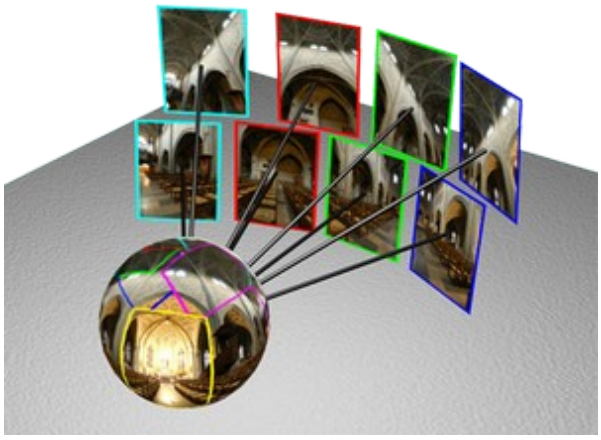
Sommaire

- 1 INTRODUCTION
- 2 PRINCIPE
- 3 EN PRATIQUE
  - 3.1 Projection plane ou rectilinéaire
  - 3.2 Projection cylindrique
  - 3.3 Projection Mercator
  - 3.4 Projection sphérique ou équirectangulaire
  - 3.5 Exemples
  - 3.6 Cylindrique horizontal
  - 3.7 Sphérique horizontal

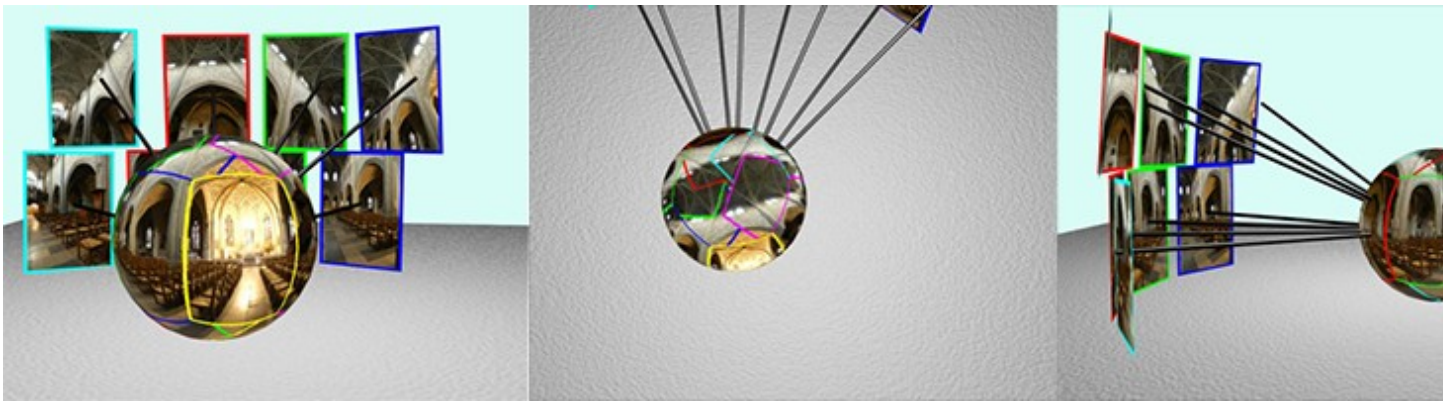
INTRODUCTION

Avant de décrire correctement les types de projections, il nous faut revenir à la notion d'assemblage d'images (le stitching en anglais).



L'image ci-contre présente une illustration de l'assemblage d'images en mode standard (lorsque l'on prend des photos en tournant autour de la pupille d'entrée de l'appareil photo).
Chaque image se retrouve à une certaine coordonnée sphérique (lacet, tangage, roulis).
Lorsqu'elle est projetée sur la sphère élémentaire, elle doit correspondre parfaitement à ses voisines.
Assembler un panorama revient à trouver la position de chacune des images sur cette sphère élémentaire.

