Introduction à la Rastérisation

Remplissage de polygone : le triangle

La Rastérisation

Fait aussi bien référence ① au processus de transformations que la scène 3D subit que ② au processus transformant une forme vectorielle 2D en une grille matricielle (l'image). L'étape ② est aussi appelée rastérisation 🤯.

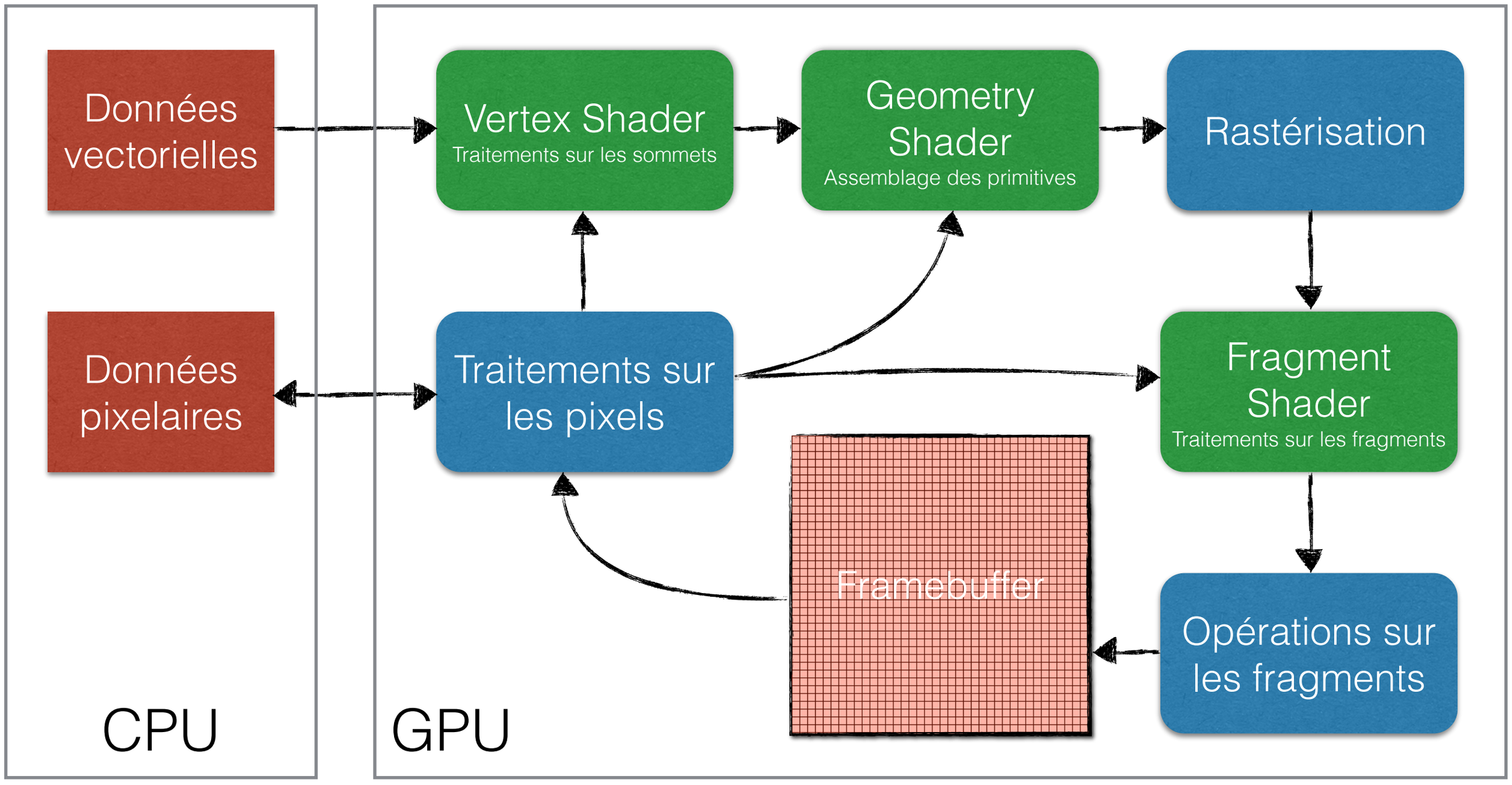
Pour une scène 3D représentant le point de vue de l'observateur, faire :

