

Introduction au NetCDF

Joël Sudre

Plan de la présentation

- 1) Introduction générale sur le NetCDF
- 2) Les modèles de données
- 3) Le modèle NetCDF classique
- 4) Le modèle NetCDF 4.0
- 5) Les conventions
- 6) La convention CF (Climate and Forecast)
- 7) Représentation de l'échantillonnage discret
- 8) Les Outils (exercices pratiques)
- 9) Quelques liens utiles

Plan de la présentation

- 1) Introduction générale sur le NetCDF
- 2) Les modèles de données
- 3) Le modèle NetCDF classique
- 4) Le modèle NetCDF 4.0
- 5) Les conventions
- 6) La convention CF (Climate and Forecast)
- 7) Représentation de l'échantillonnage discret
- 8) Les Outils (exercices pratiques)
- 9) Quelques liens utiles

Qu'est ce que le Netcdf ?

•**Net**work **C**ommon **D**ata **F**ormat (1988)

- › Un modèle de données
- › Un format de fichier
- › Une interface de programme d'application (API)
- › Une librairie implémentant l'API

D'où vient le NetCDF ?

•Créer aux US par **Unidata**

(<https://www.unidata.ucar.edu/>) :

–Regroupement de différentes communautés provenant des instituts d'éducation et de recherche

–But : mutualiser les données de géoscience et des outils pour accéder et visualiser ces données

–Fourni des données et des outils depuis 30 ans (1983)

–Financer par National Science Foundation (NSF)

–Unidata est maintenant un programme communautaire (UCP) de la Corporation Universitaire pour la Recherche Atmosphérique (UCAR)

– Plan future : Technologie CLOUD, améliorer les mécanismes de distribution et de visualisation

Pourquoi choisir le NetCDF ?

- Portable
- Données indépendantes de la machine
- **Bibliothèques de procédures** dans de nombreux langages (créer, lire, modifier)
- Bibliothèques NetCDF **libres et gratuites**
- Des **dizaines de logiciels tiers gratuits** permettent de manipuler ce format (découper, assembler, faire des moyennes, visualiser,...)

Pourquoi choisir le NetCDF ?

- Format riche (métadonnées et données)
- Format flexible et normalisé
- Format **ouvert** (suffixe « .nc »)
- Format bien adapté pour stocker des **tableaux de nombres multidimensionnels**
- Format acceptant la mise en place de conventions
- Format permettant standardisation et interopérabilité
- Énormément utilisé en météorologie et en océanographie, dans le spatial...

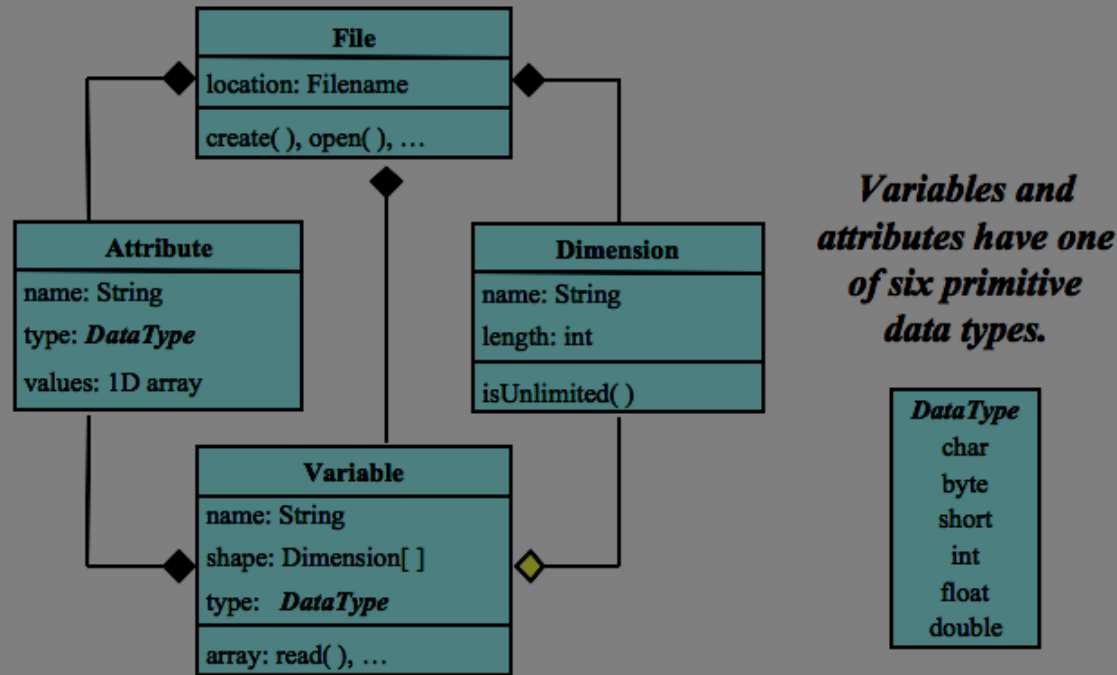
Plan de la présentation

- 1) Introduction générale sur le NetCDF
- 2) Les modèles de données
- 3) Le modèle NetCDF classique
- 4) Le modèle NetCDF 4.0
- 5) Les conventions
- 6) La convention CF (Climate and Forecast)
- 7) Représentation de l'échantillonnage discret
- 8) Les Outils (exercices pratiques)
- 9) Quelques liens utiles

Les modèles de données

The Classic Model

The classic netCDF data model consists of variables, dimensions, and attributes. This way of thinking about data was introduced with the very first netCDF release, and is still the core of all netCDF files.



A file has named variables, dimensions, and attributes. Variables also have attributes. Variables may share dimensions, indicating a common grid. One dimension may be of unlimited length.

NetCDF Classic Data Model

Les modèles de données

• Les limites du modèle classique (NetCDF 1,2,3)

– Fichiers de **2GiB** Max (32-Bit)