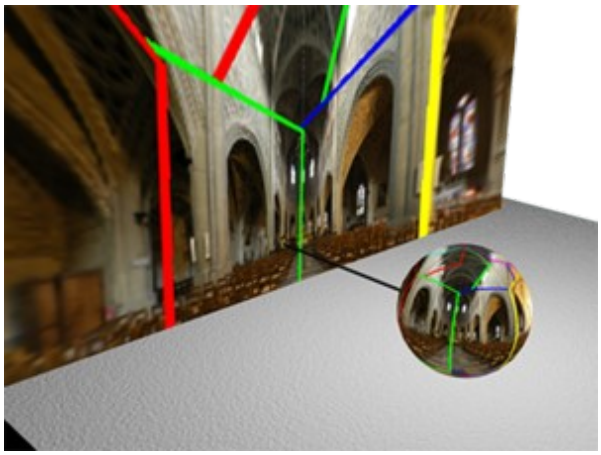
Le résultat de l'assemblage correspond alors à la texture qui se trouve sur cette sphère.
Elle peut couvrir toute la sphère dans le cas de panorama sphérique complet (360° x 180°), ou ne couvrir qu'une partie de la sphère.



Remarque :
Nous supposons ici que l'assemblage effectué est basé sur un modèle où l'appareil photo tourne autour de sa pupille d'entrée (point nodal) comme illustré ci-dessus.
Il existe cependant d'autres types d'assemblages. Le plus courant est l'assemblage orthogonal ou orthographique.
Au lieu de tourner l'appareil photo autour d'un point précis, toutes les images sont prises parallèlement à un même plan.
C'est le même principe que de réaliser un scan d'un format A3 avec un scanner A4, on se retrouve avec 4 ou 5 fichiers images qui peuvent s'assembler avec ce mode.
C'est aussi le cas lorsqu'on prend en photo des façades d'une rue et en se déplaçant en suivant cette rue.

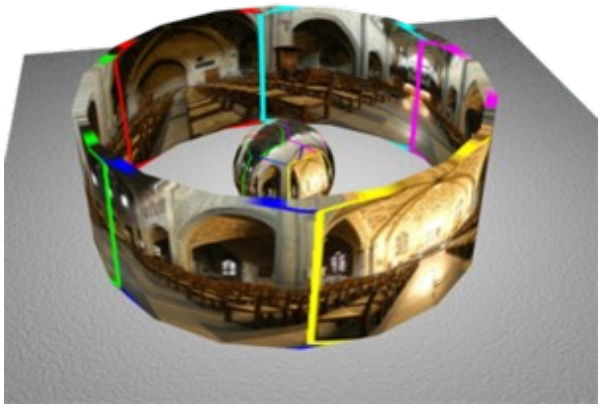
PRINCIPE

Les modes de projections correspondent à ce qu'on va faire de la texture de la sphère élémentaire.
Si on la projette sur un plan, on va parler de rectilinéaire ou plane, si on la projette sur un cylindre, c'est du cylindrique, et si on utilise directement la texture de la sphère unité, c'est du sphérique.

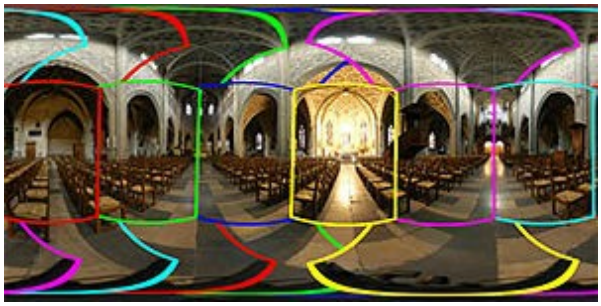


Projection rectilinéaire (ou projection plane)
Chaque pixel de la sphère est replaqué sur un plan tangent à la sphère. Cela pose tout de suite deux contraintes :

- Seulement une moitié de la sphère peut être projetée ainsi, cela correspond aux pixels orientés vers le plan.
- Les pixels qui arrivent vers les limites de la demi-sphère vont être énormément déformés (par exemple lorsqu'on utilise une projection plane avec un champs angulaire supérieur à 150°).



Projection cylindrique
Ici, chaque pixel de la sphère est projeté sur un cylindre entourant la sphère unité.
Il n'y a pas de soucis sauf lorsqu'on se rapproche des pôles (même phénomène qu'avec la projection plane, les pixels proches des pôles sont déformés).



- **Projection sphérique** (ou équirectangulaire)

Dans ce mode, il n'y a pas de limitations. La texture est simplement réutilisée et sauvegardée dans un repère qui correspond aux coordonnées longitutes / latitudes.
Ainsi une image 360° x 180° aura exactement un rapport largeur / hauteur qui vaut 360/180 = 2.
La taille de la hauteur et largeur (en pixels) est proportionnelle aux champs angulaires.

Remarque :
Le mode Mercator est un compromis entre le mode Sphérique et la mode cylindrique.

