



CGNS/PYTHON & CGNS/HDF5 SPÉCIALISATION POUR LES DONNÉES EN CFD



- **Interopérabilité des simulations CFD (Computational Fluid Dynamics)**

- > Calculs longs et coûteux
- > Peu de données de grands volumes
- > Représentation des données adaptée aux besoins de performance

- **Objectifs**

- > Capitaliser les outils et les données
- > Reprendre ses calculs et ceux des autres
- > Partager avec des entités quelconques
- > Factoriser les pratiques
- > Déléguer des traitements

Des grandeurs physiques et numériques CFD

- > Coordonnées de maillages
- > Connectivités de points et de blocs
- > Champs de valeurs
- > Ingrédients numériques

▪ Des tableaux de scalaires

- > Réels simple et doubles, entiers simples et doubles
- > Peu ou pas de chaînes de caractères
- > Peu ou pas de structures typées

▪ Codes de manipulation et d'échange travaillant sur des tableaux bruts

- > Fortran
- > MPI

Etat des lieux - 2

- **Pas d'interopérabilité**

- > Chaque code a son format
- > Mélange langage de description de données vs modèle de données
- > Traducteurs de formats internes en formats internes

- **Pas d'outils standards**

- > Capture des formats propriétaires
- > Très bas niveau de manipulation (binaire)

- **Pas de capitalisation**

- > Le savoir faire reste dans les outils
- > Les données sont dupliquées/ traduites avec perte de contexte voire de précision

Initiative CGNS - Organisation

▪ Groupe NASA/ Boeing/ Mc Donnell Douglas

- Travaux sur des outils CFD et format CFF (1994-1995)
- Développement du standard (1995-1998)
- Création du groupe public (1999)

▪ Steering Committee

- Membres votants pour le standard
- Le consensus avant tout
- Demandes d'extensions hors SC possibles

Un standard désormais incontournable
pour la CFD

*Airbus
ANSYS-ICEM CFD
Boeing Commercial
Cenaero
Colorado State University
HDF Group
Intelligent Light
NASA Langley
ONERA
Pointwise, Inc.
Pratt & Whitney
SAFRAN
Tecplot, Inc.
TTC Technologies
University of Colorado
University of Kansas*

Initiative CGNS - Eléments du standard

- **Le document de référence**

- > CGNS/SIDS (Standard Interface Data Structure)

- **Représentation en arbre indépendante de l'implémentation**

- > CGNS/ADF

- > CGNS/HDF5

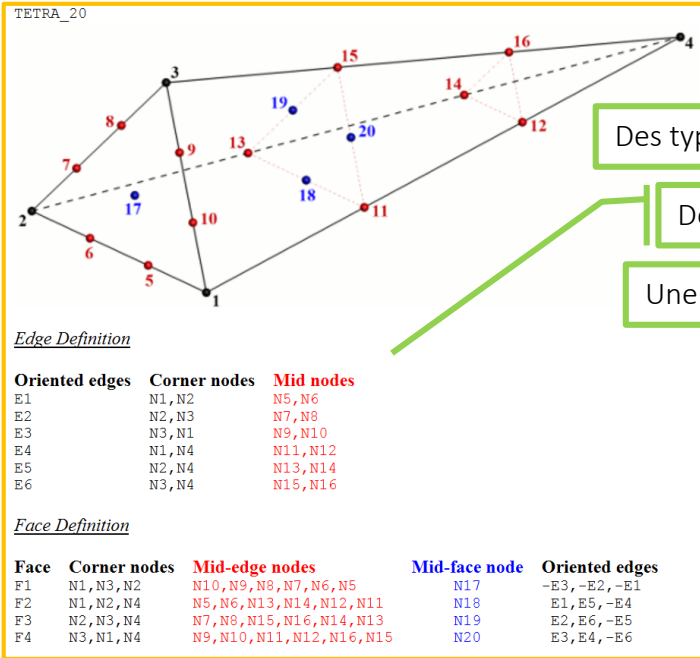
- > CGNS/Python

- **Des exemples**

- > Une librairie de manipulation CGNS/MLL

- > Des outils de manipulation, visualisation...

CGNS/SIDS - Le sens des données



Des types de données

Des conventions

Une sémantique

```
RigidGridMotion_t :=
{
  List( Descriptor_t Descriptor1 ... DescriptorN ) ; (o)

  RigidGridMotionType_t RigidGridMotionType ; (r)

  DataArray_t<real, 2, [PhysicalDimension, 2]> OriginLocation ; (r)
  DataArray_t<real, 1, PhysicalDimension> RigidRotationAngle ; (o/d)
  DataArray_t<real, 1, PhysicalDimension> RigidVelocity ; (o)
  DataArray_t<real, 1, PhysicalDimension> RigidRotationRate ; (o)

  List( DataArray_t DataArray1 ... DataArrayN ) ; (o)

  DataClass_t DataClass ; (o)

  DimensionalUnits_t DimensionalUnits ; (o)

  List( UserDefinedData_t UserDefinedData1 ... UserDefinedDataN ) ; (o)
} ;
```

