

IMAGE DE SYNTHESE 3D

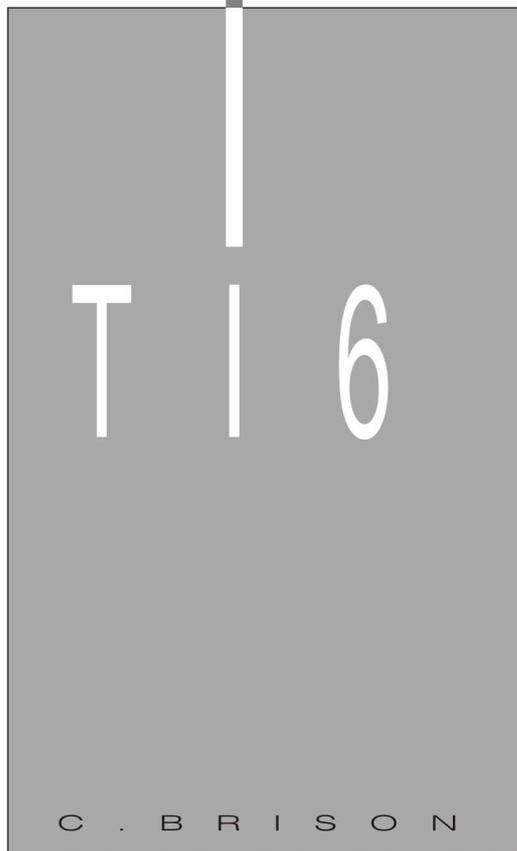


TABLE DES MATIERES

La modélisation 3D

Les matériaux

La lumière

Le cadrage

Préface - v.01.1

Ces notes de cours sont destinées au cours de Studio, orientation 3D, option de qualification « Techniciens en Infographie ».

Elles reprennent les principes de la modélisation en 3D, la création de matériaux et le placage de textures, les types d'éclairages, la mise en place des prises de vues et la sortie en images de synthèse.

Droits d'auteur, licence et restrictions

Bien que ces notes de cours soient d'accès public, elles sont protégées par les droits d'auteur légaux et le droit moral reconnaissant la paternité de l'œuvre à son auteur sans limite de durée. Les notes restent donc la propriété intellectuelle de leur auteur.

Tout utilisateur, tant public que privé, est entièrement libre d'imprimer des copies de ces notes de cours, sous certaines réserves :

- Celles-ci doivent être destinées à un usage purement personnel ou à des fins d'éducation, et non commercial
- Celles-ci doivent porter une mention y indiquant leur source, le nom de l'auteur, et une copie de la présente licence
- Celles-ci ne peuvent pas être modifiées ou démantelées sans une autorisation écrite de l'auteur.

Table des matières

Introduction	6
1. Qu'est ce qu'une image de synthèse ?	6
1a. Image « bitmap »	6
1) La définition	7
2) Le mode colorimétrique	7
3) Avantages et inconvénients.....	7
1b. Travail « vectoriel »	8
2. Etapes de création d'une image de synthèse	9
I. Travailler en 2D - 3D	10
1. Travailler sur une surface en 2D	10
2. Travailler dans un espace virtuel en 3D	10
3. Visualisation d'un espace 3D : la 2D ½	11
3a. Les projections orthogonales / vues orthographiques	11
3b. Les perspectives parallèles / cylindriques.....	12
1) Les perspectives cavalières	12
2) Les perspectives axonométriques.....	12
3c Les perspectives centrales/ coniques	12
II. Modélisation 3D	13
1. Les courbes	13
1a. Les types de courbes	13
1) Les courbes de Bézier	13
2) Les courbes de Nurbs	13
1b. Les transformations de courbe 2D en élément 3D	14
1) Surface tabulée par extrusion.....	14
2) Surface tabulée par balayage	15
3) Surface de révolution.....	16
4) Surface réglée par lissage.....	17
1c. Transformation surfaciques ou volumique ?	18
1) Les courbes ouvertes	18
2) Les courbes fermées	18
3) Et les points ?	18
2. Les maillages.....	19
2a. Les primitives	19
1) La boîte.....	19
2) La sphère.....	19
3) Le cylindre	19
4) Le cône.....	19
4) Le tore.....	20
2b. Les opérations booléennes entre maillages.....	20
1) L'union	20
2) La soustraction	21
3) L'intersection	21
2c. Les modifications par subobjets	22
1) Translation / Move ou Grap.....	22
2) Rotation / Rotate.....	22
3) Homothétie / Scale	22
2d. Les subdivisions / subdivide et les lissages / smooth	23
1) La subdivision	23
2) Le lissage	24
3. Les metaballs / objets mous.....	25
4. Les systèmes de particules	26
4a. Particules de type cheveux	26
4b. Emission de particules	26
III. Les matériaux	27
1. Les couleurs	27
1a. Au niveau de l'œil.....	27
1b. Qu'est-ce que la couleur ?	27
1c. La synthèse additive des couleurs	28
1) Principe & utilisation	28
2) Le cercle chromatique RVB.....	28
3) Le codage des couleurs RVB	29
1d. La synthèse soustractive des couleurs	30
1) Principe et utilisation.....	30

2) Le cercle chromatique CMJ(N).....	31
3) Le codage des couleurs – CMJN / CMYN.....	31
1e. Et le codage TSL / HSL ?.....	33
1f. Quelques exemples en pratique, dans Blender.	33
2. L'impression OFFSET	34
De l'impression monochrome à la quadrichromie	34
1) L'impression monochrome	34
2) L'impression en bichromie.....	34
3) La trichromie	34
4) L'impression en quadrichromie (CMJN)	34
3. La couleur et la lumière.....	35
3a. La réflexion diffuse	35
3b. La réflexion spéculaire	35
3c. L'aspect « Miroir »	35
3d. La transparence	36
3e. La luminance	36
3f. La radiance spéculaire	36
3g. La réfraction	37
4. Les textures.....	38
4a. Les textures procédurales.....	38
4b. Les textures plaquées / mapping	38
1) Les types de projections.....	38
- Projection en plan.....	38
- Projection Sphérique	38
- Projection cylindrique / Tube	38
- Projection cubique.....	38
2) La densité de la texture	39
4c. Les textures sous forme d'image de développement.....	39
IV. La lumière.....	40
1. Propriétés de la lumière	40
1a. Intensité de la lumière	40
1b. Propagation de la lumière	40
1c. La lumière & les ombres.....	41
1d. Les types d'ombres	41
1) Les ombres propres.....	41
2) Les ombres portées.....	41
2. Types d'éclairages.....	42
1a. Eclairage ambiant.....	42
1b. Eclairage ponctuel.....	42
1c. Eclairage dirigé	42
1d. Soleil.....	42
V. Le cadrage.....	43
1. L'angle de vue	43
1a. La position sur le plan (X, Y)	43
1) Vue de face	44
2) Vue de $\frac{3}{4}$ avant gauche / droit	44
3) Vue latérale ou de profil gauche / droit.....	44
4) Vue de $\frac{3}{4}$ arrière gauche / droit.....	45
5) Vue de dos	45
1b. La position en hauteur.....	45
1) La vue de dessus et de dessous.....	46
1) La vue « normale » ou « horizontale »	46
2) La vue de « plongée »	46
3) La vue de « contre-plongée »	47
2. Les différents plans	47
2a. Le plan d'ensemble	47
2b. Le plan moyen.....	48
2c. Le plan rapproché.....	48
1) Le plan américain	48
2) Le plan italien	48
2d. Le gros plan.....	48
2e. Le très gros plan.....	48
3. Les formats.....	49
3a. Orientation de la page	49
1) Orientation de type « Portrait »	49
1) Orientation de type « Paysage »	49

1) Les formats carrés.....	49
3b. Dimensions de la page.....	49
1) Les formats ISO (sur papier)	49
2) Les formats d'affiches.....	50
3) Les formats « carte postale » & « carte de visite »	50
4) Les formats d'écrans	50
3b. Formats au cinéma.....	50

Introduction

1. Qu'est ce qu'une image de synthèse ?

Une image de synthèse est une image entièrement générée à l'aide de l'outil informatique.

Ca peut être aussi bien le résultat d'un photomontage d'images numériques, d'une composition formelle et/ou picturale 2D mais aussi d'un rendu effectué à partir d'une scène modélisée en 3D.

Ce sont les images générées d'une scène 3D qui seront traitées dans ces notes de cours.

Pour commencer, une scène 3D comporte toujours un sol et un fond. Après, on y ajoute des objets, texturés ou pas, un éclairage et une caméra pour pouvoir générer un rendu.

Tout le travail de modélisation sur ordinateur se fait dans une réalité virtuelle 3D, en mode « vectoriel ». Cependant, le rendu qui en résulte sera toujours une image bitmap en 2D.

Image de synthèse d'un intérieur, ►
modélisé en 3D.



1a. Image « bitmap »

Une image de synthèse est une image numérique de type « bitmap » qui peut être, entre autres, le résultat d'un calcul de rendu d'une scène modélisée en 3D.

Un rendu est le calcul des formes, des ombres et lumières et des textures suivant un certain angle de vue de la scène, visé par la caméra.

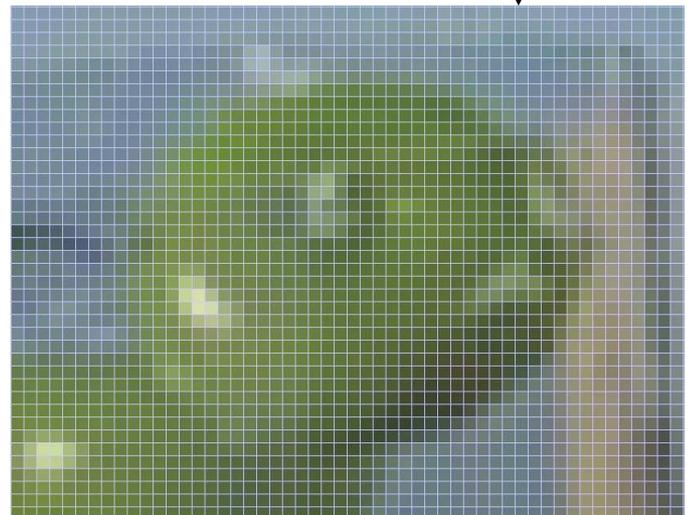
Ce type d'image (bitmap) est composé d'une trame carrée 2D contenant des « pixels ».

Les « pixels » (*Picture Element*, en anglais) sont des éléments graphiques réduits à leur plus simple expression c'est à dire un point.

Ces pixels sont allumés (dans le cas où il faut les voir) ou éteints (dans le cas où rien ne doit être visible = noir, sur l'écran). Chaque point (pixel) comporte un code de position et des attributs graphiques, comme la couleur avec tous ses composants comme la tonalité, la transparence, l'intensité,....

Le codage le plus complet permet de donner une image de 1,7 millions de couleurs différentes.

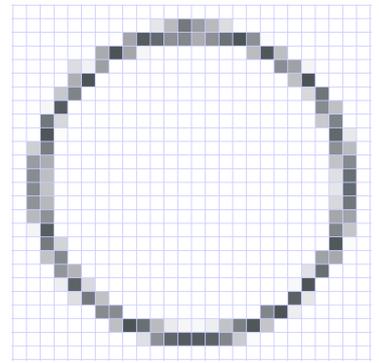
On parlera alors d'une image en « True colors ».



▲ Zoom sur les pommes (voir image au-dessus)

Une image bitmap est imposante au niveau de la place mémoire, mais elle est relativement rapide au niveau de son affichage. L'ordinateur n'a qu'à afficher les points, il ne calcule rien.

Les périphériques tels que l'écran, l'imprimante, le scanner, les appareils photo numériques sont des périphériques de type bitmap.



Ci-contre, une image bitmap d'un cercle, en niveau de gris ►

Si on fait des zooms rapprochés sur une partie de cercle on aura un aspect saccadé et pixélisé peu agréable pour l'œil.

Pour avoir un aspect lisse dans les courbes, en mode bitmap, il faut augmenter la résolution de l'image.

1) La définition

La qualité de l'image dépend du nombre de pixels affichés par colonne (verticalement) et par ligne (horizontalement). Cela s'appelle la "définition" de l'image

La « définition » d'une image reprend la surface totale de l'image (nombre de pixels en X et en Y) et son mode colorimétrique.

Le mode colorimétrique est le nombre d'informations à stocker par pixel (4 modes : NB, Gris, RVB et CMJN)

2) Le mode colorimétrique

Nbre Mb - 1 A4 en 300 Dpi (2480 x 3510 pixels) - sans compression

Noir et blanc → 1 couche en 1 bit → $1 \times 2480 \times 3510 = 8.704.800$ bits = 1.088.100 octets = 1.063 MB

Tons de gris → 1 couche en 1 octet → $8 \times 2480 \times 3510 = 69.638.400$ bits = 8.704.800 octets = 8.501 MB

Type RVB → 3 couches en 1 octet → $3 \times 8 \times 2480 \times 3510 = 208.915.200$ bits = 24,9 MB

Type CMJN → 4 couches en 1 octet → $4 \times 8 \times 2480 \times 3510 = 278.553.600$ bits = 33,21 MB

* Pour info 1 octet/byte = 8 bits / 1 kilo octet (KB) = 1.024 octets / 1 Méga octet (MB) = 1.048.576 octets

3) Avantages et inconvénients

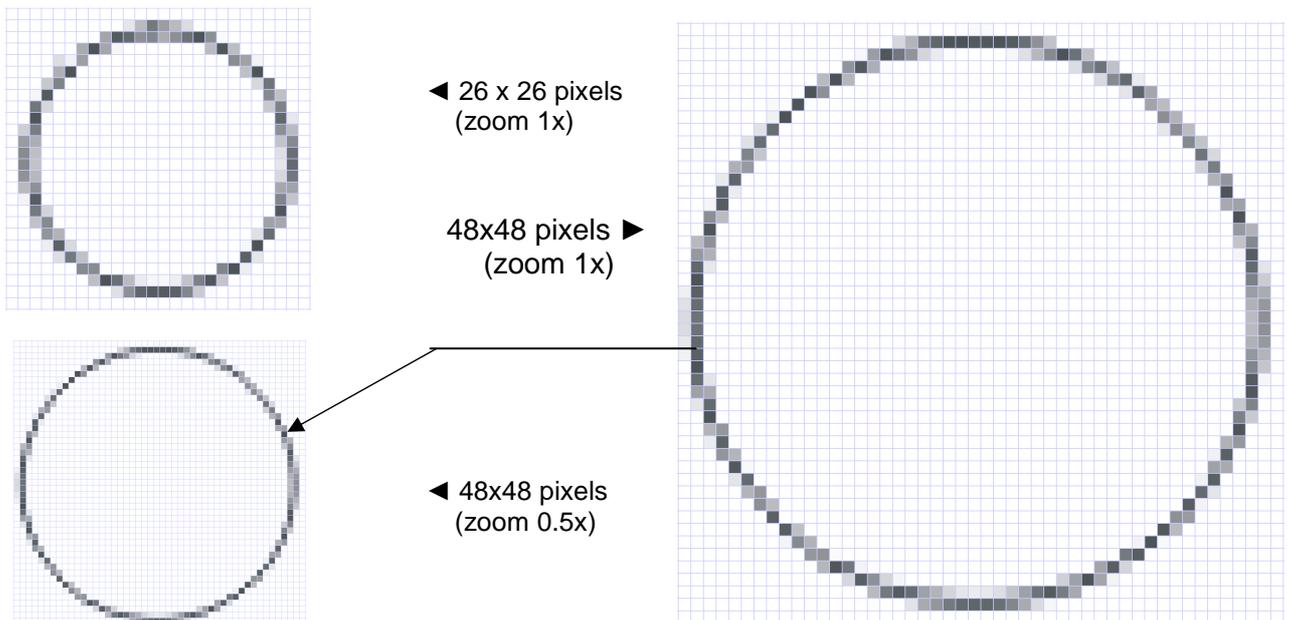
Pour spécifier une « **résolution** » d'une image, on parle en DPI (dots par pouce).

Cela veut dire le nombre de points / dots (pixel) qu'on aura sur un pouce / pouce (= 2,54 cm).

Exemple : Ci-dessous, les cercles de gauche ont la même taille, au niveau de leur affichage.

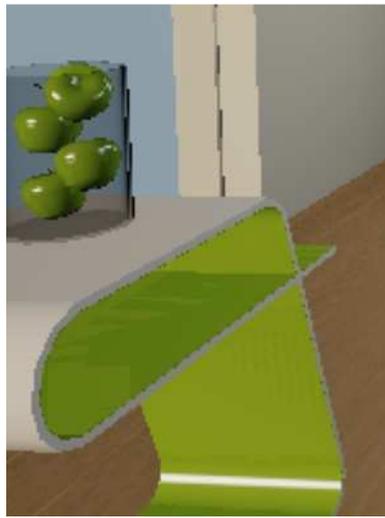
Cependant, le cercle de dessous a une définition environ deux fois plus grande que le cercle du dessus.

Il sera plus lourd en mémoire, mais donnera un aspect plus net au cercle.



Il est très important de sortir des images de synthèse à une résolution suffisante sinon l'image donnera un aspect pixellisé et peu agréable à l'œil. L'image aura un aspect moins net et donc plus flou.

la même image
à des résolutions différentes ►



▲ Résolution + petite
(moins de pixels par inches)



▲ Résolution + grande
(plus de pixels par inches)

Dans un univers 3D, il est important d'utiliser des images de fond et de textures à une définition suffisante également afin d'assurer un travail final cohérent et de qualité.

Il est très important de comprendre que si on utilise une image de faible définition (peu de pixels en X et en Y) pour faire une texture ou un fond, on obtiendra une image de synthèse pixélisée (aux endroits des textures et du fond) même si on sort une image de synthèse en haute définition !

Pour imprimer une image, on utilisera une résolution de 300 DPI (300 points sur 2,54cm) ou de 600 DPI. Pour avoir une page A4 (210 x 297mm) à une résolution de 300 DPI, on aura une définition d'image de +/- 2480 x 3500 points. (+ voir le chapitre sur les formats)

Il existe plusieurs formats / extensions de fichier de type bitmap : .bmp / .jpeg / .gif / .tif

Ces formats de fichiers sont lisibles par tous les ordinateurs et beaucoup de programmes.

Note : Le chapitre sur les formats (à la fin de ce syllabus) reprend certains formats standards, ainsi que le nombre de pixels correspondants à ces formats (en rapport avec la résolution voulue).

1b. Travail « vectoriel »

Pour arriver à sortir une image de synthèse calculée par l'ordinateur (en bitmap), il faut travailler de manière vectorielle. Le travail vectoriel en 2D ou en 3D demande un encodage très différent du travail en mode bitmap. L'utilisateur doit d'encoder des paramètres propres à chaque élément pour que l'ordinateur puisse le calculer et ensuite le dessiner et l'afficher.

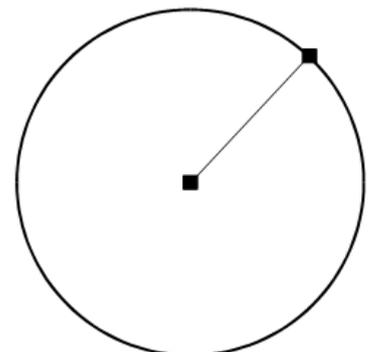
Un fichier vectoriel va prendre moins de place en mémoire qu'un fichier bitmap, mais l'ordinateur va être beaucoup plus lent à l'affichage car il devra calculer à tout moment les vues demandées en fonctions du point de vue et des paramètres graphiques qu'on a encodés.

C'est avec l'aide d'algorithmes plus ou moins complexes que l'ordinateur va traiter l'information pour pouvoir afficher le travail à l'écran et/ou l'imprimer.

Ce cercle, ci-contre, est composé d'une information au niveau de la position de son centre et de la valeur de son rayon. C'est l'ordinateur qui calcule le tracé du cercle pour pouvoir l'afficher.

L'avantage est que les zooms rapprochés sur une partie de cercle donneront toujours un aspect courbe et lisse, vu que l'ordinateur recalcule l'affichage à chaque fois.

