Feuille de calcul avec Texmacs

PAR ROBERT BECHT

Ce document est écrit avec Texmacs, un éditeur libre adapté aux formules mathématiques, graphiques et autres éléments présents dans la documentation scientifique.
Le but de l'exercice est de valider son choix pour l'élaboration de feuilles de calculs d'aspect professionnel et dans ce contexte son interaction avec les logiciels de calcul comme Maxima, Scilab, CAS, Octave, ...

1 Premier constat

1.1 Manipulation de l'éditeur.

Oubliez certaines habitudes acquises dans les traitements de textes grands publics comme MS-Word, OOWriter et similaires car la mise en forme se fait différemment. Non pas que cela soit trop complexe pour un utilisateur lambda, mais une petite initiation s'impose, par exemple en suivant ce tutoriel

Mais pas de panique, rien d'insurmontable : une logique adaptée à la structure des éléments de composition d'une page et vite acquise, ainsi que l'utilisation de quelques touches dédiées (comme par exemple les flèches droite et gauche) pour une meilleure « fluidité » lors de la rédaction.

Par ailleurs le menu reprend également ces mêmes fonctions, et la souris rempli également son rôle ! C'est comme cela que j'ai inséré l'hyperlien pour le mot « tutoriel ».

1.2 Applaudissements

Voilà 15 minutes que j'ai commencé et je m'arrête un moment pour rester admiratif devant le résultat. Sans avoir touché à aucune règle de style, si ce n'est de choisir les « environnements » (contexte d'un élément de la page, comme titre, sous-titre, etc.), mon oeuvre prend forme comme par magie, ou plutôt grâce au bon travail des programmeurs de TeXmacs.

Sachant en plus que tous les styles sont personnalisables à volonté, je ne peux que m'en réjouir. Rappelez-moi de vérifier s'il y a moyen d'activer un correcteur qui souligne ou corrige les fautes à éviter ...

2 Écriture mathématique

2.1 Les options

Nous voilà au coeur du sujet, et je lis qu'il existe deux types d'environnements :

- Formule
- Equation

Pour bien cerner la différence, j'aimerai essayer les deux !

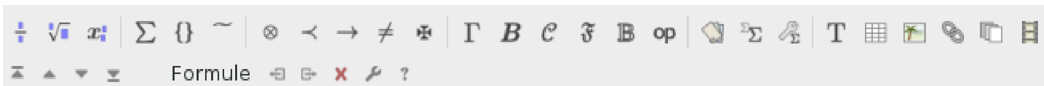
Le tout commence par la touche dédiée « dollard ». Hep monsieur ! comment fait-on alors pour « taper » le symbole « dollard » sans déclencher un environnement non souhaité ? Il doit bien y avoir un moyen, j'y reviendrais plus tard.

Comme prévu dans le tutoriel, la barre d'outil « texte » est alors remplacée par la barre « mathématiques ».

Grâce à l' icône  on peut insérer une image dans le texte, ici une copie d'écran.

- La barre d'outil Texte : 

- La barre d'outils Mathématiques :



L'icône permettant d'insérer une image en fait également partie.

Ainsi, dans l'environnement Texte on peut écrire : I=bH³/12 *(en mm<#2074>)*

Dans l'environnement Mathématiques : $I = \frac{\mathrm{bH}^3}{12}\,(\mathrm{en\,mm}^4)$. C'est mieux !

Au fait, tout le monde se rappelle d'où vient cette relation ? Il s'agit du moment d'inertie d'une section rectangulaire par rapport à sa ligne moyenne (ou axe central).

2.2 Exemple : moment d'inertie par rapport à un axe

Le moment d'inertie d'une section est utilisé en résistance des matériaux pour la détermination d'éléments de structure devant résister à des sollicitations.

Par définition, le moment d'inertie par rapport à un axe ($\triangle$) d'un point matériel de masse m situé à une distance r de cet axe est : $I_\triangle = \mathrm{mr}^2$. Précisons que pour un système de N points matériels de masse m_i, distants de r_i de l'axe ($\triangle$), le moment d'inertie par rapport à cet axe est : $I_\triangle = \sum_{i=1}^{N} m_i r_i^2$.

