Conception d'Applications Interactives

développement d'IHM en python/TkInter

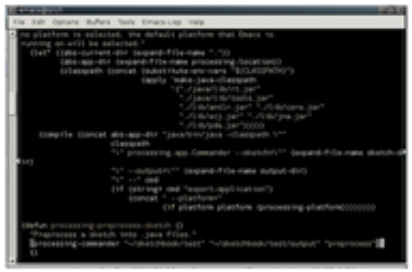
Alexis NEDELEC

Centre Européen de Réalité Virtuelle
Ecole Nationale d'Ingénieurs de Brest

Interfaces Homme-Machine

Interagir avec un ordinateur

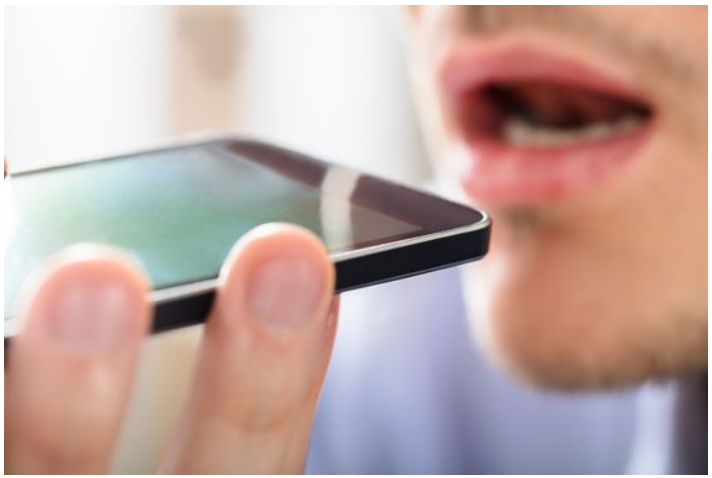
- CLI (Command Line Interface) : interaction clavier
- GUI (Graphical User Interface) : interaction souris-clavier
- NUI (Natural User Interface) : interaction tactile, capteurs

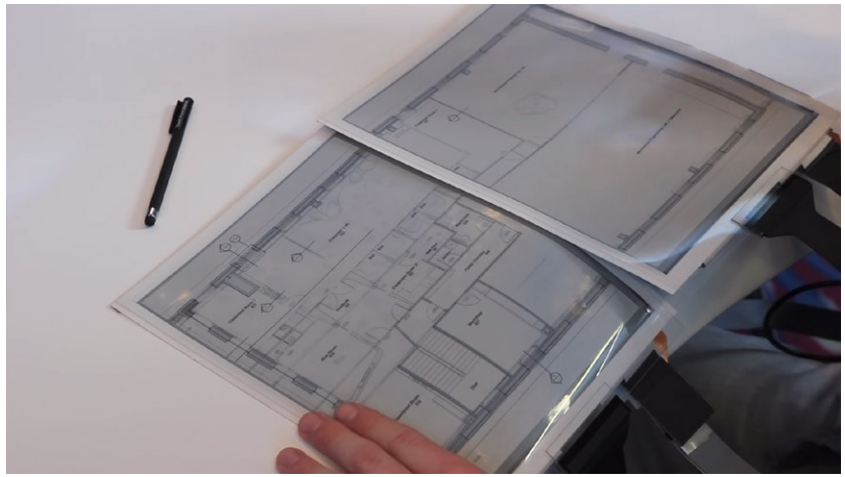


Interfaces Homme-Machine

Interagir avec un ordinateur

- VUI (Voice User Interface) : interaction vocale
- OUI (Organic User Interface) : interaction biométrique
- ...





Interfaces Homme-Machine

Objectifs du cours

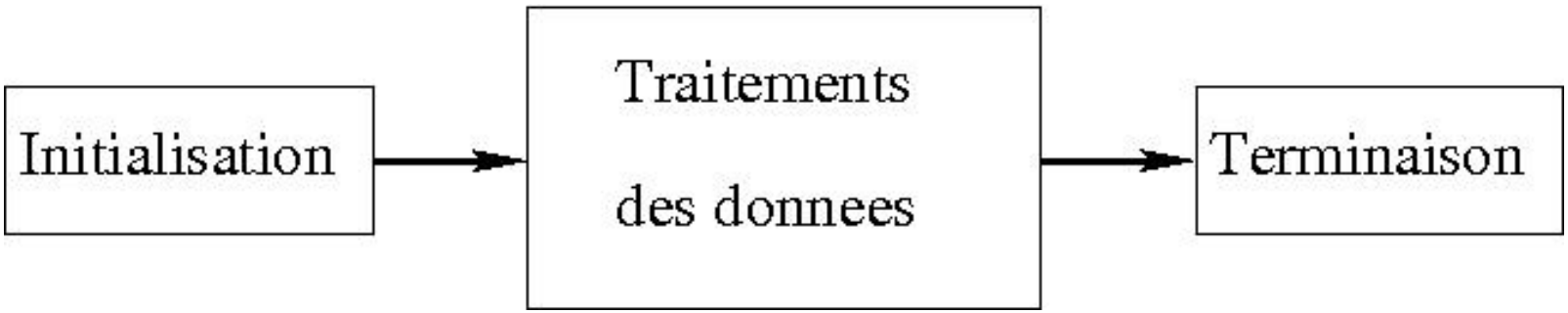
Savoir développer des IHM avec une bibliothèque de composants

1. paradigme de programmation événementielle (Event Driven)
2. interaction WIMP (Window Icon Menu Pointer)
3. bibliothèque de composants graphiques (Window Gadgets)
4. développement d'applications GUI (Graphical User Interface)
5. patrons de conception (Observer,MVC)

Programmation événementielle

Programmation classique : trois étapes séquentielles

1. initialisation
   - importer les modules externes
   - ouverture de fichiers
   - connexions serveurs SGBD, Internet ..
2. traitements
   - affichages, calculs, modifications des données
3. terminaison
   - sortir “proprement” de l’application



Programmation événementielle

Programmation d'IHM : l'humain dans la boucle ... d'événements

1. initialisation
   - modules externes, ouverture fichiers, connexion serveurs ...
   - création de composants graphiques
2. traitements
   - implémentation des fonctions correspondant aux actions
   - liaisons composant-événement-action
   - attente, dans une boucle, d'événement lié à l'interaction utilisateur-composant
   - éxécution des traitements liés à l'action de l'utilisateur
3. terminaison
   - sortir "proprement" de l'application

Programmation événementielle

CLI : Command Line Interface

- interaction faible (textuelle) avec l'utilisateur.
- l'application contrôle le déroulement du programme

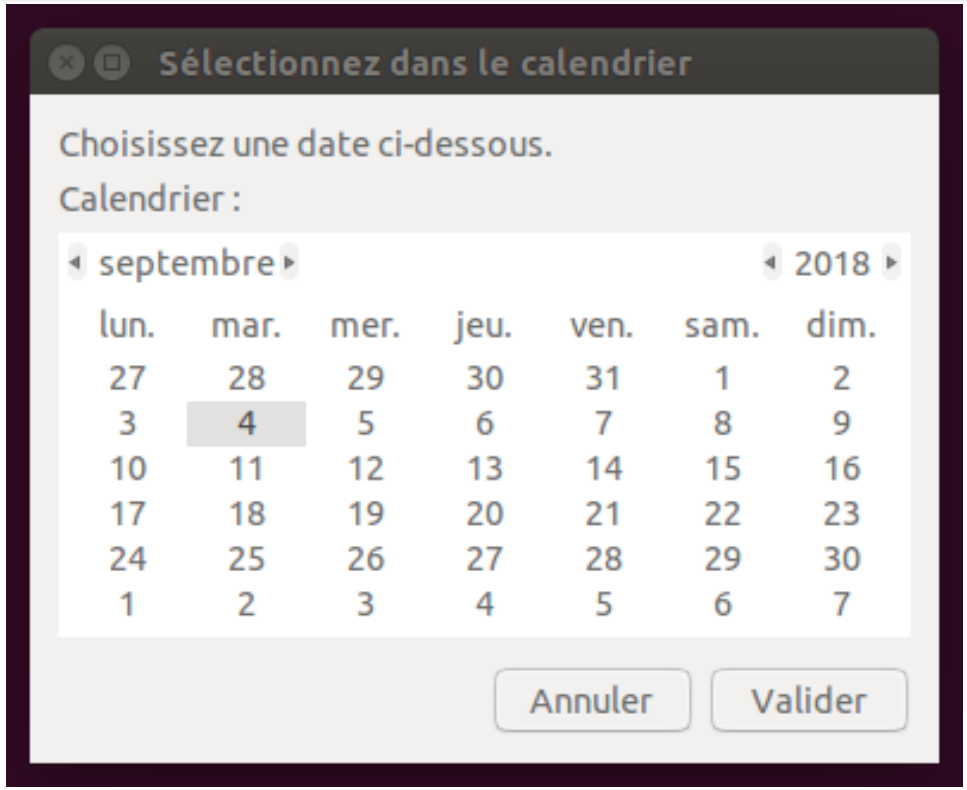
```
{logname@hostname} cal 09 2018
```

```
   Septembre 2018
di lu ma me je ve sa
                   1
 2  3  4  5  6  7  8
 9 10 11 12 13 14 15
16 17 18 19 20 21 22
23 24 25 26 27 28 29
30
```

Programmation événementielle

GUI : Graphical User Interface

- interaction forte avec l'utilisateur.
- l'application répond aux sollicitations de l'utilisateur




```
{logname@hostname} zenity -calendar
```

