

UTILISATION DE LA KINECT



... et l'ordinateur vit !!!

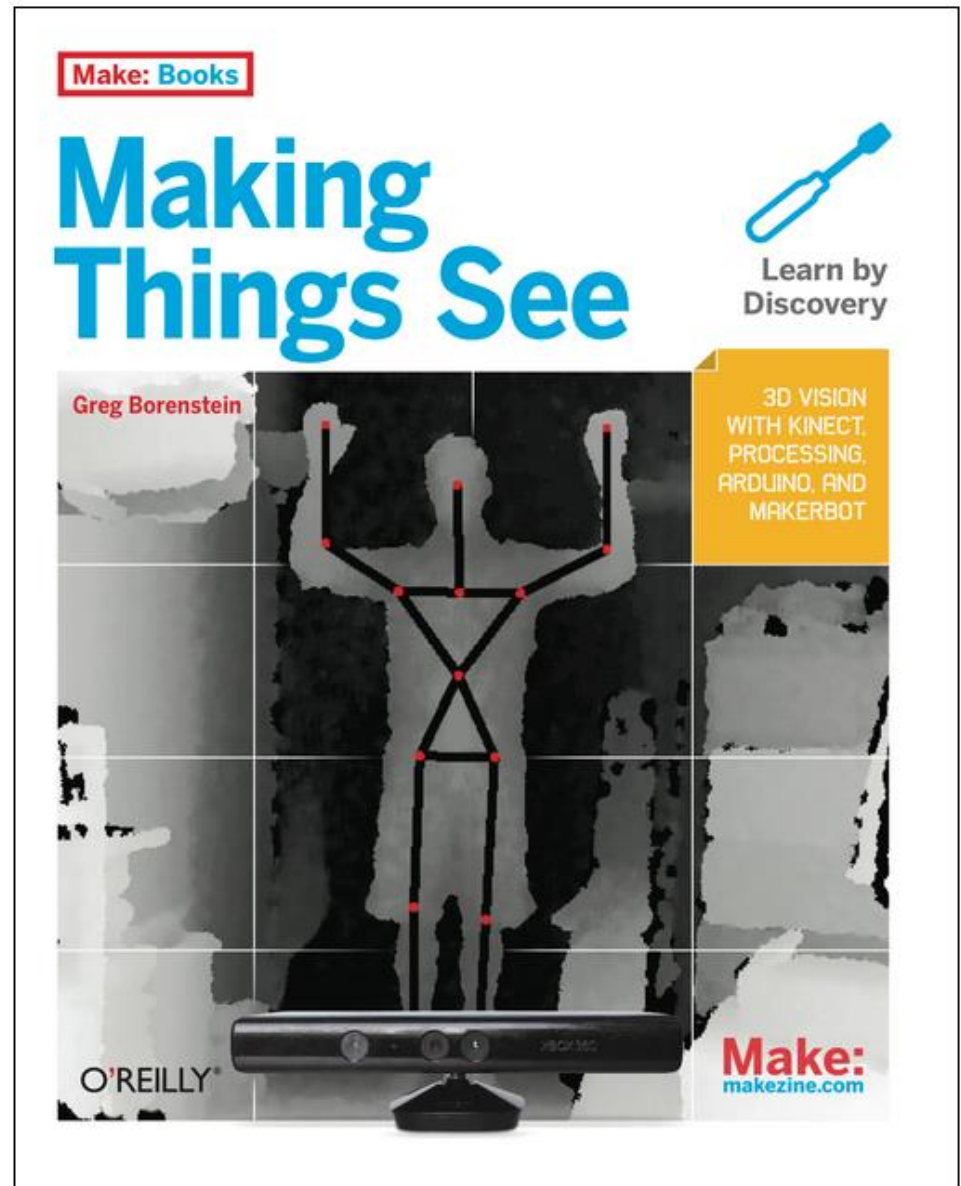
Bibliographie:

Site:

➤ <http://makingthingssee.com/>

Pdf: (entre autres...)

➤ http://csce.uark.edu/~jgauch/5703/other/books/Making_Things_See.pdf

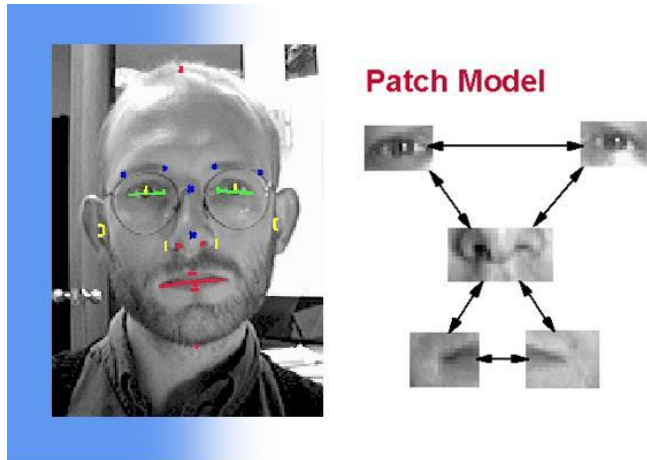


HISTORIQUE ET POSSIBILITÉS DE LA KINECT

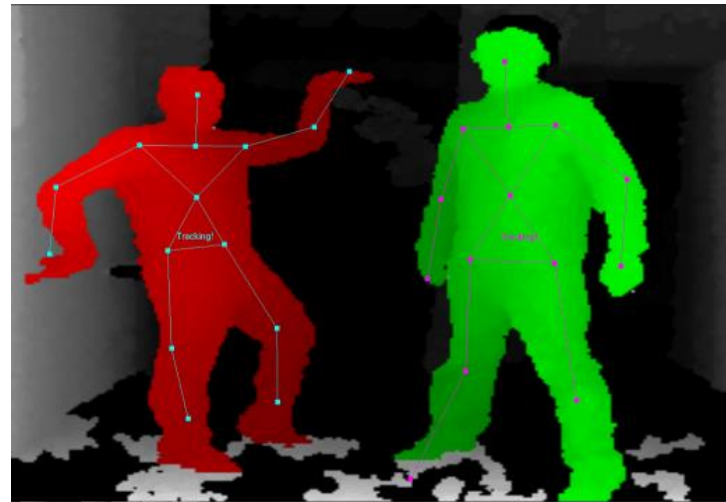
➔ La kinect est le fruit de la recherche militaire développée pour détecter les terroristes dans l'espace public...

➔ Les technologies:

Reconnaissance faciale



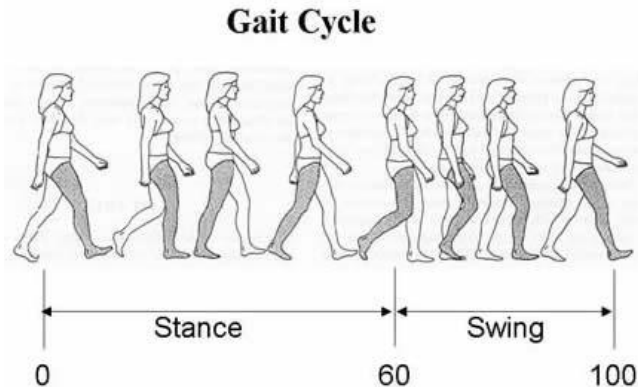
Squelettisation (du corps)

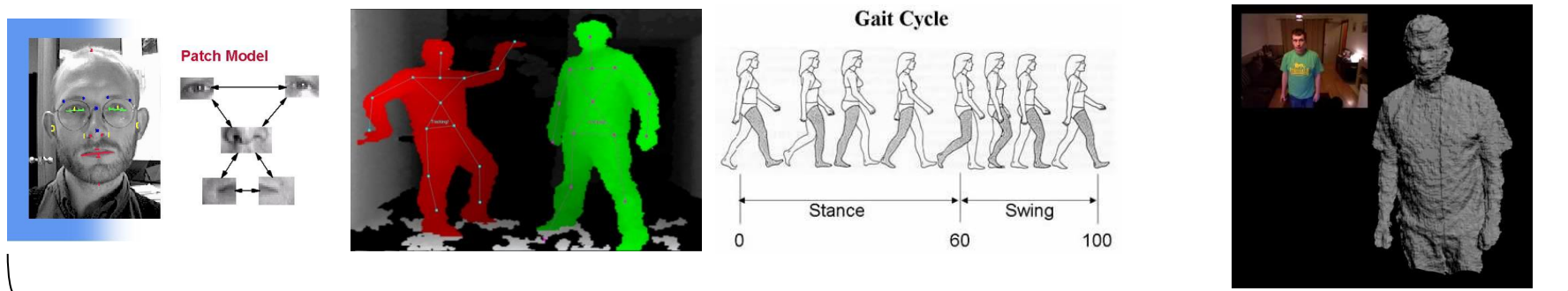


Imagerie en profondeur (3D)



Analyse de démarche





Toutes ces technos



Espace public
(projets créatifs à but civil)

Interfaces gestuelles de logiciels



Scanner 3D



Motion capture



Etc...

Les applications sont vastes !!

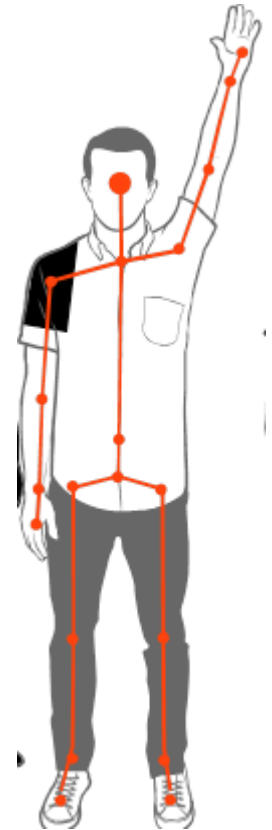


L'ordinateur peut voir en 3D !

→ Les possibilités de la kinect

↳ Travailler sur les information de profondeur issues de la camera 3D.

↳ Analyser et manipuler un nuage de points



↳ Traquer le mouvement des articulation du corps

↳ Détection de la gestuelle et des poses

↳ Analyse de scène et suppression du fond...



Structure du tutoriel

1. What Is the Kinect? 1

Qu'est-ce que la kinect ?



2. Working with the Depth Image 43

Travailler sur l'image en profondeur

3. Working with Point Clouds 109

Travailler avec les nuages de points

4. Working with the Skeleton Data 185

Travailler avec les données du squelette
(articulations du corps)

5. Scanning for Fabrication 301

Fabrication d'un scanner 3D

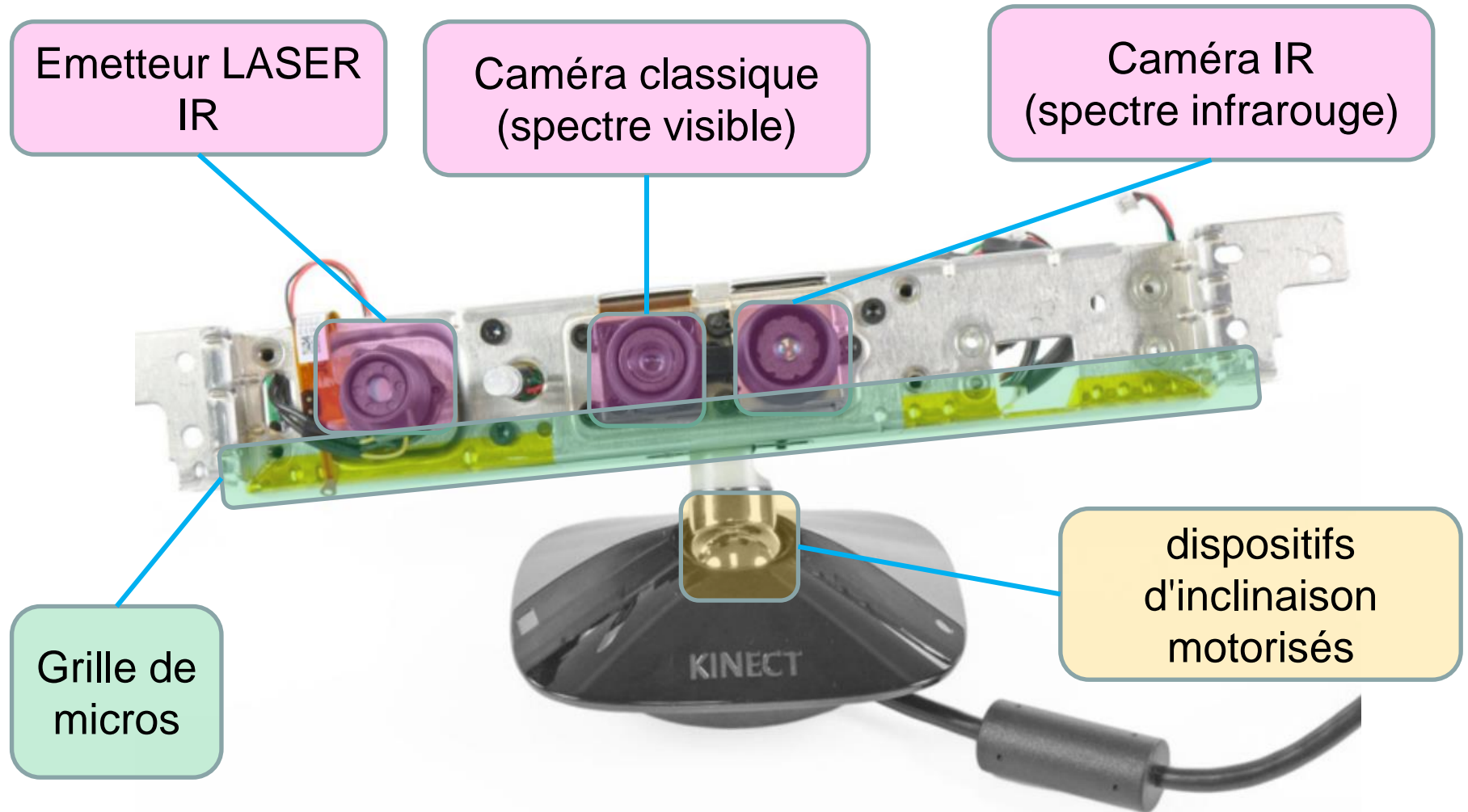
CHAPITRE 1

QU'EST-CE QUE LA KINECT ?

I. QU'EST-CE QUE LA KINECT ?

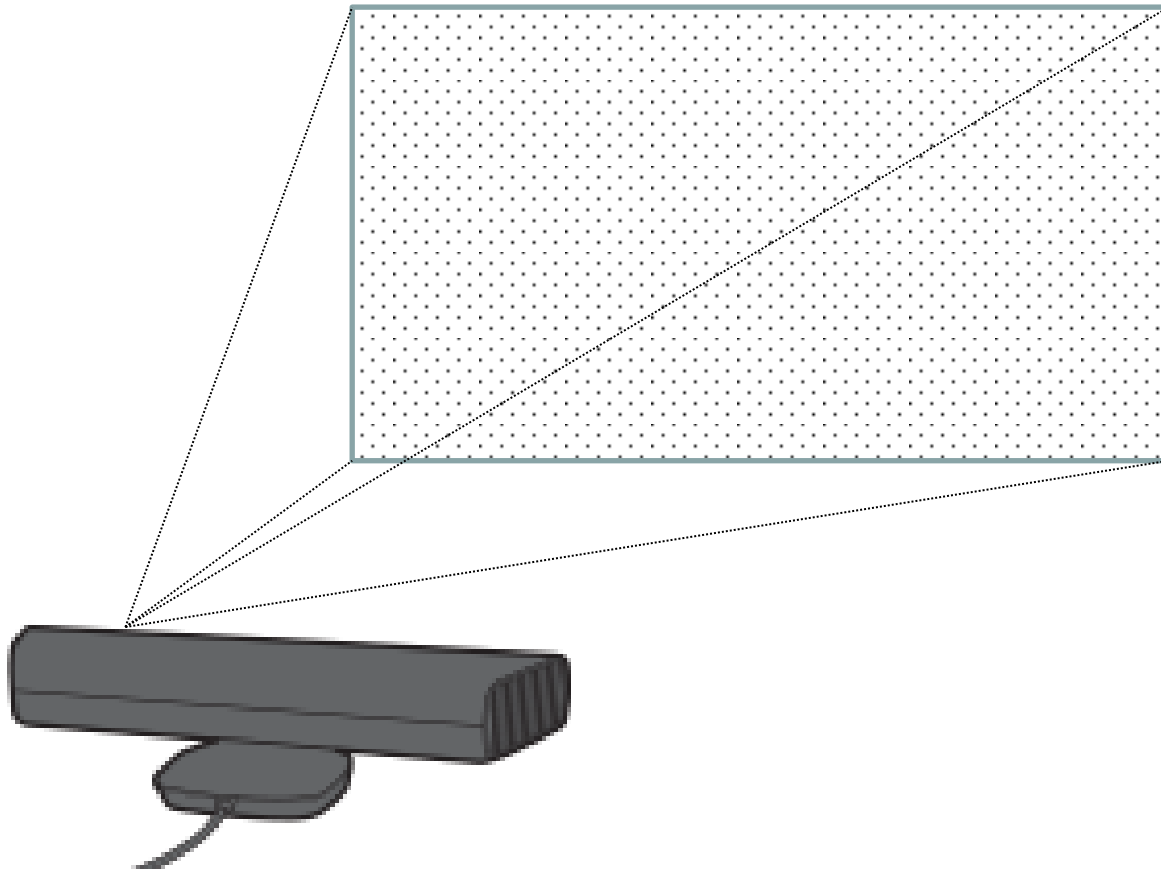
1.1. Architecture et fonctionnement de la Kinect

Architecture En apparence: 3 yeux...

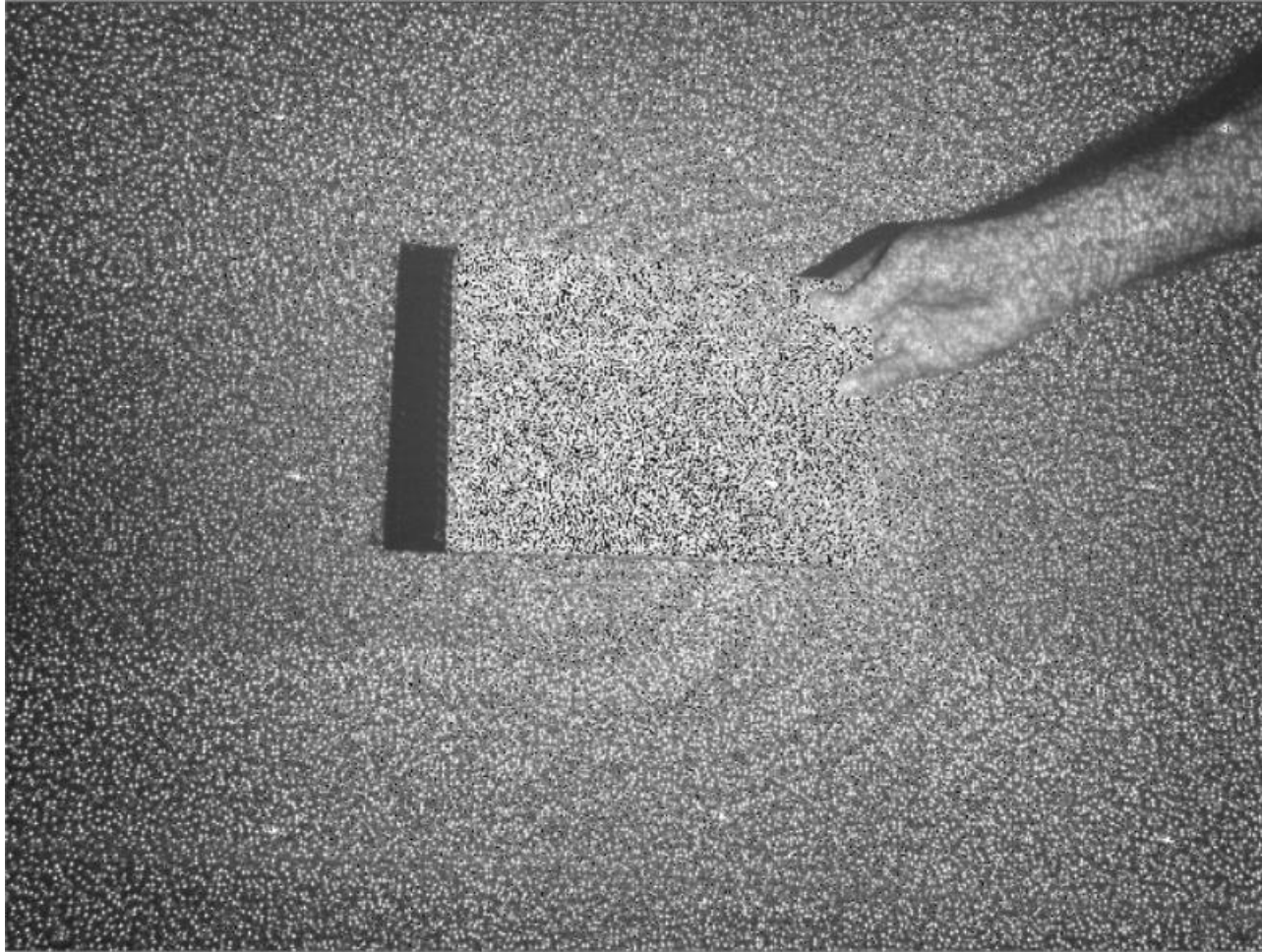


Secret de la kinect: Projecteur/Camera IR

➔ Projection d'une grille de points lumineux IR sur la scène (spekel) ...

