

Projet Resco 2026

Recherches de la classe de Terminale Maths Expertes du lycée Christian Bourquin, Argelès-sur-mer

Plan de la Synthèse :

- Introduction au projet et au groupe :
 - Description du fonctionnement et de l'organisation de notre travail de recherche
 - Présentation du raisonnement et des arguments motivant le choix de notre modèle
 - Notre modèle de verre
 - Comparaison avec un modèle théoriquement optimal
-

I - Introduction au projet et au groupe :

** Description du fonctionnement et de l'organisation de notre travail de recherches*

Durant ce projet, les recherches ont été effectuées en petits groupes avec une mise en commun régulière des pistes explorées et de la progression des travaux de chacun. Ce format nous a permis d'explorer différentes possibilités et d'avoir de nombreux comparatifs pour pouvoir affiner notre travail sur les éléments les plus prometteurs.

** Présentation du raisonnement et des arguments motivant le choix de notre modèle*

Au travers de nos recherches, nous avons été amenés à étudier différents modèles de verres, principalement à base carrée, circulaire, triangulaire et hexagonale. Dans notre étude, nous avons rapidement évincé les modèles triangulaires et hexagonaux car ils posaient des problèmes de rangement, notamment dans les coins du placard, où ils ne pouvaient pas s'imbriquer, et ce en plus des pertes dues au verre en lui même.

Nous nous sommes ensuite intéressés à la forme générale du verre, notamment par rapport à la capacité d'empilement permettant de réduire grandement le volume. Nous avons conclu que les verres droits (même avec un pas facilitant l'empilement) ne sont pas optimaux car ne permettent pas d'empiler les verres de manière efficace.

Nous nous sommes donc dirigés vers 2 modèles distincts, un cône tronqué et une pyramide à base carré tronquée. Ces modèles permettent un empilement plus important, dépendant directement de l'angle du verre.

Après une recherche approfondie sur les deux modèles de bases restants, il nous est apparu que pour la base circulaire, peu importe l'agencement des piles, de l'espace sera perdu entre chacune d'elles sur toute leur hauteur, occasionnant un volume total bien plus important. D'où notre choix de la base carrée pour laquelle les piles pouvant être imbriquées parfaitement les unes avec les autres, n'occasionnant ainsi pas de pertes d'espace conséquentes sur les côtés de la pile. Les seules pertes se trouvent en bas de la pile et entre les verres en fonction de l'efficacité de l'empilement.

La suite de notre étude a par conséquent été axée sur le compromis entre la praticité du verre et volume total. En effet, faire varier l'angle vers 45° permet d'obtenir un empilement presque parfait et un volume record mais rend l'usage du verre bien plus complexe dans le contexte du problème. Or plus l'angle est proche de 90° (la verticale) et moins il s'empilera, occupant nécessairement plus d'espace. A cela vient s'ajouter la largeur de la base du verre qui change radicalement les possibilités en terme de volume mais également de stabilité de l'ensemble. La difficulté résidait dans le fait que toutes ces valeurs sont liées entre elles et la modification d'une d'entre elles affecte nécessairement les autres.

Afin d'observer de la manière la plus précise possible l'étendue de nos options et pouvoir trouver la meilleure configuration en fonction de toutes nos variables, nous avons créé un script Python qui teste des millions de possibilités en réduisant le rayon de recherche pour établir une approximation aussi précise que possible du verre . Cela nous a finalement permis de vous présenter le modèle de verre ci-après, représentant notre compromis entre praticité et faible espace occupé.

Le programme est accessible via le lien Git Hub suivant :
<https://github.com/MrPerruche/resco/blob/main/main.py>

Il a également été transmis avec les fichiers du projet.

II – Notre modèle de verres

A la page suivante, vous pourrez retrouver les schémas complets de notre verre, montrant à la fois les contraintes liées à la praticité qui ont été paramétrées dans le script, la forme de notre modèle de verre, et toutes ses dimensions. Ces Schémas seront également transmis comme fichiers dans le dossier du projet.

