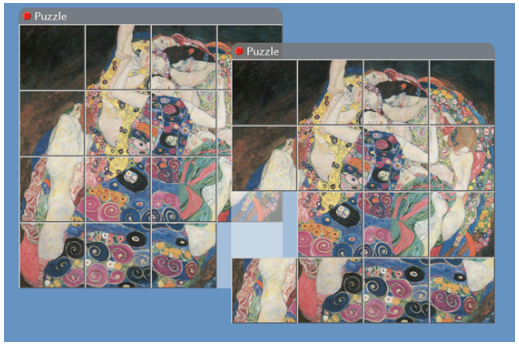
Projet C
Interaction Graphique



Amphi de présentation

F. Bérard 28 mai 2015

Grenoble INP ensimag

Introduction

Objectifs

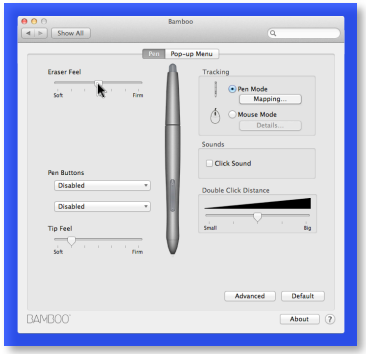
Apprentissage du langage C
Par la pratique

Apprentissage de la gestion de projet
Par la pratique
- Travail en groupe
- Travail d'envergure

Apprentissage de la programmation des interfaces graphiques
Par la réalisation d'une bibliothèque

Le sujet

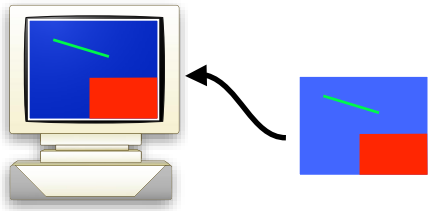
Réalisation d'un bibliothèque de programmation d'Interfaces Graphiques

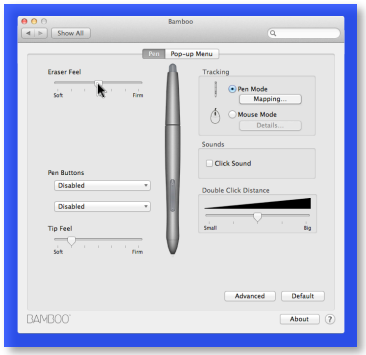


Le sujet

Réalisation d'un bibliothèque de programmation d'Interfaces Graphiques

En partant du *buffer graphique*



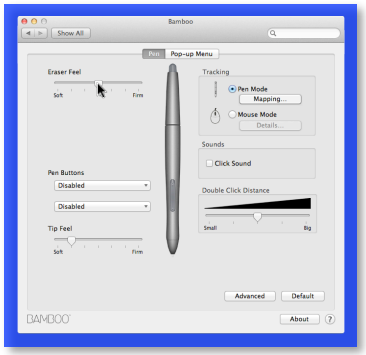


Le sujet

Réalisation d'un bibliothèque de programmation d'Interfaces Graphiques

En partant du *buffer graphique,*
des *événements utilisateur*

```
1876702  MouseMove           x=342 y=96
1876724  MouseMove           x=348 y=95
1877354  MouseButtonPress    n=1
1879265  MouseMove           x=328 y=90
1879287  MouseMove           x=302 y=86
1879302  MouseMove           x=299 y=80
1881076  MouseButtonRelease  n=1
1892378  KeyPress            k="q"
```

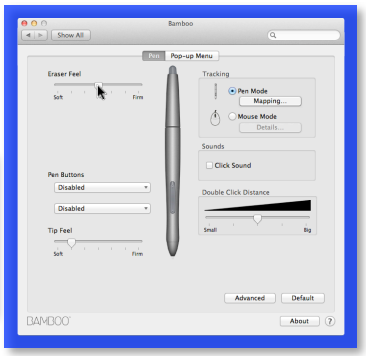


Le sujet

Réalisation d'un bibliothèque de programmation d'Interfaces Graphiques

En partant du *buffer graphique,*
des *événements utilisateur,*
de la *structure* de la bibliothèque
(interface de programmation, ou API)
(fichiers .h fournis)

```
typedef void
     (*ei_widgetclass_drawfunc_t)
          (struct ei_widget_t*     widget,
           ei_surface_t            surface,
           ei_surface_t            pick_surface,
           ei_rect_t*              clipper);
```

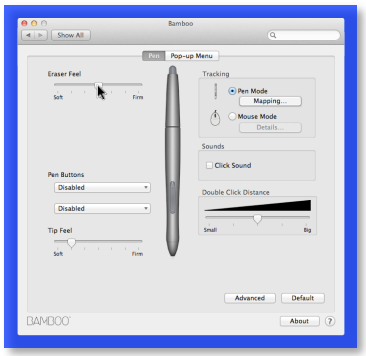


Le sujet

Réalisation d'un bibliothèque de programmation d'Interfaces Graphiques

En partant du *buffer graphique,*
des *événements utilisateur,*
de la *structure* de la bibliothèque,
et d'*exemples d'applications.*

```
ei_widget_t*    button;
char            button_text[80] = "test";
int             but_x = 10, but_y = 12;

button = ei_widget_create("button",
                          ei_app_root_widget());
ei_button_configure(button, button_text);
ei_place(button, &but_x, &but_y);
```



Le sujet

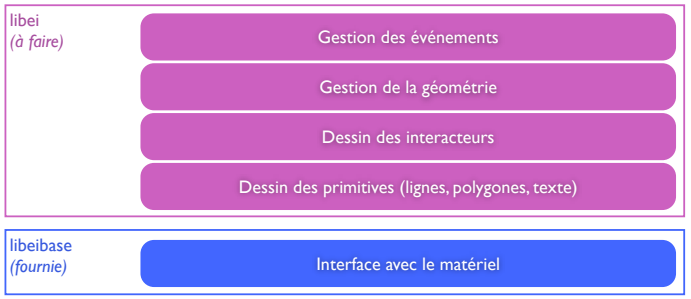
Les acteurs

Les ***utilisateurs*** de d'applications
Les ***programmeurs d'applications***
Les programmeurs de la bibliothèque (***vous***)
Les ***concepteurs*** de la bibliothèque (nous, et vous en cas d'extensions)

