Ray marching

Projet ISIM

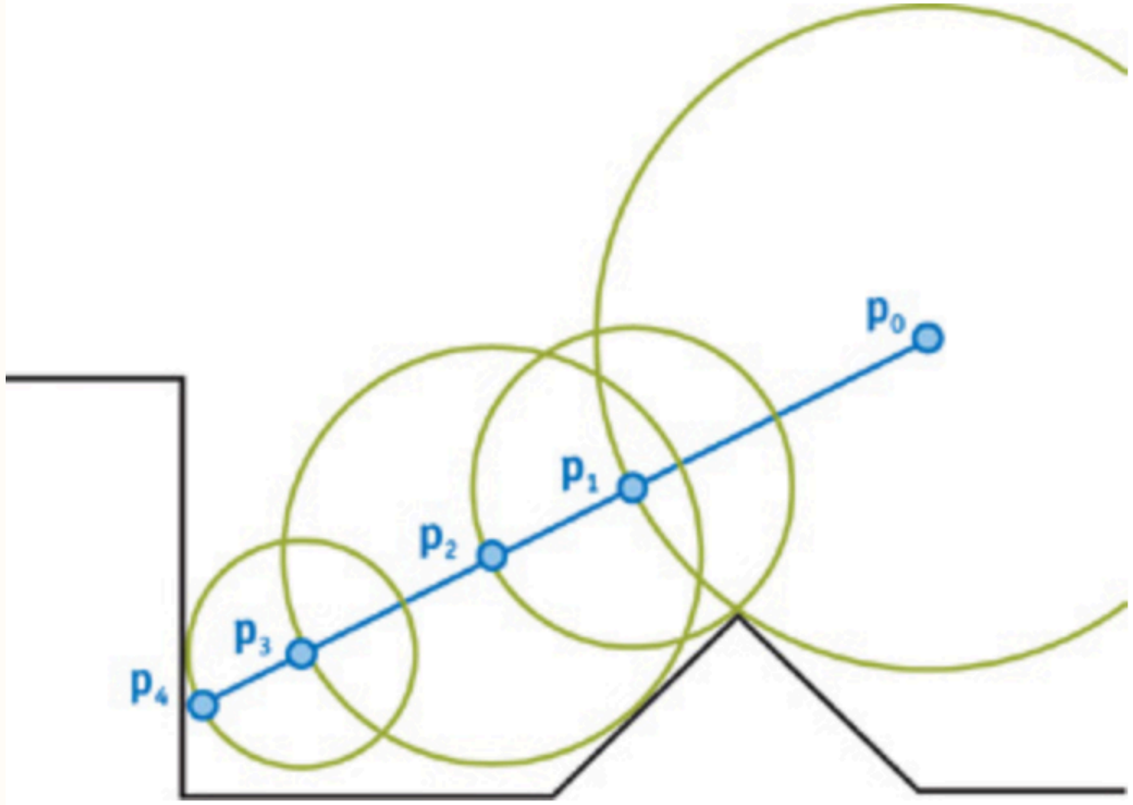
Agenda

Les sujets traités

1. Algorithme Ray Marching
2. SDF (Signed Distance Function)
3. Effet 3D sur la scene et Gestion des ombres
4. Reflection
5. Union, intersection, Différence

