

# LA PHOTOGRAPHIE PANORAMIQUE



*Bernard Perrot - Objectif Image Saint-Brieuc - 22 novembre 2018*

# DÉFINITION :

---

- selon chacun, des définitions assez variées...
- un consensus : photographie en format allongé  
(au moins 2:1, mais plutôt 3:1, ou plus)  
(le format 16:9 est un format 1,7:1, le Cinémascope est en format 2,39:1)
- photographie à grand angle de champ (horizontal, mais parfois aussi vertical)
- visite virtuelle
- photographie dite « gigapixel », i.e. à très forte résolution obtenue par assemblage
- intérêt pour les diaporamas, permet (pour les panoramas haute définition par assemblage) de faire des travelling et panoramiques en conservant une bonne qualité d'image

# COMMENT ?

---

- Par recadrage :
  - angle de champ pas (très) grand
  - sinon, nécessite un objectif à très courte focale, qui présente alors des « défauts » incontournables
    - disproportions (étirements) si grand angle rectilinéaire
    - déformations/distorsions si fisheye
    - résolution inférieure à celle du capteur, donc « faible » et mal adaptée à un tirage agrandi
    - à noter que la fonction native 16:9 de certains boîtiers (compacts/bridges/hybrides) est un recadrage (crop) du capteur, donc résolution moindre

# OBJECTIF RECTILINÉAIRE VS FISHEYE



- 15 mm rectilinéaire (*équivalent\**)
- perspective linéaire,
- étirements importants vers les bords

(\* i.e. 10 mm APS-C)

- 12 mm fisheye diagonal (*équivalent\*\**)
- perspective curviligne
- importante distorsion en tonneau

\*\* i.e. 8 mm APS-C)

# COMMENT ?

---

- Par balayage et création interne d'une photo panoramique (fonctionnalités interne de l'appareil)
  - résultats très moyens
  - basse résolution
  - JPEG seulement
  - pas apte à la retouche
  - pas apte à tirage de qualité
  - fonction typiquement « internet et réseau social »
  - un gadget quoi... !

# COMMENT ?

---

- Par assemblage (logiciel) de plusieurs photos couvrant successivement le champ voulu, aussi bien en site qu'en gisement
- le nombre de photos traitées est très variables :
  - au moins deux
  - entre 5 et 10 pour un panorama allant jusqu'à 180° de champ
  - entre 10 et une trentaine pour un panorama allant jusqu'à une couverture sphérique intégrale (360°x180°)
  - 6 + 2 avec un fisheye pour une représentation en « réalité virtuelle »
  - des centaines ou des milliers pour une image « gigapixel »

# COMMENT ?

---

- (par assemblage) en conséquences :
  - méthodologie de prise de vue (technique et matériels)
  - méthodologie d'assemblage : logiciel spécialisé
  - augmentation notable de la résolution : images aptes à des tirages en (très) grandes dimension
  - HUGIN limite le nombre de pixels à 30.000, ce qui autorise quand même un tirage de 2,50 m de large à 300 dpi sur support photo, et 5 m à 10 m en tirage de type imprimerie (poster, bâche, ...)
  - un assemblage carré de seulement 4 photos va être d'aussi bonne qualité qu'un capteur 3 fois plus pixellisés (3 et non 4 à cause du recouvrement)
    - vous aurez du « full frame » au prix du compact !
  - sujets statiques uniquement !

# POURQUOI ?

---

- décoration, posters, ...
- « remplacement » d'un objectif grand angle (parce que on ne l'a pas avec soit, parce qu'on en n'a pas, ...)
- augmentation de la résolution (photos haute résolution avec boitier « pas cher »)
- Web :
  - visites virtuelles
  - blog de voyages
  - applications touristiques (sites, paysages), culturelles (visites monuments, musées, ...)
- pratique photo peu valorisable avec les expositions collectives, les concours, ...

# MATÉRIELS

---

## ➤ Le boîtier :

- N'importe !
- Mais ...
  - mieux si possibilité de format RAW
  - possibilité de travailler en « priorité ouverture » **indispensable !**
  - possibilité de mise au point manuelle utile (du moins débrayage AF)
  - à objectif interchangeable si on veut monter un fisheye (réalité virtuelle seulement)
  - avec objectif le plus homogène possible si objectif ou zoom intégré

# MATÉRIELS

---

## ➤ Objectifs :

- pas trop courte focale, pour éviter les déformations et la distorsion
- focale fixe si possible (moins de défauts optiques, plus piqué, plus homogène, et plus facile d'éviter un glissement de focale pendant les prises de vue)
- 35mm équivalent (23mm en APS-C) est un bon compromis
- possible jusqu'à 50mm équivalent (35mm en APS-C) pour des panoramiques jusqu'à 180° (au delà, très/trop grand nombre de prises de vues nécessaires)
- jusqu'à 300mm pour du « gigapixel »
- en fisheye, 12mm équivalent (8mm en APS-C) (voir chez Samyang, relativement bons marchés, mais tout manuels)

# MATÉRIELS

---

- un pied + niveau (à bulle)
- tête panoramique
  - cylindrique : une seule rangée horizontale
  - sphérique : plusieurs rangées
  - motorisée (surtout utile/indispensable pour les réalisation gigapixel ou de réalité virtuelle « lourde »)
  - on peut faire « à mains levées » sans tête panoramique, mais uniquement si les conditions et/ou le sujet s'y prêtent
  - ne pas confondre avec les « têtes pendulaires » !

