BRALET Antoine 5ETI majeure IMI

DURET Guillaume

Compte Rendu du TP de Calibrage

Année 2020-2021

# Introduction

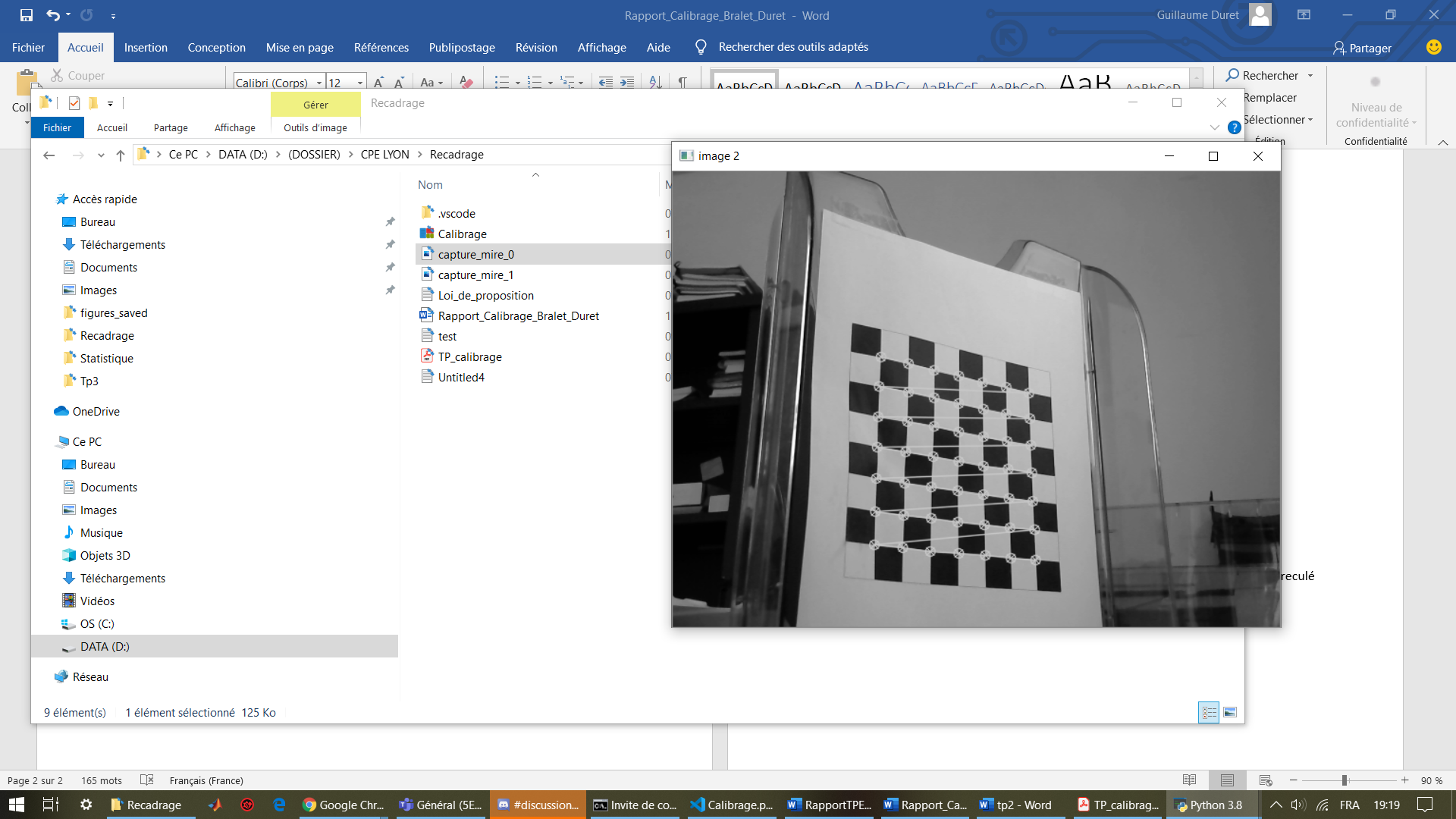
L’objectif de la méthode est de réaliser le calibrage de la caméra « Logitech HD Webcam C270 ». Ce calibrage s’effectuera à l’aide de photos contenant un damier où les différentes intersections des cases représenteront des points de référence dans le repère de l’image. Les points de référence seront associés à des points connus dans le repère objet (propre au damier) et à l’aide de ces données nous allons déterminer les paramètres extrinsèques nécessaires au changement de repère Objet/Camera et les paramètres intrinsèques liés à la caméra qui permettront les changements de repère Camera/Image/Pixel. La méthode utilisée pour résoudre ce problème sera la méthode de Tsai.

