

```

this.m_Lorry.setClipPlane(true);
...

// dessiner les éclairagements visibles dans le reflet
this.addLightings();

Stencil.disable();

// dessin de la scène réelle
this.prepareLights(mat4View);
this.drawDeferredShading(this.m_Mat4Projection, mat4View);
this.addLightings();
}

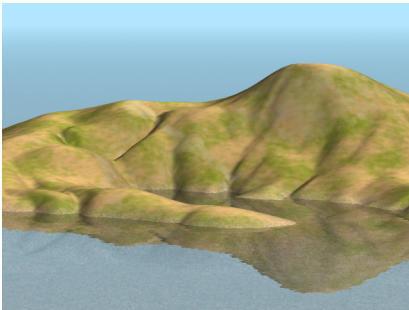
```

Il reste à signaler un problème potentiel avec le calcul des ombres portées. Le décalage agit dans le sens inverse et peut provoquer de l'acné ou des murs volants.

21.3. Reflets d'eau

Dans un chapitre consacré aux reflets, il est impossible de passer à côté du dessin d'une étendue d'eau, reflétant son environnement. Je vous propose d'étudier le projet situé dans le dossier [waterMirror](#). La [Figure 21.5](#) montre le résultat. Il est tout à fait possible de l'enrichir avec des [billboards](#) représentant des arbres, une [skybox](#) pour le ciel, une lampe avec ombres douces, mais ce n'est pas l'objectif de cette section.

Figure 21.5 : Reflets et réfraction



Ce projet est nettement plus complexe que tous les précédents, mais chaque élément peut être étudié séparément. Je vais commencer par expliquer comment l'île est dessinée, puis présenter le plus difficile avec le calcul des reflets et de la réfraction, et terminer par l'application assez discrète d'une brume de distance.

Terrain et fond

Le terrain est généré dynamiquement à partir d'un maillage plan, comme dans la [Section 17.2, Déformation d'un objet par une image](#). Il possède deux textures mélangées en fonction de l'altitude. Au-dessus de 0, c'est la texture verte et brune, en dessous, c'est une texture de sable mouillé. Pour cela, le Vertex Shader génère une variable interpolée supplémentaire, `frgElevation`, issue directement du calcul d'altitude, `position.y`, mais non transformée par les matrices de vue. Le mélange des deux textures se fait comme dans la [section Fonctions d'interpolation](#), avec un appel à `mix` paramétré par un `smoothstep`. Les bornes `-0.05` et `0.05` permettent de faire une transition assez rapide entre les deux textures.

Exemple 21.10 : Shader pour le terrain

```
#version 300 es

uniform sampler2D txDiffuse1;
uniform sampler2D txDiffuse2;

in vec2 frgTexCoord;
in float frgElevation;

...

void main()
{
    // couleur diffuse
    vec4 Kd1 = texture(txDiffuse1, frgTexCoord);
    vec4 Kd2 = texture(txDiffuse2, frgTexCoord * 4.0);
    vec4 Kd = mix(Kd2, Kd1, smoothstep(-0.05, 0.05, frgElevation));

    ...
}
```

Comme le terrain n'est pas très étendu, j'ai rajouté un grand rectangle représentant le fond de la mer. Ce rectangle possède la même texture que le bas du terrain.

Réflexion et réfraction

Ce qui fait la richesse de l'image, ce sont les reflets et la vue du fond, perturbées par de petites vagues. Les vagues sont une illusion, la surface de l'eau reste totalement plane. L'illusion vient d'une altération des coordonnées de texture, ainsi que de la normale. L'altération ne respecte pas les lois de la propagation des ondes, donc l'effet ne semble pas tout à fait naturel. Respecter la physique nous entraînerait beaucoup trop loin et

c'est encore un thème de recherche, même si des résultats spectaculaires commencent à se trouver sur Internet.

Commençons par étudier ce mélange entre réflexion et réfraction à la surface de l'eau. La réfraction permet de voir le fond à travers l'eau. La [Figure 21.6](#) est une illustration du monde réel, le Lac Fourchu. Au premier plan, c'est la réfraction qui l'emporte, tandis que plus loin, c'est principalement la réflexion qui est visible.

Figure 21.6 : Réflexion et réfraction



Ce n'est pas la profondeur de l'eau qui détermine si on voit principalement le reflet ou le fond. C'est l'angle entre la vue et la surface. Voici un schéma qui est à comprendre dans le contexte de la synthèse d'image. Les rayons lumineux sont représentés partant de l'œil. Ils indiquent dans quelle direction se trouve la couleur que voit l'œil. J'ai dessiné les vecteurs des principaux axes : V pour la vue, N pour la normale au point de contact avec la surface, R pour le vecteur réfléchi et T pour le vecteur transmis, réfracté.

Figure 21.7 : Réflexion et réfraction

