

Guide

D'installation, de configuration et de compilation du modèle MOLOCH

Réalisé: Younoussa Adamou Sayri, Thomas Bere, Francesco Pasi, Valerio Capecchi, Vieri Tarchiani



Politecnico
di Torino



Consiglio Nazionale delle Ricerche
Istituto per la BioEconomia



Direction de la Météorologie
Nationale
Direction des Ressources en Eau
Niger



AGENZIA ITALIANA
PER LA COOPERAZIONE
ALLO SVILUPPO

Table des matières

| | |
|--|----------|
| Introduction..... | 3 |
| I. Objectifs du guide | 3 |
| II. Etape1 installation du model..... | 4 |
| 1) Configuration des répertoires :..... | 4 |
| 2) Téléchargement des sources | 5 |
| 3) Compilation de libaec,..... | 5 |
| 4) Compilation d'ecCodes..... | 5 |
| 5) Préparation de dimensions.inc..... | 6 |
| 6) Compilation globale (PRE, MODEL, POST)..... | 6 |
| 7) Déploiement..... | 7 |
| III. Etape 2 : paramétrisation et compilation: | 8 |
| 1) Structure du Répertoire du Domaine | 8 |
| 2) Configuration du Domaine (dimensions.inc & premoloch.inp)..... | 9 |
| A. Paramétrage de la grille (dimensions.inc) | 9 |
| B. Configuration Géographique (premoloch.inp)..... | 9 |
| 3) Paramètres de Simulation (moloch.inp)..... | 10 |
| 4) Lancement du premoloch..... | 12 |
| A. Recompile après changement de domaine | 12 |
| Étape A : Création du lien symbolique | 12 |
| Étape B : Configuration du Makefile | 12 |
| Étape C : Lancez la séquence de nettoyage et de compilation toujours dans le même répertoire ou se trouve le make file: | 13 |
| 5) Lancement du model..... | 13 |
| 1. Prémoloch : | 14 |
| 2. Moloch | 14 |
| 3. Postmoloch | 15 |

Introduction

Le projet **SLAPIS Sahel**, financé par l'Agence Italienne pour la Coopération au Développement (AICS), vise à renforcer la résilience du Niger et du Burkina Faso face aux risques hydrologiques. Sous l'égide du Polytechnique de Turin et de l'IBE-CNR, l'un des axes majeurs du projet consiste à améliorer les capacités de **prévision numérique du temps (PNT)**.

À cet effet, la DNM (Niger) et l'ANAM (Burkina Faso) ont déployé une chaîne de prévision articulée autour de deux modèles complémentaires :

- **WRF (Weather Research and Forecasting)** : un standard mondial pour la recherche et l'exploitation opérationnelle.
- **MOLOCH (Model Local H-coordinates)** : un modèle de pointe à haute résolution développé par l'ISAC-CNR.

Pour garantir la maîtrise de ces outils, deux experts nationaux ont bénéficié d'une bourse de recherche d'un an à Florence (IBE-CNR/LaMMA). Cette immersion vise à optimiser l'exploitation opérationnelle des modèles et le paramétrage. À titre de soutien technique, des chaînes miroirs ont été configurées sur les serveurs du LaMMA pour servir de plateforme de formation et de faciliter un guide d'utilisation à la fin.

I. Objectifs du guide

Ce manuel détaille le protocole standard d'installation et de configuration du modèle **MOLOCH** en environnement Linux. Pour simplifier ce processus complexe, un script d'automatisation nommé `compile_moloch.sh` a été développé et un `README`. Il assure . Ce document sert de support technique pour l'installation du modèle **MOLOCH**. Le code source et les instructions de déploiement sont accessibles sur :

- **Dépôt GitHub** : ?????????
- **Documentation** : Un fichier `README.txt` accompagne le script pour guider l'utilisateur dans le mode automatisé.

II. Etape1 installation du model

Prérequis

Vérifie que les compilateurs et outils sont installés :

| Outil | Vérification | Installation |
|----------------------|---------------------------|--|
| gfortran | gfortran --version | sudo apt install gfortran |
| ifort | ifort --version | Intel Compiler |
| MPI (openmpi) | mpif90 --version | sudo apt install libopenmpi-dev openmpi-bin |
| CMake | cmake --version | sudo apt install cmake |
| Make | make --version | sudo apt install make |
| pip3 | pip3 --version | sudo apt install python3-pip |

sudo apt update && sudo apt install libcurl4-openssl-dev

NB

Installer le cmake s'il est n'est pas installer car:

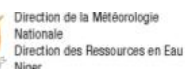
Pour la compilation de eccodes on a besoin de cmake.

Pour la compilation de rad_ecmwf on a besoin de make. on a aussi besoin de la librairie netCDF (versions 3 or 4) et éventuellement HDF5.