– **6 types atomiques** : Char, byte, short, int, float, double

– **1 seule dimension de longueur illimitée**

– **Variables en 32-bit**

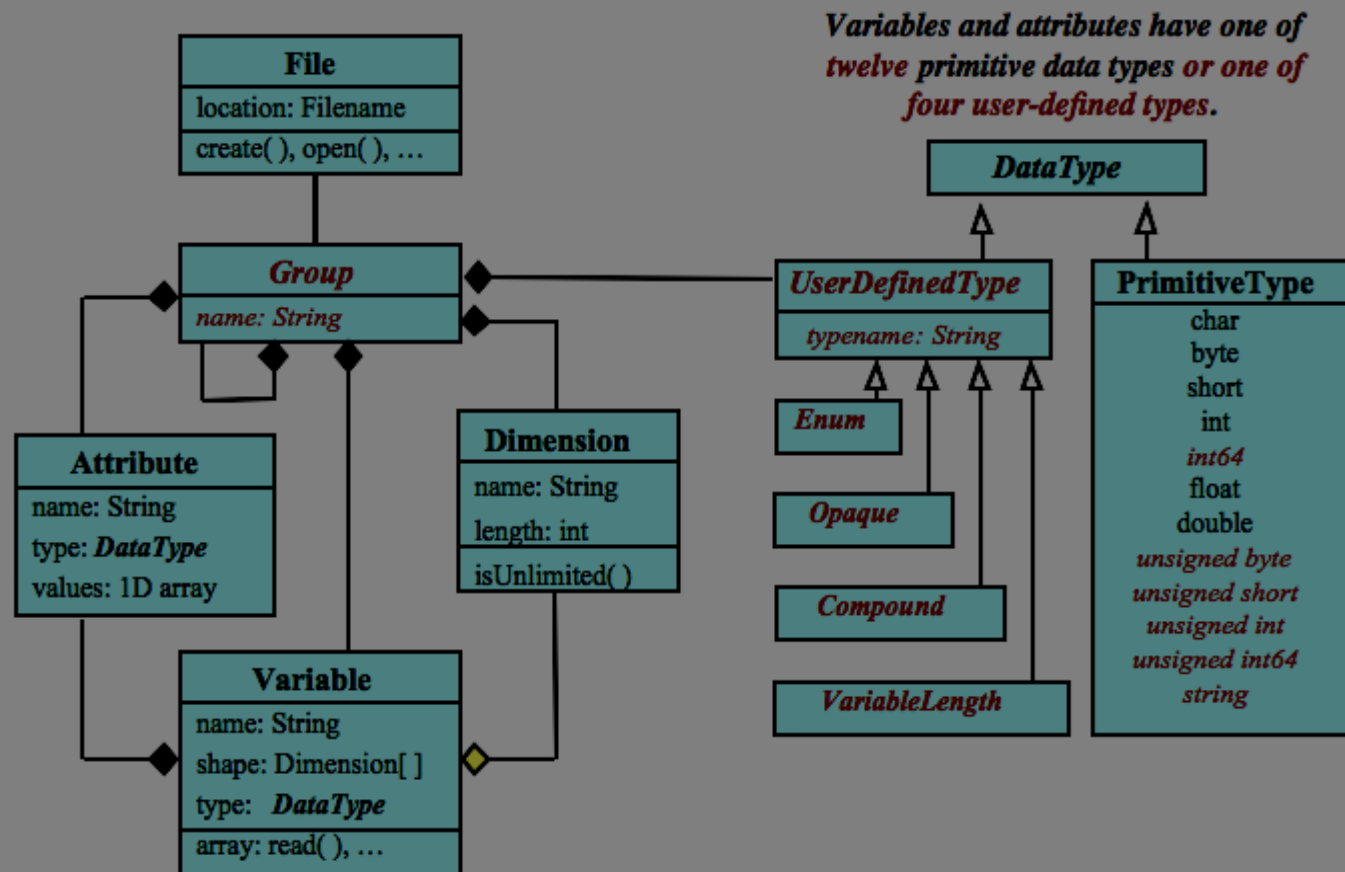
• Limites rapidement atteintes avec l'explosion du volume des données (ex : fichiers de sortie de modèle numérique, données satellitales, etc.)

Les modèles de données

- Le modèle **NetCDF 64-bit Offset Format** (introduit à partir de la version **3.6.0**)
 - **Même type atomique** que le modèle classique
 - Limitation identique pour l'**unicité de la dimension de longueur illimitée**
 - **64-Bit** → **Fichier de volume quasi illimité**
 - **Variables de 4 GiB** par enregistrement

Les modèles de données

NetCDF 4.0



A file has a top-level unnamed group. Each group may contain one or more named subgroups, user-defined types, variables, dimensions, and attributes. Variables also have attributes. Variables may share dimensions, indicating a common grid. One or more dimensions may be of unlimited length.

Les modèles de données

Le NetCDF 4.0 vs NetCDF 3.0:

- Ajoute un degré d'abstraction au modèle par une **notion de groupe** (conforme au HDF5)
- Permet d'avoir **plusieurs dimensions illimitées**
- Introduit **6 nouveaux types** (atomiques) : int64, unsigned (byte, short, int, int64), string
- Introduit **4 types « Userdefinedtype »** (structure en C)
- Interopérabilité avec le HDF5 (mais **pas** identique!)
- Permet de faire des E/S avec des procédures de calcul parallèle
- Attention les bibliothèques NetCDF 3 ne peuvent pas lire le NetCDF 4.0**

Plan de la présentation

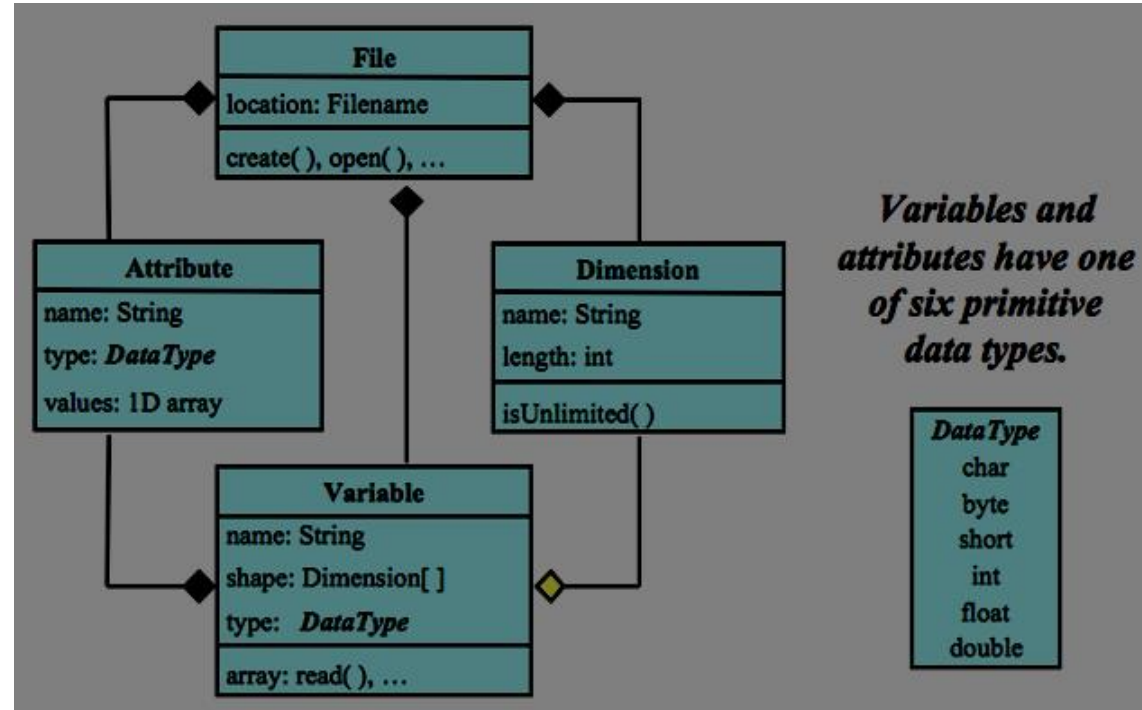
- 1) Introduction générale sur le NetCDF
- 2) Les modèles de données
- 3) Le modèle NetCDF classique
- 4) Le modèle NetCDF 4.0
- 5) Les conventions
- 6) La convention CF (Climate and Forecast)
- 7) Représentation de l'échantillonnage discret
- 8) Les Outils (exercices pratiques)
- 9) Quelques liens utiles

Le NetCDF classique

La **variable** (stockage de la donnée)

va être définie par :

- Un nom (chaîne de caractères)
- Un type de donnée
- Une ou plusieurs dimension(s)
- Des attributs (métadonnées)



Exemple :
variables:

```
float SLA(Time, Longitude, Latitude) ;
```

```
SLA:_FillValue = 9.96921e+36f ;
```

```
SLA:scale_factor = 1.f ;
```

```
SLA:add_offset = 0.f ;
```

```
SLA:long_name = "Sea Level Anomaly Estimate" ;
```