Dessin vectoriel d'un cercle ►
(coordonnées du centre + valeur du rayon)



Le travail vectoriel peut être en 2D (plans, dessins, photos) ou en 3D (modélisation 3D)

Il existe plusieurs formats (extensions) de fichier de type vectoriel propres aux logiciels utilisés lors du travail de création comme notamment :

Quelques logiciels 2D

- .ai → format Illustrator (logiciel de dessin en 2D)
- .cdr → format Corel Draw (logiciel de dessin en 2D)
- .indd → format Indesign (logiciel de mise en page en 2D)

Quelques logiciels 2D + 3D

- .dwg → format Autocad (logiciel de DAO + modélisation 3D)
- .vwx → format Vectorworks (logiciel de DAO + modélisation 3D)

Quelques logiciels 3D

- .blend** → format **Blender** (logiciel de modélisation et animation 3D)
- .3ds → format 3DStudioMax (logiciel de modélisation et animation 3D)
- .ma → format Maya (logiciel de modélisation et animation 3D)
- .c4d → format Cinema 4D (logiciel de modélisation et animation 3D)

Ces formats sont uniquement lisibles et modifiables par les programmes qui les ont créés respectivement.

Seuls certains logiciels peuvent lire et/ou modifier d'autres formats de fichier que leur format propre.

2. Etapes de création d'une image de synthèse

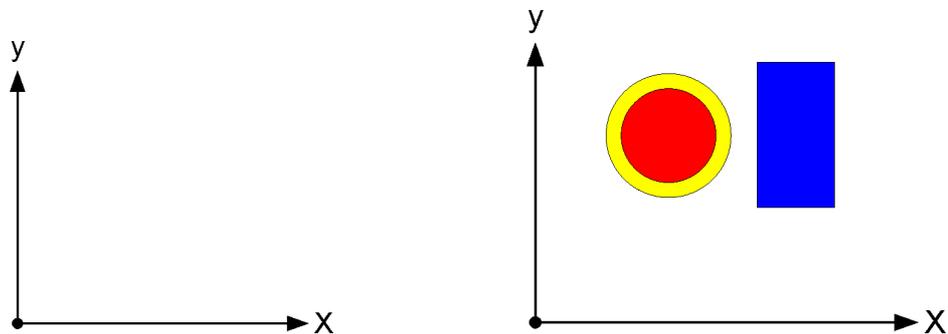
En 3D, la création d'une image de synthèse passe par plusieurs étapes :

1. L'installation d'un univers 3D (sol et fond).
2. La modélisation 3D des différents éléments qui composent la scène.
3. La création et l'application de couleurs, de matières et de textures sur les différents éléments de la scène et l'univers 3D
4. Le positionnement des lumières.
5. Le positionnement d'une caméra qui donnera le point de vue (cadrage) du rendu final.
6. Les calculs de rendu suivant le point de vue de la caméra courante.

I. Travailler en 2D - 3D

1. Travailler sur une surface en 2D

Une surface / plan 2D comporte deux axes, X et Y.



L'axe X est horizontal et l'axe Y est vertical. Ces axes se croisent au point 0,0.

Le sens positif des axes sont de gauche à droite pour X et de bas en haut pour Y.

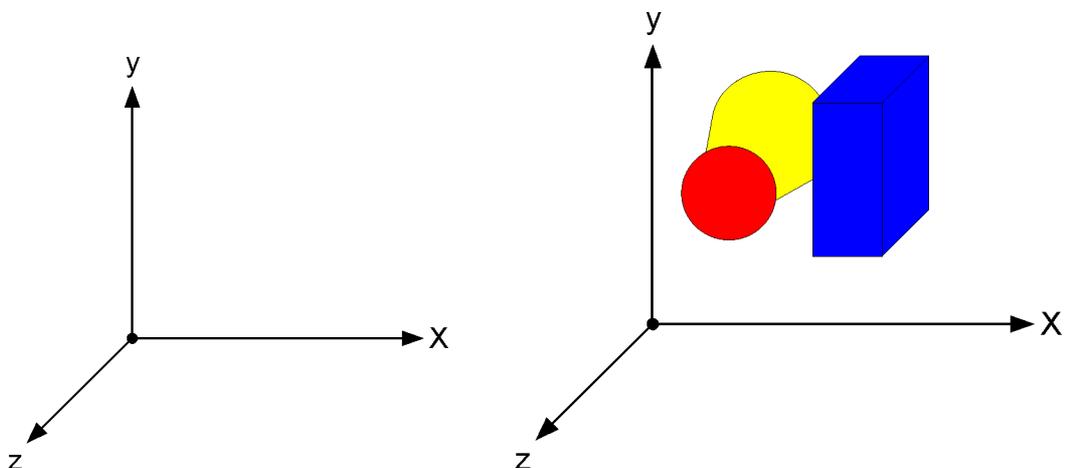
Faire une affiche, un photomontage, un dessin, une peinture,... sont des travaux réalisés en 2D.

Les écrans, les scanners, les imprimantes 2D, les souris, ... sont des périphériques qui fonctionnent exclusivement en 2D.

2. Travailler dans un espace virtuel en 3D

Bien que le créateur d'image de synthèse travaille sur un écran en 2D, il utilise néanmoins des logiciels qui utilisent les trois axes. Il travaille donc dans un espace 3D qui est virtuel (artificiel, qui n'est pas réel).

Au niveau d'un espace 3D, il y a un troisième axe (en plus de X et Y) : l'axe Z, pour les hauteurs.



Sur l'écran, le sens positif de l'axe Z va vers l'utilisateur, situé derrière son écran.

PS : L'orientation des trois axes peut changer d'un logiciel à l'autre.

Pour pouvoir travailler dans un univers virtuel 3D, il faut que l'utilisateur puisse voir la scène suffisamment précisément et dans tous les sens sur son écran. Ce sont les modes de représentations en 2D ½ qui vont l'y aider.

3. Visualisation d'un espace 3D : la 2D 1/2

Plusieurs visualisations sont possibles pour donner l'information complète d'un espace 3D.

Une représentation en 2D1/2 est une représentation bidimensionnelle faite d'une ou plusieurs vues qui offrent des informations très précises sur l'espace 3D à représenter.

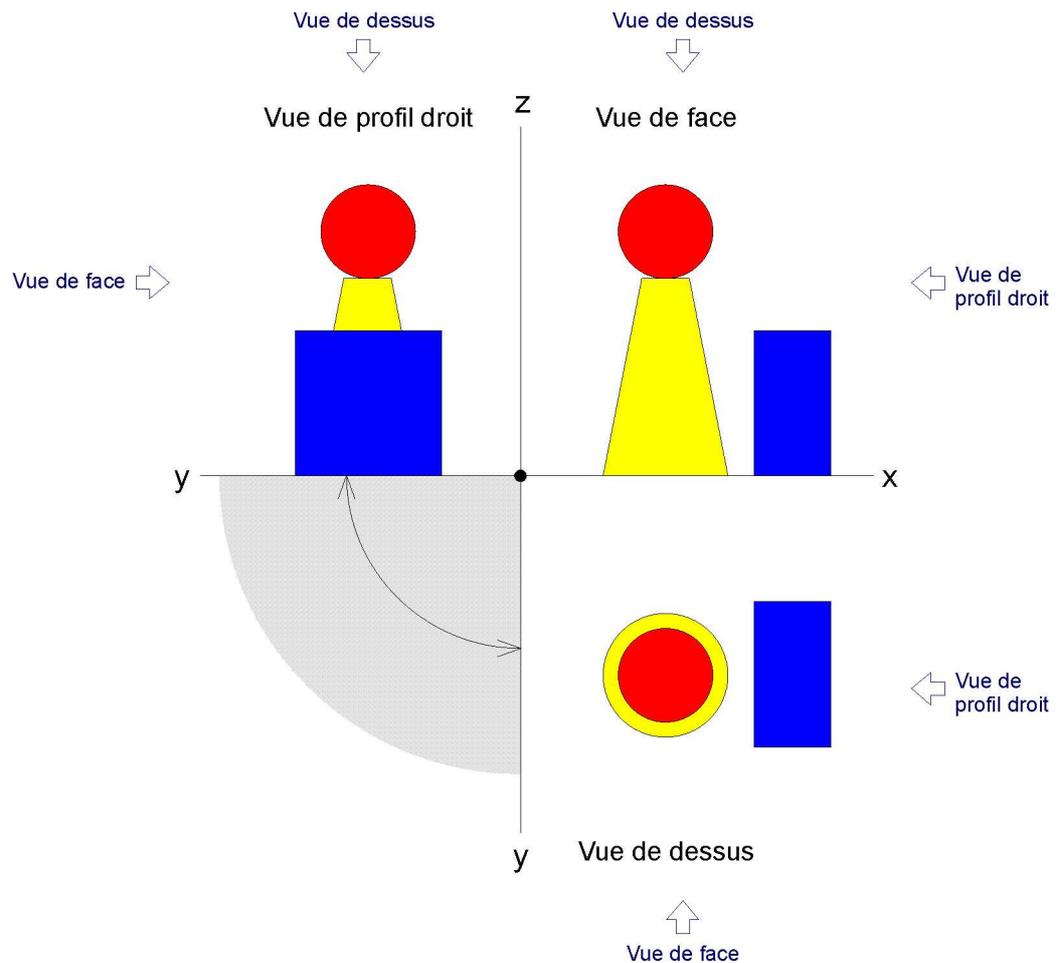
La 2D1/2 peut être une combinaison de 2 ou 3 vues orthogonales, une simple perspective parallèle ou une perspective à points de fuite.

3a. Les projections orthogonales / vues orthographiques

Les projections orthogonales sont des vues de dessus (et de dessous), de devant (et de derrière), de droite (et de gauche) de l'espace ou d'un objet 3D.

Les éléments 3D sont projetés sur trois plans de projections perpendiculaires entre eux.

Ces trois plans reprennent chacun un couple de coordonnées.



Le plan du sol (vue de dessus / de dessous) reprend les coordonnées X et Y, c'est un plan dit « horizontal ».

Le plan de face (vue de devant / de derrière) reprend les coordonnées X et Z, c'est un plan dit « frontal ».

Le plan de profil (vue de droite / de gauche) reprend les coordonnées Y et Z, c'est un plan dit « de profil ».

Les vues orthographiques sont essentielles pour travailler de manière claire et précise en 3D.

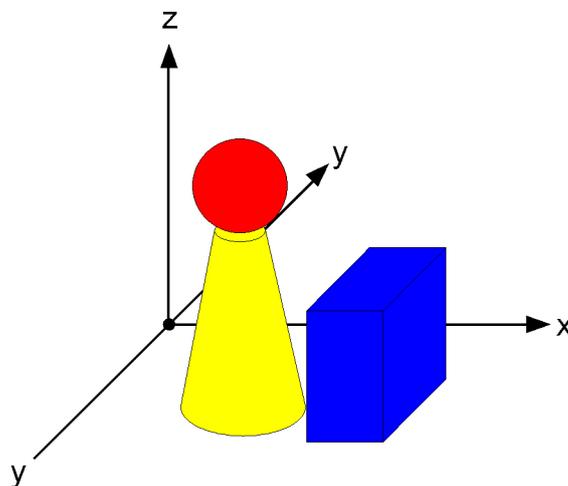
3b. Les perspectives parallèles / cylindriques

Les perspectives parallèles sont des perspectives sans point de fuite. Elles représentent les 3 axes sur un même dessin.

Le grand principe d'une perspective parallèle est que toutes les droites parallèles aux axes X, Y et Z dans la réalité vont garder le parallélisme à ces axes dans la perspective.

L'orientation des trois axes respecte des angles spécifiques à chaque type de perspective parallèle.

Il existe deux types de perspectives parallèle conventionnelle : les perspectives cavalières et les axonométries.



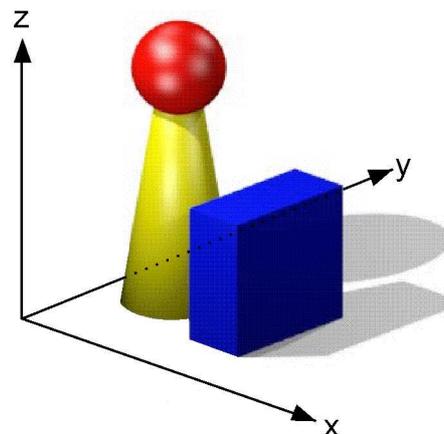
Perspective cavalière

1) Les perspectives cavalières

Les perspectives cavalières gardent deux axes orthogonaux (un horizontal et un vertical) et un en oblique (à 30° ou à 45°). C'est une perspective souvent utilisée pour faire des croquis de recherche.

2) Les perspectives axonométriques

Les perspectives axonométriques ne gardent qu'un seul axe vertical. Les deux autres axes vont suivre des angles variables. Il existe des angles conventionnel comme pour l'isométrie par exemple (3x 120°), mais en infographie, dans la réalité virtuelle de l'ordinateur, les angles sont variables à l'infini.



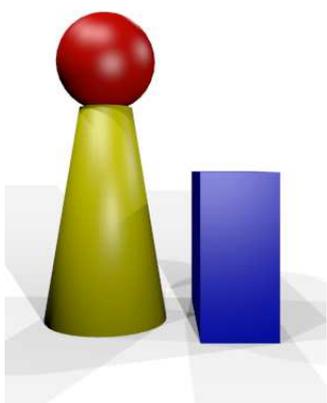
Perspective axonométrique

3c Les perspectives centrales/ coniques

Les perspectives centrales sont des perspectives à points de fuite.

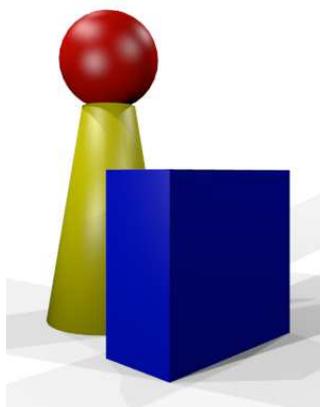
Les perspectives centrales peuvent avoir 1, 2 ou 3 points de fuite. Ces perspectives sont appelées respectivement « perspective frontale », « perspective oblique » et « perspective aérienne »

Une perspective à 1 point de fuite est une perspective dite « **frontale** ».



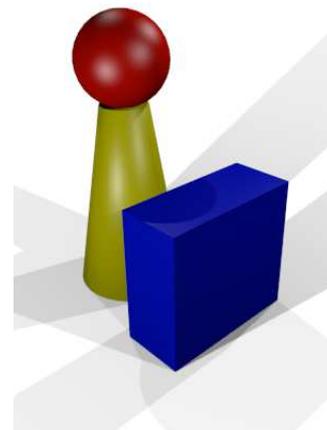
Le spectateur se situe **face** à la scène.

Une perspective à 2 points de fuite est une perspective dite « **oblique** ».



Le spectateur se situe **en oblique** par rapport à la scène.

Une perspective à 3 points de fuite est une perspective dite « **aérienne** »



Le spectateur se situe **plus haut** ou **plus bas** que la scène.

II. Modélisation 3D

1. Les courbes

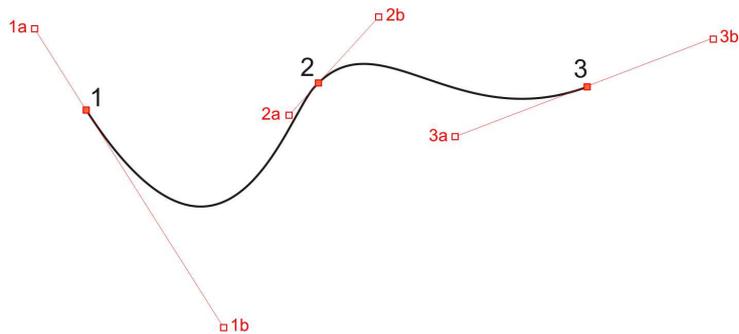
1a. Les types de courbes

1) Les courbes de Bézier

Une courbe de Bézier contient minimum deux points, un point de début et un point de fin. Elle peut contenir un nombre indéfini de points intermédiaires (2). Une courbe de Bézier peut être en 2D (points alignés sur un plan) ou en 3D (plus de 3 points et non alignés sur un plan).

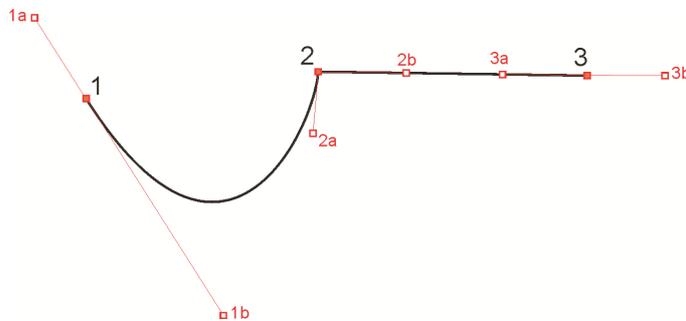
Tous les points situés sur une courbe de Bézier (1, 2, 3) sont des **points de contrôle** de la courbe.

Deux **poignées** sont situées autour de chacun des points de contrôle (1a, 1b, 2a, 2b, 3a, 3b) et permettent de modifier la tangente en ces points (1, 2, 3).



Comme ci-dessous, il est possible d'avoir des liaisons vectorielles qui sont de simples droites entre deux points (2-3) et/ou des liaisons courbes (1-2). Les poignées sont toujours tangentes à la courbe.

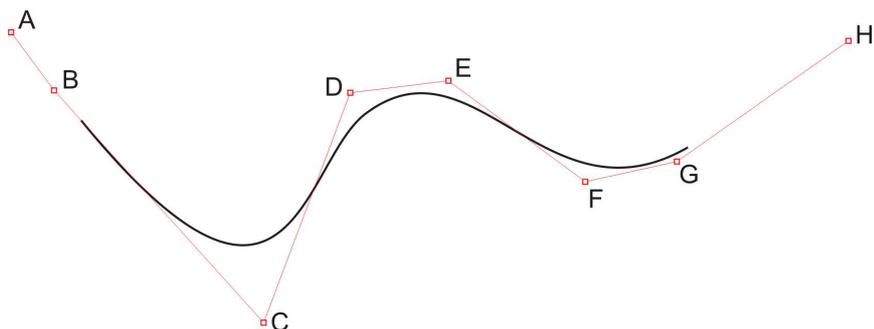
Les points de contrôle peuvent être libres et offrir une pointe / angle sur la courbe (2).



2) Les courbes de Nurbs

La courbe de Nurbs est une courbe dont les points de contrôle se situent à l'extérieur de la courbe (A, B, C, D, E, F, G, H).

Elle est un peu plus difficile à manipuler qu'une courbe de Bézier. Elle peut également être en 2D (sur un plan) ou en 3D.



1b. Les transformations de courbe 2D en élément 3D

Plusieurs transformations sont possibles :

1) Surface tabulée par extrusion

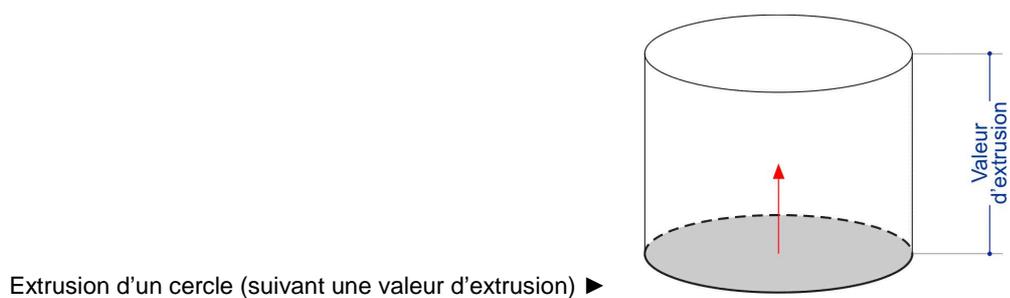
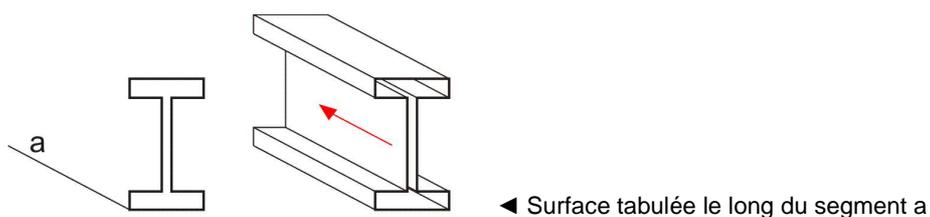
Les surfaces tabulées sont des surfaces qui sont générées par l'extrusion (ou la translation) d'une courbe plane suivant une direction et une longueur donnée.

