

# Votre projet : caméra hybride pour l'augmentation de la profondeur de champ

## Caméra infrarouge à profondeur de champ augmentée

*Aujourd'hui, la plupart des caméras comprennent des traitements numériques de l'image... à prendre en compte dès la phase de conception et d'optimisation !*

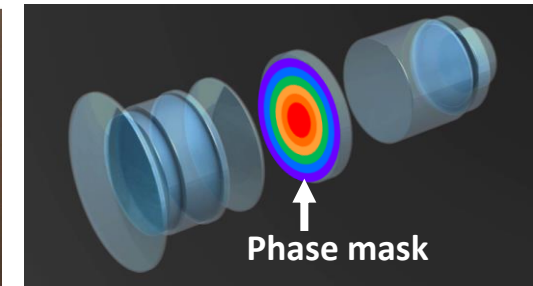
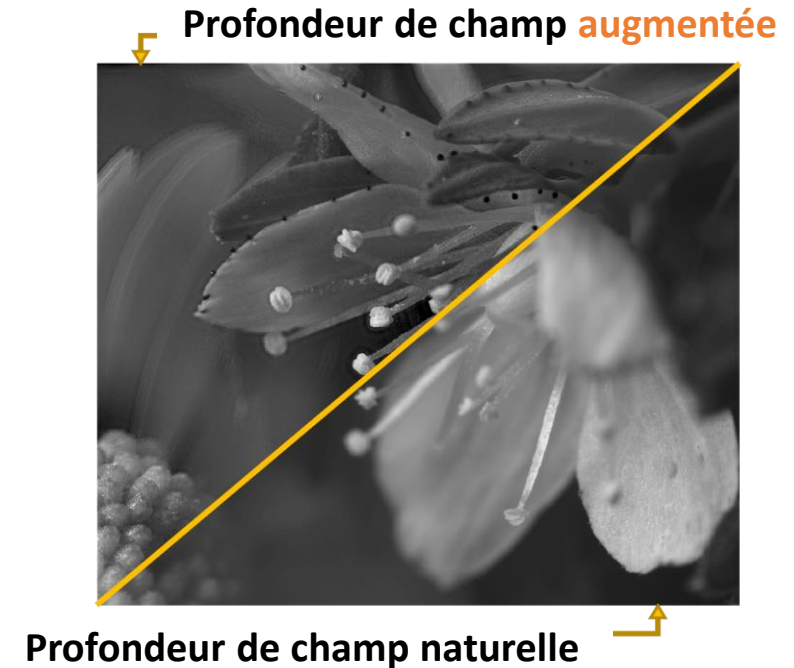
- Concevoir une caméra infrarouge à profondeur de champ augmentée incluant un **masque de phase**
- Optimiser conjointement le masque de phase et un **traitement de déconvolution** de l'image

**Pour plus d'informations** : page eCampus MOSAIC

Marie-Anne Burcklen - [marie-anne.burcklen@institutoptique.fr](mailto:marie-anne.burcklen@institutoptique.fr)

Alice Fontbonne - [alice.fontbonne@onera.fr](mailto:alice.fontbonne@onera.fr)

