

# Infographie et traitement d'images

## Infographie 2D

Module d'ouverture INSA

# Sommaire

- 1 Qu'est-ce qu'une image numérique ?
- 2 Outils de manipulation des images
- 3 Filtres

# Image numérique

2 approches possibles pour la représentation numérique d'une image : **bitmap/matricielle** ou **vectorielle**

Image numérique **bitmap/matricielle** - approche discrète

On considère l'image comme une grille de points de couleurs (une "carte de données" = "bitmap")

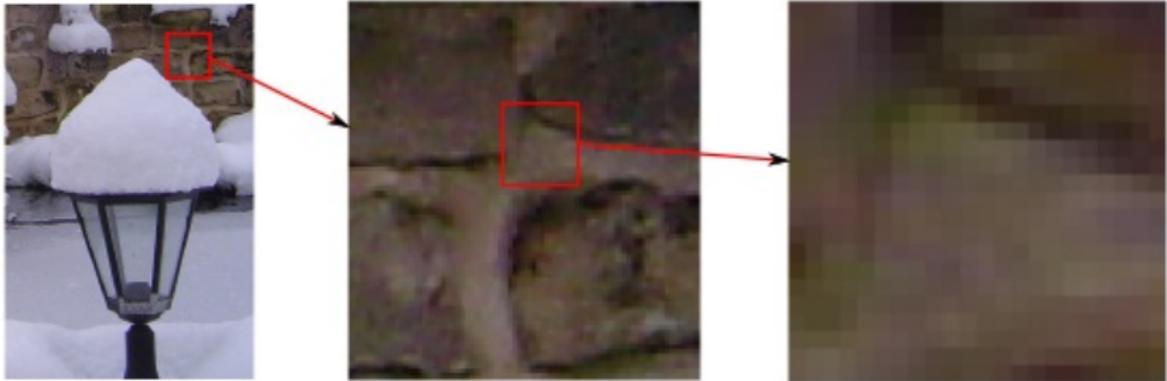
Image numérique **vectorielle** - approche continue

On considère l'image comme un ensemble d'objets mathématiques 2D (points, lignes, courbes, formes, ...).

# Image numérique bitmap

## Image numérique bitmap

On considère l'image comme une grille de points de couleurs  
(une "carte de données" = "bitmap")



# Image numérique bitmap

- Tableau de pixels
- Pixel = PICTure ELeMent
- Chaque pixel retranscrit une information de luminosité/couleur/transparence
- Généralement, 1 pixel = 1 triplet  $(R, V, B) \in [0..1]^3$
- Chaque pixel contient une certaine quantité de rouge, de vert et de bleu (couleurs primaires... d'un écran)

# Image numérique bitmap

Une image est définie par

- Longueur (en pixels)
- Hauteur (en pixels)
- Nombre de canaux (3 couleurs ? monochrome ? ...)
- Profondeur (nombre de bits affectés au codage de chaque canal)

Exemples

- 640x480 pixels, 3 canaux, 8 bits (format classique)
- 800x600 pixels, 4 canaux, 8 bits (gestion d'un canal de transparence)
- 1024x768 pixels, 1 canal, 16 bits (image noir et blanc de très bonne qualité)

# Image numérique bitmap

Taille en mémoire d'une image :  $t = l \times h \times c \times p$   
avec

- $l$  la longueur
- $h$  la hauteur
- $c$  le nombre de canaux
- $p$  la profondeur en bits

Exemple :

- 2000x1000 pixels, 4 canaux, 8 bits, taille = 64 Mb = 8 Mo
- 4000x2000 pixels, 4 canaux, 8 bits, taille = 256 Mb = 32 Mo

# Image numérique vectorielle

## Image numérique **vectorielle**

On considère l'image comme un ensemble d'objets mathématiques 2D (points, lignes, courbes, formes, ...).



{ Rectangle(0, 0, 4, 2, Rouge) + Cercle(5, 3, 1, Vert) }

# Image numérique vectorielle

Différences par rapport aux images bitmap :

- (+) Plus léger en mémoire pour les formes simples
- (+) Pas de limite de résolution
- (+) Exportable en image bitmap
- (-) Difficile de manipuler des images lourdes sous cette forme (photos, dessins travaillés)

Format très adapté pour les logos, les dessins simples, ou les dessins animés (avec prise en compte du temps). Ex : Wakfu.