# TÊTES PANORAMIQUES

---



*Tête panoramique avec boitier reflex*



*Un hybride avec objectif fisheye*



*Tête motorisée*

# LOGICIELS D'ASSEMBLAGE (STITCHING)

---

- *Autopano Pro* et *Autopano Giga* de l'éditeur Kolor (groupe GoPro)
  - *maj 17 sept. 2018 : c'était « la » référence, mais produit arrêté par GoPro*
- *Hugin*
  - opensource, gratuit, Windows / MacOS / Linux
  - Très fonctionnel, idéal pour débiter et même continuer, mais pas le plus « facile »
  - bien plus lent que les solutions commerciales
- *PTGui*
  - assez similaire à Hugin (mais plus fonctionnel) , même « moteur » Panotools, un peu plus ergonomique, commercial ( 100 €, version Pro 200 €) (Windows et MacOS)
- *Photomerge* de Photoshop
  - assez peu performant, mais bons résultats... quand ça marche... 120 € / an pour tout Photoshop... (*nov. 2018 : très nette amélioration avec Photoshop CC 2019*)

# LOGICIELS D'ASSEMBLAGE

---

## ➤ *Panorama Studio 3*

- très bonne qualité d'assemblage, Windows et MacOS, commercial, 35 € à 70 € (version « Pro »). Ergonomique, la moins chère des solutions commerciale.

## ➤ *Microsoft ICE*

- assez facile d'usage, peu fonctionnel, pas de retouche de l'assemblage, pas de masquage, gratuit, Windows seulement

## ➤ Visites virtuelles :

- *Panotour / Panotour Pro* (Kolor) : 120 € / 480 € (version non-pro assez limitée)
- *Pano2VR / Pano2VR Pro* : 110 € / 330 €
- *PTGui* et *Panorama Studio* : export HTML5, limité, mais peut être suffisant
- gratuits : je cherche encore... (mais encore plus cher, on trouve)
- mais bon... pas forcément de l'intérêt d'un photographe amateur, plutôt usage professionnel en communication