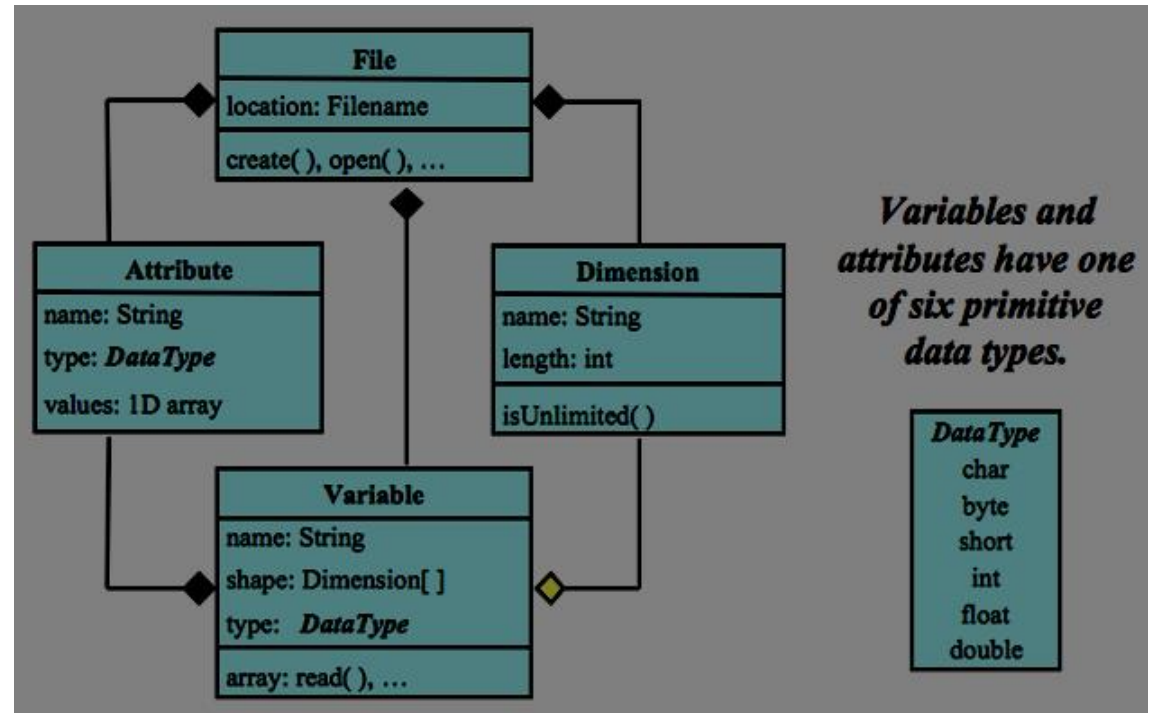
```
SLA:standard_name = "Sea Level Anomaly Estimate" ;
```

```
SLA:units = "m" ;
```

Le NetCDF classique

La **dimension** (permet définir la/les forme(s) de la variable)
va être définie par :

- Un nom (chaîne de caractères)
- Une longueur (entier positif ou unlimited)
- Des attributs (métadonnées)



Exemple :
dimensions:

Longitude = 2160 ;

Latitude = 960 ;

Time = UNLIMITED ; // (1 currently)

Le NetCDF classique



Une **dimension** et une **variable** peuvent avoir le **même nom** !

Exemple :
dimensions:

Longitude = 2160 ;

variables:

float Longitude(Longitude) ;

Longitude:bounds = "Lon_bounds" ;

Longitude:point_spacing = "even" ;

Longitude:long_name = "longitude" ;

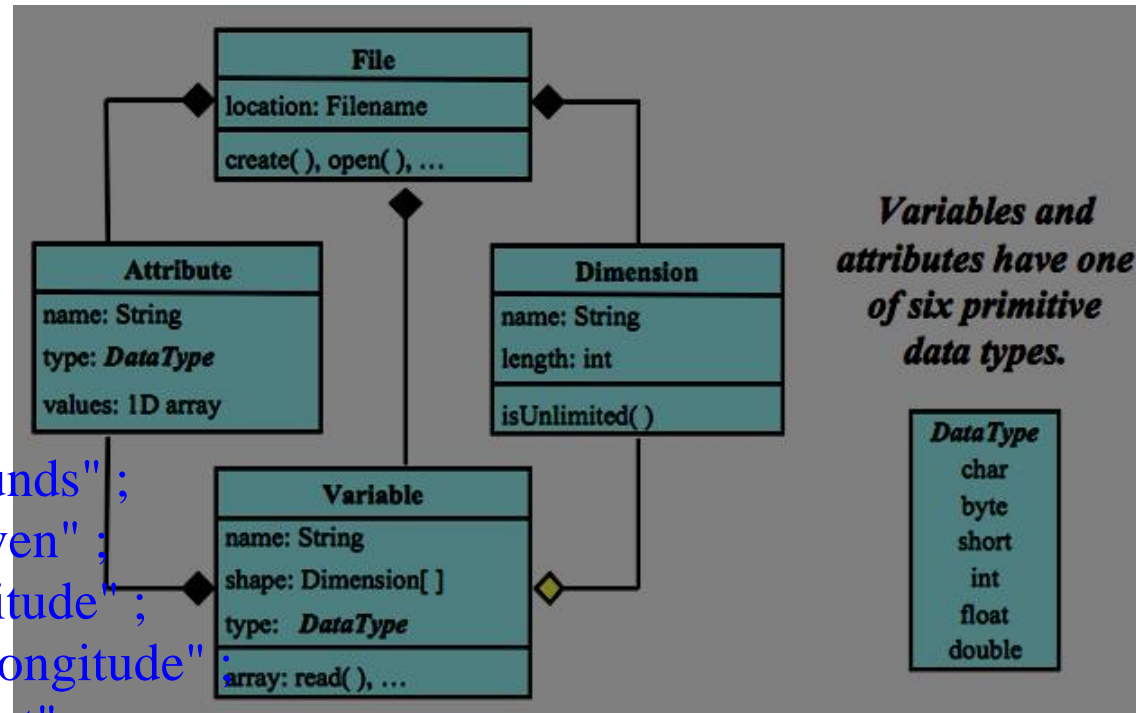
Longitude:standard_name = "longitude" ;

Longitude:units = "degrees_east" ;

Longitude:axis = "X" ;

data:

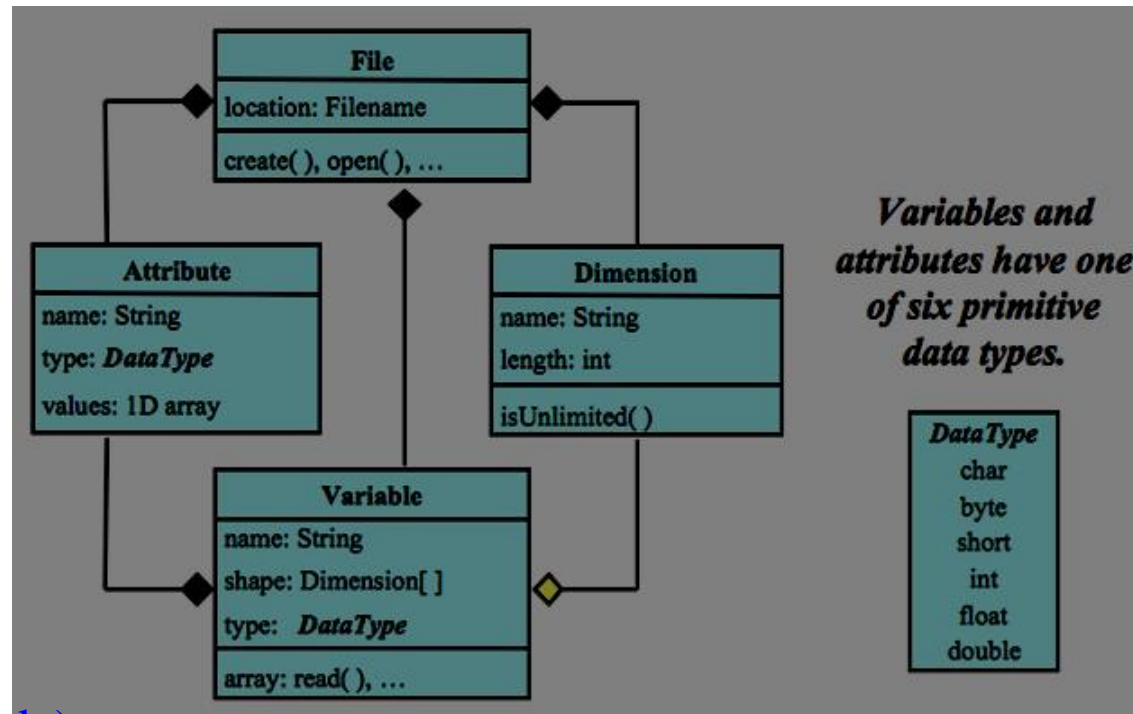
Longitude = 25,30,35,... ;