La direction couplée à la longueur du déplacement s'appelle la "génératrice".

Le profil de base peut être une courbe ouverte ou fermée.

Pour faire une extrusion, il faut une courbe de départ (un profil) et une distance d'extrusion.

Par défaut, une extrusion se fait suivant la normale (perpendiculaire) du profil à extruder.



Quelques exemples d'objets réalisés par extrusions

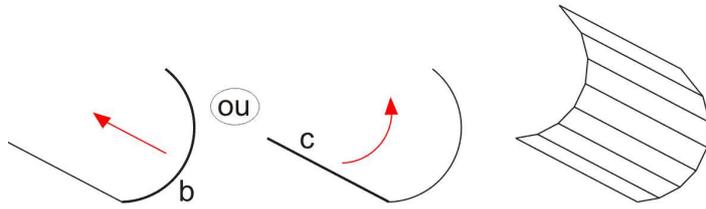


2) Surface tabulée par balayage

Un balayage est une extrusion suivant un chemin donné en 3D.

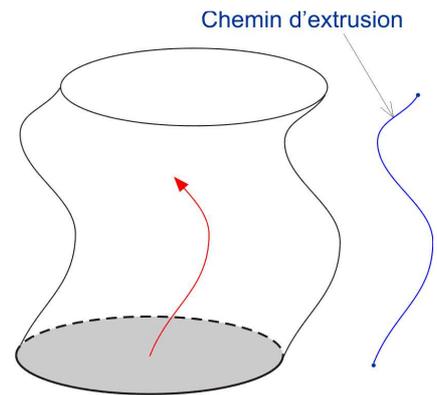
Ce chemin peut être une courbe ouverte ou fermée, en 2D (dans un plan) ou en 3D.

Pour faire un balayage, il faut une courbe de départ (un profil) et un chemin d'extrusion qui doit être dans un plan différent de la courbe de départ.



◀ Surface tabulée de la courbe b ou du segment c

Balayage d'un cercle le long d'un chemin d'extrusion ▶



Quelques exemples d'objets réalisés par balayage



3) Surface de révolution

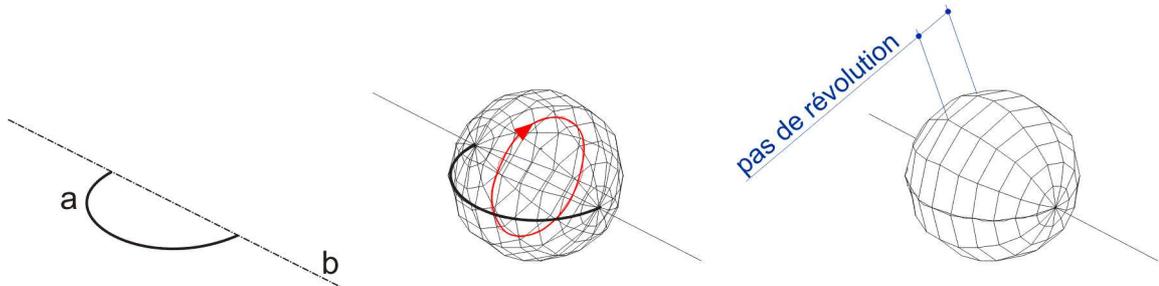
Les surfaces de révolution sont des surfaces qui sont générées par la rotation d'une courbe plane autour d'un axe de révolution situé dans un plan différent de celui de la première courbe.

Cette technique est simple et efficace, il en résulte, en général de très bons résultats.

Lors de la révolution, le profil subit un pas de rotation d'une certaine ampleur qui doit être défini avant l'opération. Plus le pas est petit, plus il y aura de points et plus la forme finale aura un aspect lisse.

Il est également possible de définir l'angle de rotation total du profil (celui-ci peut être compris entre 0 et 360 degrés).

Pour faire une révolution, il faut une courbe de départ (un profil), un axe et un angle de révolution.

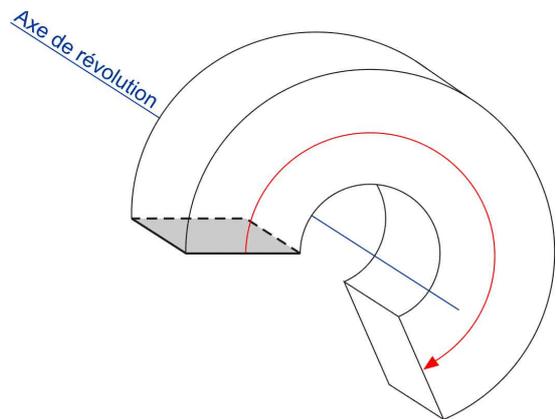


▲ Surface de révolution d'un demi-arc de cercle a autour d'un axe b

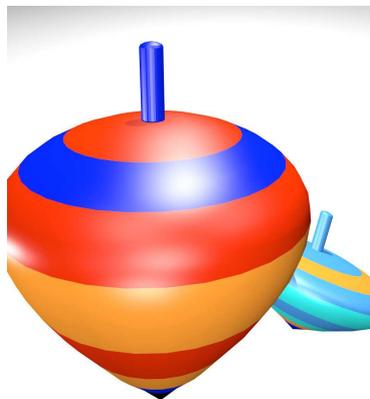
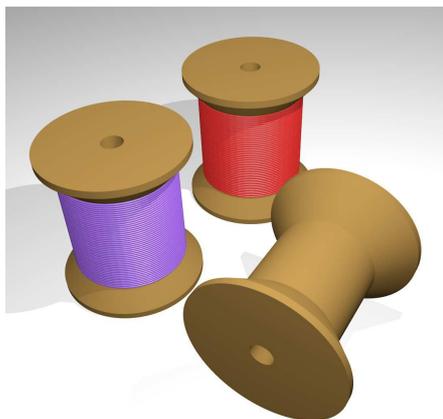
Note : Les sphères dessinées par ce biais donnent des sphères "polygonales"

(≠ sphères "géodésiques" à facettes triangulaires)

Révolution d'un carré autour d'un axe de révolution ►
(avec un angle plus petit que 360°)



Quelques exemples d'objets réalisés par révolution

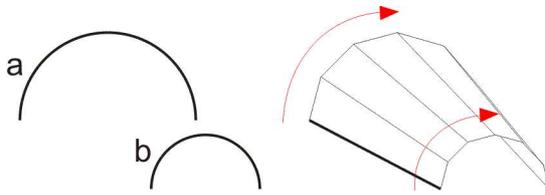


4) Surface réglée par lissage

Un lissage est une interpolation de plusieurs surfaces courbes de nurbs ensembles.

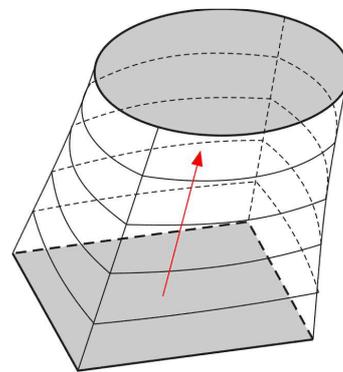
Pour faire un lissage il faut plusieurs surfaces courbes placées dans des plans différents.

Attention, pour que le lissage fonctionne, il faut le même nombre de points de contrôle pour toutes les courbes utilisées.



◀ Surface réglée entre la courbe a et la courbe b

Lissage entre un cercle et un carré ▶



Exemple d'élément réalisé à l'aide de lissage.

La crème fraîche de ce dessert
a été réalisée par un lissage
entre plusieurs courbes-surface Nurbs ▶

Dans cet exemple, les courbes utilisées ont toutes la même forme.

Seuls la place, la taille et la rotation des courbes ont été modifiées.

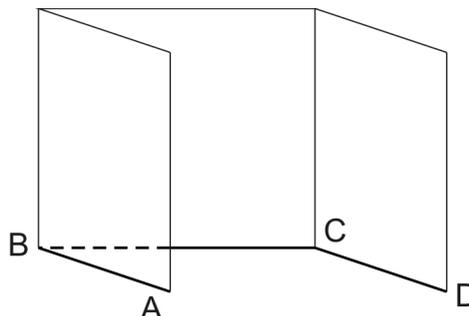


1c. Transformation surfaciques ou volumique ?

1) Les courbes ouvertes

Les transformations de courbes ouvertes en élément 3D donneront automatiquement des **éléments surfaciques**.

Extrusion d'une courbe ouverte ABDC ►

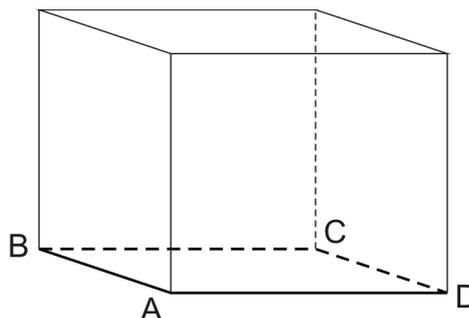


2) Les courbes fermées

Les transformations de courbes fermées en élément 3D donneront des **éléments volumiques**.

Les éléments volumiques ont le grand avantage de pouvoir subir des opérations booléennes et d'être imprimées en 3D.

Extrusion d'une courbe fermée ABCD ►



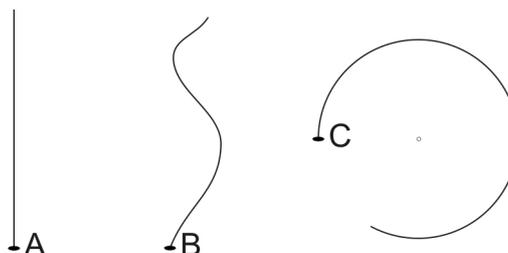
3) Et les points ?

La transformation d'un point par **extrusion** donnera un **segment**

La transformation d'un point par **balayage** donnera un **segment ou une courbe dans l'espace**.

La transformation d'un point par **révolution** donnera un **arc de cercle ou un cercle complet**.

- Extrusion d'un point A ►
- Balayage d'un point B ►
- Révolution d'un point C ►



2. Les maillages

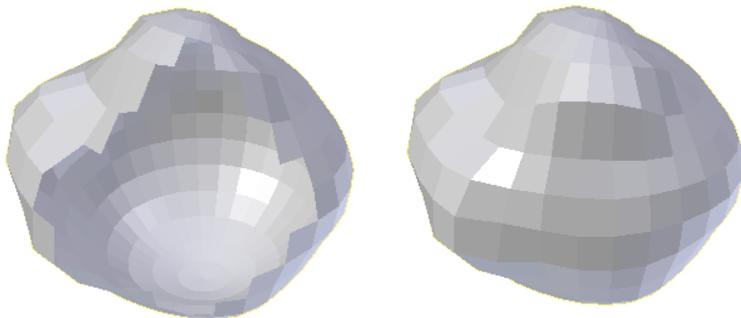
Un maillage est un ensemble de points, arêtes et faces réunis dans une même entité.

Un maillage peut être ouvert, ce sera alors une surface.

Un maillage peut être fermé, il donnera alors un volume.

Il sera toutefois creux à l'intérieur.

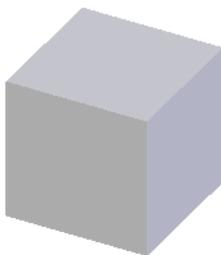
Un maillage fermé peut subir des opérations booléennes, même s'il est creux. Il peut également être imprimé sur une imprimante 3D (et pas la surface ouverte)



2a. Les primitives

Une primitive (un volume primitif) est un volume basique, en maillage, qui va servir pour la modélisation d'éléments plus complexes. Le choix des primitives peut être différent d'un logiciel à l'autre.

En principes, les primitives habituelles sont : boîte, cylindre, cône, tore.



1) La boîte

Une boîte est un parallélépipède rectangle.

Ce type de maillage est délimité par 6 faces, 12 arêtes et 8 points.

Pour le construire, il faut définir sa largeur, sa profondeur et sa hauteur.

◀ Un cube est une boîte



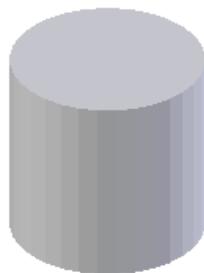
2) La sphère

Une sphère est une boule qui doit être définie par un centre et un rayon (ou diamètre). Elle peut être composée de facettes trapézoïdales, on parlera alors d'une sphère polygonale (**UV sphère**).

◀ UV sphère / sphère polygonale

Dans le cas d'une sphère composée de facettes triangulaires, on parlera d'une sphère géodésique (**ICO sphère**).

ICO sphère / sphère géodésique ▶



3) Le cylindre

Un cylindre est une sorte de tube. Pour le dessiner, il faut lui donner le centre et le rayon (ou diamètre) de sa base, ainsi que sa hauteur.

◀ Un cylindre

4) Le cône

Un cône est un volume dont la base est circulaire et le sommet est un point. Il doit être défini par le centre de sa base avec son rayon (ou diamètre) et la hauteur du volume

Un cône ▶



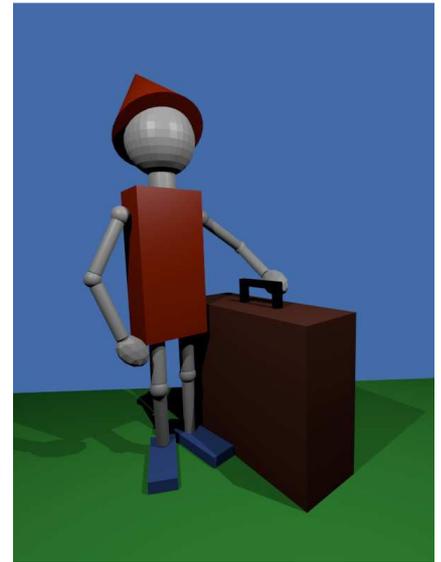
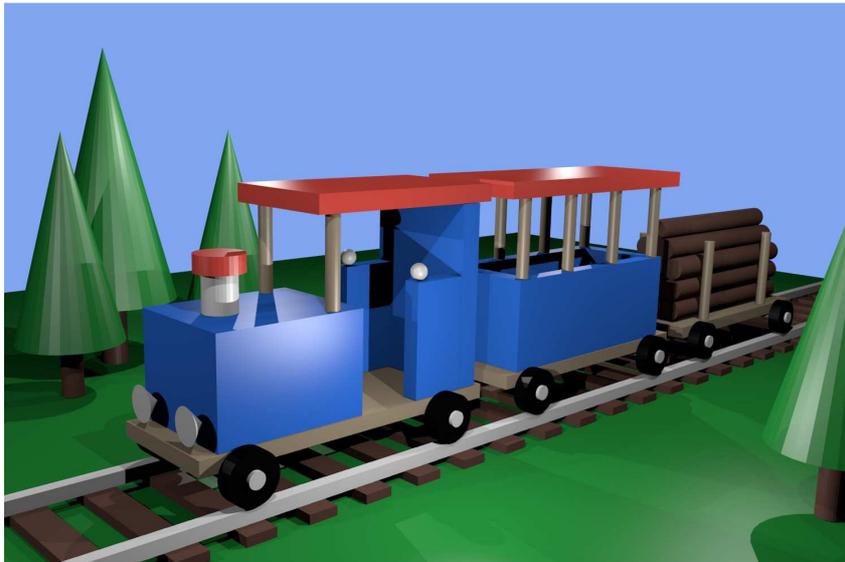
4) Le tore

Un tore est une sorte d'anneau. Il est défini par son centre, le rayon général du volume et le rayon de son anneau (tube)



◀ Un tore

Quelques exemples d'objets réalisés à l'aide de volumes primitifs

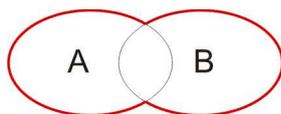


2b. Les opérations booléennes entre maillages

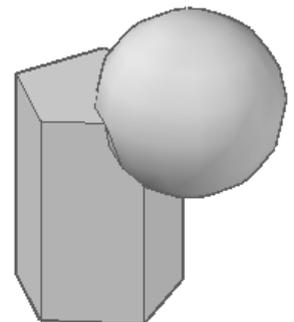
Une opération booléenne est une opération d'**union**, de **soustraction** ou d'**intersection** entre deux maillages, primitifs ou pas. Pour qu'une opération booléenne fonctionne, les maillages impliqués doivent être impérativement fermés ! Cette technique de modélisation est assez performante et permet des résultats rapides et surprenants. Attention, il arrive souvent que les logiciels boguent, il faut donc prendre ses précautions en sauvant le travail avant d'engager une opération booléenne.

1) L'union

L'union est l'addition de plusieurs maillages ($A + B$) en un seul.
L'union permet de créer un maillage unique et bien fermé.
L'impression 3D, par exemple, ne fonctionne qu'avec des maillages complètement fermés et propres (sans doublon).



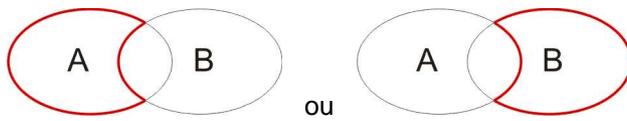
Union entre un prisme pentagonal et une sphère ►



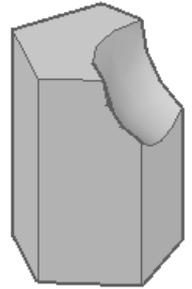
2) La soustraction

La soustraction est le retrait d'un maillage dans un autre.

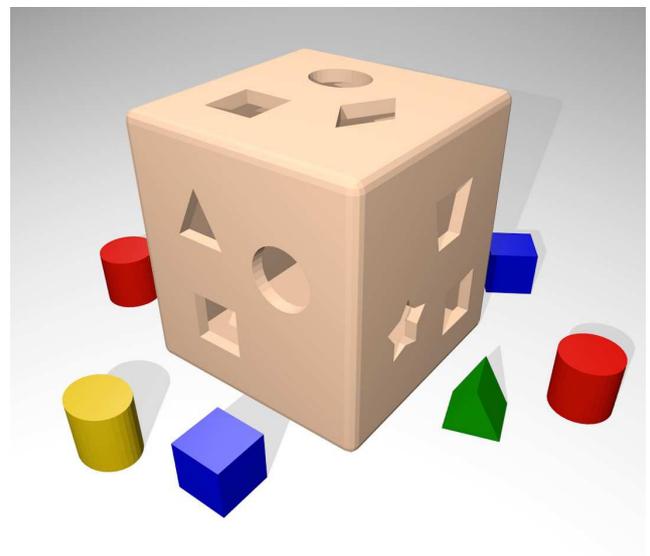
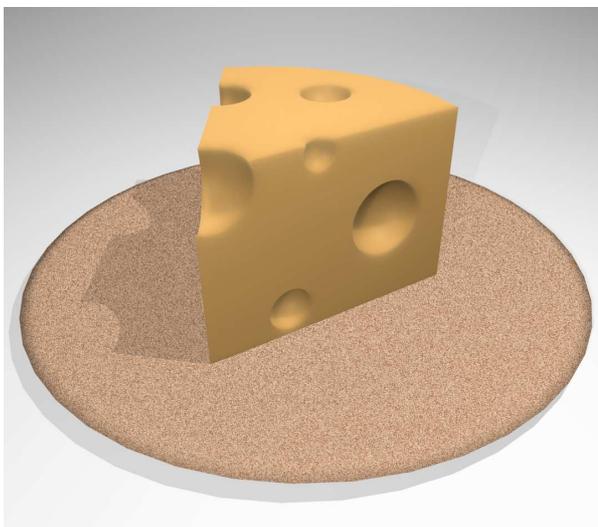
Il faut définir quel maillage (A ou B) on veut garder et quel maillage on veut retirer du premier



Soustraction d'une sphère dans un prisme pentagonal ►

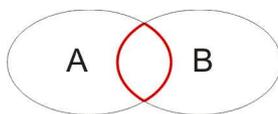


Exemples d'objets réalisés à l'aide d'opérations booléennes de soustractions

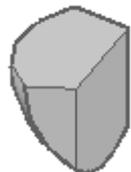


3) L'intersection

L'intersection est la partie commune à plusieurs maillages (A et B).