## Passage image vectorielle ↔ image bitmap

Certains logiciels proposent des outils pour passer d'une représentation à l'autre :

- “Exportation” de données bitmap à partir d'une image vectorielle : spécifier la résolution
- “Vectorisation” d'une image bitmap : algorithmes permettant de trouver des chemins dans une image et de les représenter sous forme mathématique. Adaptation aux images couleurs possible.

Attention ! L'export est une opération facile et légère. La vectorisation peut être très lourde si elle est appliquée sur une image de type photo

# Formats d'image

- Différents formats selon le but recherché :
  - Bitmap : BMP, PNG, GIF, ICO, TIFF, RAW, JPG, ...
  - Vectoriel : PS, EPS, PDF, SVG, DXF, DWG, ...
- Chacun a des avantages et inconvénients : taille maximale/minimale de l'image, nombre de canaux, contraintes, gestion ou non de la transparence, profondeur parfois limitée, compression ou non lors de la sauvegarde
- Utilisées dans différentes contextes :
  - sur internet : image rapide à charger (donc pas trop grosse)
  - retouche de photo : image précise, mais grosse
  - dessin animé/logo : couleurs simplifiées (moins de profondeur)
  - jeu video flash : dessin vectoriel, plus léger et redimensionnable

# Formats d'image bitmap

## Format BMP (BitMaP)

- développé par Microsoft et IBM
- BMP 24 bits : 3 canaux (R,V,B), 1 octet par canal, soit 16,8 millions de couleurs possibles
- BMP 8 bits : 1 canal, 1 octet par canal, 256 couleurs max (correspondance avec la couleur (R,V,B) via une table/palette)
- Pas de compression à l'origine (puis compression RLE)
- Format très répandu, lus par de nombreux logiciels

# Formats d'image bitmap

## Format PNG (Portable Network Graphics)

- Initialement prévu (1995) pour remplacer le format propriétaire GIF (PNG = Png is Not Gif)
- PNG 24 bits : 3 canaux (R,V,B), 1 octet par canal
- PNG 32 bits : 4 canaux (R,V,B,A), 1 octet par canal
- PNG 1,2,4,8 bits : monochrome, quadrichromie, niveau de gris, palette
- Compression adaptée aux aplats de couleurs, un peu moins aux photos
- Format très répandu car gère la transparence
- Extension aux animations via le format MNG

# Formats d'image bitmap

## Format JPEG (Joint Photographic Experts Group)

- Créé en 1986
- 3 canaux (R,V,B), 1 octet par canal
- Format compressé dans l'espace YUV via la transformation DCT (Discrete Cosine Transform)
- Compression avec perte
- Format adapté à la photographie
- Évolution récente : JPEG 2000

# Formats d'image bitmap

Format	Canaux	Profondeur	Compression	Remarques
PNG	4	8	Sans perte	
BMP	3	8	Non	
JPG	3	8	Avec perte	
GIF	3 ?	8 ?	Sans perte	<256 couleurs, transparence et animations gérées
RAW	1	12-14	Sans perte	
ICO	3	8	Sans perte ?	<256x256 pixels, 1 bit pour la trans- parence

À compléter...

Nombreux formats → Bien étudier les possibilités de chacun pour les exploiter au mieux

# Formats d'image vectorielle

## Format PDF (Portable Document Format)

- 1ère version : 1993, par Adobe
- But : rendre des documents lisibles sur toute plateforme
- Préserve les polices, images et objets graphiques...  
(Attention aux polices non redistribuables)
- Actuellement normalisé (ISO)
- À utiliser pour envoyer son CV par exemple !

# Formats d'image vectorielle

## Format SVG (Scalable Vector Graphics)

- Créé par le World Wide Web Consortium
- Basé sur XML
- Au format texte (donc non compressé)
- À utiliser pour tout type d'image vectorielle

## Format EPS (Encapsuled PostScript)

- Créé par Adobe
- Format texte
- À utiliser pour les schémas/graphismes dans les rapports par exemple