Definitions for nondimensional flowfield coefficients follow: the pressure coefficient is defined as,

$$c_p = (p - p_{ref}) / (\rho_{ref} q_{ref}^2 / 2)$$

where $\rho_{ref} q_{ref}^2 / 2$ is the dynamic pressure evaluated at some reference condition, and p_{ref} is some reference pressure. The skin friction coefficient is,

$$c_f = \tau / (\rho_{ref} q_{ref}^2 / 2)$$

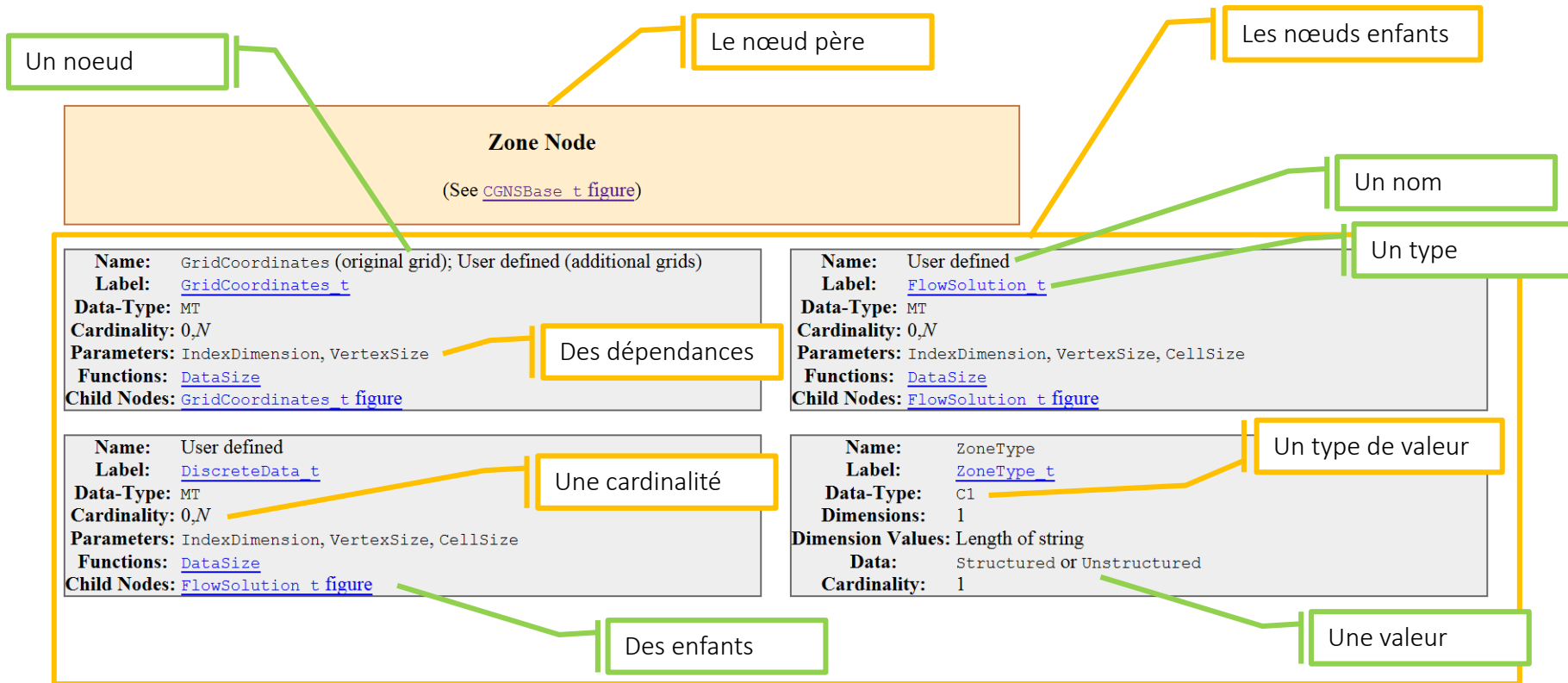
where τ is the shear stress or skin friction vector. Usually, τ is evaluated at the wall surface.

The data-name identifiers defined for nondimensional governing parameters and flowfield coefficients are listed in the following table.

Data-Name Identifiers for Nondimensional Parameters

Data-Name Identifier	Description	Units
Mach	Mach number: $M = q/c$	-
Mach_Velocity	Velocity scale (q)	L/T
Mach_VelocitySound	Speed of sound scale (c)	L/T
RotatingMach	Mach number relative to rotating frame: $M_r = q_r/c$	-

CGNS/SIDS - Correspondance implémentation - 1



CGNS/SIDS - Correspondance implémentation - 2

▪ Prérequis du support d'implémentation

- > Représentation en arbre
- > Nœud avec : nom, valeur, type
- > Référence à un noeud