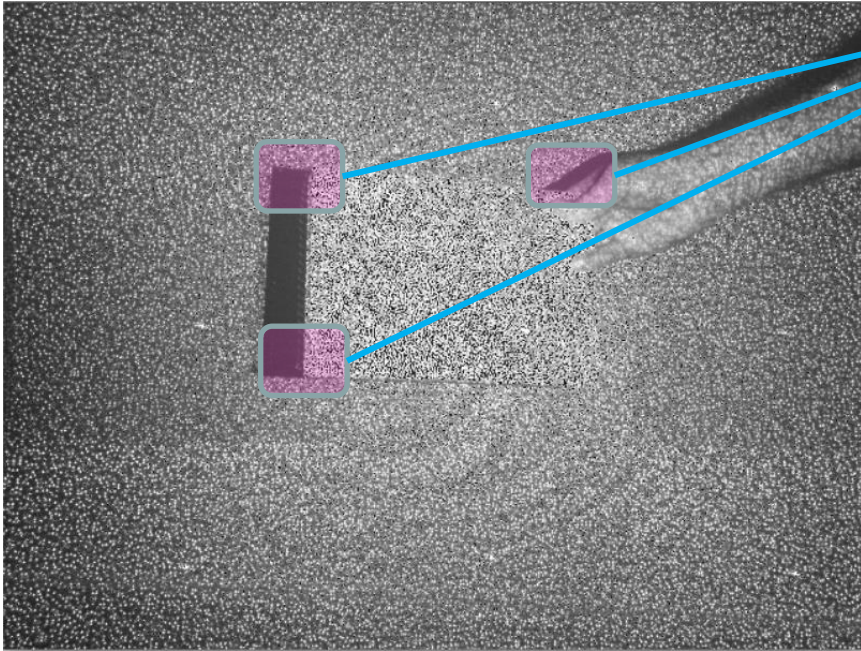


➡ On obtient l'image suivante:



➡ Cette image est comparée à une image de référence étalonnée par le fabricant sur un mur plan situé à une distance connue

➔ L'estimation de la distance est effectuée en calculant le déplacement d'un point par rapport à la grille originale



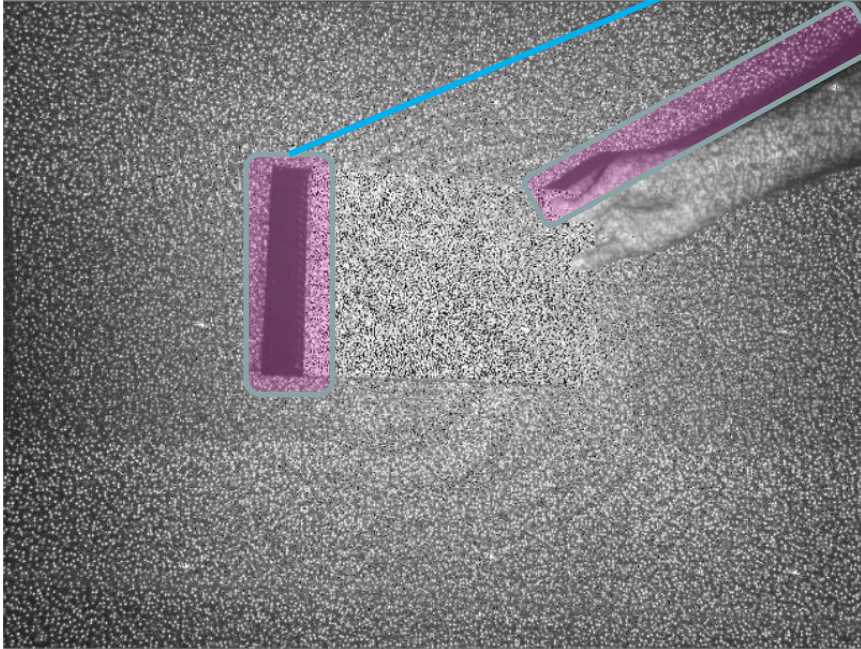
Déplacement
des points %
grille originale

la kinect est calibrée pour
connaître la position
originelle de chacun des
points

Elle utilise leur déplacement pour estimer la
distance d'un objet dans cette partie de la scène

Cette estimation est la base de toutes les possibilités de la kinect...

Les limitations...



Ombres projetées par les objets touchés par la lumière IR



Aucun point de la projection infrarouge effectuée par la kinect n'atteint **les parties ombragées**



La kinect est incapable d'estimer la distance des points situés dans cette partie de l'espace

Les autres matériels...

Webcam basse
résolution classique
(640*480 pix)



Possibilité de superposer l'image en
couleur sur l'image en profondeur

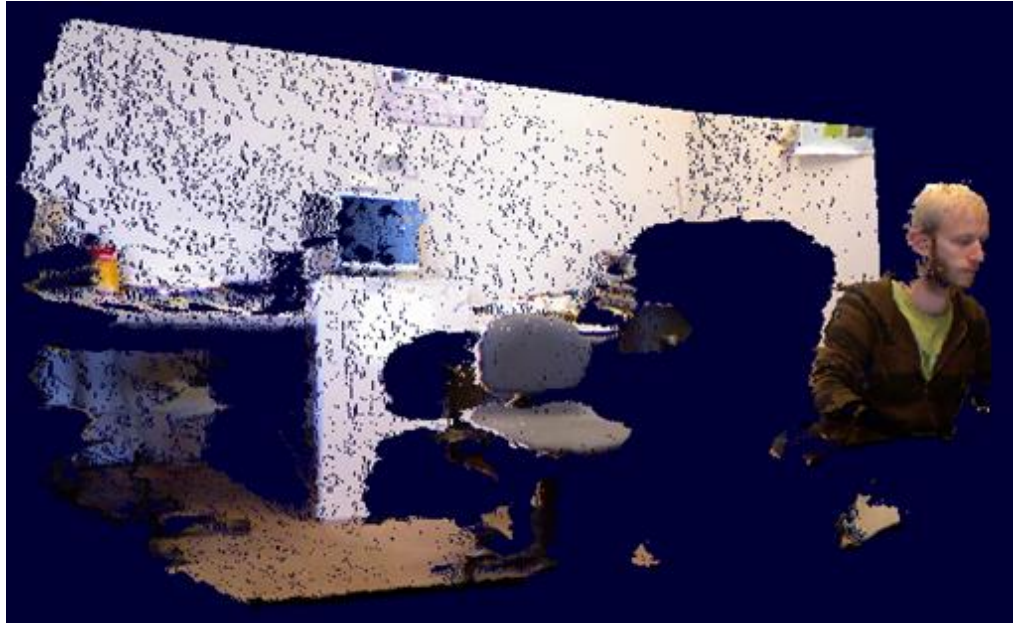
Colorier l'image 3D

Créer des scan 3D
prenant en compte la
couleur réelle des objets



Exemples:

Image en profondeur colorée

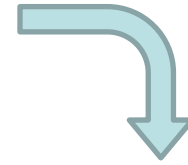


Scan 3D coloré



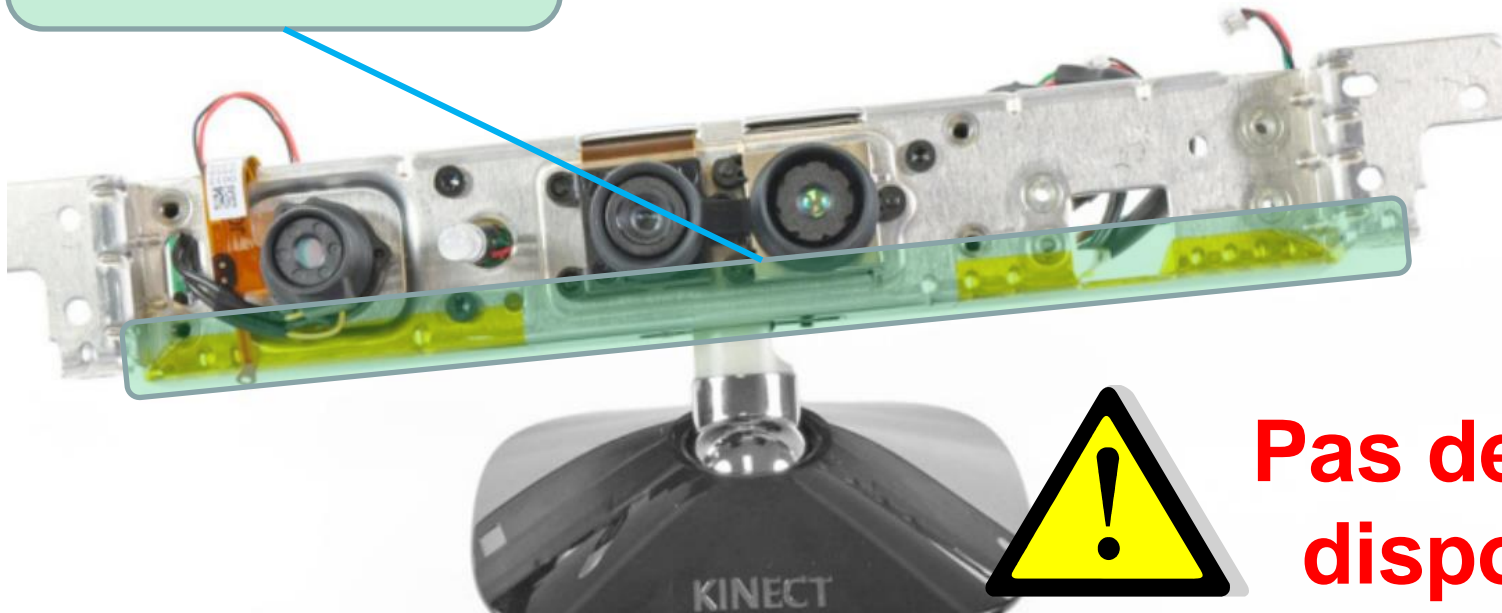
Les autres matériels...

Possibilité de localiser les différents joueurs dans l'espace...



Attribution d'une commande particulière à un joueur particulier

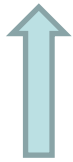
4 micros distribués le long de la Kinect



Pas de librairie disponible !!

Les autres matériels...

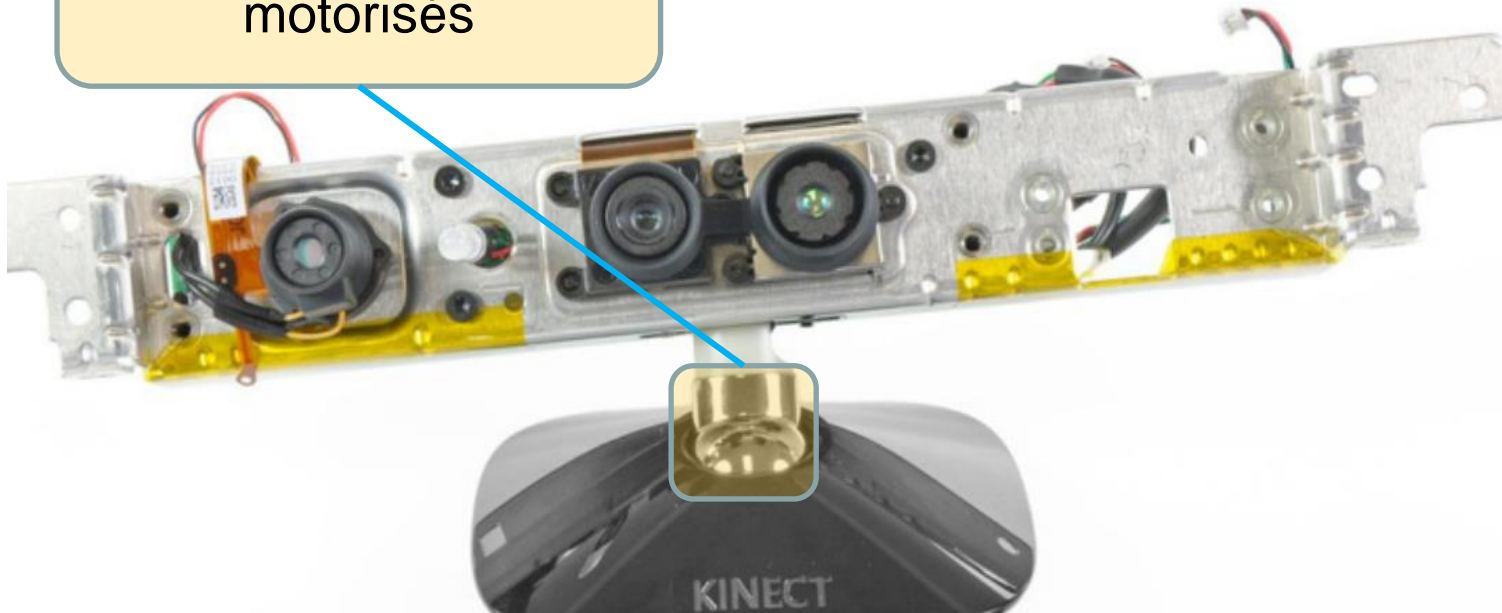
Possibilité de rotation de haut en bas de la caméra et des micros (30°)



dispositifs d'inclinaison motorisés

Adaptation à n'importe quel type de salle et nombre de joueur

Calcul de la meilleur position pour l'enregistrement des différents joueurs



1.2. Intérêt de la Kinect par rapport à une caméra classique

➔ L'image en profondeur est plus facile à analyser pour la machine qu'une image en couleur classique.

Image couleur classique:

- ↳ La reconnaissance d'objets et de personne passe par l'analyse des pixels...
- ↳ Valeur des pixels dépend des conditions de prise de vue : éclairage, ouverture, modification des couleurs par l'appareil, etc...
- ➔ Impossibilité de connaître facilement le contenu d'une image, de savoir où commence et où finit un objet, etc...

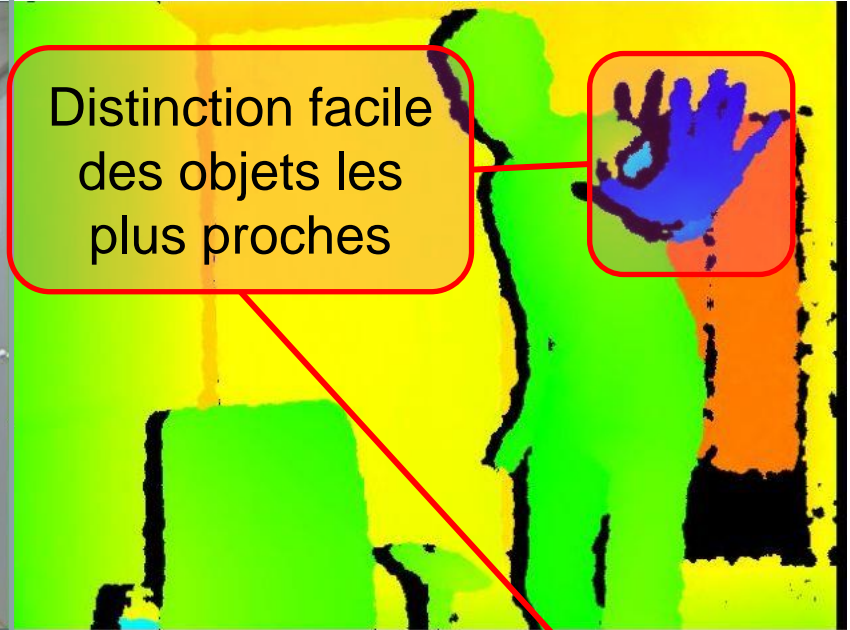
Image en profondeur:

- ↳ L'intensité des pixels est proportionnelle à la distance de l'objet considéré avec la caméra.
- ↳ L'intensité des pixels est indépendante de l'éclairage
- ➔ possibilité de localiser avec précision les objets dans la scène, où ils commencent / finissent, etc...
- ➔ Reconstruction 3D de la scène.
- ➔ Image en profondeur permet d'appliquer des algorithmes de tracking plus efficace que sur une image classique:
 - ↳ Tracking des personnes
 - ↳ Tracking des articulations du corps

} Bibliothèques performantes...

Exemples: Image en couleur classique

Image en profondeur



1.3. Création de la Kinect et hacking opensource

- ➔ Kinect développé par Microsoft – périphérique de la Xbox 360...
- ➔ Résultat d'années de recherche académique dans l'imagerie robotique (computer vision)...
- ➔ La hardware a été développé par PrimeSense, une entreprise israélienne qui a d'autres caméra en profondeur basées sur la technique de projection IR...
- ➔ 4 novembre 2010 : lancement de la Kinect (association des algorithmes de Microsoft & hardware PrimeSense)
 - ↳ Succès commercial : 10M d'unités vendues le 1^{er} mois !!
 - ↳ Début du hacking : développement des drivers opensource.. (Kinect = système propriétaire fermé!)
- ➔ Adafruit (compagnie NY): 3000\$ de récompense pour 1^{er} driver opensource

➔ Adafruit (compagnie NY): 3000\$ de récompense pour 1^{er} driver opensource

↳ Le 10 novembre (1 semaine après le lancement !!) : 1^{er} driver public qui permet de manipuler l'image en profondeur par Hector Martin.

↳ Etablissement du projet « OpenKinect » qui propose jusqu'à aujourd'hui des améliorations...

↳ Explosion de librairie pour différents environnements...

↳ En particulier développement de librairies pour **Processing** (Dan Shiffman).

➔ **En réponse à cet intérêt PrimeSense Libère ses drivers de la Kinect !!**

↳ Système OpenNI : Natural Interaction

➔ Deux systèmes opensource pour contrôler la kinect :

OpenKinect

Choix de l'auteur

- Accès aux servo-moteurs
- Licence « full opensource »
- Accès à l'image en profondeur »
- Pas de Tracking des articulations de plusieurs personnes

OpenNI

- Pas d'accès aux servo-moteurs
- License GNU-LGPL (similaire à openkinect)
- Certains modules non-accessibles
- Accès à l'image en profondeur »
- Tracking des articulations de plusieurs personnes

CHAPITRE 2

TRAVAILLER SUR

L'IMAGE EN

PROFONDEUR

II. TRAVAILLER SUR L'IMAGE EN PROFONDEUR

2.1. Installation de la librairie SimpleOpenNI pour Processing

→ En 2 phases:

↳ Installation de la librairie OpenNI sur l'ordinateur

↳ Installation de la librairie SimpleOpenNI sur Processing



Instructions sur:

<https://code.google.com/p/simple-openni/wiki/Installation>

↳ Mac : OS X → A priori, pas d'install préalable (voir site)

↳ Windows: télécharger et installer [Kinect SDK](#)



Installation rapide sur:

À tester...

