Présentation de l'UE
Introduction à l'environnement de programmation
INF304

Ressources pédagogiques

`http://enseignement.gricad-pages.univ-grenoble-alpes.fr/inf304`
Page moodle : `http://caseine.org`
Équipe pédagogique :

- Camille Bonnin (groupe MIN-Int)
- Fateh Boulmaiz (groupe INM3)
- Gwenaël Delaval (responsable d'UE, groupe MIN1)
- Jean-Loup Haberbusch (groupe INM2)
- Allan Henry (groupe MIN2)
- Kahina Ouazine (groupe INM4)
- Abdelazyz Rkhiss (groupe INM1)
- Philippe Waille (groupe MIN4+MIN-Int)

Organisation des TD/TP

Chaque semaine :

- une séance de CTD
- + une séance de 1h30 TP encadré (habituellement la première séance)
- + une séance de 1h30 de TP non encadré.

Présence et travail nécessaire au TP non encadré

- 5 premières semaines : TP «indépendants»
- 4 semaines suivantes : mini-projet, un seul sujet
- dernière semaine : soutenances de projet (normalement pendant le créneau de TP)

Organisation des TP

Les TP et le projet se font en binôme (pas de monôme, un trinôme maximum, sauf circonstances exceptionnelles). Pas de changement de binôme en cours de projet.

Un CR de TP à rendre chaque semaine (à l'issue du TP), à déposer sur le site moodle (cf la procédure sur le site).

Attention à la procédure de dépot sur moodle : s'inscrire dans deux groupes :

- le groupe «académique» (INF1, INF2, MIN1, etc.),
- **et** le groupe correspondant au binôme.

Un seul membre du binôme dépose les fichiers, mais les deux doivent être inscrits (important pour l'évaluation).

Évaluation

Un DS en milieu de semestre (écrit de 1h15).

Deux notes de CC :

- CC1 (coef 0,4) : comptes-rendus TP (∼20%) + soutenance finale (∼80%)
- CC2 (coef 0,2) : partiel écrit en novembre portant sur les 5 premières semaines

Examen final (coef 0,4) : écrit de 2h

Environnement Unix

Serveur pédagogique du DLST : `turing` (depuis l'extérieur : `im2ag-turing.univ-grenoble-alpes.fr`)

- Environnement de travail multi-utilisateurs

```
who
```

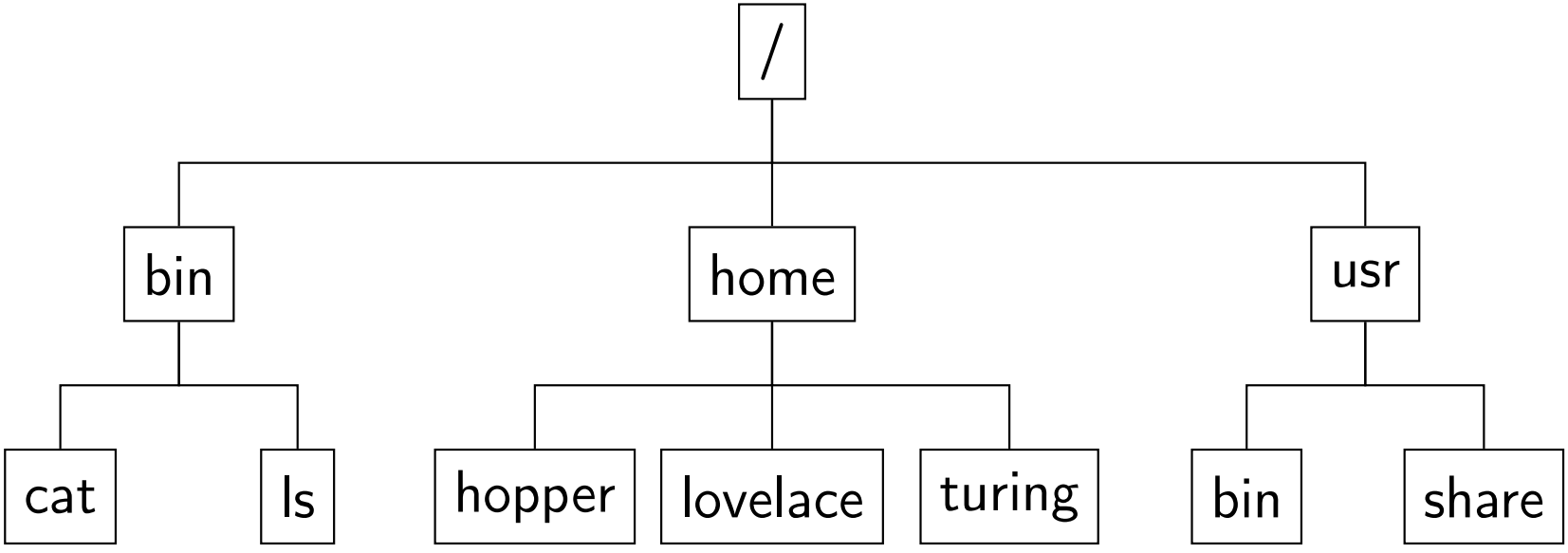
  $\longrightarrow$ affiche la liste des utilisateur·ice·s connecté·e·s