# Données du problème

Le calibrage se fait donc à l’aide de deux photos possédant un damier. Les points d’intersection sont les points de référence dans le repère Image.



De plus la deuxième photo a été prise avec la même position de caméra mais à une distance de 120 mm de la première. Cette seconde image va nous permettre de déterminer les paramètres de profondeur que l’on ne pourrait avoir avec une seule image.



À chaque point détecté dans les images, on associe des points dans le repère objet choisi.

En effet un posant le repère Objet centré au coin détecté en haut à gauche de la première image, avec en direction de la droite et en direction du bas et ainsi en direction de la profondeur.

Dans ce repère aligné au damier de l’image 1 nous considérons que tous les points ont une profondeur de 0, pour l’image 2 les points sont identiques mais avec une profondeur de 120mm.

De plus la focale de la caméra est connu à l’aide de la documentation technique de la camera et est égale à 4mm.

Le calibrage est déterminé par la méthode de Tsai qui permet de décomposer le problème général ci-dessous en la résolution de plusieurs systèmes linéaires.

Le problème général peut être décrit de façon matricielle sous la forme :

Nous chercherons donc ici à identifier chacun des paramètres présents dans ces matrices en ne connaissant que les coordonnées pixels et objet de chacun des points d’intersections du damier. À l’aide du damier utilisé ici, nous avons 49 points d’intersection, soit 49\*2 équations solvables afin de trouver les paramètres, respectivement à l’ordre des matrices, intrinsèques et extrinsèques de notre situation (caméra utilisée, position et inclinaison du damier, taille de l’image,…).

# Méthode de Tsai

La troisième composante dite uniforme permet d’obtenir :

Ainsi la première et la seconde composante peuvent s’écrire en posant et

(1)

(2)

En inversant la deuxième équation et en multipliant les deux équations on obtient :

(5)

Cette équation se réécrit

Avec et

En ayant points et connaissant leur coordonnées image () et leurs coordonnées objet () on obtient le 1er système de la méthode de Tsai:

Avec et

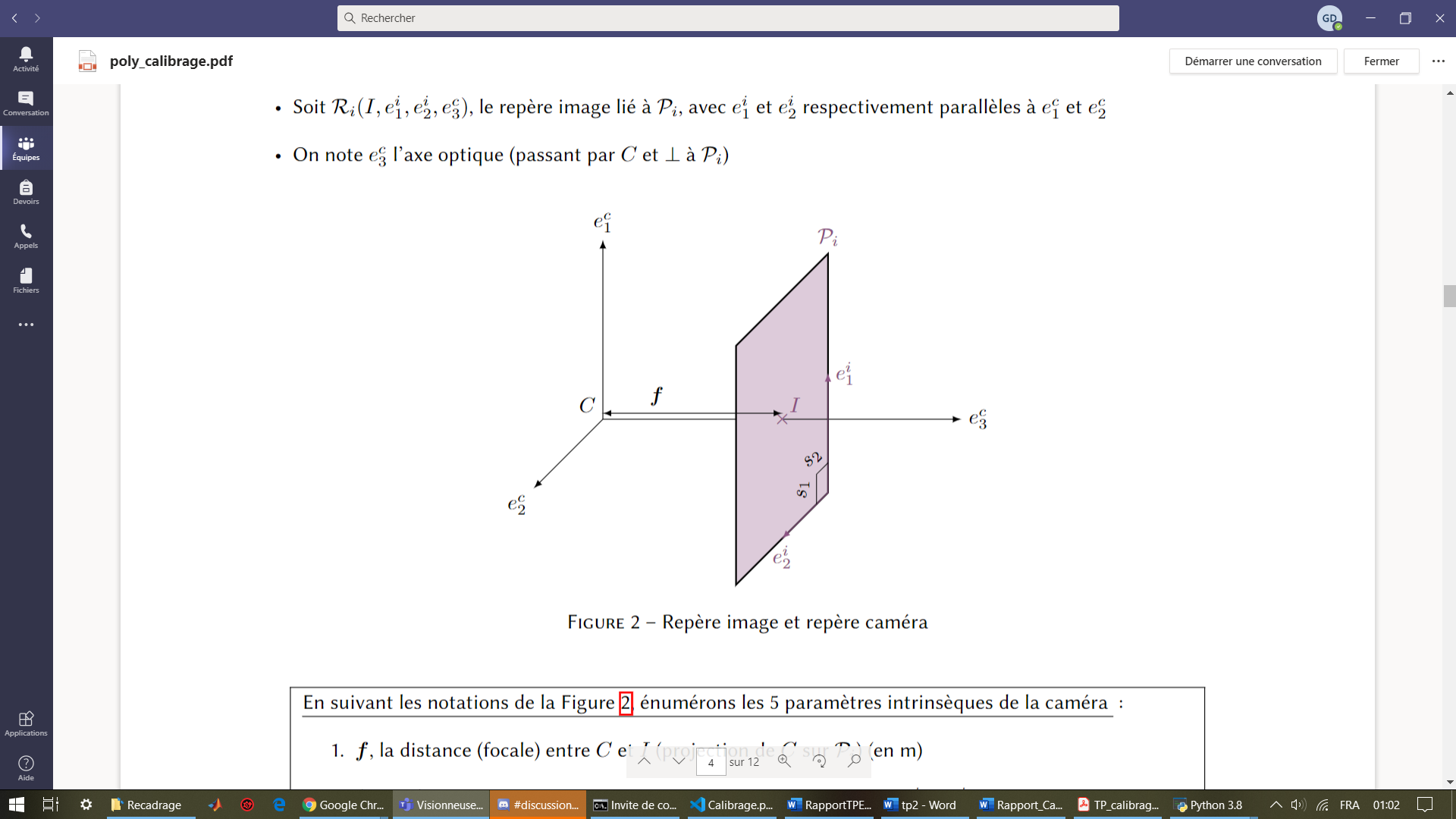
On résout le système au sens des moindres carrés à l’aide de la pseudo inverse de . Ce qui nous permet d’obtenir le vecteur L.