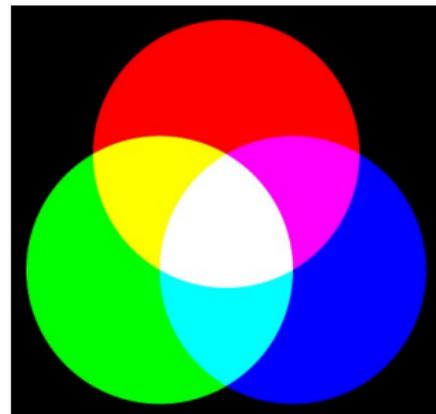
# Représentation des couleurs



- Couleur : perception que l'on a d'une lumière constituée d'un ensemble de longueur d'ondes diverses (400 à 800nm)
- L'oeil perçoit la lumière grâce à 3 types de récepteurs spécialisés (cônes) sensibles aux ondes rouge, vert, bleu
- Écrans construits sur ce même principe et émettent de la lumière en composant 3 longueurs d'onde : rouge, vert et bleu.

# Synthèse additive

- Synthèse additive :  
combinaison de plusieurs **sources émettrices** de lumière pour obtenir une nouvelle couleur
- 3 couleurs primaires : rouge, vert, bleu
- Principe de l'écran d'ordinateur



# Synthèse soustractive

- Synthèse soustractive :  
combinaison de l'effet  
d'**absorption** de plusieurs  
objets **récepteurs** de lumière  
pour obtenir une nouvelle  
couleur
- 3 couleurs primaires :  
magenta, jaune, cyan
- Principe de la peinture, de  
l'impression



# Espaces colorimétriques

Différentes espaces de codage des couleurs :

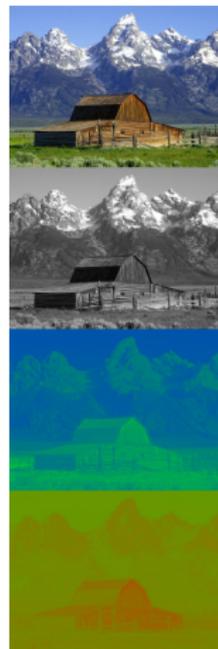
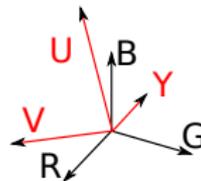
- RVB (Rouge, Vert, Bleu) : le plus classique, basé sur la représentation des couleurs sur un écran
- YUV : Découple la luminosité (Y), des 2 composantes chromatiques
- TSV (Teinte, Saturation, Valeur) : Permet de découpler la luminosité (Valeur), de la teinte de couleur utilisée (Teinte), et de sa pureté (Saturation)
- CMJN (Cyan, Magenta, Jaune, Noir) : Espace utilisé pour la reprographie/l'impression
- Nombreux autres espaces :  $L^*a^*b^*$ , TSL, YCrCb...  
Plus ou moins adaptée en fonction du contexte.

# Espace YUV

- Y : Luminance = image en niveau de gris
- U et V : Chrominance = 2 composantes de couleurs
- Passage de RVB à YUV (transformation linéaire) :

$$\begin{bmatrix} Y \\ U \\ V \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.299 & 0.587 & 0.114 \\ -0.147 & -0.289 & 0.436 \\ 0.615 & -0.515 & -0.1 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} R \\ V \\ B \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} R \\ V \\ B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 1.140 \\ 1 & -0.395 & -0.581 \\ 1 & 2.032 & 0 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} Y \\ U \\ V \end{bmatrix}$$

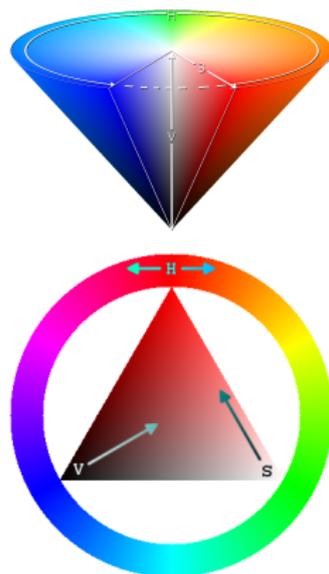


# Espace YUV

- Utilisée dans le format JPG
- Le canal Y est compressé sans trop de perte
- Les canaux U et V sont compressés avec une perte plus importante
- Exploite le fait que l'oeil humain est plus sensible aux variations de luminosité qu'aux variations de couleurs