▪ Implémentation historique

- > CGNS/ADF

▪ Implémentations de référence

- > CGNS/HDF5
- > CGNS/python

▪ Implémentations test

- > CGNS/XML
- > CGNS/SQL

Systeme ouvert - 1

- **Interfaces publiques**

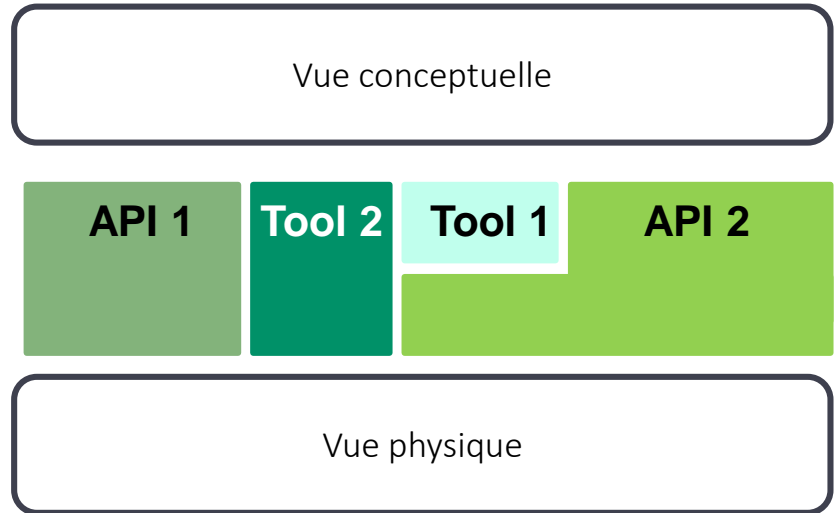
- > Consensus
- > Standard de facto vs Standard de juri
- > Outils/Librairies adaptées aux applications

- **Implémentation de référence**

- > Avec: la code fixe la pratique (danger)
- > Sans: standard virtuel
- > Plusieurs: idéal

- **Principes de base**

- > Pas de module/ librairie/ classe spécialisée requise
- > Support de librairies/ services très utilisés faisant déjà l'objet d'un consensus
- > Spécifications publiques établies après discussion



Implémentations de référence

▪ CGNS/HDF5

- > Archivage
- > Echange par fichier
- > Spécialisation des groupes/ dataset/ attributes

▪ CGNS/Python

- > Très grande souplesse de manipulation
- > Structure de liste + numpy
- > Intéropérabilité en cours de calcul
- > Echange par buffer mémoire
 - ◆ Buffer protocol: mpi4py, numpy...

CGNS - Nœud & CGNS/SIDS

Noeud

Enfants

Name	SIDS type	L	M	C	U	Shape	D	Value
ReferenceState	ReferenceState_t						MT	
AngleofAttack	DataArray_t					(1,)	R8	7.0
BetaAngle	DataArray_t					(1,)	R8	0.0
Coef_Area	DataArray_t					(1,)	R8	0.025
Coef_PressureDynamic	DataArray_t					(1,)	R8	2837.15315566
Density	DataArray_t					(1,)	R8	1.22524863848
EnergyStagnationDensity	DataArray_t					(1,)	R8	256154.399197
LengthReference	DataArray_t					(1,)	R8	0.5
Mach	DataArray_t					(1,)	R8	0.2
MomentumX	DataArray_t					(1,)	R8	82.7597580354
MomentumY	DataArray_t					(1,)	R8	-0.0
MomentumZ	DataArray_t					(1,)	R8	10.1616205508
Pressure	DataArray_t					(1,)	R8	101326.898416
PressureStagnation	DataArray_t					(1,)	R8	104192.536703
Reynolds	DataArray_t					(1,)	R8	2330000.0
Temperature	DataArray_t					(1,)	R8	288.15
TemperatureStagnation	DataArray_t					(1,)	R8	290.4552
TurbulentSANuTilde	DataArray_t					(1,)	R8	1.46035471482e-08
VelocityMagnitude	DataArray_t					(1,)	R8	68.0525297105
ReferenceStateDescription	Descriptor_t					(22,)	C1	Global reference state

Nom

Type

Valeur

CGNS - Coordonnées

Racine

Name	SIDS type	L	M	C	U	Shape	D	Value
CGNSTree	CGNSTree_t						MT	
└─ BASE#1	CGNSBase_t					(2,)	I4	[3, 3]
└─┬─ Zone 1	Zone_t					(3, 3)	I4	[[35, 34, 0], [25, 24, 0], [2, 1, 0]]
└─┬─┬─ ZoneType	ZoneType_t					(10,)	C1	Structured
└─┬─┬─ GridCoordinates	GridCoordinates_t						MT	
└─┬─┬─┬─ CoordinateX	DataArray_t					(35, 25, 2)	R8	
└─┬─┬─┬─ CoordinateY	DataArray_t					(35, 25, 2)	R8	
└─┬─┬─┬─ CoordinateZ	DataArray_t					(35, 25, 2)	R8	
└─┬─┬─ ZoneBC	ZoneBC_t						MT	
└─┬─┬─┬─ Jhi_Seg 1	BC_t					(15,)	C1	BCTunnelOutflow
└─┬─┬─┬─┬─ FamilyName	FamilyName_t					(6,)	C1	OUTLET
└─┬─┬─┬─┬─ PointRange	IndexRange_t					(3, 2)	I4	[[35, 35], [1, 25], [1, 2]]
└─┬─┬─┬─┬─ Jlo_Seg 1	BC_t					(14,)	C1	BCTunnelInflow
└─┬─┬─┬─┬─ FamilyName	FamilyName_t					(5,)	C1	INLET
└─┬─┬─┬─┬─ PointRange	IndexRange_t					(3, 2)	I4	[[1, 1], [1, 25], [1, 2]]
└─┬─┬─┬─┬─ Khi_Seg 1	BC_t					(10,)	C1	BCFarfield
└─┬─┬─┬─┬─ FamilyName	FamilyName_t					(8,)	C1	FARFIELD
└─┬─┬─┬─┬─ PointRange	IndexRange_t					(3, 2)	I4	[[1, 35], [25, 25], [1, 2]]
└─┬─┬─┬─┬─ Klo_Seg 1	BC_t					(15,)	C1	BCSymmetryPlane
└─┬─┬─┬─┬─ FamilyName	FamilyName_t					(3,)	C1	SYM
└─┬─┬─┬─┬─ PointRange	IndexRange_t					(3, 2)	I4	[[1, 7], [1, 1], [1, 2]]
└─┬─┬─┬─┬─ Klo_Seg 2	BC_t					(21,)	C1	BCWallViscousHeatFlux
└─┬─┬─┬─┬─ FamilyName	FamilyName_t					(4,)	C1	WALL
└─┬─┬─┬─┬─ PointRange	IndexRange_t					(3, 2)	I4	[[7, 35], [1, 1], [1, 2]]
CGNSLibraryVersion	CGNSLibraryVersion_t					(1,)	R4	2.53

