Intersection entre un rayon et une boîte.

> Note: ici on suppose que la boîte n'a pas d'orientation, elle est alignés aux axes.

Si on a une boîte représentée par deux points, le point inférieur gauche et le point supérieur droit, on peut calculer les intersections avec une droite.

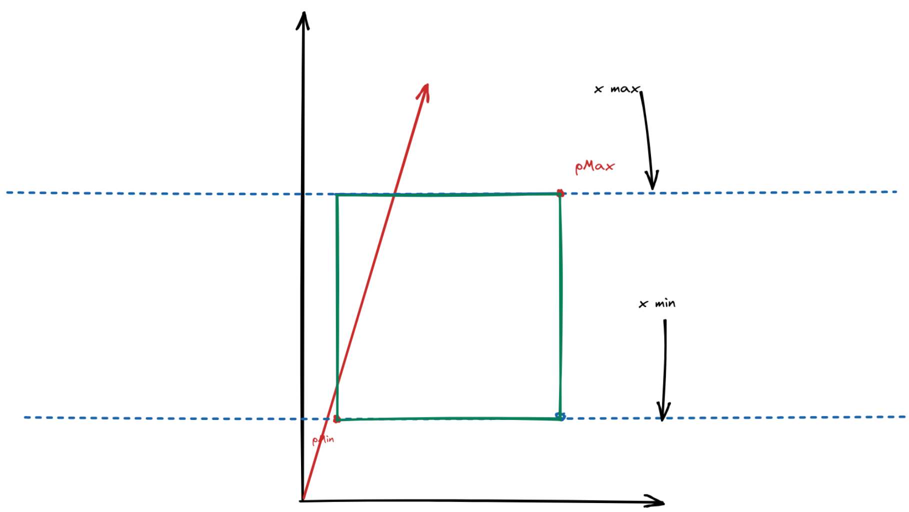
La droite de paramètre t d'origine p' et de direction $\vec{v}$ est donnée par:

$$d = \begin{cases} x & = v_x * t + p'_x \\ y & = v_y * t + p'_y \\ z & = v_z * t + p'_z \end{cases}$$

Le cube est alors formée par les 6 faces, mais on va décomposer par axes.

De plus le cube est formé par deux positions: $p_{\min}$ et $p_{\max}$.

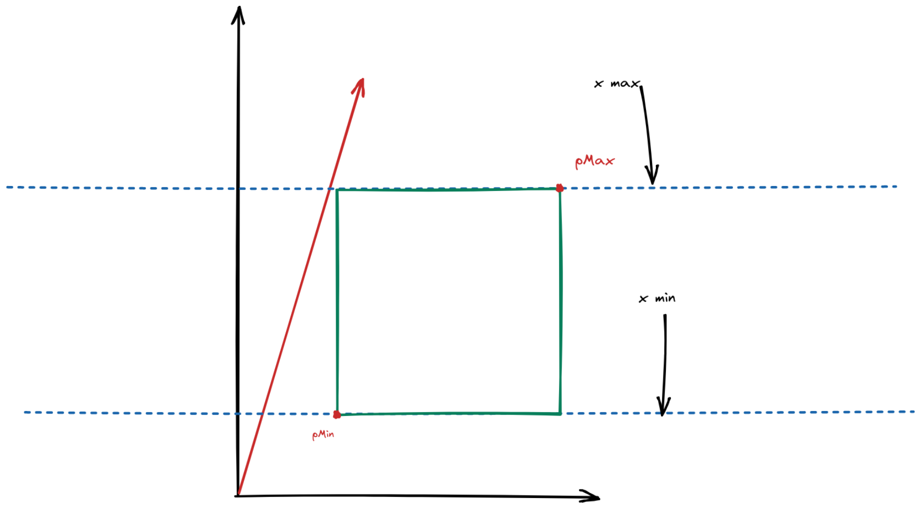
Donc, cela veut dire que pour un axe, ici x, il y a seulement deux valeurs possible: $p_{\min\ x}$ et $p_{\max\ x}$.