# Espace TSV

- T : Teinte  $\in [0, 360]$
- S : Saturation  $\in [0, 100]$  (couleur vs noir/gris/blanc)
- V : Valeur  $\in [0, 100]$  (luminosité  $\approx$  Y dans YUV )
- En anglais HSV (Hue Saturation Value)
- RVB  $\leftrightarrow$  TSV Transformation non linéaire
- Espace souvent représenté par un cône
- Très utilisé en infographie [ **Démo TSV** ]



## Espace CMJN

- CMJN = Cyan Magenta Jaune Noir = CMYK
- Utilisé pour la reprographie/impression – Toutes les couleurs ne sont pas imprimables !
- Basé sur le modèle de synthèse additive
- En pratique, on rajoute du noir car le mélange Cyan/Magenta/Jaune n'est jamais pur → Impossible d'avoir du noir pur autrement
- L'encre noire permet aussi une meilleure gestion des niveaux de gris
- Conversion RGB → CMJN généralement faite avant impression

# Espace CMJN



RGB

CMJN

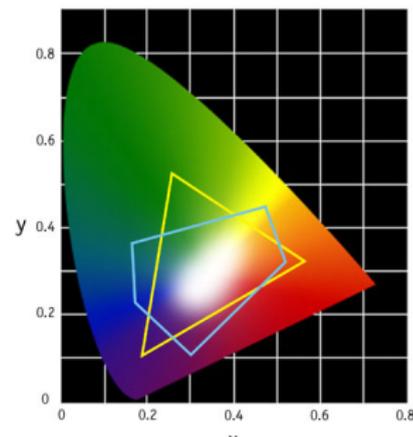
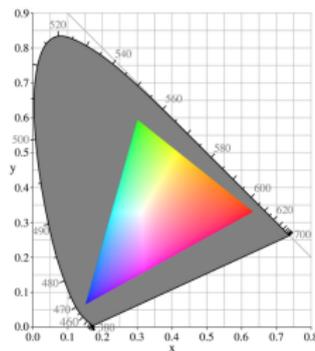
Couleur Orangé difficilement imprimable... C'est le cas des couleurs RVB pures et saturées.

# Espace CIE Lab

- Espace colorimétrique qui se veut le plus proche de l'oeil humain
- Conversion non linéaire depuis/en RVB
- Espace qui englobe tous les autres espaces dans sa définition
- Souvent utilisé comme référence pour la conversion d'un espace à l'autre (via les "profils couleurs")

# Les Gamuts

- Un gamut = l'ensemble des couleurs représentables par un espace colorimétrique
- 2 espaces différents n'ont pas le même gamut
- Certaines couleurs d'un espace ne sont pas transcribable dans un autre
- Typiquement RVB ↔ CMJN
- Réfléchir avant la création à quel espace utiliser en fonction du support final



# Les profils ICC

- Proposé par l'International Color Consortium
- Profil = fichier permettant de transformer un espace ??? vers l'espace colorimétrique de référence CIE Lab
- Permet d'avoir les mêmes couleurs (ou les plus proches possibles) d'un écran à l'autre, d'un fichier numérique à une impression...
- Nécessite d'avoir un profil pour le fichier et un profil pour chaque périphérique utilisé (écran, imprimante, ...)
- Nécessité de calibrer les périphériques
- Procédure inévitable dans le monde de l'infographie professionnelle
- Fichier qui peuvent être très lourd ! Contient en théorie une table de conversion de 16,8 millions de couleurs.

# Sommaire

- 1 Qu'est-ce qu'une image numérique ?
- 2 Outils de manipulation des images**
- 3 Filtres

## Quelques logiciels

Plusieurs logiciels d'infographie 2D (liste non exhaustive) :

<b>Logiciel</b>	<b>Bitmap</b>	<b>Vectorel</b>	<b>Gratuit</b>	<b>OS</b>
Inkscape	NON	OUI	OUI	Win/Unix/MacOS
Karbon14	NON	OUI	OUI	Win/Unix/MacOS
GIMP	OUI	NON	OUI	Win/Unix/MacOS
Krita	OUI	NON	OUI	Win/Unix/MacOS
Adobe Photoshop	OUI	NON	NON	Win/MacOS
Adobe Flash	OUI	OUI	NON	Win/Lin/MacOS
Adobe Illustrator	NON	OUI	NON	Win/MacOS
Corel Paintshop Pro	OUI	OUI	NON	Win
Corel Draw	NON	OUI	NON	Win/MacOS
Corel PhotoPaint	OUI	NON	NON	Win/MacOS