1) Configuration des répertoires :

Le script crée une structure propre. Au lieu d'avoir des fichiers partout, il sépare :
src (Source) et bin (Binaire)

- export BASE_DIR="\$HOME/Models"
- export SRC_DIR="\$BASE_DIR/src"
- export BIN_DIR="\$BASE_DIR/bin"
- export DOMAIN_DIR="\$HOME/moloch/domain/sahel_d01"
- mkdir -p \$SRC_DIR \$BIN_DIR \$DOMAIN_DIR
- cd \$SRC_DIR



- echo "--- Début de l'installation automatique de MOLOCH ---"

2) Téléchargement des sources

- # 2. Téléchargement des sources (si absent)
- [! -d "libaec"] && git clone https://github.com/erget/libaec.git
- [! -d "eccodes"] && git clone https://github.com/ecmwf/eccodes.git
- [! -d "globo-bolam-moloch"] && git clone https://gitlab.com/isac-meteo/globo-bolam-moloch.git
-
- echo "Téléchargement des librairies et du modèle..."
- git clone https://github.com/erget/libaec.git || true
- git clone https://github.com/ecmwf/eccodes.git || true
- git clone https://github.com/valcap/MOLOCH-LAMMA.git || true
- git clone https://gitlab.com/isac-meteo/globo-bolam-moloch.git || true
- ☐ **baec & ecCodes** : Ce sont les outils pour lire les fichiers météo mondiaux (format GRIB2). Sans eux, MOLOCH est "aveugle", il ne peut pas lire les données de départ (GFS ou IFS).
- ☐ **geo_dataset** : Ce sont les cartes du monde (montagnes, lacs, forêts). C'est ce qui permet au modèle de savoir que le Sahel n'est pas l'Himalaya.
- ☐ **MOLOCH** : Le noyau qui calcule le vent, la pluie et la température.

3) Compilation de libaec,

C'est l'étape la plus longue. Le script transforme le texte (C++ et Fortran) en outils mathématiques rapides.

Pourquoi libaec en premier ? Parce que c'est un compresseur de données. ecCodes en a besoin pour décompresser les fichiers GRIB2 très lourds.

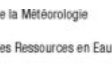
- echo "--- Étape 2 : Compilation de libaec ---"
- cd \$SRC_DIR/libaec && mkdir -p build && cd build
- cmake -DCMAKE_INSTALL_PREFIX=\$BIN_DIR/libaec ..
- make -j\$(nproc) install

4) Compilation d'ecCodes

echo "--- Étape 3 : Compilation d'ecCodes avec support CURL ---"

cd \$SRC_DIR/eccodes && rm -rf build && mkdir -p build && cd build

cmake .. -DCMAKE_INSTALL_PREFIX=\$BIN_DIR/eccodes \



```
-DENABLE_AEC=ON \
-D AEC_INCLUDE_DIR=$BIN_DIR/libaec/include \
-D AEC_LIBRARY=$BIN_DIR/libaec/lib/libaec.so \
-DENABLE_NETCDF=ON \
-DENABLE_FORTRAN=ON \
-DNetCDF_C_LIBRARY=/usr/lib/x86_64-linux-gnu/libnetcdf.so \
-DNetCDF_FORTRAN_LIBRARY=/usr/lib/x86_64-linux-gnu/libnetcdf.so \
-DCMAKE_EXE_LINKER_FLAGS="-lcurl" \
-DCMAKE_SHARED_LINKER_FLAGS="-lcurl"
```

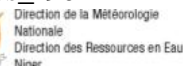
make -j\$(nproc) install

5) Préparation de dimensions.inc

- echo "--- Étape 4 : Configuration des dimensions ---"
- cd \$SRC_DIR/globo-bolam-moloch/moloch
- cat <<EOF > dimensions.inc
- INTEGER, PARAMETER :: gnlon = 102
- INTEGER, PARAMETER :: gnlat = 102
- INTEGER, PARAMETER :: nlev = 50
- INTEGER, PARAMETER :: nlevg = 50
- INTEGER, PARAMETER :: nsoil = 7
- INTEGER, PARAMETER :: nprocsx = 1
- INTEGER, PARAMETER :: nprocsy = 1
- EOF
- cp dimensions.inc \$SRC_DIR/globo-bolam-moloch/sources/moloch/
- cp dimensions.inc \$SRC_DIR/globo-bolam-moloch/sources/common

6) Compilation globale (PRE, MODEL, POST)