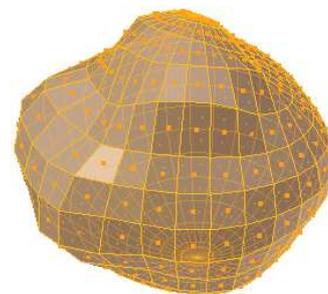


Intersection entre un prisme pentagonal et une sphère ►



2c. Les modifications par subobjets

Les subobjets sont les points / arêtes / faces d'un maillage.
Il est possible de faire des modifications sur un maillage simple (cube),
ou sur un maillage plus complexe, en manipulant ses subobjets.



Trois opérations sont possibles : la **translation** (move / déplacements),
la **rotation** (rotate) et l'**homothétie** (scale / redimensionnements).

En modifiant un maillage par ses points, arêtes et/ou faces, il est
possible de façonner toutes les formes possibles.

Quand on sélectionne un subobjet (point, arête ou face), un genre de symbole apparaît. Ce symbole
s'appelle un « gysmo » de modification (ou « widgets » dans Blender). Il existe trois gysmos différents, un
pour chacune des opérations, soit un gysmo de déplacement, un gysmo de rotation et un gysmo de
redimensionnement.

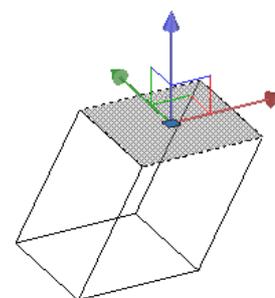
Ci-dessous, on a les trois gysmos possibles, avec leur action respective.

1) Translation / Move ou Grap

Une translation est le déplacement d'un élément suivant une direction
et une distance donnée.

Dans un maillage, tous les éléments, attachés au subobjet qui subit le
déplacement, suivent le mouvement.

Translation de la face supérieure d'un cube ►

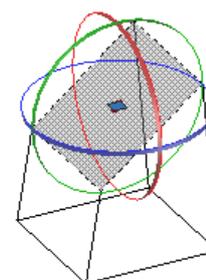


2) Rotation / Rotate

Une rotation est le pivotement d'un élément suivant un angle et en
fonction d'un centre donné.

Dans un maillage, tous les éléments, attachés au subobjet qui subit la
rotation, suivent la rotation.

Rotation de la face supérieure d'un cube ►

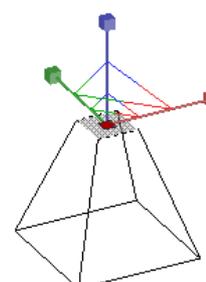


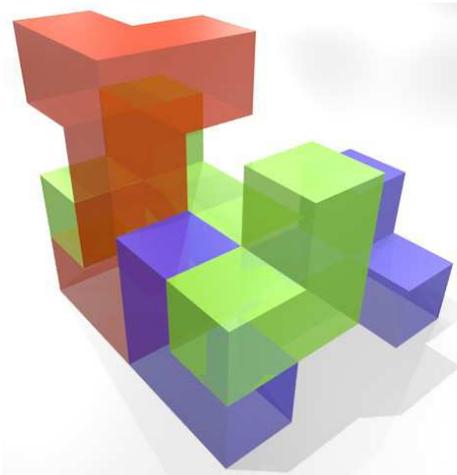
3) Homothétie / Scale

Une homothétie est le redimensionnement d'un élément suivant un
facteur d'échelle et en fonction d'un point fixe donné.

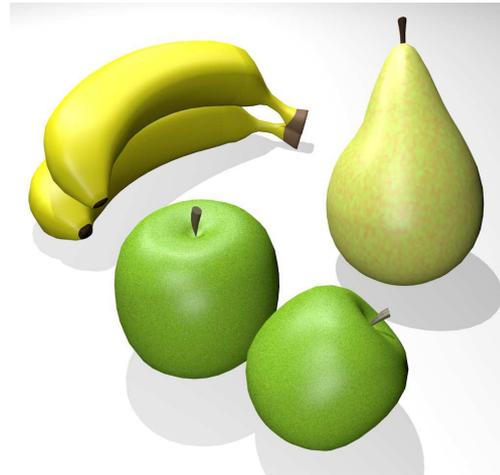
Dans un maillage, tous les éléments, attachés au subobjet qui subit le
redimensionnement, suivent le redimensionnement.

Homothétie de la face supérieure d'un cube ►





Modules réalisés à l'aide
d'extrusions de faces d'un cube



Fruits réalisés au départ de cylindres
dont une des faces circulaires a été extrudée, déplacée,
pivotée et redimensionnée

2d. Les subdivisions / subdivide et les lissages / smooth

Les maillages peuvent être subdivisés et/ou lissés pour donner un effet moins saccadé aux maillages qu'on voudrait « courbe ».

PS : dans les maillages, la courbe n'existe pas. Un effet courbe est simplement une succession de points +/- rapprochés qui donne juste une **illusion de courbe**.

1) La subdivision

Une **subdivision** ajoute physiquement des points supplémentaires au maillage.

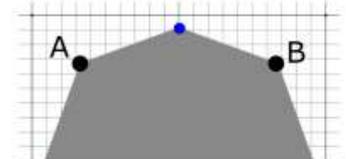
Voici un exemple :

Sans subdivision, nous avons les points A et B ►



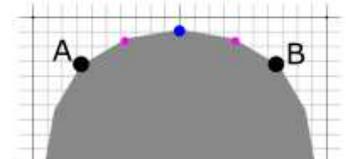
Une subdivision de **1x** ajoute **1 point** entre les points A et B

(point bleu) ►



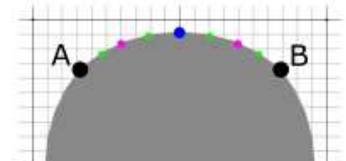
Une subdivision de **2x** ajoute encore 1 point entre chaque point du maillage, soit **3 points** entre A et B

(point bleu + points roses) ►



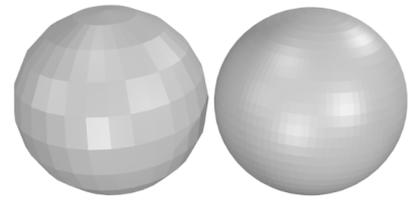
Sur le même principe, une subdivision de **3x** ajoute alors **7 points** entre deux points existants, ce qui donne déjà un très bon résultat.

(point bleu + points roses + points verts) ►



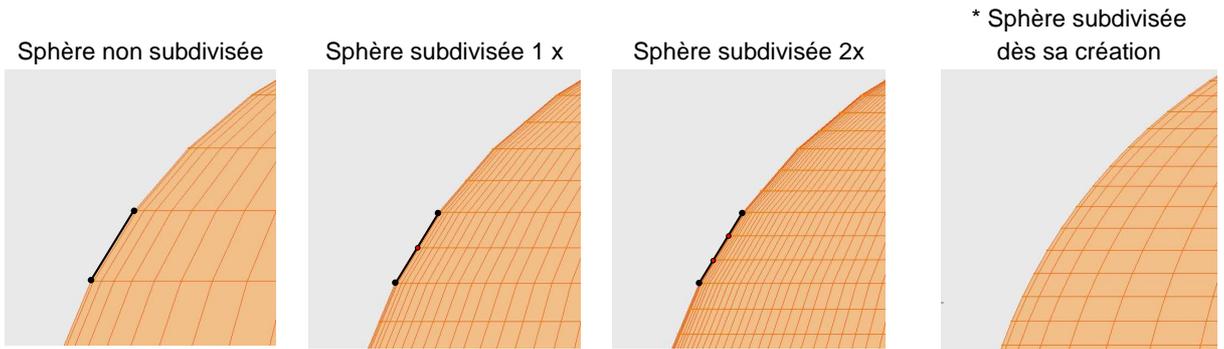
et ainsi de suite. La subdivision est donc exponentielle !

Une subdivision faible donnera donc un effet plus saccadé mais sera plus léger à gérer pour l'ordinateur.
Une forte subdivision sera plus adoucie à l'œil, mais bien plus lourde à gérer pour l'ordinateur.



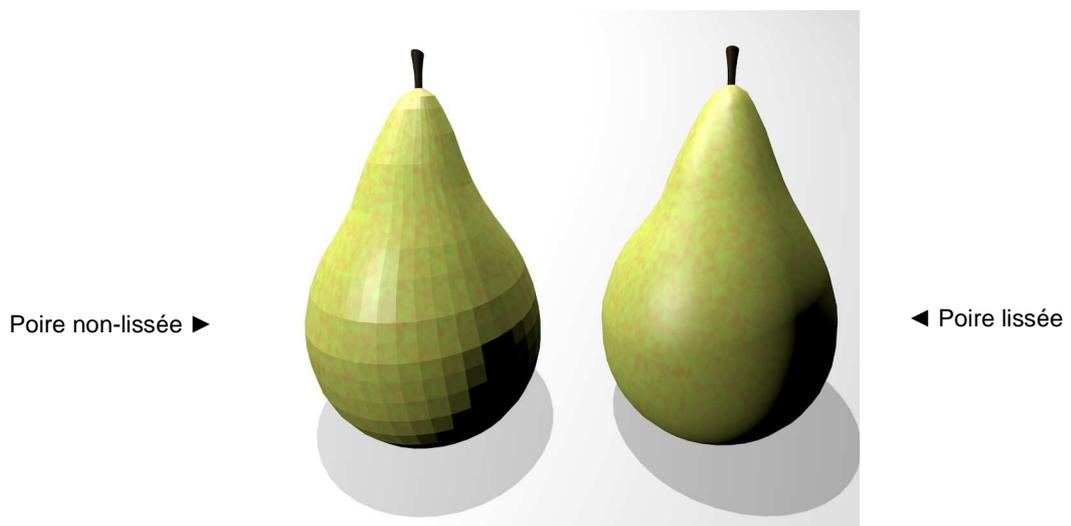
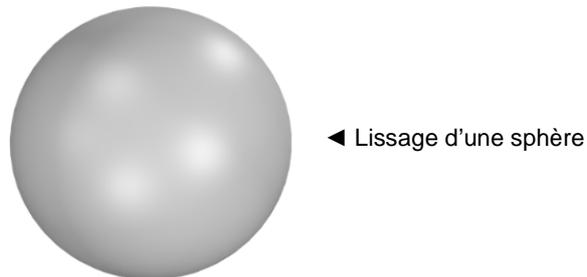
Il est à noter qu'une subdivision simple n'est qu'un ajout de points sur la géométrie existante, elle ne modifie en aucun cas la géométrie mais rajoute simplement des points entre les points existants !

* Pour avoir une forme plus arrondie, il faut demander plus de facettes dès la création du volume (ou utiliser un modifier « subdivision de surfaces » (dans blender) sur un maillage existant)



2) Le lissage

Un **lissage** n'ajoute aucun point au maillage mais donne simplement un aspect plus lisse.

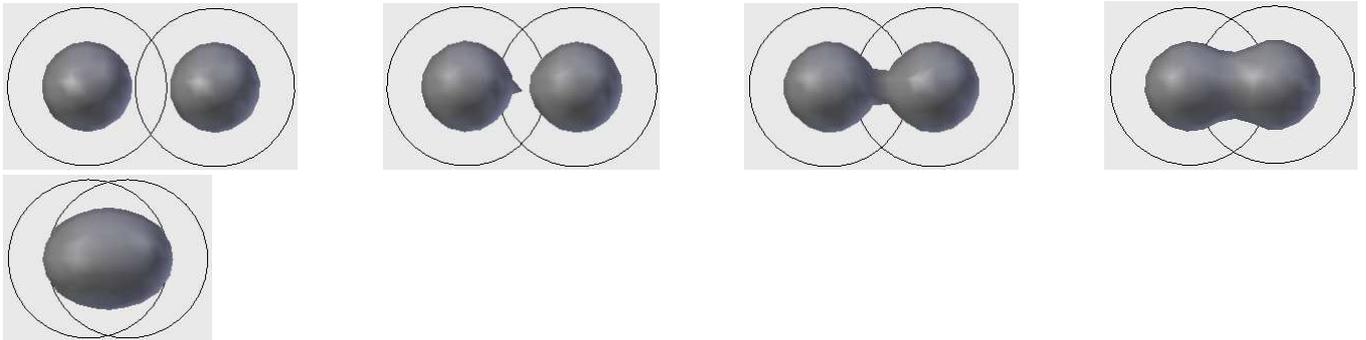


Note : Les maillages de ces deux poires sont identiques.
On a simplement appliqué un lissage à l'une et pas à l'autre.

3. Les metaballs / objets mous

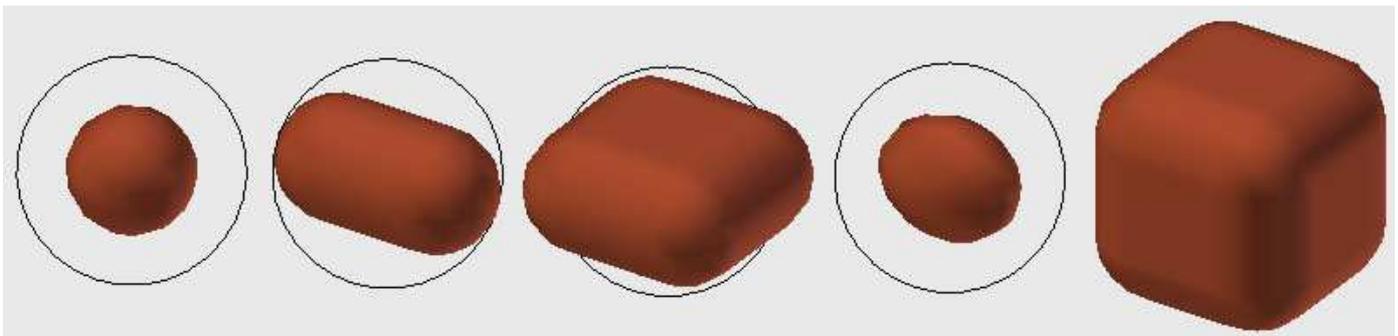
Les metaballs sont des formes basiques (sphère, capsule, plan, cube, ellipse) qui ont la particularité de s'agglutiner les unes aux autres quand on les rapproche suffisamment les unes des autres.

Ci-dessous, des metaballs sphériques de plus en plus rapprochées.



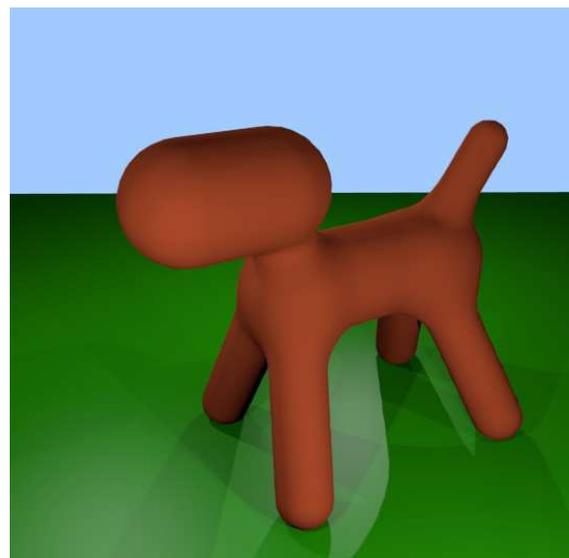
Plus elles sont rapprochées plus les metaballs s'agglutinent entre elles.
Cette technique est très performante pour modéliser des sujets organiques notamment.

Ci-dessous, les formes de metaball possibles : Ball / Capsule / Plane / Ellipsoïde / Cube (dans Blender)



Exemple d'objet réalisé à l'aide de metaball

Ce chien a été réalisé à l'aide de metaball ►
(7 « capsules » ont été utilisées)



4. Les systèmes de particules

Il permet de dessiner tout élément simple à reproduire en quantité importante.

Il existe deux types de système de particules :

- pour faire des éléments de type cheveux
- pour faire des animations de petits éléments simples émis par un élément en maillage (flocons de neige,...)

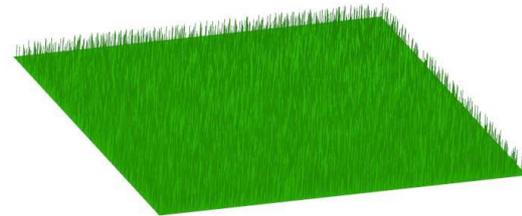
Il faut, dans les deux cas, spécifier certains paramètres comme le nombre de particules par exemple.

4a. Particules de type cheveux

Le système de particules de **type cheveux** permet, comme ci-contre, de dessiner de l'herbe par exemple.

Dans ce cas, il faut également définir, entre autre, la longueur des particules.

Il est aussi possible, avec de la patience, de coiffer, allonger, raccourcir et couper une à une, chaque particule précisément.



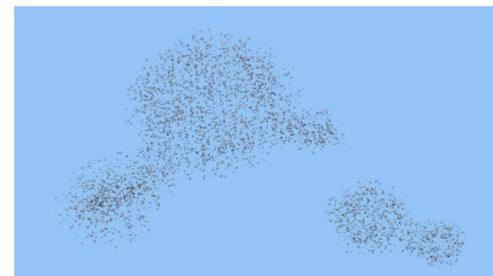
Herbe

4b. Emission de particules

L'émission de particules est beaucoup utilisée dans les animations, pour faire de l'eau pétillante, un feu d'artifice par exemple.

Un nuage peut également faire appel au système de particules afin de le rendre plus réaliste qu'en un seul gros volume.

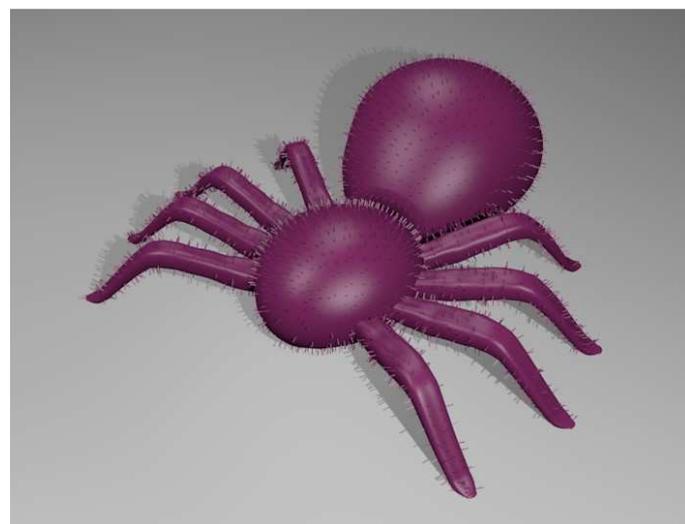
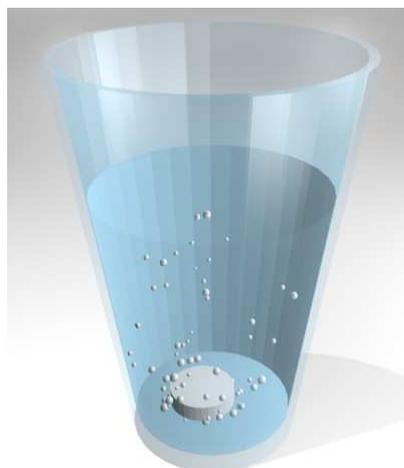
Les éléments réalisés grâce au système de particules sont sensibles aux forces (vent, attraction,...), ce qui est très intéressant pour les animations.



nuage

Exemple d'objet réalisé à l'aide d'un système de particule

Cette araignée a été réalisée à l'aide d'un système de particules de type cheveux ►



◀ Ce cachet effervescent a été réalisé à l'aide d'un système d'émission de particules (objet utilisé comme particule : la sphère)

III. Les matériaux

Les matériaux sont composés de couleurs et de textures.

Il est important de bien comprendre les différents paramètres d'un matériau afin de pouvoir en créer qui correspondent le plus à nos attentes. Pour voir les matériaux, il faut de la lumière dans la scène.

1. Les couleurs

1a. Au niveau de l'œil

La rétine est composée de cônes et de bâtonnets.

Les cônes (environ 6 000 000) sont sensibles aux couleurs et les bâtonnets (environ 100 000 000) sont sensibles à la lumière.

Au niveau de la couleur, ce sont les cônes qui vont nous intéresser le plus.

Il existe trois types de cônes: des cônes sensibles au rouge, des cônes sensibles au vert et des cônes sensibles au bleu.