- Partage des ressources mémoire et cpu entre les utilisateurs

- Centralisation des ressources (programmes et fichiers, accessibles quel que soit la machine cliente depuis laquelle on se connecte)

Système de fichiers

- Les fichiers sont stockés sous forme hiérarchique par un arbre dont les feuilles désignent les fichiers, et les autres nœuds les répertoires



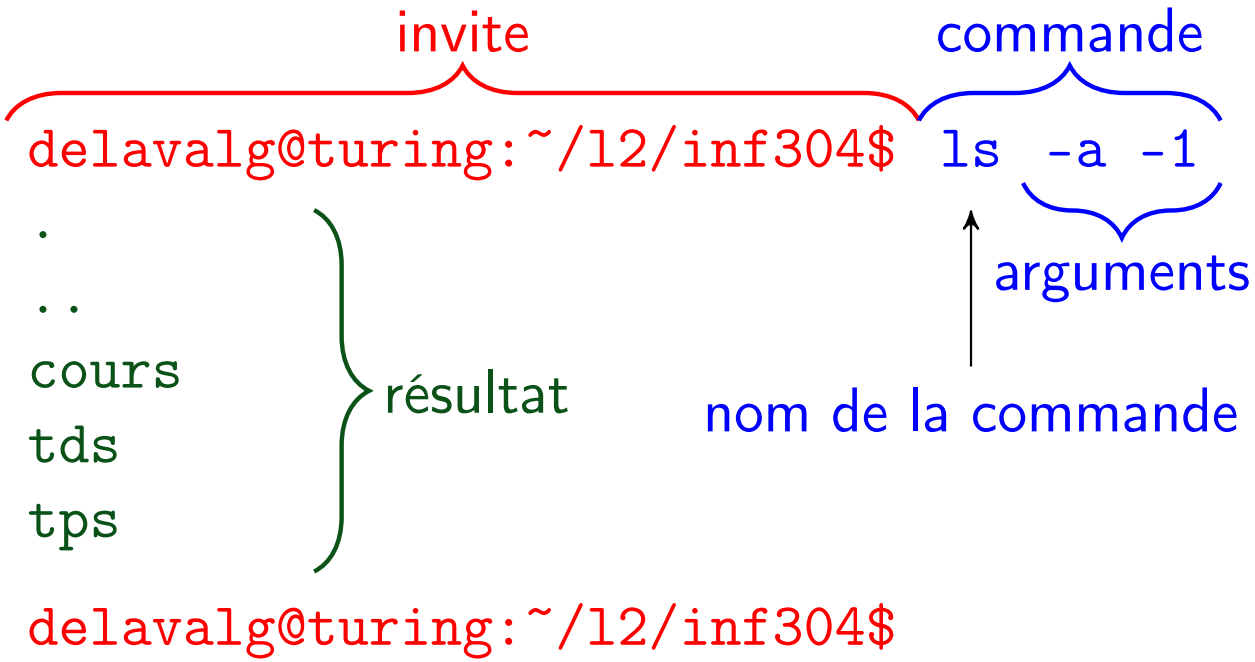
- Racine du système de fichiers : répertoire « / »
- Chemin : séquence de répertoire, terminée ou non par un fichier
  - Chemin absolu : préfixé par / : `/home/hopper`
  - Chemin relatif : à partir du répertoire courant `../ricm/api/tps/tp1`
  - Répertoire courant : « . » ; répertoire parent : « .. »