Ainsi, si on cherches t_x on aura:

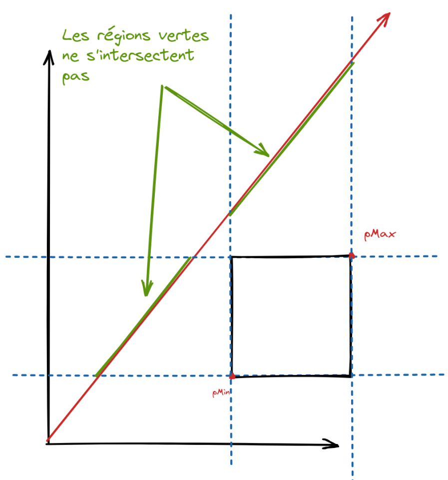
$$\begin{aligned} v_x * t_x + p'_x &= p_{\min,x} \\ v_x * t_x &= p_{\min,x} - p'_x \\ t_x &= \frac{p_{\min,x} - p'_x}{v_x} \end{aligned}$$

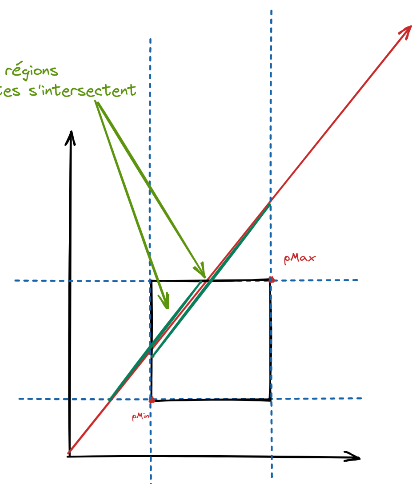
Cependant, qu'est ce qu'il arrive lorsque l'on a un rayon qui ne touches pas ? Par exemple:



Ici, si on observe dans les deux axes, il faut que les deux axes soient compris entre les deux valeurs.

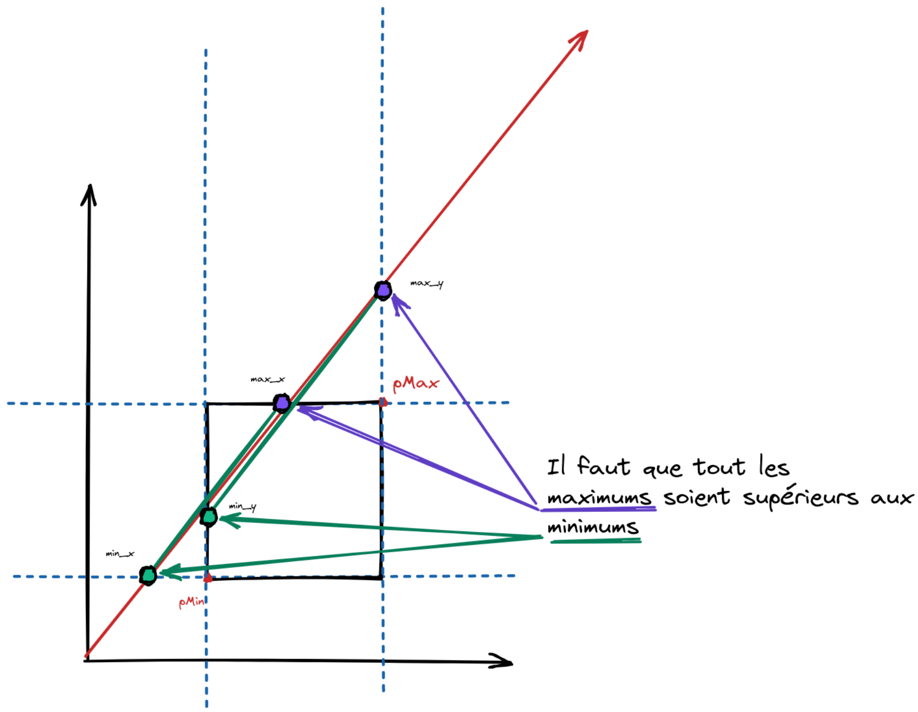
Par exemple:





Dans le premier cas à gauche, les deux axes ne sont pas compris entre les valeurs, contrairement au deuxième.