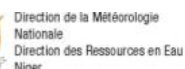
- echo "--- Étape 5 : Compilation de la chaîne MOLOCH ---"
- export FC=gfortran
- export FC_MPI=mpif90
- export USE_MPI=YES
- export DIR_MOL=\$SRC_DIR/globo-bolam-moloch/sources/moloch
- export DIR_COM=\$SRC_DIR/globo-bolam-moloch/sources/common
- export LIB_ECC="-L\$BIN_DIR/eccodes/lib -leccodes -leccodes_f90"



- export INC_ECC="-I\$BIN_DIR/eccodes/include"
- # On définit les drapeaux de compilation pour corriger les erreurs de lignes trop longues
- export FLAGS_FIX="-O2 -I. \$INC_ECC -ffree-line-length-none -fallow-argument-mismatch -w"
-
- for COMP in executable_premodel executable_model executable_postmodel
- do
- echo ">> Compilation de \$COMP"
- cd \$SRC_DIR/globo-bolam-moloch/moloch/\$COMP
-
- # Correction des Makefiles
- sed -i "s|\$(HOME)/sources/moloch|\$DIR_MOL|g" Makefile
- sed -i "s|\$(HOME)/sources/common|\$DIR_COM|g" Makefile
-
- cp \$SRC_DIR/globo-bolam-moloch/moloch/dimensions.inc .
-
- make clean || true
-
- make FC=\$FC FC_MPI=\$FC_MPI USE_MPI=\$USE_MPI \
- DIR_SOURCES_MOLOCH=\$DIR_MOL \
- DIR_SOURCES_COMMON=\$DIR_COM \
- LDFLAGS="\$LIB_ECC" \
- FCFLAGS="\$FLAGS_FIX" \
- FCFLAGS_MPI="\$FLAGS_FIX -Dmpi" -j\$(nproc)
- done

7) Déploiement

- echo "--- Étape 6 : Mise en service du domaine ---"
- cd \$DOMAIN_DIR
- ln -sf \$SRC_DIR/globo-bolam-moloch/moloch/executable_premodel/premoloch .
- ln -sf \$SRC_DIR/globo-bolam-moloch/moloch/executable_model/moloch .
- ln -sf \$SRC_DIR/globo-bolam-moloch/moloch/executable_postmodel/postmoloch .
-
- cp \$DIR_MOL/premoloch_an_example.inp ./premoloch.inp
- cp \$DIR_MOL/moloch_an_example.inp ./moloch.inp
- cp \$DIR_MOL/postmoloch_an_example.inp ./postmoloch.inp
- # AJOUT : Copie de sauvegarde du fichier dimensions pour référence



- `cp $SRC_DIR/globo-bolam-moloch/moloch/dimensions.inc ./dimensions.inc`
- `echo "=====`
- `echo " INSTALLATION TERMINÉE AVEC SUCCÈS ! "`
- `echo " Dossier de travail : $DOMAIN_DIR "`
- `echo "=====`

Préparer les données statiques: pour télécharger les données statiques on utilise le lien ci-dessous :

Exemple pour geo_dataset

`cd $HOME/src`

- `wget -r -np https://www.isac.cnr.it/dinamica/geo_dataset/`
- `tar -xvf geo_dataset.tar.gz # ou le fichier tar que tu as téléchargé ###pour décomposé`

on obtient par exemple: `$HOME/src/geo_dataset/`

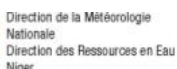
```
├─ orography/
├─ landuse/
├─ soil/
├─ rivers/
├─ masks/
├─ ...
```

III. Etape 2 : paramétrisation et compilation:

1) Structure du Répertoire du Domaine

Dans votre dossier de domaine (ex: `~/moloch/domain/sahel_d01`), vous devez impérativement retrouver les fichiers suivants pour assurer le bon fonctionnement des pré-traitements et de la simulation :

- **dimensions.inc** : Paramètres de la grille et parallélisation.
- **premoloch.inp** : Configuration géographique et format d'entrée.
- **moloch.inp** : Paramètres de temps et physique du modèle.
- **postmoloch.inp** : Configuration des sorties.
- **grib_sample.inp** : Fichier contenant les liens vers la bibliothèque ecCodes.




```
-rw-rw-r-- 1 slapis slapis 168 Jan 15 14:08 dimensions.inc
-rw-rw-r-- 1 slapis slapis 115 Jan 15 14:08 grib_sample.inp
-rw-rw-r-- 1 slapis slapis 2485 Jan 15 14:08 moloch.inp
-rw-rw-r-- 1 slapis slapis 1512 Jan 15 14:08 mpd.hosts
-rw-rw-r-- 1 slapis slapis 7509 Jan 15 14:08 postmoloch.inp
-rw-rw-r-- 1 slapis slapis 3588 Jan 15 14:08 premoloch.inp
```

Le **mpd.hosts** : elle est spécifique au serveur

2) Configuration du Domaine (dimensions.inc & premoloch.inp)

A. Paramétrage de la grille (dimensions.inc)

Ce fichier définit la résolution et la puissance de calcul allouée. Les valeurs doivent être cohérentes avec votre capacité machine :

- **gnlon, gnlat** : Nombre total de points en longitude et latitude.
- **nprocx, nprocy** : Nombre de processeurs. *Exemple : pour 120 processeurs, utilisez 10 x 12.*
- **nlev** : Nombre de niveaux verticaux (ex: 50).
- **nlevg** : Nombre de niveaux de sol (ex: 13).