## La limite des outils

- Les logiciels proposent souvent plusieurs possibilités pour faire la même opération
- Un bon infographiste saura choisir l'opération la plus efficace/rapide/adaptée
- Faire de “belles choses” est complètement décorrélé du fait de bien connaître les outils
- → Quelqu'un qui ne sait pas dessiner ne fera pas une BD superbe parce qu'il a photoshop.
- Faire des dessins/rendus/retouches “pro” demande du temps !
- → Nous présentons uniquement les concepts et outils mis en oeuvre par les logiciels

# La limite des outils

- Dans la suite, on se focalisera sur l'infographie sur image bitmap
- Plusieurs concepts similaires se retrouvent en infographie vectorielle
- Beaucoup d'outils proposés
- Difficile d'en connaître l'intégralité
- Outils changent d'un logiciel à l'autre, mais concepts similaires
- Parmi les plus utilisés/courants : calques, canaux, sélections, brosses, filtres
- Des effets avancés peuvent être réalisés en jonglant avec ces outils et en les combinant

# Calques

- Une image constituée de plusieurs calques “empilés”
- Un calque (“Layer” en anglais) = une feuille/une couche/un film
- Chaque calque a des caractéristiques propres (ex : sa dimension  $\neq$  dimension image, son nombre de canaux  $\neq$  nombre de canaux de l'image )
- Image finale issue de la superposition des calques
- Intérêt : pouvoir décomposer la scène en mettant chaque élément ou groupe d'éléments importants sur des calques différents
- Pb : taille en mémoire ! Trop de calques = lenteur de l'application

# Calques

Plusieurs opérations possibles sur les calques (via la fenêtre des calques)

- Rendre visible/invisible
- Ajouter/supprimer un canal de transparence, ou un masque de calque
- Modifier la taille
- Verrouiller/déverrouiller
- Grouper/dégrouper
- Modifier le mode de fusion
- Modifier l'ordre d'empilement [ **Démo Calques** ]

# Fusion de calques

Calcul des pixels  $i_n$  de l'image au niveau du  $n^{\text{ème}}$  calque :

$$i_n = f(I_n, i_{n-1})$$

Avec  $I_n$  les pixels du calque  $n$

Plusieurs modes de fusion  $f()$  possibles :

- Opérations arithmétiques simple (+, -, /, \*, ...)
- Opération complexes (écran, lumière douce/dure, ...)
- Cf documentation pour liste complète [ **Démo Fusion** ]

# Masque de calque

Possibilité de rajouter un masque de calque  $M$  à chaque calque  $L$  utilisé

- Masque de calque = calque monochrome  $M$  affectant la transparence (le canal alpha) du calque  $L$  associé
- Peut être créé à partir du canal alpha du calque  $L$ , à partir d'image vide (noire ou blanche), ou à partir d'une sélection
- On peut "dessiner" la transparence du calque
- Une fois l'opération finie, on peut appliquer la masque de calque  $M$  au calque  $L \rightarrow$  le canal alpha de  $L$  est mis à jour avec les valeurs de  $M$

Très utile lorsque l'on a plusieurs calques se recouvrant partiellement [ **Démo Masques** ]

## Outils de sélection

- Sélection rectangulaire/elliptique
- A main levée : demande une bonne maîtrise de la souris !  
Plus facile à la tablette
- Contiguë : sélection automatique des pixels contigus de couleur identique/proche
- Par couleur : sélection automatique des pixels de couleur identique/proche dans l'image/le calque
- Différentes sélections intelligentes, ... [ **Démo Sélection intelligente** ]
- Plusieurs mode : remplacement, ajout, soustraction, intersection. Permet de jongler avec les différentes zones
- Possibilité de sélection floue
- Outil de sélection rapide : permet de sélectionner en peignant des zones noires/blanches [ **Démo Sélection rapide** ]

# Outils de sélection

Plusieurs transformations possibles :

- Sélection → sélection rapide
- Sélection → masque de calque
- Canal alpha → sélection
- Sélection → sauvegarde dans un canal
- Sélection → Tracé avec un outil

# Règle d'or

## Philosophie

Les modifications ne sont généralement appliquées que sur le calque courant dans la sélection courante, sur le(s) canal(/aux) actif(s).

