

TP N°1

1 Prise en main des outils

1.1 L'éditeur de texte : Emacs

GNU Emacs est un éditeur de texte qui va nous permettre de lancer un interpréteur Ocaml, de lui envoyer des commandes et d'en récupérer les résultats.

Q1 Lancer Emacs. (Cela peut se faire en tapant `emacs &` dans un terminal, ou à partir du sous-menu programmation ou développement du menu des applications, ou par le raccourci clavier `Alt+F2` suivi de `emacs`).

Quelques points essentiels à connaître avec Emacs :

- o Le mode Tuareg d'Emacs (que nous allons utiliser pour utiliser OCaml avec Emacs) comporte quelques bugs. Il arrive notamment parfois qu'Emacs ne réponde plus. Dans ce cas, vous pouvez arrêter la commande en cours en tapant `C-g` (i.e. appuyer sur la touche `Ctrl` et, sans relâcher cette touche contrôle, appuyer sur `g`). C'est utile également si vous avez lancé par erreur une commande et que celle-ci ne s'est pas encore complètement exécutée.
- o Sauvegarder le fichier en cours d'édition au moins une fois toutes les cinq minutes est indispensable pour ne pas perdre votre travail en cas de catastrophe (coupure électrique, «plantage» de votre ordi). Vous ne le ferez pas si vous avez besoin d'utiliser la souris. C'est pourquoi il est indispensable d'utiliser et de retenir le raccourci clavier `C-x C-s` (i.e. `C-x`, relâcher, `C-s`), qui permet de sauver le fichier en cours d'édition.

Q2 (À faire pour la prochaine séance, **pas maintenant**) De manière générale, il est préférable de prendre quelques instants pour se familiariser avec le fonctionnement d'Emacs et de Tuareg. Pour cela, allez faire un tour dans le menu `Help` → `Emacs Tutorial` d'ici la prochaine séance de TP.

1.2 Tuareg : l'interface Emacs/Ocaml

Q3 Créer un fichier `tp01.ml` (sous Emacs, trouver ou créer un fichier se fait de la même façon. On utilise `C-x C-f` pour cela). Emacs repère que le nom de votre fichier se termine par `.ml` et ouvre un nouveau tampon d'édition dans le mode d'édition des programmes Ocaml, appelé «Tuareg» (comme l'indique, en bas de votre fenêtre, la ligne de mode). Vous pouvez obtenir la documentation complète du mode tuareg avec `C-h m` mais l'essentiel de ce qui peut vous intéresser est dans le menu `Tuareg` → `Interactive Mode`.

Q4 Vérifier que ce que vous tapez s'affiche à l'écran dans le tampon d'édition de votre fichier `tp01.ml`.

Q5 Taper `C-c C-s` (ou dans le menu `Tuareg` → `Interactive Mode`, cliquer sur «Run Caml Toplevel»). Emacs vous demande quel «toplevel» Caml lancer. Vérifier qu'il s'agit bien de l'interprète Ocaml, appelé `ocaml`. Si ce n'est pas le cas, corriger. Taper ensuite Entrée pour valider. Emacs sépare alors sa fenêtre en deux. Celle du dessous est dans le mode «Tuareg-Interactive» et vous montrera le résultat de vos commandes.

Q6 Vous pouvez interagir directement avec l'interprète Ocaml en vous positionnant dans le tampon du bas et en tapant des commandes. Essayez par exemple de taper

```
2+3;;
```

Q7 Que se passe t-il si vous oubliez les deux points-virgules ?

Q8 Après avoir tapé plusieurs commandes dans l'interprète Caml, tapez plusieurs fois `M-p` (`Alt` et `p`), puis `M-n`.

Attention : ce que vous tapez dans ce tampon ne sera pas sauvegardé.

Il est donc préférable de travailler dans le tampon correspondant à votre fichier. Revenez-y, tapez `«6*7;;»` puis `C-x C-e` (ou dans le menu `Tuareg` → `Interactive Mode`, cliquez sur `Evaluate Phrase`). Ce que vous avez tapé est transmis à Ocaml qui l'exécute et vous affiche le résultat.

Q9 (À tenter **sans** relire ce qui précède) Quels sont les raccourcis claviers permettant de sauver votre programme ? D'arrêter une commande en cours d'exécution dans Emacs ? D'envoyer une phrase Ocaml à l'interprète Ocaml ?