Programmation événementielle

A l'écoute de l'utilisateur

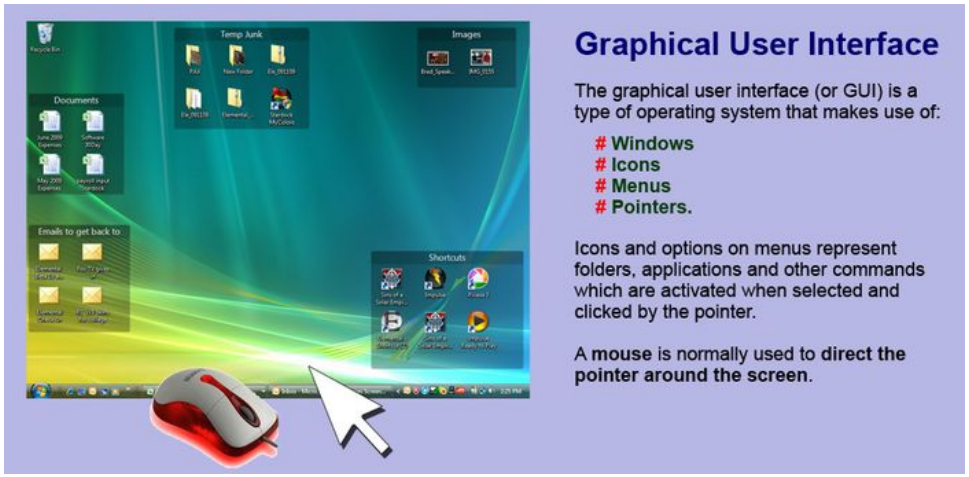
- l'utilisateur agit via un périphérique (clavier, souris ...)
- un événement est détecté suivant l'action d'un utilisateur
- l'événement est géré par l'application dans une file d'événements
- pour chaque événement un bloc de code (fonction) est éxécuté
- le programme reste à l'écoute des événements (boucle infinie)

```
// PROGRAMME
Main()
{
   ...
   while(true)  // tantque Mamie s'active
   {
      // récupérer son action (faire une maille ...)
      e = getNextEvent();
      // traiter son action (agrandir le tricot ...)
      processEvent();
   }
   ...
}
```

Programmation événementielle

API pour développer des IHM

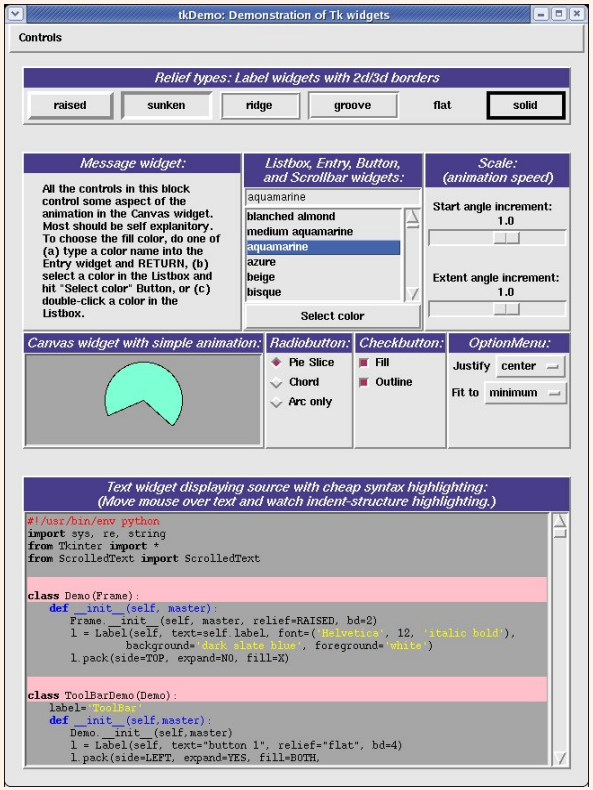
- Java : AWT,SWT,Swing,JavaFX,...,JGoodies, QtJambi ...
- C,C++ : Xlib, GTk, Qt, MFC, ...
- Python : TkInter, wxWidgets, PyQt, Pyside, Kivy,libavg...
- JavaScript : Angular, React, Vue.js, JQWidgets ...
- ...



https://www.ictlounge.com/html/operating_systems.htm

Python/TkInter

TkInter : Tk (de Tcl/Tk) pour python



Documentation python :

`https://docs.python.org/fr/3/library/tk.html`

Hello World

Première IHM (hello.py)

```
import sys
major=sys.version_info.major
minor=sys.version_info.minor
if major==2 and minor==7 :
    import Tkinter as tk
    import tkFileDialog as filedialog
elif major==3 and minor==6 :
    import tkinter as tk
    from tkinter import filedialog
else :
    print("Your python version is : ",major,minor)
    print("... I guess it will work !")
    import tkinter as tk
    from tkinter import filedialog
```

Hello World

Première IHM (hello.py)

```
from Tkinter import Tk,Label,Button
mw=Tk()
label_hello=Label(mw,
                  text="Hello World !",fg="blue")
button_quit=Button(mw,
                   text="Goodbye World", fg="red",
                   command=mw.destroy)
label_hello.pack()
button_quit.pack()
mw.mainloop()
```

Hello World

Création de fenêtre principale et de composants

- `mw=Tk()`
- `label_hello=Label(mw, ...)`
- `button_quit=Button(mw, ...)`

Interaction sur un composant

- `button_quit=Button( ..., command=mw.destroy)`

Positionnement des composants

- `label_hello.pack(), button_quit.pack()`

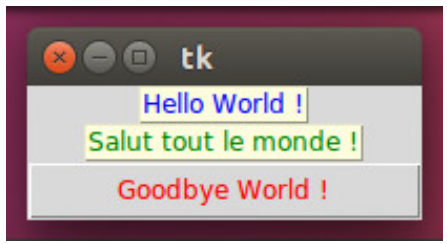
Entrée dans la boucle d'événements

- `mw.mainloop()`

Personnalisation d'IHM

Chargement d'un fichier de configuration d'options

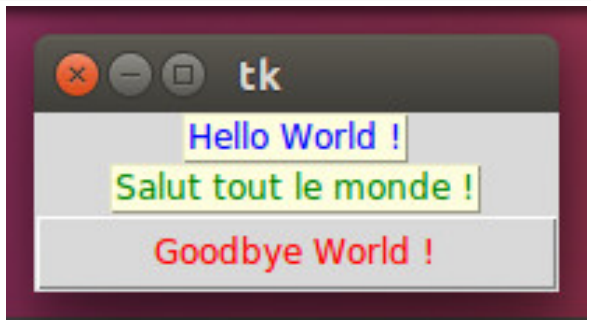
```
from Tkinter import Tk,Label,Button
mw=Tk()
mw.option_readfile("hello.opt")
label_hello=Label(root,text="Hello World !")
label_bonjour=Label(root,name="labelBonjour")
button_quit=Button(root,text="Goodbye World !")
label_hello.pack()
label_bonjour.pack()
button_quit.pack()
mw.mainloop()
```



Personnalisation d'IHM

Contenu d'un fichier d'options (`hello.opt`)

```
*Button.foreground: red
*Button.width:20
*Label.foreground: blue
*labelBonjour.text: Salut tout le monde !
*labelBonjour.foreground: green
*Label.background: light yellow
*Label.relief: raised
```



Composants graphiques

Widgets : **W**indow ga**dgets**

Fonctionnalités des widgets, composants d'IHM

- affichage d'informations (label, message...)
- composants d'interaction (button, scale ...)
- zone d'affichage, saisie de dessin, texte (canvas, entry ...)
- conteneur de composants (frame)
- fenêtres secondaires de l'application (toplevel)

Composants graphiques

TkInter : fenêtres, conteneurs

- `Toplevel` : fenêtre secondaire de l'application
- `Canvas` : afficher, placer des "éléments" graphiques
- `Frame` : surface rectangulaire pour contenir des widgets
- `Scrollbar` : barre de défilement à associer à un widget

TkInter : gestion de textes

- `Label` : afficher un texte, une image
- `Message` : variante de label pour des textes plus importants
- `Text` : afficher du texte, des images
- `Entry` : champ de saisie de texte

Composants graphiques

Tkinter : gestion de listes

- `Listbox` : liste d'items sélectionnables
- `Menu` : barres de menus, menus déroulants, surgissants

Tkinter : composants d'interactions

- `Menubutton` : item de sélection d'action dans un menu
- `Button` : associer une interaction utilisateur
- `Checkbutton` : visualiser l'état de sélection
- `Radiobutton` : visualiser une sélection exclusive
- `Scale` : visualiser les valeurs de variables

Fabrice Sincère, cours sur python, notamment TkInter

Gestion d'événements

Structuration d'un programme

```
# Actions : definition des comportements
if __name__ =="__main__" :
# IHM : creation des composants
  mw=tk.Tk()
  hello=tk.Label(mw,text="Hello World !",fg="blue")
  quit=tk.Button(mw,text="Goodbye World",\
                 fg="red",command=mw.destroy)
# IHM : Gestionnaires de positionnement (layout manager)
  hello.pack()
  quit.pack()
# Interaction : liaison Composant-Evenement-Action
  mw.mainloop()
  exit(0)
```

Gestion d'événements

Interaction par défaut : composant-<Button-1>-action

- option `command` : "click gauche", exécute la fonction associée

```
quit=Button(mw,...,command=mw.destroy)
```

Paramétrer l'interaction : composant-événement-action

- implémenter une `fonction "réflexe"` (action)

```
def callback(event) :
    mw.destroy()
```

- lier (bind) un événement au composant pour déclencher la fonction réflexe associée

```
quit.bind("<Button-1>",callback)
```

Gestion d'événements

Types d'événements

représentation générale d'un événement :

- `<Modifier-EventType-ButtonNumberOrKeyName>`

Exemples

- `<Control-KeyPress-A>` (`<Control-Shift-KeyPress-a>`)
- `<KeyPress>`, `<KeyRelease>`
- `<Button-1>`, `<Motion>`, `<ButtonRelease>`

Principaux types

- `Expose` : exposition de fenêtre, composants
- `Enter`, `Leave` : pointeur de souris entre, sort du composant
- `Configure` : l'utilisateur modifie la fenêtre
- ...