Utilisateurs et droits

- Sécurité : un utilisateur n'a pas tous les droits ! Notamment, ne peut pas modifier les fichiers systèmes. Espace personnel sous le répertoire `/home/`*<nom de login>*, d'alias « ~ »
- Utilisateur spécial «`root`», avec tous les droits (techniques)
- Chaque fichier a un propriétaire (owner), un groupe, des droits (lecture/écriture/exécution, pour le propriétaire/les membres du groupe/les autres utilisateurs)

Interface système

Interface textuelle : terminal et shell



Commandes de base

- `cd <répertoire>` (change directory) : change le répertoire courant
- `pwd` (print working directory) : affiche le répertoire courant
- `ls` : affiche les fichiers du répertoire courant, ou du répertoire donné en argument
  - option `-l` : affiche toutes les informations pour chaque fichier (droits, propriétaire, groupe, taille, date de modification)
  - option `-a` : affiche les fichiers cachés (dont le nom commence par « . »)
- `cat <fichier>` : affiche le contenu du fichier
- `mkdir <répertoire>` : création d'un répertoire
- `rm <fichier>` : supprime le fichier (option `-r` : suppression récursive ; `-f` : sans demande de confirmation)
- `mv <fichier1> <fichier2>` : renommage de <*fichier1*> en <*fichier2*>, ou déplacement de <*fichier1*> vers <*fichier2*> si <*fichier2*> est un répertoire
- `man <commande>` : affiche le manuel utilisateur de la commande

Redirection d'entrées/sorties

- Redirection de la sortie vers un fichier

```
<commande> > <fichier>
```

  ⟶ le résultat de la commande est écrit dans le fichier (écrasé s'il existe déjà)

- Redirection de la sortie vers un fichier (sans écrasement)

```
<commande> >> <fichier>
```