Suivant la composition spectrale de la lumière, les cônes vont réagir plus ou moins selon leur type. Dans le cerveau, les informations des trois types de cône vont être rassemblées pour reproduire une sensation colorée homogène.

Lors d'une ambiance de pénombre, seuls les bâtonnets restent actifs, ce qui explique que les sensations colorées sont fortement réduites.

1b. Qu'est-ce que la couleur ?

On peut dire que la couleur prend naissance dans la lumière et plus exactement dans le spectre solaire. Sans lumière, pas de couleur.

La lumière du soleil, ainsi que celle de plusieurs autres sources lumineuses, est composée de radiations de diverses longueurs d'ondes.

La lumière chromatique neutre (blanche) réfractée à deux reprises par les facettes d'un prisme projetée, en éventail, un spectre qui a les couleurs de l'arc en ciel :

Rouge magenta / bleu (violet) / bleu cyan / vert / jaune / rouge (orange)



Les différentes longueurs d'onde de la lumière sont perçues par l'œil comme des couleurs/teintes.

Les longueurs d'ondes visibles s'étendent entre 380 et 760 nanomètres.

Avant 380, il existe les ultraviolets.

Après 760, il existe les infrarouges.

Quand les composantes de l'arc-en-ciel sont regroupées en un même point, on retrouve la lumière blanche initialement présente avant la décomposition de celle-ci.

Suivant la décomposition du spectre solaire, on obtient des couleurs primaires utilisées dans deux types de synthèse de couleur : la synthèse additive et la synthèse soustractive des couleurs.

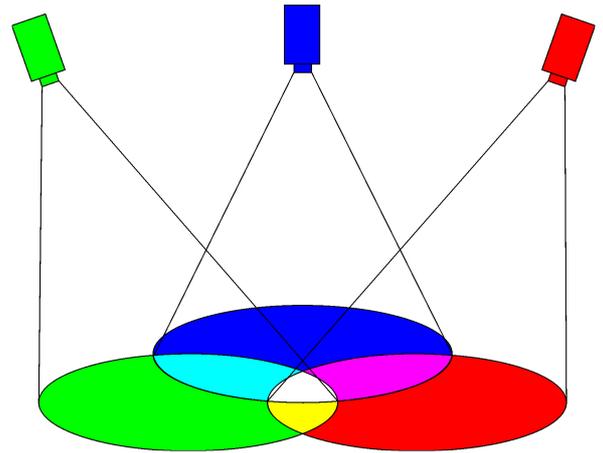
1c. La synthèse additive des couleurs

1) Principe & utilisation

Sous forme de faisceaux lumineux colorés, la synthèse additive additionne les couleurs entre-elles.

Si on place 3 spots colorés, un bleu, un rouge et un vert, les couleurs s'additionnent entre elles pour former le blanc à l'intersection des 3 faisceaux lumineux.

Le blanc étant l'addition des trois couleurs primaires du système additif (rouge, vert et bleu), dosées au maximum.



C'est le mode utilisé par tous les écrans puisque ceux-ci fonctionnent avec de la **lumière**.

Il en découle un cercle chromatique qui sera de type RVB / RGB

2) Le cercle chromatique RVB

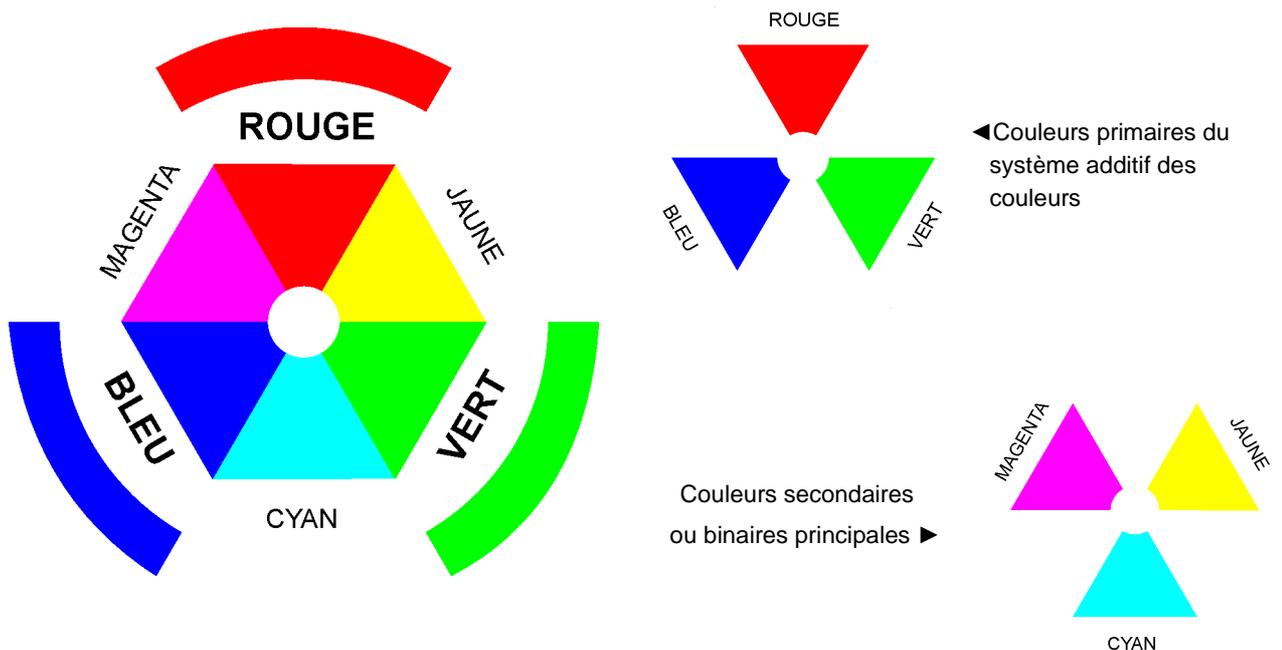
Les 3 couleurs primaires du système additif sont le **bleu**, le **rouge** et le **vert**, on parle dans ce cas du système **RVB (Rouge / Vert / Bleu) ou RGB, en anglais (Red / Green / Blue)**

Le mélange deux par deux (à quantité égales) de ces couleurs primaires, donne le rose magenta (bleu + rouge), le jaune (rouge + vert) et le bleu cyan (vert + bleu). Ce sont les couleurs « secondaires » ou « binaires » principales. Il faut savoir que les 3 couleurs secondaires « principales » (dosée à quantité égale) du système additif sont les couleurs complémentaires des 3 couleurs primaires du système soustractif (voir plus loin). (ex. : le cyan est la complémentaire du rouge)

Une couleur secondaire est un mélange entre deux couleurs primaires, peu importe les dosages.

Du même principe, une couleur « intermédiaire » ou « tertiaire » est un mélange entre les 3 couleurs primaires.

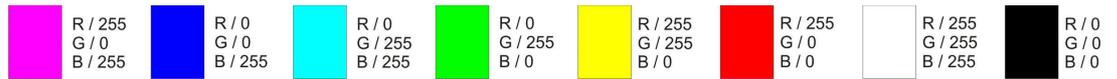
Le cercle chromatique du système additif des couleurs se présente comme ci-dessous.



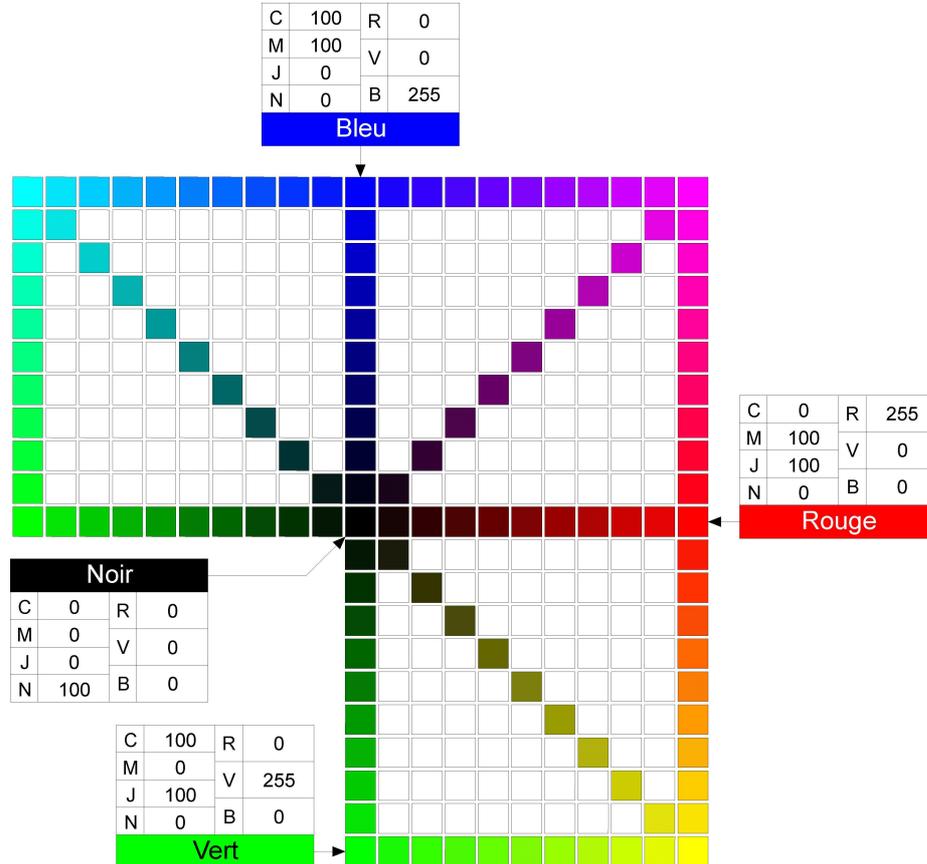
3) Le codage des couleurs RVB

Les couleurs de type RVB / RGB sont codées en 255 niveaux et exprimées en unités (maximum 255).

Ainsi, le rouge pur = 255; le vert pur = 255; le bleu pur = 255.



Ci-dessous, voici le tableau des couleurs suivant les axes rouge, vert et bleu (RVB)



Note : On peut remarquer que dans le mode RGB, la couleur noir est de coordonnées 0, 0, 0, c'est à dire l'absence de couleur. Ce mode est l'inverse du mode CMJ.

1d. La synthèse soustractive des couleurs

1) Principe et utilisation

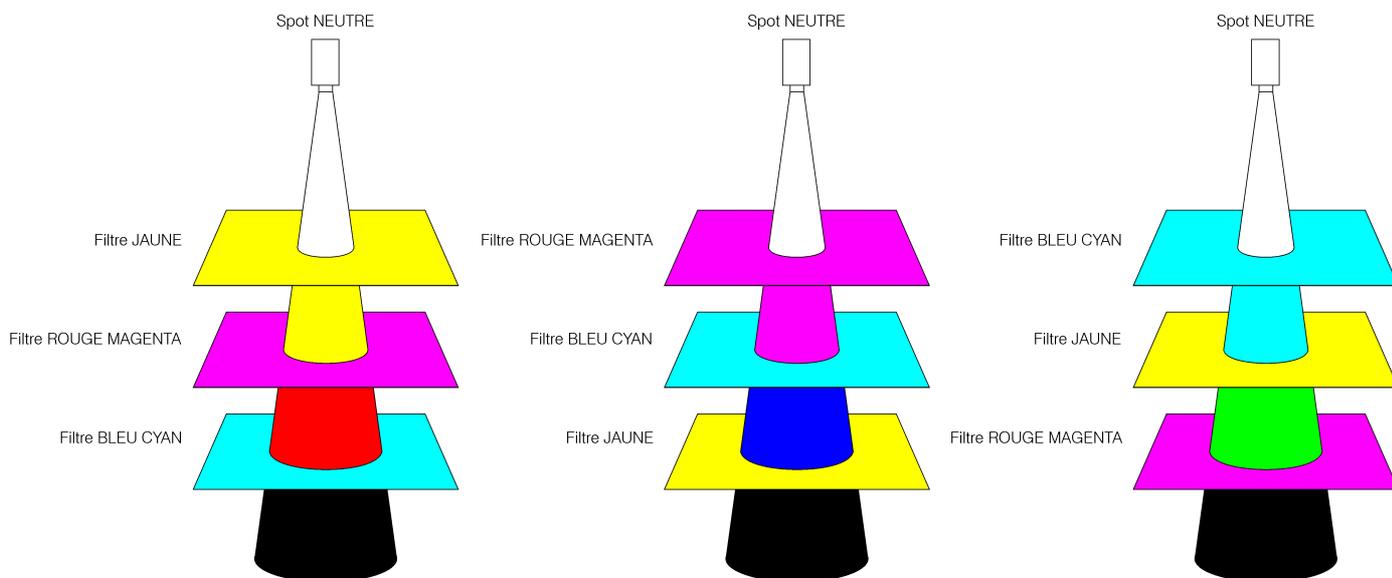
Sous forme de rayons lumineux, la synthèse soustractive retire les couleurs entre-elles.

On place 3 filtres de couleurs successifs + un spot de couleur blanc neutre au-dessus.

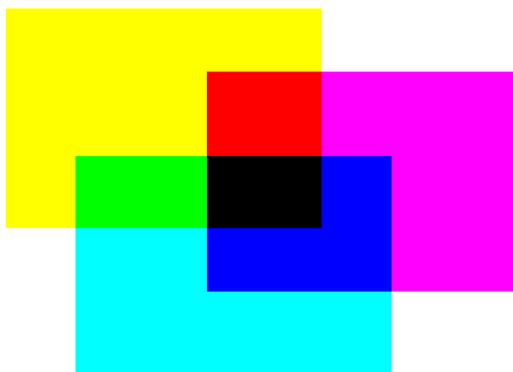
On fait passer la lumière neutre à travers les filtres ce qui réduit sa pigmentation à chaque filtre traversé jusqu'à obtenir une « lumière noire ». Dans ce cas, l'ensemble des composantes du spectre solaire est arrêté, il n'y a plus de couleur.

Un filtre retire certaines composantes chromatiques de la lumière (blanche au départ).

La couleur que l'on voit après le filtre, c'est ce qui n'est pas absorbé par celui-ci.



De la même manière, quand on superpose un cello cyan, un cello magenta et un cello jaune sur une feuille blanche, il ne reste plus que du noir à l'intersection des trois cellos.



Sous forme de pigments colorés étalés sur une surface, le système est le même. Ces pigments vont absorber une certaine partie du spectre lumineux pour ne réfléchir qu'une partie de celui-ci.

Par exemple, une peinture jaune ne va réfléchir que le jaune et absorber les autres couleurs du spectre lumineux.

Ce mode soustractif des couleurs est utilisé par les peintres (gouache, huile,...), ... et les imprimantes car celles-ci utilisent des pigments.

Il en découle un cercle chromatique qui sera de type CMJ / CMY

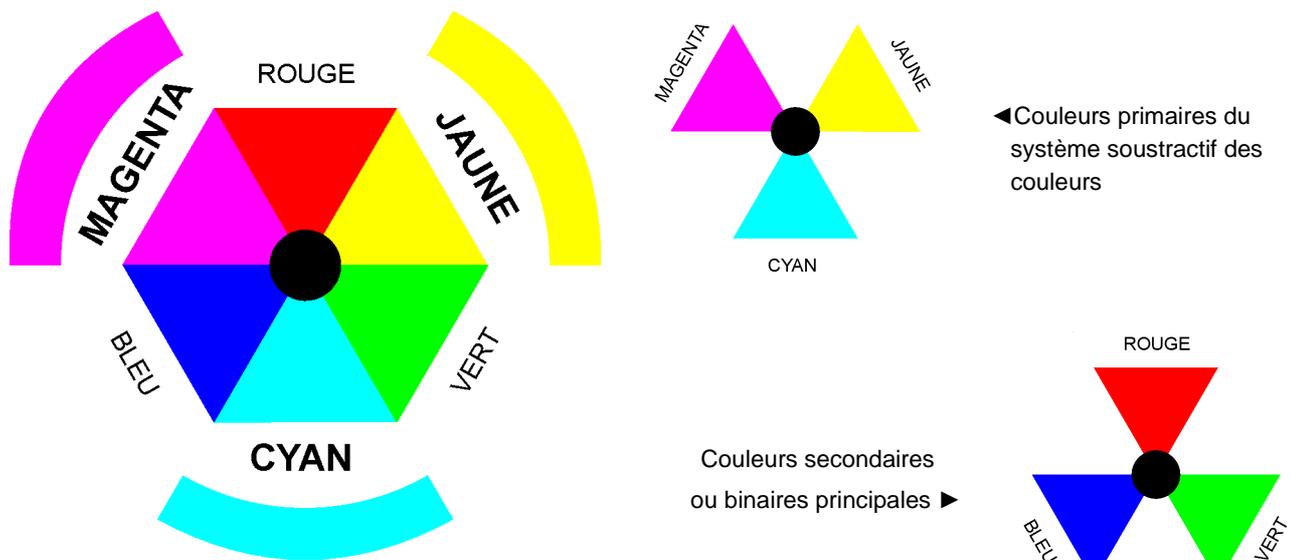
2) Le cercle chromatique CMJ(N)

Les 3 couleurs primaires du système soustractifs sont donc le **cyan**, le **magenta** et le **jaune citron**, on parle dans ce cas du système **CMJ (Cyan / Magenta / Jaune) ou CMY, en anglais (Cyan / Magenta / Yellow)**

Les couleurs secondaires principales sont le vert (mélange du jaune et du bleu cyan), l'orange (mélange du jaune et du rouge magenta) et le violet (mélange du bleu cyan et du rose magenta)

On peut faire un cercle chromatique plus complet en ajoutant les couleurs tertiaires ou intermédiaires principales qui sont au nombre de 6 : le violet bleuté, le vert bleuté, le jaune verdâtre, le jaune orangé, le rouge orangé et le rouge violacé.

Le cercle chromatique du système soustractif des couleurs se présente comme ci-dessous.



Pour assurer un noir « pur » à l'impression, ces trois couleurs sont renforcées par une quatrième : le noir. On parle alors du mode **CMJN (Cyan / Magenta / Jaune / Noir) ou CMYK, en anglais (Cyan / Magenta / Yellow / black)**

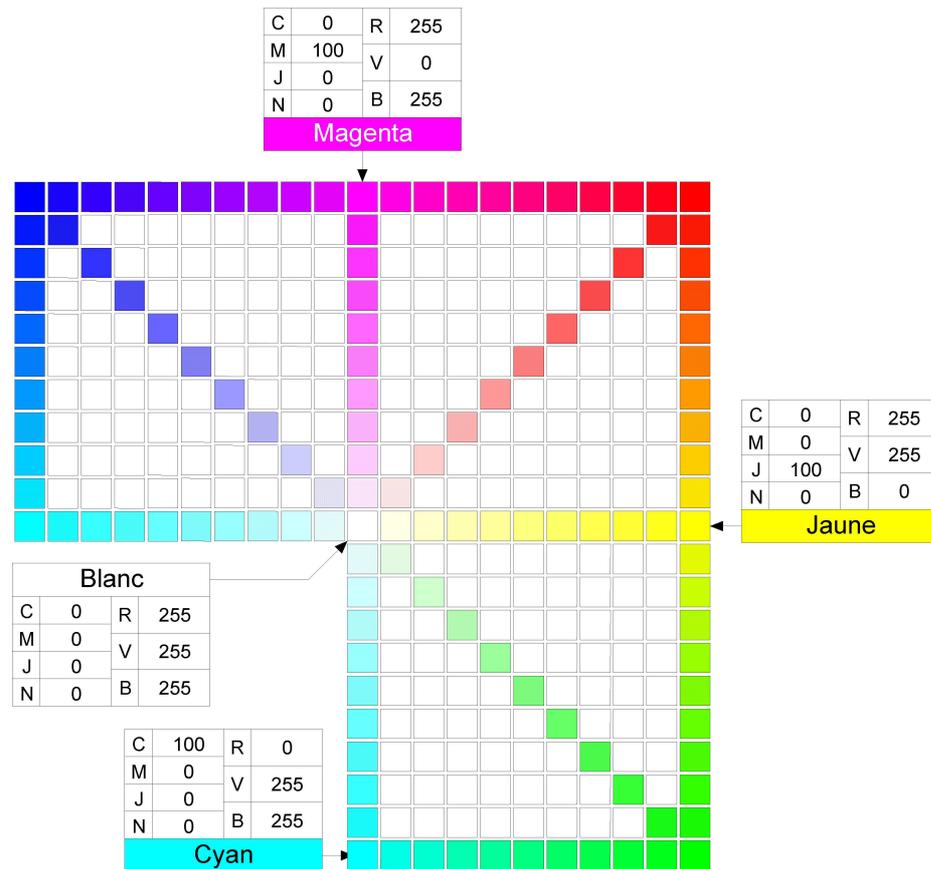
3) Le codage des couleurs – CMJN / CMYN

Les couleurs de type CMJN sont codées en pourcentage.