Après plusieurs visualisations, l'angle présentant le seuil minimal de praticité selon nous est $67,5^\circ$ de l'horizontale. La base d'environ 4,5cm assure une certaine stabilité globale, notamment pendant que le liquide est versé. Le tout nous amène à un volume global d'environ $49\,331\text{ cm}^3$. Cette valeur est désignée par « v » dans le schéma.

Voici le Schéma :

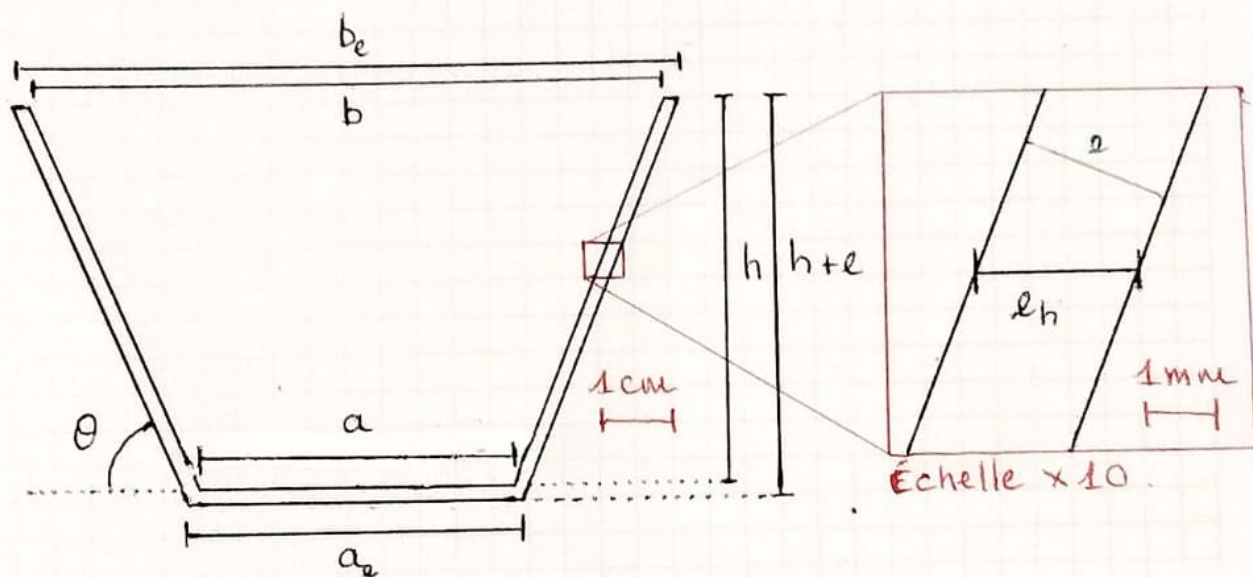
Verre Pratique - Sans espace supplémentaire

Contraintes:

- Angle minimal de la paroi : $67,5^\circ$
- Rapport base supérieur extérieur : base inférieur extérieur minimal : 2

Paramètres du script: BINAIRE \rightarrow 1500 \rightarrow 7 \rightarrow $67,5^\circ$ \rightarrow 2 \rightarrow n

Modèle de verre proposé: (valeurs en centimètres)