① projection → clipping (couper/rogner) → passage en coordonnées écran

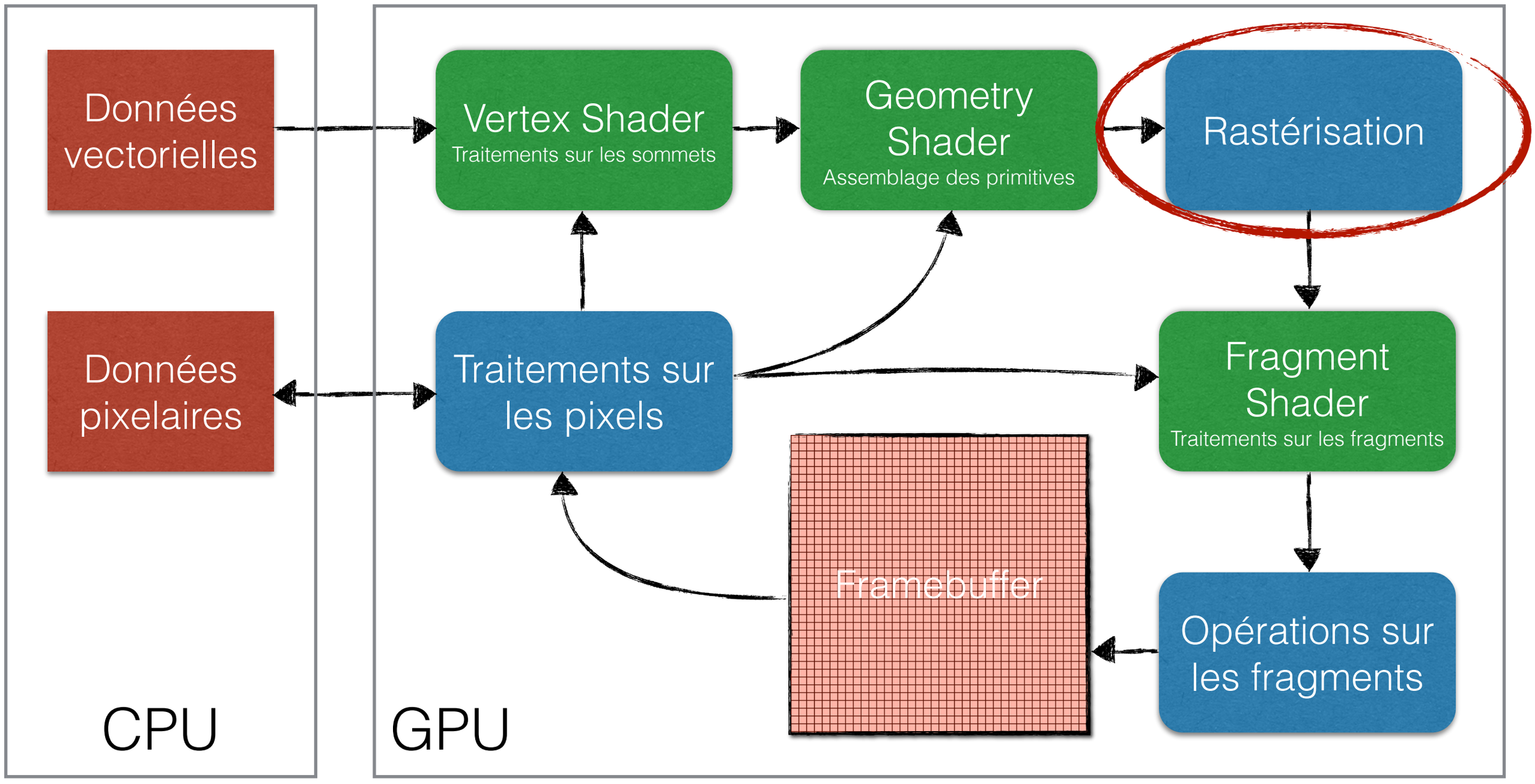
② « Matricialiser » les formes vectorielles 2D

Matricialiser = trouver les pixels qui représentent (approximent) la forme

S’inspirer du modèle (simplifié) OpenGL



S’inspirer du modèle (simplifié) OpenGL



S’inspirer du modèle (simplifié) OpenGL

?

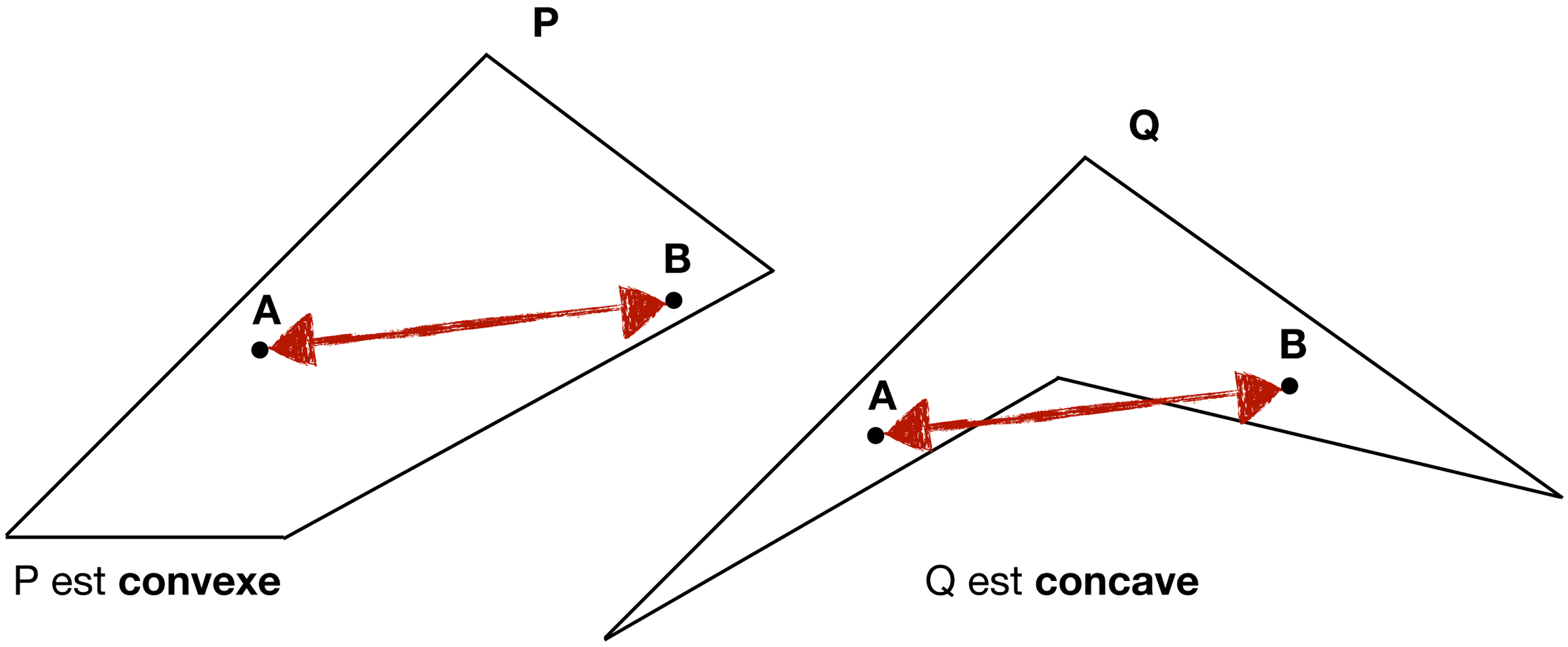
Données vectorielles → Une courbe devient une succession de segments
Une surface devient un assemblage de faces (polygones — forme plane)
(On parle souvent de maillage — cf. *mesh*)

