

MODÉLISATION DE LA DISPERSION ATMOSPHERIQUE AVEC UN CODE DE PANACHE GAUSSIEN EN PYTHON

1 Environnement de travail

1.1 Pour travailler sur le serveur de formation du LATMOS :

- 1- se connecter avec les nom d'utilisateur et mot de passe fournis précédemment au serveur de formation `ssh.form.latmos.ipsl.fr`, soit à distance soit en ouvrant une session sur une des machines de la salle informatique 0202.
- 2- recopier le répertoire du TP dans un répertoire de travail personnel :
`cp -r /data/m2_eclat/TP_dispersion/ mon_rep_de_travail/`
- 3- utilisation d'un environnement virtuel (voir TP sur basemap) :
 - a) chargement du module pour python :
`module load python/3.8-anaconda2020-11`
 - b) pour le travail en-dehors du réseau interne :
`export https_proxy=http://proxy-ext.latmos.ipsl.fr:3128/`
- 4- lancer le code en ligne de commande :
`python gaussian_plume_model.py ma_config_pour_mon_premier_cas.yml.`
Possibilité d'utiliser `ipython` pour être dans un environnement python interactif : dans celui-ci, lancer le code avec
`run gaussian_plume_model.py ma_config.yml` Pour le premier test, utiliser le fichier de configuration `config_generale.yml` et vérifier la figure obtenue. Il suffira ensuite d'adapter ce fichier aux configurations voulues.
ATTENTION, `ipython` peut poser des problèmes de compatibilité avec `conda`.

1.2 Pour travailler sur un ordinateur personnel :

- dans tous les cas : récupérer l'archive du répertoire du TP sur le Moodle et la décompresser dans dans un répertoire de travail personnel
- sous Linux : pour travailler en interactif, lancer `ipython` puis le code avec la commande :
`run gaussian_plume_model.py ma_config_pour_mon_premier_cas.yml`
En ligne de commande, lancer le code avec
`python gaussian_plume_model.py ma_config_pour_mon_premier_cas.yml`
- sous Windows : (installer et) lancer l'application permettant de faire tourner des codes en python (exemple : Spyder). Dans celle-ci, lancer le code en n'oubliant pas de lui fournir son fichier de configuration. Pour cela, utiliser une icône signifiant «run» peut ne pas fonctionner, utiliser plutôt la partie de l'interface qui propose une fenêtre de commande avec une commande du type
`gaussian_plume_model.py ma_config.yml`
(la syntaxe peut varier). Pour le premier test, utiliser le fichier de configuration `config_generale.yml` et vérifier la figure obtenue. Il suffira ensuite d'adapter ce fichier aux configurations voulues.

Dans les deux cas, si des modules manquent, vous devez les télécharger et les installer : vous devez donc avoir les droits adéquats sur la machine.

2 Simulation d'une situation météorologique ponctuelle

Pour faire tourner une simulation correspondant à une situation météorologique fixée pendant 24 heures et obtenir une figure correspondant :

- 1- se placer dans le répertoire de travail
- 2- dupliquer le fichier `config_generale.yml` c'est-à-dire le copier dans un nouveau fichier :

```
cp config_generale.yml ma_config_pour_mon_premier_cas.yml.
```


Choisir un nom clair et explicite.
- 3- pour choisir la simulation à faire, ouvrir ce nouveau fichier `yml` dans un éditeur de texte et y apporter les modifications voulues. Les informations nécessaires sont données dans le fichier `yml` en commentaires (lignes commençant par `#`).
Utilisation d'un fichier de configuration `yaml` : dans un fichier `yml`, seules les variables utilisées sont prises en compte, celles qui ne concernent pas le cas en cours peuvent être effacées (par exemple, la ligne définissant `dirslice` si on ne dessine pas une coupe verticale). Des exemples sont disponibles en annexes B et C ; ils ne représentent qu'une petite partie des figures possibles.
- 4- lancer le code (voir Section 1)
- 5- la figure est affichée et sauvée au format `png`. Si l'affichage en direct ne fonctionne pas, il suffit de commenter les lignes correspondant dans le code `python` et de visualiser le fichier `png` d'une autre façon.

