

Gautier Kasperek
Alice Sparrow

TP 1 - TI : Sources lumineuses

L'objectif de ce TP est d'analyser et de comprendre l'éclairement d'un objet par une source. Dans un premier temps, on s'intéresse à l'éclairement d'une source ponctuelle isotrope et par la suite on abordera l'éclairement d'une source ponctuelle lambertienne.

Pour rappel :

- La source ponctuelle est isotrope
- La source est situé à 50 cm à la verticale du plan
- La source émet un flux énergétique total de 100 watts
- La surface éclairée est un carré d'un mètre de côté

Éclairement d'une source ponctuelle isotrope

Dans cette première partie, on souhaite mettre en évidence l'éclairement reçu par une surface éclairée par une source ponctuelle isotrope. Une source lumineuse isotrope est une source de lumière dont l'intensité lumineuse est la même dans toutes les directions. Pour mesurer l'éclairement d'une telle source, nous allons calculer la distance d entre les points de la surface de coordonnées (x,y) et la source lumineuse de coordonnées (x_s,y_s) d'après la formule suivante :

$$d = \sqrt{(x - x_s)^2 + (y - y_s)^2}$$

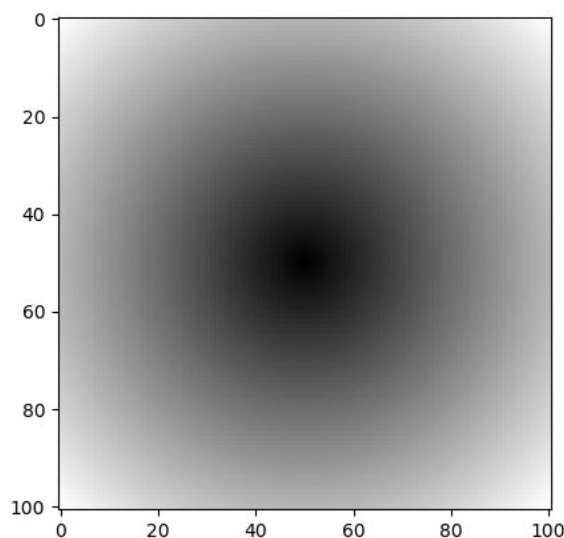


Figure 1 - Visualisation de la fonction distance sous forme d'image en niveaux de gris

La figure 1 représente la distance entre la source lumineuse et la surface éclairée sous forme d'image en niveaux de gris. On y voit la distance d en fonction des points de la surface éclairée ayant pour coordonnées x et y représenté respectivement en abscisse et en ordonnée. Plus la couleur est foncée moins la distance est importante. La distance est plus importante dans les coins puisque le niveau de gris s'approche du blanc.

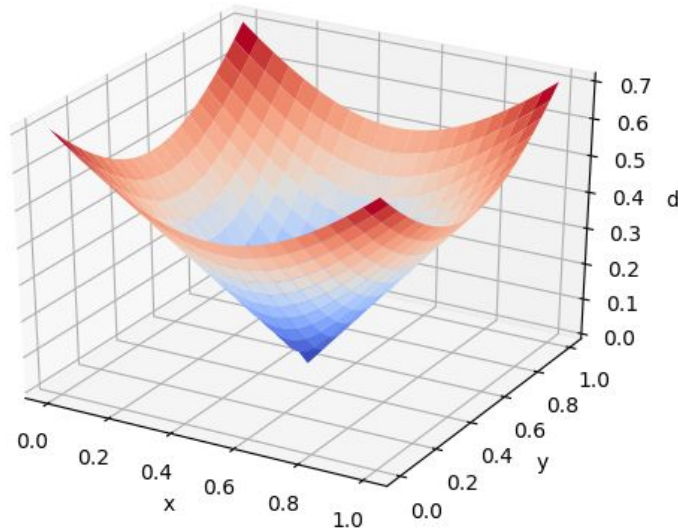


Figure 2 - Visualisation de la fonction distance en 3D

La figure 2 met en avant les mêmes données que la figure 1 mais cette fois sur un graphique 3D. Plus la couleur est rouge, plus la distance par rapport à la source est importante. En revanche plus la couleur s'approche du bleu, plus la distance est faible. Cette figure montre les coordonnées x et y des points de la surface et leur distance par rapport à la source.

