right)}{P}\left(kS + \frac{k'S'}{1{,}4} + \frac{k''S''}{1{,}2}\right)$$

Or $$P = \frac{\Delta E}{\Delta t} = \frac{\left(M_{eau}\times C_{P\,eau} + M_{mar}\times C_{P\,eau}\right)(T_i - T_f)}{\Delta t}$$

D'où $$e = \frac{\left(\frac{T_i+T_f}{2} - T_{ex}\right)\times\Delta t}{\left(M_{eau}\times C_{P\,eau} + M_{mar}\times C_{P\,eau}\right)(T_i - T_f)} \times \left(kS + \frac{k'S'}{1{,}4} + \frac{k''S''}{1{,}2}\right)$$

Et $\Delta t = 9\mathrm{h}$ car nous avons estimé le temps maximal de cuisson traditionnelle d'un plat à 6h et d'après le graphique de la première partie la durée de cuisson en utilisant la marmite norvégienne sera de $\frac{3\times 6}{2} = 9$ h.

d) Application numérique

$$e = \frac{\left(\frac{100 + 90}{2} - 20\right) \times 9 \times 3600}{(20 \times 4185 \times 6{,}3 \times 444)(100 - 90)}$$
$$\times \left(5{,}16\,.\,10^{-2} \times 3{,}86\,.\,10^{-1} + \frac{4{,}14\,.\,10^{-1} \times 1{,}16\,.\,10^{-1}}{1.4} + \frac{1{,}16\,.\,10^{-1} \times 4{,}8\,.\,10^{-2}}{1{,}2}\right)$$

$$e = 8{,}0\,.\,10^{-2}\mathrm{m}$$

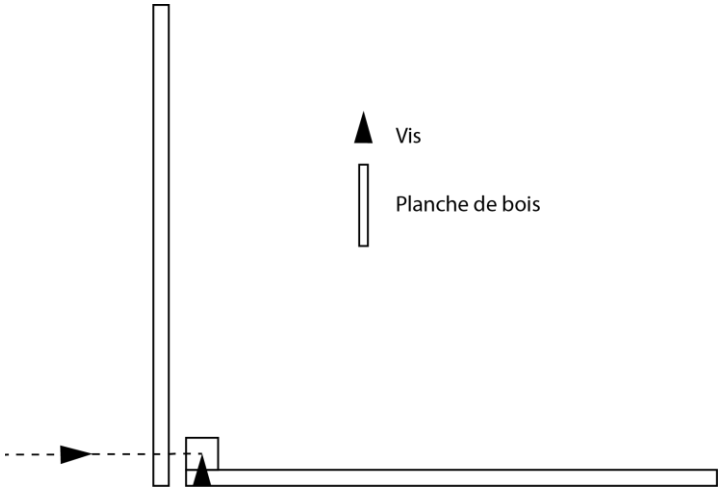
D'après nos calculs il faut donc mettre au moins 8,0 cm d'isolant et nous en avons mis 8,4.

III. Réalisation Technique : Les étapes

1) Construction des structures en bois

Nous avons commencé par découper les plaques de bois aux dimensions correspondant à celles de nos plans. Pour cela nous nous nous sommes servis de la scie à ruban, pour ajuster les plaques de grandes dimensions servant à faire les caissons, et de la scie sauteuse pour les petites plaques comme celles du couvercle.

Une fois les plaques à la bonne dimension, nous avons commencé par assembler le caisson extérieur. Pour cela nous avons utilisé des tasseaux de bois blanc. Nous avons vissé un tasseau sur le bord d'une plaque, puis nous avons vissé une autre plaque sur ce dernier. Nous avons fait de même pour les 4 plaques (voir dessin I). Nous avons utilisé la même technique pour fixer le fond du caisson extérieur.



III: Technique utilisée pour assembler les planches

De la même manière nous avons assemblé les quatre planches servant à faire les parois du caisson intérieur. Dans un premier temps, nous n'avons pas fixé le fond du caisson pour nous permettre de poser le papier aluminium plus facilement.

Ensuite nous avons donc posé le papier aluminium sur les parois internes du caisson intérieur et sur la plaque constituant le fond. Pour coller le papier nous avons utilisé la colle que nous avions employée pour le bois, diluée dans un peu d'eau pour permettre une meilleure application.

Une fois cette étape terminée nous avons donc pu terminer l'assemblage du caisson intérieur.