# PRISE DE VUE

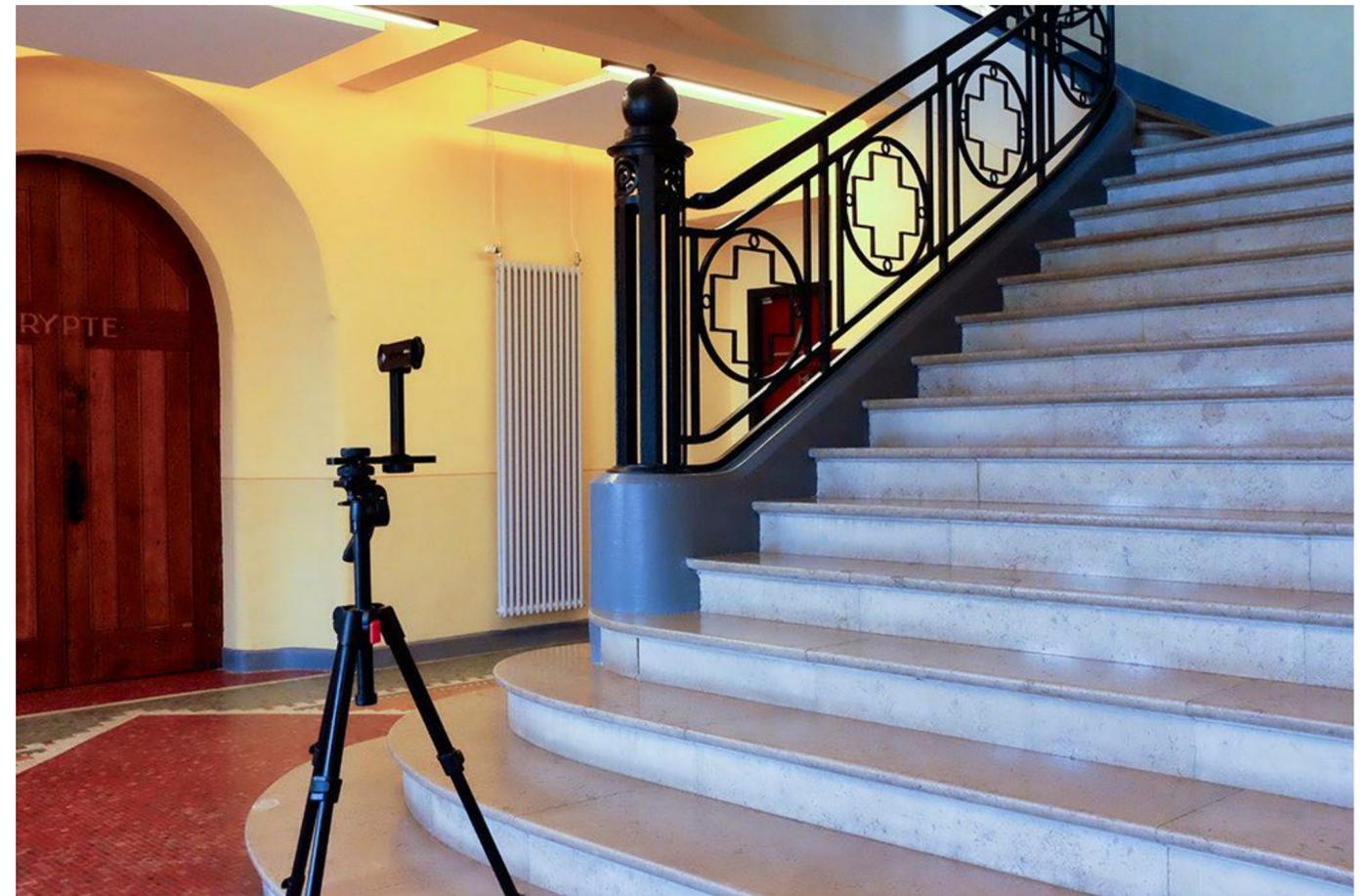
---

- **Problème de parallaxe** (recherche du « **point nodal** » ou « point de non parallaxe) :
  - pour réaliser les vues, on doit faire tourner l'appareil photo
  - sans précautions (par exemple en le faisant tourner autour de l'axe de fixation du pied), on décale le point de vue
  - cela entraîne des difficultés de raccordement, les images ne se chevauchent pas correctement
  - c'est à cela en particulier que sert une tête panoramique
  - ce problème est peu/pas important avec des longues focales ( $> 50\text{mm}$ )

# PARALLAXE

---

*Mise en évidence d'un décalage de parallaxe suite à une rotation d'environ 30° non axée sur la pupille d'entrée de l'objectif (point nodal) :*



*L'alignement du pied avec l'arrière plan (mais également de l'escalier avec le fond) n'est plus respecté. La fusion de ces deux images devient impossible.*

# PARALLAXE (RECHERCHE DU POINT NODAL)

---

- Le **point nodal** (point de non parallaxe) correspond à la pupille d'entrée de l'objectif
  - c'est le centre de la lentille de l'objectif...
    - ...mais seulement dans le cas d'un objectif simple « parfait » d'épaisseur nulle...
  - c'est le point (virtuel) de retournement des rayons optiques dans l'objectif
  - c'est souvent l'emplacement du diaphragme (mais pas forcément...)
  - on le mesure à l'aide de la tête panoramique, et ce réglage sera acquis pour toujours pour un objectif donné (à une focale donnée si c'est un zoom)
  - en première approche pifométrique (!), on peut essayer de le régler entre le premier tiers et la moitié de l'objectif en partant de la lentille frontale

# PRISE DE VUE

---

- faire un recouvrement d'environ 30% entre photos adjacentes (pas moins du quart)
- plutôt en mode portrait (vertical) pour un résultat plus équilibré
- se mettre en priorité ouverture, car la profondeur de champ ne doit pas changer !
- se mettre en balance des blancs fixe, et surtout pas auto, car le rendu colorimétrique doit rester constant (dans le doute, se mettre en « lumière du jour »)
- régler à la sensibilité minimum (surtout pas en « auto-iso »), quitte à avoir des temps de pose longs (comme de toute façon, on cherche des sujets qui ne sont pas en mouvement...)
  - donc, sur pied, utiliser le retardateur pour déclencher et éviter les vibrations, ou bien une télécommande