Il existe d'autres raccourcis clavier pouvant être utilisés. Vous pourrez en trouver la liste l'aide de Tuareg (`C-h m`).

2 Quelques fonctions autour des dates

Règles de validité d'une date :

- janvier, mars, mai, juillet, août, octobre, décembre ont 31 jours ; avril, juin, septembre, novembre ont 30 jours ; février a 29 jours si l'année est bissextile, 28 sinon ;
- une année est bissextile
 - pour les années séculaires, si elle est divisible par 400
 - pour les autres années, si elle est divisible par 4

Q10 Écrire la fonction Caml `bissextile : int -> bool` qui renvoie `true` si l'année `n` est bissextile.

Q11 Écrire une fonction `date_valide : int -> int -> int -> bool` prenant en argument les entiers `j`, `m`, `a` et renvoyant le booléen `true` si la date représentée par le triplet `j`, `m`, `a` (jour, mois, année) est une date valide, et `false` sinon.

Q12 On convient de numéroté les jours de la semaine de 0 à 6 (0 pour dimanche, 1 pour lundi, etc.).

Écrire une fonction donnant, pour tout numéro entre 0 et 6, le nom du jour correspondant sous forme d'une chaîne de caractères..

Q13 En notant $\lfloor x \rfloor$ la partie entière de x , le numéro du jour de la semaine correspondant à une date donnée (j, m, a) s'obtient en prenant le reste de la division par 7 de l'entier n défini par :

$$n = j + \lfloor 2,6p - 0,2 \rfloor + d + \left\lfloor \frac{d}{4} \right\rfloor + \left\lfloor \frac{c}{4} \right\rfloor + 5c \quad (\text{Formule de Zeller})$$

$$\text{où } p = \begin{cases} m + 10 & \text{si } m \leq 2 \\ m - 2 & \text{sinon} \end{cases} \quad b = \begin{cases} a - 1 & \text{si } m \leq 2 \\ a & \text{sinon} \end{cases} \quad c = \left\lfloor \frac{b}{100} \right\rfloor \quad d = b - 100c$$

Écrire une fonction qui calcule ce numéro à partir de j , m et a .

Q14 En déduire une fonction `jour_semaine` donnant le jour de la semaine correspondant à une date donnée.

3 Calculs de puissances

Q15 Écrire une fonction `puiss : float -> int -> float` telle que `puiss x n` calcule x^n (sans utiliser `**`).

Q16 Donner la complexité du calcul de `puiss x n`, en nombre de multiplications effectuées, en fonction de n .

Q17 Si votre implantation de `puiss` demande plus de 10 multiplications pour calculer 2^{42} , réécrire votre fonction. Indication : lorsque n est pair, $x^n = (x^{n/2})^2$ (ou, si l'on préfère $(x^2)^{n/2}$).

Q18 Quelle est la complexité, en nombre de multiplications effectuées, du calcul de `puiss x n` ?

4 Suite de Fibonacci

On considère la suite de Fibonacci $(u_n)_{n \in \mathbb{N}}$ définie par $u_0 = 0$, $u_1 = 1$ et $\forall n \in \mathbb{N}, u_{n+2} = u_{n+1} + u_n$

Q19 A partir de la définition, écrire une fonction `fibonacci` telle que `fibonacci n` calcule le terme u_n . Calculer quelques uns des premiers termes, puis calculer u_{40} . Comment expliquer que le temps de calcul soit si long ?

Q20 Écrire une fonction `fibonacci2` telle que `fibonacci2 n` calcule (efficacement !) le couple (u_n, u_{n+1}) . Combien d'additions faut-il effectuer pour calculer u_n avec cette méthode ?

Q21 (*A faire à la maison*) Montrer que $\forall p \geq 0, \forall q \geq 1, u_{p+q} = u_{p+1}u_q + u_p u_{q-1}$.

Q22 Exprimer u_{2n}, u_{2n+1} et u_{2n+2} en fonction de u_n et u_{n+1} .

Q23 En déduire une fonction `fibonacci3` telle que `fibonacci3 n` calcule le couple (u_n, u_{n+1}) (on distinguera deux cas suivant la parité de n). Évaluer le nombre d'appels récursifs effectués par la fonction `fibonacci3`.