Pour obtenir ces graphiques il nous a fallu comprendre la signification des variables utilisées. Nous avons déduit du code que la variable `axe` représentait 1 mètre échelonné centimètre par centimètre. Les variables x et y représentent elles des axes implémentés de façon non continu mais échantillonnés de plusieurs points. Et pour finir la variable d est constituée d'un tableau de distances entre la source et chaque points (x, y) du plan.

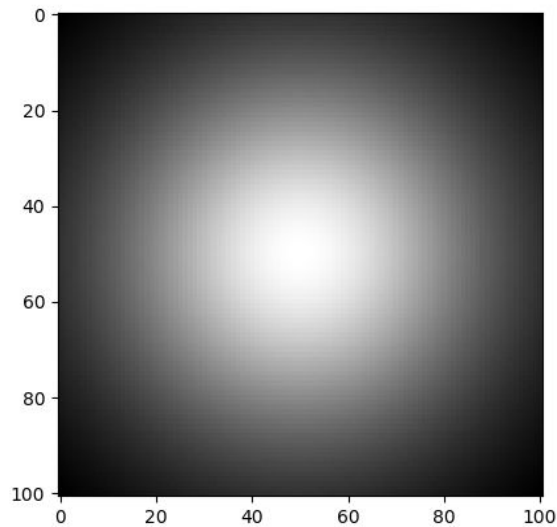


Figure 3 - Visualisation de l'éclairement d'une source ponctuelle isotrope en fonction des coordonnées du plan (x,y) en niveaux de gris

La figure 3 met en avant le niveau d'éclairement d'une source ponctuelle isotrope en fonction des coordonnées du plan en niveau de gris. Le centre du graphique est plus clair que les extrémités, cela est dû aux valeurs plus importantes de l'éclairement. On peut faire une corrélation entre la distance allant de la source à la surface éclairée et l'éclairement. En effet plus le plan est proche plus la zone reçoit de lumière. Nous avons calculé l'éclairement selon la formule suivante :

$$E = \frac{I \cos(\alpha)}{R^2} \text{ où}$$

I est l'intensité en Watt par stéradian,
 α l'angle formé par la source et le point
 et *R* la distance entre la source et le point.

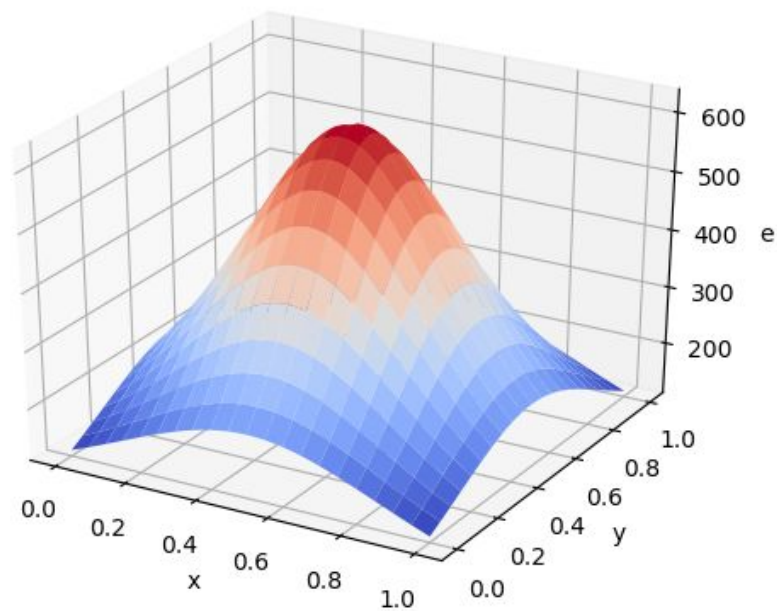


Figure 4 - Visualisation de l'éclairement d'une source ponctuelle isotrope en fonction des coordonnées du plan (x,y) en 3D

Nous avons ensuite décidé d'afficher l'éclairement d'une source isotrope en 3D. Les axes x et y décrivent les coordonnées du plan éclairé par la source. Chaque point de la surface est plus ou moins éclairé. La partie surélevée du graphique (et de couleur rouge) correspond aux points les plus illuminés par la source. On remarque que ces points sont situés au centre de la surface ce qui est normal puisque ceux-ci sont situés sous la source.