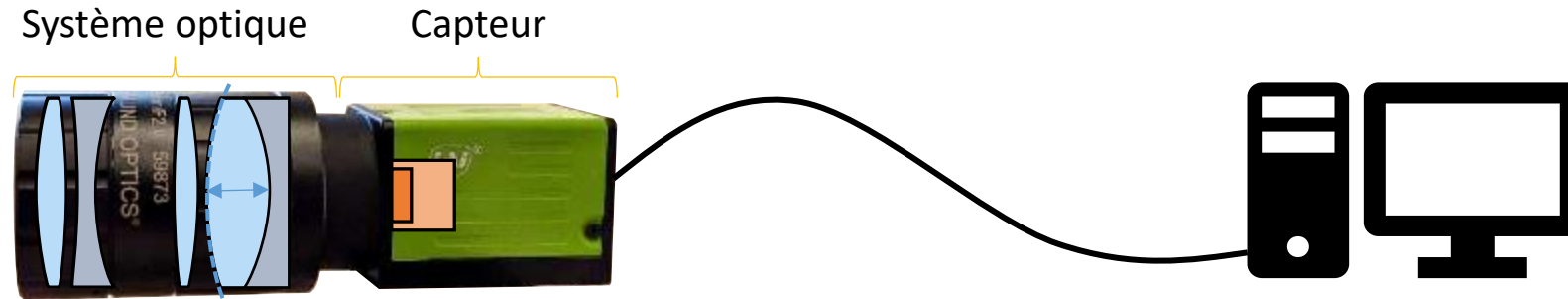
**Outils numériques** : Zemax OpticStudio, SolidWorks, Matlab ou Python.



# Qu'est-ce que la co-conception ?

La conception conjointe optique / traitement, c'est :

- La conception d'un système d'imagerie
- L'application d'un traitement numérique



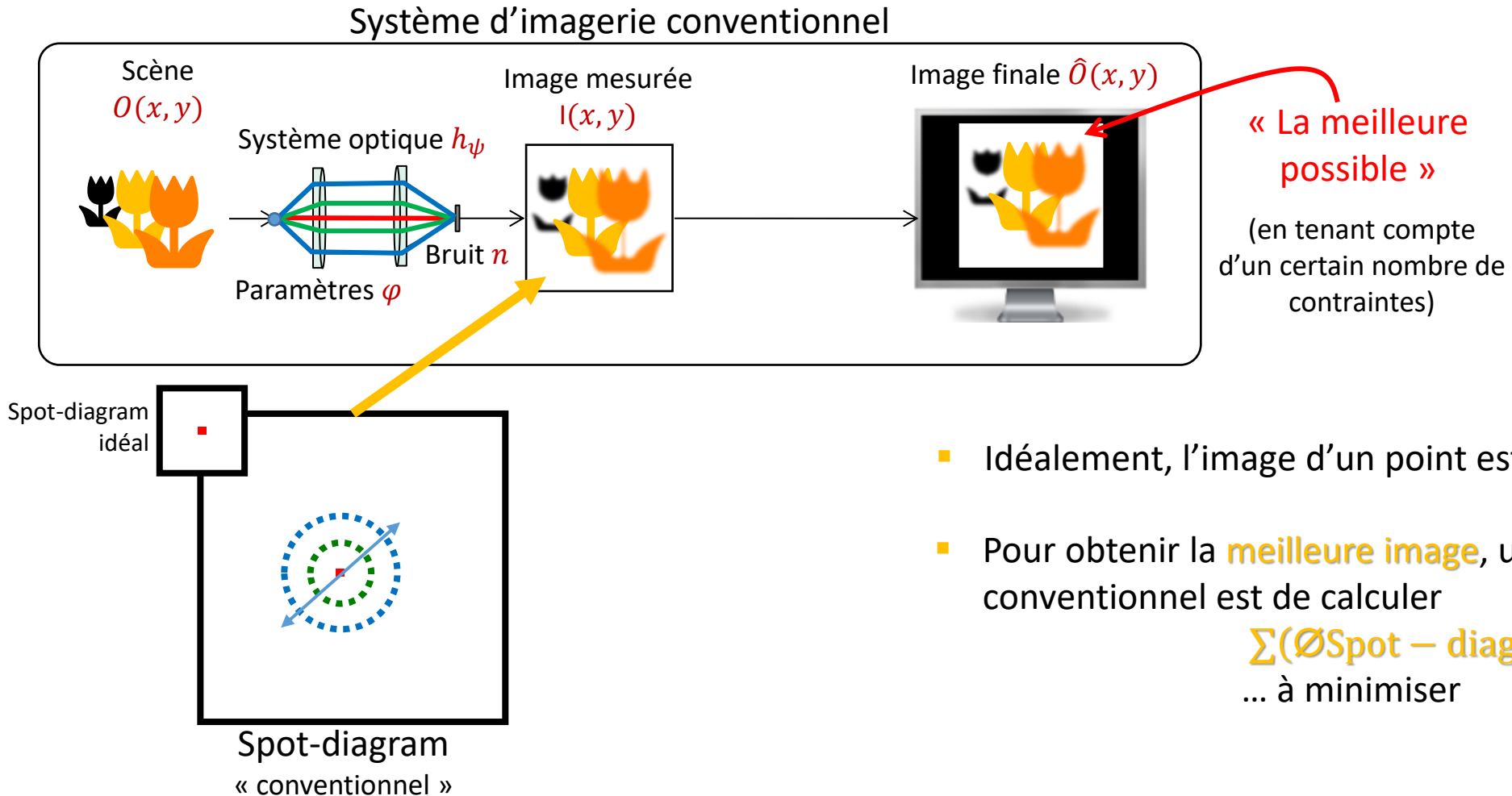
- Nombre de lentilles
- Rayons de courbures, conicité, forme...
- Epaisseurs, écarts entre-verres
- Matériaux
- Taille du capteur
- Taille du pixel