Pour dessiner une autre figure (carte, coupe verticale), il faut modifier les éléments correspondant dans le fichier `yml` et relancer le code.

Reproduire la démarche pour chacun des cas de votre plan d'expérience.

3 Simulation d'une année

3.1 Météorologie variable

Pour simuler les situations météorologiques horaires correspondant à toute une année, il suffit d'utiliser le fichier tout préparé `sac_10m_GAUSSPY_2013_humid.txt`, au lieu de spécifier des valeurs constantes pour la direction et la vitesse du vent, la stabilité verticale et l'humidité relative. Les lignes correspondant à ces variables peuvent être effacées du fichier `yml`. Le fichier annuel contient des mesures de température, vitesse et direction du vent et gradient de température vertical entre 10 et 100 m.

Comment le code estime-t-il la stabilité verticale ?

On peut dessiner des cartes et coupes correspondant à la moyenne, au minimum, au maximum ou au nombre d'occurrences au-dessus du seuil défini sur l'année et il est possible de dessiner des séries temporelles moyennes journalières ou mensuelles.

3.2 Émissions variables

On peut prescrire des profils temporels pour chaque mois, chaque jour de la semaine (7) et chaque heure (24) pour les émissions. Un exemple est proposé dans le répertoire `time_profiles`, vous pouvez le modifier pour imposer **un profil temporel qui correspond au fonctionnement d'un incinérateur**. Il suffit de donner le chemin du répertoire contenant les trois fichiers de profils au lieu de choisir des émissions constantes. Le profil temporel est calculé en multipliant, pour chaque heure, la masse émise par unité de temps par le produit des trois coefficients correspondant au mois, au jour de la semaine et à l'heure de la journée.

Remarque : les émissions peuvent être constantes avec une météo variable, la météo peut varier alors que les émissions sont constantes, les deux peuvent être variables ou constantes simultanément.

A Exemples d'aérosols

Nom	ν	ρ_s	M_s
chlorure de sodium	2	2160	$58,44 \cdot 10^{-3}$
acide sulfurique	2,5	1840	$98 \cdot 10^{-3}$
acides organiques	1	1500	0,2
nitrate d'ammonium	2	1725	$80 \cdot 10^{-3}$

ν est un paramètre adimensionnel représentatif de l'hygroscopicité de l'aérosol, ρ_s la masse volumique de l'aérosol sec (kg/m^3) et M_s la masse molaire (kg/mol) correspondant.

B Exemples de fichiers de configuration pour dessiner une carte et une coupe pour une météo constante

B.1 Carte

File: /home/ipison/users/data02/UP...onfig_carte_meteoconstante.yml Page 1 of 1

```
## Meteo
# type de simulation: meteo constante ("constant") ou lecture d'une serie
temporelle (nom du fichier a lire)
type_vent: constant
# vitesse du vent (horizontale, m/s) si meteo constante
vitesse: 5
# direction du vent 0-360 (0 = vent soufflant du N, 180 = vent du S) si meteo
constante
direction: 45
# classe de stabilite 1 - 6 si meteo constante
stabilite: 4
# humidite relative de l'air 0 - 1 si meteo constante
rh: 0.9

## Cheminee
# masse emise (microg/s)
emiss: 20.
# hauteur de la cheminee (m)
hauteur: 40.
# position de la cheminee (en m par rapport au centre du domaine)
x: 200
y: -300
# profil temporel a utiliser: constant ou lecture de fichiers dans un repertoire
dedie
profpts: constant

## Polluant
# hygroscopicite
nu: 2
# masse volumique (sec, kg/m3)
rho: 2160
# masse molaire (sec, kg/mole)
M: 58.44e-3
# taille des particules seches (diametre en m), si aerosol
diameter: 60e-9
# prise en compte de l'humidification de l'aerosol: 1 = non, 2 = oui
humid: 1

## Figures
# type de figure a dessiner: 1 = carte horizontale, 2 = coupe verticale, 3 =
series temporelles, 4 = pas de figure)
output: 1
# pour une carte ou une coupe: concentrations a dessiner: moyenne temporelle:
mean, minimum/maximum sur la periode: min/max, nombre d'occurrences de valeurs au-
dessus d'un seuil: freq
type_postproc: mean
# pour une carte: niveau a partir du sol (numero de la maille, commence a 0)
zlev: 0
# etiquette
etiq: cas1
# echelle de couleur: valeurs min et max (concentrations en microg/m3)
min: 0
max: 100
```