Nous allons maintenant nous intéresser aux sources lumineuses lambertiennes, ce sont des sources constituées d'une surface émettrice sur laquelle la luminance énergétique est identique en tout point. Le diagramme d'une telle source est caractérisé par un cercle.

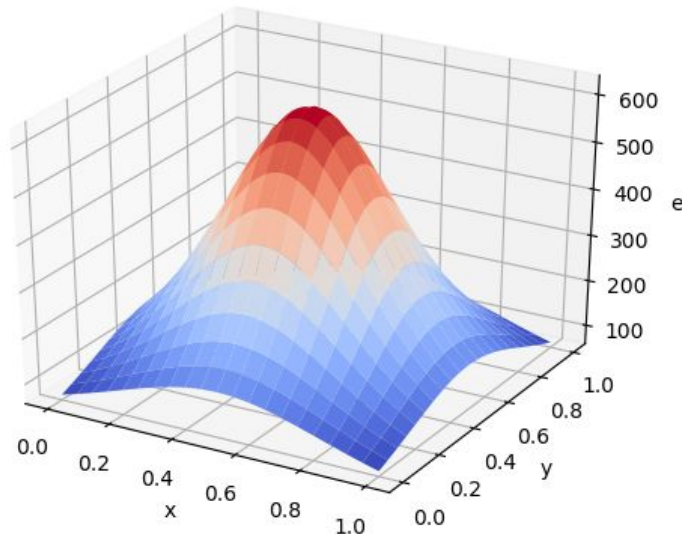
Éclairement d'une source ponctuelle lambertienne

Figure 5 - Visualisation de l'éclairement d'une source ponctuelle lambertienne en fonction des coordonnées du plan (x,y) en 3D

Nous avons maintenant choisi de visualiser l'éclairement d'une source lambertienne sur une surface. Comme pour les graphiques précédents, les axes x et y de la figure 5 modélisent les axes de la surface éclairée. Le troisième axe décrit l'éclairement. On remarque que comme pour la source isotrope les zones les plus lumineuses sont les zones situées sous la source et donc qui sont les plus proches de celle-ci. On s'aperçoit que les différences entre les deux sources isotrope et lambertienne sont très peu visibles. Nous avons utilisé la formule suivante pour calculer l'éclairement de la source lambertienne :

$$E = \frac{I \cos^2(\alpha)}{d^2}$$

I est l'intensité en Watt par stéradian,
 α l'angle formé par la source et le point
 et *d* la distance entre la source et le point.

L'équation diffère de celle de la source isotrope puisque l'intensité en un point vaut maintenant $I \cos(\alpha)$.

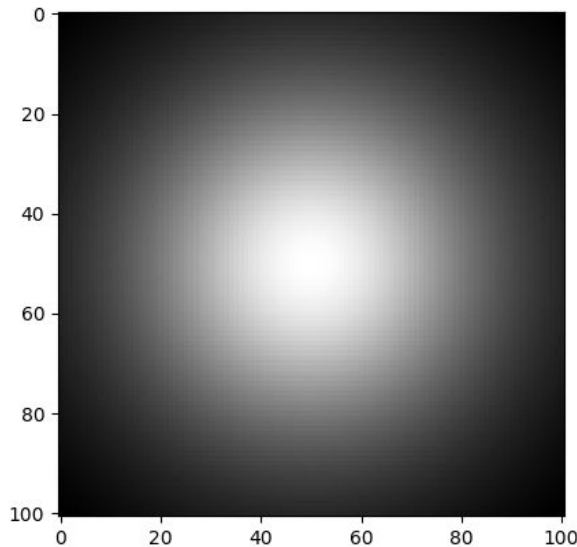


Figure 6 - Visualisation de l'éclairement d'une source ponctuelle isotrope en fonction des coordonnées du plan (x,y) en niveaux de gris

Pour finir nous avons représenté les mêmes données d'éclairement sur un graphique en niveau de gris. On remarque que la zone éclairée (zone blanche de la figure 6) est sensiblement identique à celle de la source isotrope.

Nous devrions remarquer une légère différence, la source lambertienne possède une intensité plus faible sur les bord car elle n'émet pas la même intensité énergétique dans toutes les directions.