Gestion d'événements

Fonctions réflexes

```
def callback(event) :
    # action to do need information from :
    #  - user: get data from pointer, keyboard...
    #  - widget: get or set widget data
    #  - application: manage data application
```

Récupération d'informations

- liées à l'utilisateur (argument `event`)
- liées au composant graphique :
  - `configure()` : fixer des valeurs aux options de widget
  - `cget()` : récupérer une valeur d'option
- liées à l'application (arguments supplémentaires)

Gestion d'événements

Informations liées à l'utilisateur

```
def callback(event) :
    print(dir(event))
    print("pointer coordinates  on screen ",
          event.x_root,event.y_root)
```

Informations liées au composant graphique

```
def callback_info(event) :
    # display pointer coordinates in the widget
    event.widget.configure(text="x="+str(event.x)\
                                  +"y="+str(event.y))
```

Gestion d'événements

Informations liées à l'application : passage d'arguments

```
def mouse_location(event,label):
    label.configure(text= "Position X =" \
                                    + str(event.x) \
                                    + ", Y =" \
                                    + str(event.y))
```

Transmission des données (data) : fonction anonyme (lambda)

```
canvas=tk.Canvas(mw, ... )
data=tk.Label(mw,text="Mouse Location")
canvas.bind("<Motion>",
            lambda event,label=data : \
              mouse_location(event,label))
```

Gestion d'événements

Transmission des données : fonction anonyme (lambda)

```
canvas=tk.Canvas(mw,\
                 width=200,height=150,bg="light yellow")
data=tk.Label(mw,text="Mouse Location")
canvas.bind("<Motion>",
            lambda event,label=data : \
                 mouse_location(event,label))
```

Gestion d'événements

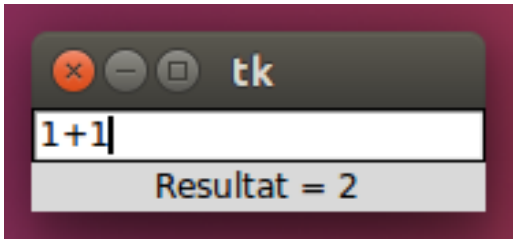
Traitement des données : eval()

```
# ------- Initialisation --------------------------
# importation du module TkInter (version 2 et 3)
from math import *
# Actions : definition des comportements
def evaluer(event):
    label.configure(text="Resultat = " \
                        + str(eval(entry.get())))
if __name__ == "__main__" :
# IHM : creation des composants
    mw=tk.Tk()
    entry=tk.Entry(mw)
    label=tk.Label(mw)
```

Gestion d'événements

Traitement des données : eval()

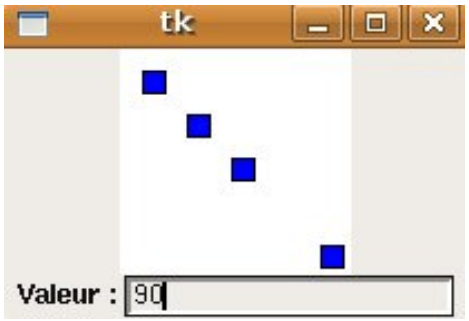
```
# IHM : Gestionnaires de positionnement (layout manager)
    entry.pack()
    label.pack()
# Interaction : liaison Composant-Evenement-Action
    entry.bind("<Return>",evaluer)
    mw.mainloop()
    exit(0)
```



Gestion d'événements

Communication entre composants : event_generate()

```
# Actions : definition des comportements
def display(event):
    print("display()")
    x=int(entry.get())
    canvas.create_rectangle(x,x,x+10,x+10,fill="blue")
def set_value(event):
    print("set_value()")
    canvas.event_generate('<Control-Z>')
```



Gestion d'événements

Communication entre composants

```
if __name__ =="__main__" :
# IHM : creation des composants
    mw=tk.Tk()
    canvas=tk.Canvas(mw,...)
    label=tk.Label(mw,text="Valeur :")
    entry=tk.Entry(mw)
# IHM : Gestionnaires de positionnement (layout manager)
    canvas.pack()
    label.pack(side="left")
    entry.pack(side="left")
# Interaction : liaison Composant-Evenement-Action
    mw.bind("<Control-Z>",display)
    entry.bind("<Return>",set_value)
    mw.mainloop()
```

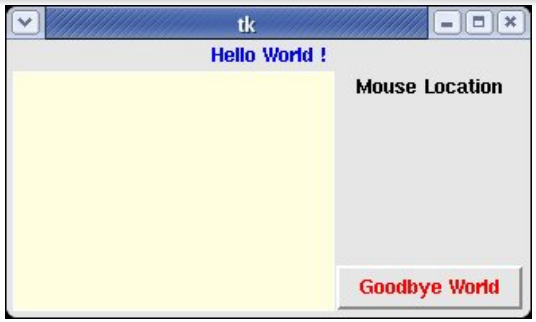
Positionnement de composants

TkInter : Layout manager

- `pack()` : agencer les widgets les uns par rapport aux autres
- `grid()` : agencer sous forme de frille (ligne/colonne)
- `place()` : positionner les composants géométriquement

`pack()` : "coller" les widgets par leur côté

```
labelHello.pack()
canvas.pack(side="left")
labelPosition.pack(side="top")
buttonQuit.pack(side="bottom")
```



Positionnement de composants

Regroupement de composants : Frame

```
if __name__ =="__main__" :
# IHM : creation des composants
    mw=tk.Tk()
    frame=tk.Frame(mw,bg="yellow")
    canvas=tk.Canvas(frame,...,bg="light yellow")
    data=tk.Label(frame,text="Mouse Location")
    hello=tk.Label(frame,text="Hello World !",fg="blue")
    quit=tk.Button(frame,text="Goodbye World",fg="red",..
```

Positionnement de composants

Regroupement de composants : Frame

```
# IHM : Gestionnaires de positionnement (layout manager)
    frame.pack(fill="both",expand=1)
    hello.pack()
    canvas.pack(fill="both",expand=1)
    data.pack()
    quit.pack()
```

Positionnement de composants

grid() :agencement ligne/colonne

```
# IHM : creation des composants
labelNom=tk.Label(mw,text="Nom :")
labelPrenom=tk.Label(mw,text="Prenom :")
entryNom=tk.Entry(mw)
entryPrenom=tk.Entry(mw)
# IHM : Gestionnaires de positionnement (layout manager)
labelNom.grid(row=0)
labelPrenom.grid(row=1)
entryNom.grid(row=0,column=1)
entryPrenom.grid(row=1,column=1)
```

Positionnement de composants

place() : positionnement géométrique

```
# IHM : creation des composants
msg=tk.Message(mw,text="Place : \n \
          options de positionnement de widgets",
          justify="center",bg="yellow",relief="ridge")
okButton=tk.Button(mw,text="OK")
# IHM : Gestionnaires de positionnement (layout manager)
msg.place(relx=0.5,rely=0.5,
          relwidth=0.75,relheight=0.50,anchor="center")
okButton.place(relx=0.5,rely=1.05,in_=msg,anchor="n")
```

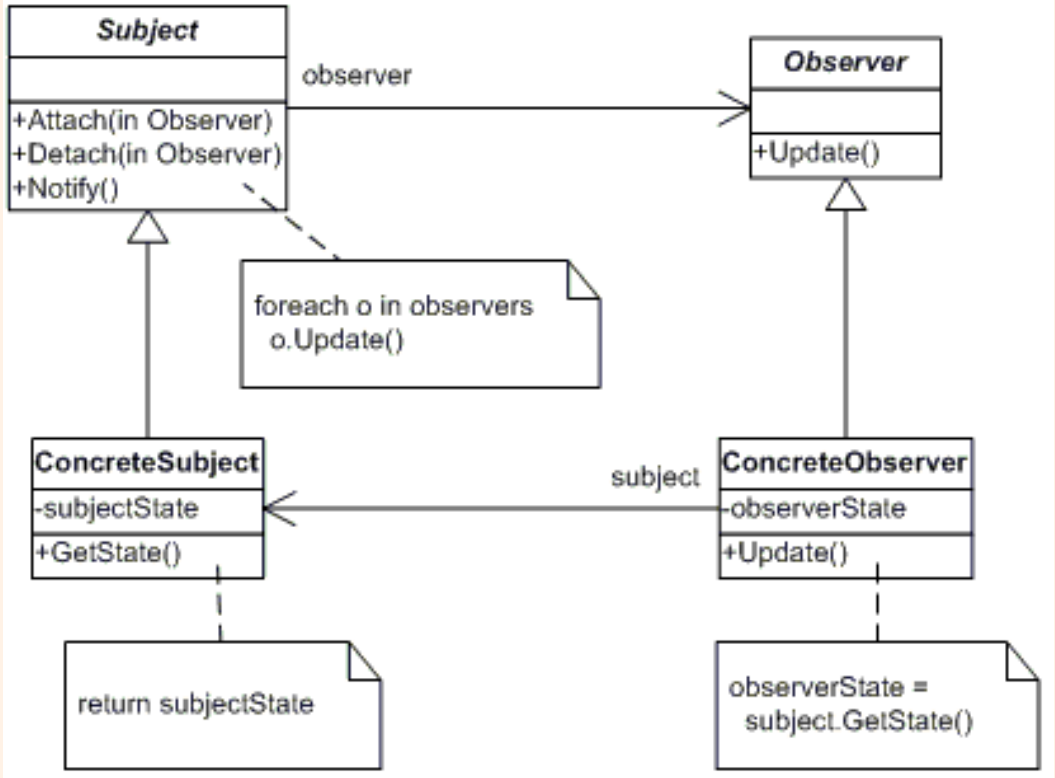
Patrons de conception

Programmer des IHM "proprement"