EN PRATIQUE

Projection plane ou rectilinéaire

Avantages :
Bon choix si l'angle de vue est faible, recommandé pour les photos d'architecture puisque c'est le seul mode qui ne courbe aucune ligne censée être droite.

Inconvénients :
Ne peut être utilisé que si l'angle de vue est inférieur à 180° selon la diagonale de l'image, la pratique prouve qu'au delà de 90° l'étirement de l'image est déjà visible le long des bords et encore plus dans les coins.
Au delà de 120°, le résultat n'est plus du tout acceptable, entre autres raisons parce que l'étirement de l'image cause une perte de netteté désagréable.

Projection cylindrique

Avantages :
Utilisable jusqu'à 360° (horizontalement).

Inconvénients :
Les droites parallèles à l'horizon (bordures de trottoir, haut des immeubles) sont toujours plus ou moins courbées.
L'angle vertical est limité, il faut impérativement qu'il soit inférieur à 160° mais l'étirement commence à déformer le haut et le bas de l'image de manière inesthétique dès qu'on dépasse 45° au dessus ou au dessous de la ligne d'horizon.

Projection Mercator

Avantages :
Utilisable jusqu'à 360° (horizontalement). L'effet d'étirement vers le haut et le bas d'image est atténué par rapport à la projection sphérique.

Inconvénients :
Les droites parallèles à l'horizon (bordures de trottoir, haut des immeubles) sont toujours plus ou moins courbées.
L'angle vertical est limité, il faut impérativement qu'il soit inférieur à 160° car l'étirement commence à déformer le haut et le bas de l'image de manière inesthétique dès qu'on dépasse 55° au dessus ou au dessous de la ligne d'horizon.

Projection sphérique ou équirectangulaire

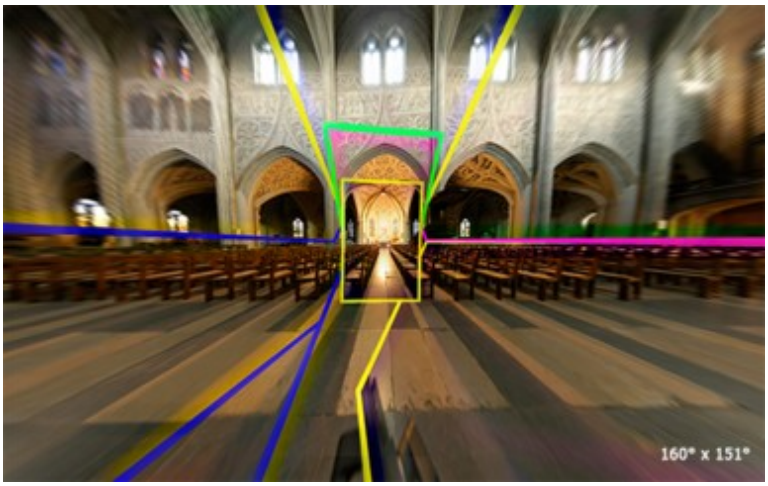
Avantages :
Autorise l'assemblage de tous les panoramas.

Inconvénients :
Pour l'affichage direct (sans viewer) d'un panorama à l'écran et pour l'impression il faut s'assurer que la courbure des droites parallèles à l'horizon reste acceptable (il n'y a pas de règle, vous êtes le seul juge).
Quand l'angle de vue vertical est important l'effet d'étirement du haut de l'image (près du zenith) et du bas de l'image (près du nadir) varie de l'inhabituel au très inhabituel.

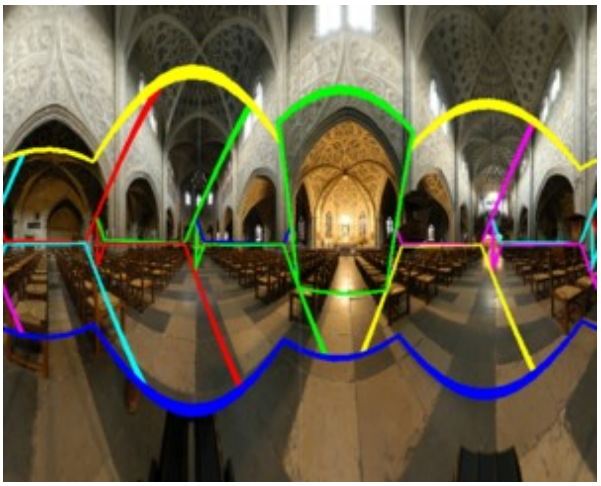
Exemples

En reprenant l'exemple ci-dessus, voici une illustration de ce que donne les 3 modes de projection :