L'écriture précédente de la relation a été écrite dans l'environnement Formule, tandis que celui ci-dessous dans l'environnement Equation. Vous saisissez la nuance ?

$$I_\triangle = \sum_{i=1}^{N} m_i r_i^2$$

De plus, on observe qu'une ligne d'équation occupe une ligne entière dans la page (en tout cas jusqu'à nouveau constat !)

Suite : Lorsqu'on considère un corps solide qui est constitué d'une distribution continue de matière, on peut admettre qu'il est formé d'une infinité de points matériels. Cette hypothèse de continuité nous permet de remplacer la sommation $\sum_i$ par l'intégration suivante : $I_\triangle = \int_{\mathrm{sol}} r^2 \mathrm{dm}$ où dm est un petit élément de matière distant de r de l'axe ($\triangle$).

Comme pour le calcul du centre de gravité, l'intégrale dépend de la distribution de la masse dans le solide. Selon que la dimension du solide (linéïque, surfacique ou volumique), dm sera égal à λdl, σdS ou ρdV avec respectivement dl, dS et dV les éléments de longueur, surface et de volume et λ, σ, ρ les densités de masse linéïque, surfacique ou volumique.

Lorsque le solide est homogène ou peut être considéré comme tel, la distribution de la masse est uniforme et ces densités sont alors constantes, ce qui simplifie le calcul.

2.3 Cas d'une section rectangulaire.

2.3.1 Identification géométrique

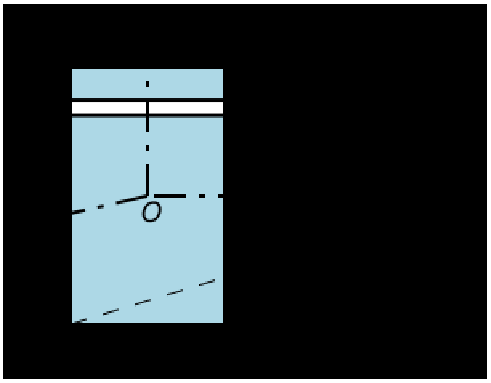


Figure 1.

Remarque : La figure ci-dessus a été obtenue avec le programme DIA et exportée en SVG. Je le recommande car il est libre, multi-plateformes, simple et muni d'une multitude de bibliothèques de schémas (électricité, informatique, électronique, etc...). Et si vous êtes amenés à retoucher ou compléter la figure, choisissez pendant l'insertion l'option « lier » comme ici pour que celle-ci reste facilement modifiable.

2.3.2 Application

Ainsi, pour une poutre de section rectangulaire $\mathcal{A} = b \times H$ on obtient le moment d'inertie avec l'intégrale suivante :

$$I_x = \iint_S r^2 \mathrm{dxdy} = \int_{-b/2}^{b/2} \mathrm{dx} \times \int_{-H/2}^{H/2} y^2 \mathrm{dy}$$

$$= \left[\frac{b}{2} - \left(-\frac{b}{2}\right)\right] \times \frac{1}{3} \cdot \left[\left(\frac{H}{2}\right)^3 - \left(-\frac{H}{2}\right)^3\right] = b \times \frac{1}{3} \times \left[\frac{H^3}{8} + \frac{H^3}{8}\right] = b \times \frac{H^3}{3 \times 4} = \frac{\mathrm{bH}^3}{12}$$

CQFD ! C'est bien le résultat attendu par tous ...

Une application numérique permettra de valider les réponses dans la suite. Prenons b=160mm et H=240mm.

La calculatrice nous donne : $I_z = \frac{160 \times 240^3}{12} = 184320000 \mathrm{mm}^4$

2.3.3 Utilisation d'une console Maxima pour du calcul littéral et numérique

C'est bien de se rappeler comment calculer une intégrale, mais lorsqu'on cherche à faire une feuille de calcul, on aimerait disposer d'un outil de calcul intégré, histoire d'aller plus vite sans se tromper !