Algorithme Ray marching

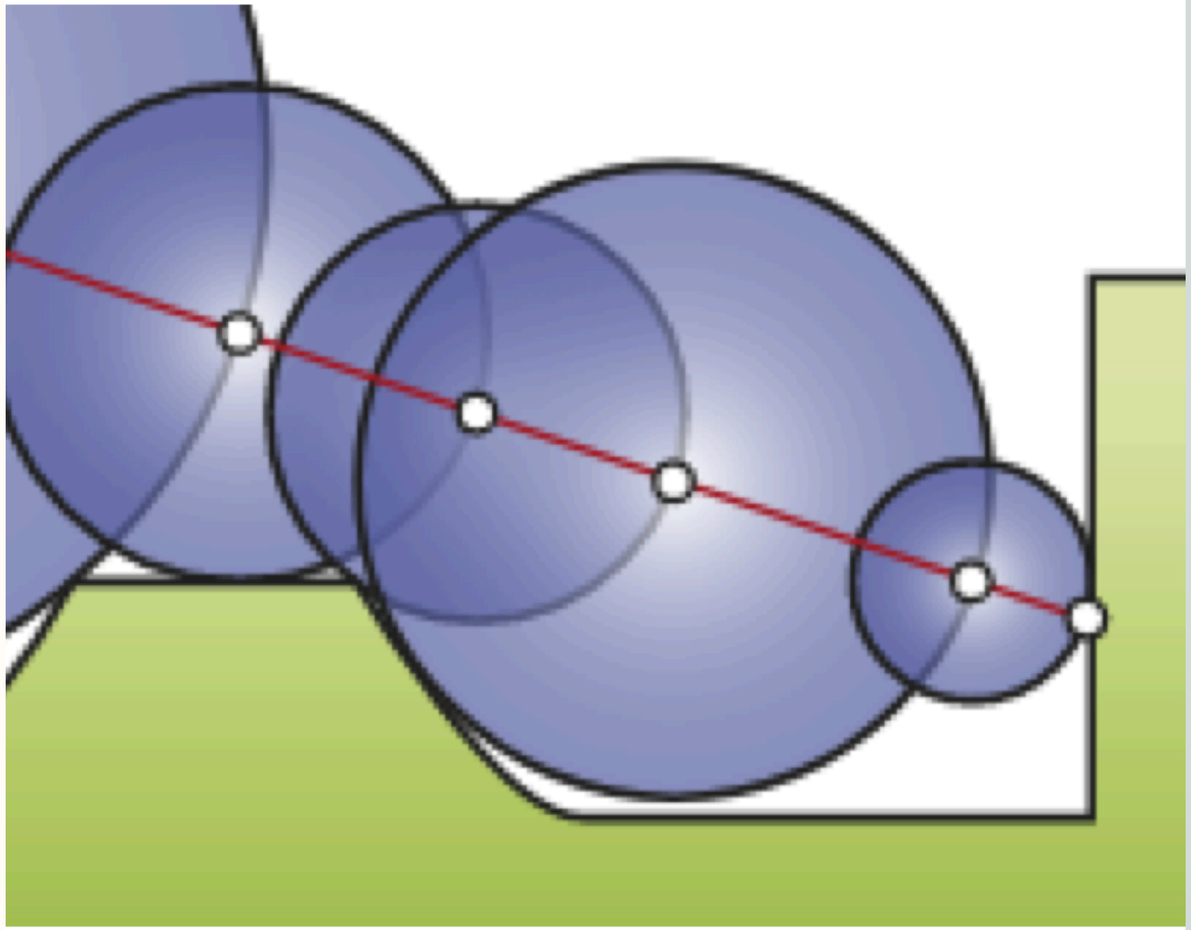
```
for (int i = 0; i < MAX_MARCHING_STEPS; i++) {
    float dist = sceneSDF(eye + depth * viewRayDirection);
    if (dist < EPSILON) {
        // We're inside the scene surface!
        return depth;
    }
    // Move along the view ray
    depth += dist;

    if (depth >= end) {
        // Gone too far; give up
        return end;
    }
}
return end;
```



From GPU Gems 2: Chapter 8.

SDF (**Signed Distance Function**)

Une SDF retourne une valeur qui représente la distance la plus courte d'un point donné dans l'espace à la surface de l'objet. La fonction est positive à l'extérieur de l'objet, négative à l'intérieur, et zéro sur la surface.



ec des fonctions de distance (*Enhanced Sp*

EXEMPLES de SDF

$$\text{SDF}_{\text{sphère}}(\mathbf{p}, \mathbf{c}, r) = \|\mathbf{p} - \mathbf{c}\| - r$$

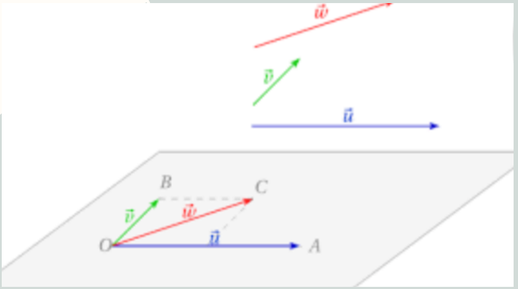
où $\mathbf{p} = (x, y, z)$ est le point d'évaluation, $\mathbf{c} = (x_c, y_c, z_c)$ est le centre de la sphère, et r est le rayon de la sphère.

$$\text{SDF}_{\text{cube}}(\mathbf{p}, \mathbf{c}, \mathbf{b}) = \| \max(\mathbf{a} - \mathbf{c}, 0) + \min(\mathbf{a} - \mathbf{b}, 0)\|$$

où $\mathbf{a} = \mathbf{p} - \mathbf{c}$ est le vecteur de la position du point par rapport au centre du cube, et $\mathbf{b} = (b_x, b_y, b_z)$ représente les demi-dimensions du cube le long de chaque axe.

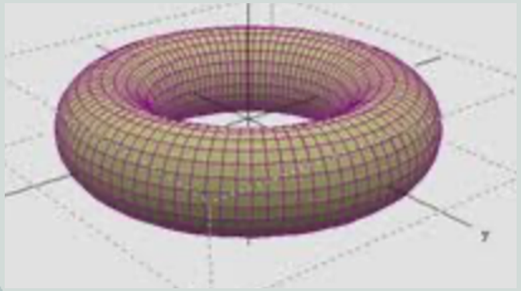
$$\text{SDF}_{\text{plan}}(\mathbf{p}, \mathbf{n}, d) = \mathbf{p} \cdot \mathbf{n} + d$$

où $\mathbf{n}$ est le vecteur normal au plan et d est la distance du plan à l'origine.