Donc dès qu'il y a un problème :

- Quel calque est sélectionné ?
- Y a-t-il une sélection active ?
- Quel sont les canaux actifs ?

## Outils de peinture/dessin

- Crayon : contour net, permet de travailler au niveau pixel de manière très précise
- Pinceau : contours flous en fonction de la brosse sélectionnée
- Aerographe : taille dépend de la vitesse, généralement utilisé pour rajouter de légères touches de couleur (diffuses)
- Plume (Calligraphie) : Brosse simple (ronde) orientable, traits de couleur simple aux bords nets

# Brosses

- "imagette" qui va être utilisée pour peindre sur l'image
- une brosse peut être dynamique (fonction de l'orientation du mouvement, de la pression (pour les tablettes graphiques), aléatoires...)
- Permet de donner une texture au dessin facilement
- Possibilité de créer ses propres brosses [ **Démo Brosses** ]

# Outils de modifications

- Remplissage : remplit une zone de manière uniforme (couleur ou motif)
- Dégradé : remplit la sélection avec un dégradé
- Gomme : Efface le pixel courant si un canal alpha existe, remplit avec la couleur de l'arrière plan sinon
- Clonage : brosse remplie avec un motif sélectionné par ailleurs... utile pour la retouche d'image endommagée !
- Correcteur : Sorte de clonage progressif (ou dilué)

# Outils de modifications

- Flou : modification locale des couleurs. Pour une modification de plus grande ampleur, utiliser plutôt les filtres dédiés
- Barbouillage : mélanger des couleurs dans une direction donnée
- Éclaircissement/ Assombrissement : tire les couleurs vers le noir ou le blanc
- . . . , liste à étoffer suivant le logiciel

Beaucoup d'outils proposent d'exploiter la pression d'une tablette graphique pour faire varier l'intensité ou la taille des modifications.

# Transformations

Outils de transformation géométriques :

- Affecte des calques/zones
- Inclut : translation, rotation, échelle uniforme ou non, perspective, miroir, découpage, cisaillement, transformation libre, ...

Outils assez intuitifs

# Sommaire

- 1 Qu'est-ce qu'une image numérique ?
- 2 Outils de manipulation des images
- 3 Filtres**

# Filtres

Certaines opérations :

- ne peuvent pas être faites avec une vue “locale” de l'image
- sont trop complexes pour être faites en temps réel avec une brosse
- se doivent d'affecter **toute** l'image/le calque

Pour cela, on utilise des **filtres**.

Bien qu'un filtre affecte par défaut toute l'image/le calque, on peut cantonner son action à une zone précise grâce aux sélections.

# Filtres

Exemples de filtres connus :

- Balance des blancs
- Seuil
- Manipulation d'histogramme
- Négatif
- Désaturation
- Flou
- Génération de bruit de perlin

Grande quantité de filtres : détecteur de bord, textes néons, générateur de tâches de café, feu, brouillard...

# Balance des blancs

- Problème récurrent en photographie/traitement d'image
- Pour les images prises par un capteur : la couleur de chaque objet est influencée par l'éclairage ambiant.
- En intérieur : scènes légèrement rouges
- En extérieur : scènes plutôt bleutées
- Solution : retravailler le niveau de chaque canal (Rouge/Vert/Bleu) de manière à corriger le problème... Soit à la main, soit automatique

# Seuil et manipulation d'histogramme

## Seuil

- Convertit une image (gris ou RVB) en image binaire (noir OU blanc)
- Simple seuil sur l'intensité de la couleur
- Utile pour les documents Noir et Blanc scannés par exemple

## Manipulation d'histogramme

- Histogramme = représentation des distributions de couleurs dans une image
- Possibilité de modifier la répartition des couleurs par des fonctions (linéaire ou non)

# Flou

- Outil très utilisé pour adoucir des contours, faire des zones de transitions moins dures
- Taille du flou paramétrable (le calcul peut être long pour de grandes zones)
- Type du flou paramétrable (gaussien, cinétique, median, ...)

# Bruits

- Bruit = perturbation “aléatoire” d'un signal
- Plusieurs types de bruits : corrélé, décorrélé
- Génération de bruits divers (nuages (bruit de perlin monochrome), plasma (bruit de perlin couleur), ...)

## Et bien plus...

- Détecteur de contour (gradient)
- Matrice de convolution
- Filtres artistiques
- Combinaison de filtres via scripts python