<http://zigfu.com/>

> « download plugin »

↳ Windows / MAC

Windows:



<https://code.google.com/p/simple-openni/wiki/Installation>

Fichier Édition Affichage Historique Marque-pages Outils ?

Boîte de réception - dami... × damien_muti - Yahoo Mail × f Töner Kebab × Installation - simple-open... × +

https://code.google.com/p/simple-openni/wiki/Installation Rechercher

lycée Stex Pronote BqPostale BqPop Wikipédia gmail yahoo_mail météo_marseille google Processing sTokens fbk ddogo TKeabab

Processing

- Download [Processing >= 2.0](#) for your platform and install it
- Go to the menu: Sketch-> Import Library...-> Add Library...
- Select and install SimpleOpenNI

or Download as file:

- Download [SimpleOpenNI](#)
- Copy the extracted folder in your Processing library folder
 - Windows: C:\Users\your username\Documents\Processing\libraries
 - Linux: ~/sketchbook/libraries
 - OSX: /Users/your username/Documents/Processing/libraries

Windows

Install Kinect SDK

- Download [Kinect SDK](#) from the [Developer Page](#)
- Start the Kinect SDK Installer

If everything worked out, you should see the plugged camera in your Device Manager(under 'Kinect for Windows'). In case you have an error when you startup a processing sketch with SimpleOpenNI, try to install the [Runtime Libraries](#) from Microsoft.

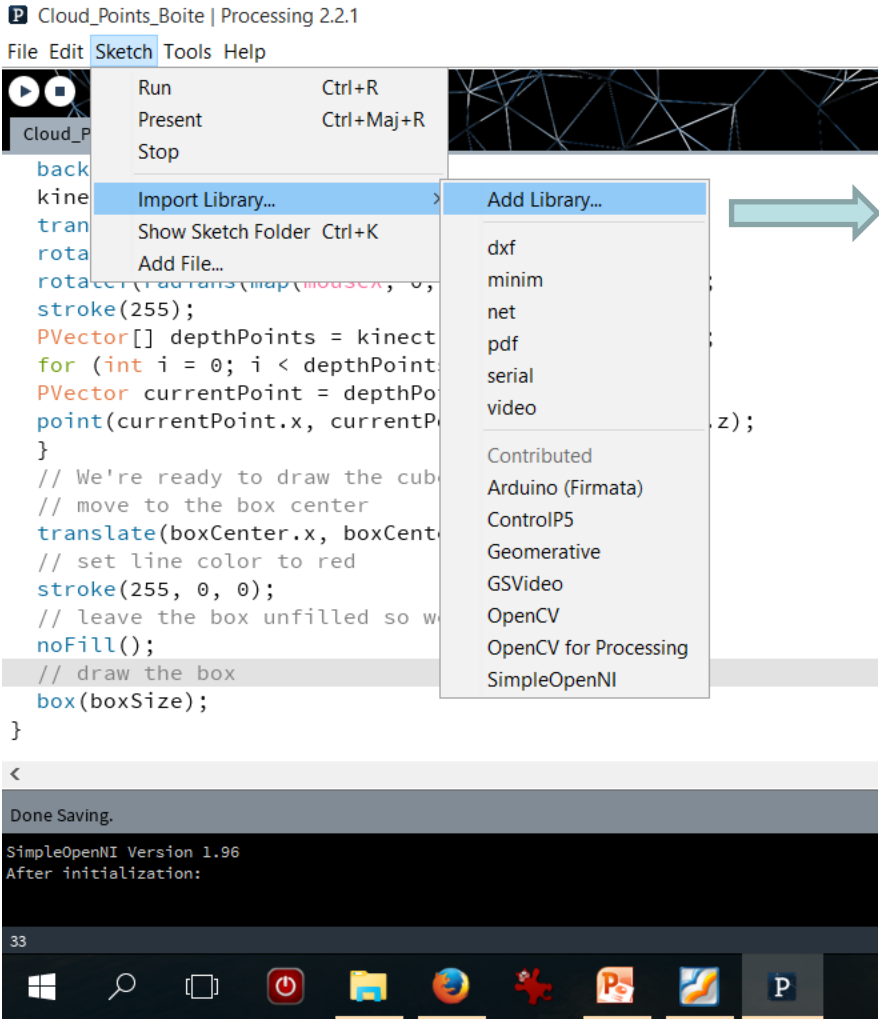
1) Télécharger le lien suivant

2) Procéder à l'installation automatique de la librairie

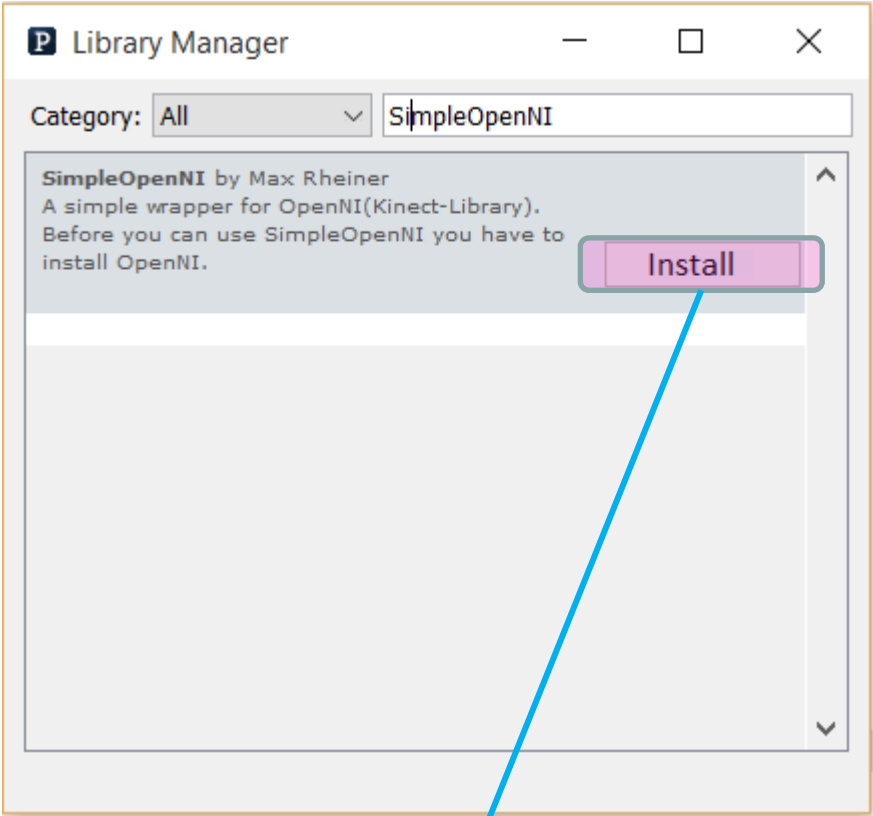
Windows

16:05 28/08/2015

Installation de la librairie SimpleOpenNI sous Processing



The screenshot shows the Processing IDE interface. The 'Sketch' menu is open, and 'Import Library...' is selected. A sub-menu is displayed with 'Add Library...' highlighted. Below the menu, a list of libraries is shown, including 'SimpleOpenNI'. The code editor shows a sketch using the SimpleOpenNI library. The console window displays the output: 'SimpleOpenNI Version 1.96' and 'After initialization:'. The Windows taskbar is visible at the bottom.

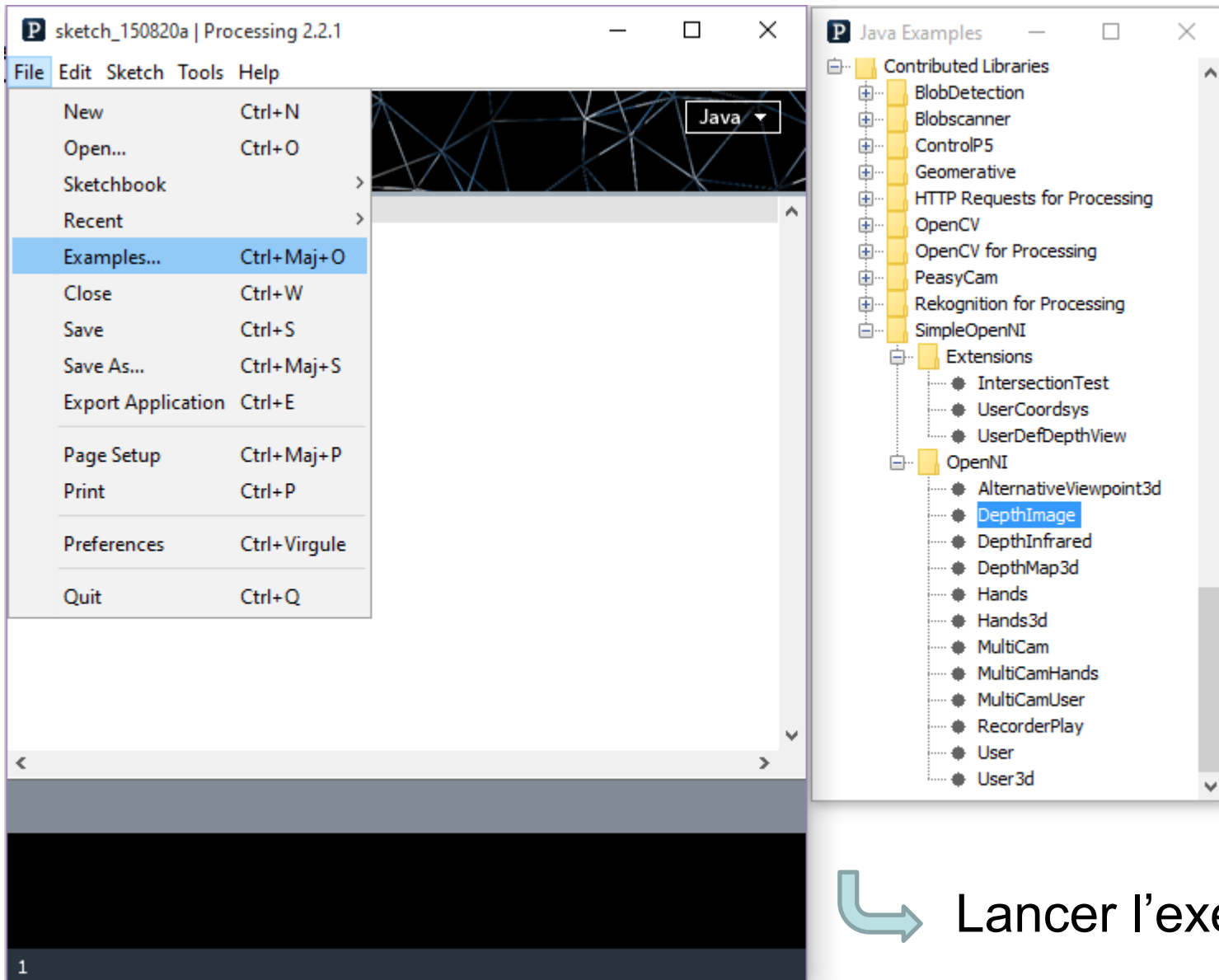


The screenshot shows the 'Library Manager' window. The 'Category' dropdown is set to 'All', and the search field contains 'SimpleOpenNI'. The library 'SimpleOpenNI by Max Rheiner' is listed, with a description: 'A simple wrapper for OpenNI(Kinect-Library). Before you can use SimpleOpenNI you have to install OpenNI.' The 'Install' button is highlighted with a pink box.

Lancer l'installation

→ 1^{er} test: sur Processing 2.2.1

File > Examples > contributed Libraries > SimpleOpenNI > OpenNI > DepthImage



↳ Lancer l'exemple...

→ Programme:

```
/* -----  
 * SimpleOpenNI DepthImage Test  
 * -----  
 * Processing Wrapper for the OpenNI/Kinect 2 library  
 * http://code.google.com/p/simple-openni  
 * -----  
 * prog: Max Rheiner / Interaction Design / Zhdk / http://iad.zhdk.ch/  
 * date: 12/12/2012 (m/d/y)  
 * -----  
 */  
  
import SimpleOpenNI.*  
  
SimpleOpenNI context;  
  
void setup()  
{  
  size(640*2, 480);  
  context = new SimpleOpenNI(this);  
  if (context.isInit() == false)  
  {  
    println("Can't init SimpleOpenNI, maybe the camera is not connected!");  
    exit();  
    return;  
  }  
  
  // mirror is by default enabled  
  context.setMirror(true);  
  
  // enable depthMap generation  
  context.enableDepth();  
  
  // enable ir generation  
  context.enableRGB();  
  
  void draw()  
  {  
    // update the cam  
    context.update();  
  
    background(200, 0, 0);  
  
    // draw depthImageMap  
    image(context.depthImage(), 0, 0);  
  
    // draw irImageMap  
    image(context.rgbImage(), context.depthWidth() + 10, 0);  
  }  
}
```

➡ Si tout fonctionne, on obtient:



2.2. Commentaire du programme et analyse de la « depth Image » (DI)

```
import SimpleOpenNI.*;
```

Importation de la librairie « SimpleOpenNI »

```
SimpleOpenNI context;
```

Déclaration d'un objet « context » héritée de la classe « SimpleOpenNI »

```
void setup()
```

```
{  
  size(640*2, 480);
```

```
  context = new SimpleOpenNI(this);
```

Initialisation de l'objet « context » par instantiation de la classe « SimpleOpenNI »

```
  if (context.isInit() == false)
```

```
  {  
    println("Can't init SimpleOpenNI, maybe the camera is not connected!");  
    exit();  
    return;  
  }
```

Ecriture d'un message d'erreur si la kinect n'est pas accessible...

```
  // mirror is by default enabled  
  context.setMirror(true);
```

```
  // enable depthMap generation  
  context.enableDepth();
```

```
  // enable ir generation  
  context.enableRGB();
```


2.2. Commentaire du programme et analyse de la « depth Image » (DI)

```
import SimpleOpenNI.*;
```

```
SimpleOpenNI context;
```

```
void setup()
```

```
{
```

```
  size(640*2, 480);
```

```
  context = new SimpleOpenNI(this);
```

```
  if (context.isInit() == false)
```

```
  {
```

```
    println("Can't init SimpleOpenNI, maybe the camera is not connected!");
```

```
    exit();
```

```
    return;
```

```
  }
```

```
// mirror is by default enabled  
context.setMirror(true);
```

```
// enable depthMap generation  
context.enableDepth();
```

```
// enable ir generation  
context.enableRGB();
```

Appel à la méthode setMirror de l'objet
« context ». (à compléter)

La méthode « enableDepth » permet l'
accès à l'image en profondeur

La méthode « enableRGB » permet l'
accès à l'image en couleur

2.2. Commentaire du programme et analyse de la « depth Image » (DI)

```
void draw()
```

```
{
```

```
// update the cam  
context.update();
```

```
background(200, 0, 0);
```

```
// draw depthImageMap  
image(context.depthImage(), 0, 0);
```

```
// draw irImageMap  
image(context.rgbImage(), context.depthWidth() + 10, 0);
```

```
}
```

Rafraichissement des données issues de la kinect : RGB-image et DI-Image

Réglage d'un fond rouge
(r,v,b)=(200,0,0)

Affichage de l'image en profondeur « depthImage » héritée de la classe PImage

Affichage de l'image en couleur « rgbImage » héritée de la classe PImage

Les limitations de l'image en profondeur (Depth Image)

→ Distance minimale de détection (minimum range)

↳ ~ 50 cm



Les zones trop proches sont en noire, i.e. non détectées !!

Bras très proche de la kinect

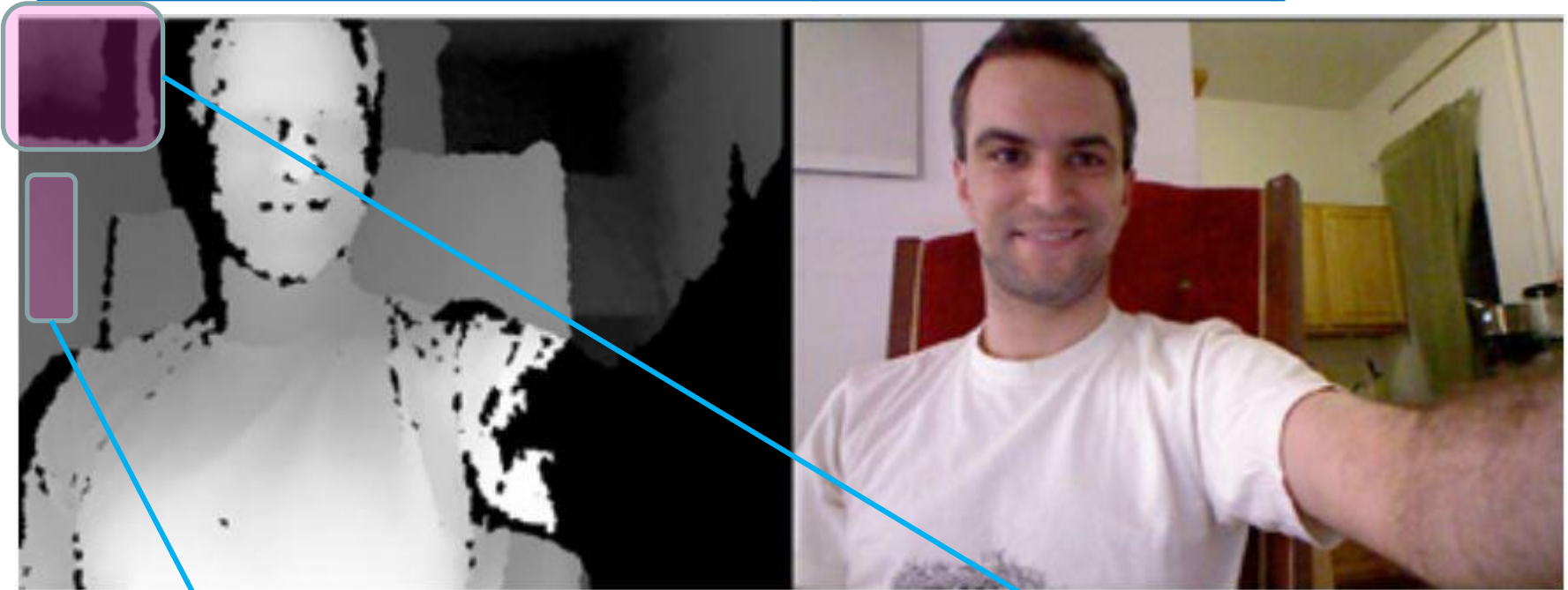
→ Bruit sur les contours des objets



Zones noires autour des contours des objets – frontières entre objets.