- Patrons de conception (Design Pattern)
- Modèle `Observer`
  - observateurs (`Observer`)
  - d'observable (`Subject`)
- Modèle `Observer` avec IHM
- Modèle MVC pour IHM
  - M : le modèle (les données)
  - V : l'observation du modèle
  - C : la modification du modèle

Modèle Observer

Observateur-Sujet observé



Modèle Observer

Subject : informer les Observer

```
class Subject(object):
    def __init__(self):
        self.observers=[]
    def notify(self):
        for obs in self.observers:
            obs.update(self)
```

En cas de modification des données du modèle :

- `notify()` : demander aux observateurs de se mettre à jour

Modèle Observer

Subject : ajouter/supprimer des Observer

```
    def attach(self, obs):
        if not hasattr(obs,"update"):
            raise ValueError("Observer must have \
                              an update() method")
        self.observers.append(obs)
    def detach(self, obs):
        if obs in self.observers :
            self.observers.remove(obs)
```

Modèle Observer

Observer : mise à jour

```
class Observer:
    def update(self, subject):
        raise NotImplementedError
```

Lorsque l'observable (Subject) est modifié :

- update() : on se met à jour

Modèle Observer

Exemple : Distributeur de billets

```
class ATM(Subject):
    def __init__(self,amount):
        Subject.__init__(self)
        self.amount=amount
    def fill(self,amount):
        self.amount=self.amount+amount
        self.notify()                    # obs.update(self)
    def distribute(self,amount):
        self.amount=self.amount-amount
        self.notify()                    # obs.update(self)
```

Modèle Observer

Exemple : Distributeur de billets

```
class Amount(Observer):
    def __init__(self,name):
        self.name=name
    def update(self,subject):
        print(self.name,subject.amount)
```

Modèle Observer

Exemple : Distributeur de billets

```
if __name__ == "__main__" :
    amount=100
    dab = ATM(amount)
    obs=Amount("Observer 1")
    dab.attach(obs)
    obs=Amount("Observer 2")
    dab.attach(obs)
    for i in range(1,amount/20) :
        dab.distribute(i*10)
    dab.detach(obs)
    dab.fill(amount)
```

MVC

Trygve Reenskaug

"MVC was conceived as a general solution to the problem of users controlling a large and complex data set. The hardest part was to hit upon good names for the different architectural components. Model-View-Editor was the first set. After long discussions, particularly with Adele Goldberg, we ended with the terms Model-View-Controller."

Smalltalk

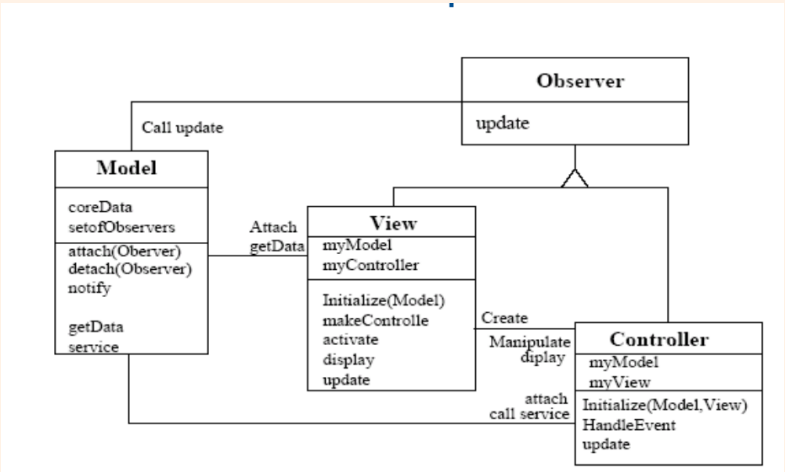
"MVC consists of three kinds of objects. The Model is the application object, the View is its screen presentation, and the Controller defines the way the user interface reacts to user input. Before MVC, user interface designs tended to lump these objects together. MVC decouples them to increase flexibility and reuse."

MVC

Modèle-Vue-Contrôleur

- Modèle : données de l'application (logique métier)
- Vue : présentation des données du modèle
- Contrôleur : modification (actions utilisateur) des données

MVC : diagramme de classes UML

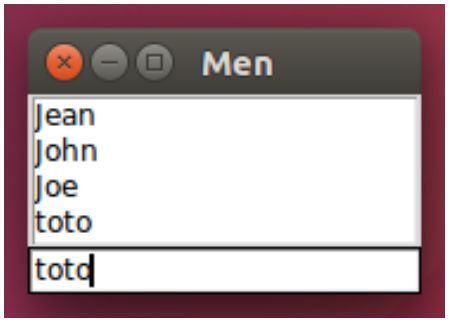


O. Boissier, G. Picard (SMA/G2I/ENS Mines Saint-Etienne)

MVC

Exemple : gestion d'une liste de noms

```
if __name__ == "__main__":
    mw=tk.Tk()
    mw.title("Men")
    names=["Jean", "John", "Joe"]
    model = Model(names)
    view = View(mw)
    view.update(model)
    model.attach(view)
    ctrl = Controller(model,view)
```



Modèle

Insertion, suppression de noms

```
class Model(Subject):
    def __init__(self, names=[]):
        Subject.__init__(self)
        self.__data = names
    def get_data(self):
        return self.__data
    def insert(self,name):
        self.__data.append(name)
        self.notify()                # obs.update(self)
    def delete(self, index):
        del self.__data[index]
        self.notify()                # obs.update(self)
```

Vue : l'Observer du modèle

Visualisation du modèle : update()

```
class View(Observer):
    def __init__(self,parent):
        self.parent=parent
        self.list=tk.Listbox(parent)
        self.list.configure(height=4)
        self.list.pack()
        self.entry=tk.Entry(parent)
        self.entry.pack()
    def update(self,model):
        self.list.delete(0, "end")
        for data in model.get_data():
            self.list.insert("end", data)
```

Contrôleur : du Subject à l'Observer

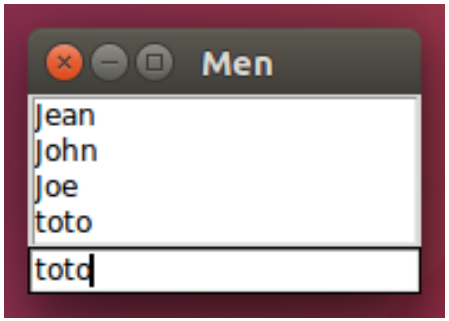
Contrôle du modèle : action utilisateur

```
class Controller(object):
     def __init__(self,model,view):
          self.model,self.view = model,view
          self.view.entry.bind("<Return>",
                                self.enter_action)
          self.view.list.bind("<Delete>",
                               self.delete_action)
     def enter_action(self, event):
          data = self.view.entry.get()
          self.model.insert(data)
     def delete_action(self, event):
          for index in self.view.list.curselection():
             self.model.delete(int(index))
```

Test IHM

Un modèle, une vue, un contrôleur

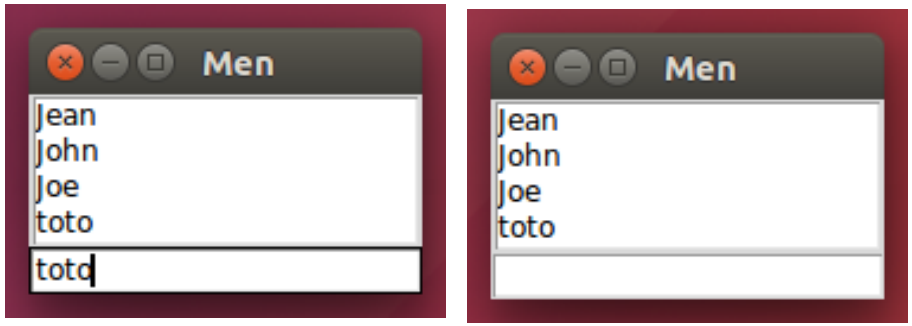
```
if __name__ == "__main__":
    mw=tk.Tk()
    mw.title("Men")
    names=["Jean", "John", "Joe"]
    model = Model(names)
    view = View(mw)
    view.update(model)
    model.attach(view)
    ctrl = Controller(model,view)
```



Test IHM

Un modèle, des vues, des contrôleurs

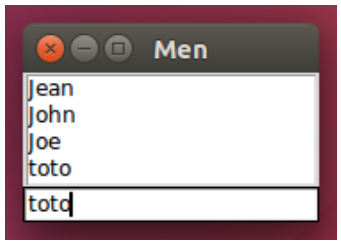
```
...
top = tk.Toplevel()
top.title("Men")
view = View(top)
view.update(model)
model.attach(view)
ctrl = Controller(model,view)
```