Projection réctilinéaire :



Projection cylindrique :



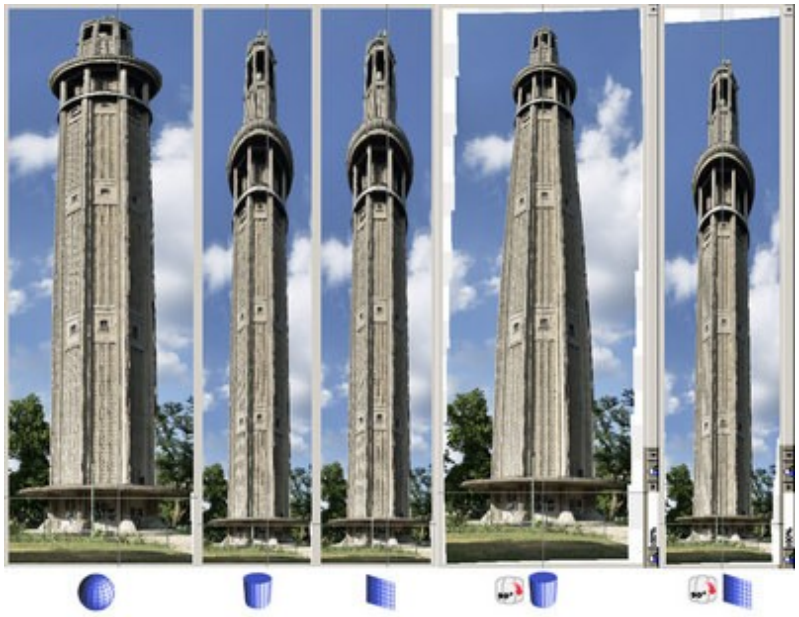
Cylindrique horizontal

? Les modes de projection peuvent dépendre de l'orientation du panorama, c'est le cas pour le sphérique et le cylindrique (la projection rectilinéaire ne dépend pas de l'orientation du panorama).
En regardant le schéma expliquant la projection cylindrique, on constate que l'axe du cylindre est supposé vertical (c'est implicitement ce que l'on veut).
Pourtant, il existe autant de types de cylindres que d'axes possible (avec un axe horizontal par exemple).
Le visuel du panorama résultant en sera profondément changé.

De gauche à droite :

1. projection sphérique
2. projection cylindrique
3. projection rectilinéaire
4. rotation 90° + projection cylindrique
5. rotation 90° + projection rectilinéaire

- Les différences entre le mode cylindrique (2) et rectilinéaire (3) sont très faibles. C'est normal, l'étendue horizontale du panorama est très faible, donc le cylindrique est quasiment un rectilinéaire.



- La vue change énormément entre le mode sphérique (1) et les deux autres modes (2 et 3).
- Appliquer une rotation au panorama revient à mettre le cylindre de projection dans l'autre axe, c'est du cylindrique horizontal (4).
- La différence entre le cylindrique vertical (2) et le cylindrique horizontal (4) est très visible.
- La différence entre les deux rectilinéaires (3 et 5) est nulle. C'est exactement la même chose car une rotation ne change pas la projection rectilinéaire.

Remarque : Travailler avec ce genre de sujet très haut nécessite un bon placement du point de vue (ici il correspond à la base de la tour : au croisement des deux lignes grisées).

Sphérique horizontal

Tout comme le cylindrique, le sphérique dépend de l'orientation du panorama.
En général, on souhaite (pour cette projection) que les verticales restent bien verticales car cela donne le meilleur visuel.
Pour certaines prises de vue, utiliser un autre axe que l'axe vertical peut être un vrai outil de créativité.
Ci-dessous, ces 3 exemples du même panorama 360°x180° en mode sphérique donnent des visuels très différents :

Sphérique standard avec l'axe vertical parfaitement aligné (les lignes verticales sont bien verticales).

Sphérique où l'axe vertical ne correspond pas vraiment à la verticale en réalité. C'est un défaut que l'on voit souvent dans les panoramas 360° (l'horizon fait une vague comme une courbe sinusoïdale ou comme un ~).

Sphérique ho
correspond e
potentiel créa
vraiment inté

Support technique / Documentation Autopano Pro / Documentation Autopano Giga