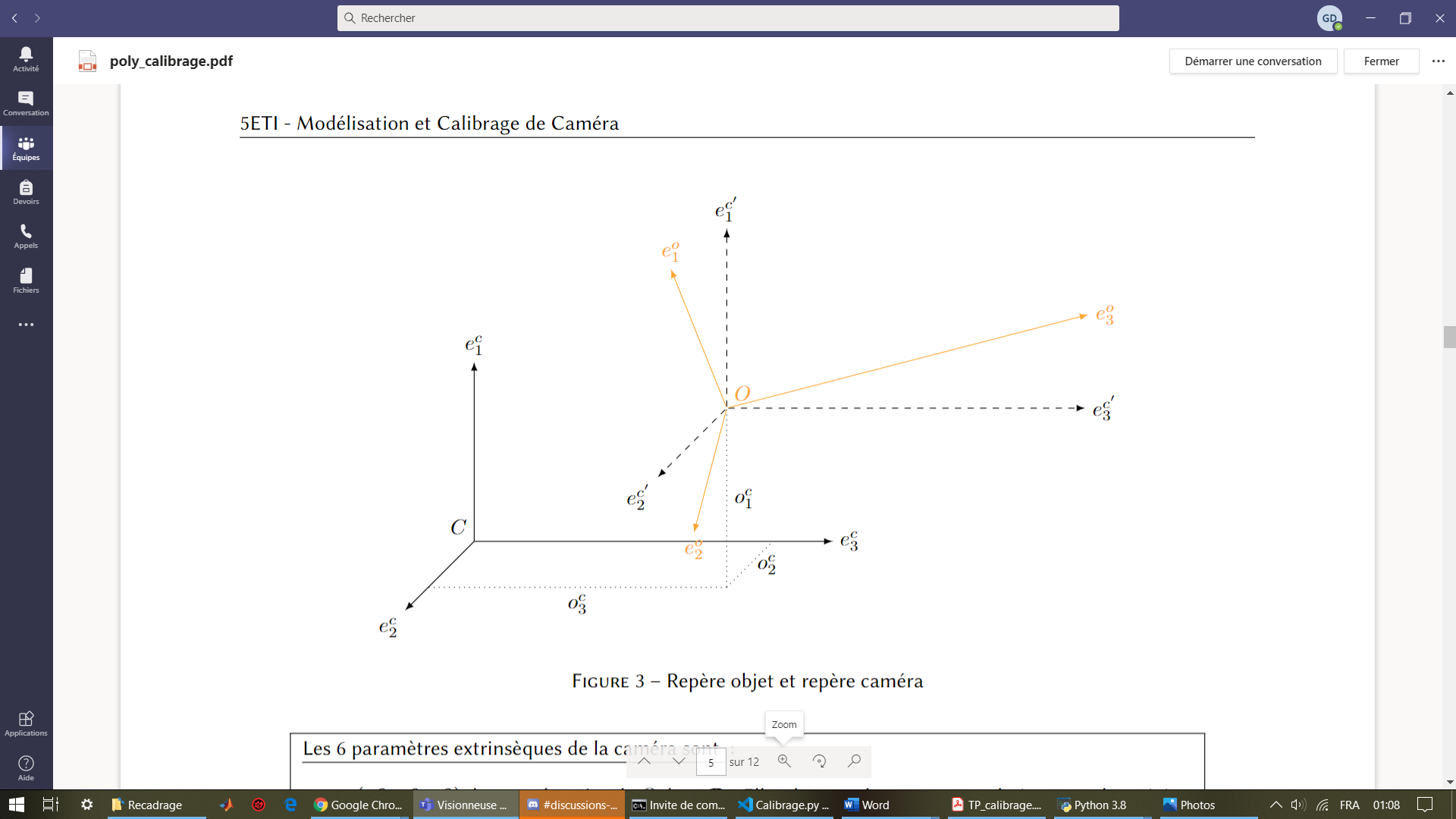
Le vecteur L permet ensuite d’obtenir analytiquement .

De plus l’obtention du signe de se fait logiquement par rapport à la position du centre O dans le repère C, dans notre cas est négatif. Attention, ce signe est particulièrement dépendant du repère choisi lors de la modélisation du repère image te du repère objet.

Enfin sont obtenu par produit vectoriel de car la matrice déterminant la rotation est orthogonale.

Nous obtenons alors les angles de rotation entre le repère objet et le repère caméra.





En obtenant les angles [-21.56659689 -0.0501685 -9.42834536] qui sont des rotations autour des axes camera, on vérifie bien que les valeurs et l’orientation de ces angles est cohérente avec les images.

De plus le rapport de largeur et hauteur des pixels du capteur est de 0.83

Afin d’obtenir les paramètres manquants au problème de calibrage qui sont et on utilise l’équation 2 :

(4)