Services de la Bibliothèque

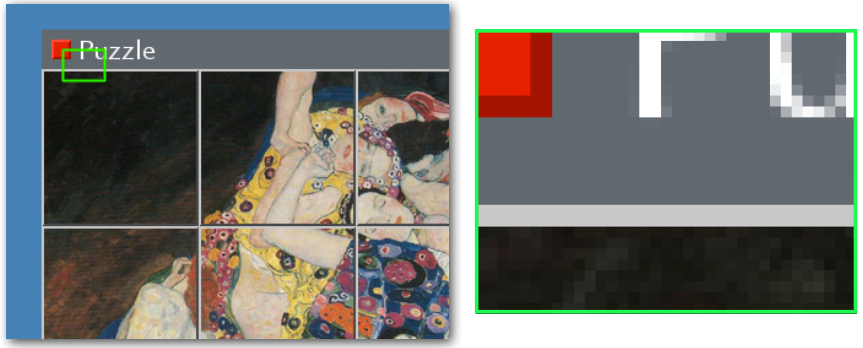
Survol

Dessin de ***primitives graphiques*** (lignes, polygones).
Création, configuration, et dessin des ***interacteurs*** (''***widgets***'')
Placement à l'écran (position et taille) : gestion de la ***géométrie***
Prise en compte des actions utilisateur : gestion des ***événements***

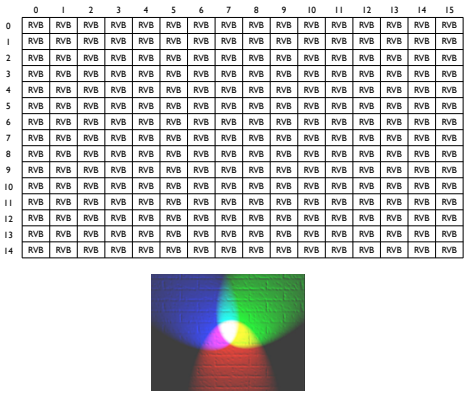


Génération d'Images Numériques

Représentation en mémoire



Représentation en mémoire



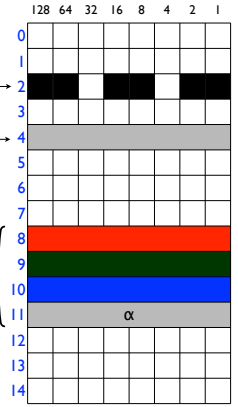
Représentation en mémoire

Différents formats de pixels

Image noir & blanc
1 pixel = 1 bit. 8 pixels dans un octet.

Image en niveaux de gris
256 niveaux de gris: 1 pixel = 1 octet

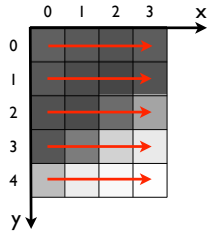
Image en couleur
+ transparence (alpha)
256 niveaux par composante R,V,B,A
(> 16 000 000 couleurs):
1 pixel = 4 octets (32 bits)
(l'ordre des canaux varie suivant les architectures)

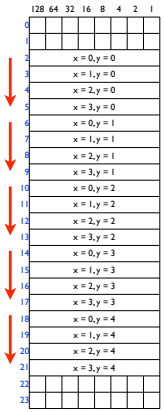


Représentation en mémoire

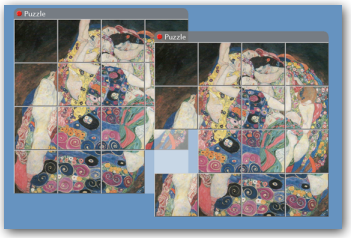
Ordre des pixels

de haut en bas de l'image,
de gauche à droite d'une ligne.
Autorise un "parcours scanline"





Effet de transparence

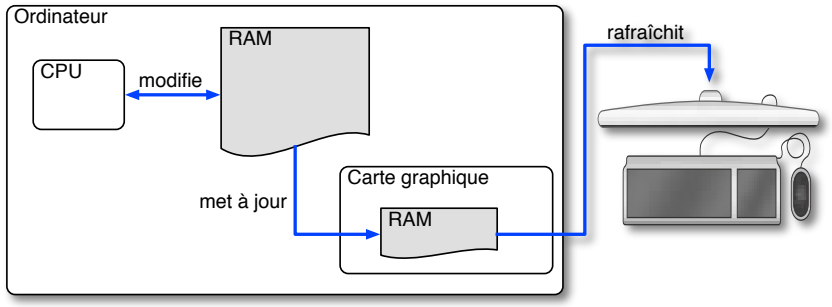


Dessin des "objets" du plus profond au plus proche

Le pixel résultat est une combinaison du pixel présent et du nouveau pixel à dessiner, en utilisant l'α du nouveau pixel :

$$D_R = (D_R.(255 - S_\alpha) + S_R.S_\alpha)/255$$
$$D_G = \ldots$$
$$D_B = \ldots$$

Architecture Matérielle



Le programme n'agit pas directement sur la RAM de la ***carte graphique*** (i.e. pas sur l'écran).
Les mises à jour de l'image doivent être copiées sur la carte.

Fonctions fournies dans "libeibase.a"

Fonctions déclarées dans "hw_interface.h" (1/2)

```
ei_surface_t hw_create_window    (ei_size_t* size, const ei_bool_t fullScreen);
ei_surface_t hw_surface_create   (const ei_surface_t root,
                                  const ei_size_t*   size,
                                  ei_bool_t          force_alpha);
void hw_surface_free(ei_surface_t surface);

void hw_surface_lock(ei_surface_t surface);
void hw_surface_unlock(ei_surface_t surface);

uint8_t* hw_surface_get_buffer(const ei_surface_t surface);
void hw_surface_get_channel_indices  (ei_surface_t surface,
                                      int* ir, int* ig, int* ib, int* ia);

void hw_surface_update_rects(ei_surface_t surface,
                             const ei_linked_rect_t* rects);
```

Fonctions fournies dans "libeibase.a"

Fonctions déclarées dans "hw_interface.h" (2/2)

```
ei_surface_t hw_text_create_surface   (const char*          text,
                                       const ei_font_t      font,
                                       const ei_color_t*    color);

ei_surface_t hw_image_load  (const char*            filename,
                             ei_surface_t           channels);

void hw_event_wait_next(struct ei_event_t* event);
double hw_now();
```

Fonctions à réaliser

Fonctions déclarées dans "ei_draw.h" (1/2)

```
typedef struct {
    unsigned char           red;
    unsigned char           green;
    unsigned char           blue;
    unsigned char           alpha;
} ei_color_t;

uint32_t ei_map_rgba    (ei_surface_t surface, const ei_color_t* color);

void ei_draw_polyline  (ei_surface_t                surface,
                        const ei_linked_point_t*    first_point,
                        const ei_color_t            color,
                        const ei_rect_t*            clipper);

void ei_draw_polygon    (...);
```