Version embarquée

Name	SIDS type	L	M	C	U	Shape	D	Value
dim2	DataArray_t					(1,)	I4	50
proj_direction	DataArray_t					(1,)	C1	y
type	DataArray_t					(9,)	C1	cart_elts
zone1	Zone_t					(3, 3)	I4	[[20, 19, 0], [50, 49, 0], [2, 1, 0]]
ZoneType	ZoneType_t					(10,)	C1	Structured
GridCoordinates	GridCoordinates_t						MT	
CoordinateX	DataArray_t					(20, 50, 2)	R8	
CoordinateY	DataArray_t					(20, 50, 2)	R8	
CoordinateZ	DataArray_t					(20, 50, 2)	R8	
ZoneBC	ZoneBC_t						MT	
ext1	BC_t					(15,)	C1	FamilySpecified
FamilyName	FamilyName_t					(7,)	C1	Overlap
PointRange	IndexRange_t					(3, 2)	I4	[[1, 20], [50, 50], [1, 2]]
wall1	BC_t					(15,)	C1	FamilySpecified
FamilyName	FamilyName_t					(8,)	C1	WallMask
PointRange	IndexRange_t					(3, 2)	I4	[[1, 20], [1, 1], [1, 2]]
FlowSolution#EndOfRun	FlowSolution_t						MT	
ZoneGridConnectivity	ZoneGridConnectivity_t						MT	
match1	GridConnectivity1to1_t					(5,)	C1	zone3
PointRange	IndexRange_t					(3, 2)	I4	[[1, 1], [1, 50], [1, 2]]
PointRangeDonor	IndexRange_t					(3, 2)	I4	[[11, 11], [1, 50], [1, 2]]
Transform	"int[IndexDimension]"					(3,)	I4	[1, 2, 3]
match4	GridConnectivity1to1_t					(5,)	C1	zone2
PointRange	IndexRange_t					(3, 2)	I4	[[20, 20], [1, 50], [1, 2]]
PointRangeDonor	IndexRange_t					(3, 2)	I4	[[1, 1], [1, 50], [1, 2]]
Transform	"int[IndexDimension]"					(3,)	I4	[1, 2, 3]
zone2	Zone_t					(3, 3)	I4	[[21, 20, 0], [50, 49, 0], [2, 1, 0]]
ZoneType	ZoneType_t					(10,)	C1	Structured
GridCoordinates	GridCoordinates_t						MT	
CoordinateX	DataArray_t					(21, 50, 2)	R8	

Arbre visible

Lien

CGNS - Unstructured elements

Une zone pour un processeur (en structuré)

Autonomie du sous-arbre Zone

Name	SIDS type	L	M	C	U	Shape	D	Value
FamBC	FamilyBC_t					(14,)	C1	BCWallInviscid
blk-01	Zone_t					(1, 3)	I4	[[9945, 8448, 0]]
FamilyName	FamilyName_t					(11,)	C1	Unspecified
ZoneType	ZoneType_t					(12,)	C1	Unstructured
GridCoordinates	GridCoordinates_t						MT	
CoordinateX	DataArray_t					(9945,)	R8	
CoordinateY	DataArray_t					(9945,)	R8	
CoordinateZ	DataArray_t					(9945,)	R8	
DataClass	DataClass_t					(11,)	C1	Dimensional
DimensionalUnits	DimensionalUnits_t					(160,)	C1	Null
Amont	Elements_t					(2,)	I4	[7, 0]
ElementConnectivity	DataArray_t					(768,)	I4	[1, 46, 811, 766, 46, 91, 856, 811, 91, 136, 901, 856, 136, 181, 946, 901, 181, 226, 991, 946, 226,
ElementRange	IndexRange_t					(2,)	I4	[8449, 8640]
Aval	Elements_t					(2,)	I4	[7, 0]
ElementConnectivity	DataArray_t					(768,)	I4	[810, 855, 90, 45, 855, 900, 135, 90, 900, 945, 180, 135, 945, 990, 225, 180, 990, 1035, 270, 225, 1
ElementRange	IndexRange_t					(2,)	I4	[8641, 8832]
BCWallslip	Elements_t					(2,)	I4	[7, 0]
BCWallslip2	Elements_t					(2,)	I4	[7, 0]
HexElements	Elements_t					(2,)	I4	[17, 0]
ElementConnectivity	DataArray_t					(67584,)	I4	
ElementRange	IndexRange_t					(2,)	I4	[1, 8448]
dom-12	Elements_t					(2,)	I4	[7, 0]
dom-3-split-1	Elements_t					(2,)	I4	[7, 0]
ngon_n	Elements_t					(2,)	I4	[22, 0]
ElementConnectivity	DataArray_t					(133840,)	I4	
ParentElements	DataArray_t					(26768, 2)	I4	
ParentElementsPosition	DataArray_t					(26768, 2)	I4	
ElementRange	IndexRange_t					(2,)	I4	[11297, 38064]