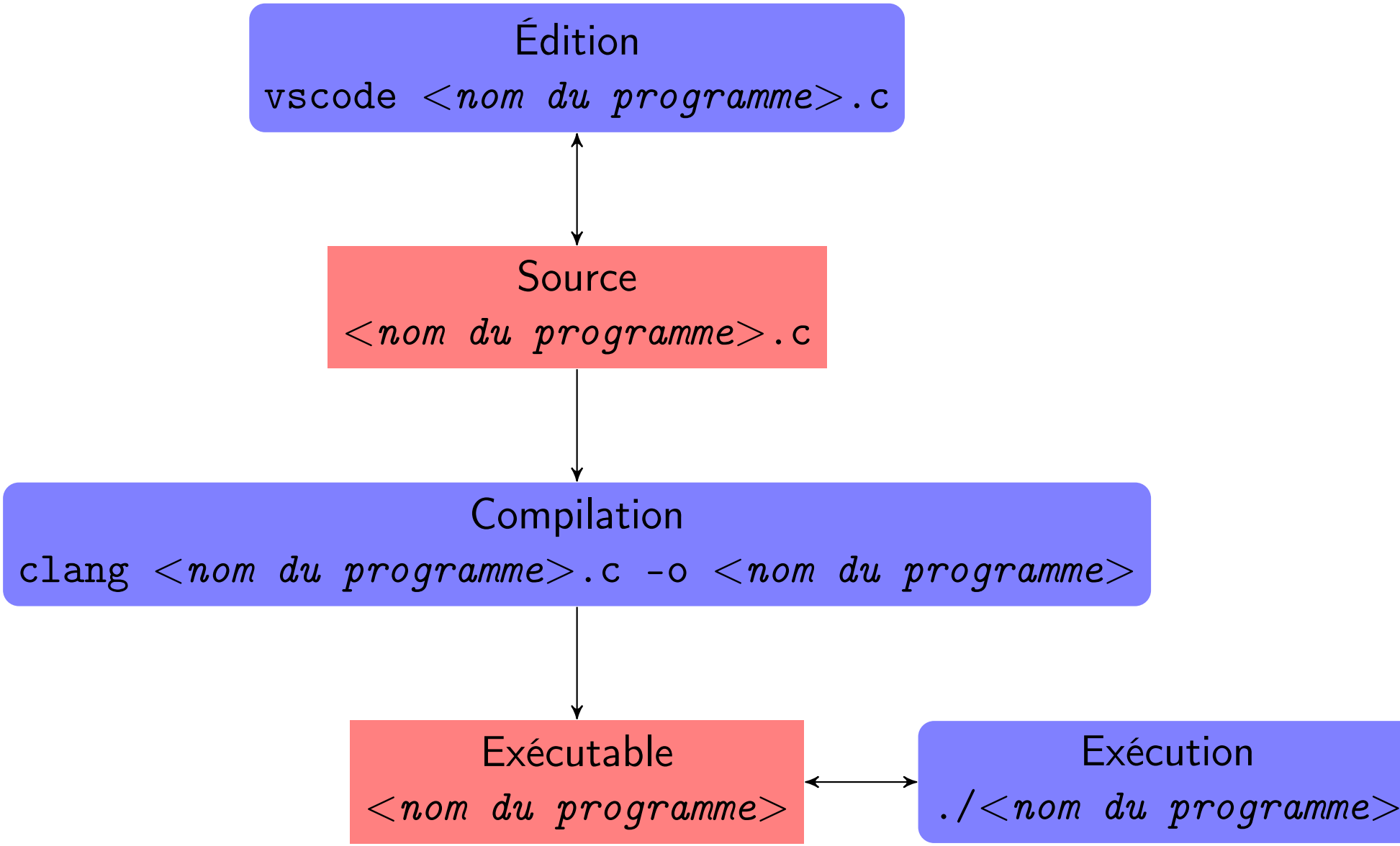
  ⟶ le résultat de la commande est concaténé à la suite du fichier

- Redirection de l'entrée depuis un fichier

```
<commande> < <fichier>
```

  ⟶ l'entrée est lue dans le fichier plutôt qu'au clavier

Cycle de développement de programmes C



Structure d'une fonction C

type de retour

arguments

```
int nom_fonction (int n, float x) {
    int temp;
    int my_var = 42;
    temp = n + my_var;
    if (x > 0) {
      return temp + x;
    } else {
      return temp - x;
    }
}
```

Déclarations locales

instructions

Fonction principale

Un programme, pour être compilé en un exécutable, doit comporter une fonction `main` de profil :

```
int main(int argc, char ** argv) {
  ...
}
```

- Fonction exécutée au lancement du programme
- `argc` : nombre d'arguments de la ligne de commande (nom du programme inclus)
- `argv` : tableau de chaînes de caractères
  - `argv[i]` : `i`^{e} argument de la ligne de commande
  - `argv[0]` : nom du programme exécuté

Déclaration de variables

En C, **toutes** les **variables** utilisées doivent être **déclarées**.

```
int longueur;
```

Typage statique : type donné par le programmeur dans le code source, ne change pas au cours de l'exécution.

Qu'est-ce qu'un type ?

Qu'est-ce qu'un type ?

- Abstraction d'une représentation machine : «25» plutôt que «00000000000000000000000000011001»
- Ensemble de valeurs possibles : entiers, entiers naturels, entiers positifs, flottants dans un intervalle borné...
- *Sémantique* (*sens*) donnée à cet ensemble, fournit *et* restreint les opérations possibles sur les valeurs de cet ensemble

Selon le langage de programmation, le typage peut être plus ou moins contraignant, statique (à la compilation) ou dynamique (à l'exécution)

En C : typage statique.

Les types de base en C

- `int` : entier signé (sur 32 bits, entiers dans l'intervalle $[-2^{31}, 2^{31} - 1]$).
- `float`, `double` : nombres flottants (représentation machine des nombres réels).
- `char` : caractères codés sur 8 bits.

Les tableaux

Un tableau est groupe d'éléments du même type. La taille d'un tableau est fixe : lorsqu'on déclare un tableau, il faut obligatoirement donner sa taille.