Fonctions à réaliser

Fonctions déclarées dans "ei_draw.h" (2/2)

```
void ei_fill            (ei_surface_t               surface,
                         const ei_color_t*          color,
                         const ei_rect_t*           clipper);

void ei_draw_text       (ei_surface_t               surface,
                         const ei_point_t*          where,
                         const char*                text,
                         const ei_font_t            font,
                         const ei_color_t*          color,
                         const ei_rect_t*           clipper);

int ei_copy_surface     (ei_surface_t               destination,
                         const ei_rect_t*           dst_rect,
                         const ei_surface_t         source,
                         const ei_rect_t*           src_rect,
                         const ei_bool_t            alpha);
```

Cycle de mise à jour de l'écran

Une "surface" est bloquée

```
hw_surface_lock(my_surface);
```

Le programme modifie la surface

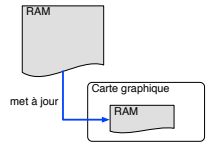
```
first_pixel     = hw_surface_get_buffer(my_surface);
*((uint32_t*)first_pixel)   = some_pixel_value;
ei_fill(my_surface, some_color, some_rectangle);
```

La surface est débloquée

```
hw_surface_unlock(my_surface);
```

Le programme demande la mise à jour de l'écran

```
hw_surface_update_rects(my_surface, the_rect_list);
```



Dessin des Primitives Graphique

Performance

Mise à jour de tout l'écran

1920 x 1080	= 2M pixels
pixels RGBA (4 octets)	= 8.3 Mo
à 60Hz	→ 500 Mo/s

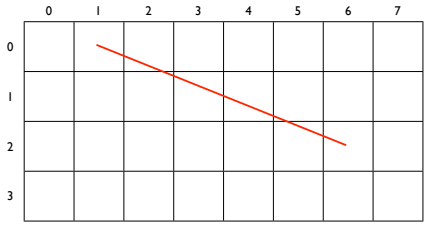
Animation (ex : bouger une grande fenêtre)

chaque opération sur un pixel x 2 million,
à faire 60 fois par secondes.

Les traitement de génération d'image doivent être ***optimisés***.

Dessin optimisé de lignes

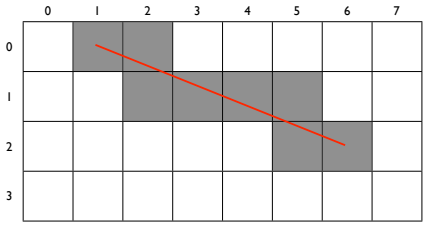
ligne ((1,0),(6,2))



Dessin optimisé de lignes

Approche: tous les pixels qui touchent la ligne mathématique

ligne ((1,0),(6,2))

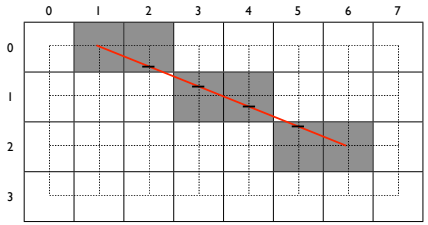


variations d'épaisseur visible, apparition d'angles

Dessin optimisé de lignes

Approche: un seul pixel par colonne : $-1 < pente < 1$
un seul pixel par ligne : $|pente| > 1$

ligne ((1,0),(6,2))



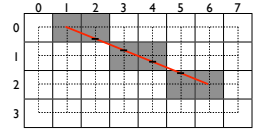
Choix du pixel le plus proche.

Dessin optimisé de lignes

Arrondi de l'équation de droite

```
void draw_line(int x0, int y0, int x1, int y1)
{
      double     m     = (double)(y1 - y0) / (double)(x1 - x0);
      double     b     = (double)y0 - m * (double)x0;
      int        x_i   = x0;


      while (x_i < x1) {
            y          = m * (double)x_i + b;
            y_i        = (int)round(y);

            draw_pixel(x_i, y_i);
            x_i        += 1;
      }
}
```

ligne ((1,0),(6,2))



Dessin optimisé de lignes

Arrondi de l'équation de droite

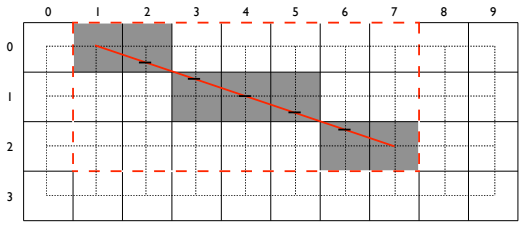
```
void draw_line(int x0, int y0, int x1, int y1)
{
      double      m     = (double)(y1 - y0) / (double)(x1 - x0);
      double      b     = (double)y0 - m * (double)x0;
      int         x_i   = x0;


      while (x_i < x1) {
            y           = m * (double)x_i + b;
            y_i         = (int)round(y);

            draw_pixel(x_i, y_i);
            x_i         += 1;
      }
}
```

- Cast entier vers flottant
- Multiplication
- Arrondi
- Cast flottant vers entier

Dessin optimisé de lignes

Version itérative

Quand x augmente de 1, y augmente de $m = dy/dx$
Accumulation de l'erreur ε
y augmente de 1 quand $\varepsilon > 0{,}5$, alors $\varepsilon <= \varepsilon - 1$



Dessin optimisé de lignes

Version itérative

```
void draw_line_iter(int x0, int y0, int x1, int y1)
{
      double          m     = (double)(y1 - y0) / (double)(x1 - x0);
      double          e     = 0.0;
      int             x_i   = x0;
      int             y_i   = y0;

      while (x_i < x1) {
            draw_pixel(x_i, y_i);

            x_i             += 1;
            e               += m;
            if (e > 0.5) {
                  y_i       += 1;
                  e         -= 1.0;
            }
      }
}
```

- Plus de cast !
- Plus de multiplication !
- Plus d'arrondi ! (mais un test)
- Opérations sur flottants

Dessin optimisé de lignes

Version itérative avec seulement des entiers

$E = \varepsilon.dx$, soit $\varepsilon = E/dx$,
incrément de x, alors $E <= E + dy$
on teste $E > 0{,}5.dx$, ou $2E > dx$
quand $y <= y + 1$, alors $E <= E - dx$

Dessin optimisé de lignes

Version itérative avec seulement des entiers

```
void draw_line_iter_int(int x0, int y0, int x1, int y1)
{
      int             dx    = x1 - x0;
      int             dy    = y1 - y0;
      int             e     = 0;

      while (x0 < x1) {
            draw_pixel(x0, y0);

            x0              += 1;
            e               += dy;
            if (2*e > dx) {
                  y0        += 1;
                  e         -= dy;
            }
      }
}
```

[Bresenham 1965]

Dessin optimisé de lignes

Généralisation à toutes les orientations

$dx = 0$ ou $dy = 0$, gérer le cas particulier

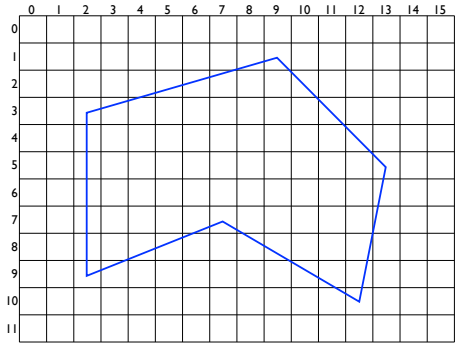
Pente négative, inverser les signes.