Afin de comparer l'éclairement d'une source lumineuse isotrope et d'une source ponctuelle lambertienne nous avons calculé pour chaque cas leur variation relative maximale. Cette variation est calculé grâce à l'éclairement ecI maximum et minimum obtenue sur la surface :

$$var = (max(ecI) - min(ecI) / max(ecI))$$

Nous avons ensuite ramené les résultats obtenu dans la console en pourcentage afin de mieux visualiser la différence :

```
Eclairement isotrope
Out[22]: 80.75499102701248

Eclairement ponctuel Lambertien
Out[23]: 88.8888888888889
```

La variation relative maximale est plus élevé pour un éclairement ponctuel lambertien, nous pouvons donc remarquer que l'écart entre l'éclairement maximal et minimal est plus élevé que dans le contexte une source lumineuse isotrope.

Après avoir étudié le cas d'une unique source lumineuse nous allons décrire la manière dont nous avons modélisé une grille composé de plusieurs sources lumineuses lambertiennes.

Éclairement d'une grille de sources ponctuelles

Nous n'avons pas réussi cette dernière partie cependant voici comment nous avons procédé. Pour calculer l'éclairement en un point lorsqu'il y a plusieurs sources lumineuses, il faut, pour chaque point additionner l'éclairement effectué par chaque source. Nous avons donc créé une grille de quatre mètres sur quatre mètres, portant des à intervalles réguliers des sources lumineuses. L'intervalle étant calculé en fonction du nombre de sources lumineuses. De plus, nous avons considéré que le plan de 1x1 mètre était centré sous la grille des sources lumineuses et qu'ils n'ont pas de coins en commun. Ainsi, il faut être vigilant et calculer un décalage lors du calcul des distances. Voici un schéma afin d'illustrer comment nous avons réalisé notre grille.

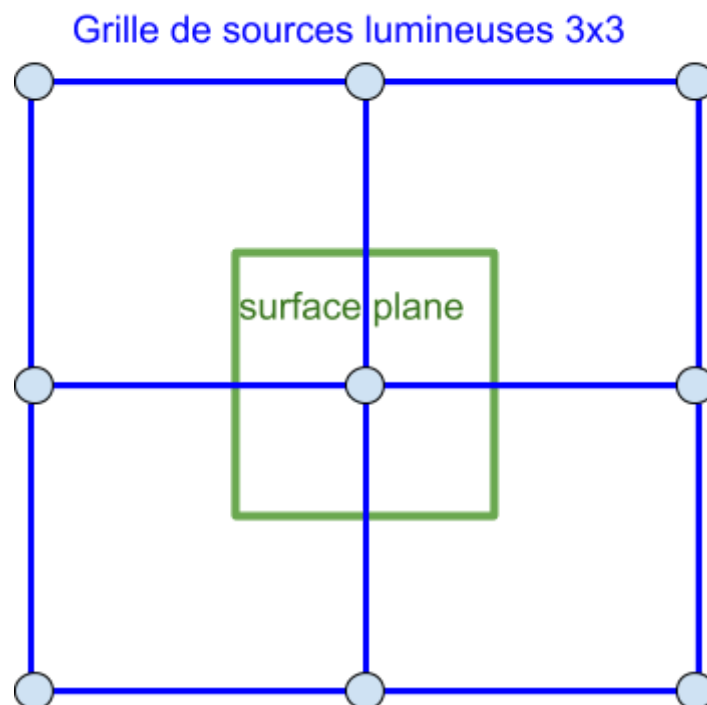


Figure 7 - Schéma représentant le montage de la surface plane et d'une grille de sources lumineuses

Nous avons donc compris la démarche et la méthode à appliquer pour simuler un montage à plusieurs sources lumineuses. Cependant, nous avons été bloqué par l'outil qu'est Python, cette dernière partie étant essentiellement basé sur l'expérimentation nous n'avons donc pas pu terminer ce TP.

Conclusion :

Pour conclure, nous avons remarqué qu'une source lumineuse isotrope diffuse la même intensité dans toutes les directions ce qui implique que les points en périphérie de la surface sont bien éclairés. La source lambertienne en revanche ne diffuse pas la même intensité

dans toutes les directions, les points sur les bord sont moins bien éclairés qu'avec la source isotrope. Les différents graphiques nous permettent de constater une corrélation entre la distance allant du point à la source et l'éclairement de ce point.