- ↳ Mesure de la distance uniquement si la lumière des points émis par le projecteur IR est réfléchi vers le récepteur IR.
- ↳ La réflexion de la lumière IR aux frontières s'effectue suivant des angles qui ne permettent pas le retour vers le récepteur IR
- ↳ Trou dans les données de la kinect → pixels noirs

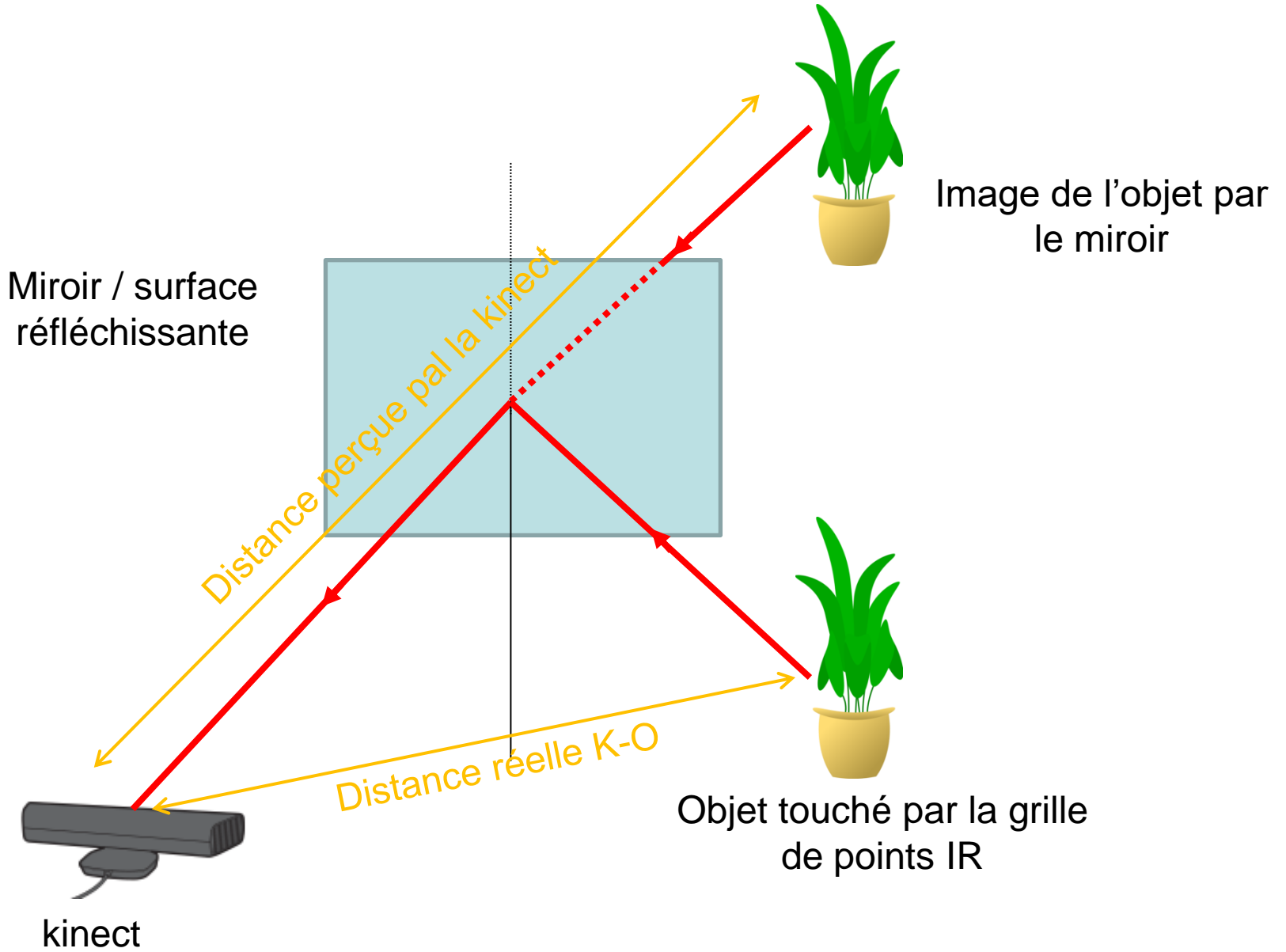
→ Réflexions sur les surfaces lisses (miroirs, vitres, etc...)



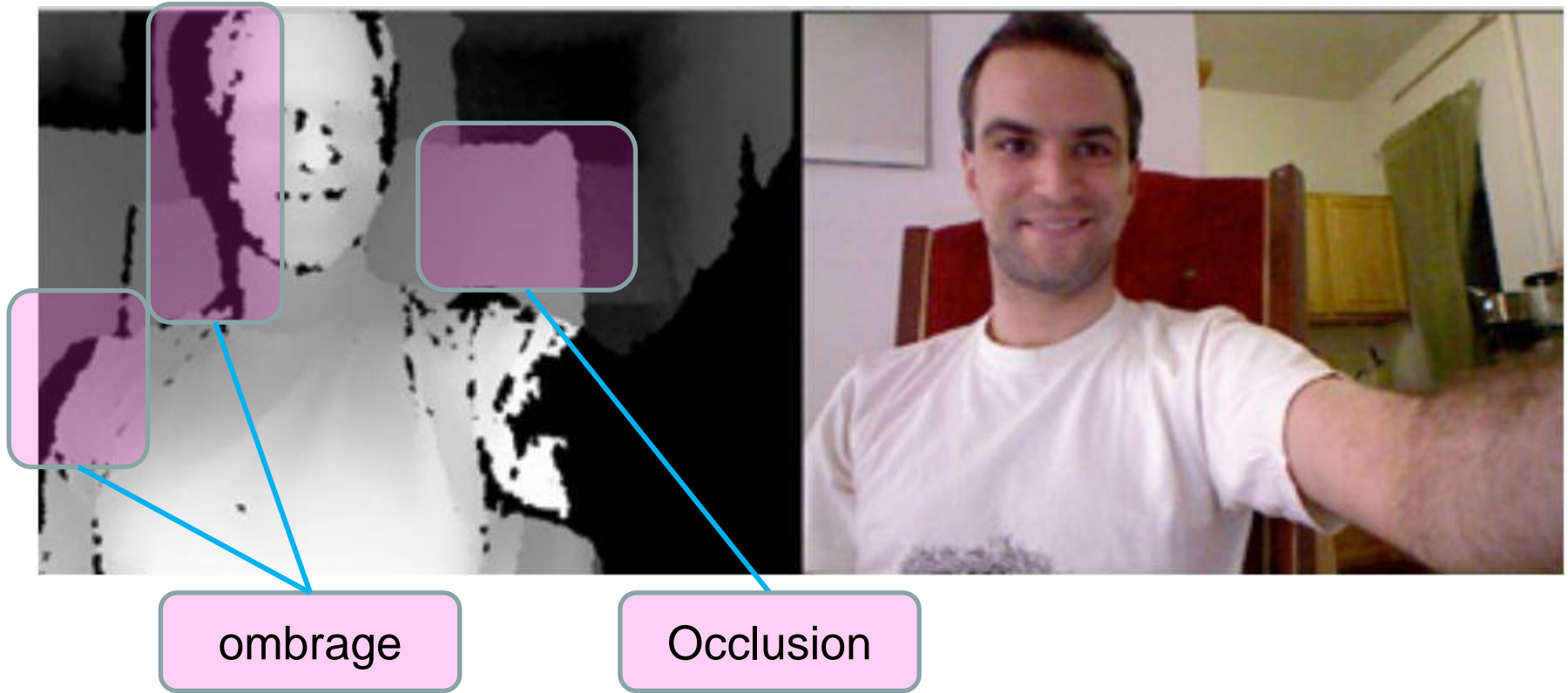
Le mur est d'un certain niveau de gris

Le miroir sur le mur (à la même distance !!) a un niveau de gris différent de celui du mur et non uniforme !!

- ↳ La lumière IR est réfléchiée par la surface du miroir
 - ↳ Pas de diffusion de la lumière IR qui permet le retour de celle-ci vers le récepteur IR
- ↳ Une partie de la lumière diffusée par les objets de la pièce touchés par les points IR se réfléchit sur le miroir et atteint le récepteur IR → distances perçues sont celles des images des objets par la miroir...



→ Occlusions et ombrages

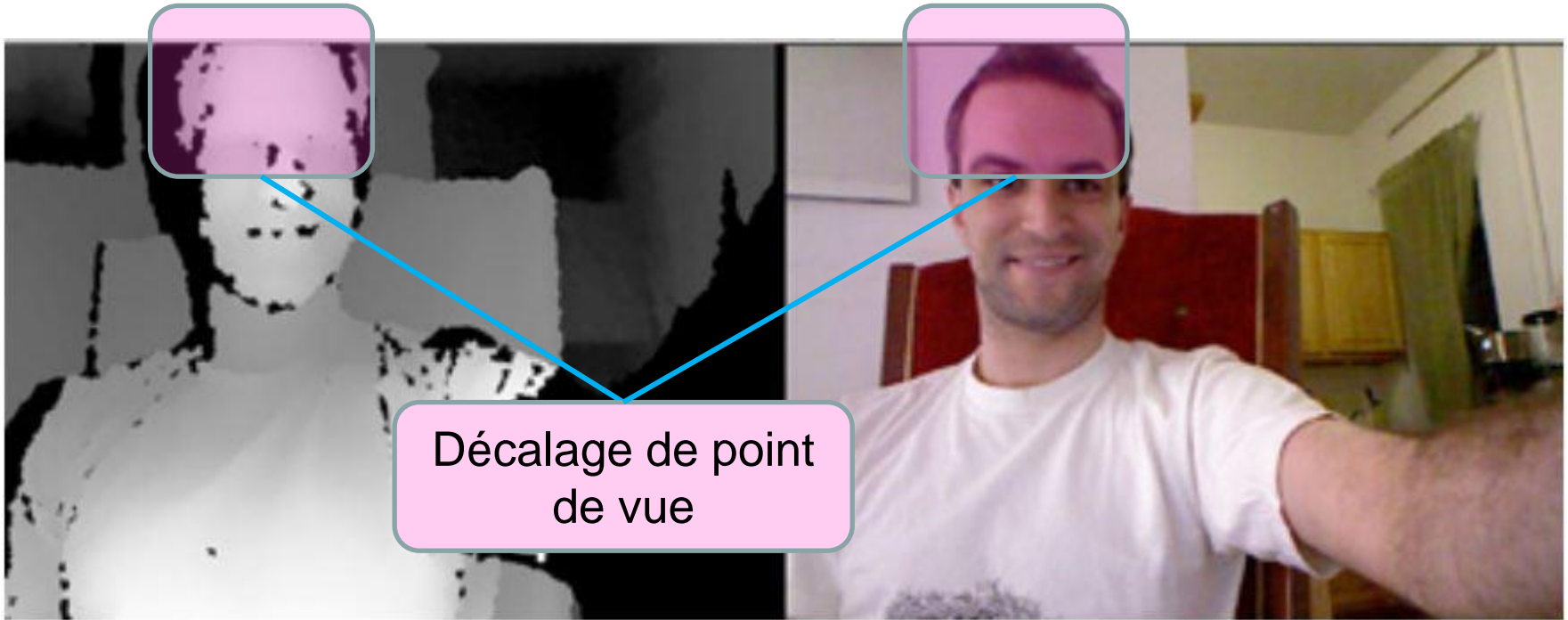


↳ Comme pour l'image en couleur, les zones qui ne sont pas éclairées par la grille IR ne peuvent être mesurées...

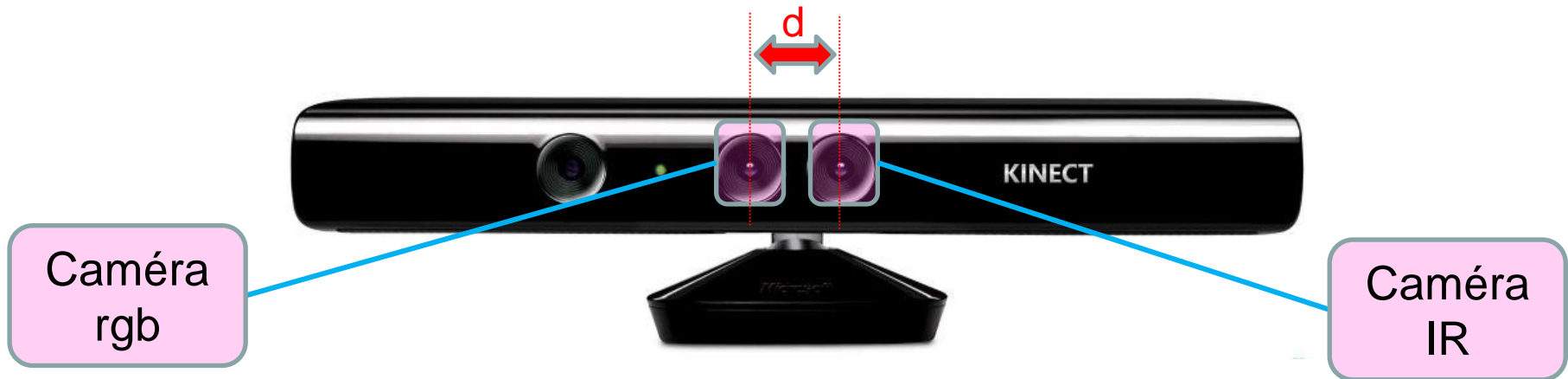
↳ Zones ombragées

↳ Zones d'occlusion : objets situés derrière des objets de 1^{er} plan...

→ Désalignement entre l'image en couleur et l'image en profondeur



↳ Décalage entre les images causé par le décalage entre la caméra rgb et la caméra IR:



2.3. Comprendre une image en profondeur



Image en profondeur
: image en NG
 $r = g = b$



Image en couleur
(r,g,b)



Chaque canal sur 1 octet !!

➔ Vérification par la lecture des pixels...

➤ Programme suivant...

Lecture des pixels: (copier-coller)

```
import SimpleOpenNI.*;  
SimpleOpenNI kinect;
```

```
void setup(){  
  size (640*2, 480);  
  kinect = new SimpleOpenNI(this);  
  kinect.enableDepth();  
  kinect.enableRGB();  
}
```

```
void draw(){  
  kinect.update();  
  PImage depthImage = kinect.depthImage();  
  PImage rgbImage = kinect.rgbImage();  
  image(depthImage, 0, 0);  
  image(rgbImage, 640, 0);  
}
```

```
void mousePressed(){  
  color c = get(mouseX, mouseY);  
  println("r: " + red(c) + "g: " + green(c) + " b: " + blue(c));  
}
```

Lecture des pixels: (copier-coller)

```
import SimpleOpenNI.*;
SimpleOpenNI kinect;

void setup(){
  size (640*2, 480);
  kinect = new SimpleOpenNI(this);
  kinect.enableDepth();
  kinect.enableRGB();
}

void draw(){
  kinect.update();
  PImage depthImage = kinect.depthImage();
  PImage rgbImage = kinect.rgbImage();
  image(depthImage, 0, 0);
  image(rgbImage, 640, 0);
}

void mousePressed(){
  color c = get(mouseX, mouseY);
  println("r: " + red(c) + "g: " + green(c) + " b: " + blue(c));
}
```

Vérifier la valeur des pixels de
l'image en couleur et de
l'image en profondeur

Q: comment relier la valeur
d'un pixel à la distance
réelle à un objet ?

➔ En réalité, l'image en profondeur est la représentation (très approximative) d'un tableau de mesures effectuée par la kinect:

↳ Distances mesurées entre 0 (ou plutôt 50cm) et 8000mm...

↳ Valeur de la mesure codée sur 11 bits soit **2024 « paliers de distance »**

↳ Pas de la mesure: $\Delta x = \frac{D_{max}}{2024} = \frac{8000}{2024} \approx \mathbf{3,95\ mm}$

➔ Les pixels de l'image en profondeur sont codés sur 1 octet

↳ 256 « paliers de distance » traduits graphiquement en niveaux de gris

↳ Pas de la mesure: $\Delta x' = \frac{8000}{256} \approx \mathbf{31,3\ mm}$ Résolution moindre !!



Possibilité d'accéder directement au tableau de mesure

Partie suivante

2.4. Accéder au tableau des distances

Bilan sur la classe SimpleOpenNI:

Classe
« SimpleOpenNI »

Méthodes déjà utilisées

- ➔ enableDepth()
- ➔ enableRGB()
- ➔ update()
- ➔ depthImage()
- ➔ rgbImage()

Attributs

Aucun pour
l'instant...

Nouvelle méthode

➔ **depthMap()**

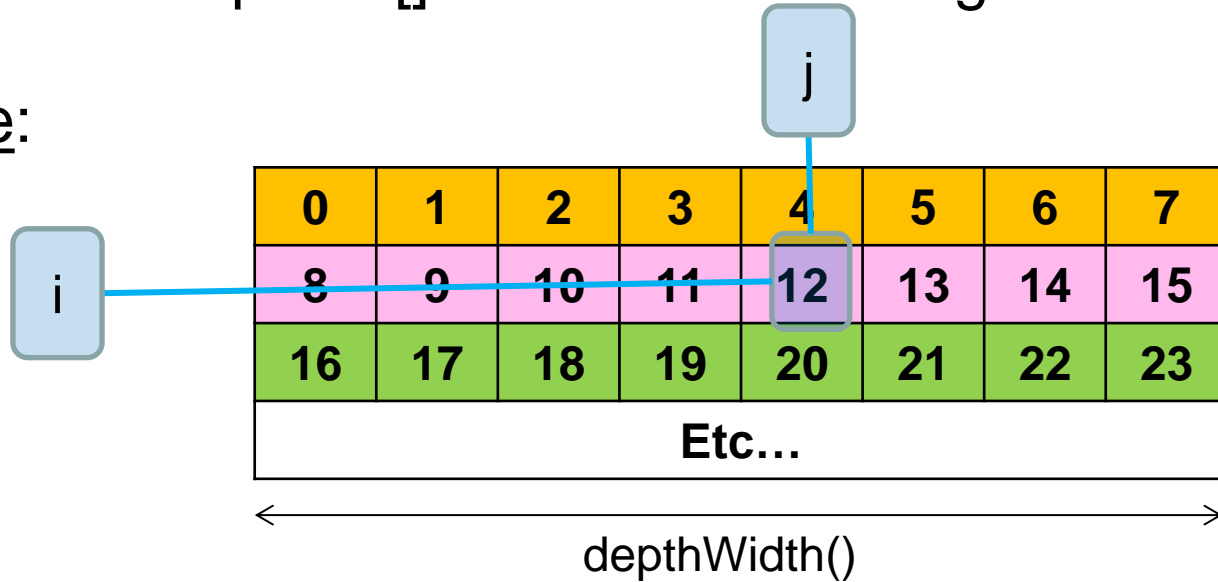


Renvoie un tableau-1D (liste) d'entier contenant les différentes valeurs des profondeurs mesurées selon la grille IR.