# PRISE DE VUE

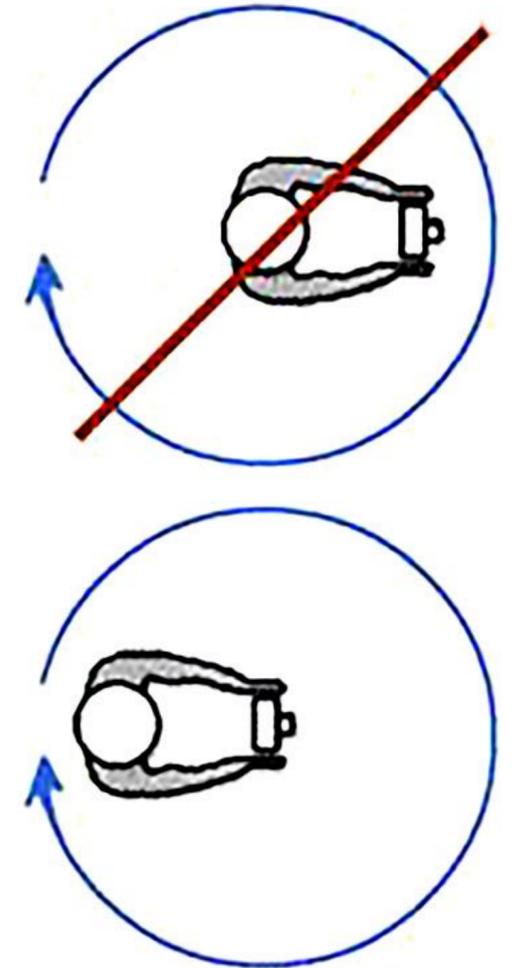
---

- si forts écarts de luminosité, envisager le HDR (donc plusieurs expositions pour chaque plans)
  - sinon, plutôt sous exposer d'un tiers ou deux tiers de diaphragme, ce sera plus facile pour traiter les images très lumineuses
- veiller à ce que la mise au point ne se décale pas, en particulier si sujet à l'infini (paysage) avec premiers plans
- si on veut une grande profondeur de champ, diaphragmer « assez » (F8 ou F11, pas au delà en numérique)
- et si possible, se mettre en MAP manuelle et régler sur l'hyperfocale
- enregistrement en « RAW + JPEG » si disponible

# À MAINS LEVÉES

---

- tourner autour de l'appareil photo (par opposition à faire tourner l'appareil photo lui-même autour de soi)
- ce sont donc les pieds qui se déplacent, pas les bras !
- essayer d'avoir un appui
- fonctionne pas trop mal pour les paysages (jusque vers  $140^\circ/180^\circ$ )
- très difficile de gérer la parallaxe en intérieurs
- très utile pour « simuler » un grand angle (deux ou trois clichés)



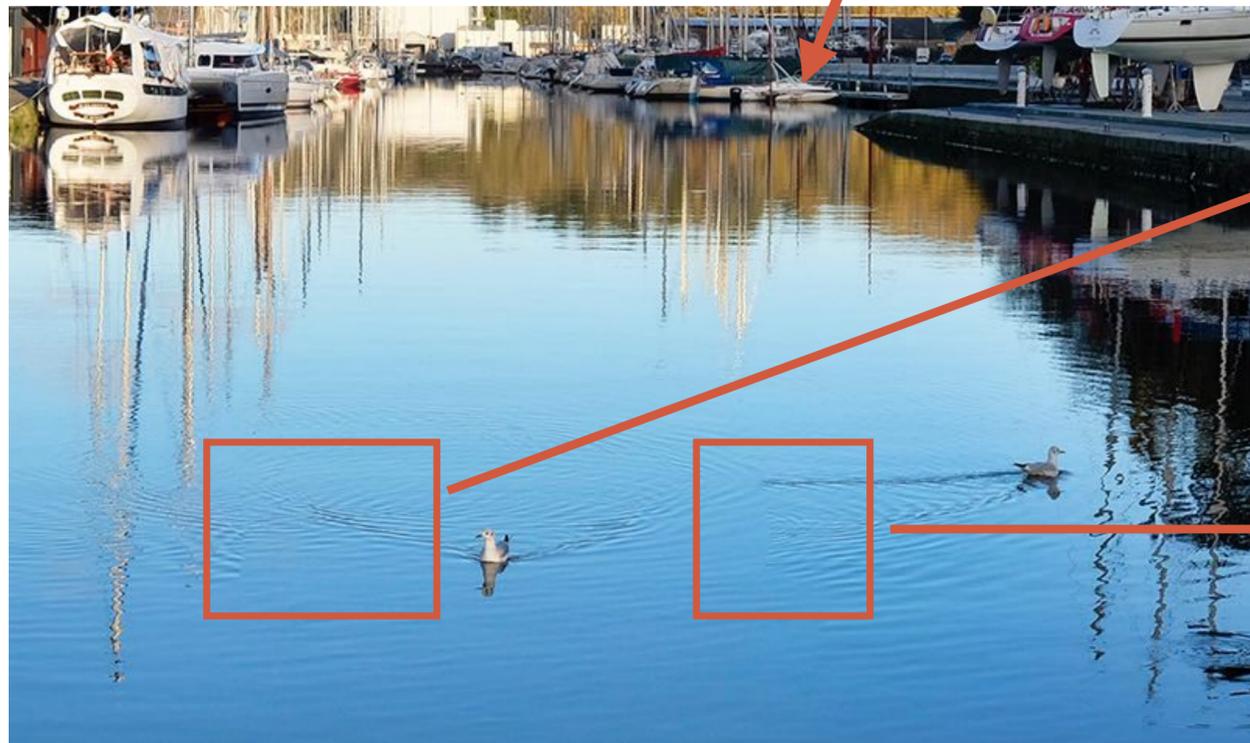
# PRISE DE VUE (PRÉCAUTIONS)