Données pixelaires → Des images (ou textures dans ce cas)

Pour l’instant, on considère que les données vectorielles sont données en coordonnées écran.

Un polygone est constitué de sommets (plus tard … plus qu’une simple coordonnée)

Exemples de polygones



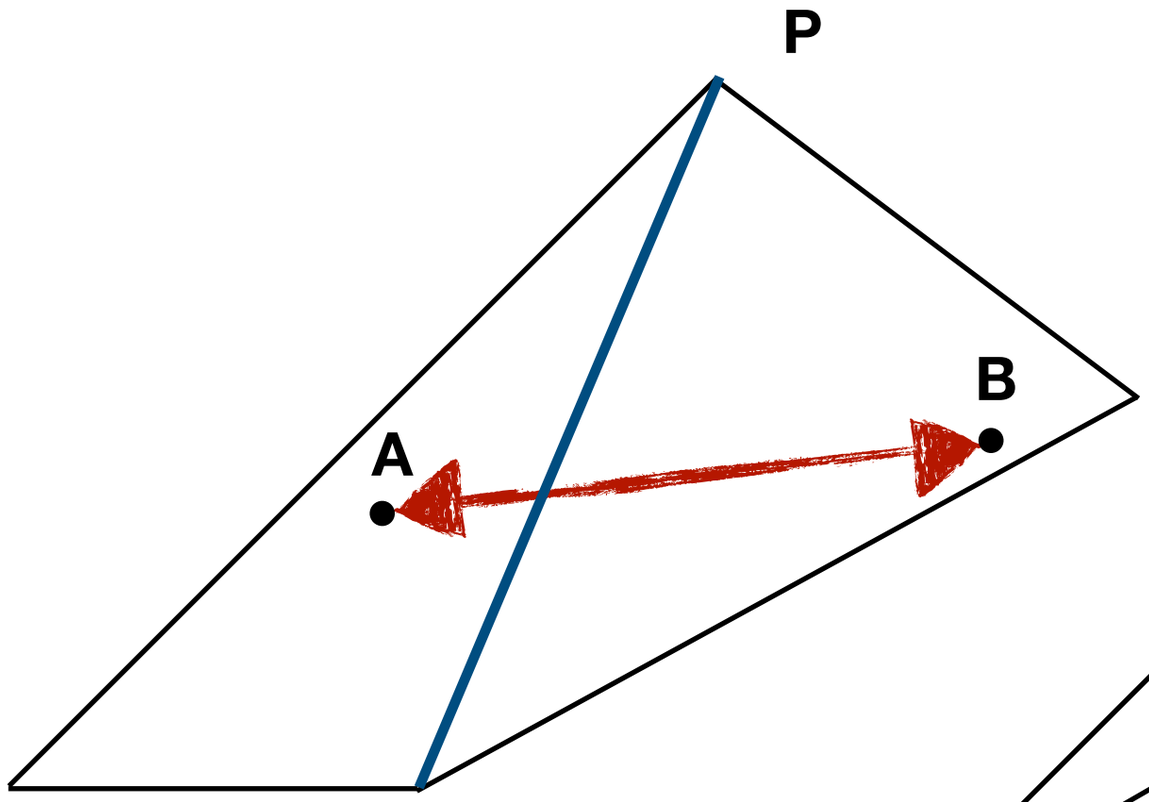
P est **convexe**

Q est **concave**

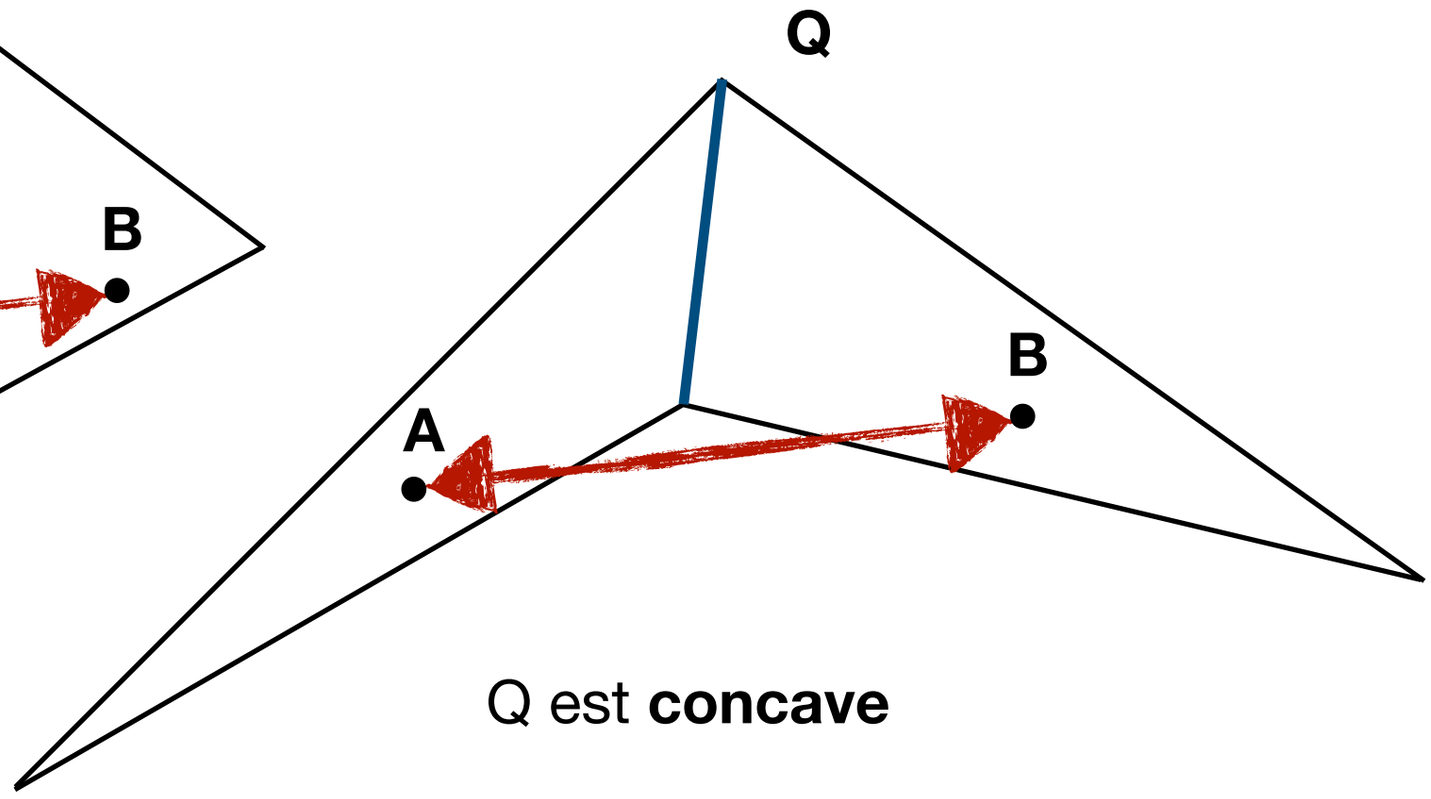