Le NetCDF classique

Les **attributs** (permettent d'introduire de la métadonnée ou des données auxiliaires dans

- Un nom (chaîne de caractères)
- Un type de donnée
- Une valeur (tableau 1D)



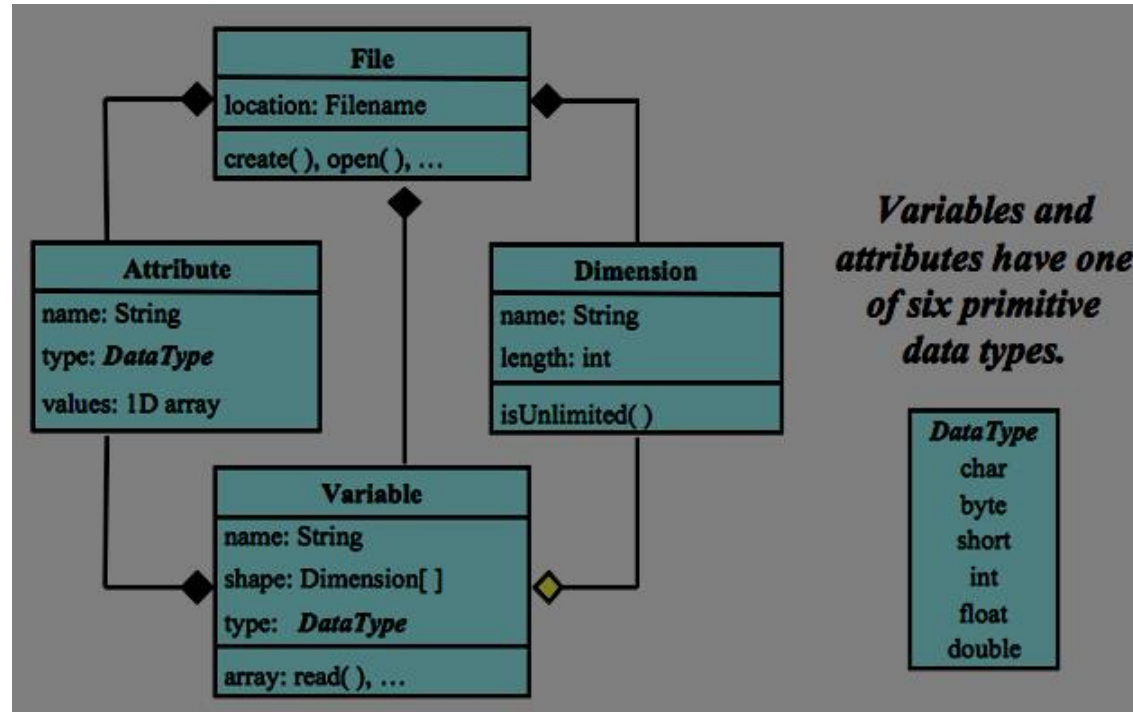
Exemple :
variables:

```
float SLA(Time, Longitude, Latitude) ;
SLA:_FillValue = 9.96921e+36f ;
SLA:scale_factor = 1.f ;
SLA:coordinates = "Sea Level Anomaly Estimate" ;
SLA:add_offset = 0.f ;
SLA:long_name = "Sea Level Anomaly Estimate" ;
SLA:standard_name = "Sea Level Anomaly Estimate" ;
SLA:units = "m" ;
```

Le NetCDF classique

Si la variable associée aux **attributs** est nulle les attributs sont globaux :

- Un nom (chaîne de caractères)
- Un type de donnée
- Une valeur (tableau 1D)



Exemple :

// global attributes:

```
:geospatial_lon_min = 0.08333334f ;  
:geospatial_lat_max = 79.91666f ;  
:time_coverage_end = "1998-06-28" ;  
:title = "Sea Level Anomaly Estimate based on Altimeter Data" ;  
:geospatial_lat_min = -79.91666f ;  
:time_coverage_start = "1998-06-28" ;  
:Conventions = "CF-1.6" ;
```

Plan de la présentation

- 1) Introduction générale sur le NetCDF
- 2) Les modèles de données
- 3) Le modèle NetCDF classique
- 4) Le modèle NetCDF 4.0
- 5) Les conventions
- 6) La convention CF (Climate and Forecast)
- 7) Représentation de l'échantillonnage discret
- 8) Les Outils (exercices pratiques)
- 9) Quelques liens utiles

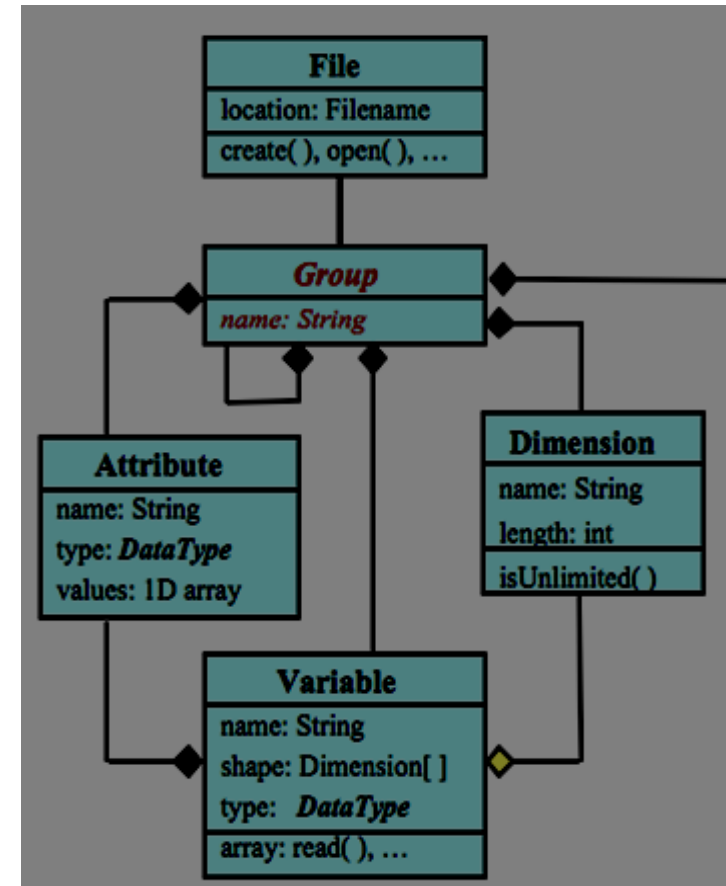
Le NetCDF 4.0

Un **groupe** est associé à:

- Un nom de groupe
- Des attributs de variable et/ou de groupe
- Des dimensions
- Des variables
- Des types

Exemple :