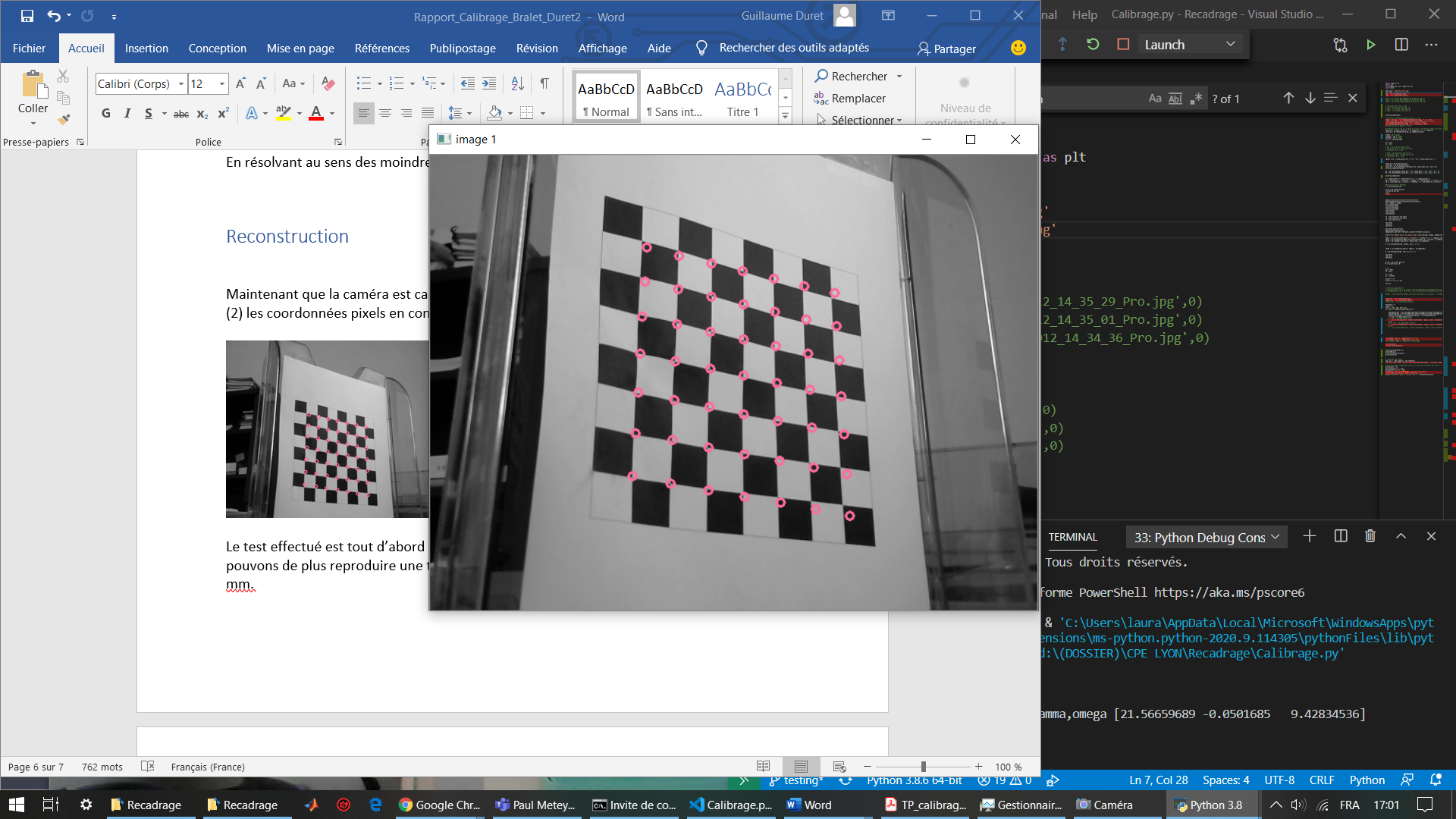
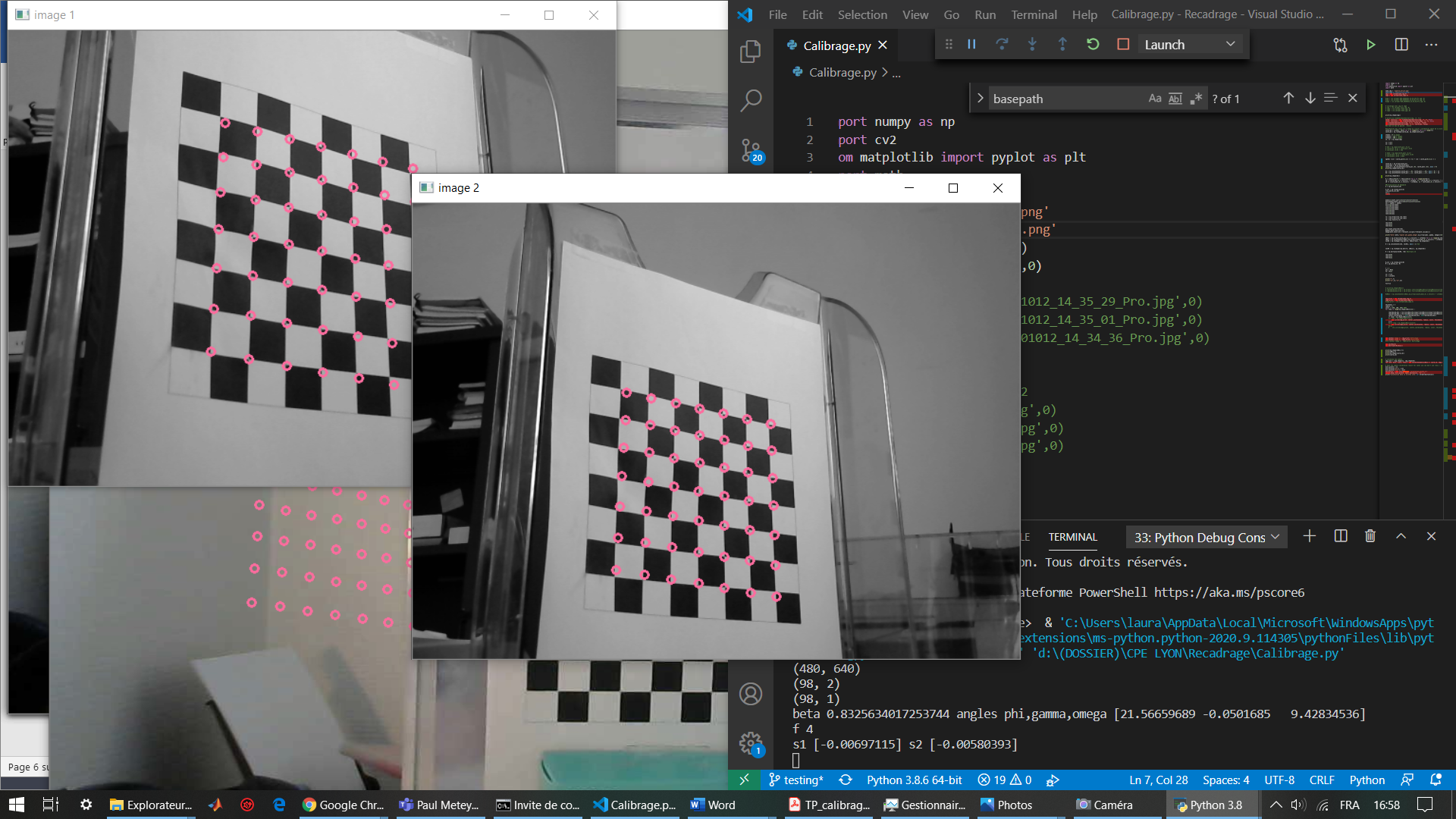
Qui comme précédemment peut s’écrire sous forme matricielle :