Convexité : Pour un polygone P et deux points A et B, le segment [AB] est dans le polygone P

$$\forall (A, B) \in P, [AB] \in P$$

Les triangles sont toujours convexes



P est **convexe**



Q est **concave**

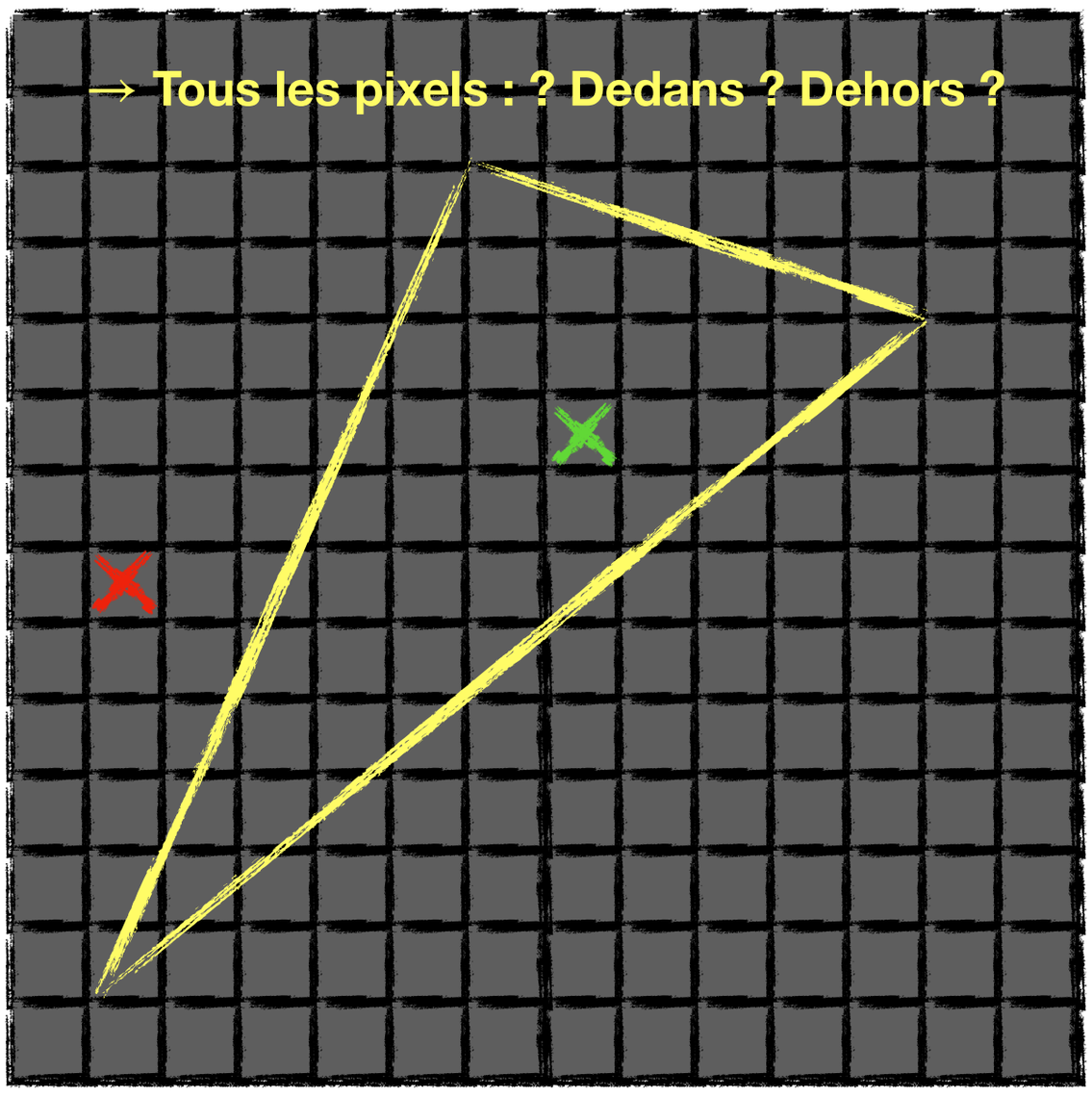
Convexité : Pour un polygone P et deux points A et B, le segment [AB] est dans le polygone P