Nous sommes ensuite passés à la construction du couvercle. Il est composé de deux parties : une planche de bois servant à faire le dessus de la marmite et d'une autre partie s'emboitant dans le caisson intérieur et permettant l'isolation du haut de la marmite. Cette partie est une sorte de petit caisson rempli d'isolant souple. Il y a 9cm d'isolant, ce qui permet une très forte isolation de la partie supérieur de la marmite. Nous avons volontairement mis une grande épaisseur d'isolant à cet endroit car la chaleur montant, cette partie sera la plus exposée.

2) Pose des isolants

Une fois les structures en bois construites, nous sommes passés à la partie isolation.

Tout d'abord nous avons découpé les plaques de liège noir à la bonne dimension pour qu'elles s'insèrent parfaitement dans le fond du caisson extérieur. Nous avons mis deux plaques d'une épaisseur de 4 cm chacune. Nous ne les avons pas collées ni vissées au casson extérieur car leur taille et le fait que le caisson intérieur repose dessus suffisent à les immobiliser.

Pour faire tenir le caisson intérieur dans le caisson extérieur, nous avons utilisé des tasseaux. Nous avons découpé quatre tasseaux (de la dimension de l'écart entre le caisson intérieur et celui extérieur. Ainsi en les plaçant, le caisson intérieur est calé par les tasseaux : il ne peut plus bouger.

Une fois cette étape terminée nous avons découpé l'isolant souple grâce à un couteau à isolant. Nous avons ensuite intercalé ces couches d'isolant entre la paroi du caisson intérieur et celle du caisson extérieur.

Nous avons ensuite découpé une plaque constituant le dessus de la marmite. Le découpage consistait à scier l'espace centrale de façon à ne garder plus que les bords. Ainsi les isolants sont enfermés entre les deux caissons. Nous avons donc vissé cette plaque à la paroi du caisson extérieur.

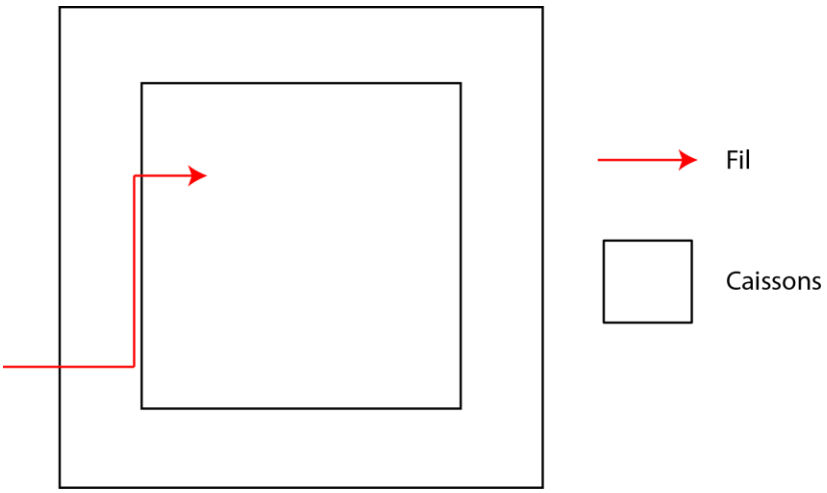
Une fois cette étape terminée le gros de la marmite étaient finis.

3) Finitions

Tout d'abord nous avons commencé par appliquer l'huile dure au pinceau sur toutes les surfaces de bois. Afin de les rendre plus esthétiques et de les protéger de l'humidité. L'huile dure s'applique très aisément au pinceau, il suffit juste bien l'étaler pour ne pas surcharger le bois.
Nous avons ensuite laissé le bois absorber l'huile pendant 20 minutes puis nous avons passé un tissu dessus pour en retirer l'excédent.

Une semaine après (pour être sûr que la marmite soit bien sèche) nous avons découpé des bandes de joint souple que nous avons collé tout autour de l'ouverture du caisson intérieur (nous avons expliqué à quoi sert ce joint dans la deuxième partie).

Nous nous sommes ensuite chargés de faire les trous permettant ainsi de passer un fil électrique dans la marmite comme notre client nous l'avait demandé.



IV: Schéma du passage du fil dans la marmite

Enfin nous avons terminé par la pose des fermoirs sur deux côtés de la marmite. Ils permettent que le couvercle appui sur le joint et ferme hermétiquement le caisson intérieur.

IV. Les problèmes techniques et leurs solutions

Bien que la fabrication d'une marmite puisse sembler pas trop difficile, c'est une impression que nous avions au début du semestre, ce n'est pas le cas ! Nous nous en sommes rendu compte dès que nous avons rencontré notre premier problème : la désillusion !