Tel que

En résolvant au sens des moindres carrés comme précédemment nous obtenons . On obtient ainsi les paramètres intrinsèques à la camera s1 et s2 égales à [0.00697115] et [0.00580393].

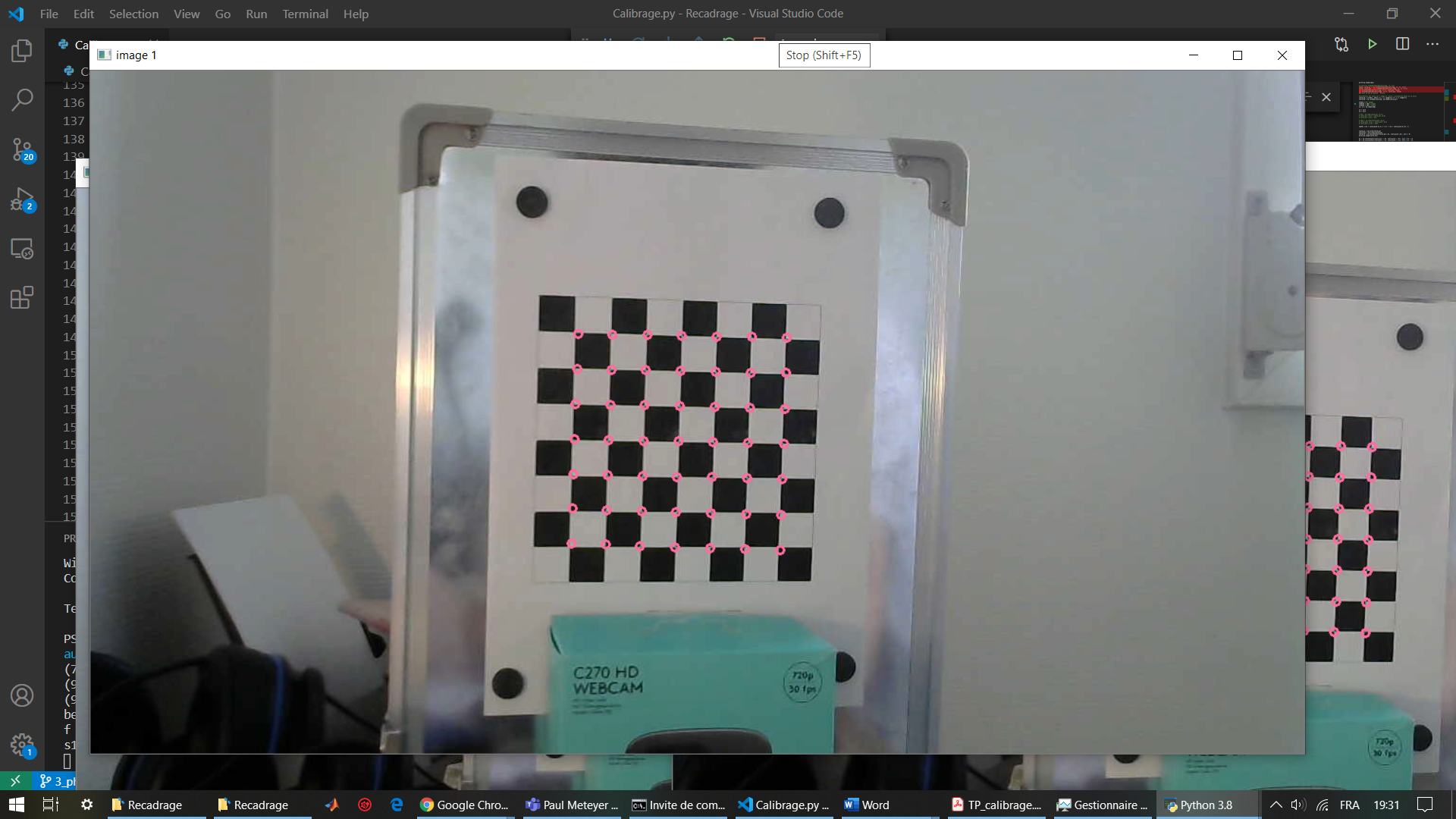
# Reconstruction

Maintenant que la caméra est calibrée on est capable de retrouver avec les formules (1) et (2) les coordonnées pixels en connaissant les points dans le repère objet (propre au damier).