Pour cela on clique sur l'icône  qui permet de lancer un des programmes de calcul installés. Utilisons Maxima.

```
Maxima 5.37.2 http://maxima.sourceforge.net
using Lisp SBCL 1.2.15-1.fc23
Distributed under the GNU Public License. See the file COPYING.
Dedicated to the memory of William Schelter.
The function bug_report() provides bug reporting information.
```

(%i8) `Iz=integrate(1,x,-b/2,b/2)*integrate(y^2,y,-H/2,H/2);`

(%o18) $\mathrm{Iz} = \frac{b\,H^3}{12};$

(%i19) `b:160;`

(%o34) 160

(%i35) `H:240;`

(%o35) 240

(%i36) `Iz=integrate(1,x,-b/2,b/2)*integrate(y^2,y,-H/2,H/2);`

(%o36) $\mathrm{Iz} = 184320000$

(%i37)

Bien entendu, il faut connaître la syntaxe de Maxima, mais comme il existe plein de tutoriels sur le Web, pas d'inquiétude !

2.3.4 Création d'un programme Maxima

La programmation Maxima se fait selon une syntaxe Lisp. Vous connaissez ? Moi pas encore. Là aussi il doit y avoir des tutoriels (par exemple celui-ci) adaptés à notre contexte.

Au fait, c'est en cliquant sur un des liens que l'on remarque que Texmacs se comporte alors comme un navigateur et qu'il affiche la page HTML dans sa fenêtre principale. Si les idées ce à quoi cela pourrait servir vous font défaut, en voici une : vous pouvez enrichir votre document TeXmacs avec tout contenu Web et cela devrait fonctionner comme des objets « liés », c'est-à-dire se mettre à jour ou évoluer au rythme des différents contenus. Donc, pour peu que l'on dispose d'un site Web ou de liens pertinents, les options sont infinies. Il reste cependant à tester si le navigateur incorporer supporte tous les médias (vidéos par exemple), les applications java (comme Geogebra), etc ...

Pour revenir à nos moutons, cliquez sur l'icône  .

Écrivons un petit programme à l'aide d'un éditeur de texte simple (par exemple *gedit* sous Linux ou *notepad* sous Windows) qui reprend le calcul précédent. Le programme doit demander à l'utilisateur d'entrer les valeurs pour b et H, puis nous afficher le moment d'inertie.

/*— Ceci est un commentaire

Ce module nommé M-inert-rect.max calcule le moment d'inertie d'une section rectangulaire $b \times H$ par rapport à l'axe $\triangle x$ passant par son centre de gravité.

Auteur: Robert Becht

Crée le 22/09/2016

–*/

M-inert-rect():=(

print("Calcul du moment d'inertie pour une section rectangulaire de base b et de hauteur H"),

/*– On demande les valeurs de b et H –*/

b:read("Entrez une valeur pour b (en mm)"),

H:read("Entrez une valeur pour H (en mm)"),

/*– On affiche les valeurs entrées, au besoin on ré-ordonne –*/

if (b>H) then (c:b, b:H, H:c,print("On utilise b=",b), print("et H=",H)),

/*– On calcule le moment d'inertie

Iz: b*H^3/12,

print("Iz =",Iz)

)

Faisons un test pour apprendre à utiliser ce petit programme :

```
(%i20) batch("/home/robert/Programmation/Scilab/Texmacs/M-inert-rect.mac");
```

```
read and interpret file: /home/robert/Programmation/Scilab/Texmacs/M-inert-rect.mac
(%i21) print("Calcul du moment d'inertie pour une section rectangulaire de base b et de
hauteur H")
```

Calcul du moment d'inertie pour une section rectangulaire de base b et de hauteur H

(%o21) Calcul du moment d'inertie pour une section rectangulaire de base b et de hauteur H

```
(%i22) b:read("Entrez une valeur pour b en mm")
```

Entrez une valeur pour b en mm 160;

(%o22) 160

```
(%i23) H:read("Entrez une valeur pour H en mm")
```

Entrez une valeur pour H en mm 240;

Entrez une valeur pour H en mm

3 Correction orthographique

Dans la documentation on parle souvent de *ispell* et je me rappelle très bien avoir vu ce nom dans les paquetages de ma distribution Linux préférée (Fedora). Mais il n'y est plus ! Par contre il y a maintenant *aspell* et la correction orthographique fonctionne parfaitement. Pour la démarrer, choisir *Orthographe* dans le menu *Editer* ou utiliser le raccourci clavier <META (ou touche Windows)> + <dollard>

La manoeuvre se fait ensuite de façon interactive et intuitive dans la barre d'état (par défaut) ou une fenêtre flottante selon vos paramétrages.