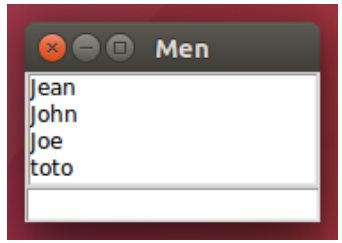


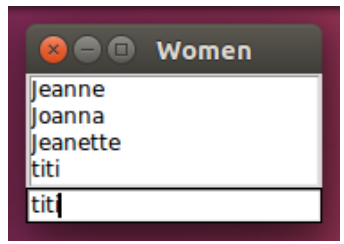
Test IHM

Des modèles, des vues, des contrôleurs

```
top = tk.Toplevel()
top.title("Women")
names=["Jeanne", "Joanna", "Jeanette"]
model = Model(names)
view = View(top)
view.update(model)
model.attach(view)
ctrl = Controller(model,view)
```



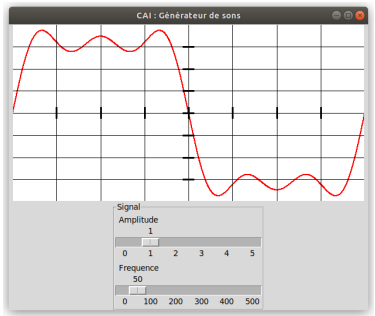




Générateur de signal

Objectifs : visualiser, contrôler des signaux

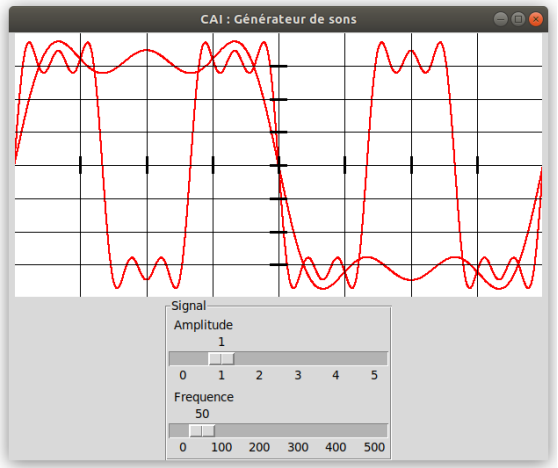
```
model=Generator()
view=Screen(mw)
view.grid(8)          # creation de la grille
model.attach(view)
model.generate_signal()
ctrl=Controller(root,model,view)
view.packing()        # redimensionnement (layout)
ctrl.packing()        # redimensionnement (layout)
```

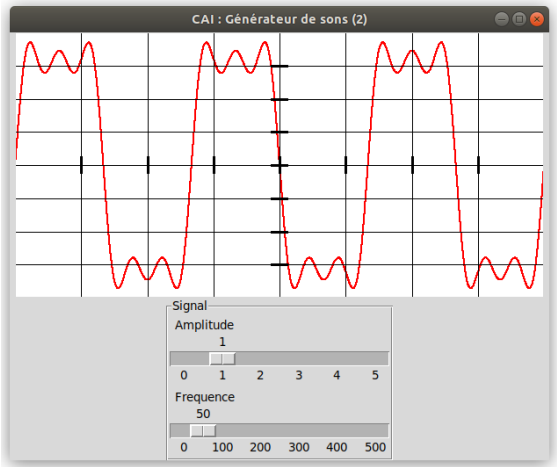


Générateur de signal

Objectifs : visualiser, contrôler un/des signaux

```
top = tk.Toplevel()
model=Generator()
view=Screen(top)
model.attach(view)
model.generate_signal()
ctrl=Controller(top,model,view)
...
```

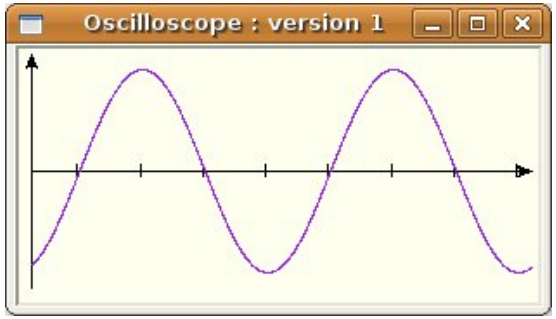




Création de signal

Son pur : mouvement vibratoire sinusoïdal

$$e = a\ sin(2\ \pi\ f\ t + \phi)$$



- e, t : élongation , temps
- a, f, ϕ : amplitude,fréquence,phase

Son complexe :mouvement vibratoire avec harmoniques

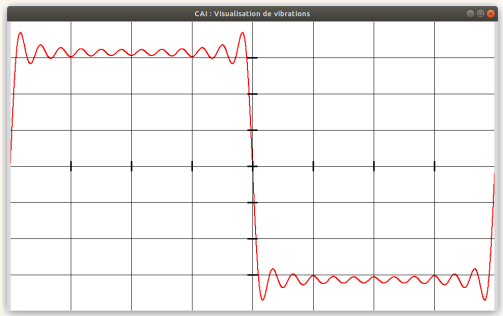
$$e = \sum_{h=1}^{n} (a/h)\ sin(2\ \pi\ (f * h)\ t + \phi)$$

Visualisation de signal

Application "Tout en Un" (Screen)

```
if  __name__ == "__main__" :
  mw=Tk()
  view=Screen(mw)
  view.grid(8)
  view.packing()
  view.update()
  root.mainloop()
```

Visualisation du son avec harmoniques



Le Modèle et la Vue

Modèle (`Subject`) et Vue (`Observer`)

- `Subject` : `Generator.notify()`
- `Observer` : `Screen.update()`

`Subject` : le modèle à observer

```
class Generator(Subject) :
  def __init__(self,name="signal"):
    Subject.__init__(self)
    self.name=name
    self.signal=[]
    self.a,self.f,self.p=1.0,1.0,0.0
```

Le Modèle et la Vue

Subject : calcul d'élongation

```
def vibration(self,t,harmoniques=1):
    a,f,p=self.a,self.f,self.p
    somme=0
    for h in range(1,harmoniques+1) :
        somme=somme + (a/h)*sin(2*pi*(f*h)*t-p)
    return somme
```

Le Modèle et la Vue

Subject : générer le signal

```
def generate_signal(self,period=1,samples=1000):
  del self.signal[0:]
  duration=range(samples)
  Te = period/samples
  for t in duration :
    self.signal.append([t*Te,self.vibration(t*Te)])
  self.notify()
  return self.signal
```

Le Modèle et la Vue

Observer : observation du modèle

```
class Screen(Observer):
  def __init__(self,parent,\
               bg="white",width=600,height=300):
    Observer.__init__(self)
    self.canvas=Canvas(parent,\
                       bg=bg,width=width,height=height)
    self.signals={}
    self.width,self.height=width,height
    self.canvas.bind("<Configure>",self.resize)
```

Le Modèle et la Vue

Observer : notification du modèle

```
def update(self,subject=None):
  if subject.get_name() not in self.signals.keys() :
    self.signals[subject.get_name()]=\
                                    subject.get_signal()
  else :
    self.canvas.delete(subject.get_name())
  self.plot_signal(subject.get_signal(),\
                   subject.get_name())
```

Le Modèle et la Vue

Observer : visualisation du modèle

```
def plot_signal(self,signal,name,color="red"):
  w,h=self.width,self.height
  if signal and len(signal) > 1:
    plot = [(x*w,h/2.0*(1-y)) for (x, y) in signal]
    self.signal_id = self.canvas.create_line(plot,\
                                             fill=color,\
                                             smooth=1,\
                                             width=2,\
                                             tags=name)
  return self.signal_id
```

Le Modèle et la Vue

Observer : grille de visualisation

```
def grid(self,tiles=8):
  tile_x=self.width/tiles
  for t in range(1,tiles+1):
    x =t*tile_x
    self.canvas.create_line(x,0,\
                            x,self.height,\
                            tags="grid")
    self.canvas.create_line(x,self.height/2-10,\
                            x,self.height/2+10,\
                            width=3,\
                            tags="grid")
```

Le Modèle et la Vue

Observer : grille de visualisation

```
tile_y=self.height/tiles
for t in range(1,tiles+1):
  y =t*tile_y
  self.canvas.create_line(0,y,\
                          self.width,y,\
                          tags="grid")
  self.canvas.create_line(self.width/2-10,y,\
                          self.width/2+10,y,\
                          width=3,\
                          tags="grid")
```

Le Modèle et la Vue

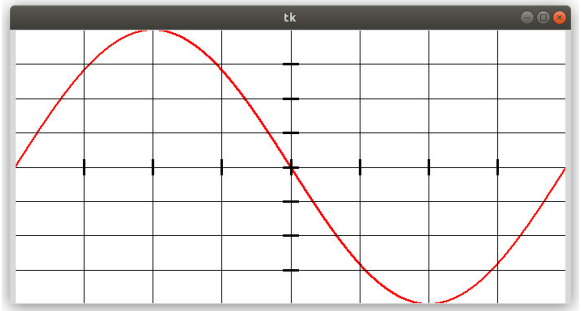
Observer : redimensionnement de la vue

```
def resize(self,event):
  if event:
    self.width,self.height=event.width,event.height
    self.canvas.delete("grid")
    for name in self.signals.keys():
      self.canvas.delete(name)
      self.plot_signal(self.signals[name],name)
    self.grid()
def packing(self) :
  self.canvas.pack(expand=1,fill="both",padx=6)
```