Formule de vérification : Pour que le calcul soit valide, le nombre de points moins 2 doit être divisible par le nombre de processeurs. *Exemple : $(gnlon - 2) / nprocx$ doit être un nombre pair (ex: $800/10 = 80$), $(gnlat - 2) / nprocy$ doit être un nombre pair.*

```
integer, parameter :: gnlon=802, gnlat=482, nlev=50, nlevg=13
integer, parameter :: nprocsx=10, nprocsy=12
```

B. Configuration Géographique (premoloch.inp)

Vous devez spécifier ici le format des données et la résolution réelle :

- **INPUT_FORMAT** : Utilisez GRIB2 pour les données modernes.
- **DLON, DLAT** : Résolution en degrés.
 - *Exemple pour 9km : \$9 / 110,54 \appro*
 - *x 0,082.*
 - *Exemple pour 3km : \$3 / 110 \approx 0,027.*
- **ALON0, ALAT0** : Coordonnées du coin inférieur gauche du domaine (expl -2, -3)

```
&PARAM_PREMOLOCH
INPUT_FORMAT=GRIB2, INPUT_FILE_STD=2,
NLON=802, NLAT=482, NLEV=50,
DLON=0.082, DLAT=0.08,
X0=0.0, Y0= 0.0,
ALON0=-22.4, ALAT0=-4.8,
```

! ----- MODEL GRID PARAMETERS -----

- ! NLON, NLAT, NLEV: dimensions of the Moloch grid
- ! NLEVG: number of Moloch soil levels
- ! DLON, DLAT: Moloch grid resolution in degrees
- ! X0, Y0: geographical coordinates in deg of the centre of rotation (point "T" of the Arakawa grid)
- ! For non rotated grid, define X0=Y0=0.
- ! If X0<-180 or X0>360 or Y0<-90 or Y0>90, then X0 and Y0 are redefined equal to input values.
- ! ALON0, ALAT0: rotated coord. in deg of the SW corner (point "V") of the model grid.
- ! B0: stretching parameter ($0.2 > B0 \leq 1$), defining the Moloch hybrid vertical coordinate:
 - ! reducing B0 from 1. decreases the height of the lowest model level above the surface.
- ! In case of non rotated grid, ALON0, ALAT0 must define the true coordinates of the SW corner
- ! and DLON should be set to DLAT/COS(ALAT0) where ALAT0 is a mean latitude of the model grid.
- ! SLT(10): thickness of soil layers (m).
- ! If any SLT(:)<0., then NLEVG and SLT() are redefined equal to input values.

3) Paramètres de Simulation (moloch.inp)

Ce fichier gère le "temps" et la physique. Voici les paramètres clés extraits de votre configuration :

| Paramètre | Description | Conseil de réglage |
|-----------|--|--|
| dtstep | Pas de temps d'intégration (secondes) | Environ 10 à 20 fois la résolution (km). |
| hrun | Durée totale de la simulation (heures) | À modifier selon vos besoins de prévision. |
| nradm | Schéma de radiation | 2 pour combiner Geleyn et ECMWF. |

| Paramètre | Description | Conseil de réglage |
|-----------|--------------------------------------|---|
| hbound | Fréquence des conditions aux limites | 3 si vous utilisez des fichiers GFS toutes les 3h. |
| nlconv | Paramétrage de la convection | .true. pour l'activer. |
| nlana | Sauvegarde de l'état initial | .true. pour inclure l'état initial en sortie. |

```

model
dtstep = 120.,
nadv = 3,
nsound = 6,
nbl = 8,
nradm = 2,
hrun = 24,
hist = 1,
hist_full_res = -24,
mswshf = 60.,
hbound = 3,
hdiag = 1.,
hfr=1,
srad = 720.,
mslfilter = 5.,
htop = 0.92,
mlmic2=.false.,
nlana=.true.,
nlconv=.true.,
nlradar=.false.,
mltwice=.false.,
mlhdiff=.false.,
mlclimate=.false.,
mlrst=.false.,
prst= 240.,
hback=-0.1, hspray=-0.50, nxspray= 70, nyspray= 70, nzspray=45, xsorg=15.200, ysorg=37.24 ! Sicilia
end