- Type du traitement
- Paramètres du traitement

Concevoir et optimiser les deux  
en même temps

# Imagerie conventionnelle

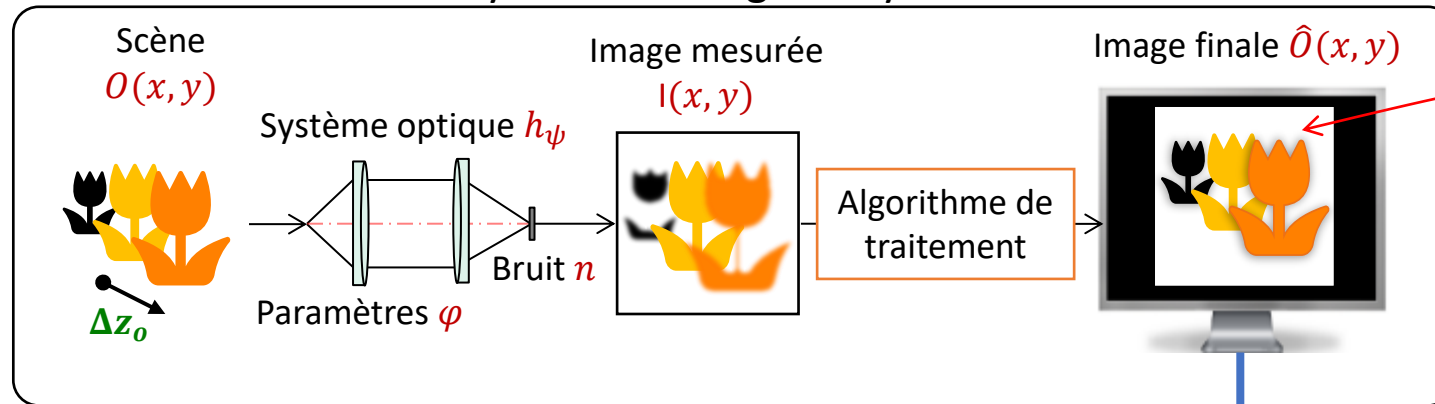
L'objectif de conception d'un système conventionnel, c'est :



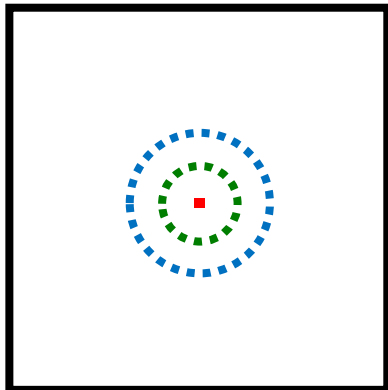
# Système hybride optique/traitement

L'objectif pour un système hybride, c'est :