Organisation du tableau de profondeur renvoyé par depthMap()

→ Idem que l'attribut pixels[] de la classe PImage

depth Image:



depthMap :



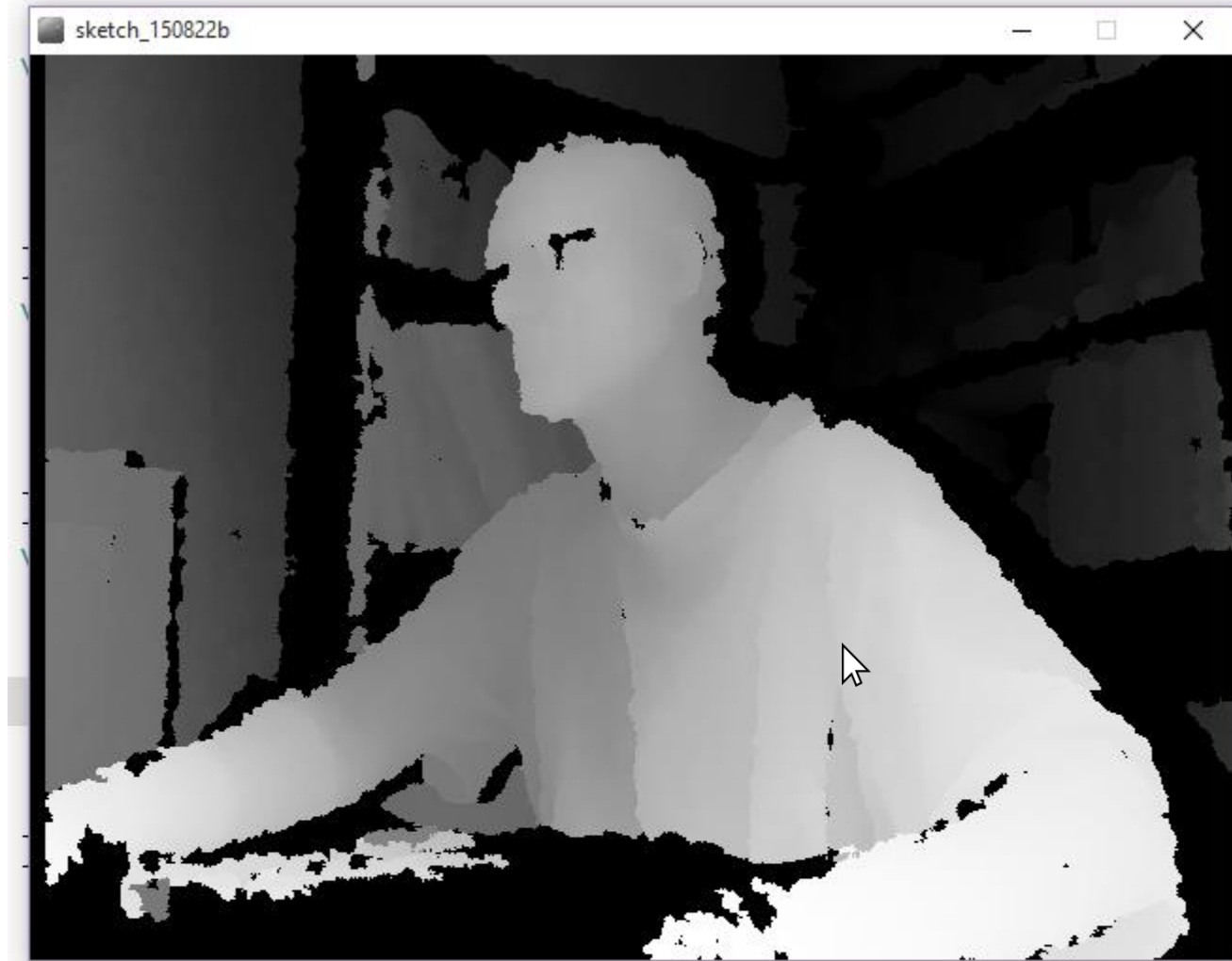
→ Comment relier les coordonnées (i,j) d'un pixel à l'indice k du tableau depthMap ?

↳ On montre : $k = j + i * \text{depthWidth}()$

Affichage de la distance d'un point à la caméra :

Algorithme:

- ➔ Afficher depthImage
- ➔ Lorsqu'on clique sur un pixel, écrire la valeur de la distance



```
<  
SimpleOpenNI Version 1.96  
distance au pixel (382,286), est : 780 mm
```

Programme:

```
import SimpleOpenNI.*;
SimpleOpenNI kinect;

void setup() {
  size(640, 480);
  kinect = new SimpleOpenNI(this);
  kinect.enableDepth();
}
void draw() {
  kinect.update();
  PImage depthImage = kinect.depthImage();
  image(depthImage, 0, 0);
}
void mousePressed(){
  int[] depthValues = kinect.depthMap();
  int clickPosition = mouseX + (mouseY * 640);
  int clickedDepth = depthValues[clickPosition];
  println("distance au pixel (" + mouseX + "," +
          mouseY + "), est : " + clickedDepth + " mm" );
}
```


Copier/coller:

```
import SimpleOpenNI.*;
SimpleOpenNI kinect;

void setup() {
  size(640, 480);
  kinect = new SimpleOpenNI(this);
  kinect.enableDepth();
}

void draw() {
  kinect.update();
  PImage depthImage = kinect.depthImage();
  image(depthImage, 0, 0);
}

void mousePressed(){
  int[] depthValues = kinect.depthMap();
  int clickPosition = mouseX + (mouseY * 640);
  int clickedDepth = depthValues[clickPosition];
  println("distance au pixel (" + mouseX + "," +
    mouseY + "), est : " + clickedDepth + " mm" );
}
```

2.5. Traquer le point le plus proche de la Kinect

Bilan sur la classe SimpleOpenNI:

Classe
« SimpleOpenNI »

Méthodes déjà utilisées

- ➔ enableDepth()
- ➔ enableRGB()
- ➔ update()
- ➔ depthImage()
- ➔ rgbImage()

Attributs

Aucun pour
l'instant...

Nouvelle méthode

➔ **depthMap()**



Renvoie un tableau-1D (liste) d'entier contenant les différentes valeurs des profondeurs mesurées selon la grille IR.

Algorithme de tracking pour chaque boucle « draw() » :

- ➡ Récupérer le tableau des profondeurs depuis la kinect : `depthMap()`
- ➡ Parcourir les pixels de la depthImage – pour chaque ligne (indice y) :
 - ➡ pour chaque pixels de cette ligne (indice x) :
 - ➡ Calculer l'indice i dans le tableau depthMap ($i=x+y*640$)
 - ➡ Récupérer la valeur de la profondeur à cet indice i
 - ➡ Si cette valeur est la plus petite rencontrée:
 - ➡ Mémoriser cette plus petite valeur
 - ➡ Mémoriser la position la position correspondante (x,y) du pixel
- ➡ Fin des deux boucles: À la fin du parcours de l'image, la dernière profondeur mémorisée est la plus petite de toute l'image et le dernier couple (x,y) mémorisé est la position correspondante
- ➡ Afficher l'image en profondeur
- ➡ Afficher un disque rouge à la position (x,y) correspondant à la plus petite profondeur précédemment détectée.

```

import SimpleOpenNI.*;
SimpleOpenNI kinect;
int closestValue;
int closestX;
int closestY;
void setup(){
  size(640, 480);
  kinect = new SimpleOpenNI(this);
  kinect.enableDepth();
}
void draw(){
  closestValue = 8000;
  kinect.update();
  // get the depth array from the kinect
  int[] depthValues = kinect.depthMap();
  // for each row in the depth image
  for(int y = 0; y < 480; y++){
    // look at each pixel in the row
    for(int x = 0; x < 640; x++){
      // pull out the corresponding value from the depth array
      int i = x + y * 640;
      int currentDepthValue = depthValues[i];
      // if that pixel is the closest one we've seen so far
      if(currentDepthValue > 0 && currentDepthValue < closestValue){
        // save its value
        closestValue = currentDepthValue;
        // and save its position (both X and Y coordinates)
        closestX = x;
        closestY = y;
      }
    }
  }
  //draw the depth image on the screen
  image(kinect.depthImage(),0,0);
  // draw a red circle over it,
  // positioned at the X and Y coordinates
  // we saved of the closest pixel.
  fill(255,0,0);
  ellipse(closestX, closestY, 25, 25);
}

```

Programme

Copier/coller le
code et lancer le
programme



Précaution d'emploi:

Placer la kinect sur une
table en hauteur et vérifier
que dans la scène
observée, l'objet le plus
proche est bien l'objet
souhaité (main, etc...)

Copier/coler:

```
import SimpleOpenNI.*;
```

```
SimpleOpenNI kinect;
```

```
int closestValue;
```

```
int closestX;
```

```
int closestY;
```

```
void setup(){
```

```
  size(640, 480);
```

```
  kinect = new SimpleOpenNI(this);
```

```
  kinect.enableDepth();
```

```
}
```

```
void draw(){
```

```
  closestValue = 8000;
```

```
  kinect.update();
```

```
  // get the depth array from the kinect
```

```
  int[] depthValues = kinect.depthMap();
```

```
  // for each row in the depth image
```

```
  for(int y = 0; y < 480; y++){
```

```
    // look at each pixel in the row
```

```
    for(int x = 0; x < 640; x++){
```

```
      // pull out the corresponding value from the depth array
```

```
      int i = x + y * 640;
```

```
      int currentDepthValue = depthValues[i];
```

```
      // if that pixel is the closest one we've seen so far
```

```
      if(currentDepthValue > 0 && currentDepthValue < closestValue){
```

```
        // save its value
```

```
        closestValue = currentDepthValue;
```

```
        // and save its position (both X and Y coordinates)
```

```
        closestX = x;
```

```
        closestY = y;
```

```
      }
```

```
    }
```

```
  }
```

```
  //draw the depth image on the screen
```

```
  image(kinect.depthImage(),0,0);
```

```
  // draw a red circle over it,
```

```
  // positioned at the X and Y coordinates
```

```
  // we saved of the closest pixel.
```

```
  fill(255,0,0);
```

```
  ellipse(closestX, closestY, 25, 25);
```

```
}
```

Commentaire du code

```
import SimpleOpenNI.*;
SimpleOpenNI kinect;
int closestValue;
int closestX;
int closestY;
void setup(){
    size(640, 480);
    kinect = new SimpleOpenNI(this);
    kinect.enableDepth();
}
void draw(){
    closestValue = 8000;
    kinect.update();
    // get the depth array from the kinect
    int[] depthValues = kinect.depthMap();
    // for each row in the depth image
    for(int y = 0; y < 480; y++){
        // look at each pixel in the row
        for(int x = 0; x < 640; x++){
            // pull out the corresponding value from the depth array
            int i = x + y * 640;
            int currentDepthValue = depthValues[i];
            // if that pixel is the closest one we've seen so far
            if(currentDepthValue > 0 && currentDepthValue < closestValue){
                // save its value
                closestValue = currentDepthValue;
                // and save its position (both X and Y coordinates)
                closestX = x;
                closestY = y;
            }
        }
    }
    //draw the depth image on the screen
    image(kinect.depthImage(),0,0);
    // draw a red circle over it,
    // positioned at the X and Y coordinates
    // we saved of the closest pixel.
    fill(255,0,0);
    ellipse(closestX, closestY, 25, 25);
}
```

```
import SimpleOpenNI.*;
SimpleOpenNI kinect;
int closestValue;
int closestX;
int closestY;
```

Variables globales
(par défaut initialisées à 0)

```
void setup(){
```

Initialisation/instanciation de la
classe SimpleOpenNI et
lancement de l'acquisition de
l'image en profondeur

```
size(640, 480);
kinect = new SimpleOpenNI(this);
kinect.enableDepth();
```

```
void draw(){
```

```
closestValue = 8000;
```

```
kinect.update();
```

Initialisation de la plus petite
valeur détectée à 8000 (la plus
grande valeur possible)

```
// get the depth array from the kinect
int[] depthValues = kinect.depthMap();
// for each row in the depth image
for(int y = 0; y < 480; y++){
// look at each pixel in the row
for(int x = 0; x < 640; x++){
// pull out the corresponding value from the depth array
int i = x + y * 640;
int currentDepthValue = depthValues[i];
// if that pixel is the closest one we've seen so far
if(currentDepthValue > 0 && currentDepthValue < closestValue){
// save its value
closestValue = currentDepthValue;
// and save its position (both X and Y coordinates)
closestX = x;
closestY = y;
}
}
}
```

Récupération des données
issues de la kinect
(depthImage)

```
//draw the depth image on the screen
```

```
image(kinect.depthImage(),0,0);
```

```
// draw a red circle over it,
```

```
// positioned at the X and Y coordinates
```

```
// we saved of the closest pixel.
```

```
fill(255,0,0);
```

```
ellipse(closestX, closestY, 25, 25);
```

```
}
```

```
import SimpleOpenNI.*;
SimpleOpenNI kinect;
int closestValue;
int closestX;
int closestY;
void setup(){
  size(640, 480);
  kinect = new SimpleOpenNI(this);
  kinect.enableDepth();
}
```

Mémorisation du tableau de profondeur dans la variable depthValues[]

Recherche et mémorisation de la plus petite valeur de la profondeur parmi tous les pixels de depthImage

```
void draw(){
  closestValue = 8000;
  kinect.update();
  // get the depth array from the kinect
  int[] depthValues = kinect.depthMap();
```

```
// for each row in the depth image
for(int y = 0; y < 480; y++){
  // look at each pixel in the row
  for(int x = 0; x < 640; x++){
    // pull out the corresponding value from the depth array
    int i = x + y * 640;
    int currentDepthValue = depthValues[i];
    // if that pixel is the closest one we've seen so far
    if(currentDepthValue > 0 && currentDepthValue < closestValue){
      // save its value
      closestValue = currentDepthValue;
      // and save its position (both X and Y coordinates)
      closestX = x;
      closestY = y;
    }
  }
}
```

```
//draw the depth image on the screen
image(kinect.depthImage(),0,0);
// draw a red circle over it,
// positioned at the X and Y coordinates
// we saved of the closest pixel.
```

```
fill(255,0,0);
ellipse(closestX, closestY, 25, 25);
}
```

Affichage de depthImage

Affichage d'un disque rouge à la position de la plus petite profondeur

Amélioration possible du programme

➔ Utilisation d'une variable unique de type Pvector pour mémoriser la position du point le plus proche :

`int` closestX
`int` closestY } ➔ `Pvector` closestPosition
↳ À initialiser dans le `setup()`

➔ Utilisation de la méthode *min()* directement sur le tableau `depthValues[]` pour déterminer la profondeur minimale...

↳ On évite la double boucle

↳ Pb: trouver la position de l'élément trouvé....

➔ Autre possibilité: garder la double boucle mais effectuer la recherche de la profondeur minimale et de sa position dans une méthode à part : `findMinValue()`

2.6. Dessiner au « feutre invisible » !!

- Utilisation de la distance minimale précédemment détectée pour dessiner une courbe à la main...
- Programme quasiment identique au précédent :
 - ↳ Rajout de variables globales permettant la mémorisation des positions (x_{\min}, y_{\min}) précédemment trouvées
 - ↳ Tracer de proche en proche une ligne entre le point (x_{\min}, y_{\min}) précédemment trouvés et le nouveau point (x_{\min}, y_{\min}) nouvellement trouvé...

code:

```
import SimpleOpenNI.*;
```

```
SimpleOpenNI kinect;
```

```
int closestValue;
```

```
int closestX;
```

```
int closestY;
```

```
// declare global variables for the
```

```
// previous x and y coordinates
```

```
int lastX, lastY ;
```

```
void setup(){
```

```
  size(640, 480);
```

```
  kinect = new SimpleOpenNI(this);
```

```
  kinect.enableDepth();
```

```
}
```

```
void draw(){
```

```
  closestValue = 8000;
```

```
  kinect.update();
```

```
  // get the depth array from the kinect
```

```
  int[] depthValues = kinect.depthMap();
```

```
  // for each row in the depth image
```

```
  for(int y = 0; y < 480; y++){
```

```
    // look at each pixel in the row
```

```
    for(int x = 0; x < 640; x++){
```

```
      // pull out the corresponding value from the depth array
```

```
      int i = x + y * 640;
```

```
      int currentDepthValue = depthValues[i];
```

```
      // if that pixel is the closest one we've seen so far
```

```
      if(currentDepthValue > 0 && currentDepthValue < closestValue){
```

```
        // save its value
```

```
        closestValue = currentDepthValue;
```

```
        // and save its position (both X and Y coordinates)
```

```
        closestX = x;
```

```
        closestY = y;
```

```
      }
```

```
    }
```

```
  }
```

```
  //draw the depth image on the screen
```

```
  image(kinect.depthImage(),0,0);
```

```
  // set the line drawing color to red
```

```
  stroke(255,0,0);
```

```
  // draw a line from the previous point to the new closest one
```

```
  line(lastX, lastY, closestX, closestY);
```

```
  // save the closest point as the new previous one
```

```
  lastX = closestX;
```

```
  lastY = closestY;
```

```
}
```

Différents problèmes:

→ Les lignes successives sont effacées à cause du rafraichissement de l'image en profondeur



→ Solution:

↳ Ne plus afficher depthImage dans le draw()

↳ Afficher sur fond noir...

code:

```
import SimpleOpenNI.*;
```

```
SimpleOpenNI kinect;
```

```
int closestValue;
```

```
int closestX;
```

```
int closestY;
```

```
// declare global variables for the
```

```
// previous x and y coordinates
```

```
int lastX, lastY ;
```

```
void setup(){
```

```
  size(640, 480);
```

```
  background(0);
```

```
  kinect = new SimpleOpenNI(this);
```

```
  kinect.enableDepth();
```

```
}
```

```
void draw(){
```

```
  closestValue = 8000;
```

```
  kinect.update();
```

```
  // get the depth array from the kinect
```

```
  int[] depthValues = kinect.depthMap();
```

```
  // for each row in the depth image
```

```
  for(int y = 0; y < 480; y++){
```

```
    // look at each pixel in the row
```

```
    for(int x = 0; x < 640; x++){
```

```
      // pull out the corresponding value from the depth array
```

```
      int i = x + y * 640;
```

```
      int currentDepthValue = depthValues[i];
```

```
      // if that pixel is the closest one we've seen so far
```

```
      if(currentDepthValue > 0 && currentDepthValue < closestValue){
```

```
        // save its value
```

```
        closestValue = currentDepthValue;
```

```
        // and save its position (both X and Y coordinates)
```

```
        closestX = x;
```

```
        closestY = y;
```

```
      }
```

```
    }
```

```
  }
```

```
  //draw the depth image on the screen
```

```
  // image(kinect.depthImage(),0,0);
```

```
  // set the line drawing color to red
```

```
  stroke(255,0,0);
```

```
  // draw a line from the previous point to the new closest one
```

```
  line(lastX, lastY, closestX, closestY);
```

```
  // save the closest point as the new previous one
```

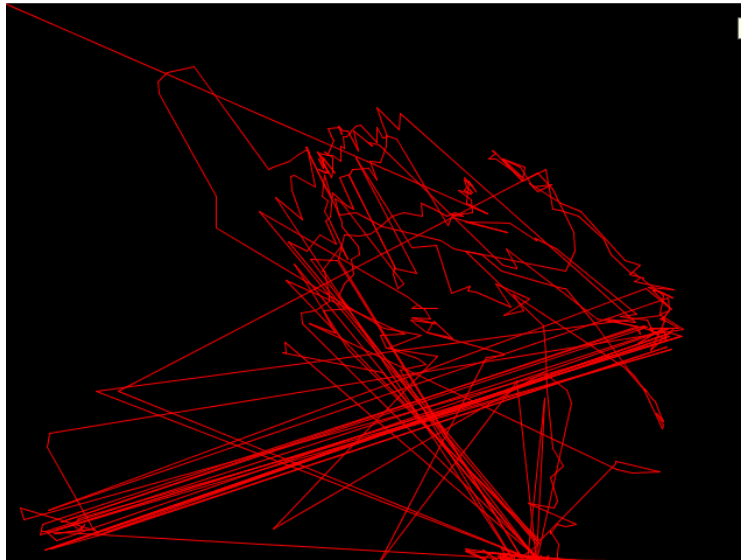
```
  lastX = closestX;
```

```
  lastY = closestY;
```

```
}
```

Différents problèmes:

→ Sauts trop importants entre les différentes lignes !!



→ Mauvais tracking

→ Déplacement inversé par rapport à la réalité...