CGNS - Unstructured BC

Name	SIDS type	L	M	C	U	Shape	D	Value
ngon_n	Elements_t					(2,)	I4	[22, 0]
ElementConnectivity	DataArray_t					(133840,)	I4	
ParentElements	DataArray_t					(26768, 2)	I4	
ParentElementsPosition	DataArray_t					(26768, 2)	I4	
ElementRange	IndexRange_t					(2,)	I4	[11297, 38064]
ZoneBC	ZoneBC_t						MT	
Amont	BC_t					(15,)	C1	FamilySpecified
FamilyName	FamilyName_t					(5,)	C1	Amont
GridLocation	GridLocation_t					(10,)	C1	FaceCenter
PointList	IndexArray_t					(1, 192)	I4	[[11301, 11521, 11698, 11875, 12052, 12229, 12406, 12583, 12760, 12937, 13114, 13291, 13468, 13645,
Aval	BC_t					(15,)	C1	FamilySpecified
BCWallslip	BC_t					(15,)	C1	FamilySpecified
BCWallslip2	BC_t					(15,)	C1	FamilySpecified
sol_Roe01	FlowSolution_t						MT	
Density	DataArray_t					(8448,)	R8	
EnergyStagnationDensity	DataArray_t					(8448,)	R8	
MomentumX	DataArray_t					(8448,)	R8	
MomentumY	DataArray_t					(8448,)	R8	
MomentumZ	DataArray_t					(8448,)	R8	
TurbulentEnergyKineticDensity	DataArray_t					(8448,)	R8	
GridLocation	GridLocation_t					(10,)	C1	CellCenter
:elsA#Hybrid	UserDefinedData_t						MT	
BCCrossTable	DataArray_t					(26768,)	I4	
ExternalQuads	DataArray_t					(1,)	I4	2848
ExternalTris	DataArray_t					(1,)	I4	0
FormerCrossTable	DataArray_t					(26768,)	I4	
IndexNGONCrossTable	DataArray_t					(26768,)	I4	
InternalQuads	DataArray_t					(1,)	I4	23920
InternalTris	DataArray_t					(1,)	I4	0
InversedCrossTable	DataArray_t					(26768,)	I4	
SortedCrossTable	DataArray_t					(26768,)	I4	