---

- la difficulté essentielle est la possibilité de raccorder de façon invisible
- pas très possible avec un sujet principal en mouvement
- précautions si des éléments de l'images sont mobiles
- difficultés :
  - quand il y a du vent (feuillages, nuages rapides, ...)
  - avec la surface de l'eau, surtout s'il y a des vagues ou des ondulations
  - avec les objets mobiles, tels que mats de bateaux dans les ports
  - avec les voitures, passants : si présents sur une seule image, il y aura la possibilité de les masquer dans les logiciels
  - pour des panorama 360x180, la photo du nadir est plus difficile, il faudra souvent la corriger en prétraitement

# PRISE DE VUE (PRÉCAUTIONS, EXEMPLE)

---



*Impossible de raccorder  
des ondes sur l'eau !*

*J'aurais du attendre le départ  
de la mouette qui a changé de  
direction pendant la prise de vue*



# COMBIEN DE PHOTOS ?

---

- dépend du résultat escompté, c'est à dire de l'angle de champ voulu :
  - $140^\circ$  : proche vision humaine
  - $180^\circ$  : panoramique « complet » d'un paysage
  - $360^\circ$  : le tour complet
  - $360^\circ \times 180^\circ$  : visite virtuelle
- tenir compte du champ couvert par l'objectif, selon que l'on soit en mode portrait ou paysage, et cela avec un recouvrement de 30% (donc 70% du champ théorique)
- attention que les objectifs sont annoncés commercialement avec leur champ diagonal
  - nous voulons connaître les champs horizontal ou vertical

# COMBIEN DE PHOTOS (CHAMP ANGULAIRE AVEC 24X36 FULL-FRAME)

Objectifs 10mm à 600mm			Full Frame (24x36)
Dimensions du capteur			Rapport d'image
largeur	hauteur	diagonale	
36 mm	24 mm	43 mm	1,5
focale	angle		
mm	diagonal	horizontal	vertical
10	130°	122°	100°
12	122°	113°	90°
14	114°	104°	81°
16	107°	97°	74°
21	92°	81°	59°
24	84°	74°	53°
28	75°	65°	46°
35	63°	54°	38°
50	47°	40°	27°
70	34°	29°	19°
85	29°	24°	16°
135	18°	15°	10°
200	12,3°	10,3°	6,9°
300	8,2°	6,9°	4,6°
400	6,2°	5,2°	3,4°
600	4,1°	3,4°	2,3°

# COMBIEN DE PHOTOS (CHAMP ANGULAIRE AVEC APS-C)

Objectifs 10mm à 400 mm				APS-C
dimensions du capteur			Rapport	
largeur	hauteur	diagonale	d'image	
23,60 mm	15,70 mm	28,35 mm	1,50	
<b>focale</b>	<b>angle</b>			<b>Equivalent</b>
<b>mm</b>	diagonal	horizontal	vertical	<b>en 24x36</b>
10,0	110°	99,4	76°	15 mm
12,0	99°	89,0	66°	18 mm
14,0	91°	80,3	59°	21 mm
16,0	83°	72,8	52°	24 mm
18,0	76°	66,5	47°	27 mm
23,0	63°	54,3	38°	35 mm
35,0	44°	37,3	25°	53 mm
50,0	32°	26,6	18°	75 mm
56,0	28°	23,8	16°	84 mm
60,0	27°	22,3	15°	90 mm
70,0	23°	19,1	13°	105 mm
90,0	18°	14,9	10°	135 mm
100,0	16°	13,5	9°	150 mm
200,0	8°	6,8	4°	300 mm
300,0	5°	4,5	3°	450 mm
400,0	4°	3,4	2°	600 mm
Format d'image 3/2		soit rapport 1,5		
Facteur de conversion de focale en équivalent 24x36 = 1,5				
NB Format Canon différent, facteur K = 1,6				

# COMBIEN DE PHOTOS (CHAMP ANGULAIRE AVEC MICRO 4/3)

Objectifs 5mm à 150mm				Micro 4/3
Dimensions du capteur			Rapport	
largeur	hauteur	diagonale	d'image	
17,30 mm	13,00 mm	21,64 mm	1,33	
focale	angle			Equivalent
mm	diagonal	horizontal	vertical	en 24x36
5,0	130°	119,9	105°	10 mm
8,0	107°	94,5	78°	16 mm
10,0	95°	81,7	66°	20 mm
12,0	84°	71,6	57°	24 mm
14,0	75°	63,4	50°	28 mm
17,5	63°	52,6	41°	35 mm
25,0	47°	38,2	29°	50 mm
35,0	34°	27,8	21°	70 mm
42,5	29°	23,0	17°	85 mm
50,0	24°	19,6	15°	100 mm
50,0	24°	19,6	15°	100 mm
100,0	12°	9,9	7°	200 mm
300,0	4°	3,3	2°	600 mm
Format d'image 4/3		soit rapport 1,33		
Facteur de conversion de focale en équivalent 24x36 = 2				

# DÉVELOPPEMENT, PRÉTRAITEMENT

---

- il peut être utile, voire nécessaire de faire un prétraitement des clichés avant assemblage (en particulier si on veut traiter à partir de RAW).