→ Solution:

↳ Symétriser la position x dans l'image : $x \leftarrow 640 - x - 1$

↳ Ne prendre en compte que les positions entre 60cm et 1,5m pour éliminer les sauts trop grands

↳ Interpoler les positions et lisser la courbe entre les différentes positions

code:

1

```
import SimpleOpenNI.*;
SimpleOpenNI kinect;
int closestValue;
int closestX;
int closestY;
float lastX;
float lastY;

void setup(){
  size(640, 480);
  kinect = new SimpleOpenNI(this);
  kinect.enableDepth();

  // initialisation de la position initiale du point traqué
  // au milieu de la fenêtre d'affichage
  lastX = width/2;
  lastY = height/2;

  // start out with a black background
  background(0);
}
```

2

```
void draw(){
  closestValue = 8000;
  kinect.update();
  int[] depthValues = kinect.depthMap();
  for(int y = 0; y < 480; y++){
    for(int x = 0; x < 640; x++){
      // reverse x by moving in from
      // the right side of the image

      //int reversedX = 640-x-1;
      int reversedX = x;

      // use reversedX to calculate
      // the array index
      int i = reversedX + y * 640;
      int currentDepthValue = depthValues[i];
      // only look for the closestValue within a range
      // 610 (or 2 feet) is the minimum
      // 1525 (or 5 feet) is the maximum
      if(currentDepthValue > 610 && currentDepthValue < 1525
        && currentDepthValue < closestValue){
        closestValue = currentDepthValue;
        closestX = x;
        closestY = y;
      }
    }
  }

  // "linear interpolation", i.e.
  // smooth transition between last point
  // and new closest point
  float interpolatedX = lerp(lastX, closestX, 0.3f);
  float interpolatedY = lerp(lastY, closestY, 0.3f);
  stroke(255,0,0);

  // make a thicker line, which looks nicer
  strokeWeight(3);
  line(lastX, lastY, interpolatedX, interpolatedY);
  lastX = interpolatedX;
  lastY = interpolatedY;
}
```

3

```
void mousePressed(){
  // save image to a file
  // then clear it on the screen
  save("drawing.png");
  background(0);
}
```

2.7. Manipulation d'image par le geste

Projet 7: Minority Report Photos

 Voir tutoriel

CHAPITRE 3

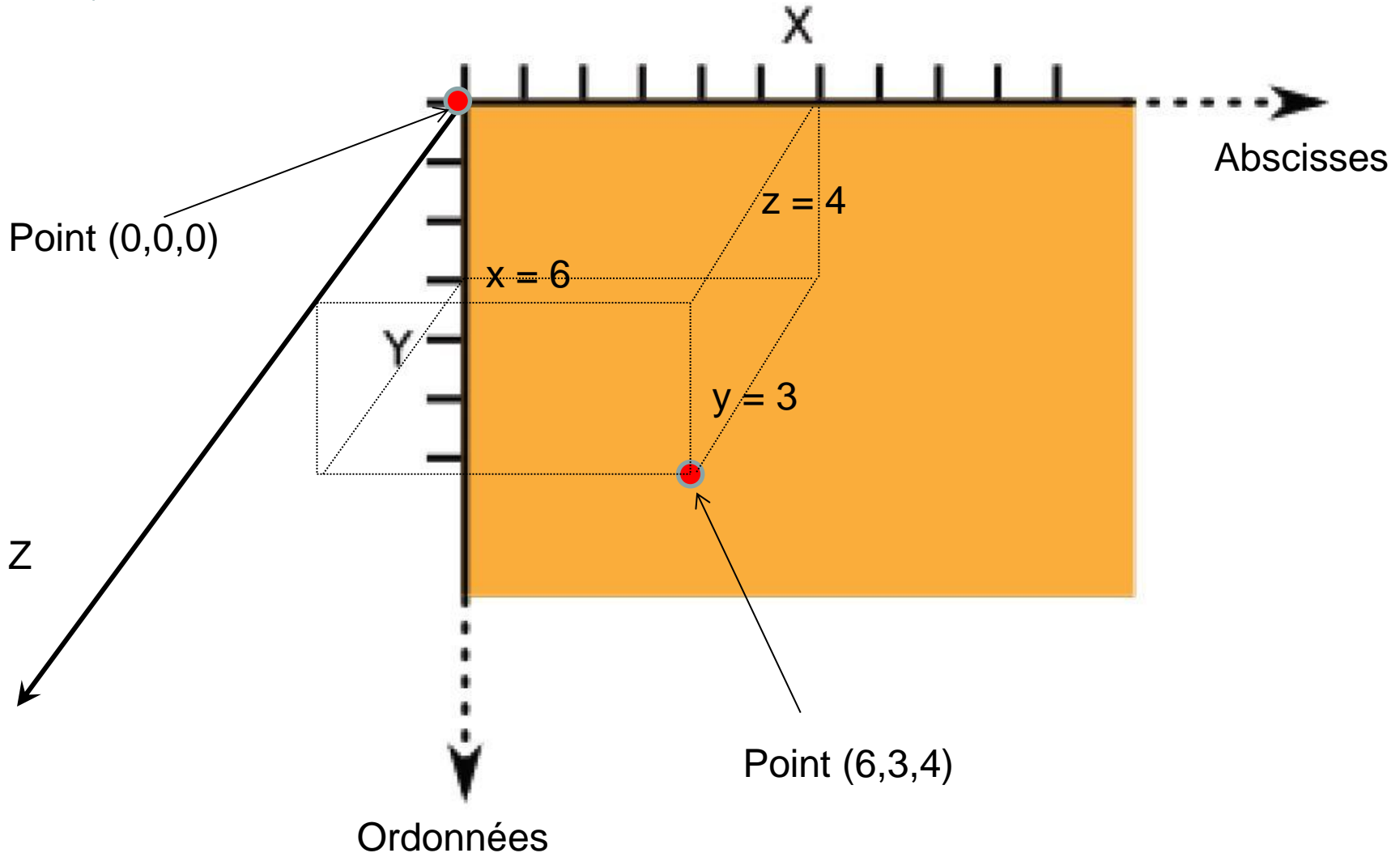
TRAVAILLER SUR LE NUAGE DE POINTS

III. TRAVAILLER SUR LE NUAGE DE POINTS

3.1. Présentation – espace 3D

→ La Kinect renvoie les coordonnées 3D des points détectés

↳ Création d'un modèle 3D de la scène !!

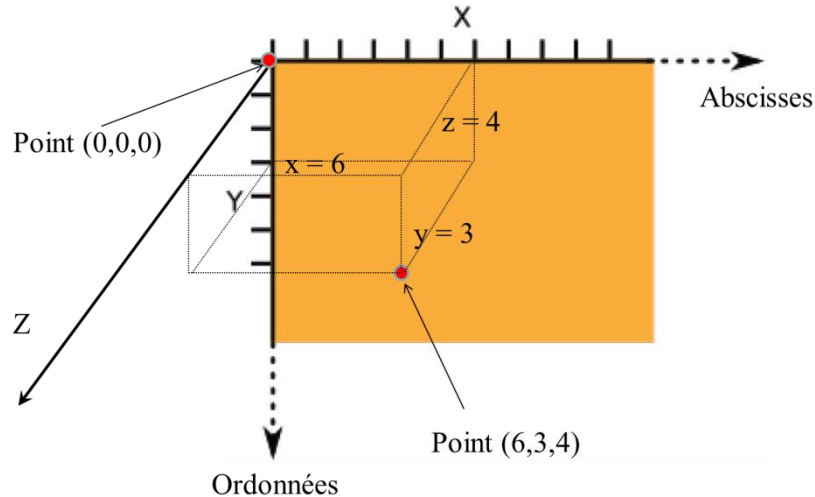


III. TRAVAILLER SUR LE NUAGE DE POINTS

3.1. Présentation – espace 3D

➔ La Kinect renvoie les coordonnées 3D des points détectés

↳ Création d'un modèle 3D de la scène !!



↳ Possibilité de faire tourner la scène et de l'observer sous différents angles de vue, sans bouger la Kinect !!!

➔ Voir le projet « **KINECT/MULTITOUCH** » effectué à la Gaité Lyrique (2015) par **Morgane Guillaume et Audrey Herd-Smith**

↳ <http://www.tonerkebab.fr/wiki/doku.php/wiki:projets:gaite:projet1>

3.2. Affichage du nuage de points

Classe
« SimpleOpenNI »

Méthodes déjà utilisées

- ➔ enableDepth()
- ➔ enableRGB()
- ➔ update()
- ➔ depthImage()
- ➔ rgbImage()
- ➔ depthMap()

Attributs

Aucun pour
l'instant...

Nouvelle méthode

➔ **depthMapRealWorld()**



Renvoie un tableau-1D (liste) de PVector contenant les coordonnées 3D des points de la scène...

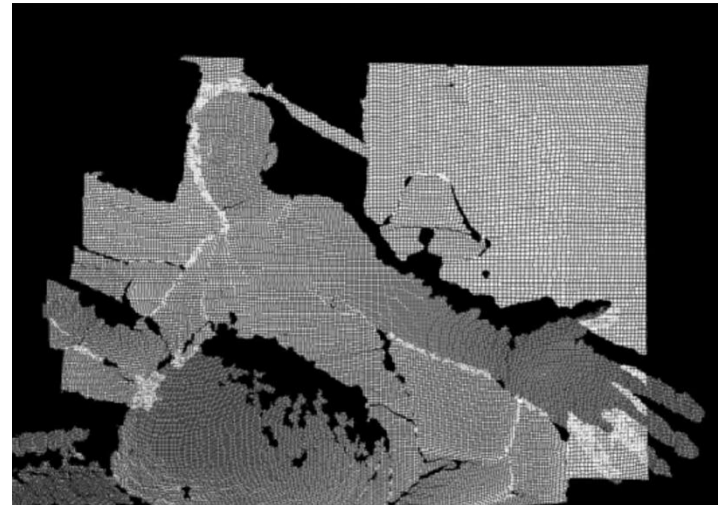
```
import processing.opengl.*;
import SimpleOpenNI.*;
```

```
SimpleOpenNI kinect;
```

```
void setup() {
  size(1024, 768, OPENGL);
  kinect = new SimpleOpenNI(this);
  kinect.enableDepth();
}
```

```
void draw() {
  background(0);
  kinect.update();
  // prepare to draw centered in x-y
  // pull it 1000 pixels closer on z
  translate(width/2, height/2, -1000);
  rotateX(radians(180)); // flip y-axis from "realWorld" 2
  stroke(255);
  // get the depth data as 3D points
  PVector[] depthPoints = kinect.depthMapRealWorld();
  for(int i = 0; i < depthPoints.length; i++){
    // get the current point from the point array
    PVector currentPoint = depthPoints[i];
    // draw the current point
    point(currentPoint.x, currentPoint.y, currentPoint.z);
  }
}
```

Copier/coller le code et lancer le programme



Utilisation de la classe PVector !!

Commentaire du code

```
import processing.opengl.*;
import SimpleOpenNI.*;
```

```
SimpleOpenNI kinect;
```

```
void setup() {
```

```
  size(1024, 768, OPENGLE);
```

```
  kinect = new SimpleOpenNI(this);
```

```
  kinect.enableDepth();
```

```
}
```

```
void draw() {
```

```
  background(0);
```

```
  kinect.update();
```

```
  // prepare to draw centered in x-y
```

```
  // pull it 1000 pixels closer on z
```

```
  translate(width/2, height/2, -1000);
```

```
  rotateX(radians(180)); // flip y-axis from "realWorld" 2
```

```
  stroke(255);
```

```
  // get the depth data as 3D points
```

```
  PVector[] depthPoints = kinect.depthMapRealWorld();
```

```
  for(int i = 0; i < depthPoints.length; i++){
```

```
    // get the current point from the point array
```

```
    PVector currentPoint = depthPoints[i];
```

```
    // draw the current point
```

```
    point(currentPoint.x, currentPoint.y, currentPoint.z);
```

```
  }
```

```
}
```

Librairies:

OpenGL (calcul d'image 3D)

SimpleOpenNI (Kinect)

Déclaration d'une variable globale
kinect de type SimpleOpenNI

Étalonnage de la taille de la fenêtre
d'affichage et appel à la 3D via OPENGLE

Commentaire du code

```
import processing.opengl.*;
import SimpleOpenNI.*;
```

```
SimpleOpenNI kinect;
```

```
void setup() {
```

```
  size(1024, 768, OPENGLE);
```

```
  kinect = new SimpleOpenNI(this);
```

```
  kinect.enableDepth();
```

```
}
```

```
void draw() {
```

```
  background(0);
```

```
  kinect.update();
```

```
  // prepare to draw centered in x-y
```

```
  // pull it 1000 pixels closer on z
```

```
  translate(width/2, height/2, -1000);
```

```
  rotateX(radians(180)); // flip y-axis from "realWorld" 2
```

```
  stroke(255);
```

```
  // get the depth data as 3D points
```

```
  PVector[] depthPoints = kinect.depthMapRealWorld();
```

```
  for(int i = 0; i < depthPoints.length; i++){
```

```
    // get the current point from the point array
```

```
    PVector currentPoint = depthPoints[i];
```

```
    // draw the current point
```

```
    point(currentPoint.x, currentPoint.y, currentPoint.z);
```

```
  }
```

```
}
```

Initialisation de l'objet kinect par instantiation de la classe SimpleOpenNI

lancement de l'acquisition de l'image en profondeur pour la récupération des données 3D

Fond noir

Récupération des données 3D issues de la kinect (depthMapRealWorld)

Centrage de l'affichage au milieu de la fenêtre d'affichage et translaté de 1000 pixels vers l'arrière de l'écran

```
import processing.opengl.*;
import SimpleOpenNI.*;
```

```
SimpleOpenNI kinect;
```

```
void setup() {
  size(1024, 768, OPENGL);
  kinect = new SimpleOpenNI(this);
  kinect.enableDepth();
}
```

L'axe des y est orienté vers le bas sous Processing, et orienté vers le haut dans la réalité => nécessité d'effectuer une rotation de 180° de l'affichage pour obtenir une image droite...
(faire le test en mettant en commentaire cette ligne)

```
void draw() {
  background(0);
  kinect.update();
  // prepare to draw centered in x-y
  // pull it 1000 pixels closer on z
  translate(width/2, height/2, -1000);
  rotateX(radians(180)); // flip y-axis from "realWorld" 2
  stroke(255);
  // get the depth data as 3D points
  PVector[] depthPoints = kinect.depthMapRealWorld();
  for(int i = 0; i < depthPoints.length; i++){
    // get the current point from the point array
    PVector currentPoint = depthPoints[i];
    // draw the current point
    point(currentPoint.x, currentPoint.y, currentPoint.z);
  }
}
```

Contours blanc


```
import processing.opengl.*;
import SimpleOpenNI.*;
```

```
SimpleOpenNI kinect;
```

```
void setup() {
  size(1024, 768, OPENGL);
  kinect = new SimpleOpenNI(this);
  kinect.enableDepth();
}
```

```
void draw() {
  background(0);
  kinect.update();
  // prepare to draw centered in x-y
  // pull it 1000 pixels closer on z
  translate(width/2, height/2, -1000);
  rotateX(radians(180)); // flip y-axis from "realWorld" 2
  stroke(255);
  // get the depth data as 3D points
  PVector[] depthPoints = kinect.depthMapRealWorld();
  for(int i = 0; i < depthPoints.length; i++){
    // get the current point from the point array
    PVector currentPoint = depthPoints[i];
    // draw the current point
    point(currentPoint.x, currentPoint.y, currentPoint.z);
  }
}
```

Appel à la méthode `depthMapRealWorld()` de la classe `SimpleOpenNI` qui renvoie le tableau 1D de `Pvectors` contenant les coordonnées 3D des points de la scène. Le tableau est placé dans la variable locale `depthPoints[]`...

```
import processing.opengl.*;
import SimpleOpenNI.*;
```

```
SimpleOpenNI kinect;
```

```
void setup() {
  size(1024, 768, OPENGL);
  kinect = new SimpleOpenNI(this);
  kinect.enableDepth();
}
```

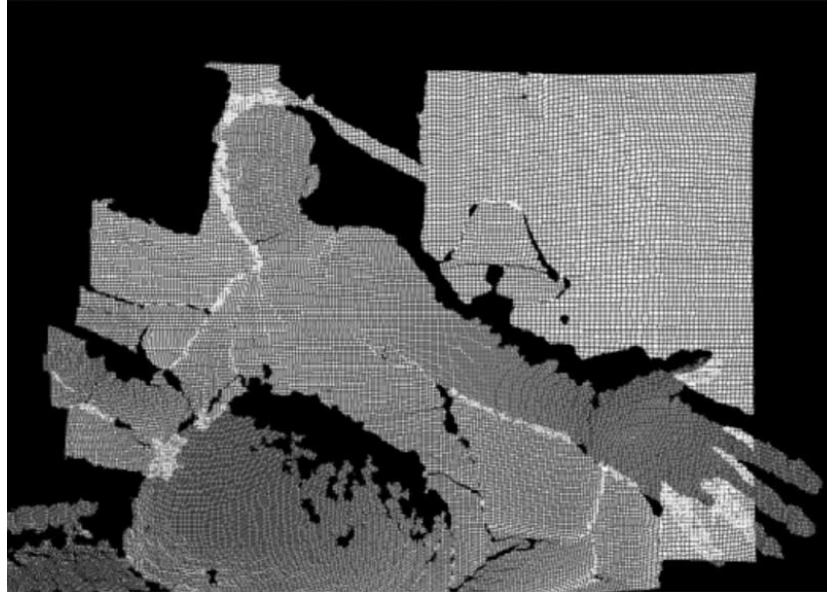
```
void draw() {
  background(0);
  kinect.update();
  // prepare to draw centered in x-y
  // pull it 1000 pixels closer on z
  translate(width/2, height/2, -1000);
  rotateX(radians(180)); // flip y-axis from "realWorld" 2
  stroke(255);
  // get the depth data as 3D points
  PVector[] depthPoints = kinect.depthMapRealWorld();
  for(int i = 0; i < depthPoints.length; i++){
    // get the current point from the point array
    PVector currentPoint = depthPoints[i];
    // draw the current point
    point(currentPoint.x, currentPoint.y, currentPoint.z);
  }
}
```

Affichage en 3D de tous les points contenus dans le tableau depthPoints

3.3. Mettre en mouvement automatiquement le nuage de points

problème:

- ➔ L'échantillonnage spatial de la kinect est très fin => les données à traiter sont très importantes



- ↳ Risque de ralentir l'exécution en cas de mouvement...