$$b \simeq 8,70222094585709$$

$$a \simeq 4,3139686445373$$

$$e = 0,2$$

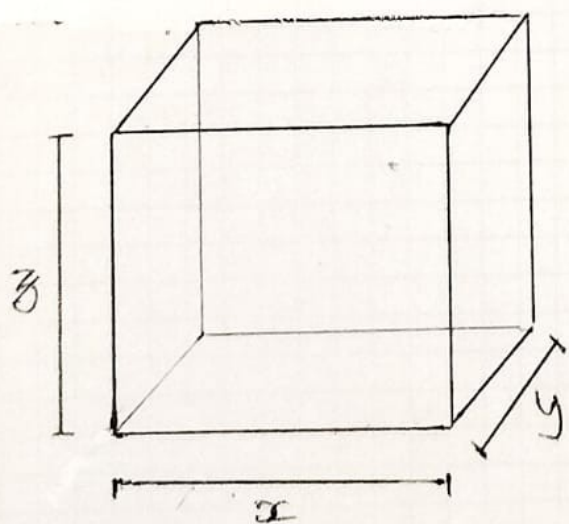
$$b_e \simeq 9,13517782597404$$

$$a_e \simeq 4,56758891298702$$

$$e_h \simeq 0,2164784400584788$$

$$h \simeq 5,29708911048065$$

$$h+e \simeq 5,49708911048065$$



$$x \simeq 45,67588912987021 \text{ cm}$$

$$y \simeq 27,4055334779221 \text{ cm}$$

$$z \simeq 39,4089210852495 \text{ cm}$$

$$v \simeq 49330,9882477857 \text{ cm}^3$$

15 piles arrangées en 5×3 de 67 verres chaque un. Peut stocker jusqu'à 1005 verres

III – Comparaison avec un modèle théoriquement optimal

Au cours de nos recherches, nous nous sommes particulièrement intéressés au cas particulier de l'angle d'inclinaison de la paroi du verre à 45°. Comme évoqué dans l'introduction, ce type de verre offrait un empilement battant tous les records, nous permettant d'empiler nos 1000 verres en seulement 6 piles. Seulement c'est ici que notre débat sur la praticité a commencé car il est évident qu'un verre ne peut pas être qualifié de pratique s'il n'est pas physiquement possible de le remplir d'eau, de le tenir, et de boire dedans sans que la majorité du liquide ne finisse sur la table, le client ou le sol du restaurant. Or dans notre cas ce fait est très largement discutable.

Malgré cela, nous avons trouvé intéressant de vous communiquer les dimensions de ce verre, qui selon nous est un très bon élément de comparaison avec notre modèle officiel. Cela permet de voir quelles sont les réelles limites de notre modèle de la pyramide à base carrée tronquée dans un cas extrême. C'est également l'occasion pour nous de rappeler que le modèle que nous avons choisi correspond au meilleur modèle **d'après nos contraintes de praticité**, ainsi il existe de nombreux «entre deux», des verres avec un meilleur volume global mais nécessitant un compromis de praticité que nous n'étions pas prêts à accepter.

Les dimensions sont les suivantes :

Dimensions X Y Z : 33.68784812601889 cm x 22.45856541734593 cm x 38.38867680626136 cm
Volume : 29044.13354055167 cm³
Grille proposé : 3 x 2 (6 piles)
Verres / piles max : 167

Variables...

- b	: 10.663597283723727	(Base haute intérieur (cm))
- b_e	: 11.229282708672965	(Base haute extérieur (cm))
- a	: 1.0862436712010546	(Base basse intérieure (cm))
- a_e	: 1.0862436712010548	(Base basse extérieure (cm))
- h	: 4.788676806261339	(Hauteur intérieur (cm))
- h+e	: 4.988676806261339	(Hauteur extérieur (cm))
- H	: 5.331798641861867	(Hauteur de la pyramide non-tronquée (cm))
- e	: 0.2	(Épaisseur du verre (cm))
- e_h	: 0.28284271247461895	(Épaisseur du verre horizontale (cm))
- n_p	: 6	(Nombre de piles)
- p	: 167	(Nombre de verres par pile)
- n_p*p	: 1002	(Nombre total de verres qui peuvent être placés)
- theta_pi	: 0.7853981633974486	(Angle de la paroi du verre (r))
- theta	: 45.00000000000002	(Angle de la paroi du verre (°) (90° = vertical))

Le résultat de ce verre est donc bien plus aplati avec une hauteur de moins de 5cm pour une largeur d'environ 10cm. Les valeurs notables ici sont donc le rapport largeur hauteur, mais surtout la largeur de la base basse qui est de 1cm seulement, soit un rapport de 10 avec la base haute. Cela créera nécessairement une grande instabilité pendant le remplissage du verre, surtout avec l'angle de 45°. Cependant on note aussi le volume global d'environ 29 000 cm³, 20 000 cm³ de moins qu'avec notre modèle officiel !

L'ensemble de notre classe vous remercie par avance pour l'attention que vous porterez à ces recherches. Nous attendons vos retours avec impatience.

Bien Cordialement,

Les terminales maths expertes du Lycée Christian Bourquin.