4 Caractéristiques mécaniques d'une section droite

Maintenant je dois avouer que j'ai un peu hâte de commencer un projet sérieux. Comme dans beaucoup de domaines de la physique et du BTP (Statique, Résistance des Matériaux, Mécanique, ...) on a besoin constamment de ces valeurs, le sujet était plutôt le bienvenu.

Je vais m'appuyer pour la suite sur l'article ⟨hlink|suivant|http://pybar.fr/index.php?page=green⟩ car il est déjà conçu dans le but d'une programmation de la procédure.

4.1 Calcul de la surface

Reprenons notre exemple de section rectangulaire $b = 160\mathrm{mm}$ et $H = 240\mathrm{mm}$. Tout le monde sait qu'alors sa surface est : $\mathcal{S} = b \times H = 160 \times 240 = 38400\mathrm{mm}^2$.

Mais pourquoi faire simple quand on peut faire compliqué ? En fait le calcul de cette surface revient à effectuer une intégrale double : $\int \int_S$ dydz.

Et si c'était vrai ! Vérifions avec maxima ...

```
Maxima 5.37.2 http://maxima.sourceforge.net
using Lisp SBCL 1.2.15-1.fc23
Distributed under the GNU Public License. See the file COPYING.
Dedicated to the memory of William Schelter.
The function bug_report() provides bug reporting information.
```

```
(%i1) integrate(integrate(1,y,-b/2,b/2),z,-h/2,h/2);
```

(%o1) $b\,h$

```
(%i2) b:160;h:240;
```

(%o2) 160

(%o3) 240

```
(%i4) integrate(integrate(1,y,-b/2,b/2),z,-h/2,h/2);
```

(%o4) 38400

(%i5)

CQFD !

Cela fonctionnne donc tel quel. Mais pour des sections plus complexes (cornières, poutres en « H » ou en « U », etc.), l'écriture de l'intégrale double est, avouons-le, bien plus complexe. C'est pourquoi l'article en référence ci-dessus s'appuie sur le théorème de Green basé sur les équations des segments de droite formant les cotés du polygône.

Ainsi :

$$\begin{aligned} y &= a+\alpha t \\ z &= b+\beta t \end{aligned}$$

avec $0 \leqslant t \leqslant 1$ et a, b, α et β les constantes pour chaque segment de droite.

Consignes :

1. l'énumération des cotés du polygône doit se faire dans le sens trigonométrique (sens inverse des aiguilles d'une montre).

2. Sur le schéma les flèches indiquent le sens positif. Vérifier que la surface obtenue est bien positive.

Commençons en bas à gauche (point A):

- Premier segment : $y = -{}^{h}\!/_{2}$ et $\mathrm{dz} = -b$ (direction négative). L'intégrale vaut donc $\frac{\mathrm{bH}}{2}$.

- Second segment : z est constant donc $\mathrm{dz} = 0$ (L'intégrale est nulle sur tous les segments verticaux.

- Troisième segment : $y = +{}^{h}\!/_{2}$ et $\mathrm{dz} = b$ (direction positive). L'intégrale vaut encore $\frac{\mathrm{bH}}{2}$.

Au total on a bien $\mathcal{S} = 2 \times \frac{\mathrm{bH}}{2} = \mathrm{bH}$.

Dans le cas général, pour un contour Γ (périmètre orienté) on peut donc écrire : $\mathcal{S} = \sum_i \int_\Gamma (a_i + \alpha_i t)\beta_i \,\mathrm{dt}$.

4.2 Calcul des coordonnées du centre de gravité

Par définition on a : $Y_G = \frac{\int \int_S \mathrm{ydy}\,\mathrm{dz}}{\int \int_S \mathrm{dy}\,\mathrm{dz}}$.

En effectuant le calcul de la seconde intégrale on obtient : $Y_G = \frac{\int_\Gamma \frac{1}{2} y^2 \mathrm{dz}}{\int_\Gamma \mathrm{ydz}}$.