1) Commande des planches de bois

Nous avions commandé nos planches aux dimensions précises via l'Atelier un peu trop tôt, et nous avons changé les plans finaux juste avant qu'elles arrivent à l'Atelier. Le découpage était imparfait puisqu'il venait des plans initiaux dorénavant faux.

Ainsi nous avons dû « rectifier le tir » et redécouper les planches grâce à la scie à rubans, après avoir mesuré et tracer au crayon les traits à suivre à la scie. Pour perfectionner le travail nous avons aussi raboté puis poncer les nouveaux bords.

2) La fixation des planches de bois

Le bois que nous avons choisis parmi les différents types à notre disposition dans l'atelier est un ensemble de planche de bois lamellé-collé de 1,2 cm d'épaisseur. Par trop épais, il permit de construire une marmite pas trop encombrante, mais il un problème : nous ne pouvons pas visser dans la tranche de la plaque, au risque qu'il se délite.

V: Schéma du bois se délitant

C'est pourquoi nous avons eu recours à aux tasseaux de bois blanc de façon à toujours visser perpendiculairement à la planche lamellé-collé et à la visser au bois blanc. La construction est donc solide et non fissurée.

3) Le couvercle ne rentrait pas dans le caisson intérieur

Bien que nous nous étions appliqué pour la fixation des planches aux tasseaux, nous avions laissé les tasseaux aux dimensions du caisson intérieur (38,4cm) tandis qu'il nous fallait des tasseaux de 28,4cm pour le couvercle doit rentrer dans le caisson. Nous avons donc dû couper les tasseaux à la bonne longueur. Mais pour une meilleure fixation, nous avions accompagné le vissage d'une couche de colle, ce qui rendait le démontage de la boîte impossible pour rectifier le tir. Nous avons donc coupé les tasseaux (alors qu'ils étaient à l'intérieur du caisson) avec une scie électrique.

4) Bois abîmé après le découpage

Comme la scie électrique ne rentrait pas totalement dans la boîte, le découpage ne fut pas parfait et nous avons abîmé l'intérieur du caisson.

Nous avons donc utilisé de la pâte à bois pour combler les marques et trous. Après le séchage nous l'avons raboté puis poncer pour que les parois apparaissent planes et que le bout des tasseaux soient ajustés. Et comme l'intérieur du caisson allait être recouvert d'un papier réflecteur, la différence de couleur entre le bois d'origine et la pâte n'importait pas.

Conclusion

Ce projet fut très enrichissant pour notre binôme : à la fois pour ses aspects scientifiques et techniques mais aussi pour l'organisation et le travail d'équipe qu'il demandait.
Nous avons exploité nos connaissances sur les modes de transmission de chaleur et sur les isolations. De plus, nous avons appris à manier de multiples outils et à perfectionner l'utilisation de certains d'entre eux. Ensuite, le manque d'organisation dont avons fait preuve au début du projet nous a permis de mieux comprendre nos erreurs, de mieux nous concentrer bien que nous étions dédiés au projet dès le début du semestre, et d'optimiser notre travail d'équipe.

Notre marmite terminée a théoriquement la capacité de garder un plat chaud pendant neuf heures.

Le seul regret que nous ayons est de s'être trompé dans la découpe des tasseaux du caisson intérieur : les manœuvres de réparation nous ont couté une séance et demie. En effet, avec ce temps précieux nous aurions terminé ce projet plus rapidement et nous aurions pu faire de plus amples tests.

Remerciements :

Nous tenons à remercier :

M. Thierry BAILLOT et M. Philippe PETRE les responsables de l'atelier TN04, toujours présent pour nous aider.
M. Pierre FEISSEL, notre client qui nous a conseillé techniquement et fourni les matériaux isolants.

Annexes

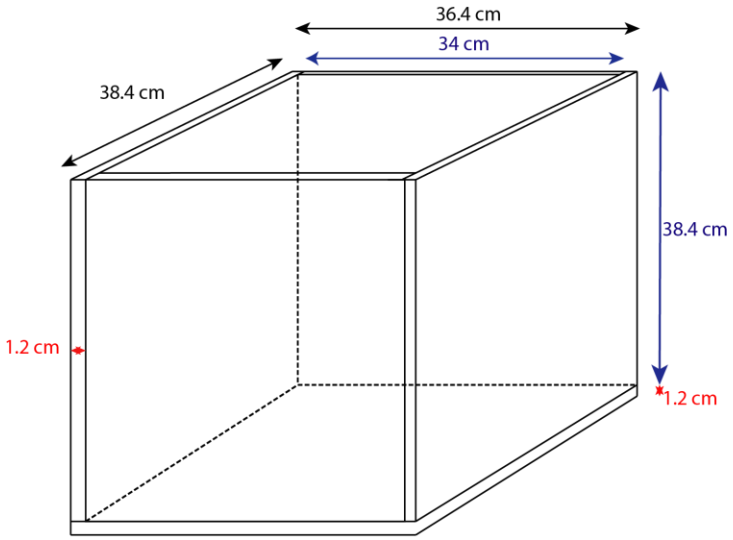
ANNEXE I : BUDGET **16**
ANNEXE II : PLANS **17**
ANNEXE III : PHOTOS **21**
ANNEXE IV : SOURCES **26**
ANNEXE V : JALONS **27**