$x0 > x1$, inverser les signes

$|pente| > 1$, inverser les variables

Dessin optimisé de polygones (pleins)

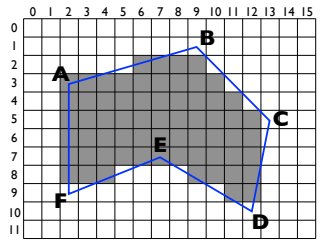

```
polygone ((2,3), (9,1), (13,5), (12,10), (7,7), (2,9))
```



Dessin optimisé de polygones

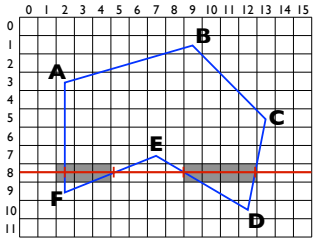
Stratégie

Optimisation par exploitation des cohérences spatiales :



- Scanline : les pixels entre les intersection sont dans le même état (intérieur / extérieur)
- Côtés : si un côté intersecte la scanline, c'est le cas pour les scanlines suivantes jusqu'à $ymax$

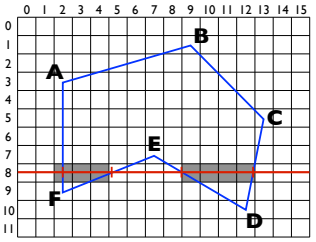
Dessin optimisé de polygones



Stratégie

- Localise les intersections entre côtés et scanline
- Règle de parité
  - Initialisation: pair
  - Chaque intersection inverse la parité
  - Les intervalles impairs sont intérieur
- Algorithme incrémental pour le calcul des intersections
- Stockage de l'état de chaque côté dans des tables

Dessin optimisé de polygones

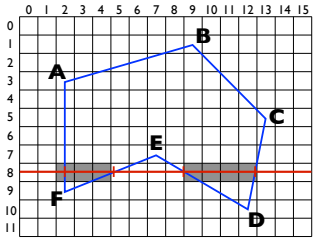


- **Algorithme incrémental pour le calcul des intersections**

À chaque nouvelle scanline
$y <= y + 1$,
augmente x de la réciproque de la pente
$x <= x + (x1 - x0) / (y1 - y0)$

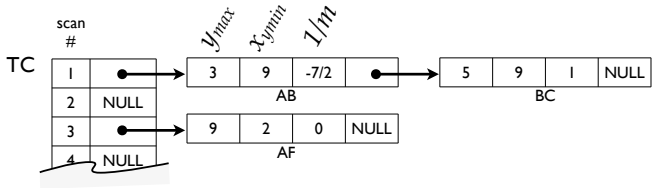
Version incrémentale, en entiers (avec cas $pente > 1$):
inspiré du tracé de segment de Bresenham.

Dessin optimisé de polygones

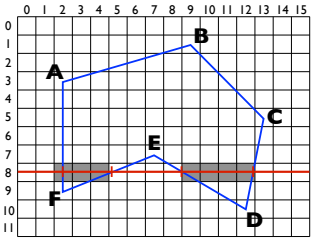


- **Stockage de l'état des côté dans des tables**

Table des Côtés (TC)
- Une entrée par scanline
- Les entrées pointent vers la liste des sommets qui débutent sur la scanline
- La liste est triée par x

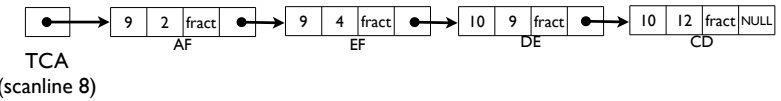


Dessin optimisé de polygones

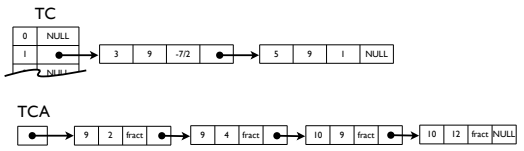


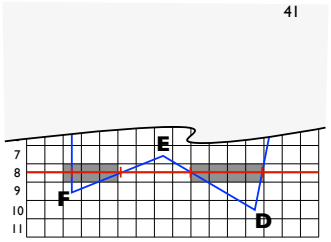
- **Stockage de l'état des côté dans des tables**

Table des Côtés Actifs (TCA)
- Triée par x croissants



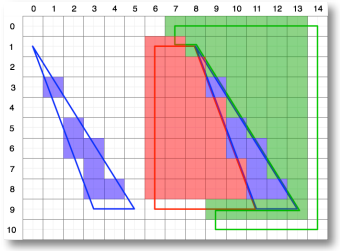
Dessin optimisé de polygones





- Algorithme
  - Initialise y à la première scanline, TCA à vide
  - Répéter jusqu'à ce que TC et TCA soient vides
    - Déplacer les entrées de TC(y) dans TCA
    - Supprimer de TCA les entrées y_{max}=y
    - Trier TCA sur x
    - Remplir les intervalles grâce à la règle de parité
    - Incrémente y
    - Mets à jour x dans les entrées de la TCA

Dessin optimisé de polygones



- Localise les intersections entre côtés et scanline

Gestion des polygones adjacents

- Arrondi
  - entier supérieur pour le premier pixel de l'intervalle
  - entier inférieur pour le dernier
- Intersections sur coordonnées entières
  - seuls les pixels en entrée de l'intervalle en font partie
- Intersections partagées entre côtés
  - on compte uniquement celles définissant un y_{min}