Le Modèle et la Vue

Application : création et visualisation de signal

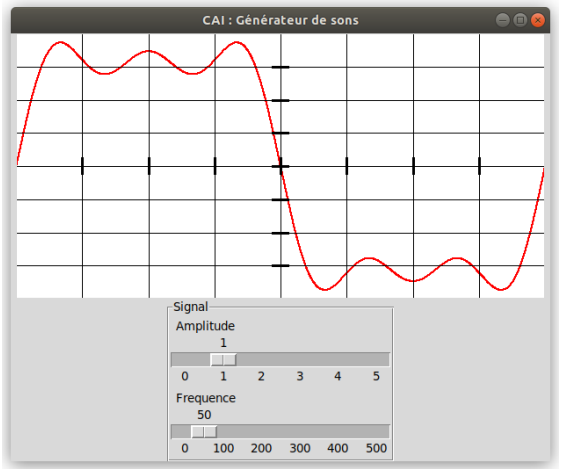
```
if __name__ == "__main__" :
    mw=tk.Tk()
    model=Generator()
    view=Screen(mw)
    view.grid(8)
    view.packing()
    model.attach(view)
    model.generate_signal()
    mw.mainloop()
```



Le Modèle, la Vue et le contrôleur

Contrôle et visualisation du Modèle

```
class Controller :
  def __init__(self,parent,model,view):
    self.model=model
    self.view=view
    self.create_controls(parent)
```



Le Contrôleur a accès au Modèle et à la Vue

Le Modèle, la Vue et le contrôleur

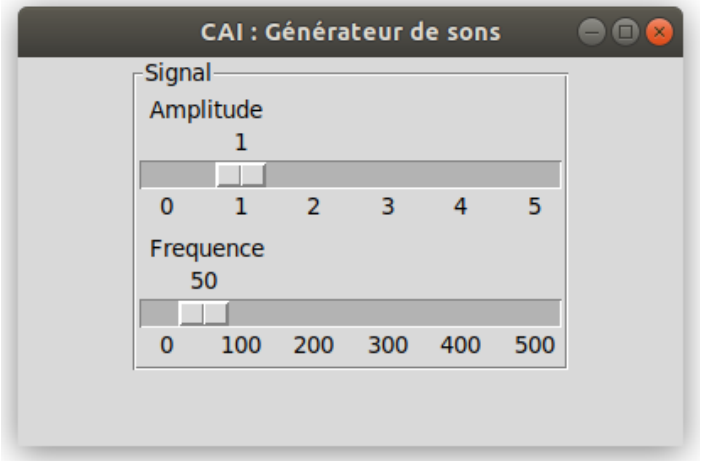
Contrôle et visualisation du Modèle

```
def create_controls(self,parent):
  self.frame=LabelFrame(parent,text='Signal')
  self.amp=IntVar()
  self.amp.set(1)
  self.scaleA=Scale(self.frame,variable=self.amp,
                    label="Amplitude",
                    orient="horizontal",length=250,
                    from_=0,to=5,tickinterval=1)
  self.scaleA.bind("<Button-1>",self.update_magnitude)
  ...
```

Le Modèle, la Vue et le contrôleur

Contrôle et visualisation du Modèle

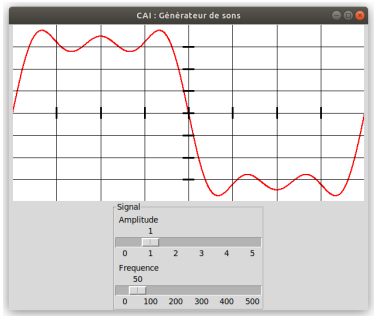
```
def update_magnitude(self,event):
    self.model.set_magnitude(self.amp.get())
    self.model.generate_signal()
    ...
def packing(self) :
    self.frame.pack()
    ...
```



Le Modèle, la Vue et le contrôleur

Un Modèle, une Vue et un Contrôleur

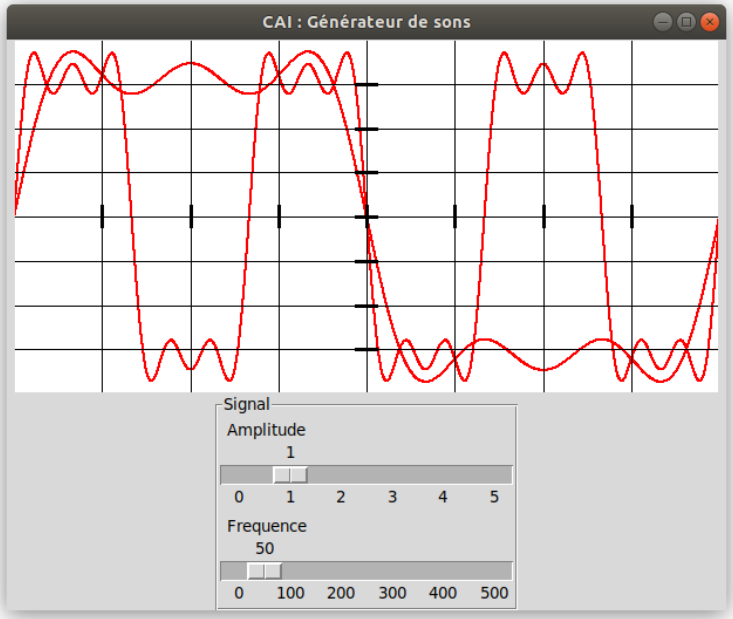
```
model=Generator()
view=Screen(root)
view.grid(8)
model.attach(view)
model.generate_signal()
ctrl=Controller(root,model,view)
view.packing()
ctrl.packing()
```



Le Modèle, la Vue et le contrôleur

Des Modèles, Une Vue et un Contrôleur

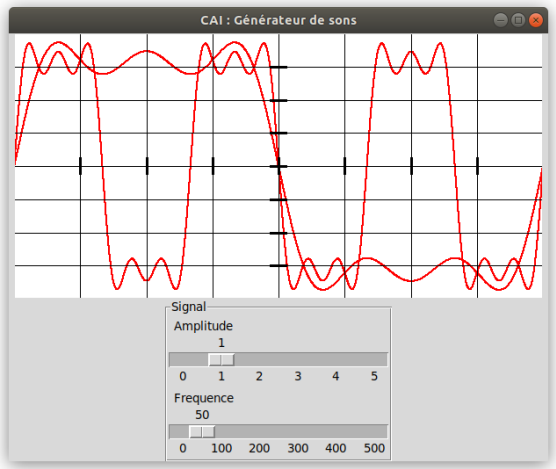
```
...
model=Generator("another signal")
model.attach(view)
model.set_frequency(3)
ctrl=Controller(root,model,view)
ctrl.packing()
```

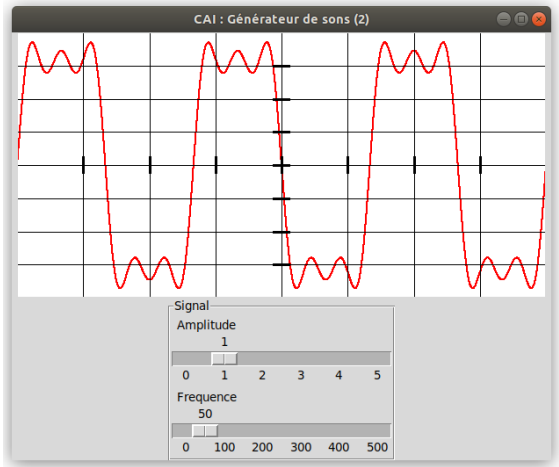


Le Modèle, la Vue et le contrôleur

Des Modèles, des Vues et des Contrôleurs

```
top=Toplevel()
view=Screen(top)
view.grid(10)
model.attach(view)
view.update(model)
ctrl=Controller(top,model,view)
```

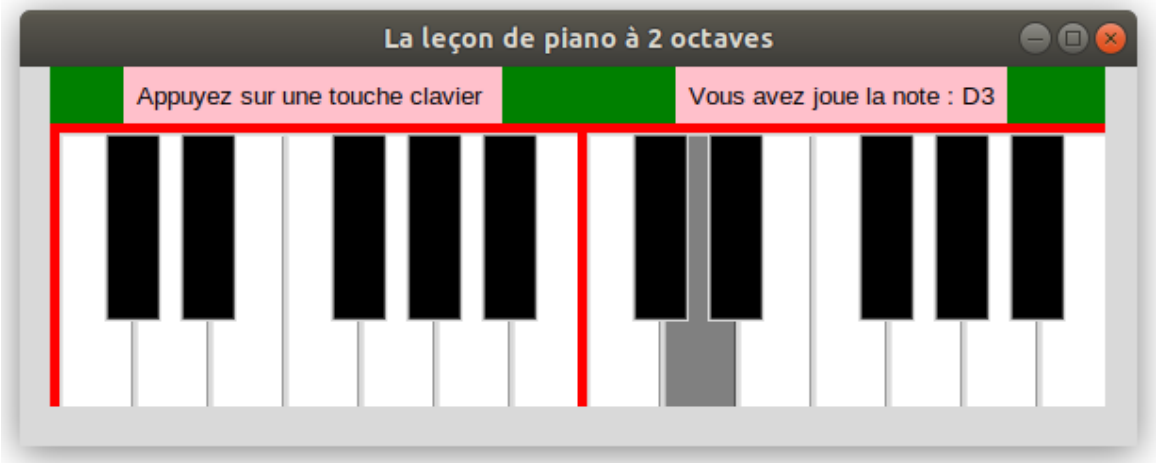




La leçon de Piano

Classes pour un piano MVC

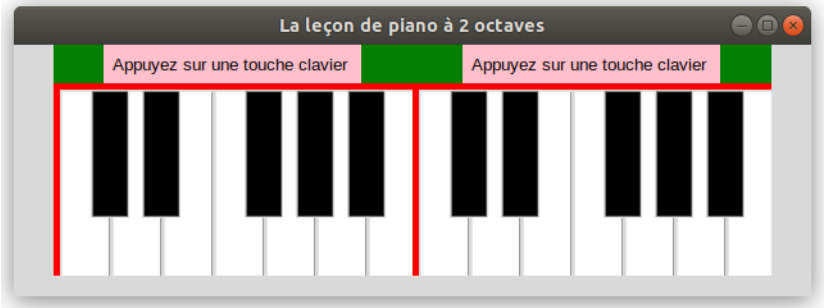
- `Piano` : nombre d'octaves
- `Octave` : le modèle à contrôler
- `Keyboard` : le clavier contrôlant le modèle
- `Screen` : pour jouer et visualiser la note jouée sur le clavier