Système d'imagerie hybride



Minimiser  $\sum(\text{ØSpot} - \text{diagram})^2$



Qualité visuelle

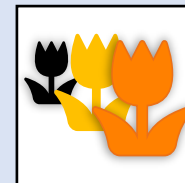
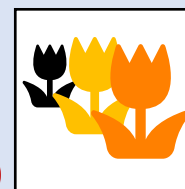


Image finale  $\hat{O}(x, y)$



Scène  $O(x, y)$

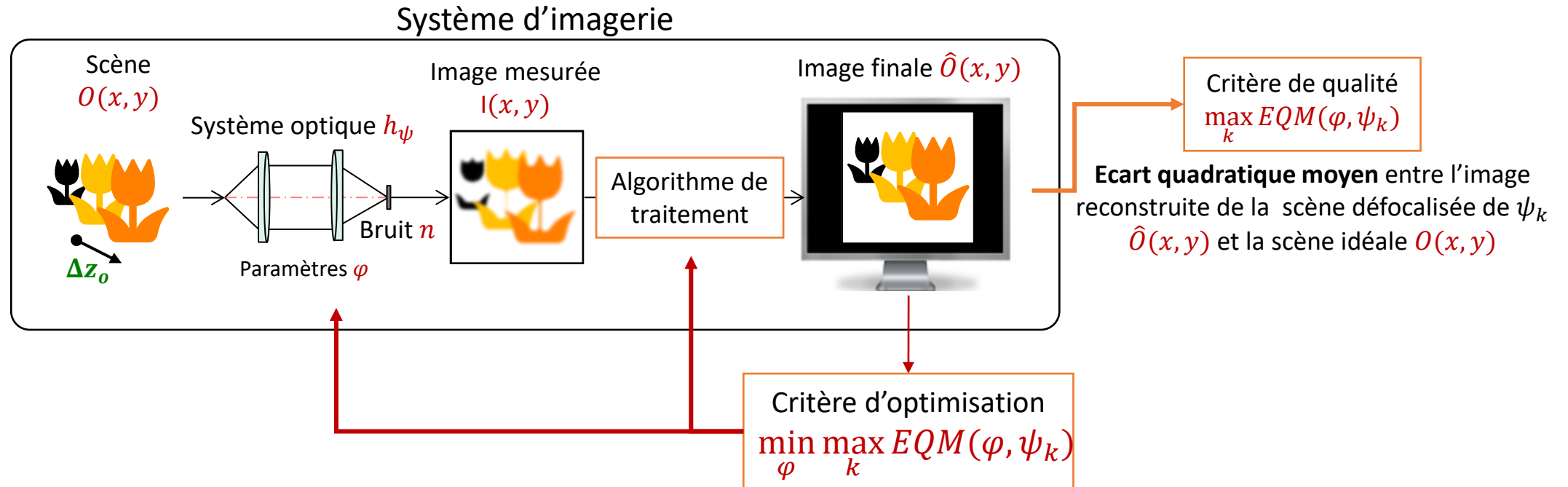
Critère quantitatif

Critère de qualité  
 $EQM(\varphi, \psi)$

Ecart quadratique moyen entre  
l'image reconstruite  $\hat{O}(x, y)$  et la  
scène idéale  $O(x, y)$