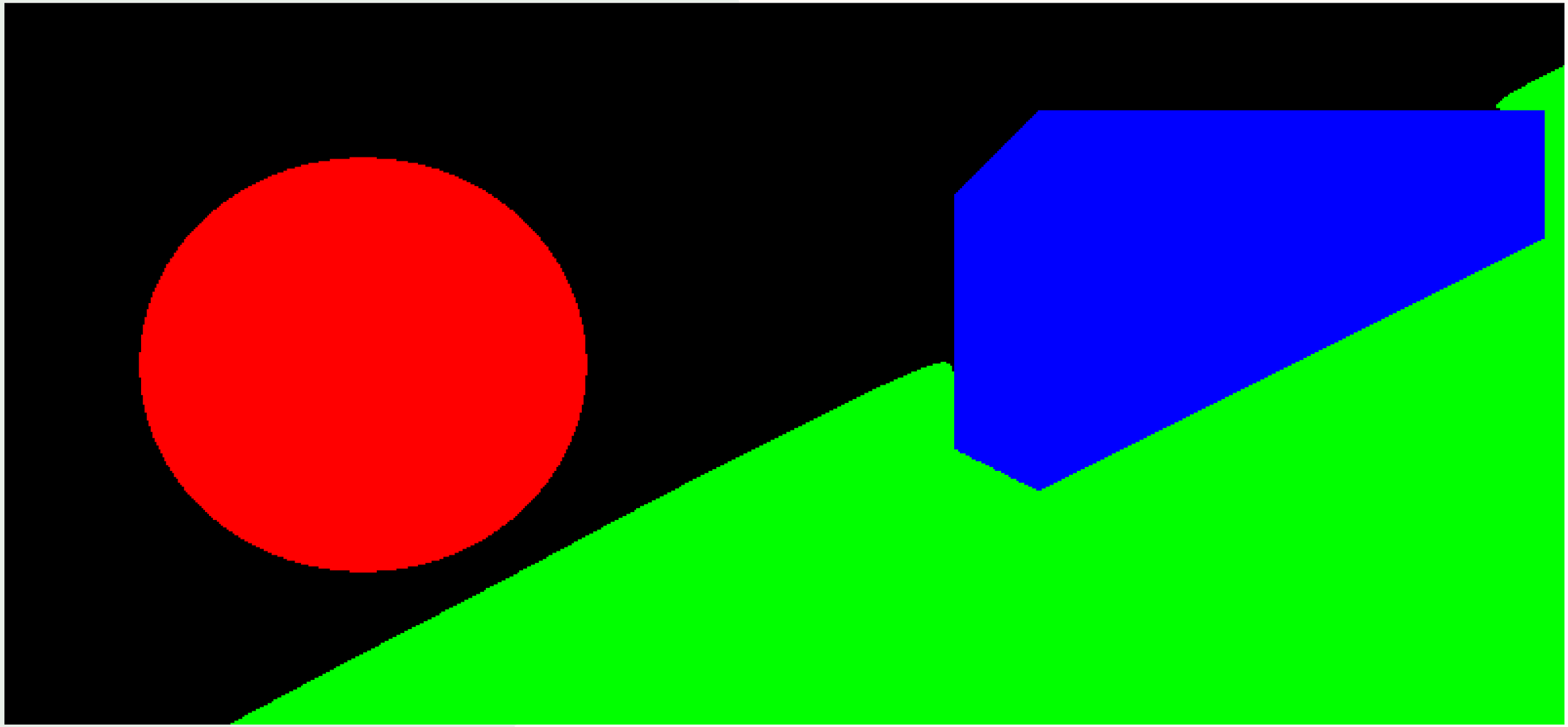


$$\text{SDF}_{\text{tore}}(\mathbf{p}, \mathbf{c}, r_1, r_2) = \left(\sqrt{(x^2 + y^2)} - r_1\right)^2 + z^2 - r_2^2$$