```

- dtstep integration time step (in seconds)
- ! nadv number of advection steps in dtstep sec.
- ! nsound number of steps for sound waves
- ! nbl no. of lateral boundary lines
- ! nradm radiation scheme flag: 0 - no radiation,
- ! 1 - Geleyn only every srad seconds
- ! 2 - Geleyn and ECMWF combined
- ! hrun forecast duration in hours
- ! hist interval (in hours) between two writings of model output (mhf)
- ! hist_full_res interval (in hours) between two writings of model output (mhf) in full horizontal resolution
- ! hbound interval (in hours) between two boundary conditions
- ! hdiag interval (in hours) between two model diagnostics printouts
- ! srad interval (in seconds) between two calls of radiation parameterization
- ! mswshf interval (in minutes) between two writings of surface fields (shf)
- ! mslfilter period (in minutes) of filtering of turbulent coefficient of the surface layer exchanging
- ! htop fraction of vertical column where microphys. and turbul. are active ($\leq 1.$)

- !nlmic2 if true, 2-moment microphysics
- !nlbfix if true, fixed boundary conditions
- !nlana if true, saves initial condition in output (mhf)
- !nltwice if true, double computation of vertical advection per timestep
- !nlhdifff if true, computes horizontal turbulent diffusion
- !nlconv if true, parameterization of convection is switched on
- !nlord if true, orographic drag (block+GW)
- !nlradar if true, simulation of radar reflectivity
- !nlwshf if true, writes surface fields (shf)
- !nlclimate if true, very long run options are active (name of input/output files)
- !nlrst, if true, restart input files be read at the run initial
- !mhfr 1: full mhf resolution; 2: half mhf resolution
- !hrst interval (in hours) between two restart files writing
- !hback interval (in hours) between two outputs of trajectory file (if negative, file is not written)
- !hspray interval (in hours) between two outputs of SPRAY file (if negative, file is not written)

4) Lancement du premoloch

A. Recompilation après changement de domaine

Chaque modification de dimensions.inc nécessite un lien symbolique vers le code source avant de compiler :

Étape A : Création du lien symbolique

Le code source situé dans le répertoire de calcul doit pointer vers les paramètres de votre domaine (ex: Sahel).

- cd /home/slapis/moloch/src/v25.2.1/moloch
- # On remplace le fichier par défaut par un lien vers votre domaine
- ln -sf ../../../domain/sahel_d01/dimensions.inc .

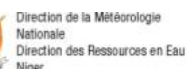
Étape B : Configuration du Makefile

Revenez dans le répertoire racine des sources pour configurer les options du modèle :

- cd /home/slapis/moloch/src/v25.2.1
- vi Makefile,

Modifiez le MAke file comme suit si ça n'a pas été faite:

- **BOLAM = NO**



- **MOLOCH = YES**
- **GLOBO = NO**
- **GRAPHICS_PLGRIBFA = NO**

Étape C : Lancez la séquence de nettoyage et de compilation toujours dans le même répertoire ou se trouve le make file:

- **make clean**
- **make**

En résumer :

| Fichier | Utilité |
|-----------------------------|--|
| premodel | Exécutable pour préparer les données géographiques et initiales. |
| model | L'exécutable principal du simulateur MOLOCH. |
| postmodel | Exécutable pour générer les fichiers GRIB finaux. |
| convert_shf_to_grib2 | Exécutable pour générer les fichiers GRIB finaux en surface |
| premoloch.inp | Paramètres de la grille et de la résolution. |
| moloch.inp | Paramètres physiques et pas de temps (dtstep). |
| postmoloch.inp | Options de sortie et variables à extraire. |
| | |

En suite copier tous les 4 exécutable (premodel, model, postmodel, convert_shf_to_grib) dans le domaines.

5) Lancement du model

Pour lancer le model, il faut crée un répertoire run ou vas tourner le model, dans ce répertoire run tu crée le différent lien vers se repertoir :

Par exemple :

- **cd ~/moloch/**
- **mkdir -p run_sahel**
- **cd run_sahel**

- a. crée le lien du répertoire run vers les données statiques c'est-à-dire On va lier tout ce dont **moloch** a besoin pour tourner sans copier les fichiers,
- b. crée le lien du répertoire run vers les données gfs par exemple :

- `ln -sf ../../data/input/gfs/2025072400/gfs.00z.grb2.f000 grib_001,`
- `ln -sf ../../data/input/gfs/2025072400/gfs.00z.grb2.f001 grib_002`
- `ln -sf ../../data/input/gfs/2025072400/gfs.00z.grb2.f002 grib_003`

Ainsi de suite sauf si tu crées une boucle.