Donc, il faut que pour le minimum d'un t sur un axe, qu'il soit inférieur au maximum des autres axes:



Ainsi, on peut écrire:

$$t1_x = \frac{p_{\min,x} - p'_x}{v_x}$$

$$t2_x = \frac{p_{\max,x} - p'_x}{v_x}$$

$$t1_y = \frac{p_{\min,y} - p'_y}{v_y}$$

$$t2_y = \frac{p_{\max,y} - p'_y}{v_y}$$

$$t1_z = \frac{p_{\min,z} - p'_z}{v_z}$$

$$t2_z = \frac{p_{\max,z} - p'_z}{v_z}$$

> note: chaque valeur correspond donc à une face du cube.

Ainsi, sur un axe, on aura:

$$t_{\mathrm{min,x}} = \min(t1_x, t2_x)$$
$$t_{\mathrm{max,x}} = \max(t1_x, t2_x)$$
$$t_{\mathrm{min,y}} = \min(t1_y, t2_y)$$
$$t_{\mathrm{max,y}} = \max(t1_y, t2_y)$$
$$t_{\mathrm{min,z}} = \min(t1_z, t2_z)$$
$$t_{\mathrm{max,z}} = \max(t1_z, t2_z)$$

De plus, on sait que si:

$$\begin{cases} t_{\mathrm{min,x}} \leq q \\ t_{\mathrm{min,y}} \leq q \\ t_{\mathrm{min,z}} \leq q \end{cases}$$

$$\begin{cases} t_{\mathrm{min,x}} \leq \max\left(t_{\mathrm{min,x}}, t_{\mathrm{min,y}}, t_{\mathrm{min,z}}\right) \leq q \\ t_{\mathrm{min,y}} \leq \max\left(t_{\mathrm{min,x}}, t_{\mathrm{min,y}}, t_{\mathrm{min,z}}\right) \leq q \\ t_{\mathrm{min,z}} \leq \max\left(t_{\mathrm{min,x}}, t_{\mathrm{min,y}}, t_{\mathrm{min,z}}\right) \leq q \end{cases}$$

Et:

$$\begin{cases} t_{\mathrm{max,x}} \geq q \\ t_{\mathrm{max,y}} \geq q \\ t_{\mathrm{max,z}} \geq q \end{cases}$$

$$\begin{cases} t_{\mathrm{max,x}} \geq \min\left(t_{\mathrm{max,x}}, t_{\mathrm{max,y}}, t_{\mathrm{max,z}}\right) \geq q \\ t_{\mathrm{max,y}} \geq \min\left(t_{\mathrm{max,x}}, t_{\mathrm{max,y}}, t_{\mathrm{max,z}}\right) \geq q \\ t_{\mathrm{max,z}} \geq \min\left(t_{\mathrm{max,x}}, t_{\mathrm{max,y}}, t_{\mathrm{max,z}}\right) \geq q \end{cases}$$

Ainsi, dire:

"Touts les minimums doivent être supérieurs à tout les maximums" revient à dire:

$$\min\left(t_{\mathrm{max,x}}, t_{\mathrm{max,y}}, t_{\mathrm{max,z}}\right) \geq \max\left(t_{\mathrm{min,x}}, t_{\mathrm{min,y}}, t_{\mathrm{min,z}}\right)$$

Et donc, cette condition est vraie si et seulement si il y a une intersection.

Cette condition est plus simple si elle est exprimée de manière algorithmique:

```python
def ray_aabb_intersection(ray, aabb):
    trmin = (0,0,0) # chaque axe aura un minimum
    trmax = (0,0,0) # chaque axe aura un maximum

    # on itère sur tout les axes
    # 1 = x
```

```
# 2 = y
# 3 = z
for axe in range(3):
    t0 = (aabb.min[axe] - ray.origin[axe]) / ray.direction[axe]
    t1 = (aabb.max[axe] - ray.origin[axe]) / ray.direction[axe]

    # on fait que t0 soit toujours le minimum
    if(t0 > t1):
        t0, t1 = t1, t0

    trmin[axe] = t0
    trmax[axe] = t1

# on prend le minimum des maximums
# et le maximum des minimums
tmin = max(trmin)
tmax = min(trmax)

# si tmin est supérieur à tmax, il n'y a pas d'intersection
return tmin <= tmax
```