La leçon de Piano

L'application

```
if  __name__ == "__main__" :
  mw = tk.Tk()
  mw.geometry("360x300")
  mw.title("La leçon de piano")
  octaves=2
  mw.title("La leçon de piano à " \
           + str(octaves) + " octaves")
  piano=Piano(mw,octaves)
  mw.mainloop()
```



Classe Piano

Nombre d'octaves

```
class Piano :
  def __init__(self,parent,octaves) :
    self.parent=parent
    self.octaves=[]
    frame=tk.Frame(self.parent,bg="yellow")
    for octave in range(octaves) :
      self.create_octave(self.frame,octave+2)
    frame.pack(fill="x")
```

Chaque `Octave` correspondra à un **modèle** auquel sera associé :

- un clavier (`Keyboard`) pour **contrôler** le modèle
- un écran (`Screen`) pour **visualiser** et jouer la note contrôlée

Classe Piano

Modèle-Vue-Contrôleur

```
def create_octave(self,parent,degree=3) :
  model=Octave(degree)
  control=Keyboard(parent,model)
  view=Screen(parent)
  model.attach(view)
  control.get_keyboard().grid(column=degree,row=0)
  view.get_screen().grid(column=degree,row=1)
  self.octaves.append(model)
```

Classe Octave

Le Modèle

```
class Octave(Subject) :
  def __init__(self,degree=3) :
    Subject.__init__(self)
    self.degree=degree
    self.set_sounds_to_gamme(degree)
   def get_gamme(self) :
    return self.gamme
  def get_degree(self) :
    return self.degree
  def notify(self,key) :
    for obs in self.observers:
      obs.update(self,key)
```

Classe Octave

Le Modèle

```
def set_sounds_to_gamme(self,degree=3) :
  self.degree=degree
  folder="Sounds"
  notes=["C","D","E","F","G","A","B",\
         "C#","D#","F#","G#","A#"]
  self.gamme=collections.OrderedDict()
  for key in notes :
    self.gamme[key]="Sounds/"+key+str(degree)+".wav"
  return self.gamme
```

Vérifier l'existence :

- du répertoire `Sounds`
- des fichiers au format `wav` sous ce répertoire

Classe Screen

La Vue

```
class Screen(Observer):
  def __init__(self,parent) :
    self.parent=parent
    self.create_screen()
  def create_screen(self) :
    self.screen=tk.Frame(self.parent,\
                         borderwidth=5,\
                         width=500,height=160,\
                         bg="pink")
    self.info=tk.Label(self.screen,\
              text="Appuyez sur une touche clavier ",\
              bg="pink",font=('Arial',10))
    self.info.pack()
```

Classe Screen

La Vue

```
def get_screen(self) :
  return self.screen
def update(self,model,key="C") :
  if __debug__:
    if key not in model.gamme.keys()  :
      raise AssertionError
  subprocess.call(["aplay",model.get_gamme()[key]])
  if self.info :
    self.info.config(text="Vous avez joue la note: "\
                      + key + str(model.get_degree())
                     )
```

`aplay` : Advanced Linux Sound Architecture

Classe Keyboard

Le Contrôleur

```
class Keyboard :
  def __init__(self,parent,model) :
    self.parent=parent
    self.model=model
    self.create_keyboard()
  def create_keyboard(self) :
    key_w,key_h=40,150
    dx_white,dx_black=0,0
    self.keyboard=tk.Frame(self.parent,\
                           borderwidth=5,\
                           width=7*key_w,\
                           height=key_h,bg="red")
```

Classe Keyboard

Le Contrôleur

```
for key in self.model.gamme.keys() :
  if key.startswith('#',1,len(key)) :
    delta_w,delta_h=3/4.,2/3.
    delta_x=3/5.
    button=tk.Button(self.keyboard,\
                     name=key.lower(),\
                     width=3,height=6,bg="black")
    button.bind("<Button-1>",\
          lambda event,x=key : self.play_note(x))
    button.place(width=key_w*delta_w,\
                 height=key_h*delta_h,\
                 x=key_w*delta_x+key_w*dx_black,y=0)
```

Classe Keyboard

Le Contrôleur

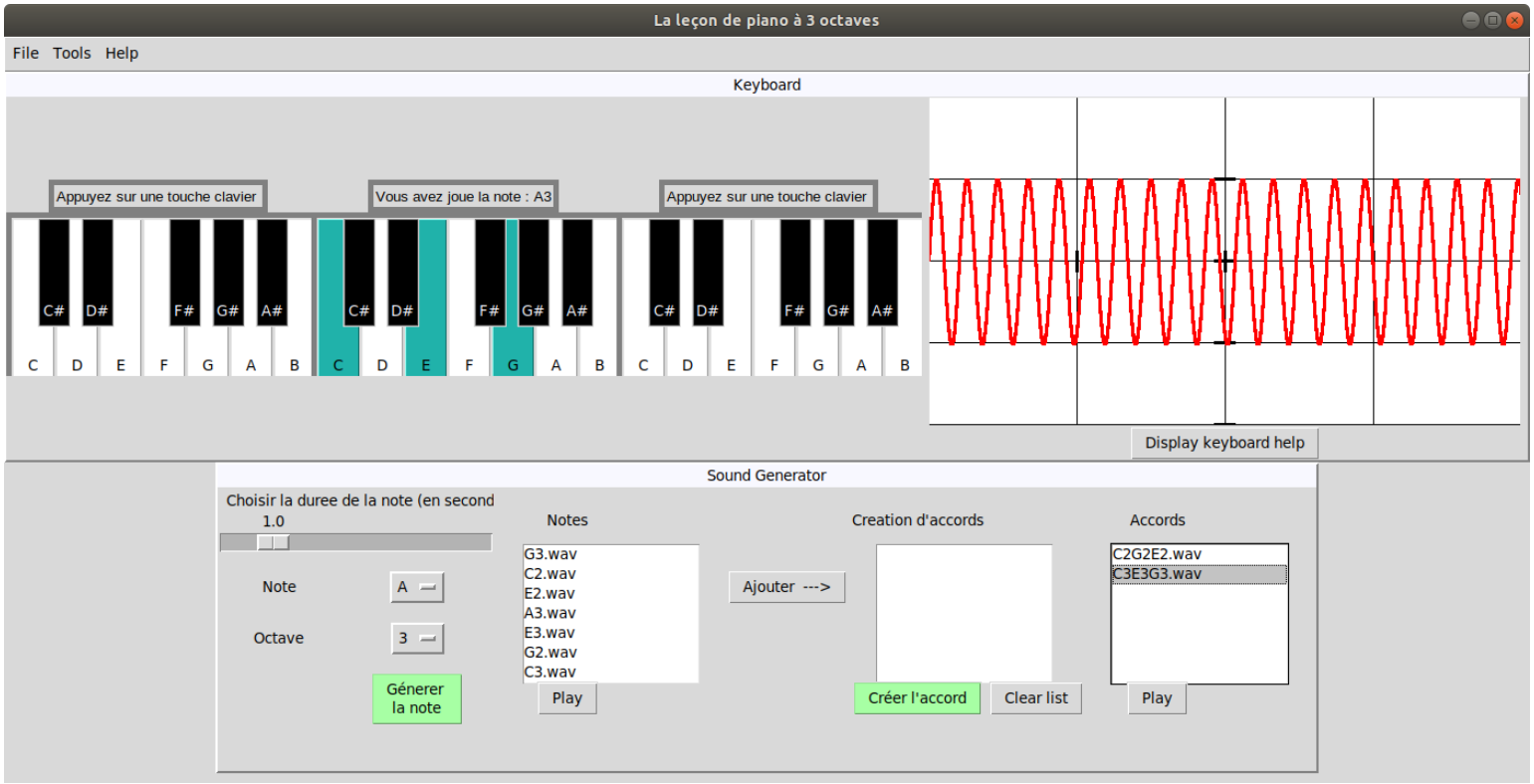
```
        if key.startswith('D#', 0, len(key) ) :
          dx_black=dx_black+2
        else :
          dx_black=dx_black+1
      else :
        button=tk.Button(self.keyboard,\
                         name=key.lower(),\
                         bg = "white")
        button.bind("<Button-1>",\
              lambda event,x=key : self.play_note(x))
        button.place(width=key_w,height=key_h,\
                     x=key_w*dx_white,y=0)
        dx_white=dx_white+1
```

Classe Keyboard

Le Contrôleur

```
def play_note(self,key) :
  self.model.notify(key)
def get_keyboard(self) :
  return self.keyboard
def get_degrees(self) :
  return self.degrees
```

Exemple d'IHM pour piano



Format wav : Fabrice Sincère

Conclusion

Création d'Interfaces Homme-Machine

- un langage de programmation (python)
- une bibliothèque de composants graphiques (TkInter)
- gestion des événements (composant-événement-action)
- programmation des actions (callbacks, fonctions réflexes)
- création de nouveaux composants, d'applications
- mise en œuvre des patrons de conception (Observer,MVC)
- critères ergonomiques des IHM (Norme AFNOR Z67-110)