$$\forall (A, B) \in P, [AB] \in P$$

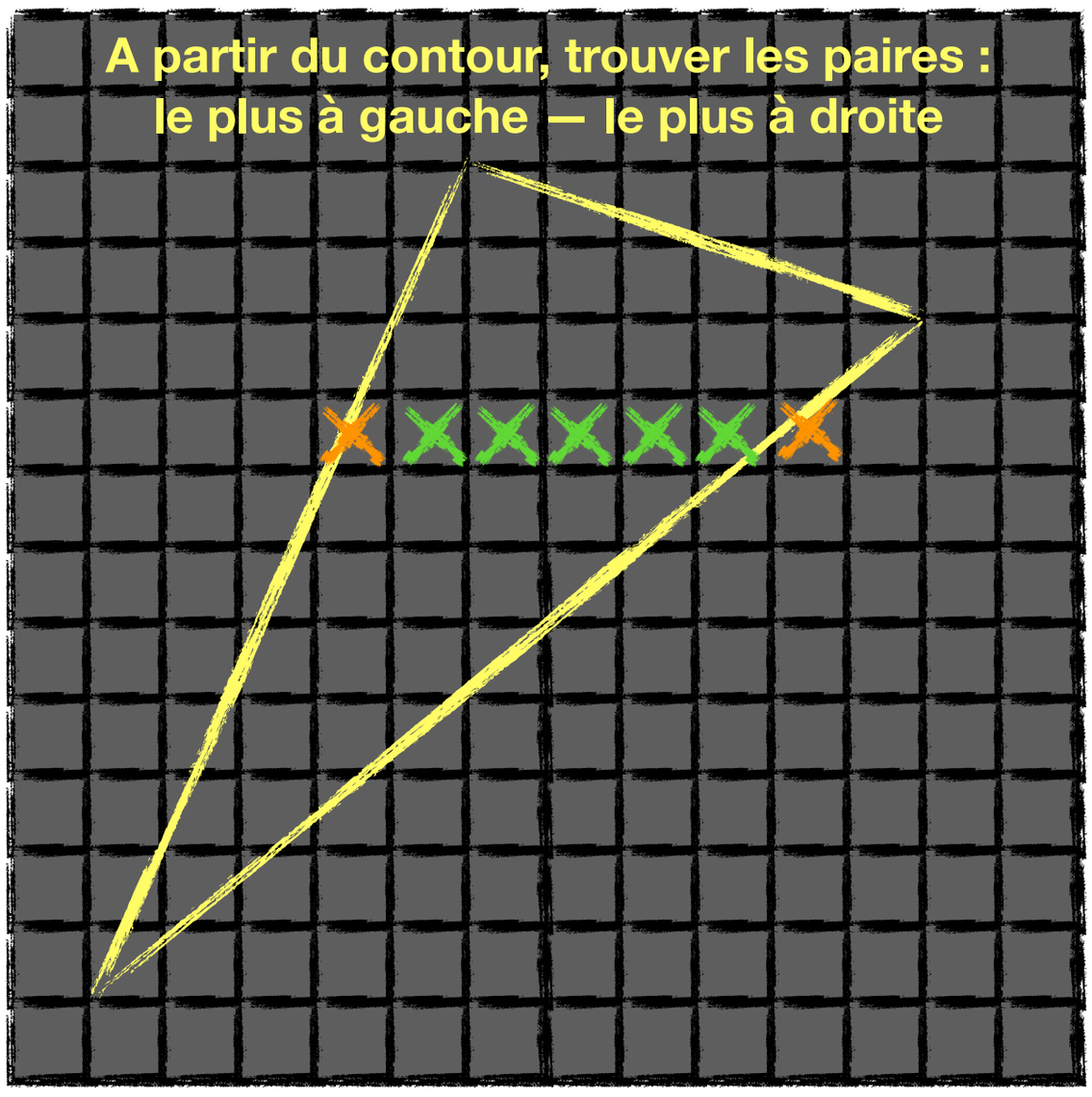
Rastériser un triangle

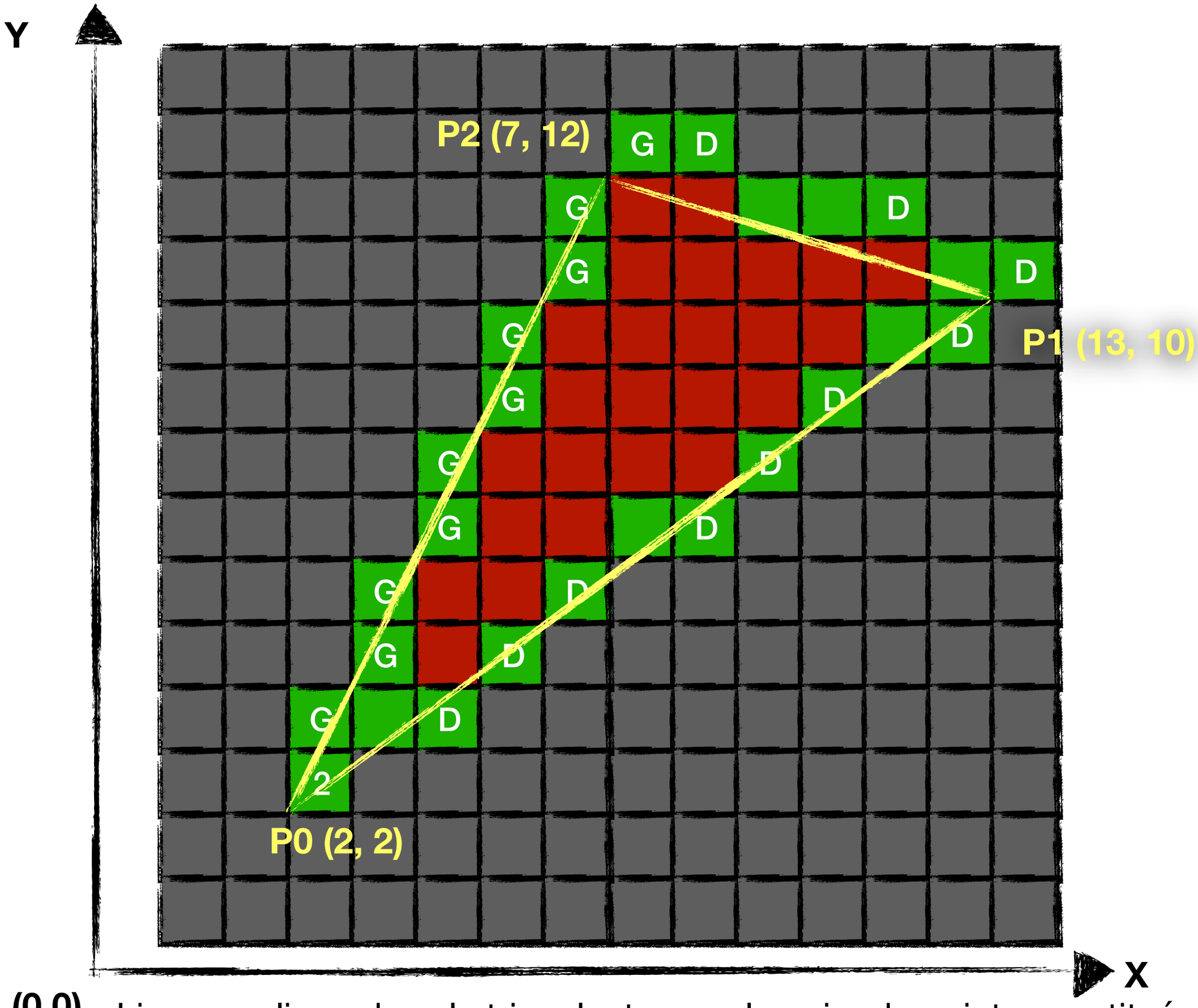
① Tracer les trois segments qui le constituent (facile / déjà fait)
② Dessiner un triangle plein