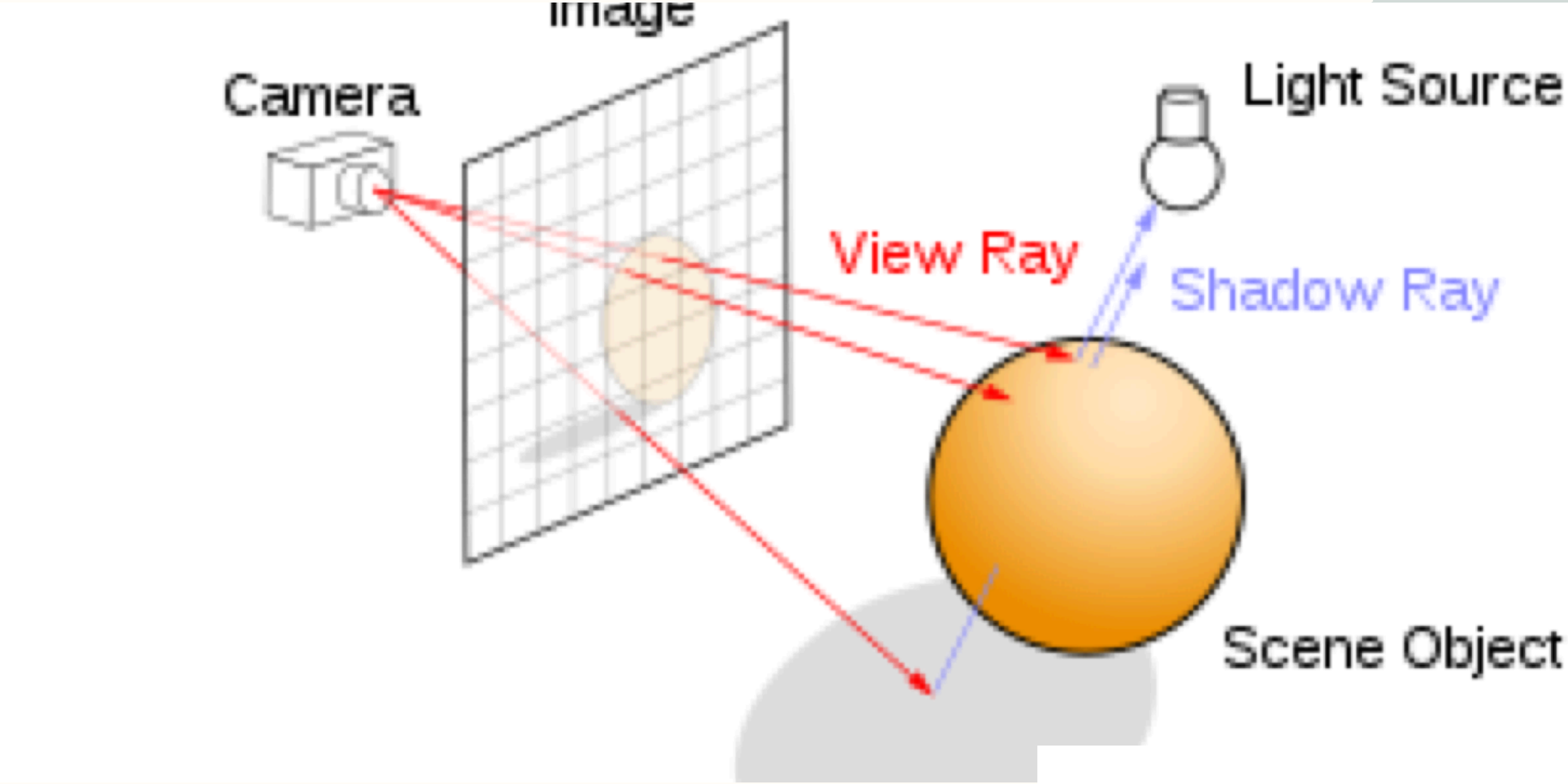
où (r_1, r_2) sont les rayons du tore.



Raymarcher uniquement



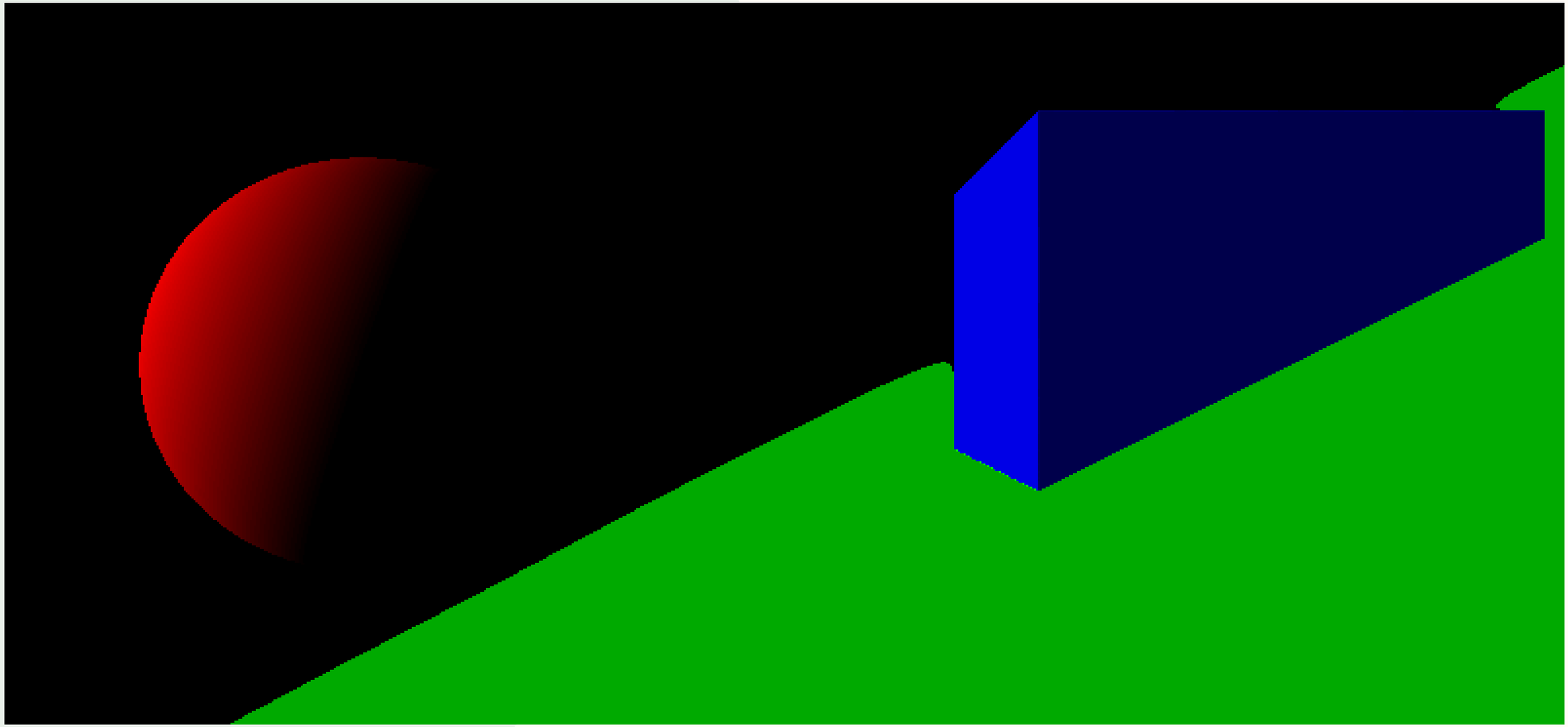
Effet 3D sur la scene et Gestion des ombres