Clipping

Clipping rectangulaire aligné à l'écran

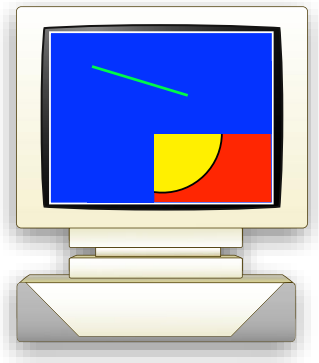
Limiter le dessin d'une primitive à l'intérieur d'un rectangle aligné aux bords de l'écran

Utilité

Ne pas sortir des limites de l'écran

Ne pas sortir des limites du parent

Limiter le re-dessin (optimisation)



Clipping

Approches

- Test avant écriture

```
if ((x >= xmin) && (x <= xmax) && (y >= ymin) && (y <= xmax))
  draw_pixel(x, y);
```

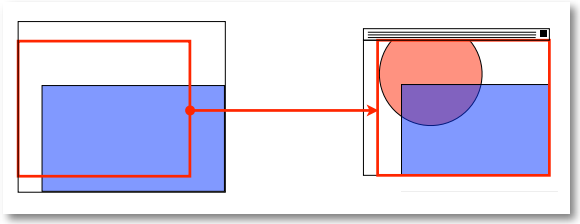
- Ne nécessite pas de pré-calculs
- Coûteux en calculs (4 tests par pixel)
- N'exploite pas la cohérence spatiale (petit clipper sur grande forme)

- **À implémenter en premier !** (très simple à coder)

Clipping

Approches

- Dessin offscreen, puis recopie

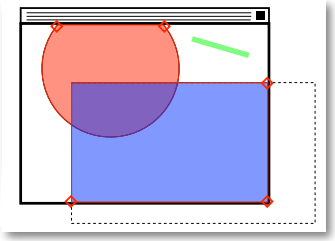


- Élimine les 4 tests dans la boucle interne
- Coûteux en mémoire
- N'exploite pas la cohérence spatiale (petit clipper sur grande forme)

Clipping

Approches

- Calcul des intersections avec le clipper



- Pas de tests dans la boucle interne
- Optimise le nombre de pixels à traiter
- Complexe à réaliser, algorithme différent pour les différentes primitives

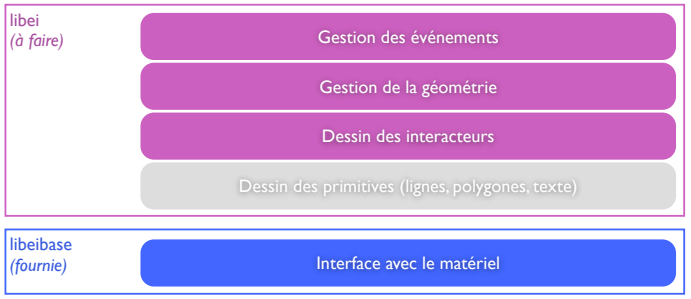
- Considéré comme **une extension du projet**.

Interface Utilisateur Graphique

Services de la Bibliothèque

Survol

Dessin de ***primitives graphiques*** (lignes, polygones).
Création, configuration, et dessin des ***interacteurs*** (“***widgets***”)
Placement à l'écran (position et taille) : gestion de la ***géométrie***
Prise en compte des actions utilisateur : gestion des ***événements***

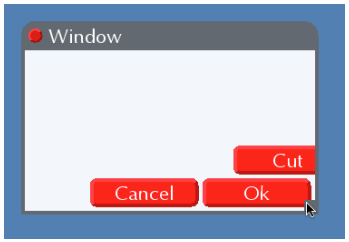


Gestion des interacteurs

Organisation Hiérarchique

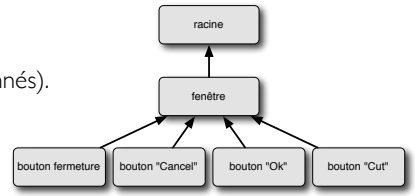
Tout interacteur :

- a un parent, hormis la ***racine***,
- est ***tronqué*** ("clipped") dans les limites de son parent,
- est positionné par rapport à sont parent,
- est masqué avec son parent,
- est détruit avec son parent.



L'ordre de dessin est :

- en profondeur, puis,
- en largeur (les descendants sont ordonnés).



Classe d'interacteurs

Principe

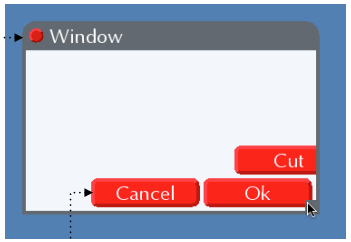
Tous les interacteurs partagent certaines caractéristiques *communes* (hiérarchie, géométrie, etc.)

Par contre, certaines caractéristiques sont *spécifiques* à une ***classe d'interacteur***.

Exemples :

Fenêtre toplevel .....

Boutons .....



Mais aussi : champ de saisie, barre de défilement, case à cocher, etc.

Classe d'interacteurs

Polymorphisme des interacteurs

Un ***bouton***, par exemple, doit pouvoir être considéré :

- comme un ***interacteur*** pour les traitements communs à tout interacteur (hiérarchie, etc.).
- ou comme un ***bouton*** pour les traitements spécifiques aux boutons (dessin, etc.),

➡ Nécessité d'un mécanisme de ***polymorphisme***.

Programmation des classes d'interacteurs

Représentation des interacteurs en mémoire

Attributs communs à tout interacteur.

```
typedef struct ei_widget_t {
      ei_widgetclass_t*         wclass;

      struct ei_widget_t*       parent;
      struct ei_widget_t*       children_head;
      struct ei_widget_t*       children_tail;
      struct ei_widget_t*       next_sibling;

      ei_size_t                 requested_size;
      ei_rect_t                 screen_location;

} ei_widget_t;
```

Représentation des interacteurs en mémoire

Ajout des attributs spécifiques à une classe donnée (ex: boutons).

```
typedef struct ei_widget_t {
    ei_widgetclass_t*       wclass;

    struct ei_widget_t*     parent;
    struct ei_widget_t*     children_head;
    struct ei_widget_t*     children_tail;
    struct ei_widget_t*     next_sibling;

    ei_size_t               requested_size;
    ei_rect_t               screen_location;

} ei_widget_t;
```

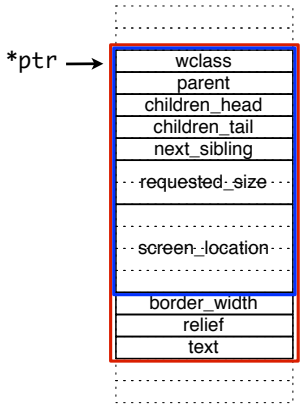
```
typedef struct {
    ei_widget_t         widget;

    int                 border_width;
    ei_relief_t         relief;
    char*               text;

} ei_button_widget_t;
```


Représentation des interacteurs en mémoire

Ajout des attributs spécifiques à une classe donnée (ex: boutons).