Ajouts propriétaire

Prototypage d'extension

Toujours conforme

Cohérence du contexte de la simulation

Grand volume de données

Name	SIDS type	L	M	C	U	Shape	D	Value
CGNSTree	CGNSTree_t						MT	
└─ BASE1	CGNSBase_t					(2,)	I4	[3, 3]
└─┬─ Zone1_0	Zone_t					(3, 3)	I4	[[[19, 18, 0], [25, 24, 0], [2, 1, 0]]]
└─┬─┬─ ZoneType	ZoneType_t					(10,)	C1	Structured
└─┬─┬─┬─ FlowSolution#EndOfRun_CellCenter	FlowSolution_t						MT	
└─┬─┬─┬─┬─ Density	DataArray_t					(18, 24, 1)	R8	[[[0.9998565132575242], [1.000009727031954], [1.0000010145018032], [1.0000001063755095],
└─┬─┬─┬─┬─ EnergyStagnationDensity	DataArray_t					(18, 24, 1)	R8	[[[45.12094121733567], [45.14251457271502], [45.142881514515416], [45.14286894911249], [4
└─┬─┬─┬─┬─ MomentumX	DataArray_t					(18, 24, 1)	R8	[[[0.9390350269087354], [0.9943512054331229], [0.9993435605837907], [0.9999095768346228]
└─┬─┬─┬─┬─ MomentumY	DataArray_t					(18, 24, 1)	R8	[[[0.0], [0.0], [0.0], [0.0], [0.0], [0.0], [0.0], [0.0], [0.0], [0.0], [0.0], [0
└─┬─┬─┬─┬─ MomentumZ	DataArray_t					(18, 24, 1)	R8	[[[0.0004699335890680028], [0.00013211426991973708], [1.647843941468899e-05], [2.2371003
└─┬─┬─┬─┬─ TurbulentDissipationDensity	DataArray_t					(18, 24, 1)	R8	[[[8855501.218217093], [729437.6436579665], [73621.07245186143], [8553.338059905827], [1
└─┬─┬─┬─┬─ TurbulentDistance	DataArray_t					(18, 24, 1)	R8	[[[4.16001675888e-06], [1.3490537268980002e-05], [2.609797064245e-05], [4.50447197898e-0
└─┬─┬─┬─┬─ TurbulentDistanceIndex	DataArray_t					(18, 24, 1)	R8	[[[0.0], [0.0], [0.0], [0.0], [0.0], [0.0], [0.0], [0.0], [0.0], [0.0], [0.0], [0.0], [0.0], [0.0], [0
└─┬─┬─┬─┬─ TurbulentEnergyKineticDensity	DataArray_t					(18, 24, 1)	R8	[[[33.688982572021025], [70.62952752804541], [74.53061025086866], [74.94571750269924], [
└─┬─┬─┬─┬─ GridLocation	GridLocation_t					(10,)	C1	CellCenter
└─┬─┬─┬─┬─ FlowSolution#EndOfRun_Vertex	FlowSolution_t						MT	
└─┬─┬─┬─┬─┬─ Density	DataArray_t					(19, 25, 2)	R8	[[[0.9998565132575242, 0.9998565132575242], [0.999933119602017, 0.999933119602017], [1.0
└─┬─┬─┬─┬─┬─ EnergyStagnationDensity	DataArray_t					(19, 25, 2)	R8	[[[44.679984444585244, 44.679984444585244], [45.131727892378265, 45.131727892378265], [4
└─┬─┬─┬─┬─┬─ MomentumX	DataArray_t					(19, 25, 2)	R8	[[[0.0, 0.0], [0.9666931706558373, 0.9666931706558373], [0.9968473878987397, 0.996847387
└─┬─┬─┬─┬─┬─ MomentumY	DataArray_t					(19, 25, 2)	R8	[[[0.0, 0.0], [0.0, 0.0], [0.0, 0.0], [0.0, 0.0], [0.0, 0.0], [0.0, 0.0], [0.0, 0.0], [0.0, 0.0], [0
└─┬─┬─┬─┬─┬─ MomentumZ	DataArray_t					(19, 25, 2)	R8	[[[0.0, 0.0], [0.0003010228302998935, 0.0003010228302998935], [7.429595235502886e-05, 7.
└─┬─┬─┬─┬─┬─ TurbulentDissipationDensity	DataArray_t					(19, 25, 2)	R8	[[[232411423.19776723, 232411423.19776723], [4792474.301945026, 4792474.301945026], [401
└─┬─┬─┬─┬─┬─ TurbulentEnergyKineticDensity	DataArray_t					(19, 25, 2)	R8	[[[0.0, 0.0], [52.15927519012747, 52.15927519012747], [72.58007098873153, 72.58007098873
└─┬─┬─┬─┬─┬─ GridLocation	GridLocation_t					(6,)	C1	Vertex
└─ CGNSLibraryVersion	CGNSLibraryVersion_t					(1,)	R4	3.1

CGNS - Family reference

Donnée indépendante du découpage

Référence Famille Zone

Référence Famille BC

Name	SIDS type	L	M	C	U	Shape	D	Value
CGNSTree	CGNSTree_t						MT	
Background	CGNSBase_t					(2,)	I4	[3, 3]
BKG	Family_t						MT	
FamilyBC	FamilyBC_t					(11,)	C1	UserDefined
Ext	Family_t						MT	
FamilyBC	FamilyBC_t					(10,)	C1	BCFarfield
cart	Zone_t					(3, 3)	I4	[[101, 100, 0], [101, 100, 0], [2,
FamilyName	FamilyName_t					(3,)	C1	BKG
ZoneType	ZoneType_t					(10,)	C1	Structured
GridCoordinates	GridCoordinates_t						MT	
CoordinateX	DataArray_t					(101, 101, 2)	R8	
CoordinateY	DataArray_t					(101, 101, 2)	R8	
CoordinateZ	DataArray_t					(101, 101, 2)	R8	
ZoneBC	ZoneBC_t						MT	
BC1	BC_t					(15,)	C1	FamilySpecified
FamilyName	FamilyName_t					(3,)	C1	Ext
PointRange	IndexRange_t					(3, 2)	I4	[[1, 1], [1, 101], [1, 2]]
BC2	BC_t					(15,)	C1	FamilySpecified
BC3	BC_t					(15,)	C1	FamilySpecified
BC4	BC_t					(15,)	C1	FamilySpecified
FlowSolution#EndOfRun	FlowSolution_t						MT	

CGNS/HDF5 - Implémentation de référence pour archivage

▪ Implémentation spécifique

- > Un groupe est un nœud
- > Utilisation des attributs pour les champs privés
- > Un nœud a une seule valeur (Dataset)

▪ Support HDF Group

- > Support exceptionnel pour les liens puis le parallèle
- > Implication dans le steering committee puis adhésion
- > Pratiques de développement reprises par HDF Group

▪ Avantages de l'implémentation

- > Parfaitement adapté à la simulation numérique CFD
- > Portage et maintenance sur les plateformes HPC/Compilateurs/Systèmes
- > Mapping dataspace idéal pour dissocier modèle de données du modèle physique