Cacul de la normale à chaque point de la surface avec f comme SDF

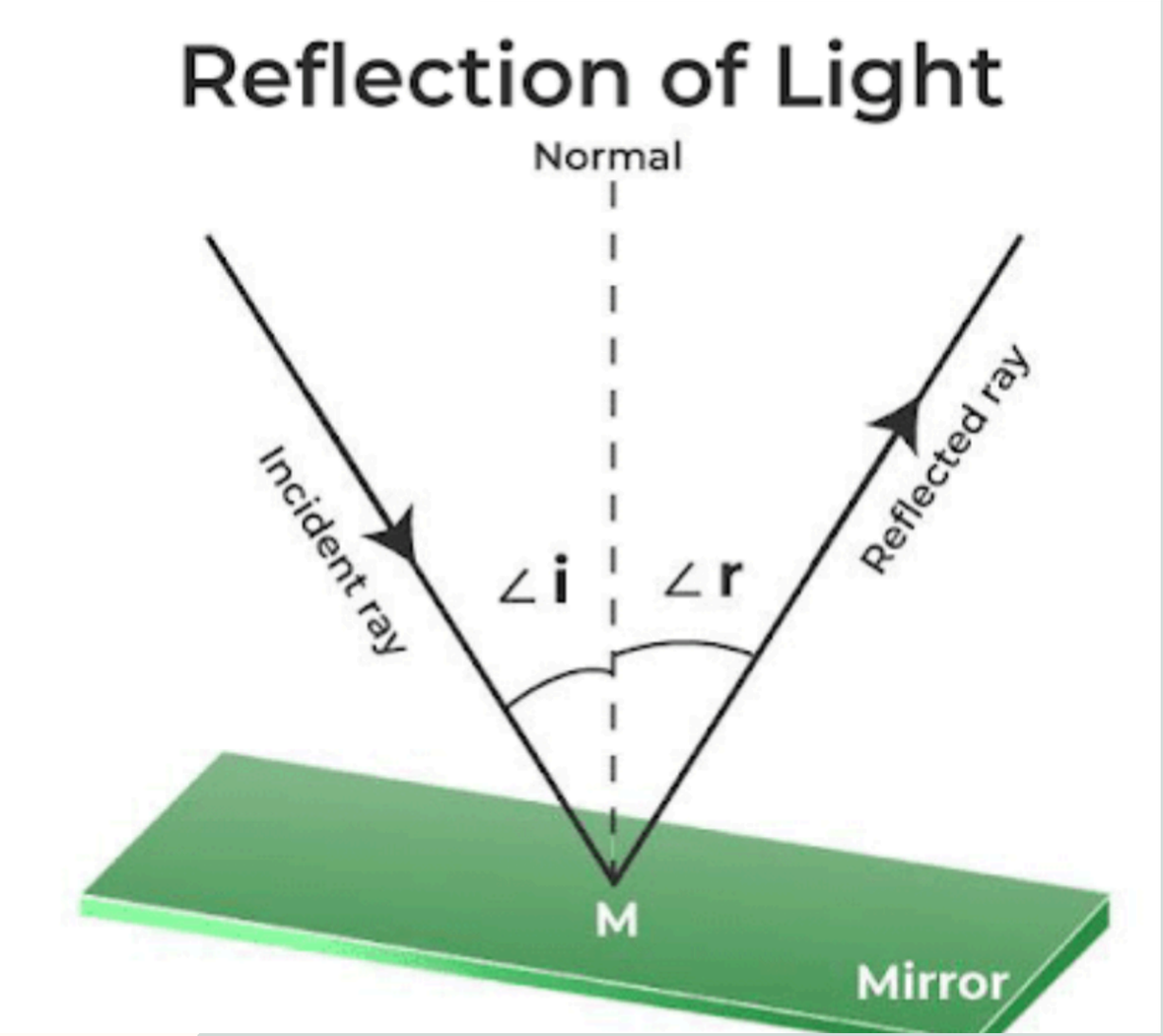
$$\vec{n} = \begin{bmatrix} f(x+\varepsilon, y, z) - f(x-\varepsilon, y, z) \\ f(x, y+\varepsilon, z) - f(x, y-\varepsilon, z) \\ f(x, y, z+\varepsilon) - f(x, y, z-\varepsilon) \end{bmatrix}$$