Déclaration d'un tableau

```
Telem Tab[N];
```

`Tab` est un tableau d'éléments de type `Telem` dont les indices varient de 0 à $\mathtt{N}-1$. Les indices sont de type `int`.

Accéder à un élément d'un tableau

```
Tab[i] = x;
x = Tab[i];
```

Attention : si `i` n'appartient pas à l'intervalle $[0, \mathtt{N}-1]$, le comportement n'est pas défini ! (arrêt du programme avec le message «*segmentation fault*», ou accès à une zone mémoire en-dehors du tableau $\longrightarrow$ erreurs difficiles à analyser)

Types énumérés

Un *type énuméré* permet de définir un ensemble de valeurs par extension (i.e., en donnant la liste des valeurs de l'ensemble).

Déclaration d'un type énuméré `Couleur`, comportant les valeurs `Rouge`, `Jaune`, `Vert` :

```
typedef enum {Rouge, Jaune, Vert} Couleur;

Couleur ma_couleur = Rouge;
```

Structures

Les *types structures* permettent de rassembler plusieurs valeurs de types (éventuellement) différents.

Déclaration d'un type structure `couple` contenant les champs `x` (de type `T1`) et `y` (de type T2) :

```
typedef struct {
    T1 x;
    T2 y;
} couple;
```

Déclaration d'une variable de type `couple` :

```
couple c;
```

Accès aux valeurs des champs : `c.x`, `c.y`.

si/alors/sinon

```
if (condition) {
  <instructions>
} else if (condition2) {
  <instructions>
  ...
} else {
  <instructions>
}
```

Exemple

```
if (x < y) {
    printf("x est plus petit que y");
} else {
    printf("x est plus grand que y");
}
```

Switch/case

Exemple

```
switch (x) {
  case 0:
    printf("x est nul");
    break;
  case 1:
    printf("x vaut 1");
    break;
  default:
    printf("x vaut autre chose que 0 ou 1");
}
```

Boucle «tant que» (while)

```
while (condition) {
  <instructions>
}
```

Les instructions sont exécutées tant que la `condition` (booléenne) est vraie

Exemple

```
int tab[N];
int i = 0;
while (i < N) {
  tab[i] = f(i);
  i = i + 1;
}
```

Boucle «pour» (for)

```
for (<initialisation>, <condition>, <mise a jour>) {
  <instructions>
}
```

équivalent à :

```
<initialisation>;
while (<condition>) {
  <instructions>
  <mise \a jour>;
```

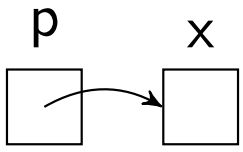
Exemple

```
int tab[N];
int i;
for (i = 0; i < N; i++) {
  tab[i] = f(i);
}
```

Vocabulaire

- si T est un type, le type T $*$ est appelé «*type pointeur de T*». Une valeur de type T $*$ est un *pointeur*, pointant sur une valeur de type T.
- si x est de type T, &x est l'*adresse* de x et est une valeur de type T $*$. Cette valeur peut être affectée à un pointeur de T.
- si p est de type T $*$, alors la *valeur* pointée par p est $*$p, de type T. $*$p est appelé le *déréférencement* de p.

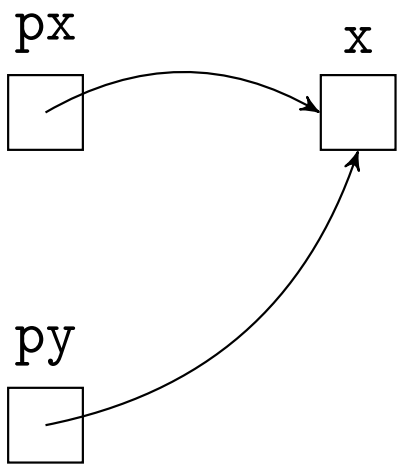
On représente de la manière suivante un pointeur p sur une valeur x :



Exemple

Une variable de type `int *` peut pointer sur une variable de type `int`, à l'aide de l'opérateur `&` :

```
int x;
int * px;
int * py;
x = 1;
px = &x;
py = &x;
```