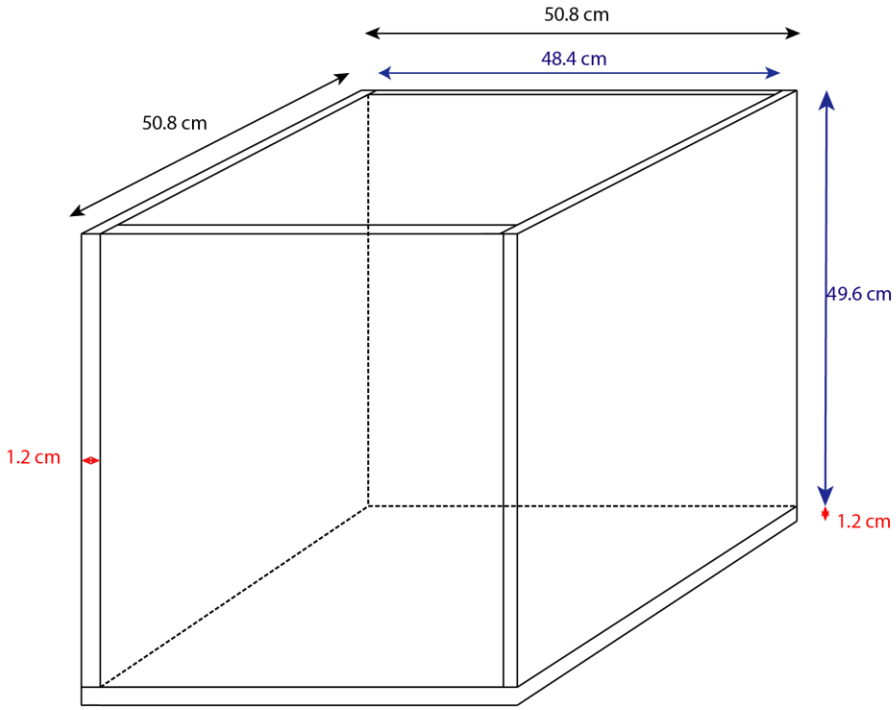
Annexe I : Budget

Dans le tableau qui suis nous avons estimé le coût total de notre marmite.
Les prix unitaire sont basés sur les prix que l'on peut trouver dans un grand magasin de bricolage (Leroy Merlin).

Description	Quantité	Prix/unité	Prix total
Bois (lamellé collé)	3,5	13,1	45,85
Isolant Liège ep.4cm	0,5	12,65	6,325
Isolant Souple ep.6cm	1,5	10	15
Tasseaux de bois blanc	3	3,25	9,75
Huile dure	1	25	25
Joint Souple	1	3,95	3,95
Bande aluminium (thermoréflecteur)	2	2,95	5,9
Colle Pattex bleue	1	6,75	6,75
Clou + Vis	1	10	10
Fermoir	2	4,2	8,4
TOTAL			**136,925 €**

