

TD 1A Algorithmique

Initiation aux tableaux

Durée : 2H30

Communication numérique et sobriété

Source : les estimations environnementales proviennent de l'Ademe (impactco2.fr).

Précisions

- Le sujet de TD réel est présenté dans un format latex différent (d'où une mise en page parfois douteuse dans ce document).
- Il ne s'agit pas d'un sujet de TD sur l'impact environnemental du numérique. C'est principalement un sujet d'algorithmique de 1A, qui est orienté de manière à aborder rapidement quelques questions environnementales.
- L'espoir est tout de même d'inculquer certains réflexes dans l'usage numérique (texte plutôt que audio ou vidéo, compression avant de transmettre) et de transmettre quelques idées clefs, notamment que le coût environnemental provient majoritairement de la fabrication du matériel.

Contexte

Afin de regagner en souveraineté sur le secteur stratégique des réseaux sociaux pour collégiens, votre société a pour mission de développer une nouvelle application de communication rapide et de haut niveau intellectuel : Bikkok.

Votre équipe est chargée d'écrire un démonstrateur capable d'**envoyer** les messages. Une autre équipe se charge de la réception et de l'affichage. Les types des messages sont : texte, vocal, photo, ou vidéo. Pour la démonstration prévue dans deux semaines, le message envoyé sera, par exemple :

Pour ce soir (@kollok) : pâtes ou pizza ?

Malgré le caractère confidentiel du message, il est envoyé en clair – sans être chiffré. Ce message comprend 41 caractères, dure 3 secondes en vocal et en vidéo (sans les silences de début et de fin).

1 Message texte

☆ Écrire un petit programme qui :

- Utilise l'acteur Texte ci-après ;
- Récupère le message tapé par l'utilisateur ;
- Compte les destinataires mentionnés dans le message avec '@' (e.g. @Estelle, @Leo, @Thomas). Une fonction auxiliaire sera bienvenue.
- Envoie le message.

Une chaîne de caractères (String) est un tableau :

Indice	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	...
Cellule	P	o	u	r		c	e		s	o	i	r	...

package Texte **is**

```
— Renvoie le texte tapé par l'utilisateur
— Utilisation : Msg : String := Lire_champ_texte ; (définition de Msg)
function Lire_champ_texte return String ;
```

```

— Envoie un message. Il faut indiquer le nombre de destinataires.
procedure Envoyer_texte(Message : String ; Nb_Destinataires : Integer) ;

end Texte ;

```

Coût environnemental

La taille du message se mesure en octets : il faut maximum deux octets par caractère. Estimons l'ordre de grandeur de l'impact sur le dérèglement climatique (i.e. le coût en g-eCO₂, g équivalent CO₂).

- Combien de messages envoyez-vous par an ? (à 10.000 près)
- Coût de la transmission : 10 g-eCO₂ par Go (grammes équivalent CO₂ par giga-octets).
Source : Ademe, d'après negaoctet.org
- Exprimer le coût annuel dans une unité étudiant-compatible : l'ecafé (coût eCO₂ équivalent à une tasse de café, en prenant un café de 20cl : 1 ecafé = 111 g-eCO₂)

Noter que l'impact principal du numérique provient majoritairement de la **fabrication** des équipements (plus de 80% du coût eCO₂ de l'usage numérique).

- Convertir le coût eCO₂ de fabrication d'un smartphone en équivalent café : 31kg-eCO₂.
- À quelle fréquence changez-vous de smartphone ?
- Comparer avec un steak de boeuf : 7kg-eCO₂ (oui, kg) (à quelle fréquence mangez-vous de la viande ?)

Note : l'impact environnemental ne se limite pas aux gaz à effet de serre. Nous ne quantifions pas ici l'usage des ressources, notamment l'eau, les métaux et terres rares largement utilisés pour la fabrication des équipements numériques.

2 Message vocal

- ★ Écrire un programme qui enregistre et envoie un son sans compression (utiliser l'acteur Vocal ci-dessous).
- Calculer la taille des données envoyées (en octets) pour le message de test, sachant que le son est échantillonné à 44000 Hz et un échantillon occupe 2 octets.
- Quel est le rapport de taille entre le message vocal et le message texte ?

```

package Vocal is

  — Les sons sont échantillonnés à 44000 Hz.
  F_Echantillonnage : constant Integer := 44000 ;

  — Un son non compressé est une suite d'échantillons (un tableau d'entiers)
  type T_Tab is array(Integer range <>) of Integer ;

  — Cette fonction enregistre un message vocal et le renvoie sous forme de tableau T_Tab
  — Les cases du tableau sont numérotées à partir de 0.
  function Enregistrer_Vocal return T_Tab ;

  — Envoie un son au destinataire prévu.
  — Le son peut être compressé ou non compressé.
  procedure Envoyer_Son(Son : T_Tab) ;

end Vocal ;

```

La musique ou le son se compresse en général très bien sans altérer la qualité. Pour ne pas gaspiller les ressources, cherchons à transmettre moins d'octets.