Dans ce cas :

- traiter « a minima » (les retouches seront à faire sur l'image panoramique générée)
- il peut convenir de faire les corrections de distorsions, aberrations chromatiques, vignettage, éventuellement enlever les pétouilles
- corriger la photo du nadir dans le cas d'un panorama 360x180 (souvent incomplète, il faut alors combler le « trou » au milieu)
- sauver en TIFF pour conserver la profondeur de 16 bits à partir de RAW

# ASSEMBLAGE : PROJECTIONS

---

- il faut ramener une portion de sphère à une surface plane, donc effectuer une projection (analogie avec les cartes de géographies, et en particulier les planisphères)
- différents modes de projection
  - le choix est fonction de l'angle de champ résultant, et du résultat (esthétique, réaliste, ...) voulu
  - projection plane (rectilinéaire) : les droites sont droites, mais il y aura un étirement des objets latéraux
  - projections courbes : homothétie correctes, mais horizontales courbes
    - projections cylindrique, sphérique (équirectangulaire), mercator
  - projection polaire (ou stéréographique) : « mini planète »
  - et d'autres, plus exotiques pour nos besoins...

# PROJECTION PLANE (RECTILINÉAIRE)

---

## ➤ Avantages :

- bien si angle de vue faible (inférieur à  $90^\circ$ )
- recommandé pour architecture réaliste, car pas de courbures des droites
- donc bien adaptée aux assemblages « haute résolution » et champ faible

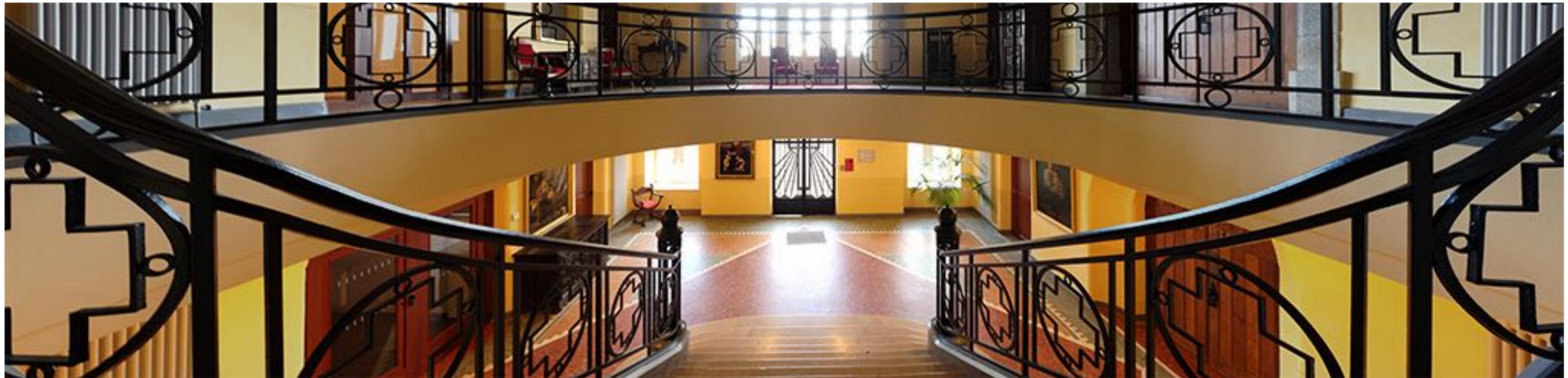
## ➤ Inconvénients :

- impossible au delà de  $180^\circ$
- possible de  $90^\circ$  à  $120^\circ$ , malgré un étirement qui devient sensible
- peu acceptable visuellement au delà de  $120^\circ$

# PROJECTION RECTILINÉAIRE

---

- inadéquate dès que l'angle de champ dépasse (environ 100/120°)
- on retrouve le même défaut qu'avec un objectif grand angle rectilinéaire, en pire...
- sauf choix esthétique.
- voici un exemple avec un champ de 140° :



# PROJECTION CYLINDRIQUE

---

- Avantages :

- utilisable jusqu'à  $360^\circ$  horizontalement

- Inconvénients :

- droites parallèles à l'horizon courbées

- angle vertical absolument limité à  $160^\circ$

- mais étirement inesthétique au delà de  $\pm 45^\circ$  en dessous ou en dessus de la ligne d'horizon (donc  $90^\circ$  de champ vertical)

# PROJECTION SPHÉRIQUE (ÉQUIRECTANGULAIRE)

---

- Avantages :

- convient à tous les assemblages !

- Inconvénients :

- pour l'affichage direct (écran, impression sans visualiseur spécialisé), il faut faire attention à ce que la courbure des parallèles à l'horizon reste en deçà de l'inesthétique

- si l'angle de vue vertical est important, l'étirement près du zénith (haut) et près du nadir (bas) devient « étrange » (ça peut être un choix graphique, ou un inconvénient inacceptable...)