②(a) première option



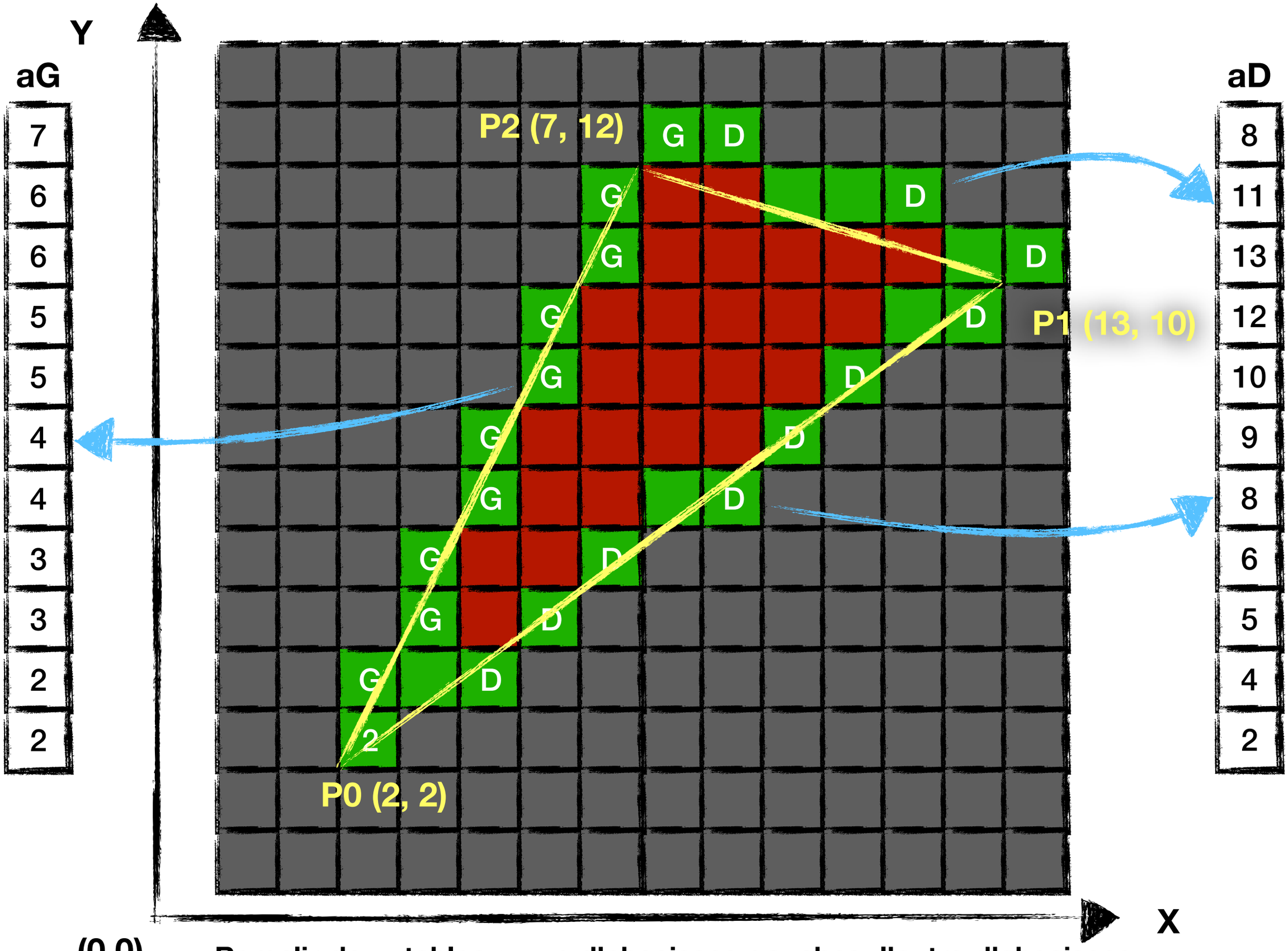
②(a) seconde option





(0,0)

Ligne par ligne dans le triangle, trouver la paire de points constituée du point le plus à gauche et du plus à droite, et les relier



Remplir deux tableaux, un d’abscisses gauches, l’autre d’abscisses droites et les relier entre-eux à l’aide de segments horizontaux.

Implémentation : les types

```c
typedef struct vertex_t vertex_t;
typedef struct triangle_t triangle_t;

/*!\brief le sommet et l'ensemble de ses attributs */
struct vertex_t {
   int x, y; /* coordonnée dans l’espace écran */
};

/*!\brief le triangle */
struct triangle_t {
    vertex_t v[3];
};
```

Implémentation : `fill_triangle` (1/3)

Déterminer le haut, bas et médian

```
void fill_triangle(triangle_t * t) {
 int bas, median, haut;
  if(t->v[0].y < t->v[1].y) {
    if(t->v[0].y < t->v[2].y) {
      bas = 0;
      if(t->v[1].y < t->v[2].y) {
        median = 1;
        haut = 2;
      } else {
        median = 2;
        haut = 1;
      }
    } else {
      bas = 2;
      median = 0;
      haut = 1;
    }
  } else { /* p0 au dessus de p1 */
    if(t->v[1].y < t->v[2].y) {
      bas = 1;
      if(t->v[0].y < t->v[2].y) {
        median = 0;
        haut = 2;
      } else {
        median = 2;
        haut = 0;
      }
    } else {
      bas = 2;
      median = 1;
      haut = 0;
    }
  }
//...
```

Implémentation : `fill_triangle` (2/3)

Trouver si la position (gauche/droite) du médian et remplir les tableaux d'abscisses gauches et d'abscisses droites

```
//...
  int signe, n = t->v[haut].y - t->v[bas].y + 1;