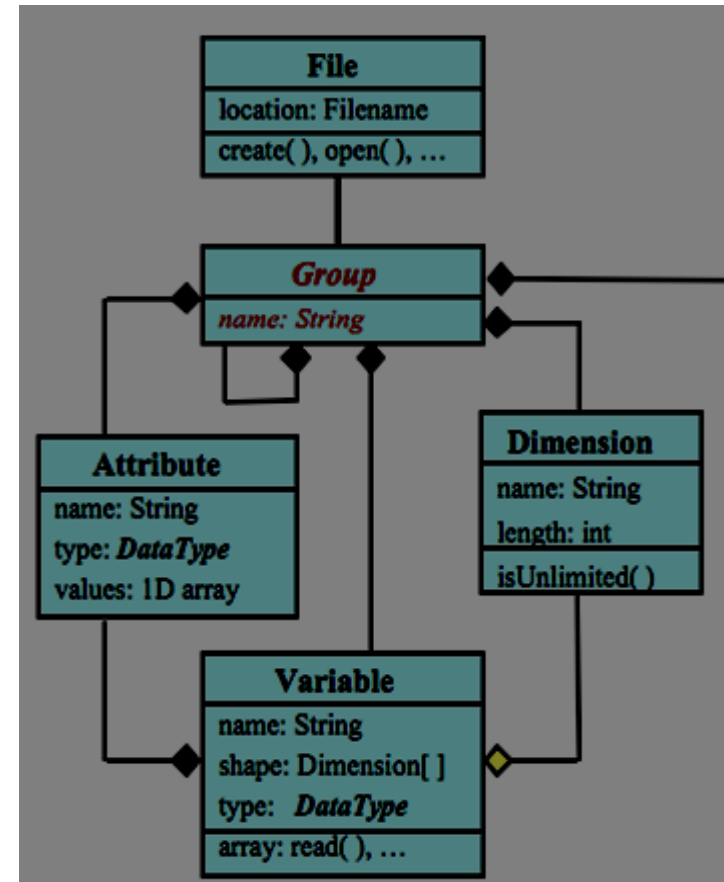
```
group: mozaic_flight_2012030321335035_descent {  
  dimensions:  
    air_press = 76 ;  
  variables:  
    double air_press(air_press) ;  
    air_press:name = "air_pressure" ;  
    air_press:unit = "Pa" ;  
  // group attributes:  
    :airport_dep = "FRA" ;  
    :flight = "2012030321335035" ;  
} // group mozaic_flight_2012030321335035_descent
```



Le NetCDF 4.0

Changement avec l'introduction de la notion de groupe :

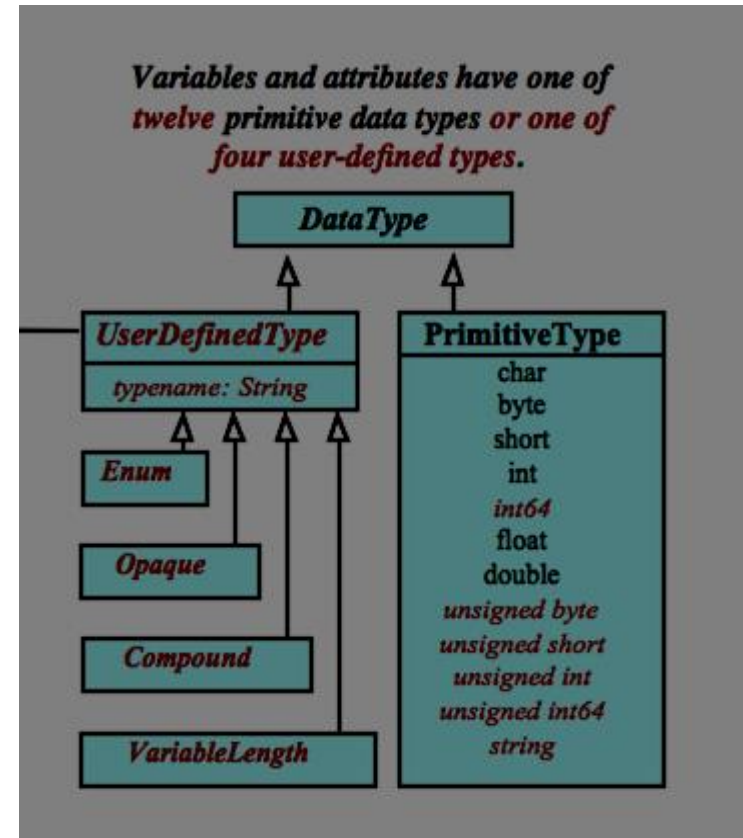
- Les **attributs globaux n'existent plus**
- Création possible d'**attributs de groupe**
- Chaque **groupe est comme un modèle classique**
(attributs, dimensions, variables, attributs de groupe)
- Le **groupe par défaut est le groupe racine**
(cela permet de faire entrer le modèle classique dans ce modèle)
- Une dimension définie pour le 1^{er} groupe peut-être utilisé dans un second groupe



Le NetCDF 4.0

Changement avec les nouveaux types :

- 6 types atomiques en plus
- 4 UserDefinedType :
 - **Enum** : associe un entier constant à un nom
(Voir fichier : [exemple_enum_netcdf4.txt](#))
 - **Opaque** : collection d'objets de dimensions connues mais chaque objet à la même taille
(Voir fichier : [exemple_opaque_netcdf4.txt](#))
 - **Compound** : (modèle de la structure en C) variable = mélange de plusieurs types
(Voir fichier : [exemple_compound_netcdf4.txt](#))
 - **VariableLength** : permet de créer des tableaux irréguliers d'un même type atomique
(Voir fichier : [exemple_variablelength_netcdf4.txt](#))



Le NetCDF 4.5.0

Pour créer un NetCDF:

• <https://www.unidata.ucar.edu/software/netcdf/docs/modules.html>

• Les fonctions NetCDF sont organisées en accord avec le modèle :

- › Netcdf File and Data I/O
- › Dimensions
- › Variables
- › Attributes
- › Groups
- › User-Defined Types
- › Library Version
- › NetCDF Error Handling

Plan de la présentation

- 1) Introduction générale sur le NetCDF
- 2) Les modèles de données
- 3) Le modèle NetCDF classique
- 4) Le modèle NetCDF 4.0
- 5) Les conventions
- 6) La convention CF (Climate and Forecast)
- 7) Représentation de l'échantillonnage discret
- 8) Les Outils (exercices pratiques)
- 9) Quelques liens utiles

Les Conventions

Promouvoir le traitement et le partage de fichiers NetCDF via la **standardisation de l'auto-description** des jeux de **données et métadonnées** associés:

- Des noms de variables
- Des attributs
- Des unités
- Des métadonnées
- Du géoréférencement
- ...

Les Conventions

Principes de base :

- Éviter que ce soit trop pénible pour l'utilisateur et le producteur
- Minimiser les erreurs « stupides » (ex : Obs T en Celsius ou Fahrenheit!)
- › Le fichier doit contenir toutes les informations nécessaires à l'utilisateur (pas de table et d'information externes)
- › Toutes les métadonnées doivent être lisibles par un humain et analysables par un programme
- › Minimiser les redondances
- › Éviter la multiplication des attributs
- › Informations fournies par variable plutôt que par fichier
- › Rien ne dépend des noms de variables (excepté la convention des variables de coordonnées)

Les Conventions

Différentes Conventions :

- Convention Cooperative Ocean/Atmosphere Research Data Service (COARDS)
- Climate and Forecast (CF) Convention
- SeaDataNet (SDN) Convention
- ...