- Commençons par retirer les silences au début et à la fin du message vocal. L'acteur Compression contient deux fonctions pour les détecter. Écrire la fonction Rogner qui renvoie un nouveau tableau, sans les silences de début et de fin.

```
function Rogner(Tab : V.T_Tab) return V.T_Tab is ...
```

Bonus (facultatif) : pour éviter un effet de démarrage et de coupure du son désagréable, garder 250ms de silence au début et à la fin, si possible.

- Compresser et envoyer le message vocal rogné.
- Quel est le rapport de taille entre le message vocal compressé et le message texte ?
- Combien de messages vocaux envoyez-vous par an ? Exprimer le coût en ecafé par an.

```
with Vocal ; use Vocal ;
```

— Ce package permet de compresser des morceaux audio dans le format OGG.

```
package Compression is
```

— Comprime les données du tableau d'entrée.

— Renvoie un nouveau tableau environ 15 fois plus petit.

```
function Compresser(Entree : T_Tab) return T_Tab ;
```

— Détection de silence au début du tableau.

— Renvoie l'index de fin du silence / début du son.

```
function Silence_Debut(Tab : T_Tab) return Integer ;
```

— Idem pour du silence à la fin du tableau

— Renvoie l'index de fin du son / début du silence.

```
function Silence_Fin(Tab : T_Tab) return Integer ;
```

```
end Compression ;
```

3 Envoi d'une photo

En utilisant l'acteur Photo, écrire un programme qui :

- Prend une photo,
- ☆ Recadre la photo grâce à une fonction que vous écrivez :

```
function Recadrer(Img : T_Image) return T_Image is ...
```

Cette fonction détecte si l'image contient un signe de cadre fait avec les mains. Si oui, elle renvoie l'image située à l'intérieur du cadre, sinon elle renvoie l'image initiale.

- Comprime l'image, envoie l'image

La photo est une matrice de taille 1920x1080. Chaque cellule contient un pixel coloré et occupe 3 octets (rouge, vert, bleu). Le taux de compression d'une image est de l'ordre de 10.

- Quel est le rapport de taille entre la photo compressée et le message texte ?
- Hors sujet : quel est le rapport de taille entre la photo d'un écran avec un programme Ada et le même programme Ada en tant que fichier texte (compter un texte de 2800 octets) ?
- Combien de photos transmettez-vous par an ? (noter que chaque photo prise est probablement envoyée sur votre drive)
- Exprimer le coût de transmission de ces photos en ecafé.



```

package Photo is

  — Un pixel coloré.
  type T_Couleur is record
    Rouge, Vert, Bleu : Integer range 0..255 ;
  end record ;

  — Une image (une photo) est une matrice
  type T_Image is array(Integer range <>, Integer range <>) of T_Couleur ;

  — Prend une photo dès que l'utilisateur presse le bouton.
  function Prendre_Photo return T_Image ;

  — Coordonnées d'un cadre (deux coins opposés).
  type T_Cadre is record
    — Position du premier coin
    X1, Y1 : Integer ;
    — Position du coin opposé, avec X1 < X2 et Y1 < Y2
    X2, Y2 : Integer ;
  end record ;

  — Indique si l'image contient un symbole de cadre fait avec les mains.
  function Contient_Symbole_Cadre(lmg : T_Image) return Boolean ;

  — Si l'image contient un cadre, renvoie les coordonnées de ce cadre.
  function Cadre(lmg : T_Image) return T_Cadre ;

  function Compresser(lmg : T_Image) return T_Image ;

  — Envoie une image compressée ou non.
  procedure Envoyer_Image(lmg : T_Image) ;

end Photo ;

```

4 Message vidéo

Pour la vidéo, il convient de distinguer le son et l'image. Le traitement du son est similaire à la question 2. Pour les images, prendre la même taille que les photos (1920x1080) et 25 images par seconde (25 fps).

- Calculer la taille de la vidéo non compressée, en octets. Rapporter à la taille du message texte.

La vidéo se compresses très bien en tolérant une baisse de qualité (facteur de compression de 120 en haute qualité).

- Calculer le rapport de taille entre un message vidéo compressé et un message texte.
- Combien de messages vidéo envoyez-vous par an ? Estimer le coût en ecafé par an.