➔ Solution:

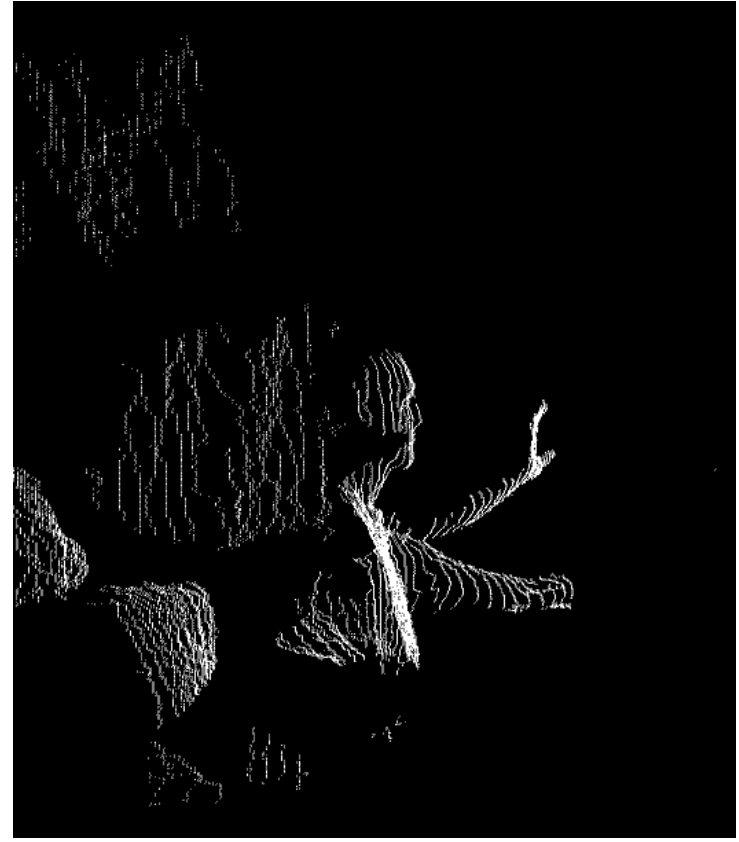
- ↳ Tracer uniquement un 1 sur 10 du tableau renvoyé par `kinect.depthMapRealWorld()`

Objectif du programme

➔ Effectuer une rotation automatique de la scène par rapport à un axe vertical appartenant au plan de l'écran et passant par son centre :



Rotation
automatique



```
import processing.opengl.*;
import SimpleOpenNI.*;
```

```
SimpleOpenNI kinect;
```

```
// variable to hold our current rotation represented in degrees
```

```
float rotation = 0;
```

```
void setup() {
  size(1024, 768, OPENGL);
  kinect = new SimpleOpenNI(this);
  kinect.enableDepth();
}
```

```
void draw() {
  background(0);
  kinect.update();
```

```
// prepare to draw centered in x-y
```

```
// pull it 2000 pixels closer on z
```

```
translate(width/2, height/2, -2000);
```

```
// flip the point cloud vertically:
```

```
rotateX(radians(180));
```

```
// rotate about the y-axis and bump the rotation
```

```
rotateY(radians(rotation));
```

```
rotation++;
```

```
stroke(255);
```

```
PVector[] depthPoints = kinect.depthMapRealWorld();
```

```
// notice: "i+=10"
```

```
// only draw every 10th point to make things faster
```

```
for (int i = 0; i < depthPoints.length; i+=10) {
```

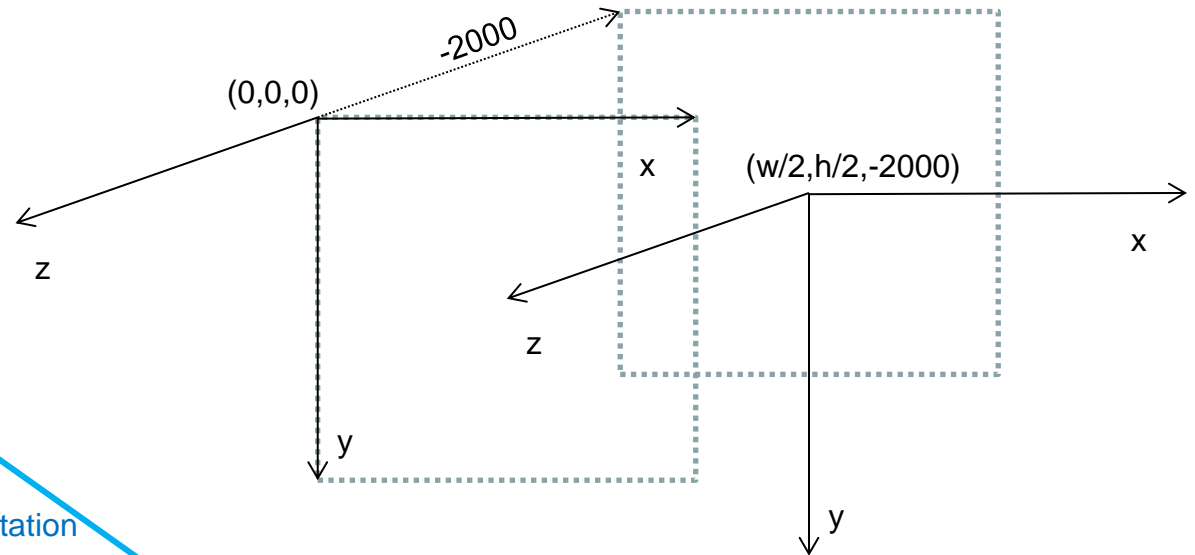
```
  PVector currentPoint = depthPoints[i];
```

```
  point(currentPoint.x, currentPoint.y, currentPoint.z);
```

```
}
```

```
}
```

Copier/coller le code et lancer le programme



Translation de l'origine de (0,0,0) à (w/2,h/2,-2000) pour que l'on puisse observer tout le nuage de points lors de la rotation, sans sortir du champ

```
import processing.opengl.*;
import SimpleOpenNI.*;
```

```
SimpleOpenNI kinect;
```

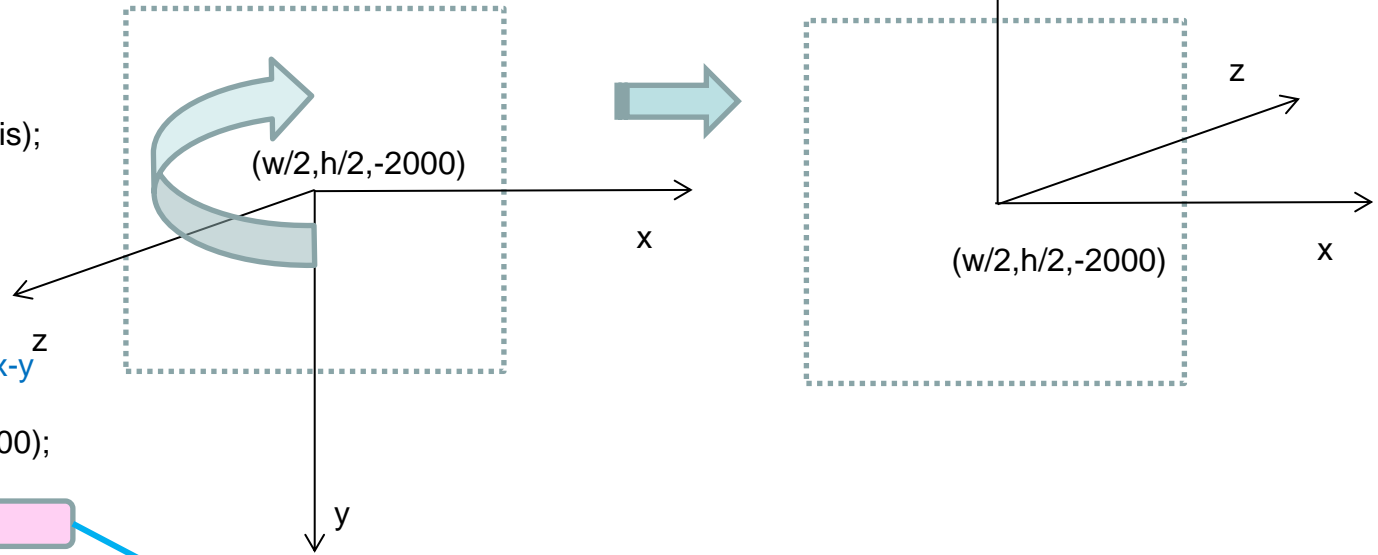
```
// variable to hold our current rotation represented in degrees
```

```
float rotation = 0;
```

```
void setup() {
  size(1024, 768, OPENGLE);
  kinect = new SimpleOpenNI(this);
  kinect.enableDepth();
}
```

```
void draw() {
  background(0);
  kinect.update();
  // prepare to draw centered in x-y
  // pull it 2000 pixels closer on z
  translate(width/2, height/2, -2000);
  // flip the point cloud vertically:
  rotateX(radians(180));
```

```
// rotate about the y-axis and bump the rotation
  rotateY(radians(rotation));
  rotation++;
  stroke(255);
  PVector[] depthPoints = kinect.depthMapRealWorld();
  // notice: "i+=10"
  // only draw every 10th point to make things faster
  for (int i = 0; i < depthPoints.length; i+=10) {
    PVector currentPoint = depthPoints[i];
    point(currentPoint.x, currentPoint.y, currentPoint.z);
  }
}
```



Rotation de 180° autour
de l'axe des X

```
import processing.opengl.*;
import SimpleOpenNI.*;
```

```
SimpleOpenNI kinect;
```

```
// variable to hold our current rotation represented in degrees
```

```
float rotation = 0;
```

```
void setup() {
  size(1024, 768, OPENGLE);
  kinect = new SimpleOpenNI(this);
  kinect.enableDepth();
}
```

```
void draw() {
  background(0);
  kinect.update();
  // prepare to draw centered in x-y
  // pull it 2000 pixels closer on z
  translate(width/2, height/2, -2000);
  // flip the point cloud vertically:
  rotateX(radians(180));
```

```
// rotate about the y-axis and bump the rotation
```

```
rotateY(radians(rotation));
```

```
rotation++;
```

```
stroke(255);
```

```
PVector[] depthPoints = kinect.depthMapRealWorld();
```

```
// notice: "i+=10"
```

```
// only draw every 10th point to make things faster
```

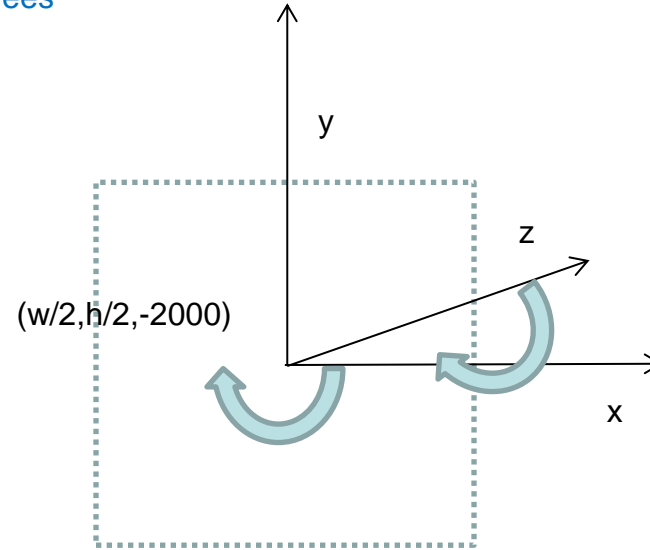
```
for (int i = 0; i < depthPoints.length; i+=10) {
```

```
  PVector currentPoint = depthPoints[i];
```

```
  point(currentPoint.x, currentPoint.y, currentPoint.z);
```

```
}
```

```
}
```



Rotation de d'un angle
« rotation » autour de l'axe y

```
import processing.opengl.*;
import SimpleOpenNI.*;
```

```
SimpleOpenNI kinect;
```

```
// variable to hold our current rotation represented in degrees
```

```
float rotation = 0;
```

```
void setup() {
  size(1024, 768, OPENGL);
  kinect = new SimpleOpenNI(this);
  kinect.enableDepth();
}
```

```
void draw() {
  background(0);
  kinect.update();
  // prepare to draw centered in x-y
  // pull it 2000 pixels closer on z
  translate(width/2, height/2, -2000);
  // flip the point cloud vertically:
  rotateX(radians(180));
```

```
// rotate about the y-axis and bump the rotation
```

```
rotateY(radians(rotation));
```

```
rotation++;
```

```
stroke(255);
```

```
PVector[] depthPoints = kinect.depthMapRealWorld();
```

```
// notice: "i+=10"
```

```
// only draw every 10th point to make things faster
```

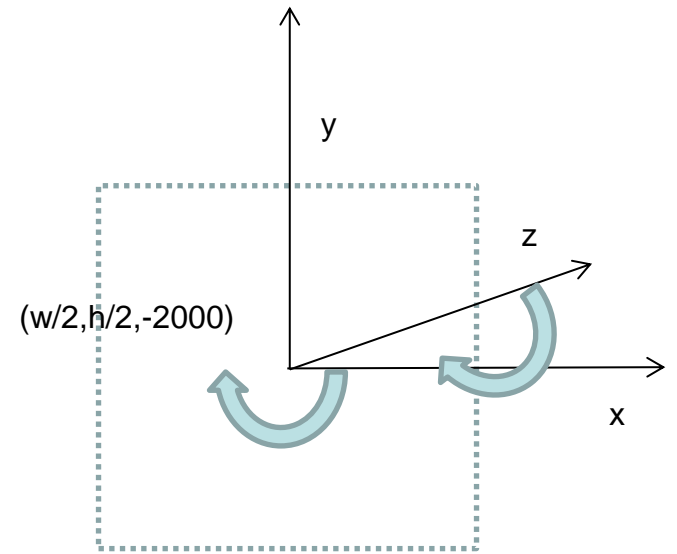
```
for (int i = 0; i < depthPoints.length; i+=10) {
```

```
  PVector currentPoint = depthPoints[i];
```

```
  point(currentPoint.x, currentPoint.y, currentPoint.z);
```

```
}
```

```
}
```



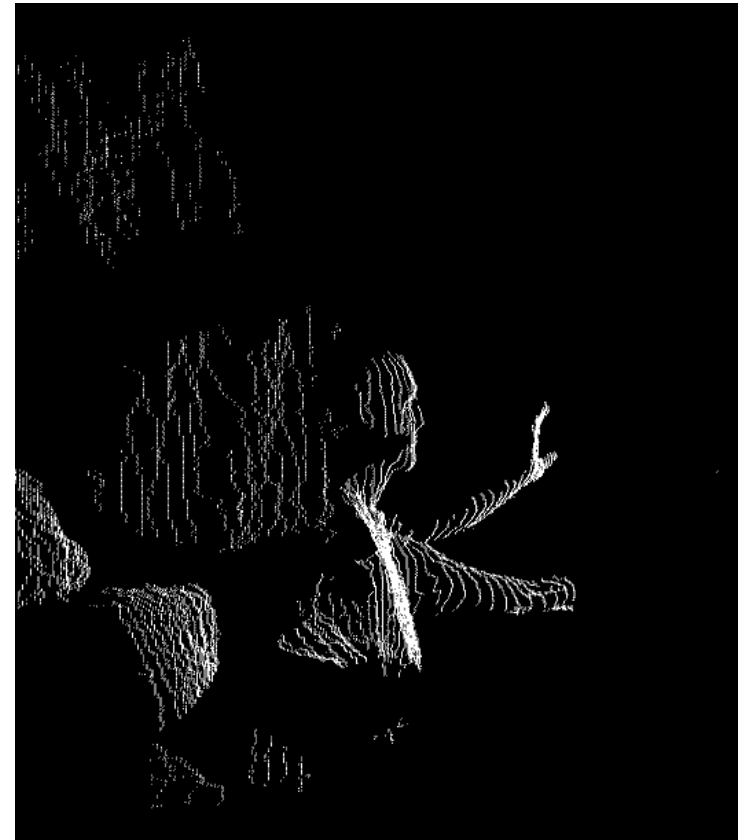
Affichage en 3D de tous les points contenus dans le tableau depthPoints

3.4. Mettre en mouvement le nuage de points à l'aide de la souris

- ➔ Effectuer une rotation de la scène par rapport à un axe vertical appartenant au plan de l'écran et passant par son centre, A L'AIDE DE LA SOURIE !!



Rotation
MouseX
➔



Copier/coller le code et lancer le programme

```
import processing.opengl.*;
import SimpleOpenNI.*;
```

```
SimpleOpenNI kinect;
```

```
// variable to hold our current rotation represented in degrees
```

```
float rotation = 0;
```

```
void setup() {
  size(1024, 768, OPENGL);
  kinect = new SimpleOpenNI(this);
  kinect.enableDepth();
}
```

```
void draw() {
  background(0);
  kinect.update();
  // prepare to draw centered in x-y
  // pull it 2000 pixels closer on z
  translate(width/2, height/2, -2000);
  // flip the point cloud vertically:
  rotateX(radians(180));
```

```
// rotate about the y-axis and bump the rotation with the mouse
rotation = map(mouseX,0,width,-180,180);
rotateY(radians(rotation));
```

```
stroke(255);
PVector[] depthPoints = kinect.depthMapRealWorld();
// notice: "i+=10"
// only draw every 10th point to make things faster
for (int i = 0; i < depthPoints.length; i+=10) {
  PVector currentPoint = depthPoints[i];
  point(currentPoint.x, currentPoint.y, currentPoint.z);
}
}
```

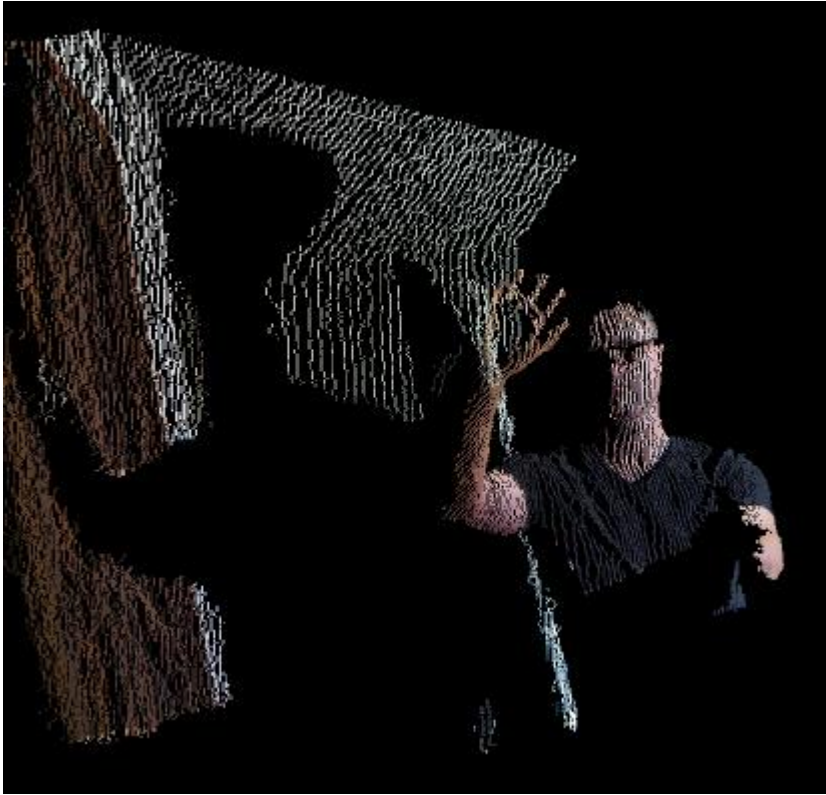
Modifier les deux lignes avant
« stroke(255) »

Programme quasi-identique au précédent

3.5. Colorer le nuage de points

Objectif:

➡ Colorer chaque point du nuage de points avec la couleur du pixel correspondant dans l'image RGB...