B.2 Coupe verticale

File: /home/ipison/users/data02/UP...onfig_coupe_meteoconstante.yml Page 1 of 1

```
## Meteo
# type de simulation: meteo constante ("constant") ou lecture d'une serie
temporelle (nom du fichier a lire)
type_vent: constant
# vitesse du vent (horizontale, m/s) si meteo constante
vitesse: 5
# direction du vent 0-360 (0 = vent soufflant du N, 180 = vent du S) si meteo
constante
direction: 45
# classe de stabilite 1 - 6 si meteo constante
stabilite: 4
# humidite relative de l'air 0 - 1 si meteo constante
rh: 0.9

## Cheminee
# masse emise (microg/s)
emiss: 20.
# hauteur de la cheminee (m)
hauteur: 40.
# position de la cheminee (en m par rapport au centre du domaine)
x: 200
y: -300
# profil temporel a utiliser: constant ou lecture de fichiers dans un repertoire
dedie
proftps: constant

## Polluant
# hygroscopicite
nu: 2
# masse volumique (sec, kg/m3)
rho: 2160
# masse molaire (sec, kg/mole)
M: 58.44e-3
# taille des particules seches (diametre en m), si aerosol
diameter: 60e-9
# prise en compte de l'humidification de l'aerosol: 1 = non, 2 = oui
humid: 1

## Figures
# type de figure a dessiner: 1 = carte horizontale, 2 = coupe verticale, 3 =
series temporelles, 4 = pas de figure)
output: 2
# pour une carte ou une coupe: concentrations a dessiner: moyenne temporelle:
mean, minimum/maximum sur la periode: min/max, nombre d'occurrences de valeurs au-
dessus d'un seuil: freq
type_postproc: mean
# pour une coupe verticale: choix de la direction X ou Y et position le long de
l'axe
dirslice: Y
posslice: 10
# etiquette
etiq: cas1
# echelle de couleur: valeurs min et max (concentrations en microg/m3)
min: 0
max: 100
```

C Exemple de fichier de configuration pour dessiner une carte de fréquence pour une année de météo

File: /home/ipison/users/data02/UP...ig_cartefreq_meteoannuelle.yml Page 1 of 1

```
## Meteo
# type de simulation: meteo constante ("constant") ou lecture d'une serie
temporelle (nom du fichier a lire)
type_vent: /home/users/ipison/data02/UPSay/TP_dispersion/MeteoSAC/
sac_I0m_GAUSSPY_2013.txt_humid

## Cheminee
# masse emise (microg/s)
emiss: 20.
# hauteur de la cheminee (m)
hauteur: 40.
# position de la cheminee (en m par rapport au centre du domaine)
x: 200
y: -300
# profil temporel a utiliser: constant ou lecture de fichiers dans un repertoire
dedie
proftps: constant

## Polluant
# hygroscopicite
nu: 2
# masse volumique (sec, kg/m3)
rho: 2160
# masse molaire (sec, kg/mole)
M: 58.44e-3
# taille des particules seches (diametre en m), si aerosol
diameter: 60e-9
# prise en compte de l'humidification de l'aerosol: 1 = non, 2 = oui
humid: 1

## Figures
# type de figure a dessiner: 1 = carte horizontale, 2 = coupe verticale, 3 =
series temporelles, 4 = pas de figure)
output: 1
# pour une carte ou une coupe: concentrations a dessiner: moyenne temporelle:
mean, minimum/maximum sur la periode: min/max, nombre d'occurrences de valeurs au-
dessus d'un seuil: freq
type_postproc: freq
# valeur du seuil (en microg/m3) en cas de calcul de frequence d'occurrence
threshold: 70
# pour une carte: niveau a partir du sol (numero de la maille, commence a 0)
zlev: 0
# etiquette
etiq: cas2
# echelle de couleur: valeurs min et max (concentrations en microg/m3 ou nombre
d'occurrences)
min: 0
max: 200
```