Ainsi le cyan pur = 100%; le magenta pur = 100%; le jaune pur = 100% et le noir pur = 100%

	C / 0% M / 100% Y / 0% K / 0%		C / 100% M / 100% Y / 0% K / 0%		C / 100% M / 0% Y / 0% K / 0%		C / 100% M / 0% Y / 100% K / 0%		C / 0% M / 0% Y / 100% K / 0%		C / 0% M / 100% Y / 100% K / 0%		C / 0% M / 0% Y / 0% K / 0%		C / 0% M / 0% Y / 0% K / 100%
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--------------------------------------	--	--

Ci-dessous, voici le tableau des couleurs suivant les axes Cyan, Magenta et Jaune (CMJ)



Note : On peut remarquer que dans le mode CMJ, la « couleur » blanche est de coordonnées 0, 0, 0, c'est à dire l'absence de couleur. Ce mode est l'inverse du mode RVB.

1e. Et le codage TSL / HSL ?

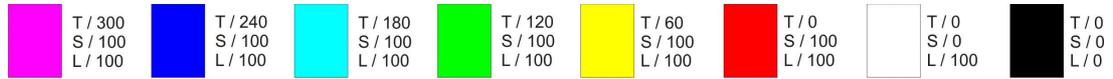
La couleur peut aussi être codée sous forme de teinte-saturation-valeur ou Hue-Saturation-Lightness)

La **teinte** est la couleur elle-même (rouge, bleu, vert, jaune, orange, ...)

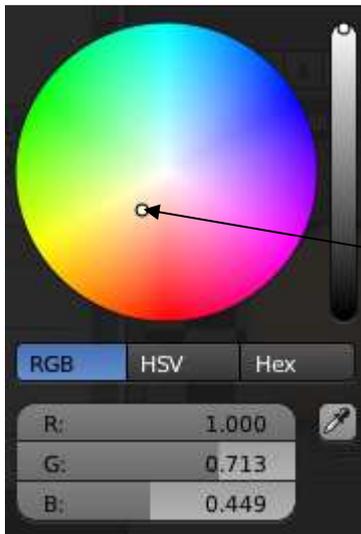
La **saturation** est la dose de pigments (pâle-vif)

La **luminosité** / valeur est la dose de noir / blanc (clair-foncé)

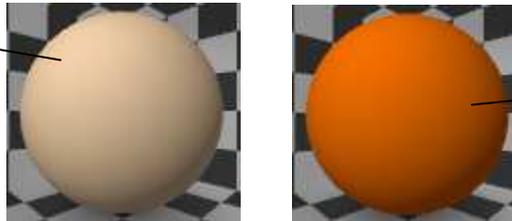
Dans ce cas, les couleurs sont toujours enregistrées comme composantes RGB.



1f. Quelques exemples en pratique, dans Blender.



Ci-dessous, deux couleurs qui ont le même ton (orangé) mais qui n'ont pas la même intensité. Une couleur est plus fade (moins pigmentée) et l'autre plus vif (plus pigmentée).

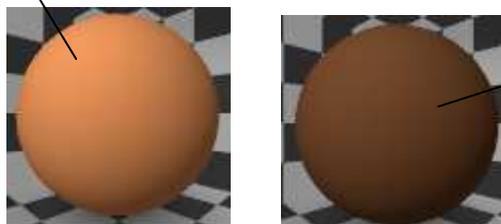


Plus la couleur choisie est au centre du cercle plus elle sera fade.

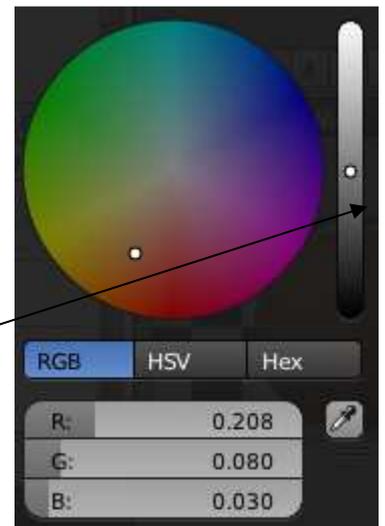


Ci-dessous, deux couleurs qui ont le même ton (orangé) mais qui n'ont pas la même luminosité.

Une couleur est plus claire (plus de blanc) et l'autre est plus sombre (plus de noir)



Plus on clique haut dans la barre de luminosité, plus la couleur sera claire.



2. L'impression OFFSET

De l'impression monochrome à la quadrichromie.

A l'impression, il faut faire le choix du type d'impression au niveau des couleurs. L'impression monochrome étant la moins chère et la quadrichromie étant la plus onéreuse.

1) L'impression monochrome

L'impression monochrome va utiliser une seule encre (1 ton directe).

On pourra alors jouer sur le blanc du papier et ce ton unique pourra être plus ou moins dosé pour donner une gamme qui ira du clair au foncé.

L'impression monochrome permet notamment d'imprimer des logos, pictogrammes, graphiques,...

2) L'impression en bichromie

L'impression en bichromie va utiliser deux encres différentes (2 tons directes).

On pourra alors jouer sur le blanc du papier et sur ces deux tons qui pourront être utilisés chacun séparément ou mélangés entre eux avec des doses variables. Ces mélanges de tons pourront donc être plus ou moins dosés pour donner une gamme relativement étendue.

La bichromie permet d'imprimer notamment des publicités, packagings, logos bichromiques,...

3) La trichromie

La trichromie (RVB) est surtout utilisée par les périphériques comme l'écran, le scanner,... où les 3 tons directs sont le rouge, le vert et le bleu.

Pour l'impression sur papier, la trichromie (CMJ) est peu utilisée. En effet, la quadrichromie, qui ajoute de l'encre noire aux trois couleurs primaires, donne une meilleure qualité aux images.

4) L'impression en quadrichromie (CMJN)

L'impression en quadrichromie va utiliser quatre encres différentes : le cyan, le magenta, le jaune citron et le noir.

Avec tous les mélanges possibles entre ces différents tons, on pourra obtenir 16 millions de couleurs différentes et donc une excellente qualité d'impression.

L'impression en quadrichromie est utilisée pour des affiches, des photos, ...

En bref, pour des images de qualités, les images à afficher sur écran sont exprimées en RVB (trichromie) et les images à imprimer sur papier sont exprimées en CMJN (quadrichromie).

3. La couleur et la lumière

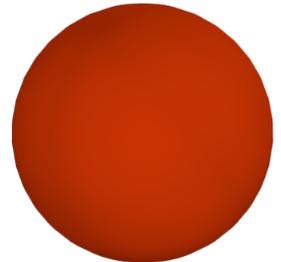
La réflexion de la lumière sur une surface va dépendre des caractéristiques du matériau de cette surface. Il est ainsi possible de créer des matériaux lisses, rugueux, transparents, brillant, réfléchissant.

Un rayon lumineux peut être en partie réfléchi, diffusé, absorbé ou transmis par la matière. C'est la manière dont cette lumière se reflète sur l'objet qui donnera une sensation de matériau mat, brillant, ...

3a. La réflexion diffuse

La réflexion diffuse est la quantité de lumière légèrement absorbée par la surface de l'objet puis reflétée dans toutes les directions. Cette lumière prend la couleur de l'objet. C'est la caractéristique des matériaux mats.

Sphère de couleur rouge ►
(sans réflexion spéculaire)
Note : on ne voit aucun reflet de lumière sur la sphère.



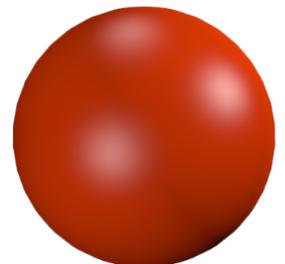
3b. La réflexion spéculaire

La réflexion spéculaire détermine la quantité de lumière qui ne pénètre pas du tout la surface de l'objet mais qui est immédiatement réfléchi dans une direction donnée. La réflexion spéculaire ne prend pas la couleur de l'objet mais conserve la couleur des sources lumineuses (une ou plusieurs). Plus la réflexion spéculaire est forte, plus l'objet paraîtra lisse, brillant et réfléchissant.

Par contre, plus la matière de la surface éclairée sera mate, plus la réflexion spéculaire sera faible et répartie sur la surface et plus la réflexion diffuse (couleur de l'objet) sera importante.

Pour exemple, une balle en caoutchouc : aura une faible réflexion spéculaire. Elle n'aura +/- pas de reflet et la lumière prendra la couleur de la balle.

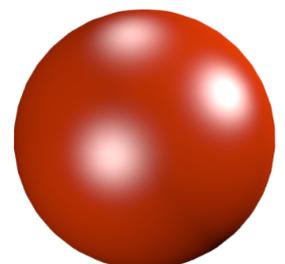
Sphère de couleur rouge, avec **un peu de réflexion spéculaire** ►
Note : Les trois taches de lumière sur l'objet représentent la réflexion des trois points lumineux situés aux abords de cette sphère (ici, les taches sont légères et donnent un aspect +/- rugueux)



A l'opposé, plus la matière éclairée sera lisse et brillante, plus la réflexion spéculaire sera élevée et concentrée en un point et plus la réflexion diffuse sera faible à cet endroit.

Pour exemple, une boule de billard aura une réflexion spéculaire assez forte. Il y aura beaucoup de reflets sur la surface éclairée.

Sphère de couleur rouge, avec **beaucoup de réflexion spéculaire** ►
Note : Les trois taches de lumière sur l'objet représentent la réflexion des trois points lumineux situés aux abords de cette sphère (ici, les taches sont fortes et donnent un aspect +/- lisse)



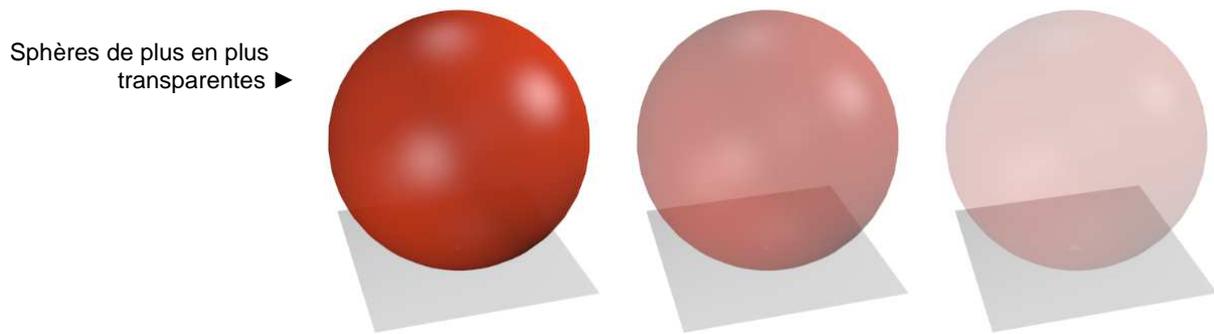
3c. L'aspect « Miroir »

Un miroir est une surface dite « parfaitement spéculaire »,. C'est une surface qui reflète complètement son entourage sans plus tenir compte de sa propre couleur.

Sur une surface réfléchissante, la couleur de l'objet sera altérée par son environnement.

3d. La transparence

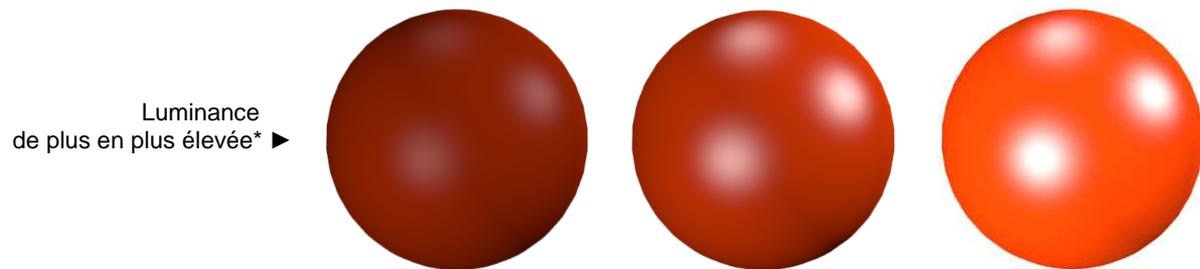
L'effet de **transparence**, c'est le contrôle de la quantité de lumière qui passe à travers une surface.



3e. La luminance

La **luminance** est la quantité totale de lumière émise par l'objet lorsqu'il est éclairé.

La luminance est la somme de la lumière ambiante, de la réflexion diffuse et de la réflexion spéculaire calculées pour toutes les sources lumineuses présentes.



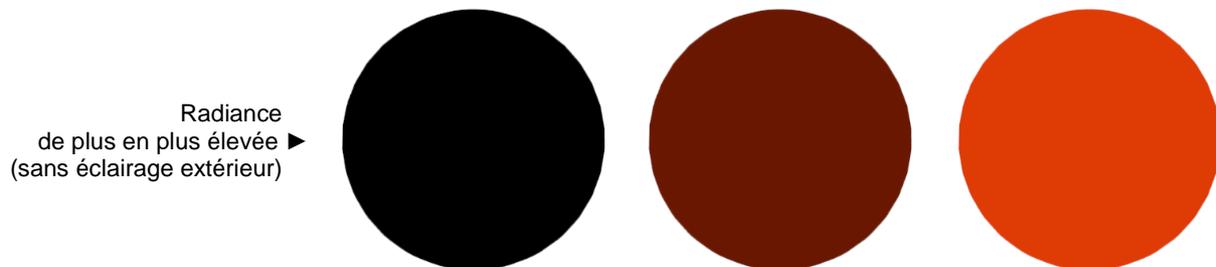
*Variation des puissances d'éclairages extérieurs à l'objet + variation de la réflexion spéculaire de l'objet.

3f. La radiance spéculaire

La **radiance** est la lumière émise par les surfaces indépendamment de toutes sources lumineuses.

Si aucune lumière n'est émise par l'objet et qu'il n'y a pas de lumière pour éclairer la scène, l'objet apparaît noir, comme la première sphère ci-dessous)

Un objet qui émet une certaine radiance se voit, même dans un environnement non éclairé.



3g. La réfraction

La réfraction est le niveau de déviation de la lumière qui traverse un corps transparent.

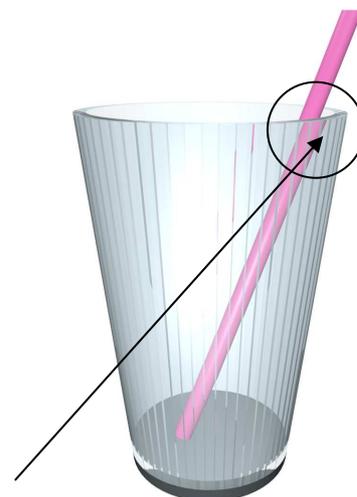
L'indice de réfraction d'un matériau va engendrer une déformation des éléments au travers de ce matériau en question.

Cela dépend de la nature du matériau.

L'indice de réfraction de l'air = 1.

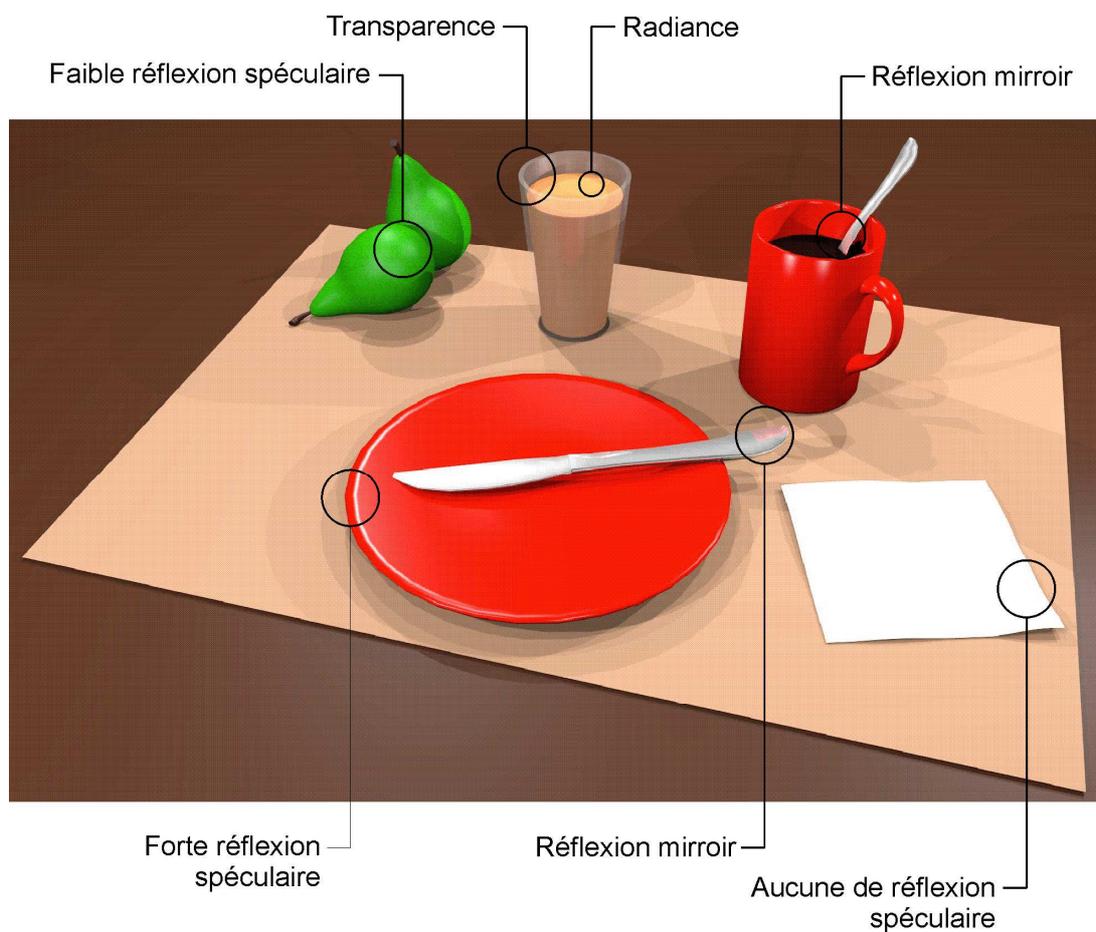
Voici quelques indices de réfractions de matériaux courants :

Eau = 1,33 / Glace = 3,3 / Cristal = 2 / Diamant = 2,4 / Verre = 1,5



Exemple de réfraction dans un verre

Quelques exemples de matériaux au sein d'une image.



4. Les textures

4a. Les textures procédurales

Les textures procédurales sont des textures calculées par des algorithmes.

Contrairement au placage d'images, les textures procédurales s'adaptent à certaines propriétés spécifiées par l'utilisateur. Il est possible de modifier certains paramètres d'une texture procédurale de manière dynamique comme la densité, entre autres, afin de faire varier le résultat du rendu final.

4b. Les textures plaquées / mapping

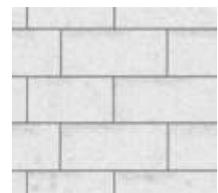
Les textures plaquées sont des images qui sont appliquées sur les différentes faces d'un objet.

Ces images sont des images statiques, de type bitmap (png, jpeg,...). Elles ne sont pas dynamiques comme les textures procédurales. Pour un rendu de qualité il est impératif d'utiliser des images de texture d'une bonne définition.

1) Les types de projections

Ces images bitmaps peuvent être projetées sur l'objet de plusieurs manières :

Image d'exemple qui va être projetées ►



sur un cube

sur une sphère

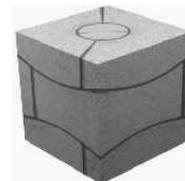
- Projection en plan

L'image est plaquée sur une face de l'objet (X, Y) et est extrudée sur toute la troisième dimension (Z) de l'objet.