Plan de la présentation

- 1) Introduction générale sur le NetCDF
- 2) Les modèles de données
- 3) Le modèle NetCDF classique
- 4) Le modèle NetCDF 4.0
- 5) Les conventions
- 6) La convention CF (Climate and Forecast)
- 7) Représentation de l'échantillonnage discret
- 8) Les Outils (exercices pratiques)
- 9) Quelques liens utiles

La Convention CF

•Actuellement version 1.7 (<http://cfconventions.org/>)



•Uniquement certains types de données (Océan et Atmosphère):

-Chimie et dynamique de l'atmosphère

-Cycle du carbone

-Nuage

-Hydrologie

-Dynamique océanique

-Radiation

-Glace de mer

-Surface



Gros effort de standardisation à faire
dans les différentes communautés

La Convention CF

Origine de la donnée

Insertion de métadonnées fournissant quelques informations basiques sur l'origine de la donnée

title	Qui a-t-il dans le fichier ?
*institution	Où a-t-il été produit ?
*source	Comment a-t-il été produit?(version du modèle, type d'instrument,etc.)
history	Protocole de traitement
*references	Publication de référence, documentation,...
*comment	Commentaires divers

* attributs qui peuvent aussi être au niveau de chaque variable

La Convention CF

Description de la donnée

Attributs obligatoires à minima

units	Unité international (degC, Pa, mbar,..) Ne pas utiliser psu, dB, Sv
standard_name	Identifier la donnée Ex : sea_surface_temperature
long_name	Pas de standard Ex : Sea Surface Temperature
_FillValue et/ou missing_value	Valeur des données manquantes:999.9 etc.
valid_min et valid_max	Le min et le max de la variable
add_offset et scale_factor	$D = \text{add_offset} + \text{scale_factor} * \text{variable}$ Ex : add_offset=0.f et scale_factor=1.f
flag_values et/ou flag_meaning	Si la donnée nécessite une valeur de « flag »

La Convention CF

Description de la donnée

Table des noms standards (V47, 19 Sept 2017)
(<http://cfconventions.org/standard-names.html>)

Units	GRIB	PCMDI	Standard name
K	13	theta	air_potential_temperature
1	71 E164	clt	cloud_area_fraction
kg m ⁻²	79		large_scale_snowfall_amount
kg m ⁻² s ⁻¹			large_scale_snowfall_flux
m s ⁻¹			lwe_large_scale_snowfall_rate
K Pa s ⁻¹		mpwapta	product_of_omega_and_air_temperature
1			region
1	91	sic	sea_ice_area_fraction
1e-3	88	so	sea_water_salinity
W m ⁻²		rlds	surface_downwelling_longwave_flux
W m ⁻²		rls	surface_net_downward_longwave_flux

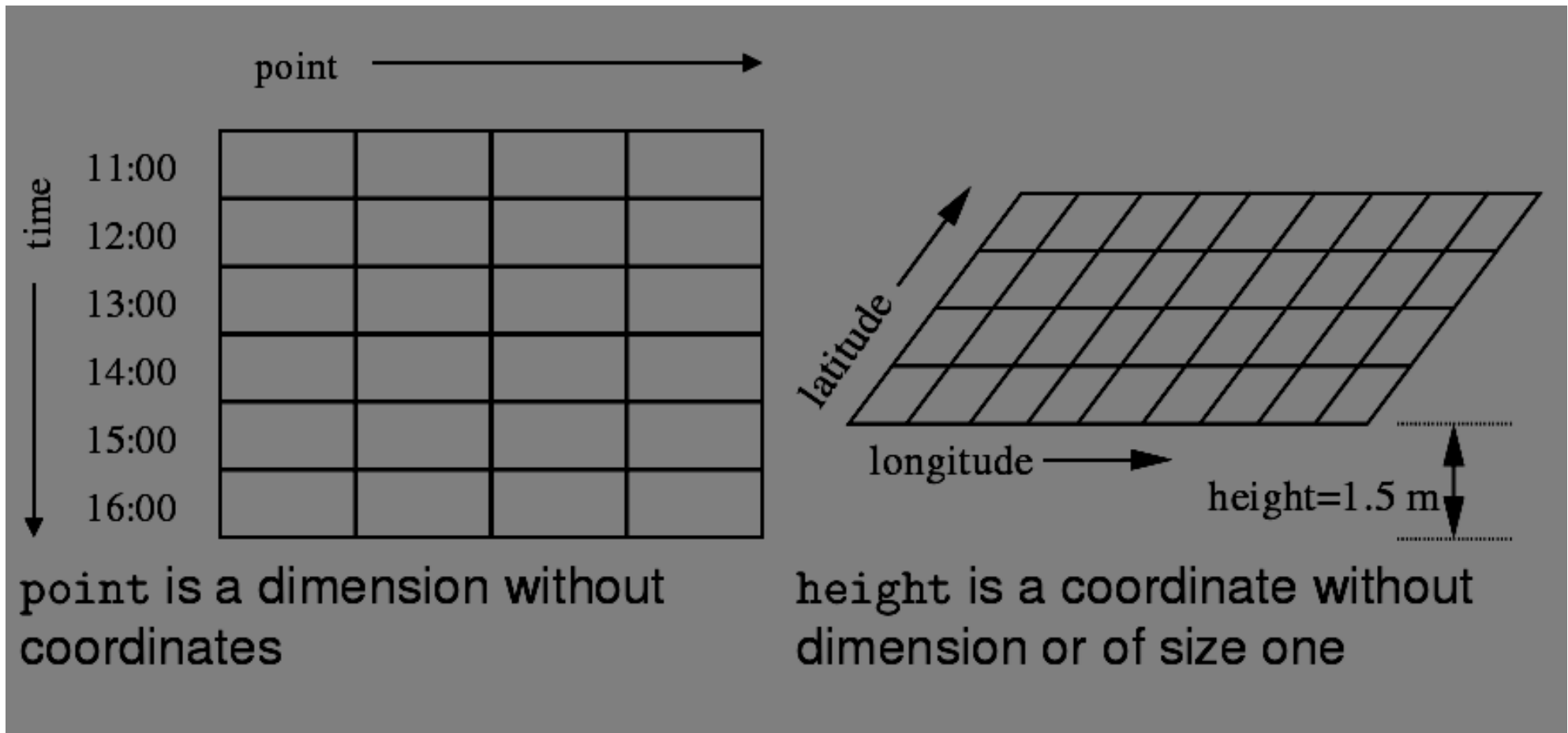
La Convention CF

Dimensions et coordonnées

La dimension indexe la donnée Ex : Temperature (46,0)

Ordre des dimensions : tzyx

La coordonnée est une variable indépendante T = 26°C à 0°E et 10.0°N



La Convention CF

Dimensions et coordonnées

Les variables contenant les coordonnées :

- Chaque **variable de coordonnée a sa propre dimension** avec un nom identique (Ex : Longitude(Longitude), lat(lat))
- La **variable de coordonnée distingue les éléments le long de l'axe** (si possible monotone)
- Associé à la variable par l'attribut coordinates

Exemple :

dimensions:

Longitude = 2160 ;

variables:

float Longitude(Longitude) ;

Longitude:long_name = "longitude" ;

Longitude:standard_name = "longitude" ;

Longitude:units = "degrees_east" ;