  vertex_t * aG = malloc(n * sizeof *aG);
  assert(aG);
  vertex_t * aD = malloc(n * sizeof *aD);
  assert(aD);
  /* est-ce que Pm est à gauche (+) ou à droite (-) de la droite (Pb->Ph) ? */
  /* idée TODO?, un produit vectoriel pourrait s'avérer mieux */
  if(t->v[haut].x == t->v[bas].x || t->v[haut].y == t->v[bas].y) {
    /* eq de la droite x = t->v[haut].x; ou y = t->v[haut].y; */
    signe = (t->v[median].x > t->v[haut].x) ? -1 : 1;
  } else {
    /* eq ax + y + c = 0 */
    float a, c, x;
    a = (t->v[haut].y - t->v[bas].y) / (float)(t->v[bas].x - t->v[haut].x);
    c = -a * t->v[haut].x - t->v[haut].y;
    /* on cherche le x sur la DROITE au même y que le median et on compare */
    x = -(c + t->v[median].y) / a;
    signe = (t->v[median].x >= x) ? -1 : 1;
  }
  if(signe < 0) { /* aG reçoit Ph->Pb, et aD reçoit Ph->Pm puis Pm vers Pb */
    abscisses(&(t->v[haut]), &(t->v[bas]), aG, 1);
    abscisses(&(t->v[haut]), &(t->v[median]), aD, 1);
    abscisses(&(t->v[median]), &(t->v[bas]), &aD[t->v[haut].y - t->v[median].y], 0);
  } else { /* aG reçoit Ph->Pm puis Pm vers Pb, et aD reçoit Ph->Pb */
    abscisses(&(t->v[haut]), &(t->v[bas]), aD, 1);
    abscisses(&(t->v[haut]), &(t->v[median]), aG, 1);
    abscisses(&(t->v[median]), &(t->v[bas]), &aG[t->v[haut].y - t->v[median].y], 0);
  }
//...
```

Implémentation : `fill_triangle` (3/3)

Tracer les segments horizontaux puis libérer la mémoire allouée

```
//...
  int h = gl4dpGetHeight();
  for(i = 0; i < n; ++i) {
    if( aG[i].y >= 0 && aG[i].y < h )
      hline(&aG[i], &aD[i]); /* modifier celle vue la semaine dernière */
  }
  free(aG);
  free(aD);
}
```