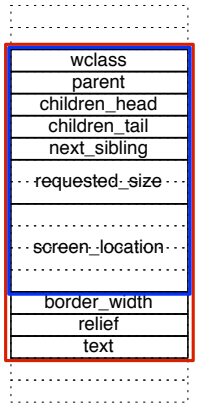
```
typedef struct ei_widget_t {
    ei_widgetclass_t*       wclass;

    struct ei_widget_t*     parent;
    struct ei_widget_t*     children_head;
    struct ei_widget_t*     children_tail;
    struct ei_widget_t*     next_sibling;

    ei_size_t               requested_size;
    ei_rect_t               screen_location;

} ei_widget_t;
```

```
typedef struct {
    ei_widget_t         widget;

    int                 border_width;
    ei_relief_t         relief;
    char*               text;

} ei_button_widget_t;
```



Polymorphisme des données

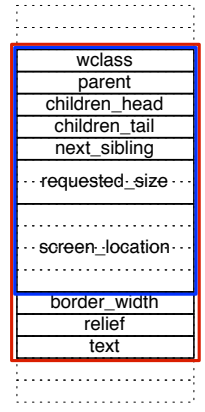
```
ei_button_widget_t*     button;
button = malloc(sizeof(ei_button_widget_t));

void init_button(ei_widget_button_t* button, ei_widget_t* parent)
{
    init_widget((ei_widget_t*)button, g_button_class, parent);
    button->border_width    = 1;
    button->relief          = ei_relief_raised;
    button->text            = (char*)NULL;
}

void init_widget(ei_widget_t* widget, ei_widgetclass_t* wclass,
                                      ei_widget_t* parent)
{
    widget->wclass          = wclass;
    widget->parent          = parent;
    widget_add_child(parent, widget);
    widget->children_head   = (ei_widget_t*)NULL;
    ...
}
```



Polymorphisme des traitements

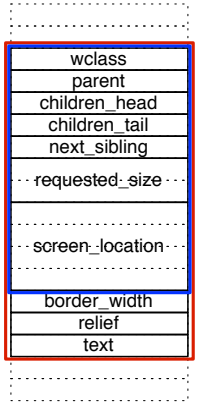
```
void widget_resize(ei_widget_t* widget, ei_size_t* new_size)
{
    widget->requested_size = new_size;
    ...
    widget_draw(widget);
}
```

Comment appeler la fonction de dessin qui correspond à la classe de l'interacteur ?

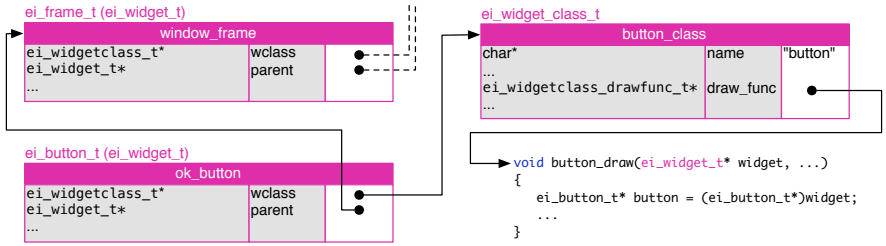


Polymorphisme des traitements

```
typedef void (*ei_widgetclass_drawfunc_t)
     (ei_widget_t* widget, ei_surface_t surface,
      ei_surface_t pick_surface, ei_rect_t* clipper);

typedef struct ei_widgetclass_t {
     ...
     ei_widgetclass_drawfunc_t       drawfunc;
     ...
} ei_widgetclass_t;

void button_draw (ei_widget_t* widget, ei_surface_t surface,
                  ei_surface_t pick_surface, ei_rect_t* clipper);

ei_widgetclass_t        button_class = { ..., button_draw, ...};
ei_button_widget_t      button       = { &button_class, ... };

void widget_resize(ei_widget_t* widget, ei_size_t* new_size)
{
    ...
    widget->wclass->drawfunc(widget);
}
```



Polymorphisme des traitements

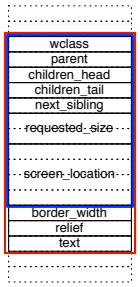



```
void widget_resize(ei_widget_t* widget, ei_size_t* new_size)
{
    ...
    widget->wclass->drawfunc(widget, ...);
}
```


Ajout d'une classe d'interacteur dans la bibliothèque

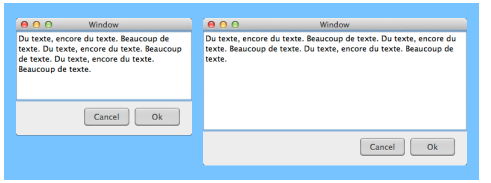
- Définition d'une structure qui étend `ei_widget_t` pour représenter les attributs spécifiques,
- définition de toutes les fonctions spécifiques,
- initialisation d'une instance de `ei_widgetclass_t`,
- enregistrement de la classe dans la bibliothèque par appel de `ei_widgetclass_register`.

```
typedef struct ei_widgetclass_t {
     ei_widgetclass_name_t               name;
     ei_widgetclass_allocfunc_t          allocfunc;
     ei_widgetclass_releasefunc_t        releasefunc;
     ei_widgetclass_drawfunc_t           drawfunc;
     ei_widgetclass_setdefaultsfunc_t    setdefaultsfunc;
     ei_widgetclass_geomnotifyfunc_t     geomnotifyfunc;
     ei_widgetclass_handlefunc_t         handlefunc;
     struct ei_widgetclass_t*            next;
} ei_widgetclass_t;

void ei_widgetclass_register (ei_widgetclass_t* widgetclass);
```

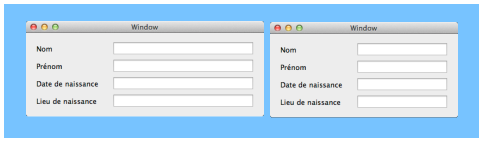


Le problème

Position relative au parent



Position et taille relative au parent et aux autres descendants.

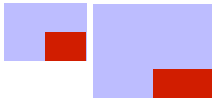


➡ Expression de contraintes pour la position et la taille des interacteurs, plutôt que des valeurs absolues.

Différentes stratégies

Placeur

Contraintes par rapport au parent uniquement.
"Place l'interacteur dans l'angle en bas à droite, avec une hauteur de 100 pixels et la moitié de la largeur du parent".