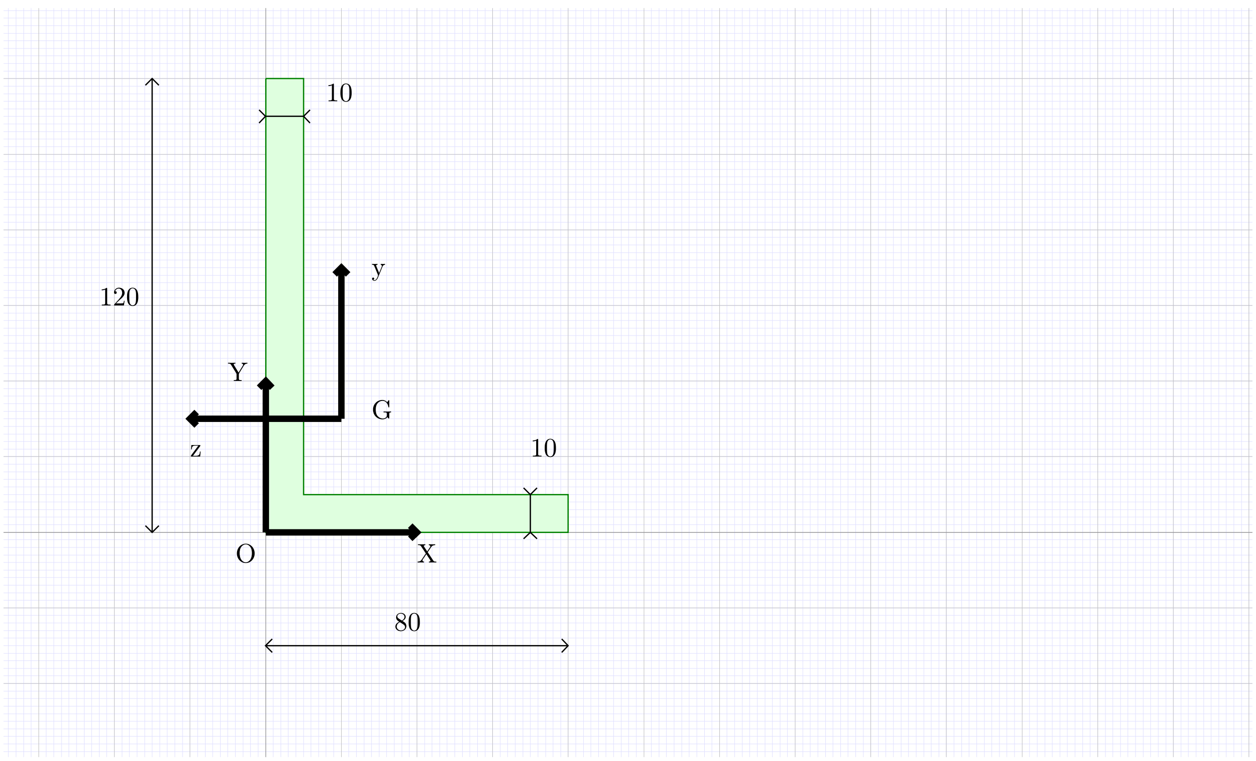
Le dénominateur est donc la surface. En utilisant le principe du théorème de Green on obtient :

$$Y_G = \frac{\int_0^1 \frac{1}{2}(a + \alpha t)^2 \,\beta \mathrm{dt}}{\int_0^1 (a + \alpha t)\beta \mathrm{dt}}$$

En passant aux coordonnées paramétriques :

$$\mathrm{SY}_G^i = \frac{\Delta z}{6}(y_i^2 + y_1 y_{i+1} + y_{i+1}^2)$$

Exemple : cornière à ailes inégales 120 x 80 x 10:



La figure ci-dessus a été réalisée avec les outils intégrés à TeXmacs.

En partant de O, les coordonnées des sommets des segments formant la section de la cornière dans le repère (O,X,Y) sont :

(0,0), (80,0), (80,10), (10,10), (10,120), (0,120)

5 Gestion des unités dans Maxima

Pour l'application de formules empiriques issues des normes, règlements, manuels et ouvrages scientifiques, il est indispensable de respecter les unités des différentes grandeurs qui y sont mentionnées et le cas échéant de les convertir ou d'adapter la formule.

Pour la gestion des unités, nous allons utiliser le paquetage « ezunits » qu'il suffit de charger pour s'en servir. Il contient déjà une grande quantité d'unités ainsi que leur conversion. Il est également possible d'intégrer des unités personnalisées ainsi que leur conversion.

```
;;; Loading #P"/usr/lib64/ecl-16.
The function bug_report() provides bug reporting information.
```

Permettez-moi de poursuivre ce projet dès qu'une autre fenêtre temporelle se présentera.