# PROJECTION SPHÉRIQUE MERCATOR

---

- Avantages :

- utilisable jusqu'à  $360^\circ$  horizontal

- étirements vers le haut et le bas atténués par rapport à la projection sphérique

- Inconvénients :

- à peu près les mêmes que pour la projection cylindrique, avec une tolérance verticale un peu supérieure ( $110^\circ$  plutôt que  $90^\circ$ )

- Souvent le meilleur compromis pour une projection courbe

# PROJECTIONS COURBES (140°)

---

*Cylindrique*



*Sphérique  
(équirectangulaire)*



*Mercator*



# ASSEMBLAGE : HUGIN

---

- gratuit, open source
- Windows, MacOS, Unix/Linux
- fonctionnalités assez complètes (modes « simple », « avancé », « expert »)
- une certaine complexité (sauf mode « simple »)
- traitements assez lents par rapport aux produits commerciaux
- très bon choix pour usage occasionnel, et pour apprendre
  
- en conclusion, pas parfait, mais gratuit !!!

# ASSEMBLAGE : HUGIN

---

- débuter en mode « simple »
- régler quelques « préférences » de suite :
  - emplacement des fichiers temporaires
  - le nom des fichiers générés
  - redimensionnement du panorama final (de 70% à 100% au besoin)
  - choix du format du fichier de sortie (TIFF, PNG, JPEG)
- commencer avec un assemblage de 3 à 5 photos, le temps d'apprendre à se servir du logiciel et explorer l'interface et les fonctionnalités
- le plus simple et direct : « charger les images », « aligner », « créer le panorama »
  - trois click, et c'est tout, et ça fonctionne sans doute !

# LIENS UTILES

---

- Incontournable : <https://www.guide-photo-panoramique.com/>
- Kolor, des docs générales bien faites : <http://www.kolor.com/fr/>
  - en particulier sur les projections :
    - [http://www.kolor.com/wiki-fr/Comprendre\\_les\\_types\\_de\\_projection](http://www.kolor.com/wiki-fr/Comprendre_les_types_de_projection)
- Hugin : <http://hugin.sourceforge.net>
- Tutos Hugin en français (Youtube) :
  - <https://www.youtube.com/playlist?list=PLZOdZMT41b7VTcfKwKCdmZULSPj8lhjaN>
- Panotools (en anglais) : [https://wiki.panotools.org/Main\\_Page](https://wiki.panotools.org/Main_Page)
- PanoramaStudio : <https://www.tshsoft.com/fr/?q=fr/index>
- Comparaison des logiciels de panorama (en anglais) :
  - [https://en.wikipedia.org/wiki/Comparison\\_of\\_photo\\_stitching\\_software](https://en.wikipedia.org/wiki/Comparison_of_photo_stitching_software)