Raymarcher + Effet 3D + Ombre

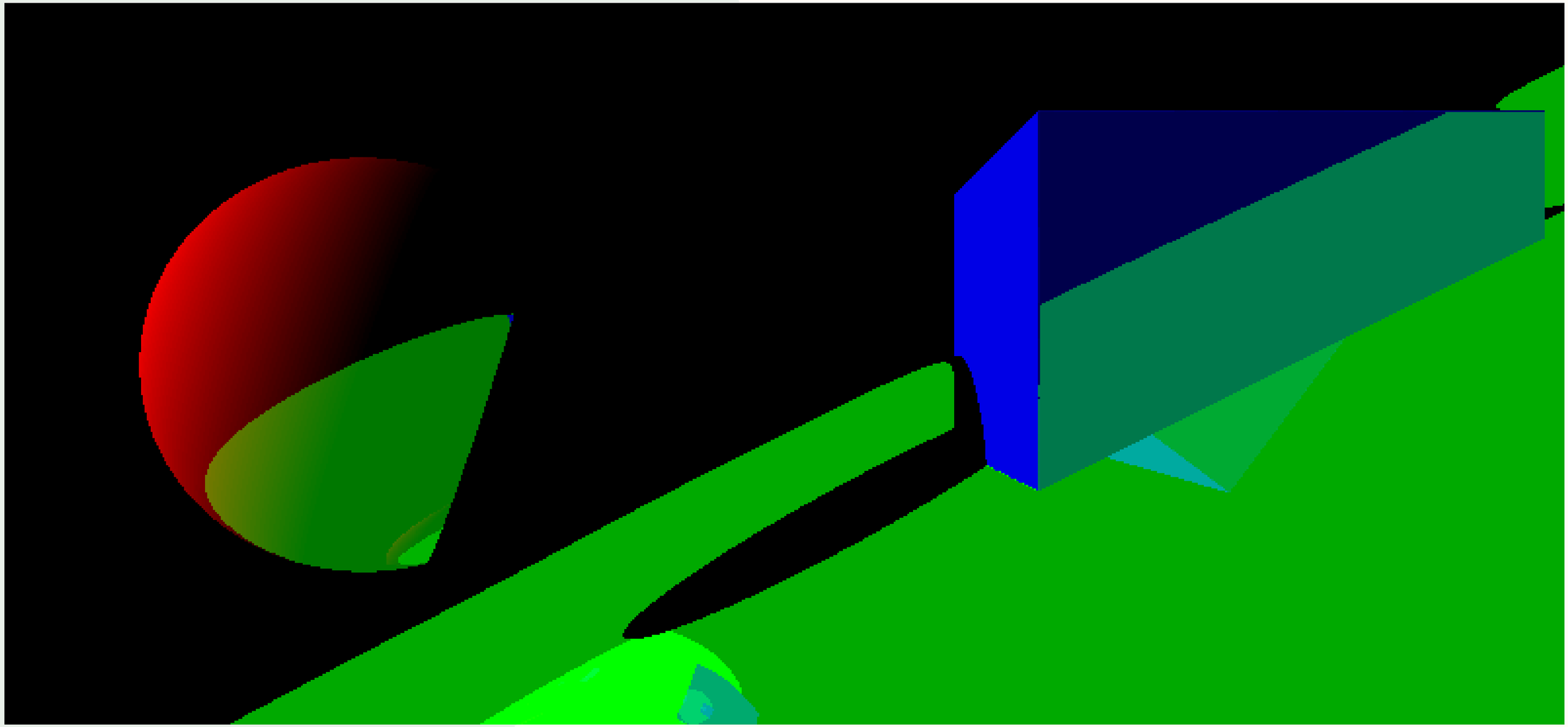


Reflection du rayon

On effectue une reflection du rayon lorsqu'il frappe une surface réfléchissante.