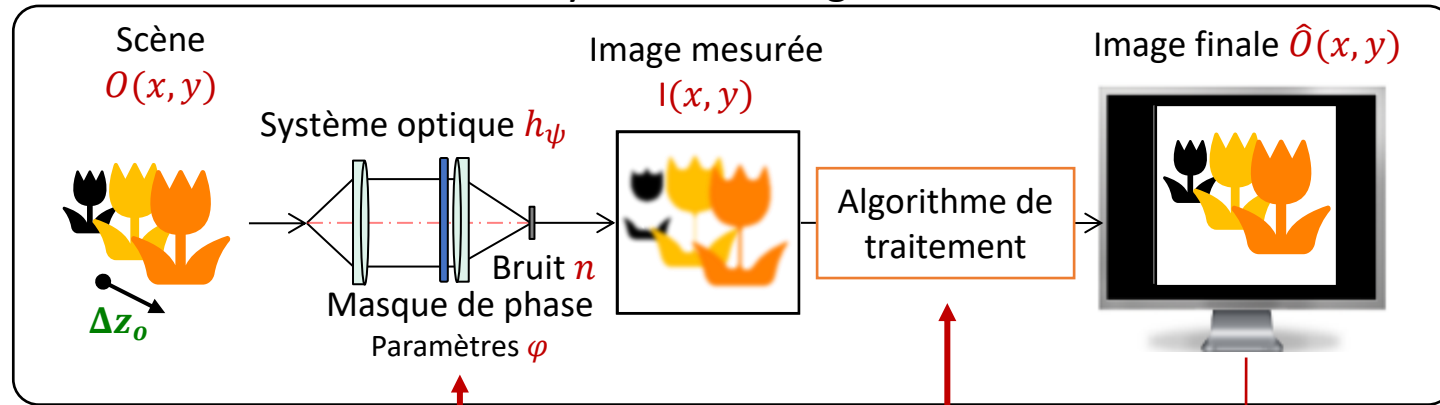
... à minimiser

# Boucle de co-conception



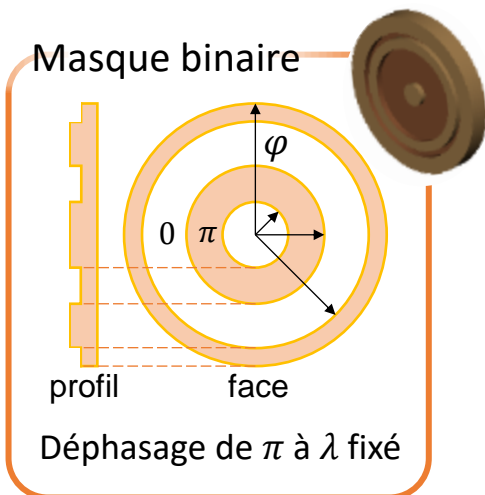
# Utilisation d'un masque de phase

## Système d'imagerie



Le filtre de Wiener est le  
filtre linéaire optimal pour  
le critère EQM

### Masque binaire



Critère d'optimisation  
 $\min_{\varphi} \max_k EQM(\varphi, \psi_k)$

Co-optimiser le système optique avec le traitement ?

... ou une partie du système optique avec le traitement

*Exemple pratique* : utiliser un masque de phase binaire et **un filtre de Wiener** moyen

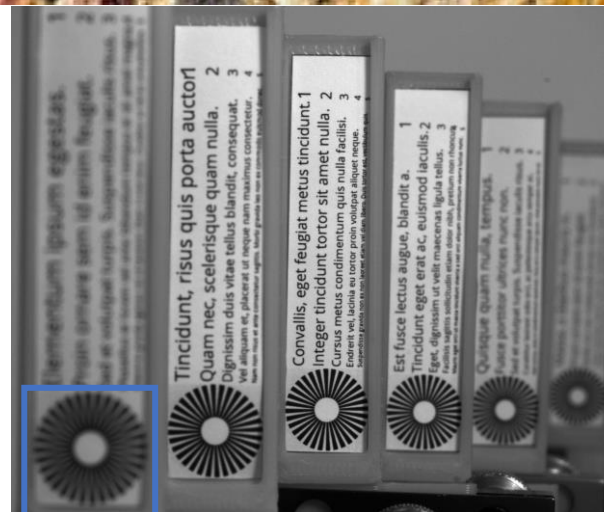
# Exemple de réalisation

Masque de phase  
au centre de sa  
monture (nouveau  
diaphragme)