- Projection Sphérique

L'image est appliquée tout autour de l'objet et dans tous les sens, comme autour d'un objet sphérique. Comme l'image est plate, elle va subir des déformations à certains endroits afin de coller le plus possible à une sphère imaginaire.



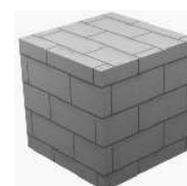
- Projection cylindrique / Tube

L'image est plaquée tout autour de l'objet (sur 360°), comme autour d'un cylindre, et sera extrudée jusqu'au centre de l'objet.



- Projection cubique

L'image est appliquée de manière orthogonale tout autour de l'objet. L'image sera projetée sur les plans horizontaux, frontaux et de profil de l'objet, comme sur les six faces d'une boîte.

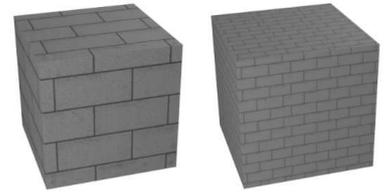


2) La densité de la texture

Il est possible d'étendre l'image de texture aux mesures de l'objet, mais il est également possible de répéter l'image un certain nombre de fois sur l'objet. Il faut alors définir le nombre d'image à y placer bout à bout.

Attention, il est très important de choisir des images qui ont la même intensité d'un bord à l'autre. Ça évite de voir les raccords entre les images répétées.

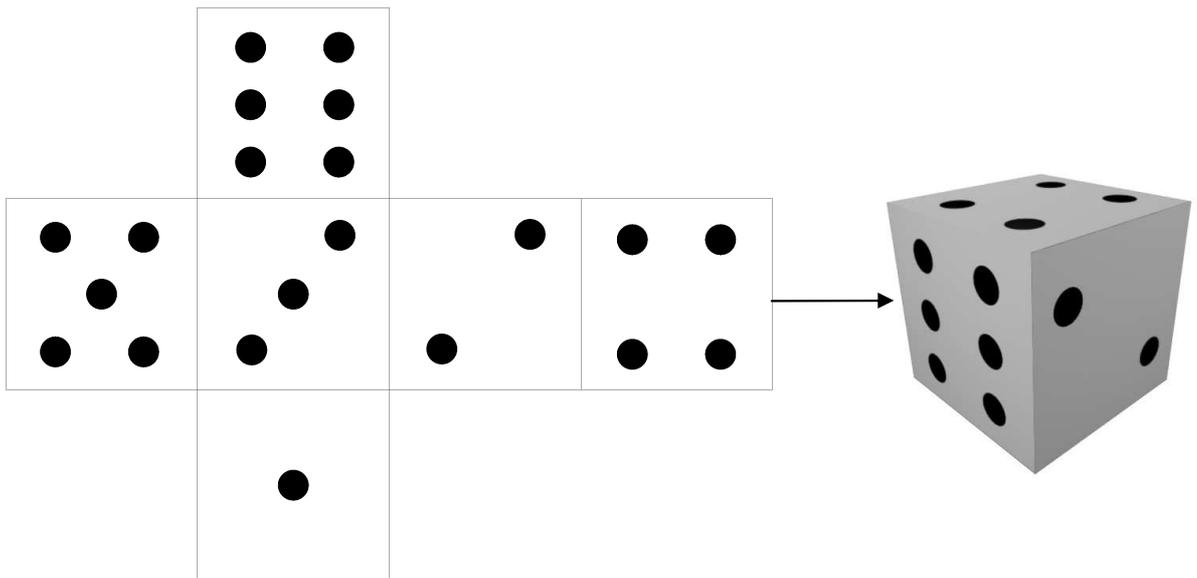
Image plus ou moins répétée sur l'objet ►



3c. Les textures sous forme d'image de développement

Il est également possible de déplier un maillage pour y appliquer plus précisément une image ou des parties d'image (dans le logiciel Blender).

Cette technique permet de faire l'application d'une image du développement du volume sur le volume modélisé en 3D. Cette technique est utilisée pour faire des packagings par exemple.



▲ Image de développement (dé à jouer)

▲ Application sur un cube

IV. La lumière

C'est la lumière qui nous permet de percevoir les différentes choses qui nous entourent avec leurs formes, leurs matières et leurs couleurs respectives.

Les rayons lumineux, ce sont les rayons linéaires qui partent de la source lumineuse et qui viennent frapper les objets de la scène. Suivant le type d'éclairage, ils peuvent perdre de leur intensité au fur et à mesure de leur éloignement par rapport leur source lumineuse. Ils peuvent également être reflétés par une surface ou un objet, ils seront alors déviés de leurs trajectoires initiales. Le « lancé de rayons » / « **Ray tracing** » est utilisé par l'ordinateur pour calculer les ombres et lumières dans les rendus. Cette technique suit le trajet de tous les rayons lumineux de la scène.

Un éclairage bien étudié va donner une dimension et un réalisme tout particulier aux travaux de modélisation en 3D. Une scène mal éclairée ne va pas pouvoir donner une image de synthèse de qualité.

C'est l'éclairage qui va donner du relief aux différents éléments qui composent la scène.

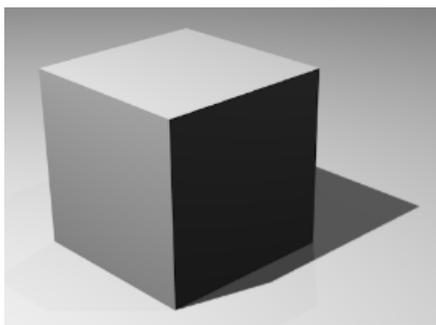
Pour bien gérer l'éclairage, il est important de bien comprendre certaines propriétés de la lumière.

1. Propriétés de la lumière

1a. Intensité de la lumière

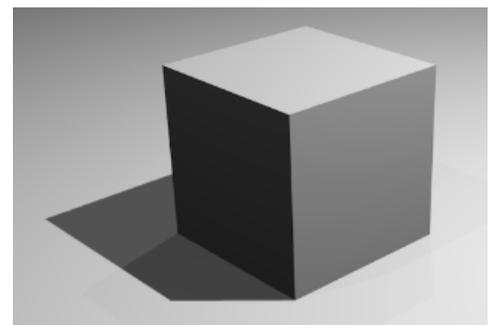
C'est la valeur du rayonnement d'un éclairage sur son entourage.

Elle reprend la puissance du flux lumineux. Cette puissance peut s'exprimer en candelas (Cd)/watts (W)



◀ L'intensité lumineuse est plus forte à gauche qu'à droite du cube. La lumière est donc située à gauche du cube, à l'opposé de l'ombre.

Ici, l'intensité lumineuse est plus forte à droite, c'est donc l'inverse.▶

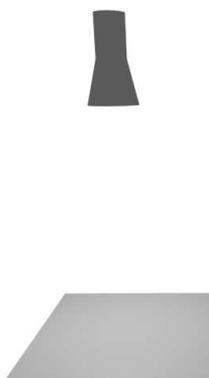


1b. Propagation de la lumière

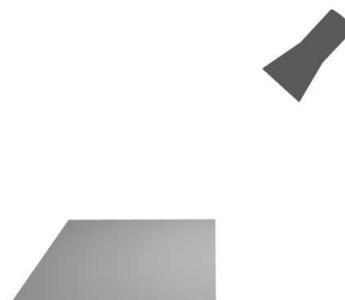
Les rayons lumineux sont rarement visibles, ils le sont uniquement à travers la poussière, la brume ou la fumée.

- Plus les rayons lumineux se rapprochent de la normale* de la surface éclairée plus la réflexion sera grande. La réflexion sera donc maximale pour un éclairage perpendiculaire à la surface de l'objet et +/- nulle pour un éclairage rasant.

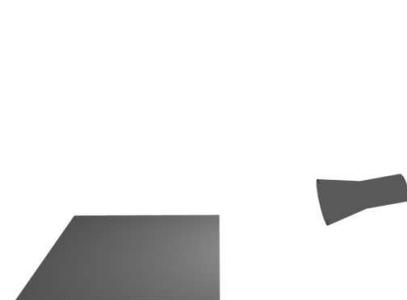
* La normale d'une face est la perpendiculaire à celle-ci.



Eclairage près de la normale
Surface fortement éclairée



Eclairage à +/- 45°
Surface +/- éclairée

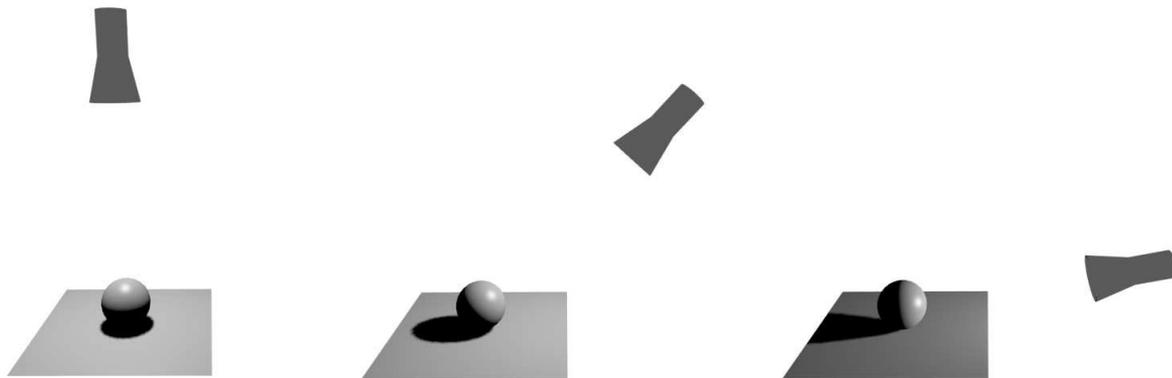


Eclairage loin de la normale (rasant)
Surface faiblement éclairée

1c. La lumière & les ombres

Quelques principes à comprendre pour mieux gérer les ombres.

- Plus les rayons lumineux se rapprochent de la normale d'une surface, plus les ombres portées des objets seront petites.



Eclairage près de la normale
L'ombre portée est toute petite

Eclairage à +/- 45°
L'ombre portée est moyenne

Eclairage loin de la normale
L'ombre portée est très grande

Pour exemple, un soleil couchant donne des ombres beaucoup plus grandes qu'un soleil au zénith.

- Plus la source lumineuse sera proche de l'objet, plus l'ombre portée de celui-ci sera grande.



Lumière éloignée
Ombre portée plus petite

Lumière rapprochée
Ombre portée plus grande

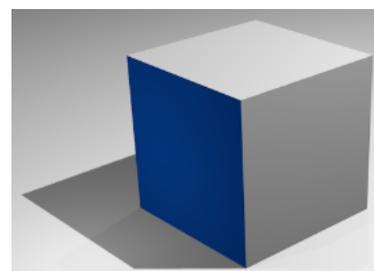
1d. Les types d'ombres

1) Les ombres propres

Ce sont les ombres de l'objet sur lui-même (zones non éclairées de l'objet).

La frontière entre une surface éclairée et une surface non éclairée s'appelle la « séparatrice ».

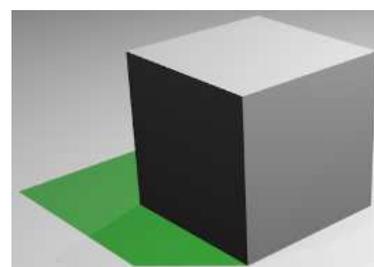
L'ombre propre de l'objet est ici teintée en bleu ►



2) Les ombres portées

Ce sont les ombres de l'objet sur un autre objet ou simplement sur le sol ou sur un fond.

L'ombre portée (sur le sol) de l'objet est ici teintée en vert ►



2. Types d'éclairages

1a. Eclairage ambiant

Un éclairage ambiant n'a pas de source ni direction particulière.

La lumière du jour par temps couvert est l'éclairage ambiant par excellence. La lune diffuse également une superbe lumière d'ambiance.

Dans ce type de lumière les ombres sont presque inexistantes.

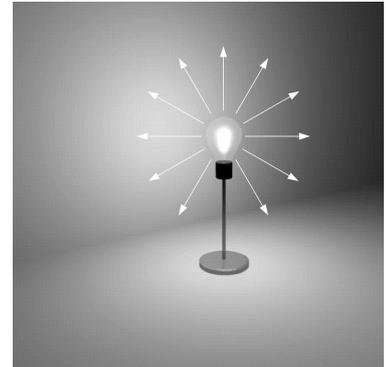
C'est l'éclairage le plus difficile à mettre en place.

1b. Eclairage ponctuel

C'est un point lumineux, comme une ampoule, une bougie,... qui a une position dans l'espace. Il a une certaine intensité et va éclairer dans toutes les directions à la fois.

Les rayons lumineux vont perdre de leur intensité au fur et à mesure qu'ils s'éloignent de leur source.

Il est possible de paramétrer la déperdition plus ou moins rapide et plus ou moins éloignée au départ du point lumineux.



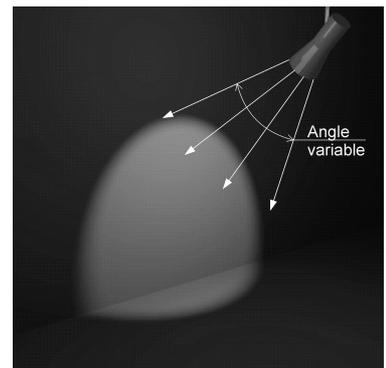
1c. Eclairage dirigé

C'est un éclairage en forme de cône lumineux. Il a axe et ses rayons lumineux sont divergents par rapport à la source.

Un spot est un éclairage dirigé.

Le centre du rayon lumineux est plus fort (zone la plus éclairée) et les contours plus sombres (zone de déperdition lumineuse).

L'étendue du dégradé entre le centre le plus lumineux et le noir peut être paramétrée pour donner une impression de spot plus fort ou plus atténué.



1d. Soleil

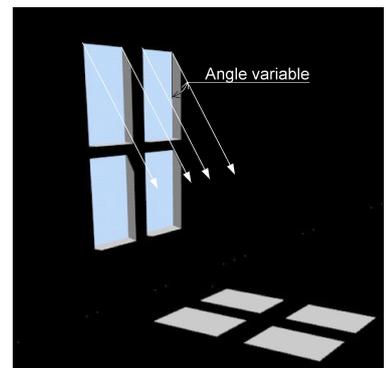
Le soleil est également un éclairage dirigé. Les rayons sont tous parallèles entre eux. Il n'y a pas de déperdition de la lumière.

L'emplacement du soleil peut être n'importe où. Seule la direction de ses rayons va être importante.

L'angle des rayons par rapport au sol peut aller de 0° (soleil absent) à 90° (soleil au zénith).

Pour info, dans certains logiciels, il est possible de définir la date et l'heure d'ensoleillement pour être au plus proche de la lumière réelle.

Les architectes, par exemple, doivent étudier la trajectoire du soleil sur les bâtiments afin de profiter au mieux de la lumière naturelle dans leurs projets.



V. Le cadrage

Le cadrage est le fait de définir un angle de vue et les limites qu'aura l'image de synthèse de la scène.

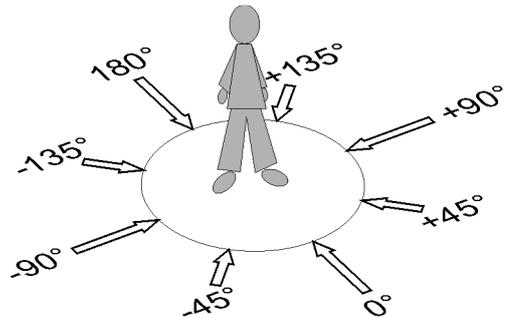
1. L'angle de vue

L'angle de vue est la position du spectateur tout autour du sujet (tour de 360°, dans tous les sens).

L'angle de vue d'une image a une répercussion sur le ressenti que le spectateur aura face à l'image de synthèse (impression de grandeur, de face à face, ...)

1a. La position sur le plan (X, Y)

Le spectateur peut tourner à 360° tout autour du sujet .



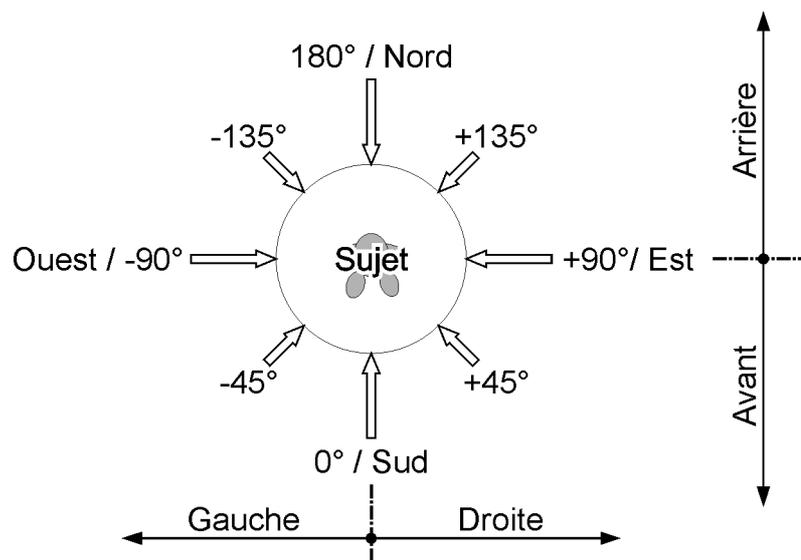
Cela correspond à la situation géographique du spectateur par rapport au sujet.

Les 4 points cardinaux Sud – Nord – Est – Ouest correspondent respectivement aux angles de 0°, 180, -90°(G), 90°(D)

On peut définir deux axes : Nord-sud et Est-Ouest

Il y a le côté gauche et le côté droit, délimité par l'axe Sud (Face) – Nord (Dos)

Il y a l'avant plan et l'arrière plan, déterminé par l'axe frontal Ouest (gauche) – Est (droit)



Il existe plusieurs vues calibrées à des positions remarquables, qui portent des noms spécifiques comme la vue de face, vue de profil gauche ou droit, vue de ¾ avant ou arrière, droit ou gauche, vue de dos,...

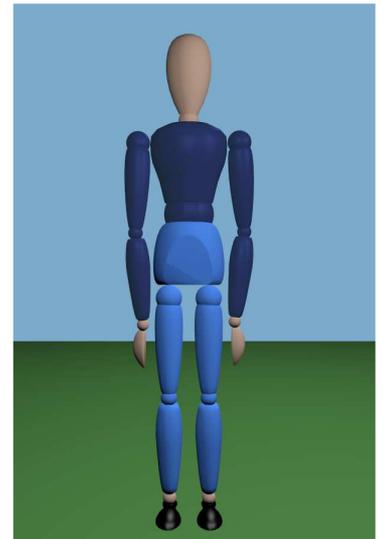
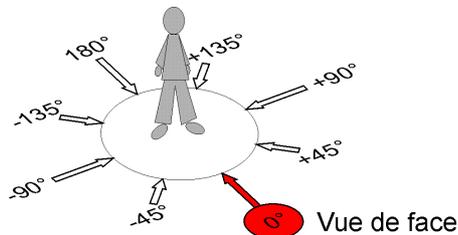
1) Vue de face

Le spectateur est situé au Sud (0°) par rapport au sujet.

C'est une vue à 0° par rapport au sujet, qui permet de voir le sujet tout à fait de face.

Cette vue donne au spectateur l'illusion d'un dialogue directe, en face à face avec le sujet.

Attention, cet angle de vue n'est pas idéal pour mettre un volume en valeur, il a tendance à aplatir visuellement le sujet.