Pointeurs et structures récursives

Pour la déclaration de types mutuellement récursifs (contenant des pointeurs vers ces types, pour les listes chaînées par exemple), on peut donner un nom à la structure récursive :

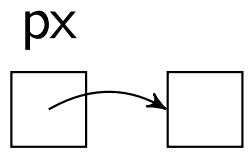
```
// Type cellule pour liste cha\^in\'ee d'entiers
typedef struct s_cellule {
    int element; // \'el\'ement courant
    struct s_cellule * suivant; // pointeur vers la cellule suivante
} Cellule;

// Une liste est un pointeur vers la cellule de t\^ete
typedef Cellule * Liste;
```

Allocation mémoire

- Allocation à l'aide de la fonction `malloc`
- Paramètre de `malloc` : taille de la zone mémoire à allouer (utiliser la fonction `sizeof(type)`)
- Valeur de retour : l'adresse mémoire dynamique allouée

```
px = (int *)malloc(sizeof(int));
```

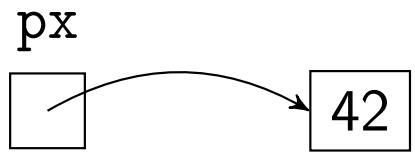


Une zone mémoire contenant un entier est créée, mais non définie (comme pour une déclaration).

Contrairement aux déclarations locales, cette zone mémoire existe encore à la sortie du bloc courant. Elle existe jusqu'à sa libération.

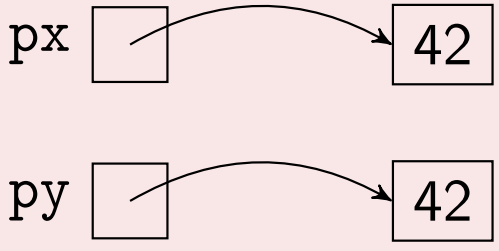
Accès à la valeur pointée

```
*px = 42;
```



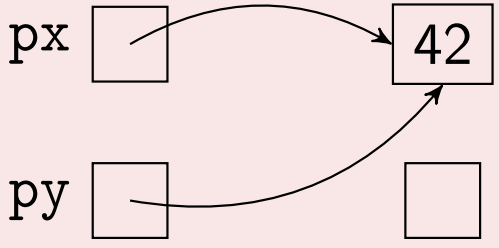
Ne pas confondre

```
*py = *px;
```



et

```
py = px;
```



Libération de la mémoire

Libérer un bloc mémoire = le «rendre» au système, faire en sorte que la zone mémoire puisse à nouveau être utilisée (à l'occasion d'une nouvelle demande d'allocation).

Tout bloc mémoire alloué (avec `malloc` ou équivalent) doit être libéré !
$\longrightarrow$ attention aux *fuites mémoires* : mémoire allouée et jamais libérée...

Si `p` est un pointeur, `free(p)` libère la zone mémoire pointée par `p`. La valeur de `p` doit être une valeur retournée par une primitive d'allocation mémoire : il n'est pas possible de libérer une partie seulement d'un bloc alloué (la moitié d'un tableau par exemple).

Attention : après libération, les valeurs contenues dans une zone mémoire ne doivent plus être accédées (sinon, arrêt du programme avec l'erreur «*segmentation fault*»)

Pointeurs et paramètres résultats

Les paramètres des fonctions C sont passés par valeur (la *valeur* est transmise à la fonction et non la *référence*).

Pour qu'une fonction puisse modifier un paramètre, il faut fournir l'adresse de la valeur à modifier, c'est-à-dire un pointeur sur cette valeur :

```
void echanger(int * x, int * y) {
  int aux;
  aux = *x;
  *x = *y;
  *y = aux;
}

int a = 42;
int b = 3;
echanger(&a, &b);
```

Références

The GNU C Reference Manual.
`https://www.gnu.org/software/gnu-c-manual/gnu-c-manual.html`

C Programming. *Wikibooks, The Free Textbook Project*.
`http://en.wikibooks.org/wiki/C_Programming`

Bernard Cassagne. *Introduction au langage C.*
`http://matthieu-moy.fr/cours/poly-c/`