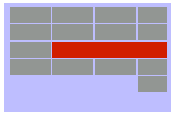


Packer

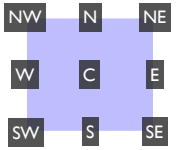
Contraintes par rapport au parent et aux descendants.
"Pack l'interacteur à droite des descendants déjà présents, en prenant toute la hauteur."

Gridder

Contraintes de grille.
"Grid l'interacteur en colonne 2, ligne 3, sur 3 colonnes."



Interface de programmation du "placeur"



```
typedef enum {
    ei_anc_none,
    ei_anc_center, ei_anc_north, ei_anc_northeast, ei_anc_east,ei_anc_southeast,
    ei_anc_south, ei_anc_southwest, ei_anc_west, ei_anc_northwest
} ei_anchor_t;

void ei_place   (ei_widget_t*    widget,    ei_anchor_t*    anchor,
                 int*            x,         int*            y,
                 int*            width,     int*            height,
                 float*          rel_x,     float*          rel_y,
                 float*          rel_width, float*          rel_height);
```


Interface de programmation du "placeur"

```
ei_anchor_t     anchor  = ei_anc_southeast;
int             x       = -10;
int             y       = -10;
float           rel_x   = 1.0;
float           rel_y   = 1.0;

ei_place(button, &anchor,   &x,       &y,     NULL, NULL,
                            &rel_x,   &rel_y, NULL, NULL);
```

Interface de programmation du "placeur"

Mise en oeuvre des valeurs par défaut

```
ei_place(button, &anchor,   &x,       &y,     NULL, NULL,
                            &rel_x,   &rel_y, NULL, NULL);
```

Un paramètre NULL signifie "valeur par défaut" :

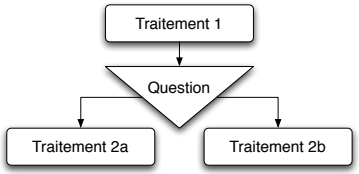
- Lors du premier appel, la valeur par défaut est donnée dans les spécifications.
- Quand la valeur a déjà été définie lors d'un appel précédent, elle est conservée.

Le principe de valeur par défaut s'applique à la configuration des widgets

```
ei_color_t  background      = { 0x00, 0x00, 0xff, 0x88 };
void ei_button_configure(button, NULL, &background, NULL, ..., NULL);
```

Motivation

Programmation ***séquentielle***



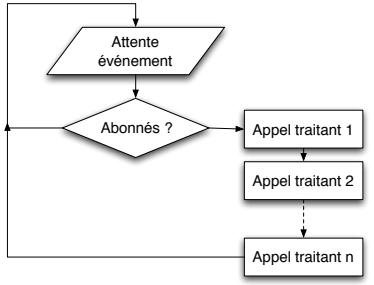
Séquences
Répétitions
Branchements conditionnels

Le programme a le contrôle.
Le programme consulte les facteurs extérieurs à certains noeuds du graphe.

Cas des actions de l'utilisateur : à chaque étape, toute action est possible.

Motivation

Programmation ***événementielle***



L'utilisateur a le contrôle.

Le programmeur ***abonne*** des ***traitants*** à la réception d'événements.

Le programme principal se contente d'attendre un événement, puis d'appeler les traitants abonnés.

Exemple : glisser-déposer

Initialisation
Définition de la fonction "handlefunc" de la classe "toplevel"

Réception de "ei_ev_mouse_buttondown"
Si le pointeur est sur la barre de titre de la fenêtre :
on s'intéresse maintenant aux événements "motion" et "buttonup".

Réception de "ei_ev_mouse_move"
Déplacement de la fenêtre.

Réception de "ei_ev_mouse_buttonup"
On ne s'intéresse plus à "motion" et "buttonup".

Interface de programmation

```
typedef enum { ei_ev_none, ei_ev_app,
     ei_ev_keydown, ei_ev_keyup,
     ei_ev_mouse_buttondown, ei_ev_mouse_buttonup, ei_ev_mouse_move,
     ei_ev_last
} ei_eventtype_t;

typedef struct ei_event_t {
     ei_eventtype_t          type;
     union {
          ei_key_event_t     key;
          ei_mouse_event_t   mouse;
          ei_app_event_t     application;
     } param;
} ei_event_t;

typedef ei_bool_t (*ei_widgetclass_handlefunc_t)
                        (struct ei_widget_t*     widget,
                         struct ei_event_t*      event);
```

Interface de programmation

Paramètres d'événement

```
typedef struct {
    SDLKey                  key_sym;
    ei_modifier_mask_t      modifier_mask;
} ei_key_event_t;

typedef struct {
    ei_point_t              where;
    int                     button_number;
} ei_mouse_event_t;

typedef struct {
    void*                   user_param;
} ei_app_event_t;
```


Interface de programmation

Pour le programmeur d'application.

```
typedef void (*ei_callback_t)   (ei_widget_t*        widget,
                                 struct ei_event_t*  event,
                                 void*               user_param);

void ei_button_configure        (ei_widget_t*        widget,
                                 ...
                                 ei_callback_t*      callback,
                                 void**              user_param);
```


Programme principal

Le programmeur d'application :

- initialise l'interface graphique (création des widgets initiaux),
- enregistre ses traitants,
- lance la ***boucle principale*** (`ei_app_run()`).

Boucle principale

Le programmeur de la bibliothèque

- se met en attente d'un événement système (`hw_event_wait_next(&event)`),
- identifie le widget concerné,
- appelle les traitants concernés,
- met à jour l'écran,
- répète jusqu'à ce que le programmeur d'application appelle `ei_app_quit_request()`.

Identification du widget concerné

Cas des événements clavier (`ei_ev_keydown`, `ei_ev_keyup`).

La bibliothèque doit gérer l'interacteur qui a le *focus clavier*.
Ce n'est pas demandé dans le projet, mais peut être réalisé en extension.

Cas des événement souris
(`ei_ev_mouse_buttondown`, `ei_ev_mouse_buttonup`, `ei_ev_mouse_move`)

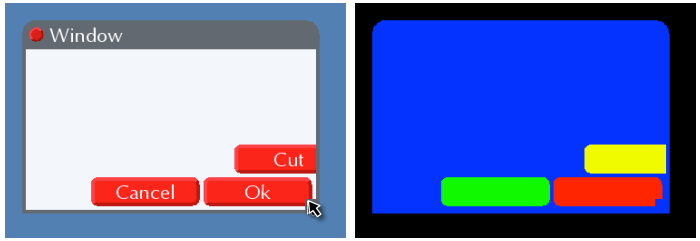
La bibliothèque doit pouvoir identifier l'interacteur *sous le pointeur* de la souris au moment de l'événement.
Ce service est appelé ***picking***.
Il y a différentes approches pour réaliser le picking.
Vous réaliserez un ***offscreen de picking***.