Implémentation : `abscisses` (1/2)

Premier octan, le plus complexe (revoir schéma)

```
void abscisses(vertex_t * p0, vertex_t * p1, vertex_t * absc, int replace) {
  int u = p1->x - p0->x, v = p1->y - p0->y, pasX = u < 0 ? -1 : 1, pasY = v < 0 ? -1 : 1;
  u = abs(u); v = abs(v);
  if(u > v) { // 1er octan
    if(replace) {
      int objX = (u + 1) * pasX;
      int delta = u - 2 * v, incH = -2 * v, incO = 2 * u - 2 * v;
      for (int x = 0, y = 0, k = 0; x != objX; x += pasX) {
        absc[k].x = x + p0->x;
        absc[k].y = y + p0->y;
        if(delta < 0) {
          ++k;
          y += pasY;
          delta += incO;
        } else
          delta += incH;
      }
    } else {
      int objX = (u + 1) * pasX;
      int delta = u - 2 * v, incH = -2 * v, incO = 2 * u - 2 * v;
      for (int x = 0, y = 0, k = 0, done = 0; x != objX; x += pasX) {
        if(!done) {
          absc[k].x = x + p0->x;
          absc[k].y = y + p0->y;
          done = 1;
        }
        if(delta < 0) {
          ++k;
          done = 0;
          y += pasY;
          delta += incO;
        } else
          delta += incH;
      }
    }
  }
//...
```

Implémentation : `abscisses` (2/2)

Second octan

```
//...
else { // 2nd octan
    int objY = (v + 1) * pasY;
    int delta = v - 2 * u, incH = -2 * u, incO = 2 * v - 2 * u;
    for (int x = 0, y = 0, k = 0; y != objY; y += pasY) {
      absc[k].x = x + p0->x;
      absc[k].y = y + p0->y;
      ++k;
      if(delta < 0) {
        x += pasX;
        delta += incO;
      } else
        delta += incH;
    }
  }
}
```

Et maintenant ?

Dégradé de couleurs, comment ajouter une texture ? …

Interpolation de couleurs => dégradé (ici une intensité pour une des composantes R, G ou B)

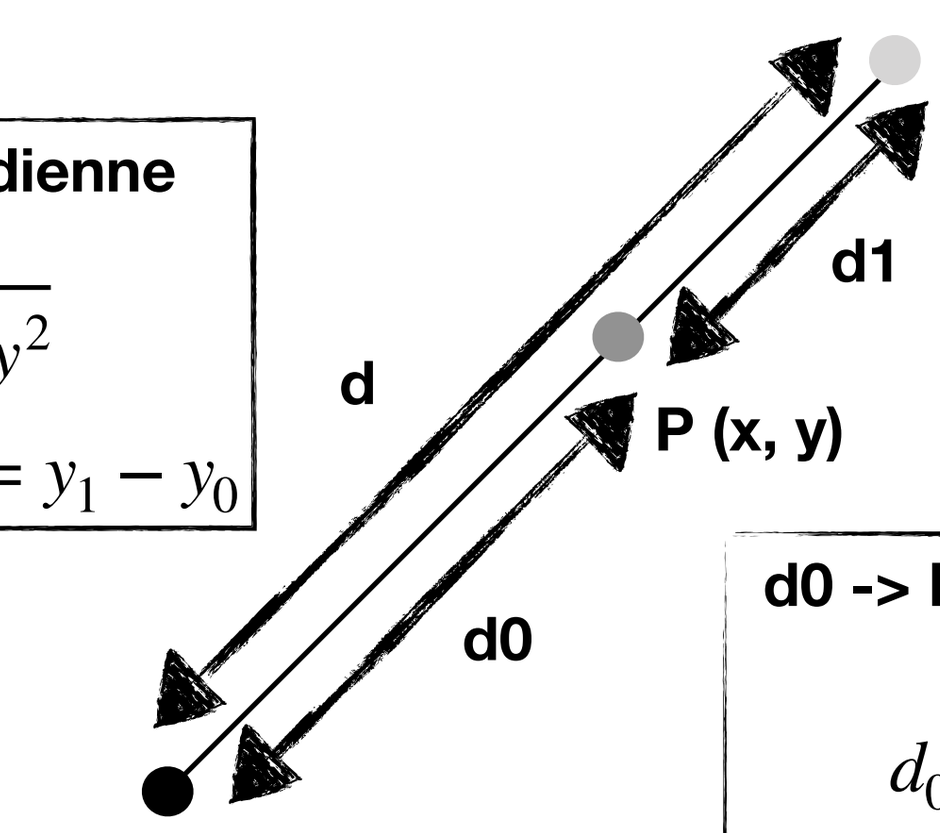
en affectant une couleur à chaque sommet, nous pouvons réaliser un dégradé en appliquant une interpolation bi-linéaire

Une au niveau des abscisses gauches et droite, puis une autre entre les deux lors du dessin de la ligne horizontale

d -> Distance euclidienne

$$d = \sqrt{dx^2 + dy^2}$$

$dx = x_1 - x_0$ **et** $dy = y_1 - y_0$



d = d0 + d1

d = d0 + (d - d0)

d0 -> Distance euclidienne

$$d_0 = \sqrt{dx^2 + dy^2}$$

$dx = x - x_0$ **et** $dy = y - y_0$

```
Intensité(P) = ?
Intensité(P) = (d1 / d) x Intensité(P0) + (d0 / d) x Intensité(P1)
Intensité(P) = ((d - d0) / d) x Intensité(P0) + (d0 / d) x Intensité(P1)
```