- c. crée le lien du répertoire run vers le Domain (**dimensions.inc, premoloch.inp, moloch.inp, postmoloch.inp, grib_sample.inp**)
- d. crée le lien du répertoire run vers les exécutables ou faire une copie (`executable_convert_shf_to_grib2`, `executable_meteograms`, `executable_model`, `executable_postmodel`, `executable_premodel`).

1. Prémoloch :

Dans le répertoire `run`, lancez **prémoloch** avec la commande

- `mpirun -np 1 ./premoloch`

Cette étape lit tous les fichiers GRIB et génère les fichiers nécessaires pour préparer le lancement du modèle. Par exemple :

- Output mhfile input_atm_09.mhf written,
- Output mhfile input_soil_09.mhf written

2. Moloch :

Une fois le **prémoloch** exécuté, on peut lancer le modèle principal en parallèle selon le nombre de processeurs disponibles sur le HPC. Par exemple :

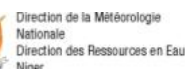
- `mpirun -np 120 ./moloch`, Ici, 120 correspond au nombre de processeurs (Nproc).

Il arrive parfois qu'au moment du lancement, le système demande Open MPI. Dans ce cas :

- Vérifiez les modules disponibles :
- module avail openmpi
- Chargez le module correspondant :
- module load NOM_DU_MODULE

Après cela, relancez : `mpirun -np 120 ./moloch`

Le modèle commencera alors à générer les fichiers de sortie, par exemple :



- Output written on file moloch_atm_008.mhf
- Output written on file moloch_soil_008.mhf

3. Postmoloch

Pour comprendre le fonctionnement du post-Moloch, il faut savoir qu'après la compilation du modèle, on obtient deux types de fichiers :

- Les fichiers `.shf`, qui contiennent uniquement les données de surface 2D.
- Les fichiers `.mhf`, qui contiennent les données verticales 3D.

Afin de traiter ces deux types de fichiers, nous avons mis en place **deux scripts distincts** pour faciliter la compréhension du post-Moloch. Avant d'exécuter ces scripts, il est nécessaire de modifier le fichier **postmoloch.inp** afin d'activer ou désactiver les paramètres souhaités. Dans ce fichier, la valeur **1** signifie que le paramètre est inclus, tandis que **0** indique qu'il est exclu.

Ci-dessous figurent les paramètres relatifs aux variables de surface.

```

ISFLAG(01) = 0, ! Orography
ISFLAG(02) = 1, ! M.s.l. pressure
ISFLAG(03) = 1, ! Total precipitation
ISFLAG(04) = 0, ! Snow fall
ISFLAG(05) = 1, ! Wind at 10 m
ISFLAG(06) = 1, ! Temper. at 2 m
ISFLAG(07) = 1, ! Specific hum. at 2 m
ISFLAG(08) = 1, ! Relative hum. at 2 m
ISFLAG(09) = 0, ! Ground water lev. 1
ISFLAG(10) = 0, ! Ground water lev. 3
ISFLAG(11) = 0, ! Ground water lev. 5
ISFLAG(12) = 0, ! Ground water lev. 7
ISFLAG(13) = 1, ! Skin temperature
ISFLAG(14) = 0, ! Ground temp. lev. 1
ISFLAG(15) = 0, ! Ground temp. lev. 3
ISFLAG(16) = 0, ! Ground temp. lev. 5
ISFLAG(17) = 0, ! Ground temp. lev. 7
ISFLAG(18) = 0, ! Flux of sensible heat
ISFLAG(19) = 0, ! Flux of latent heat
ISFLAG(20) = 0, ! Temperature at lowest atm. level
ISFLAG(21) = 0, ! Equiv. pot. temperature at lowest atm. level
ISFLAG(22) = 0, ! Wind at lowest atm. level
ISFLAG(23) = 0, ! Spec. hum. at lowest atm. level
ISFLAG(24) = 1, ! Total cloud cover
ISFLAG(25) = 0, ! High cloud cover
ISFLAG(26) = 0, ! Middle cloud cover
ISFLAG(27) = 0, ! Low cloud cover
ISFLAG(28) = 0, ! Snow cover
ISFLAG(29) = 0, ! Run-off
ISFLAG(30) = 1, ! CAPE
ISFLAG(31) = 0, ! Skin specific humidity
ISFLAG(32) = 0, ! Temper at 0.5 m above surface
ISFLAG(33) = 0, ! Rel. hum. at 0.5 m above surface
ISFLAG(34) = 0, ! Temper. at 0.05 m above surface
ISFLAG(35) = 0, ! Ground temp. at 5 cm depth
ISFLAG(36) = 0, ! Ground temp. at 10 cm depth
ISFLAG(37) = 0, ! Ground temp. at 20 cm depth
ISFLAG(38) = 0, ! Ground temp. at 50 cm depth
ISFLAG(39) = 0, ! Ground temp. at 100 cm depth
ISFLAG(40) = 0, ! Albedo
ISFLAG(41) = 0, ! Emissivity (broadband)
ISFLAG(42) = 0, ! Emissivity (window)
ISFLAG(43) = 0, ! Cumulated short wave radiative flux
ISFLAG(44) = 0, ! Cumulated long wave radiative flux
ISFLAG(45) = 0, ! Cumulated sensible heat flux
ISFLAG(46) = 0, ! Cumulated latent heat flux
ISFLAG(47) = 1, ! T min 2 m
ISFLAG(48) = 1, ! T max 2 m
ISFLAG(49) = 1, ! Wind speed max 10 m
ISFLAG(50) = 1, ! Lifted index
ISFLAG(51) = 0, ! Sea ice fraction
ISFLAG(52) = 0, ! Sea ice thickness
ISFLAG(53) = 0, ! Dew point temperature at 2 m
ISFLAG(54) = 1, ! Integrated water vapour
ISFLAG(55) = 1, ! CIN
ISFLAG(56) = 0, ! PBL height
ISFLAG(57) = 0, ! Wind gust
ISFLAG(58) = 0, ! Level of 0 C
ISFLAG(59) = 0, ! Snow cover products
ISFLAG(60) = 0, ! Lapse rate in lower troposphere
ISFLAG(61) = 0, ! Height of snow fall limit (m)
ISFLAG(62) = 0, ! Height of snow fall limit (m), fist guess
ISFLAG(63) = 1, ! Surface Pressure
ISFLAG(64:70) = 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0,
ISFLAG(71:80) = 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0,