Vue de face

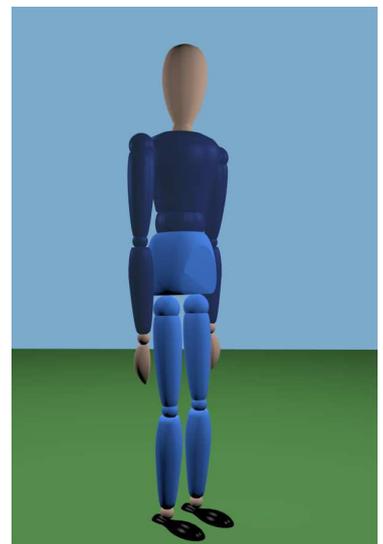
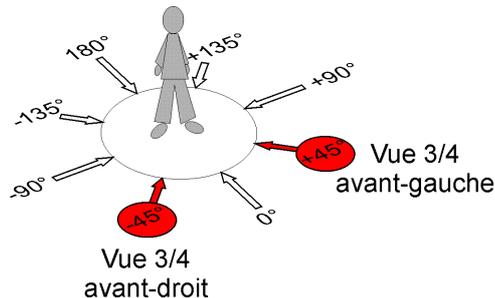
Cet angle de vue donne une **perspective frontale** (1PF) du sujet.

2) Vue de ¾ avant gauche / droit

Le spectateur est situé au Sud-Est ou Sud-Ouest par rapport au sujet.

C'est une position à 45°, devant le sujet.

Cet angle de vue fait ressortir les volumes d'un objet en 3D.



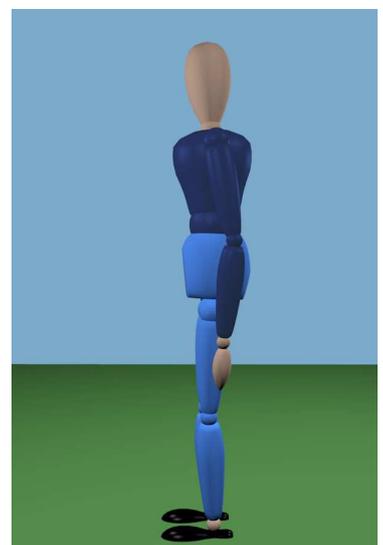
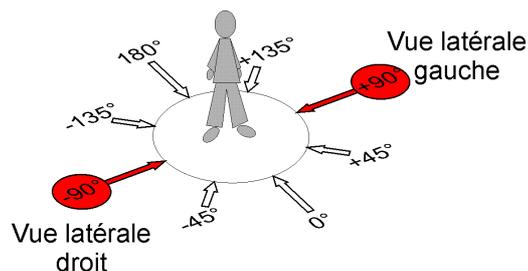
Vue de ¾ avant droit

Cet angle de vue donne une **perspective oblique** (2PF) du sujet

3) Vue latérale ou de profil gauche / droit

Le spectateur est situé à l'Est ou à l'Ouest par rapport au sujet.

C'est une vue de côté, à une position à 90°, qui permet de voir le sujet de profil.



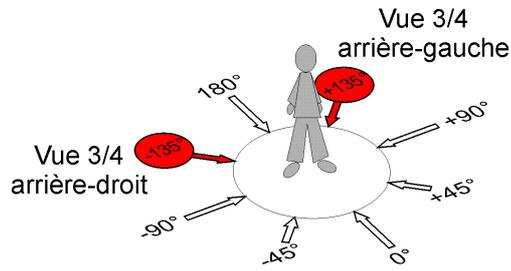
Vue du profil gauche

Cet angle de vue donne une **perspective frontale** (1PF) du sujet

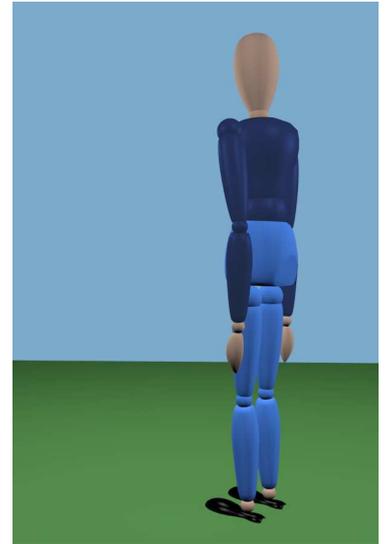
4) Vue de ¾ arrière gauche / droit

Le spectateur est situé au Nord-Est ou nord-Ouest par rapport au sujet une position à 45°, derrière le sujet.

Cette vue permet au spectateur de s'identifier au personnage. Le spectateur peut voir ce que le sujet voit.



Cet angle de vue donne une **perspective oblique** (2PF) du sujet



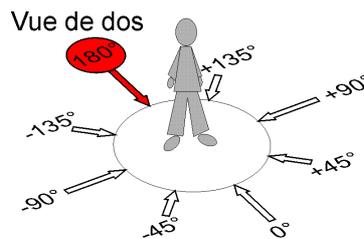
Vue de ¾ arrière gauche

5) Vue de dos

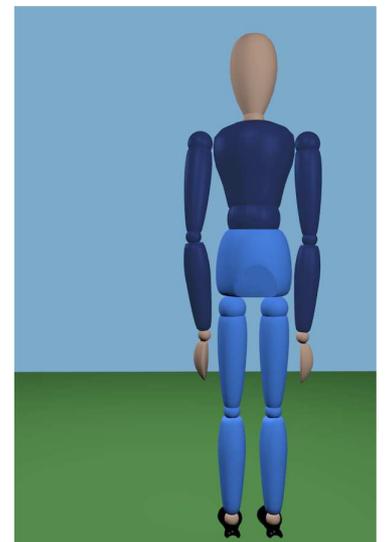
Le spectateur est situé au Nord par rapport au sujet

C'est une position à 180° par rapport au sujet, qui permet de voir son dos (arrière du sujet).

Le spectateur est face à ce que le sujet voit.



Cet angle du vue donne une **perspective frontale** (1PF) du sujet



Vue de dos

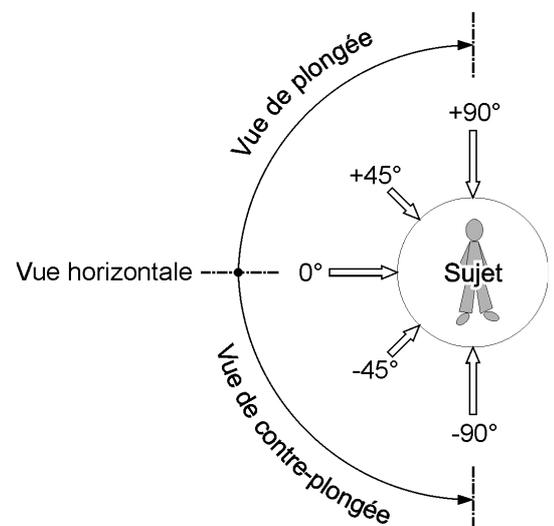
1b. La position en hauteur

Le spectateur peut également se positionner à des hauteurs différentes qui vont de -90° (= vue de dessous) à +90° (= vue de dessus).

Le niveau zéro correspond à une vue horizontale ou dite « normale ».

La vue de dessus correspond à une position au zénith.

Il existe trois types de vue au niveau de la hauteur :
la vue « horizontale » ou « normale »,
la vue de « plongé »
et la vue de « contre-plongée ».



1) La vue de dessus et de dessous

Les vues de dessus et de dessous sont assez rarement utilisées.

L'angle de vue au dessus (au zénith) permet de situer le sujet dans son environnement.

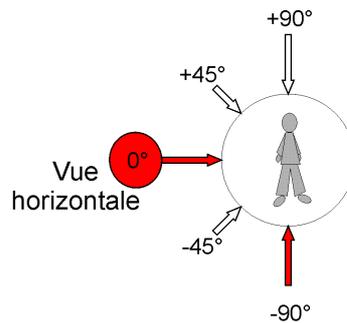
Il situe également le sujet par rapport à une situation, comme un face à face avec un autre personnage par exemple.

1) La vue « normale » ou « horizontale »

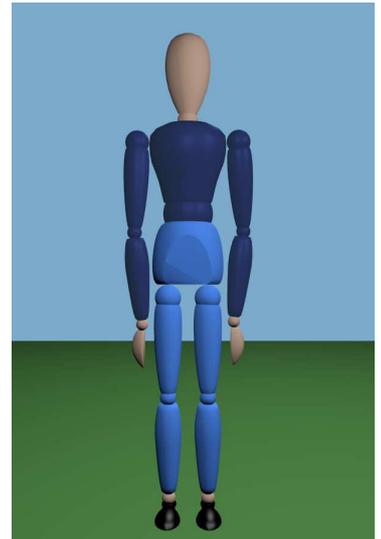
La vue horizontale correspond à un angle de vue de 0° .

Le spectateur se trouve à la même hauteur que le sujet.

L'axe de vision de la caméra est alors orienté à l'horizontale.



Cette vue facilite le face à face du spectateur par rapport au sujet. C'est une vue assez neutre.



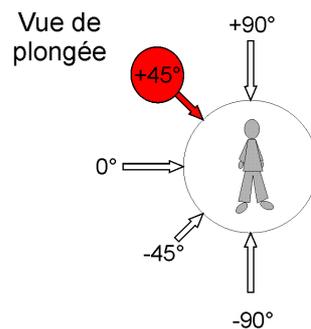
Vue horizontale, de face

2) La vue de « plongée »

La vue de plongée correspond à un angle de vue positif.

L'angle peut varier de 0 à $+90^\circ$ ($90^\circ =$ vue de dessus ou au zénith)

Le spectateur se situe en hauteur par rapport au sujet. L'axe de vision de la caméra est alors orienté vers le bas.



Dans ce cas, le sujet semble s'écraser devant le spectateur et donner une impression de solitude, de petitesse, de fragilité au milieu d'un espace qui semble trop grand.

C'est aussi une possibilité d'ouvrir l'arrière plan qui reste cependant assez restreint.



Vue de plongée, de $\frac{3}{4}$ avant

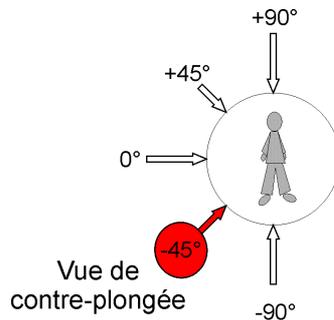
3) La vue de « contre-plongée »

La vue de contre-plongée correspond à un angle de vue négatif.

L'angle peut varier de 0 à -90° (= vue de dessous)

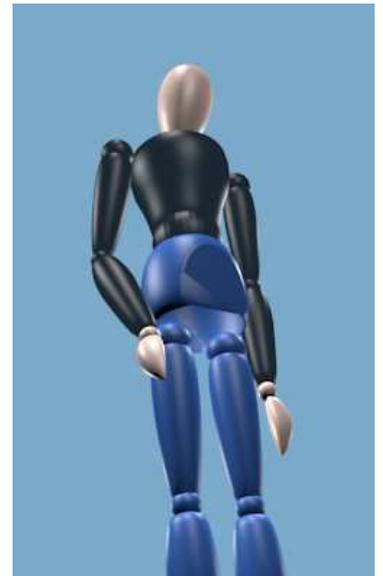
Le spectateur se situe en dessous du niveau zéro.

L'axe de vision de la caméra est alors orienté vers le haut.



Cette vue donne l'impression de grandeur, de magnificence du sujet par rapport au spectateur, de puissance.

Dans ce cas, le sujet semble dominer le spectateur.

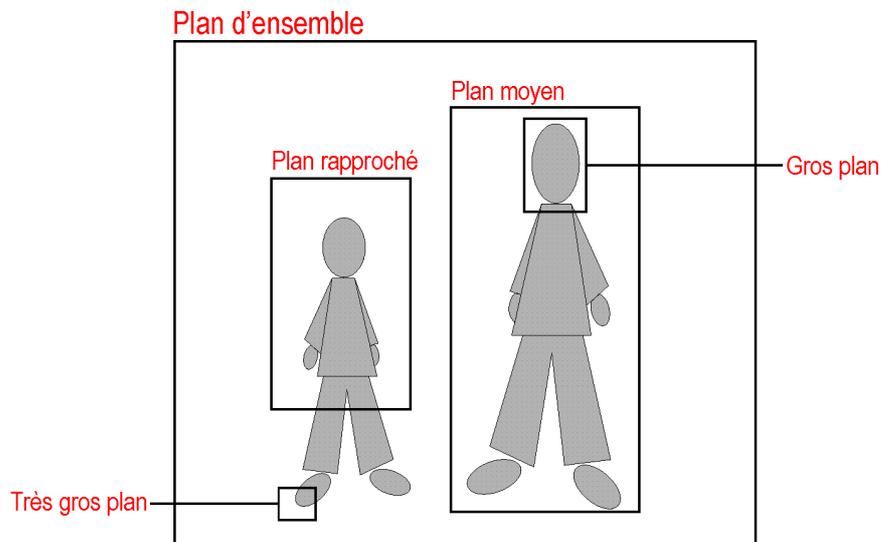


Vue de contre-plongée,
De $\frac{3}{4}$ avant

2. Les différents plans

Un plan est l'éloignement du spectateur par rapport au sujet. Ca s'appelle aussi la « profondeur de champs ».

On se rapproche plus ou moins sur le sujet (= zoom).



2a. Le plan d'ensemble

Un plan d'ensemble comprend un ou plusieurs personnages dans leur contexte élargi.

Il permet de voir le sujet dans son ensemble. Le sujet ne prend qu'une partie de l'image et il est entouré par le décor.



2b. Le plan moyen

Un plan moyen est un plan qui permet de montrer tout le sujet.

Le sujet prend toute la place dans l'image. Le décor n'est presque pas montré.

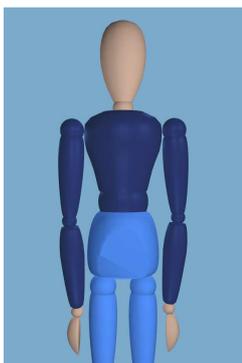
Un plan moyen permet de montrer le sujet dans son ensemble, notamment pour le présenter.

2c. Le plan rapproché

Un plan rapproché est un plan qui permet de voir une grande partie du sujet, mais pas totalement.

Quand le sujet est un personnage, le plan rapproché reprend +/- la moitié de son corps.

Deux plans classiques existent :



Plan américain

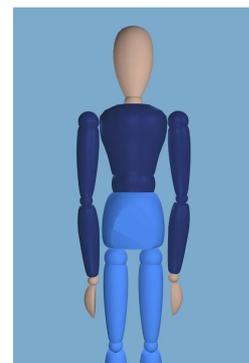
1) Le plan américain

Il reprend la partie supérieure du corps et s'arrête au dessus du genou.

2) Le plan italien

Il reprend la partie supérieure du corps et s'arrête en dessous du genou.

Ces plans rapprochés permettent de montrer des dialogues entre personnages notamment.



Plan italien

2d. Le gros plan

Un gros plan est un plan qui permet de voir une partie du sujet.

Quand le sujet est un personnage, le gros plan reprend +/- un membre comme la tête, la main, ...

Un gros plan permet, par exemple, de montrer une expression de visage d'un personnage.

2e. Le très gros plan

Un très gros plan est un plan qui permet de voir un détail du sujet.

Celui-ci peut servir d'insert* dans une animation (*image brève qui explique plus précisément l'action)

Quand le sujet est un personnage, le très gros plan peut reprendre un œil, une ride, un ongle, un bout de pied par exemple, ...

3. Les formats

Un format est le rapport entre la largeur et la hauteur de l'image.

Il existe des formats standards pour les images fixes (imprimée ou pas) et d'autres standards pour les films animés.

3a. Orientation de la page

Le choix de l'orientation du papier doit être considéré en rapport avec le sujet à mettre en page.

1) Orientation de type « Portrait »

L'image peut s'orienter verticalement, on parlera alors d'un format de type « Portrait ».

Ce sera une image qui donnera une vision plus dynamique, une impression d'action et de proximité. Il sera également plus chaleureux qu'un format placé horizontalement.

C'est un format idéal pour les sujets verticaux comme des portraits de personnes par exemple.

1) Orientation de type « Paysage »

L'image peut s'orienter horizontalement, on parlera alors d'un format de type « Paysage ».

Ce sera une image qui donnera une vision plus stable, plus calme, et donnera plus de profondeur et de distance. (Format idéal pour des courses de voitures par exemple)

1) Les formats carrés

Les **formats carrés** sont le plus souvent utilisés pour des travaux spécifiques.

3b. Dimensions de la page

Il existe un certain nombre de formats standards sur papier et sur écran.

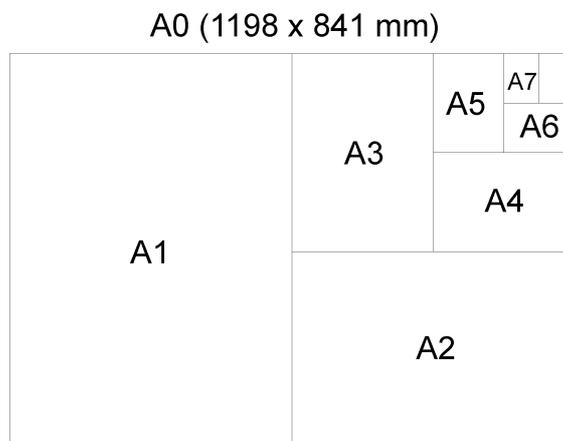
1) Les formats ISO (sur papier)

Ces formats sont des formats très utilisés dans nos pays occidentaux.

La plupart des documents sont présentés sur format A4. C'est le format ISO le plus utilisé.

Tous les formats iso découlent d'un grand format (A0). Celui-ci respecte le rectangle d'or et sa surface fait +/- 1m².

Ce format A0 est coupé en deux pour faire le format A1, qui est coupé en deux pour faire le format A2 et ainsi de suite, comme sur le dessin ci-contre.



Ci-dessous, les formats « ISO », par ordre décroissant.

Formats « ISO »	Dimensions en mm	En pixels si définition à 300 DPI	En pixels si définition à 600 DPI
A0	841 x 1198	9920 x 14150	19840 x 28300
A1	594 x 841	7020 x 9920	14040 x 19840
A2	420 x 594	4960 x 7020	9920 x 14040
A3	297 x 420	3510 x 4960	7020 x 9920
A4	210 x 297	2480 x 3510	4960 x 7020
A5	148 x 210	1750 x 2480	3500 x 4960
A6	105 x 148	1240 x 1750	2480 x 3500
A7	74 x 105	874 x 1240	1750 x 2480
A8	52 x 74	610 x 874	1220 x 1750
A9	37 x 52	435 x 610	870 x 1220

2) Les formats d'affiches

Certains formats sont spécifiques pour imprimer des affiches par exemples

Ci-dessous, quelques formats utilisés pour l'impression de poster ou d'affiche.

Formats type « Poster » (en mm)	En pixels si définition à 300 DPI	En pixels si définition à 600 DPI
400 x 600	4725 x 7080	9450 x 14160
500 x 700	5910 x 8270	11820 x 16540
800 x 1200	9450 x 14170	18900 x 28340
1000 x 1500	11810 x 17700	23620 x 35400

3) Les formats « carte postale » & « carte de visite »

Certains autres formats sont spécifiques pour imprimer des travaux plus petits comme des cartes postales ou des petites photos.

Ci-dessous, quelques formats utilisés pour ce type de travail.

Formats carte postale / petites photos (en mm)	En pixels si définition à 300 DPI	En pixels si définition à 600 DPI
90 x 130	1060 x 1535	2120 x 3070
100 x 150	1180 x 1680	2360 x 3360
150 x 210	1770 x 2480	3540 x 4960
200 x 300	2360 x 3540	4720 x 7080

Formats carte de visite (en mm)	En pixels si définition à 300 DPI	En pixels si définition à 600 DPI
85 x 55	1020 x 660	2040 x 1320
...		

4) Les formats d'écrans

- Les écrans, ont leurs formats spécifiques. Ces formats correspondent à la mesure de la diagonale de l'écran et ils sont toujours spécifiés en pouces.

Les écrans classiques fonctionnent à une définition de 72 DPI. Par contre, certains écrans, de type « Rétina » notamment, fonctionnent à une définition plus élevée (150 DPI et plus)

Ci-dessous, quelques formats d'écrans les plus courants.

Formats d' écrans en pouces (= diagonale)	En pixels si définition à 72 DPI	En pixels si définition à 150 DPI
15 pouces	1024 x 768	2048 x 1536
17 pouces	1280 x 1024	2560 x 2048
19 pouces	1280 x 1024	2560 x 2048
21 pouces	1600 x 1200	3200 x 2400

3b. Formats au cinéma

Deux formats sont des standards, connus de tous.

- 16/9 (1024 x 576 pixels) – format sur écran de cinéma
- 4/3 (768 x 576 pixels)