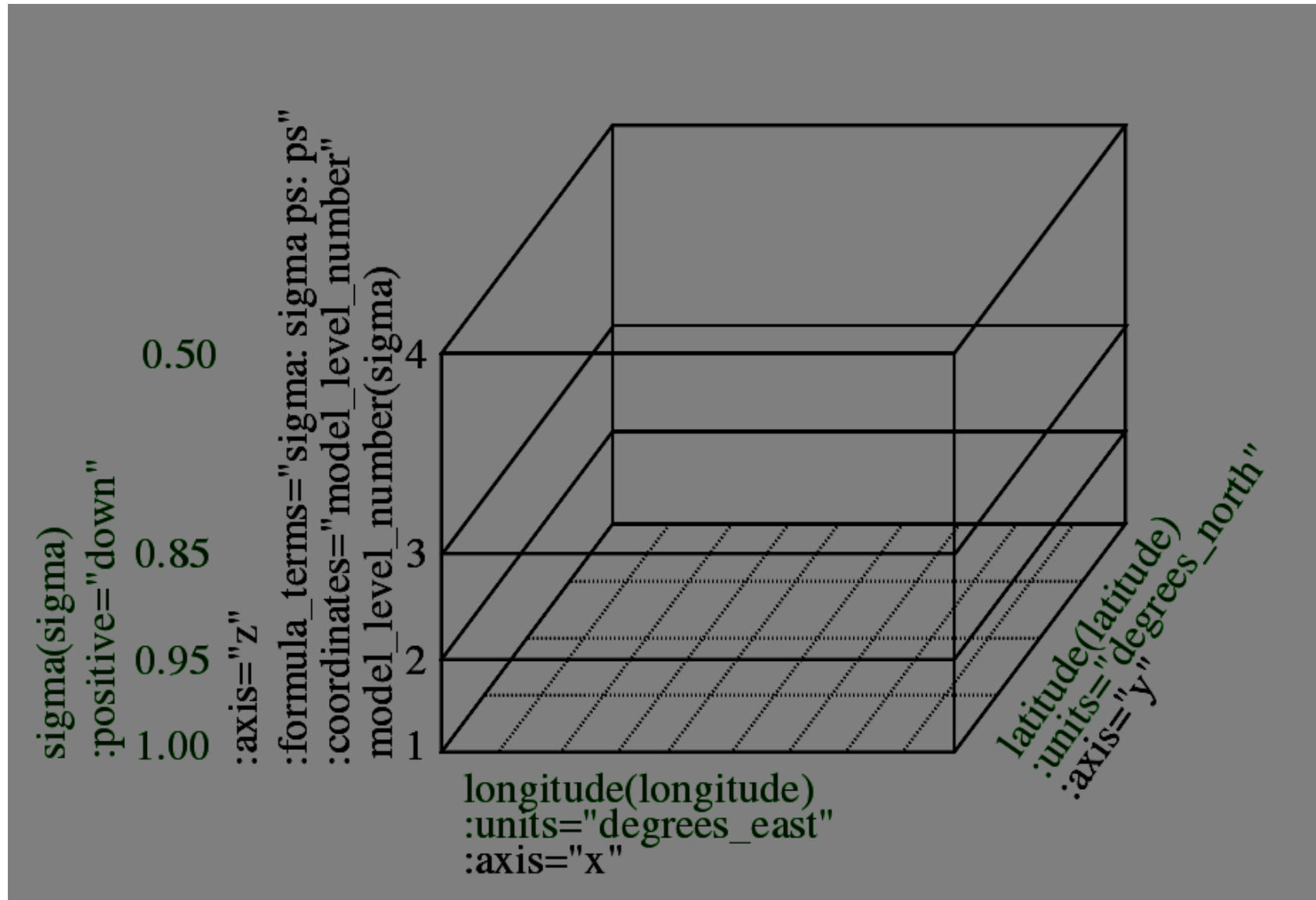
Longitude:axis = "X" ;

data:

Longitude = 25,30,35,... ;

La Convention CF

Dimensions et coordonnées



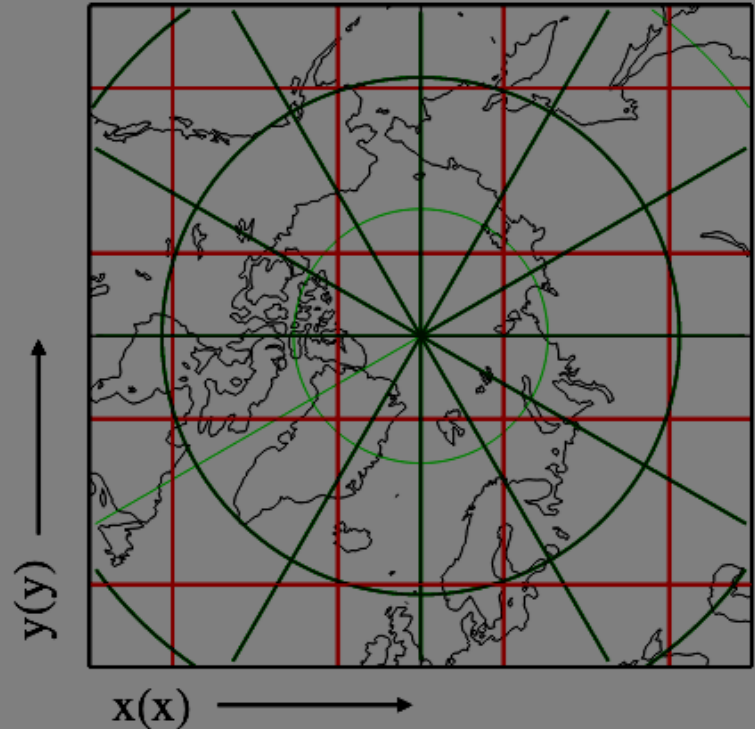
La Convention CF

Dimensions et coordonnées

	name(point,length)			
	Hamburg	Livermore	Princeton	Reading
lon(point)	10	-122	-75	-1
lat(point)	54	38	40	51

time	11:00			
12:00				
13:00				
14:00				
15:00				
16:00				

float air_temperature(time,point)
:coordinates="lat lon name"



float air_pressure_at_sea_level(y,x)
:coordinates="lat lon"
:grid_mapping="mappinginfo"
float lat(y,x)

La Convention CF

Dimensions et coordonnées

La **variable temporelle** :

- Time (année, mois, jour, heure, minute, seconde,..)

doit avoir des attributs obligatoires :

- L'**attribut units** (unité de temps since temps de référence)

Ex time:units = « days since 1950-01-01-00-00 »

- L'**attribut calendar**

(360-days, standard, julian...)

Le calendrier **standard**

est le calendrier **grégorien**

Exemple :

dimensions:

```
time = UNLIMITED ; // (12 currently) ;
```

variables:

```
float time(time) ;
```

```
time:long_name = "time" ;
```

```
time:standard_name = "time" ;
```

```
time :axis = "T"
```

```
time:units = "seconds since 2001-01-01" ;
```

```
time:calendar = "360-days" ;
```

data:

```
time = 25,30,35,... ;
```

Plan de la présentation

- 1) Introduction générale sur le NetCDF
- 2) Les modèles de données
- 3) Le modèle NetCDF classique
- 4) Le modèle NetCDF 4.0
- 5) Les conventions
- 6) La convention CF (Climate and Forecast)
- 7) Représentation de l'échantillonnage discret
- 8) Les Outils (exercices pratiques)
- 9) Quelques liens utiles

Représentation de l'échantillonnage discret

• Comment représenter un échantillonnage discret ?

• <http://cfconventions.org/Data/cf-conventions/cf-conventions-1.7/cf-conventions.html#appendix-examples-discrete-geometries>

• Les « featureType » :

-Point data

-TimeSeries

-Trajectory

-Profile

-TimeSeriesProfile

-trajectoryProfile

Représentation de l'échantillonnage discret

- Les « featureType » :
 - Point Data
 - observations de paramètres
 - sans relation spatio-temporelle
- ```
dimensions:
 obs = 1234 ;
variables:
 double time(obs) ;
 float lon(obs) ;
 float lat(obs) ;
 float alt(obs) ;
 float humidity(obs) ;
 humidity:standard_name = "specific_humidity" ;
 humidity:coordinates = "time lat lon alt" ;
attributes:
 :featureType = "point";
```

# Représentation de l'échantillonnage discret

- Les « featureType » :
- TimeSeries
- observations de paramètres
- à différentes stations
- mais au même temps
- ex : réseaux d'obs



Même temps  
d'échantillonnage !

dimensions:

```
station = 10 ; // measurement locations
time = UNLIMITED ;
```

variables:

```
float humidity(station,time) ;
double time(time) ;
float lon(station) ;
float lat(station) ;
float alt(station) ;
char station_name(station, name_strlen) ;
```

attributes:

```
:featureType = "timeSeries";
```

# Représentation de l'échantillonnage discret

• Les « featureType » :

• TimeSeries

• ex : réseaux d'obs



Temps  
d'échantillonnage  
différents

**Matrices creuses :**  
**Privilégier la simplicité**  
**au stockage**

dimensions:

station = UNLIMITED ;

obs = 13 ;

variables:

float lon(station) ;

float lat(station) ;

float alt(station) ;

char station\_name(station, name\_strlen) ;

double time(station, obs) ;

float humidity(station, obs) ;

float temp(station, obs) ;

attributes:

:featureType = "timeSeries";

# Représentation de l'échantillonnage discret

•Les « featureType » :

•TimeSeries

•ex : réseaux d'obs



Temps  
d'échantillonnage  
différents

Échantillonnages  
très irréguliers :  
Privilégier le stockage

dimensions:

```
station = 23 ;
```

```
obs = 1234 ;
```

variables:

```
float lon(station) ;
```

```
float lat(station) ;
```

```
float alt(station) ;
```

```
char station_name(station, name_strlen) ;
```

```
int row_size(station) ;
```

```
row_size:long_name = "number of
observations for this station " ;
```

```
row_size:sample_dimension = "obs" ;
```

```
double time(obs) ;
```

```
float humidity(obs) ;
```

attributes:

```
:featureType = "timeSeries";
```

# Représentation de l'échantillonnage discret

•Les « featureType » :

–Trajectory : featureType= «trajectory» → dimension pertinente time (comme point avec time à la place de obs!)