```

| ! | GPH | T | U,V | Q | RH | W | THE | CWI/PV | |
|------------------|------|----|-----|----|----|----|-----|--------|------------|
| IPFLAG0(001:008) | = 1, | 1, | 1, | 0, | 1, | 1, | 1, | 0, | ! 1000 HPA |
| IPFLAG0(009:016) | = 1, | 1, | 1, | 0, | 1, | 1, | 0, | 0, | ! 950 |
| IPFLAG0(017:024) | = 1, | 1, | 1, | 0, | 1, | 1, | 0, | 0, | ! 900 |
| IPFLAG0(025:032) | = 1, | 1, | 1, | 0, | 1, | 1, | 1, | 1, | ! 850 |
| IPFLAG0(033:040) | = 0, | 0, | 0, | 0, | 0, | 0, | 0, | 0, | ! 800 |
| IPFLAG0(041:048) | = 0, | 0, | 0, | 0, | 0, | 0, | 0, | 0, | ! 750 |
| IPFLAG0(049:056) | = 1, | 1, | 1, | 0, | 1, | 1, | 1, | 1, | ! 700 |
| IPFLAG0(057:064) | = 0, | 0, | 0, | 0, | 0, | 0, | 0, | 0, | ! 650 |
| IPFLAG0(065:072) | = 1, | 1, | 1, | 0, | 1, | 1, | 0, | 0, | ! 600 |
| IPFLAG0(073:080) | = 0, | 0, | 0, | 0, | 0, | 0, | 0, | 0, | ! 550 |
| IPFLAG0(081:088) | = 1, | 1, | 1, | 0, | 1, | 1, | 1, | 1, | ! 500 |
| IPFLAG0(089:096) | = 0, | 0, | 0, | 0, | 0, | 0, | 0, | 0, | ! 450 |
| IPFLAG0(097:104) | = 0, | 0, | 0, | 0, | 0, | 0, | 0, | 0, | ! 400 |
| IPFLAG0(105:112) | = 0, | 0, | 0, | 0, | 0, | 0, | 0, | 0, | ! 350 |
| IPFLAG0(113:120) | = 1, | 1, | 1, | 0, | 1, | 1, | 1, | 1, | ! 300 |
| IPFLAG0(121:128) | = 0, | 0, | 0, | 0, | 0, | 0, | 0, | 0, | ! 250 |
| IPFLAG0(129:136) | = 0, | 0, | 0, | 0, | 0, | 0, | 0, | 0, | ! 200 |
| IPFLAG0(137:144) | = 0, | 0, | 0, | 0, | 0, | 0, | 0, | 0, | ! 150 |
| IPFLAG0(145:152) | = 0, | 0, | 0, | 0, | 0, | 0, | 0, | 0, | ! 100 |
| IPFLAG0(153:160) | = 0, | 0, | 0, | 0, | 0, | 0, | 0, | 0, | ! 50 |

Après avoir modifié le fichier postmoloch.inp, nous sommes prêts à lancer le post-traitement Moloch. Pour cela, nous avons développé un premier script, postmoloch.sh, dédié au traitement des fichiers .mhf, lesquels contiennent les données verticales 3D ainsi que certaines variables de surface :