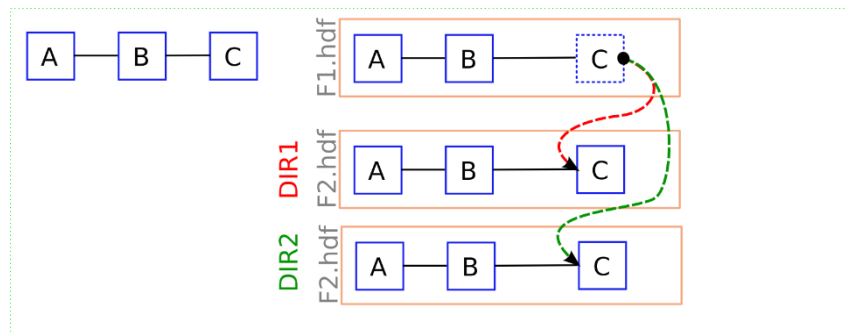
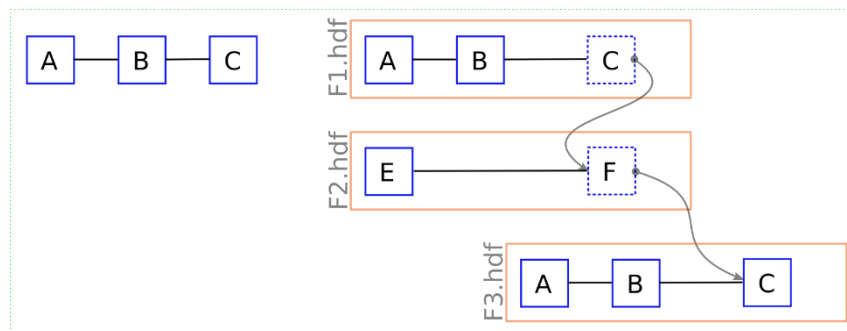
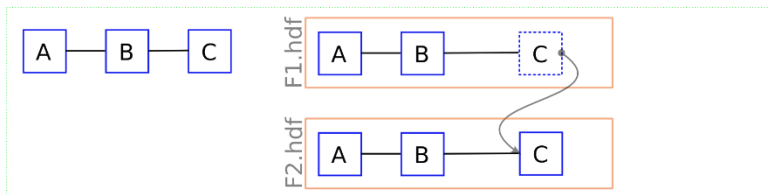
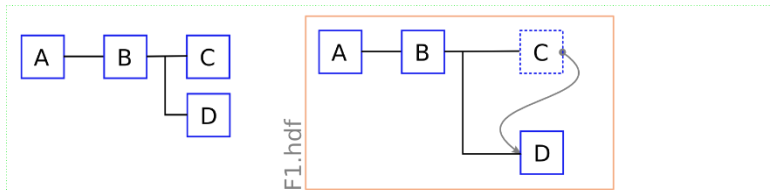
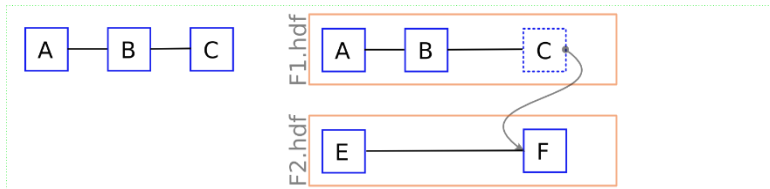
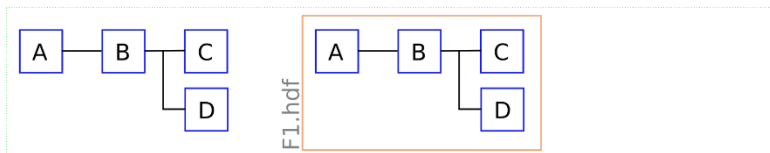
▪ Référence à un nœud

- Similaire aux liens symbolique file system Unix
- Référence à un autre nœud, dans le même fichier ou un autre fichier
- Recherche du fichier avec une liste (ordonnée) de répertoires
- Le nom du nœud distant est remplacé par le nom local
- HDF5 se charge de la gestion de façon transparente

▪ Utilisation

- Partage de fichiers volumineux (coordonnées, solutions...)
- Assemblage de sous-arbres (fichiers) en un seul arbre (parallèle, séries...)
- Création a priori de canevas d'arbre
- Paramétrage local d'arbre