–Profile : featureType= «profile» → dimension pertinente z

–TimeSeriesProfile featureType= «timeSeriesProfile» → (dimensions pertinentes : station, profile, z)

–TrajectoryProfile featureType= «trajectoryProfile» → (dimensions pertinentes : trajectory, profile, z)

**Voir le poster de l'arbre décisionnel : [netcdf\\_CF\\_decision\\_tree\\_high\\_res.pdf](#)**

# Plan de la présentation

- 1) Introduction générale sur le NetCDF
- 2) Les modèles de données
- 3) Le modèle NetCDF classique
- 4) Le modèle NetCDF 4.0
- 5) Les conventions
- 6) La convention CF (Climate and Forecast)
- 7) Représentation de l'échantillonnage discret
- 8) Les Outils (exercices pratiques)
- 9) Quelques liens utiles

# Les Outils

## Quelques exercices pratiques

Il existe de nombreux outils qui permettent :

- de visualiser simplement dans un terminal le contenu d'un fichier NetCDF
- (format sémantique :CDL Concept Description Language)  
(la commande : **Ncdump**)
- de visualiser la donnée sous forme graphique  
( les logiciels : **Ncview** et **Panoply**)
- de manipuler les fichiers NetCDF et leurs contenus  
(la suite NetCDF Operator **NCO**)

# Les Outils

## Quelques exercices pratiques

Ncdump (outil Unidata)

**Ncdump -h** : permet de voir l'entête d'un fichier

```
ncdump -h testrh.nc
```

```
ncdump -h tos_O1_2001-2002.nc
```

**Ncdump -v** : permet de voir une variable dans un fichier

```
ncdump -v time tos_O1_2001-2002.nc
```

**Ncdump -c** : permet de voir les coordonnées

```
ncdump -c tos_O1_2001-2002.nc
```



# Les Outils

## Quelques exercices pratiques

Ncview et Panoply: (visualisation de la donnée)

**Ncview** : permet de représenter des données N Dimensions

`ncview testrh.nc` (1D)

`ncview v_gekco2_usec_20161201.nc` (2D)

`ncview tos_O1_2001-2002.nc` (2D, time) anim

`ncview test_hgroups.nc`

**Panoply** : outil plus complet (mais plus difficile à prendre en main!)

# Les Outils

## Quelques exercices pratiques

La boîte à outils NCO :  
(manipulation par lignes de commandes des fichiers NetCDF)

- [ncap2](#) netCDF Arithmetic Processor ([examples](#))
- [ncatted](#) netCDF ATtribute EDitor ([examples](#))
- [ncbo](#) netCDF Binary Operator (addition, multiplication...) ([examples](#))
- [ncclimo](#) netCDF CLIMatOlogy Generator ([examples](#))
- [nces](#) netCDF Ensemble Statistics ([examples](#))
- [ncecat](#) netCDF Ensemble conCATenator ([examples](#))
- [ncflint](#) netCDF FiLe INTerpolator ([examples](#))
- [ncks](#) netCDF Kitchen Sink ([examples](#))
- [ncpdq](#) netCDF Permute Dimensions Quickly, Pack Data Quietly ([examples](#))
- [ncra](#) netCDF Record Averager ([examples](#))
- [ncrcat](#) netCDF Record conCATenator ([examples](#))
- [ncremap](#) netCDF REMAPer ([examples](#))
- [ncrename](#) netCDF RENAMEer ([examples](#))
- [ncwa](#) netCDF Weighted Averager ([examples](#))

# Les Outils

## Quelques exercices pratiques

La boîte à outils NCO :

**Ncap2** : processeur arithmétique

Ex : créer un champs avec la norme d'une vitesse

```
ncap2 -s 'norm[time,lat,lon]=(u^2+v^2)^0.5'
v_gekco2_usec_20161201.nc norme.nc
```

**Ncatted** : manipuler les attributs

Ex : ajouter le long\_name sur la norme

```
ncatted -a long_name,norm,o,c,'norme of uv' norme.nc
```

Ex : mettre toutes les missing\_value à 0.d

```
ncatted -a missing_value,norm,o,d,0. norme.nc
```

Ex : éliminer toutes les unités

```
ncatted -a units,,d,, norme.nc
```

# Les Outils

## Quelques exercices pratiques

La boîte à outils NCO :

**Ncbo** : opération binaire (addition, soustraction, ...)

Ex : différence de toutes les données entre 2 dates

```
ncbo --op_typ="-" v_gekco2_usec_20161202.nc
v_gekco2_usec_20161201.nc diff.nc
```



Les fichiers doivent être identiques

**Ncecat** : concaténation (de type Ensemble)

Ex : concaténer dans le temps les 3 premiers fichiers

```
nccat -d time,0, v_gekco2_usec_2016120[123].nc
all_time.nc
```

# Les Outils

## Quelques exercices pratiques

**Ncecat** : concaténation (de type Ensemble - record)

Ex : concaténer la variable h sur tous les fichiers

```
nccat -v h -d time,0, v_gekco2_usec_*.nc h_time.nc
```

Pour concaténer sur le temps

1) Changer la dimension time en record

**Ncks** : (la commande « kitchen sink »!)

```
ncks -O -h --mk_rec_dmn time v_gekco2_usec_20161201.nc
tmp.nc
```

2) Concaténer tous les fichiers

**Nccat** : concaténer sur un record

```
nccat -h tmp.nc v_gekco2_usec_*.nc c_time.nc
```

# Les Outils

## Quelques exercices pratiques

**Ncks** : (la commande « kitchen sink »!)

Extraire une zone géographique lon de 300°E – 310°E

Lat de 28°N-40°N de la variable h

```
ncks -d lon,300.,310. -d lat,28.,40. -d time,0,0 -v h
v_gekco2_usec_20161201.nc extract.nc
```



Pour **lon** et **lat** les valeurs sont des **floats** →  
**interprétées** comme des **grandeurs géophysiques**

Pour **time** les valeurs sont des **entiers** →  
interprétées comme des **indices**

# Plan de la présentation

- 1) Introduction générale sur le NetCDF
- 2) Les modèles de données
- 3) Le modèle NetCDF classique
- 4) Le modèle NetCDF 4.0
- 5) Les conventions
- 6) La convention CF (Climate and Forecast)
- 7) Représentation de l'échantillonnage discret
- 8) Les Outils (exercices pratiques)
- 9) Quelques liens utiles

# Quelques liens utiles !

- <https://www.unidata.ucar.edu/software/netcdf/docs/index.html>
- <https://www.unidata.ucar.edu/software/netcdf/docs/modules.html>
- <http://cfconventions.org/>
- <https://www.giss.nasa.gov/tools/panoply/>
- <http://nco.sourceforge.net/>



**Merci**