Le script automatiser postmoloch.sh

- `#!/bin/bash`
- `# Post-traitement MHF → GRIB2, nettoyage complet des valeurs invalides`
- `OUT_DIR="post_results"`
- `mkdir -p "$OUT_DIR"`
- `for atm_file in moloch_atm_*.mhf; do`
- `num=$(echo "$atm_file" | sed -E 's/.*_([0-9]+)\.mhf/1/')`
- `soil_file="moloch_soil_${num}.mhf"`
- `if [! -f "$soil_file"]; then`
- `echo "⚠ Fichier SOIL manquant pour $atm_file, passage au suivant."`
- `continue`
- `fi`
- `echo "-----"`
- `echo "Traitement MHF n°$num :"`
- `echo "ATM : $atm_file"`
- `echo "SOIL: $soil_file"`
- `echo "-----"`
- `# Créer les liens pour postmoloch`
- `ln -svf $atm_file moloch_atm.mhf`
- `ln -svf $soil_file moloch_soil.mhf`
- `# Lancer postmoloch`

- `./postmoloch`
- `wait`
- `sleep 1`
- `# docer les GRIB2 générés`
- `grib_files=$(ls moloch_*.grib2 2>/dev/null)`
- `for gf in $grib_files; do`
- `mv "$gf" "$OUT_DIR/${num}_${gf}"`
- `done`
- `echo "Fichiers GRIB2 déplacés dans $OUT_DIR."`
- `# Supprimer les temporaires`
- `rm -f tmp_atm.mhf tmp_soil.mhf`
- `done`
- `echo "-----"`
- `echo "Traitement terminé. Tous les GRIB2 sont dans : $OUT_DIR"`

Ensuite, nous avons utilisé un programme secondaire appelé **postproc.sh**, qui lit les fichiers `.shf` (`moloch_*.shf`), c'est-à-dire les données historiques de surface (variables comme : température à 2 m, vent 10 m U/V, humidité relative à 2 m, précipitations, pression de surface, etc.) et les convertit en **GRIB2**, le format standard des fichiers météorologiques.

Les fichiers GRIB2 générés sont stockés dans le répertoire `post_results`.

Le traitement se déroule en plusieurs étapes :

1. Configurer **ECCODES** et ses templates.
2. Créer le répertoire de sortie `post_results`.
3. Parcourir tous les fichiers `.shf` de Moloch.
4. Pour chaque fichier :
 - Créer un lien symbolique `input.shf`.
 - Lancer la conversion en GRIB2.
 - Déplacer les fichiers GRIB2 générés dans `post_results` avec un nom clair et structuré.
5. Afficher des messages clairs pour suivre l'avancement du traitement.

Le script automatiser du `posproc.sh` est le suivant :

- `#script de post-traitement Moloch : conversion SHF → GRIB2`
- `# -----`
- `# Répertoire ECCODES`
- `export DIR_GRIB_LIB=/cluster/sources/eccodes/2.14.1/eccodes-2.14.1-Source`
- `CURDIR=`pwd``
- `# Créer le répertoire et le lien vers les samples ECCODES si nécessaire`
- `mkdir -p "$DIR_GRIB_LIB/share/eccodes"`
- `if [! -e "$CURDIR/samples"]; then`
- `ln -s "$DIR_GRIB_LIB/samples" .`
- `fi`
- `# Répertoire de sortie pour les GRIB2`

- **OUT_DIR="post_results"**
- **mkdir -p "\$OUT_DIR"**
- **# Boucle sur tous les fichiers moloch_*.shf**
- **for shf_file in moloch_*.shf; do**
- **# Nom de base du fichier**
- **base_name=\$(basename "\$shf_file" .shf)**
- **echo "-----"**
- **echo "Traitement du fichier : \$shf_file"**
- **echo "-----"**
- **# Créer un lien symbolique vers input.shf pour le convertisseur**
- **ln -sf "\$shf_file" input.shf**
- **# Lancer la conversion SHF → GRIB2**
- **./convert_shf_to_grib2**
- **# Vérifier si des fichiers GRIB2 ont été créés**
- **grib_files=\$(ls moloch_*.grib2 2>/dev/null)**
- **if [-n "\$grib_files"]; then**
- **for gf in \$grib_files; do**
- **mv "\$gf" "\$OUT_DIR/\${base_name}_\$gf"**
- **done**
- **echo "Fichiers GRIB2 déplacés dans \$OUT_DIR."**
- **else**
- **echo "⚠ Aucun fichier GRIB2 créé pour \$shf_file"**
- **fi**
- **done**
- **echo "-----"**
- **echo "Traitement terminé. Tous les GRIB2 sont dans : \$OUT_DIR"**