Annexe II : Plans



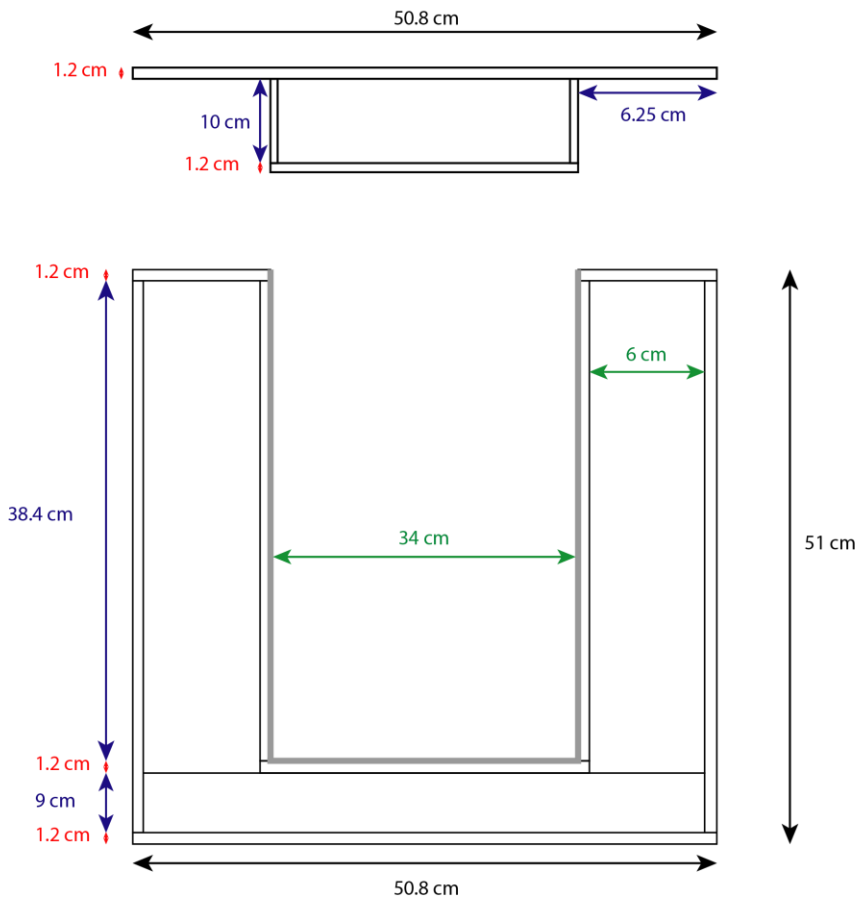


Colonna Alexis
&
Zanoli Guilhem

Marmite Norvégienne

Schéma caisson intérieur & extérieur

1/4

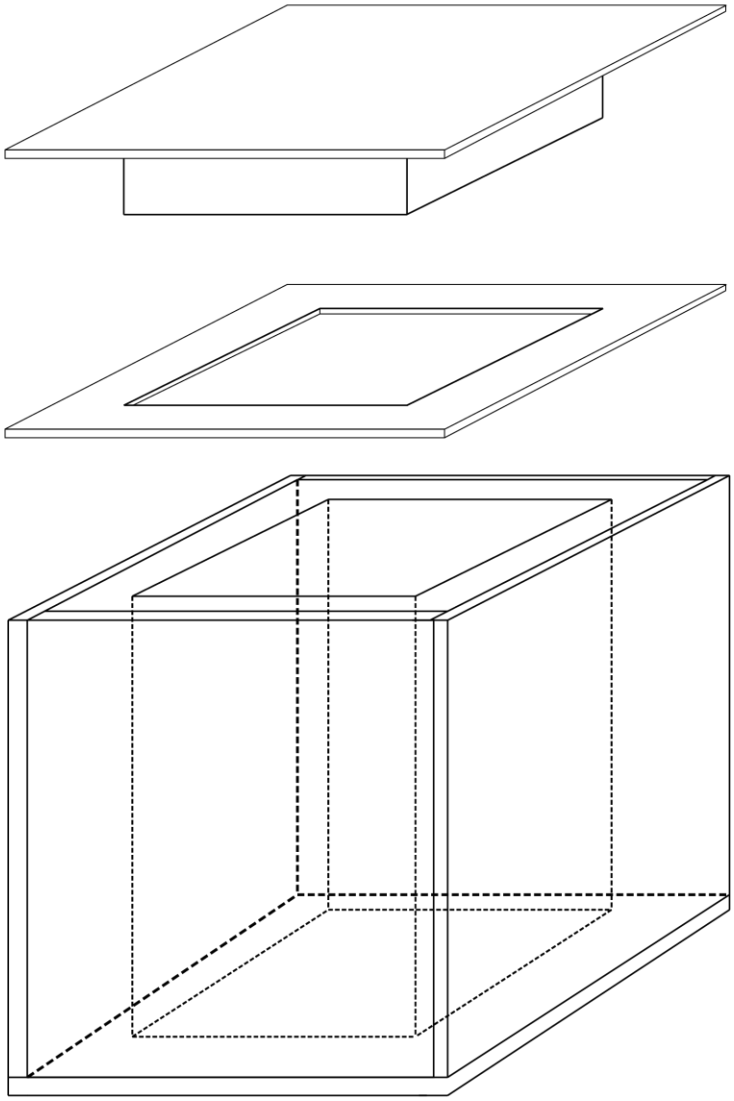


Colonna Alexis
&
Zanoli Guilhem

Marmite Norvégienne

Coupe de la marmite et de son couvercle

2/4

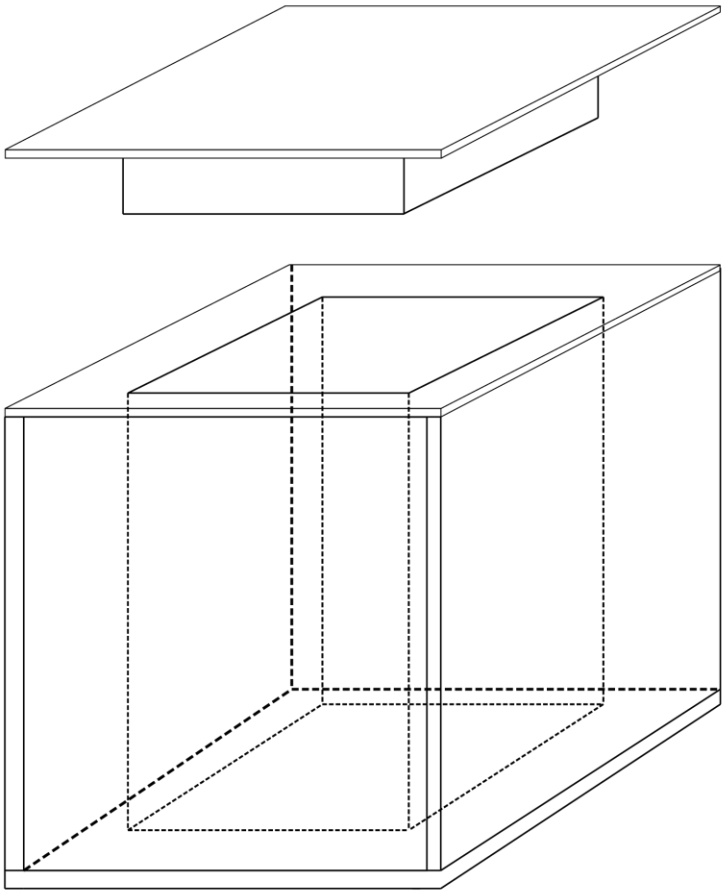


Colonna Alexis
&
Zanoli Guilhem

Marmite Norvégienne

Schéma assemblage des différentes parties

3/4



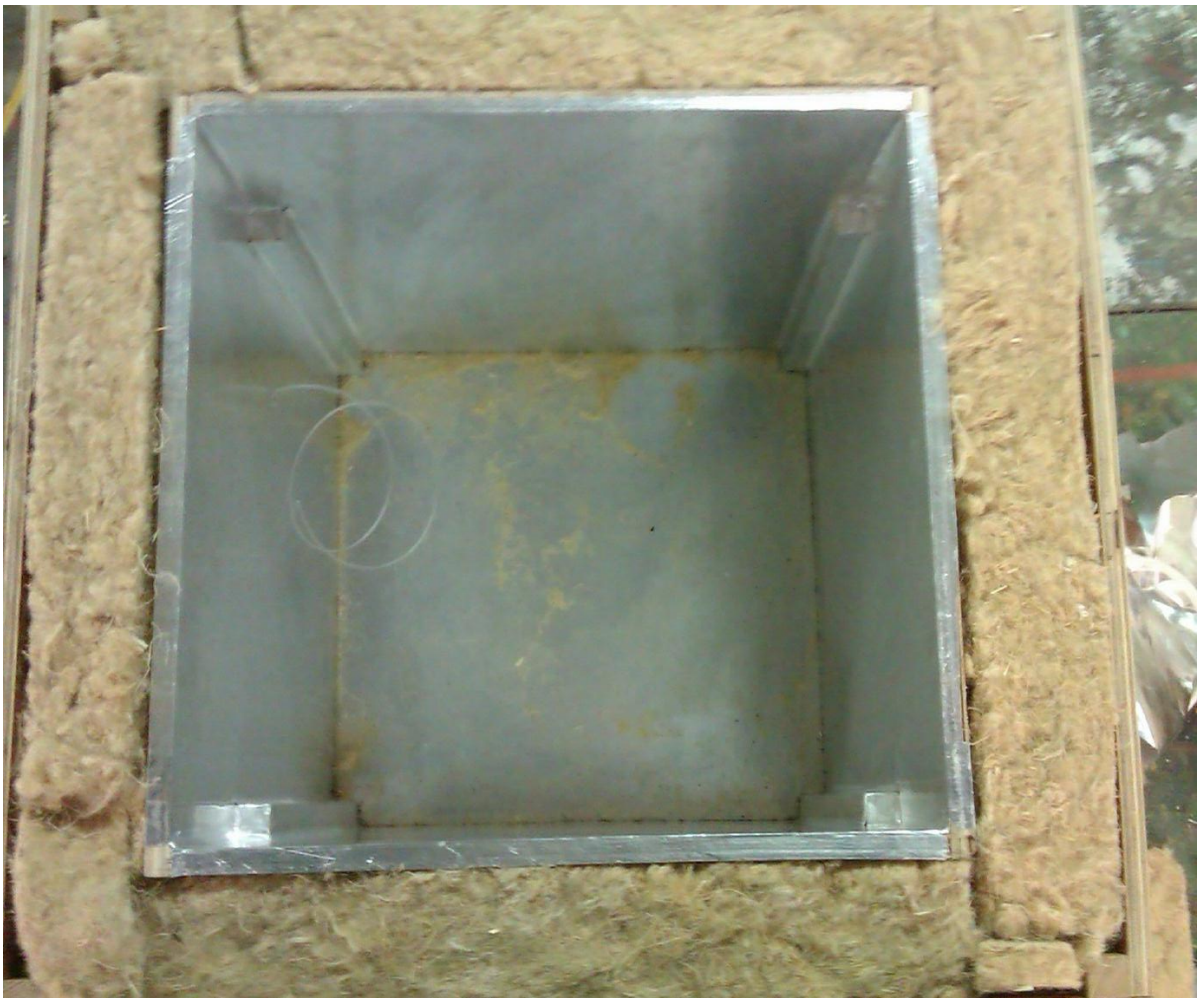
Colonna Alexis
&
Zanoli Guilhem

Marmite Norvégienne

Schéma final de la marmite

4/4

Annexe III : Photos



Annexe IV : Sources

Bibliographie

Aliecor. (2012, Décembre). *Plaque Liege Noir Expansé Pur.* Récupéré sur Logisnature.fr: http://www.logisnature.com/desktop/liege.pdf

Amazon. (s.d.). *Huile Dure*. Récupéré sur Amazon.fr: http://www.amazon.fr/Pattex-Bois-Waterproof-Biberon-250/dp/B008F8I39E