Raymarcher + Effet 3D + Ombre + reflection



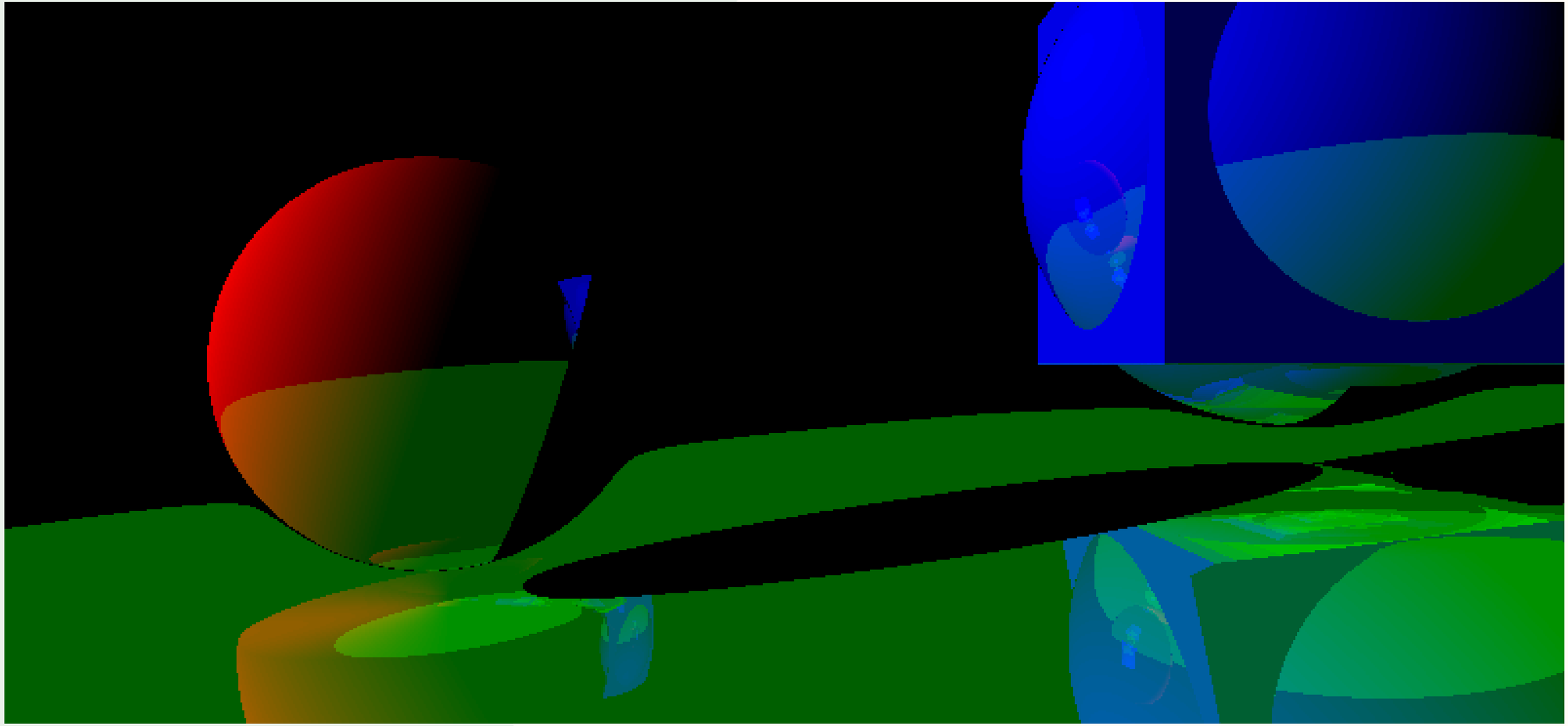
Union, intersection, différence entre deux objets

On veut construire d'autres objets dans notre scène en effectuant des opérations simples comme:

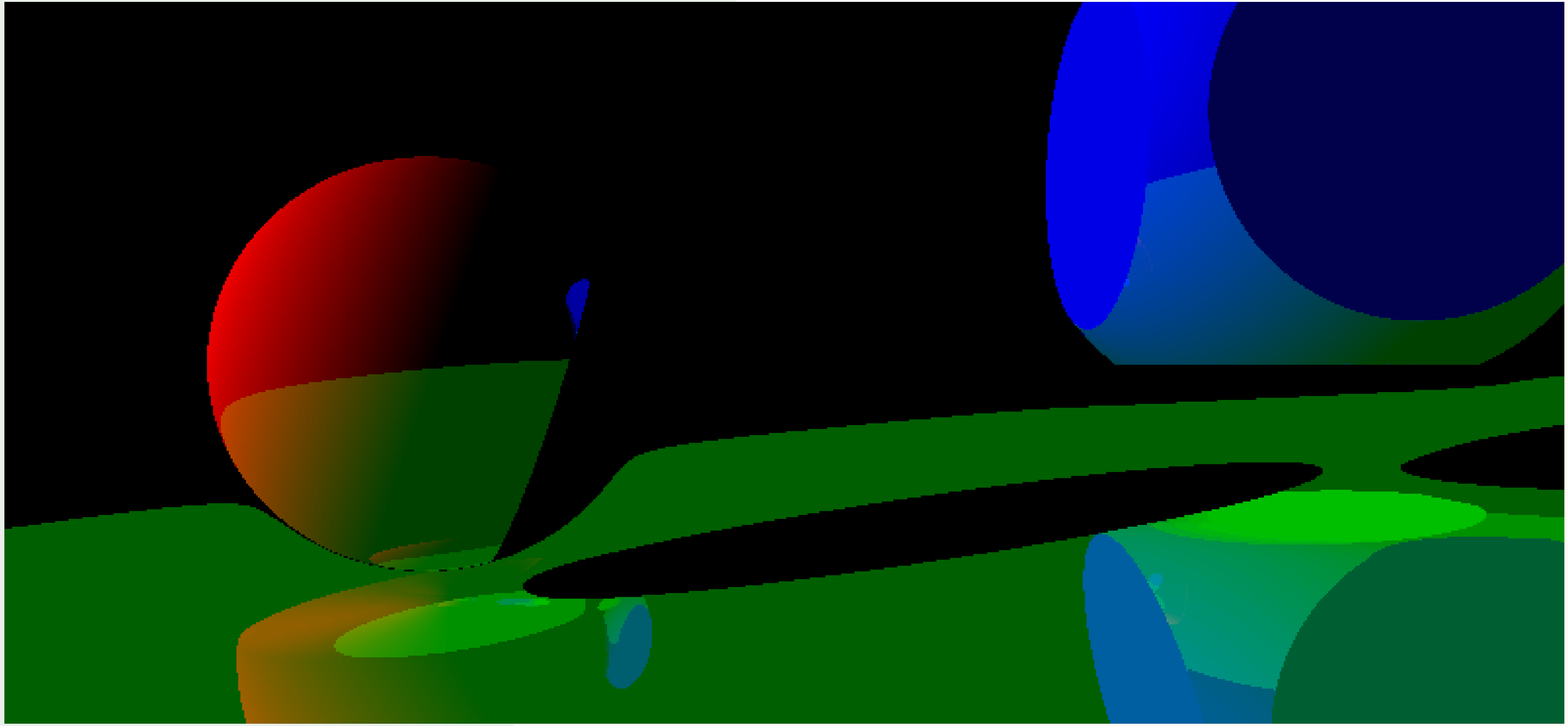
- l'union (min des SDF)
- l'intersection (max des SDF)
- la différence (max du premier SDF et de la négation du deuxième SDF)

```
float intersectSDF(float distA, float distB) {
    return max(distA, distB);
}

float unionSDF(float distA, float distB) {
    return min(distA, distB);
}

float differenceSDF(float distA, float distB) {
    return max(distA, -distB);
}
```

