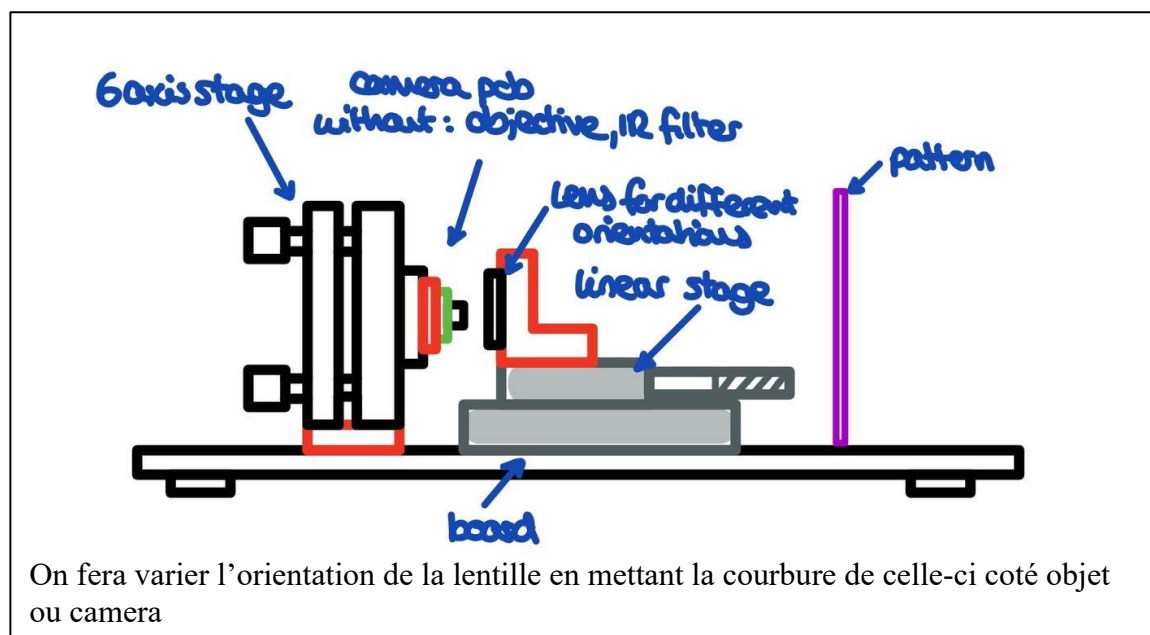


Advance report – Aberrations

Please upload this advance report on Moodle before the beginning of the TP; this form can be filled by hand or with the computer, in French or in English.

1. Schematics

Draw simple schematics of the (different) experiment(s) you will perform in this TP, indicate the source(s) and optical element(s):



2. Goal of the experiment(s)

Describe the objective(s) of the experiment(s) you will perform today:

Dans ce TP nous allons regarder l'impact de l'aberrations en optique.

Expérience 1: Nous allons étudier deux situations, la première : la lentille monté avec la surface incurvé vers l'objectif et la deuxième : monté avec la surface incurvé vers le detecteur (Landscape orientation). Puis on comparera avec différentes focus le résultat sur l'image (GRID).

Experience 2: On pourra mesurer directement la courbure de champs en centrant l'image sur différentes zones. Pour faire cela on remplace notre GRID par une image avec des cercles. On va calculer le rayon de courbure et le comparer à la courbure de champs de Petzval $R_p = f \cdot n$

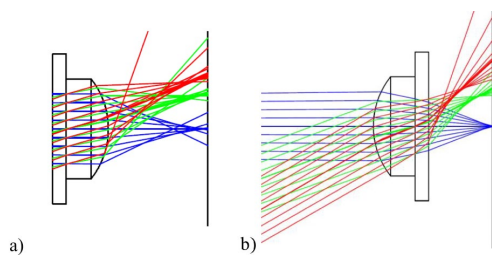
Experience 3: On veut corriger la distorsion de notre image en utilisant une transformation à 2 dimension. Pour ça on va utiliser le GRID pattern et le mettre proche de la caméra. Nous devons identifier le centre de la distorsion pour avoir des bonnes corrections.

3. Theoretical background

Explain briefly the theoretical background for this TP, indicate the main formulas.

Les aberrations peuvent être classées en deux familles. La première, les aberrations chromatiques prennent leur origine dans la dépendance de l'indice de réfraction d'un matériau avec la longueur d'onde. Dans ce TP nous nous intéresserons à l'aberration chromatique transverse en regardant la variation de taille d'une image grand angle en fonction de la longueur d'onde (couleur). La seconde, géométrique, vient des défauts de géométrie des éléments optiques. Les aberrations géométriques se classent en plusieurs sous-catégories selon la nature du défaut créé mais nous nous concentrerons sur deux d'entre elles : La courbure de champ et la distorsion.

Pour la courbure de champ, le problème se pose surtout au niveau du détecteur car celui-ci est généralement plat alors que la distorsion ne sera collimatée que sur une calotte sphérique. De plus, selon l'orientation de la lentille, le défaut se comporte différemment et ajoute un défaut de focalisation des faisceaux. (Image a pour une lentille dont la courbure est cotée détecteur (« orientation paysage »), image b pour une lentille dont la courbure est cotée objet)



La formule pour calculer la courbure de Petzval est $R_p = f^* n$ avec f la distance focale et n l'indice de réfraction de la lentille. En pratique on mesure le diamètre d'un cercle qui passe par deux points pour comparer la différence entre les différents setups.

Pour la distorsion, on mesure la façon dont les points sont rapprochés/éloignés en fonction de leur position relative à l'axe optique de la lentille.

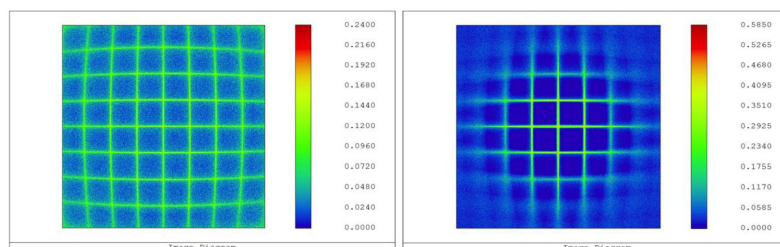


Figure 5. Simulation of an image of a test pattern to visualize the effects of field curvature and distortion. The orientation of the lenses is the same as in the figures above.

Ce défaut peut être corrigé géométriquement en passant par les coordonnées polaires et en utilisant la formule $s = r + ar^3$ avec r la distance à l'axe optique et a un facteur de correction. Une fois la correction effectuée on revient en coordonnées cartésiennes. Cet effet est particulièrement prononcé dans les lentilles grand angle (style fisheye).