Chapao's. (2012). *Détail d'une réalisation*. Récupéré sur Chapao.com: http://www.chapao.com/bricotech/filmotech_detail.php?id=2&PHPSESSID=6d0e33dc78c888f5dbe7c69e65d3175e

Easy Liege. (2012, Décembre). *Liege Noir Expansé*. Récupéré sur Easy-Liege.fr: http://www.easy-liege.fr/LIEGE-NOIR-EXPANSE-PUR/c4.aspx

E-cosystems. (2012, Décembre). *Marmite Norvégienne*. Récupéré sur Id DD: http://www.id-dd.org/spip.php?article18

Leroy Merlin. (2012, Décembre). *Bande de sol résiliente*. Récupéré sur LeroyMerlin.fr: http://www.leroymerlin.fr/v3/p/produits/bande-de-sol-resiliente-isover-2cm-x-5m-e47198#&xtmc=bande_de_sol_resiliente_1cm&xtcr=1

Leroy Merlin. (2012, Décembre). *Fermoirs à Cadenas*. Récupéré sur LeroyMerlin.fr: http://www.leroymerlin.fr/v3/p/produits/fermoir-a-cadena-en-metal-pour-cassettes-et-caisse-e22595#&xtmc=fermoir&xtcr=2

Leroy Merlin. (2012, Décembre). *Panneau Contreplaqué Intérieur*. Récupéré sur LeroyMerlin.fr: http://www.leroymerlin.fr/v3/p/produits/panneau-contreplaque-interieur-long-250-x-larg-122-cm-x-ep-10-mm-e154604#&xtmc=panneaux_bois&xtcr=10

Leroy Merlin. (2012, Décembre). *Panneau Laine de Chanvre*. Récupéré sur LeroyMerlin.fr: http://www.leroymerlin.fr/v3/p/produits/panneau-en-laine-de-chanvre-axton-1-25x0-60-m-ep-45-mm-e61484#&xtmc=panneau_laine_de_chanvre&xtcr=6

Leroy Merlin. (2012, Décembre). *Tasseaux Sapin Brut*. Récupéré sur LeroyMerlin.fr: http://www.leroymerlin.fr/v3/p/produits/tasseau-brut-en-sapin-brut-long-250-cm-section-25x25-mm-e133330#&xtmc=tasseaux&xtcr=4

Leroy Merlin. (2012, Décembre). *Thermoreflecteur aluminium*. Récupéré sur LeroyMerlin.fr: http://www.leroymerlin.fr/v3/p/produits/rouleau-isolant-mince-thermoreflecteur-a-bulle-actis-e147530#&xtmc=thermoreflecteur_aluminium&xtcr=3