Copier/coller le code et lancer le programme

```
import processing.opengl.*;
import SimpleOpenNI.*;
SimpleOpenNI kinect;
float rotation = 0;

void setup() {
  size(1024, 768, OPENGLE);
  kinect = new SimpleOpenNI(this);
  kinect.enableDepth();
  // access the color camera
  kinect.enableRGB();
  // tell OpenNI to line-up the color pixels with the depth data
  kinect.alternativeViewPointDepthToImage();
}

void draw() {
  background(0);
  kinect.update();
  // load the color image from the Kinect
  PImage rgbImage = kinect.rgbImage();
  //translate(width/2, height/2, -250);
  translate(width/2, height/2, -1250);
  rotateX(radians(180));
  //translate(0, 0, 1000);

  // réglage de l'angle de vue avec la souris
  rotation = map(mouseX,0,width,-180,180);
  rotateY(radians(rotation));

  // dessin des points en 3D
  PVector[] depthPoints = kinect.depthMapRealWorld();
  // don't skip any depth points
  for (int i = 0; i < depthPoints.length; i+=3) {
    PVector currentPoint = depthPoints[i];
    // set the stroke color based on the color pixel
    stroke(rgbImage.pixels[i]);
    point(currentPoint.x, currentPoint.y, currentPoint.z); } }
```

Mise en route de la camera couleur

appel à la méthode
alternativeViewPointDepthToImage()
pour aligner les pixels en couleurs sur
ceux de l'image en profondeur

Étalonnage de la couleur du point
dessiné avec la couleur du pixel
(RGB) correspondant

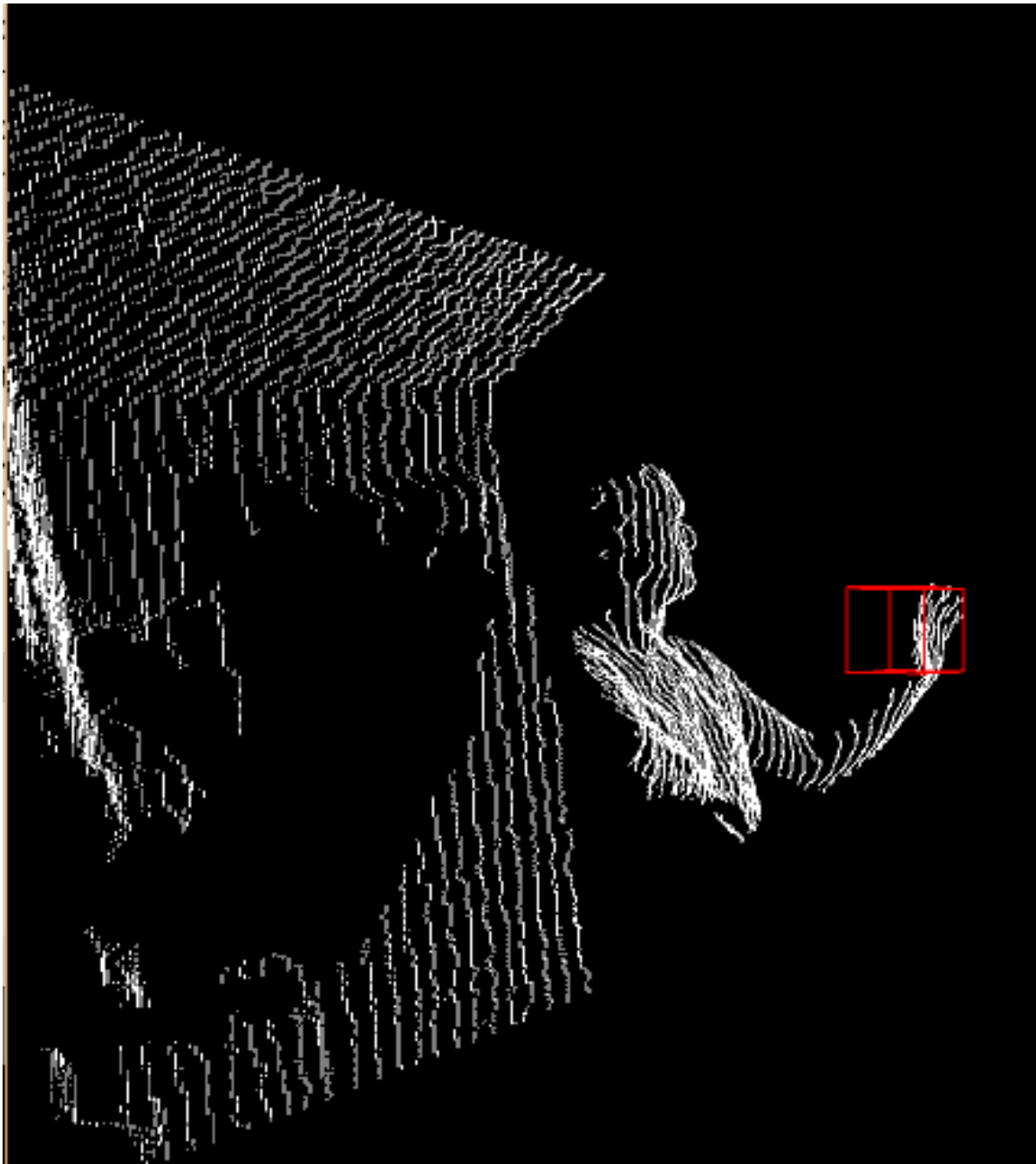
3.6. Nuage de points interactif

Objectif:

- ➔ Modéliser un espace 3D interactif (ex: cube, sphère)
 - ➔ Tester si des points du nuage appartiennent à ce volume
 - ➔ Lancer une action si un/plusieurs points appartiennent au volume (ex: musique, couleurs, etc.)
- ↳ Projet ultime et complexe: « **KINECT/MULTITOUCH** » effectué à la Gaité Lyrique (2015) par **Morgane Guillaume et Audrey Herd-Smith**

<http://www.tonerkebab.fr/wiki/doku.php/wiki:projets:gaite:projet1>

1) Tracé du cube



Taille de l'arête du cube

Coordonnées du centre du cube du cube

Code identique au sketches précédants

Positionnement du centre du cube à la position souhaitée avant dessin

Dessin du cube en rouge non rempli...

```
import processing.opengl.*;
import SimpleOpenNI.*;
SimpleOpenNI kinect;
float rotation = 0;
```

```
// set the box size
```

```
int boxSize = 150;
```

```
// a vector holding the center of the box
```

```
PVector boxCenter = new PVector(0, 0, 600);
```

```
void setup() {
  size(1024, 768, OPENGL);
  kinect = new SimpleOpenNI(this);
  kinect.enableDepth();
}

void draw() {
  background(0);
  kinect.update();
  translate(width/2, height/2, -2000);
  rotateX(radians(180));
  rotateY(radians(map(mouseX, 0, width, -180, 180)));
  stroke(255);
  PVector[] depthPoints = kinect.depthMapRealWorld();
  for (int i = 0; i < depthPoints.length; i+=10) {
    PVector currentPoint = depthPoints[i];
    point(currentPoint.x, currentPoint.y, currentPoint.z);
  }
}
```

```
// We're ready to draw the cube
```

```
// move to the box center
```

```
translate(boxCenter.x, boxCenter.y, boxCenter.z);
```

```
// set line color to red
```

```
stroke(255, 0, 0);
```

```
// leave the box unfilled so we can see through it
noFill();
```

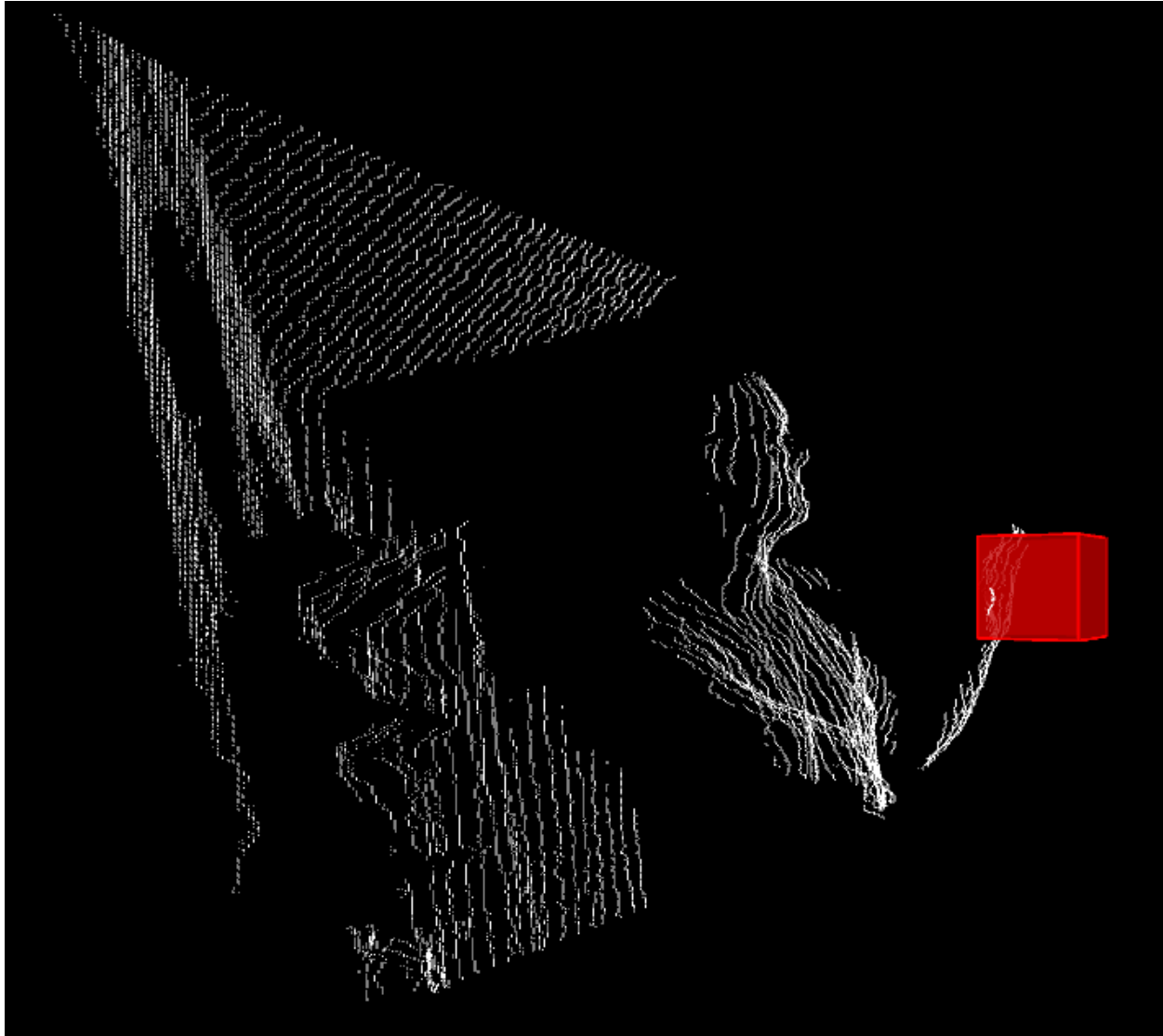
```
// draw the box
```

```
box(boxSize);
```

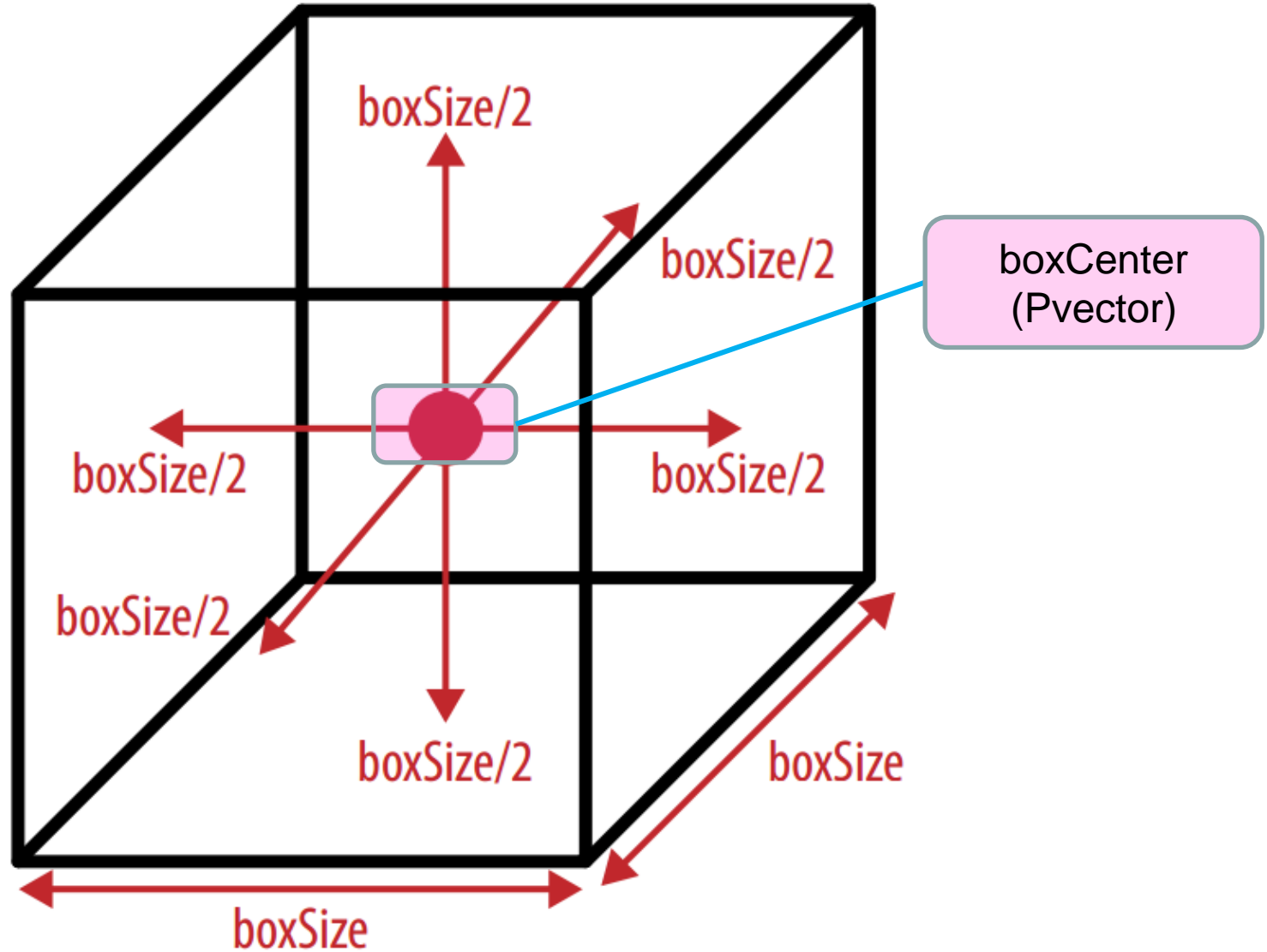
```
}
```

2) Test du nombre de points contenus dans le cube

➔ **Objectif** : Plus le nombre de points du nuage contenu dans le cube est important, plus l'opacité augmente....



Algorithme du test du nombre de points contenus dans le cube :



```
import processing.opengl.*;
import SimpleOpenNI.*;
SimpleOpenNI kinect;
float rotation = 0;
int boxSize = 150;
PVector boxCenter = new PVector(0, 0, 600);
// this will be used for zooming
// start at normal
float s = 1;
void setup() {
  size(1024, 768, OPENGL);
  kinect = new SimpleOpenNI(this);
  kinect.enableDepth();
}
```

```

void draw() {
  background(0);
  kinect.update();
  translate(width/2, height/2, -1000);
  rotateX(radians(180));
  // bumped up the translation
  // so that scale is better centered
  translate(0, 0, 1400);
  rotateY(radians(map(mouseX, 0, width, -180, 180)));
  // make everything bigger, i.e. zoom in
  translate(0,0,s*-1000);
  scale(s);
  println(s);
  stroke(255);
  PVector[] depthPoints = kinect.depthMapRealWorld();
  // initialize a variable
  // for storing the total
  // points we find inside the box
  // on this frame
  int depthPointsInBox = 0;

```

```

for (int i = 0; i < depthPoints.length; i+=10) {
  PVector currentPoint = depthPoints[i];
  // The nested if statements inside of our loop
  if (currentPoint.x > boxCenter.x - boxSize/2
    && currentPoint.x < boxCenter.x + boxSize/2)
  {
    if (currentPoint.y > boxCenter.y - boxSize/2
      && currentPoint.y < boxCenter.y + boxSize/2)
    {
      if (currentPoint.z > boxCenter.z - boxSize/2
        && currentPoint.z < boxCenter.z + boxSize/2)
      {
        depthPointsInBox++;
      }
    }
  }
  point(currentPoint.x, currentPoint.y, currentPoint.z);
}
println(depthPointsInBox);
// set the box color's transparency
// 0 is transparent, 1000 points is fully opaque red
float boxAlpha = map(depthPointsInBox, 0, 1000, 0,
255);
translate(boxCenter.x, boxCenter.y, boxCenter.z);
// the fourth argument to fill() is "alpha"
// it determines the color's opacity
// we set it based on the number of points
fill(255, 0, 0, boxAlpha);
stroke(255, 0, 0);
box(boxSize);
}

```

3

```
// use keys to control zoom
// up-arrow zooms in
// down arrow zooms out
// s gets passed to scale() in draw()
void keyPressed(){
  if(keyCode == 38){ // flèche vers le haut
    s = s + 0.01;
  }
  if(keyCode == 40){ // flèche vers le bas
    s = s - 0.01;
  }
}
void mousePressed(){
  save("touchedPoint.png");
}
```

CHAPITRE 4

TRAVAILLER SUR LES DONNÉES DU SQUELETTE

(SKELETON DATA)

IV. TRAVAILLER SUR LES DONNÉES DU SQUELETTE

4.1. Présentation – les possibilités de la librairie OpenNI

- **User-tracking data** : utilisation des données de tracking
 - ↳ Détection/tracking d'un utilisateur
- **Sketch interactif** qui répond aux action de l'utilisateur
 - ↳ ... par utilisation des données de l'image en profondeur
- Détection des « **articulations** » de chaque utilisateur !!
 - ↳ Tête, cou, épaules, coudes, main, torse, hanches, genoux, pieds...
- **Techniquement plus difficile:**
 - ↳ **Calcul vectoriel (class PVector)**

→ **Calibration du tracking**

- ↳ Nécessité pour chaque utilisateur de calibrer le tracking
 - ↳ Permet l'accessibilité des articulations

→ **Notifications de tracking de SimpleOpenNI**

- ↳ Permet de vérifier/suivre le bon fonctionnement du tracking
 - ↳ Détection d'un utilisateur
 - ↳ Début du tracking
 - ↳ Perte de l'utilisateur
 - ↳ Etc .

→ Dessin d'un bonhomme « en bâton »

↳ A partir des articulations détectées

→ Analyse des positions et du mouvement des utilisateurs

↳ Mesure de distances entre articulations

↳ Mesure d'angles entre les membres du corps

↳ Clé pour comprendre les positions d'un individu en 3D ...

↳ Nécessité du calcul vectoriel

→ Analyse du contenu d'une scène

↳ Analyse de la scène pour la **suppression du fond**

↳ Analyse de posture et tracking de la main

↳ Détection du centre de masse d'un individu

Les différents projets abordés

➔ Retour d'expérience et correction des postures dans des exercices physiques

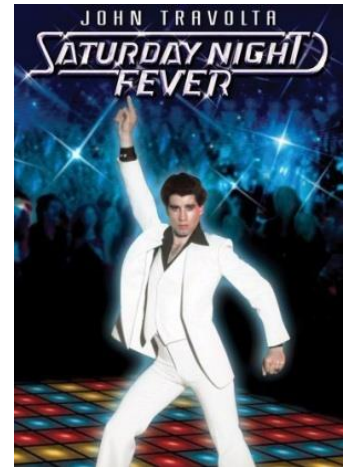
↳ Gestes correctes dans les mouvements

↳ Rééducation / kinésie thérapie

↳ Comparaison entre le mouvement juste préenregistré et le mouvement réel...

➔ Détection de position dans une chorégraphie

↳ Saturday Night Fever



➔ Création d'applications interactive contrôlées par le corps

4.2. 1^{er} programme: Détection et tracking de la main

➡ Récupérer le code sur :

https://github.com/atduskgreg/Making-Things-See-Examples/blob/master/chSK_ex01_one_joint/chSK_ex01_one_joint.pde

```
import SimpleOpenNI.*;
SimpleOpenNI kinect;
```

1

```
void setup() {
  kinect = new SimpleOpenNI(this);
  kinect.enableDepth();

  // turn on user tracking
  kinect.enableUser(SimpleOpenNI.SKEL_PROFILE_ALL);

  size(640, 480);
  fill(255,0,0);
}
```

3

```
// user-tracking callbacks!
void onNewUser(int userId) {
  println("start pose detection");
  kinect.startPoseDetection("Psi", userId);
}

void onEndCalibration(int userId, boolean successful) {
  if (successful) {
    println(" User calibrated !!!");
    kinect.startTrackingSkeleton(userId);
  } else {
    println(" Failed to calibrate user !!!");
    kinect.startPoseDetection("Psi", userId);
  }
}

void onStartPose(String pose, int userId) {
  println("Started pose for user");
  kinect.stopPoseDetection(userId);
  kinect.requestCalibrationSkeleton(userId, true);
}
```

```
void draw() {
  kinect.update();
  PImage depth = kinect.depthImage();
  image(depth, 0, 0);
```

2

```
// make a vector of ints to store the list of users
IntVector userList = new IntVector();
// write the list of detected users
// into our vector
kinect.getUsers(userList);

// if we found any users
if (userList.size() > 0) {
  // get the first user
  int userId = userList.get(0);

  // if we're successfully calibrated
  if ( kinect.isTrackingSkeleton(userId) ) {
    // make a vector to store the left hand
    PVector rightHand = new PVector();
    // put the position of the left hand into that vector
    kinect.getJointPositionSkeleton(userId, SimpleOpenNI.SKEL_LEFT_HAND, rightHand);

    // convert the detected hand position
    // to "projective" coordinates
    // that will match the depth image
    PVector convertedRightHand = new PVector();
    kinect.convertRealWorldToProjective(rightHand, convertedRightHand);
    // and display it
    ellipse(convertedRightHand.x, convertedRightHand.y, 10, 10);
  }
}
```

→ Description du programme:

↳ Détection de l'utilisateur

↳ Calibration de sa position

↳ Utilisation des données de position des articulations (joints) pour le tracking de la main