# QUELQUES EXEMPLES :

---



*Projection cylindrique, champ =  $150^{\circ} \times 50^{\circ}$*

# QUELQUES EXEMPLES :

---



*Projection équirectangulaire  
champ =  $190^\circ \times 145^\circ$*

# QUELQUES EXEMPLES :

---



*La même en Noir & Blanc :*

*Le N&B accroît le graphisme  
et rend l'aspect moins «irréel»*

# QUELQUES EXEMPLES :

---



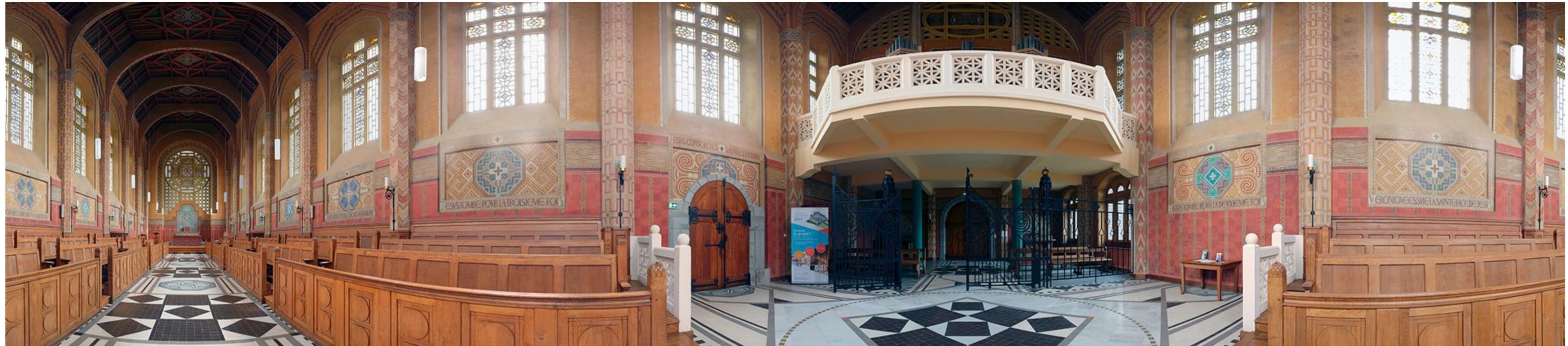
*Projection équirectangulaire*

*Champ = 220° x 165°*



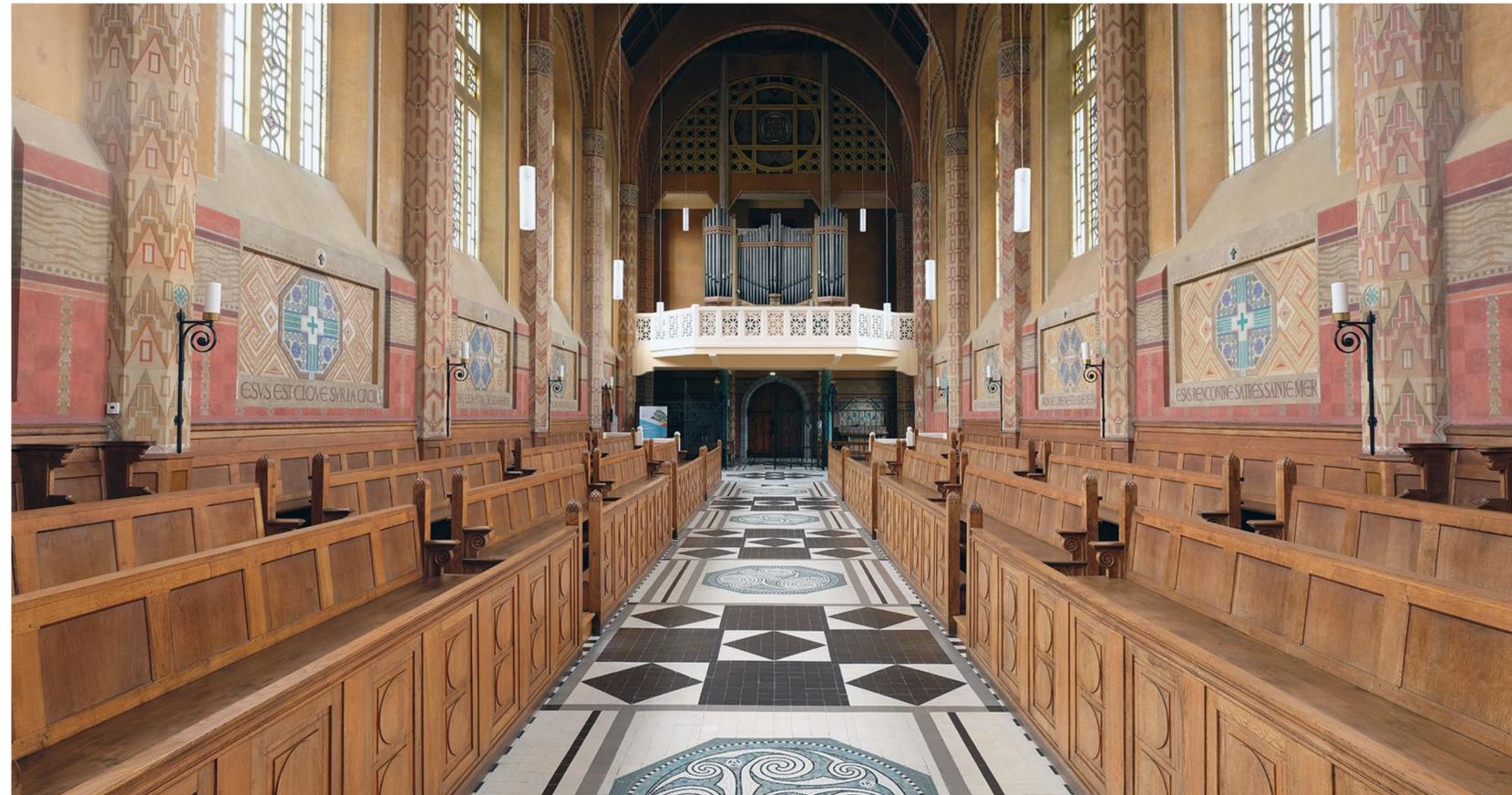
# QUELQUES EXEMPLES :

---



*Projection équirectangulaire, champ = 360° x 110°*

# QUELQUES EXEMPLES :



*Projection rectilinéaire, champ = 90° x 70°  
Résolution = 9450 x 4950 pixels (46M pixels)*



*Projection Mercator, champ = 90° x 60°  
Résolution = 6700 x 4500 pixels (30M pixels)*

Ici, l'intérêt n'est pas un champ large, mais une image de plus haute résolution comme provenant d'un boîtier de 40M pixels avec un objectif (équivalent) 20mm (alors qu'elle est prise avec un APS-C de 16M Pixels et objectif fixe 23mm, équivalent 35mm)

# QUELQUES EXEMPLES :

---



*Interprétation Noir & Blanc et graphisme*

# HUGIN : DÉMONSTRATION PRATIQUE

---



<http://hugin.sourceforge.net/>

# PANORAMASTUDIO : DÉMONSTRATION PRATIQUE

---



<http://www.tshsoft.com/fr/index.html>

**Questions ?**