Réalisation d'un offscreen de picking

Offscreen : surface de dessin qui n'est pas affichée.

Principe

Pour toute mise à jour de l'écran, l'offscreen de picking est mis à jour à l'identique, si ce n'est que la "couleur" utilisée est l'identifiant de l'interacteur.



Le picking consiste simplement à lire l'identifiant dans l'offscreen de picking à la position du curseur.

Réalisation d'un offscreen de picking

Attention à l'encodage des couleur, en particulier à la transparence.

```
typedef struct {
    unsigned char              red;
    unsigned char              green;
    unsigned char              blue;
    unsigned char              alpha;
} ei_color_t;

typedef struct ei_widget_t {
    ...
    uint32_t     pick_id;
    ei_color_t*  pick_color;
    ...
}

uint32_t ei_map_rgba  (ei_surface_t surface, const ei_color_t* color);

void ei_draw_polygone (ei_surface_t             surface,
                       const ei_linked_point_t* first_point,
                       const ei_color_t         color,
                       const ei_rect_t*         clipper);
```


Principe

Les traitants ne font pas de mise à jour directement, ils *programment* la mise à jour.

```
void ei_app_invalidate_rect(ei_rect_t* rect);
```

La boucle principale, après avoir appelé les traitants, mets à jour l'écran sur tous les rectangles programmés.

Optimisation possible

- Pour ne pas dessiner deux fois les mêmes pixels,
- Pour minimiser le nombre de pixels à dessiner.

Mise à jour sur la carte graphique.

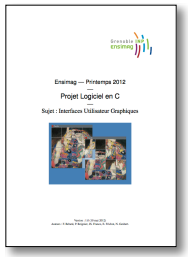
```
void hw_surface_update_rects(ei_surface_t surface,
                             const ei_linked_rect_t* rects);
```

Organisation du projet

Informations complémentaires

Documentation

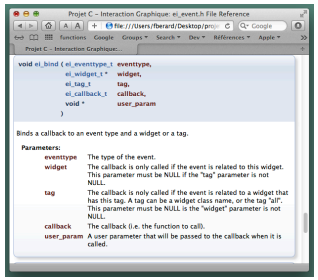
Décrit tout ce qui vient d'être présenté, et plus encore, dans le détail.



Commentaires du code

Utilisation de Doxygen : un système de génération de documentation à partir des commentaires.

```
make doc
open docs/html/index.html
```



Informations complémentaires

Les encadrants


Adrien Bullich (AB)


Duco van Amstel (DA)


Ignacio Merino (IM)


Mathias Bourgoin (MB)


Patrick Reignier (PR)


François Bérard (FB)

Les séances encadrées sont publiées sur ensiwiki.

Le site web du projet

Sur ensiwiki

http://ensiwiki.ensimag.fr/index.php/Nouvelles_du_projet_C_-_Interaction_Graphique

Informations complémentaires

Les créneaux encadrés

8h45 => 12h45

14h00 => 18h00

Salles ***E200*** & ***E201*** & ***E212***

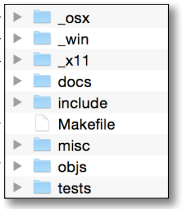
Ven 29	Lun 1	Mar 2	Mer 3	Jeu 4	Ven 5	Lun 8	Mar 9	Mer 10	Jeu 11	Ven 12
	AB DA PR	AB PR	FB IM	FB MB	MB DA	FB IM DA	FB AB	AB IM	Prep. Sout.	Sout.
FB DA MB	FB DA MB	IM MB	MB PR		AB DA	PR DA	IM PR		Sout.	

Fichiers fournis

L'archive des fichiers

Téléchargeable depuis le site web du projet.

- Code compilé fourni (libeibase)
- Documentation doxygen
- Fichiers .h (API)
- Modèle de Makefile
- Fichiers annexes (fonte, image)
- Stockage des objets de compilation partielle (.o)
- Exemples de code d'applications

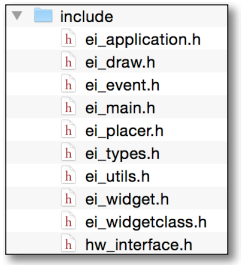


Fichiers fournis

L'archive des fichiers

Téléchargeable depuis le site web du projet.

Fichiers .h : interface de programmation de la bibliothèque



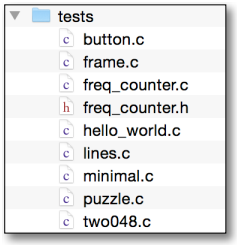
Interdiction absolue de modifier ces fichiers.
Placez vos déclarations dans d'autres fichiers.

Fichiers fournis

L'archive des fichiers

Téléchargeable depuis le site web du projet.

Exemples de code d'applications.



Travail sur les machines personnelles

Possible et encouragé (libeibase.a fournie pour Mac OS X, Linux, Windows), mais :

Les encadrants font du support uniquement pour les ***machines de l'Ensimag***.
L'évaluation se fera uniquement sur les ***machines de l'Ensimag***.

Si vous développez sur vos machines personnelles, testez ***très régulièrement*** que tout fonctionne à l'Ensimag.

Le projet nécessite la bibliothèque SDL et quelques dépendances.
http://ensiwiki.ensimag.fr/index.php/Projet_C_-_IG_-_Installation_de_SDL

Déroulement

Développement

Avant de vous lancer dans le code :

- lire la documentation,
- acquérir une compréhension globale du projet,
- la partager avec les membres du groupe,
- se répartir les tâches.

L'annexe A du document vous suggère les premières étapes de développement.

Déroulement

Extensions

Si vous avez complètement réalisé l'API spécifiée dans le répertoire "include", alors vous pouvez développer des extensions.

La section 4.2 du document propose un ensemble d'extensions (nouvelles classes d'interacteur, gestionnaire de géométrie en grille, gestion des tags).

Ce ne sont que des suggestions, vous pouvez proposer vos propres idées d'extensions : parlez-en aux encadrants.

Déroulement

Chronologie

j-2

vous rendez les fichiers de votre projet sur TEIDE

j-1

vous préparez votre soutenance

j

vous faites une soutenance devant un encadrant (1/2h, détail dans le document)

Évaluation

Critères d'évaluation

1. Exactitude : le projet fait ce qui est demandé.
2. Qualité de la structure de votre code (modules, fonctions).
3. Qualité de la forme du code (identificateurs, indentation, commentaires).
4. Extensions réalisées.