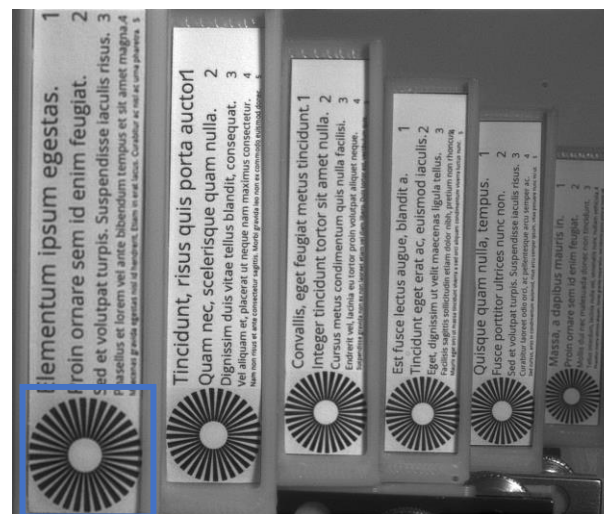


Objets placés à  
différentes distances

Focalisation

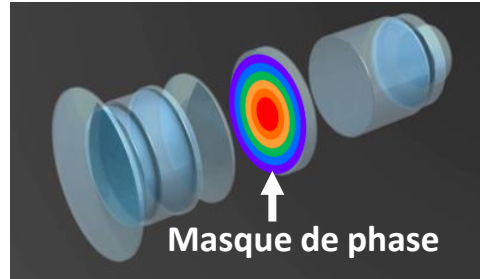


Sans masque de phase



Masque de phase + déconvolution

# Sujet : caméra infrarouge



## Cahier des charges

### Systeme optique nominal :

Focale : 14 mm

Bande spectrale : LWIR, non refroidi

Taille pixel : 12  $\mu\text{m}$

Objectif : voir des objets à grande distance et proches

Ouverture : la plus grande possible

(-> donner les limites obtenues sur le bruit)

L'optique ET le traitement doivent être tolérancés.



## Espace de travail partagé

Vous pouvez écrire ici vos réflexions générales sur le sujet.

Planning prévisionnel

Journal de bord du groupe

Bibliographie

Vous disposez d'un lien owncloud pour partager vos codes et autres documents

# Nous contacter

- Le·a chef·fe de projet doit être présent·e dans une des salles dédiées au projet MOSAIC et au courant à tout instant des avancées et activités des autres membres du groupe
- Nous passons au minimum 2 fois par jour en présentiel
- Nous sommes disponibles par mail :
  - Marie-Anne Burcklen - [marie-anne.burcklen@institutoptique.fr](mailto:marie-anne.burcklen@institutoptique.fr)
  - Alice Fontbonne - [alice.fontbonne@onera.fr](mailto:alice.fontbonne@onera.fr)

# Retour sur vos cours de 1A et 2A

Vous ne partez pas de rien :

- Optique instrumentale : <https://ecampus.paris-saclay.fr/course/view.php?id=20780>
- Mathématiques et signal
- Traitement du signal (document de cours de TP)
- Calcul scientifique : <https://ecampus.paris-saclay.fr/course/view.php?id=21402#section-3>

Il faudra aussi faire une recherche bibliographique :

- Utiliser Focus ou Google Scholar : <https://www.universite-paris-saclay.fr/vie-de-campus/bibliotheques/guide-dutilisation-de-focus>
- Qui a été cité par le papier qui vous a intéressé ? Qui a cité le papier qui vous a intéressé ? Quels mots-clés ressortent ?

# Quelques astuces pour la modélisation

[https://www.researchgate.net/figure/Relationship-among-the-complex-pupil-function-the-PSF-and-the-OTF-Frequently-used\\_fig5\\_47718414](https://www.researchgate.net/figure/Relationship-among-the-complex-pupil-function-the-PSF-and-the-OTF-Frequently-used_fig5_47718414)