Annexes : python

Initialisation : variables, fonctions

```
# Importation de variables,fonctions, modules externes
import sys
from math import sqrt, sin, acos
# Variables, fonctions necessaires au programme
def spherical(x,y,z):
    r, theta, phi = 0.0, 0.0, 0.0
    r = sqrt(x*x + y*y + z*z)
    theta = acos(z/r)
    if theta == 0.0:
        phi = 0.0
    else :
        phi = acos(x/(r*sin(theta)))
    return r, theta, phi
```

Annexes : python

Traitements de données, sortie de programme

```
# Traitements
x = input("Entrez la valeur de x : ")
y = input("Entrez la valeur de y : ")
z = input("Entrez la valeur de z : ")
print "Les coordonnees spheriques du point :", x,y,z
print "sont : ", spherical(x,y,z)
# sortie de programme
sys.exit(0)
```

Annexes : python

Définition d'une classe

```
class Point:
    """point 2D"""
    def __init__(self, x, y):
        self.x = x
        self.y = y
    def __repr__(self):
        return "<Point('%s','%s')>" \
            % (self.x, self.y)
```

Annexes : python

Association entre classes

```
class Rectangle:
    """Un rectangle A UN coin (Point) superieur gauche"""
    def __init__(self, coin, largeur, hauteur):
        self.coin = coin
        self.largeur = largeur
        self.hauteur = hauteur
    def __repr__(self):
        return "<Rectangle('%s','%s','%s')>" \
            % (self.coin,self.largeur, self.hauteur)
```

Annexes : python

Heritage de classe

```
class Carre(Rectangle):
    """Un carre EST UN rectangle particulier"""
    def __init__(self, coin, cote):
        Rectangle.__init__(self, coin, cote, cote)
#         self.cote = cote
    def __repr__(self):
        return "<Carre('%s','%s')>" \
            % (self.coin,self.largeur)
```

Annexes : python

Application de test

```
if __name__ == '__main__':
    p=Point(10,10)
    print(p)
    print(Rectangle(p,100,200))
    print(Carre(p,100))
```

Lancement de l'application

```
{logname@hostname} python classes.py
<Point('10','10')>
<Rectangle('<Point('10','10')>','100','200')>
<Carre('<Point('10','10')>','100')>
```

Création et visualisation

Tout en un : le Modèle et la Vue

```
from math import sin,pi
## from pylab import linspace,sin
from tkinter import Tk,Canvas
class Screen :
  def __init__(self,parent,\
                bg="white",width=600,height=300):
    self.canvas=Canvas(parent,\
                       bg=bg,width=width,height=height)
    self.a,self.f,self.p=1.0,2.0,0.0
    self.signal=[]
    self.width,self.height=width,height
    self.units=1
    self.canvas.bind("<Configure>",self.resize)
```

Création et visualisation

Calcul de vibration

```
def vibration(self,t,harmoniques=1):
  a,f,p=self.a,self.f,self.p
  somme=0
  for h in range(1,harmoniques+1) :
    somme=somme + (a/h)*sin(2*pi*(f*h)*t-p)
  return somme
```

Son pur de fréquence f avec ses harmoniques $(f * h)$:

$$e = \sum_{h=1}^{n} (a/h)\ sin(2\ \pi\ (f * h)\ t + \phi)$$

Création et visualisation

Génération de son

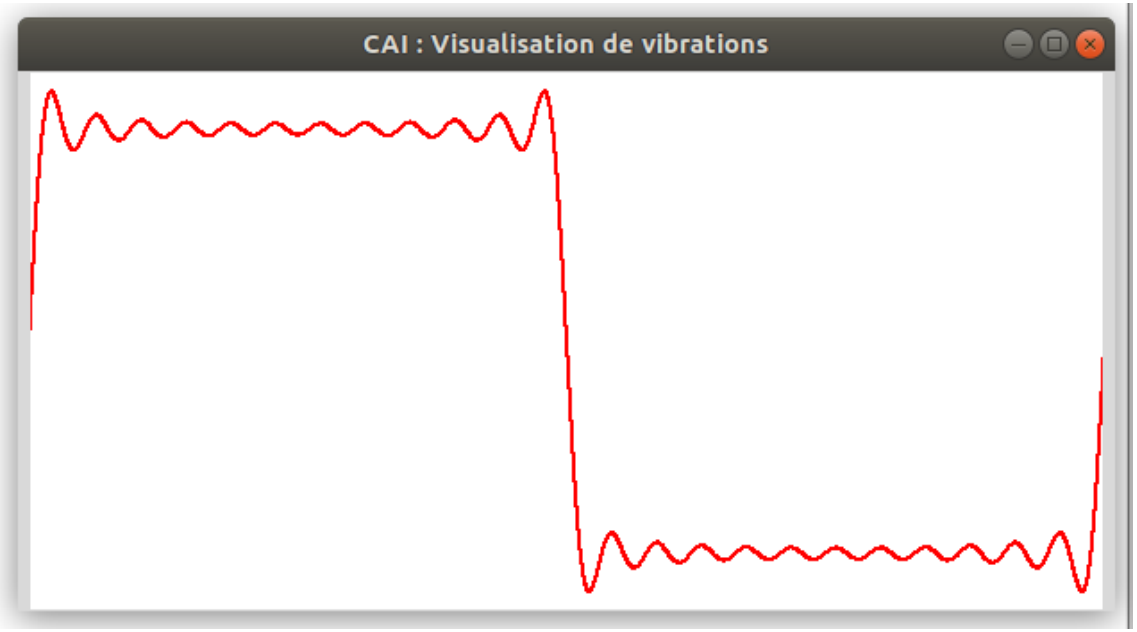
```
def generate_signal(self,period=2,samples=10):
  del self.signal[0:]
  echantillons=range(int(samples)+1)
  Tech = period/samples
  for t in echantillons :
    self.signal.append(
                [t*Tech,self.vibration(t*Tech)]
                       )
  return self.signal
```

Son échantillonné (`samples`) sur un nombre de périodes (`period`)

Création et visualisation

Génération du signal et affichage

```
def update(self):
    self.generate_signal()
    if self.signal :
        self.plot_signal(self.signal)
```



Création et visualisation

Génération du signal et affichage

```
def plot_signal(self,signal,color="red"):
  w,h=self.width,self.height
  signal_id=None
  if signal and len(signal) > 1:
    plot=[(x*w,h/2.0*(1-y/(self.units/2)))\
          for (x,y) in signal]
  signal_id=self.canvas.create_line(plot,\
                                    fill=color,smooth=1,\
                                    width=3,tags="curve")
  return signal_id
```

Création et visualisation

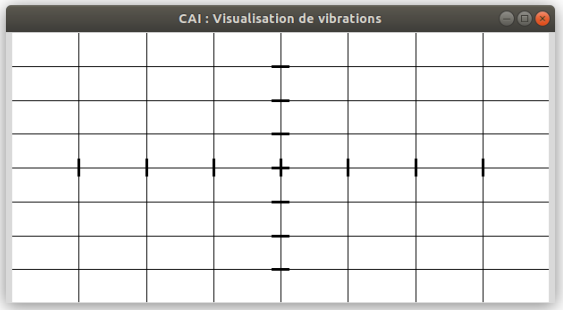
Affichage de la grille

```
def grid(self,tiles=2):
  self.units=tiles
  tile_x=self.width/tiles
  for t in range(1,tiles+1):
    x =t*tile_x
    self.canvas.create_line(x,0,\
                            x,self.height,\
                            tags="grid")
    self.canvas.create_line(x,self.height/2-10,\
                            x,self.height/2+10,\
                            width=3,tags="grid")
```

Création et visualisation

Affichage de la grille

```
tile_y=self.height/tiles
for t in range(1,tiles+1):
  y =t*tile_y
  self.canvas.create_line(0,y,\
                          self.width,y,\
                          tags="grid")
  self.canvas.create_line(self.width/2-10,y,\
                          self.width/2+10,y,\
                          width=3,tags="grid")
```



Création et visualisation

Redimensionnement de la vue

```
def resize(self,event):
  if event:
    self.width,self.height=event.width,event.height
    self.canvas.delete("grid")
    self.canvas.delete("curve")
    self.plot_signal(self.signal)
    self.grid(self.units)
def packing(self) :
  self.canvas.pack(expand=1,fill="both",padx=6)
```

Création et visualisation

Le Modèle et la Vue

Séparer le traitement des données de leur visualisation

- `Generator` : les données à observer (`Subject`)
- `Screen` : leur visualisation (`Observer`)

Application : créer et visualiser des sons

```
root=Tk()
model=Generator()
model.generate_signal()
view=Screen(root)
view.grid(10)
view.packing()
model.attach(view)
root.mainloop()
```

Bibliographie

Documents

- Gérard Swinnen :
  “Apprendre à programmer avec Python 3” (2010)
- Guido van Rossum :
  “Tutoriel Python Release 2.4.1” (2005)
- Mark Pilgrim :
  “An introduction to Tkinter” (1999)
- John W. Shipman :
  “Tkinter reference : a GUI for Python” (2006)
- John E. Grayson :
  “Python and Tkinter Programming” (2000)
- Bashkar Chaudary :
  “Tkinter GUI Application Develoment Blueprints” (2015)

Bibliographie

Adresses “au Net”

- inforef.be/swi/python.htm
- https://docs.python.org/fr/3/library/tk.html
- wiki.python.org/moin/TkInter
- www.jchr.be/python/tkinter.htm
- www.pythonware.com/library/tkinter/introduction
- https://www.thomaspietrzak.com/teaching/IHM
- http://fsincere.free.fr/isn/python/cours_python_tkinter.php