Les Amis de la Terre. (2012, Décembre). *Marmite Norvégienne*. Récupéré sur Ekopedia.org: http://fr.ekopedia.org/Marmite_norv%C3%A9gienne

Sainpaud, M. (2012, Décembre). *Marmite Norvégienne, Mon Amie*. Récupéré sur Marmitte-Norvégienne.fr: http://www.marmite-norvegienne.com/

Annexe V : Jalons

TN04

Fiche Premier Jalon

Semestre : A12 N° Sujet : 34

Noms	Prénoms
Colonna	Alexis
Zanoli	Guilhem

Définition du projet

Titre du projet	Réalisation d'une marmite Norvégienne
Demandeur	Feissel Pierre
Coordonnées	pierre.feissel@utc.fr

Cahier des charges

Description et objectif principal	Réaliser une marmite norvégienne
Résultats attendus	La marmite doit être proportionnelle aux dimensions de la cocotte-minute du client. L'assemblage de bois doit être solide, l'isolation aussi performante que prévus par les calculs théoriques, de façon à rendre les cuissons voulues optimales.

Limites du projet	Problèmes rencontrés : -Fixation des planches est difficile, car le bois à notre disposition est trop fragile (lorsque l'on visse dans la tranche de la plaque, le bois se délite). -Résistance thermique des colles que nous souhaitons utiliser. -Epaisseur de bois à utiliser pour le couvercle de la marmite, permettant la fixation des poignées.
Dimensionnement & Ergonomie	Dimensions extérieures de la marmite : 50.8x50.8x50.8

Planning

Etapes / Semaine	Caisson extérieur	Caisson intérieur	Assemblage des caissons	Pose des isolants	Assemblage Couvercle	Fin de l'assemblage	Finitions
15/10	X						
22/10	X	X					
06/11		X	X				
13/11				X			
19/11				X			
26/11					X		
03/12						X	
10/12							X
17/12							X

TN04

Fiche Deuxième Jalon

Semestre : A12

N° Sujet : 34

Noms	Prénoms
Zanoli	Guilhem
Colonna	Alexis

Définition du projet

Nom du projet	Marmite Norvégienne
Demandeur	Pierre Feissel
Coordonnées	Pierre.feissel@utc.fr

Avancement

Difficultés rencontrées	1) Fixation des planches 2) Tasseaux trop longs 3) Les planches n'avaient les dimensions exactes 4) Fissuration, lors du clouage, des planches servant à la création du couvercle 5) Le couvercle ne rentrait pas dans le caisson intérieur car les tasseaux servant à la fixation bloquaient la pénétration du couvercle 6) Bois abimé après réparations dues au problème n°5 7) Etanchéité du bois

Solutions apportées	1) Utilisation de tasseaux en bois blanc 2) Rabotage et ponçage de l'excédent de bois 3) Redécoupage précis des planches 4) Découpage de nouvelles planches et amélioration de la technique de clouage 5) Découpage de 10 cm, à la scie électrique, des tasseaux 6) Comblement des imperfections avec de la pâte à bois et ponçage afin d'obtenir une surface bien lisse 7) Passage d'une couche d'huile dure (mélange huile et résine d'arbre) sur les planches permettant l'étanchéité et la coloration uniforme du bois.

Travail restant

- Fin de l'application de l'huile dure sur le caisson extérieur
- Collage du papier alu réflecteur dans le caisson intérieur
- Fixation du caisson intérieur au caisson extérieur
- Isolation de l'espace vide
- Fixation du dessus de la boite
- Fixation du couvercle, des poignées et des fermoirs.

TN04 - REALISATION
FICHE D'EVALUATION

Semestre : A12
NOMS & Prénoms de tous les étudiants : - COLONNA Alexis
- ZANOLI Guilhem
SUJET N° : 34
Titre : Réalisation d'une marmite norvégienne
Responsable du sujet : Mr Pierre FEISSEL

Enseignants ayant participé à l'évaluation : -
-
-
-

EVALUATION DE LA REALISATION :

A	B	C	D	E	FX	F

EVALUATION DU RAPPORT :

A	B	C	D	E	FX	F

EVALUATION DE LA SOUTENANCE :

A	B	C	D	E	FX	F

PROPOSITION DE CLASSEMENT FINAL :

A	B	C	D	E	FX	F

Ou RESERVE
Conditions de levée de réserve :

Remarques :

Date :
Signatures :

RESERVE AU JURY FINAL :

CONTROLE CONTINU :

C. C.		Jalon 1		Jalon 2	

DECISION FINALE :

A	B	C	D	E	FX	F