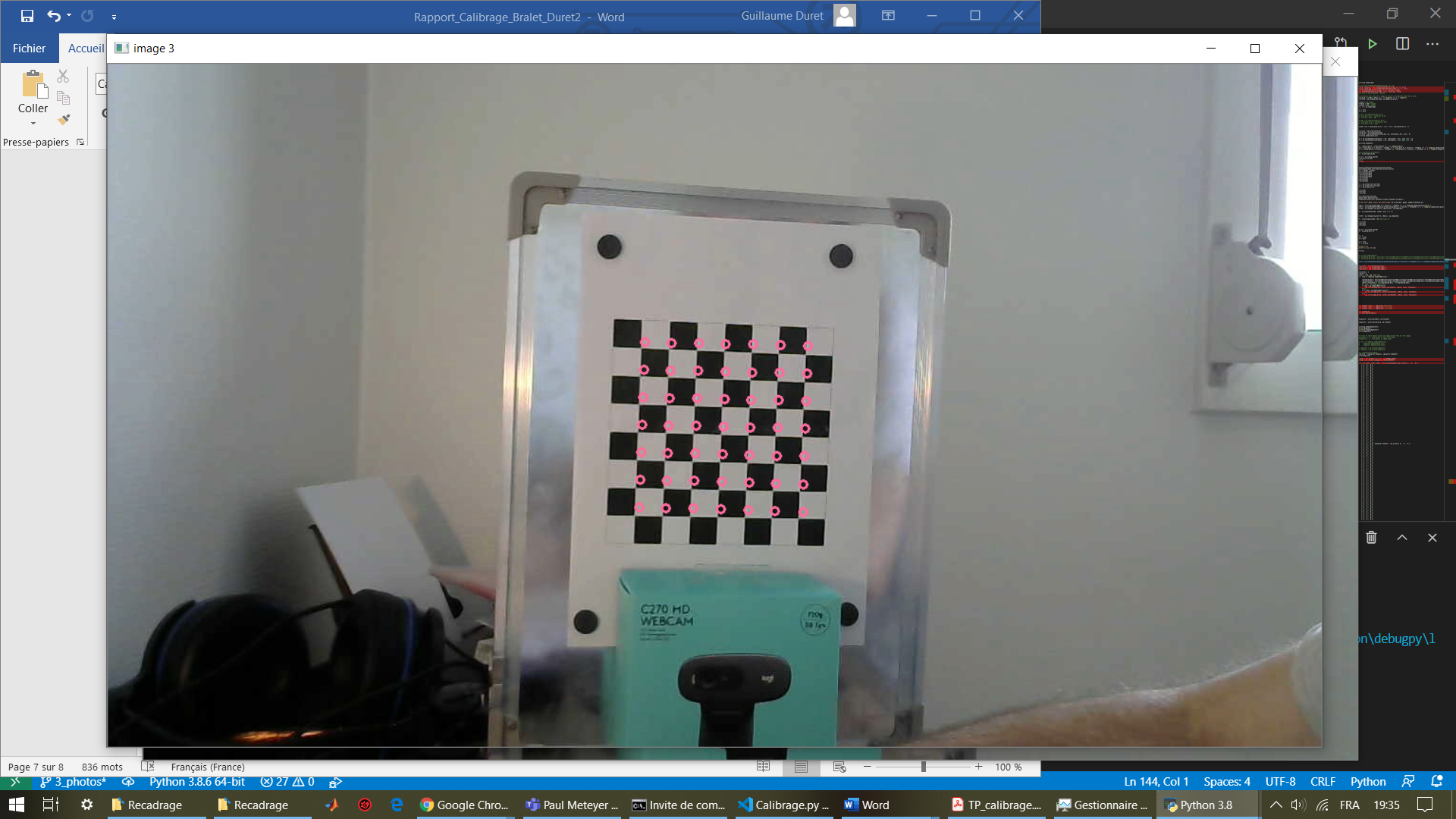
La reconstruction des points pixels fonctionne mais n’est pas parfaite, l’erreur peut être dû aux erreurs liées aux résolutions au sens des moindres carrés, à l’approximation des mesure (distance entre les 2 échiquiers) ou encore à la déformation optique qui n’est pas prie en compte dans notre calcul.

Le test effectué ensuite est tout d’abord de calibrer avec deux photos (damier à 0 et 100mm en profondeur) et de reproduire une troisième photo dans laquelle la position de l’échiquier est reculé de 200 mm.





La reconstruction des points est quasiment parfaite pour les deux images qui ont servi au calibrage.



Pour la reconstruction des points avec une profondeur de 200mm, il y a plus d’erreur mais la reconstruction est très proche de la solution. L’erreur peut être due comme précédemment à des erreurs de mesure ou encore une légère erreur dans les solutions au sens des moindres carrés.

De plus nous trouvons s1 = [0.003033] et s2 [0.00301686]. La différence avec les s1 et s2 s’explique car les dernières photos ont été prises avec une résolution de 1270x720 au lieu de 640x480. On peut en effet vérifier que pour plusieurs calibrages avec une résolution de 1270x720 les valeurs de s1 et s2 ne change pas.

TODO cv2.calibrate….

# Conclusion

Le problème de calibrage est un problème compliqué qui peut nécessiter beaucoup de données pour le paramétrer, en utilisant la méthode de Tsai, il est possible de décomposer le problème pour réduire le nombre d’inconnues à retrouver.

Une fois le calibrage réalisé il est possible de déterminer où va se projeter un objet 3D dans l’image 2D. Cette information a plusieurs applications concrètes comme dans le domaine médical ou encore dans la réalité augmentée.