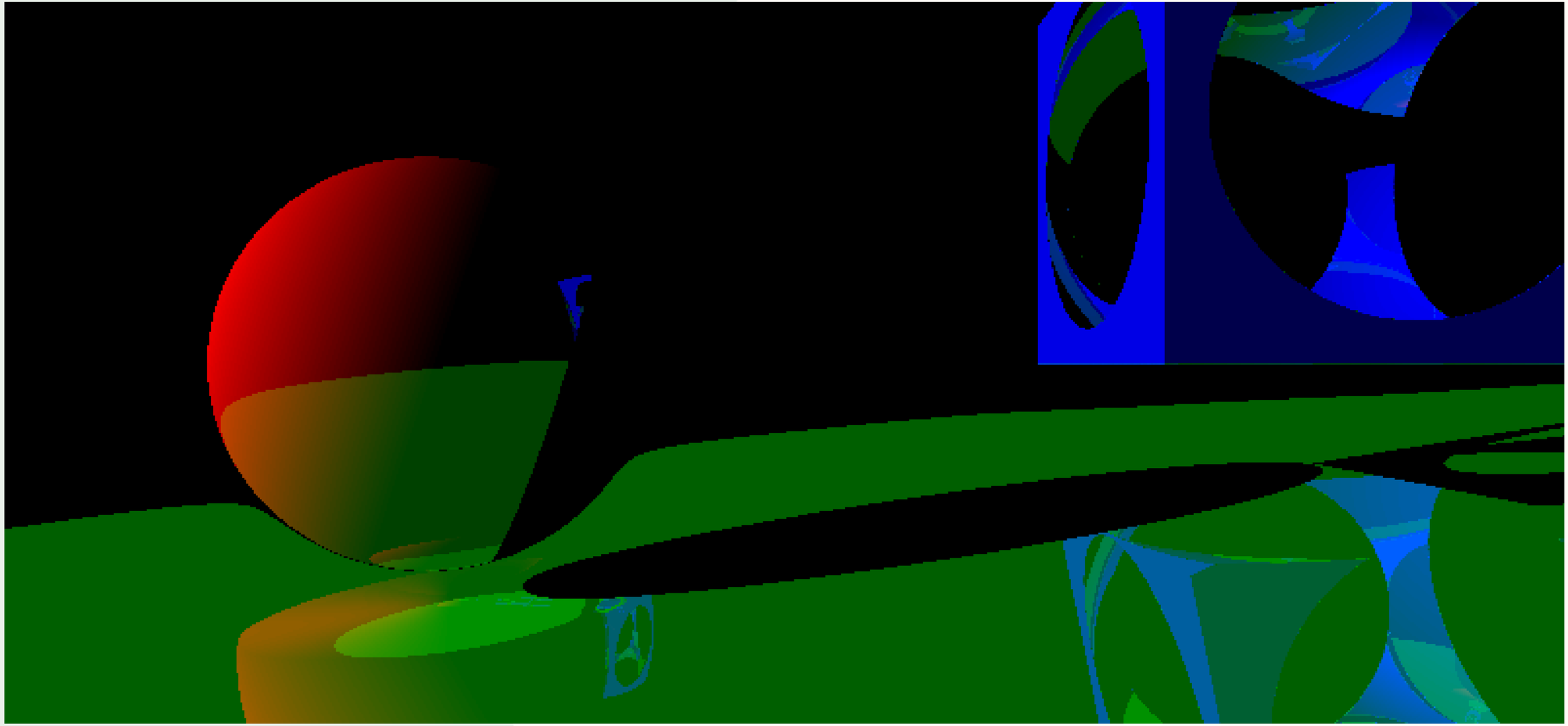
Union Sphere et Cube



Intersection Sphere et Cube



Différence Sphere et Cube



Page de Ressources

A http://jo.fabrizio.free.fr/teaching/synt/tpcs13_fr_1.3.pdf

B https://jamie-wong.com/2016/07/15/ray-marching-signed-distance-functions/

Merci !