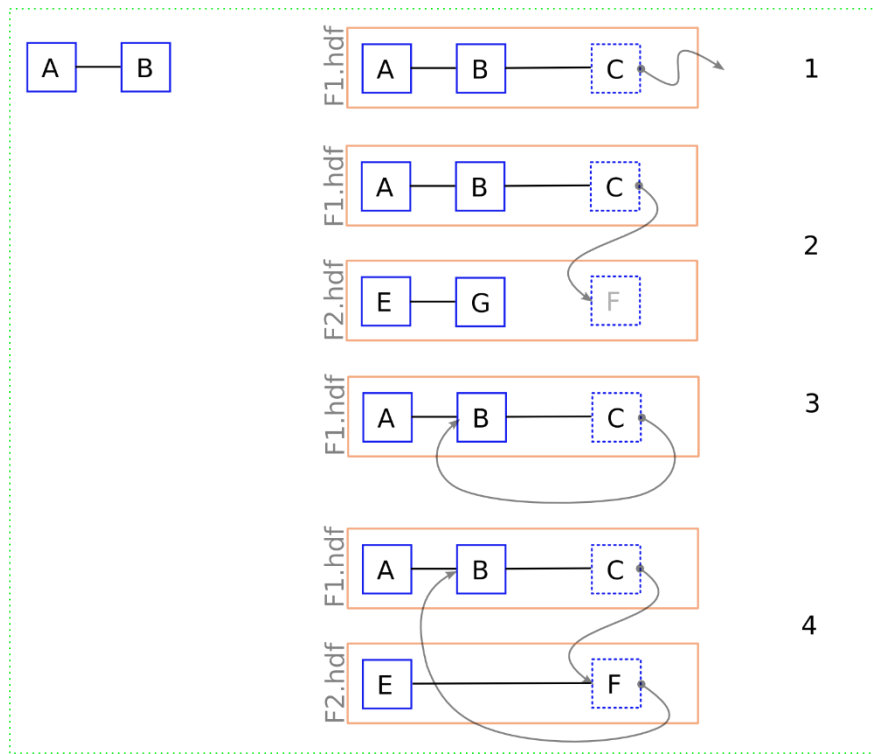
CGNS/HDF5 - Liens - 2



CGNS/HDF5 - Liens - Fautes

■ Responsabilité de l'application

1. Fichier destination absent
2. Nœud destination absent
3. Boucle interne
4. Boucle externe



CGNS.NAV: L010

Select unreachable duplicates bad links external links internal links Apply to All Selected

S	Source Node	Linked-to file	Linked-to Node	Found in dir
1	/Disk/zone2/ZoneBC/ext2/FamilyName	124Disk_FamilyName.hdf	/Disk/zone2/ZoneBC/ext2/FamilyName	/home/mpoinot/S/pyCGNS-v4.7.571/demo/124Disk-PASS
2	/Disk/zone1	124Disk_zone1.hdf	/Disk/zone1	/home/mpoinot/S/pyCGNS-v4.7.571/demo/124Disk-PASS
3	/Disk/zone1/GridCoordinates	124Disk_zone1_GridCoordinates.hdf	/Disk/zone1/GridCoordinates	/home/mpoinot/S/pyCGNS-v4.7.571/demo/124Disk-PASS
4	/Disk/zone1/GridCoordinates/CoordinateX	124Disk_zone1_GridCoordinates_X.hdf	/Disk/zone1/GridCoordinates/CoordinateX	/home/mpoinot/S/pyCGNS-v4.7.571/demo/124Disk-PASS
5	/Disk/zone1/ZoneType	124Disk_zone1_ZoneType.hdf	/Disk/zone1/ZoneType	/home/mpoinot/S/pyCGNS-v4.7.571/demo/124Disk-PASS
6	/Disk/ReferenceState	124Disk_ReferenceState.hdf	/Disk/ReferenceState	/home/mpoinot/S/pyCGNS-v4.7.571/demo/124Disk-PASS

/home/mpoinot/S/pyCGNS-v4.7.571/demo/124Disk-PASS / 124Disk.hdf

Close

visualisation cg_look (pyCGNS)

CGNS - Localisation des liens

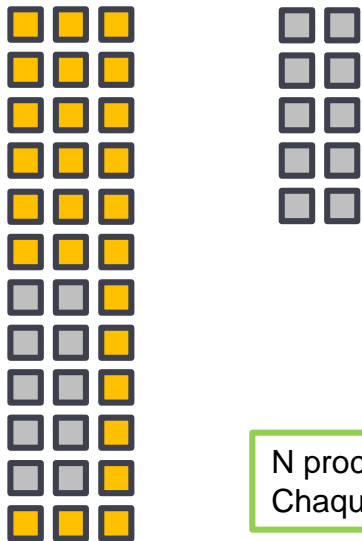
CGNS.NAV: L012

Select unreachable duplicates bad links external links internal links Apply to All Selected

S	Source Node	Linked-to file	Linked-to Node	Found in dir
1	/L1 DPW5/Zone 1/ZoneBC/Ilo_Seg 1/FFD72SurfaceSolution	L1_DPW5_Solution_000#10001.cgns	/L1 DPW5/Zone 1/ZoneBC/Ilo_Seg 1/FFD72SurfaceSolution	/home/mpoinot/S/pyCGNS-v4.7.571/demo/DPW5
2	/L1 DPW5/Zone 1/ZoneBC/Ihi_Seg 1/FFD72SurfaceSolution	L1_DPW5_Solution_000#10001.cgns	/L1 DPW5/Zone 1/ZoneBC/Ihi_Seg 1/FFD72SurfaceSolution	/home/mpoinot/S/pyCGNS-v4.7.571/demo/DPW5
3	/L1 DPW5/Zone 1/ZoneBC/Jlo_Seg 1/FFD72SurfaceSolution	L1_DPW5_Solution_000#10001.cgns	/L1 DPW5/Zone 1/ZoneBC/Jlo_Seg 1/FFD72SurfaceSolution	/home/mpoinot/S/pyCGNS-v4.7.571/demo/DPW5
4	/L1 DPW5/Zone 1/ZoneBC/Khi_Seg 1/FFD72SurfaceSolution	L1_DPW5_Solution_000#10001.cgns	/L1 DPW5/Zone 1/ZoneBC/Khi_Seg 1/FFD72SurfaceSolution	/home/mpoinot/S/pyCGNS-v4.7.571/demo/DPW5
5	/L1 DPW5/Zone 1/ZoneBC/BC_wall1.1/FFD72SurfaceSolution	L1_DPW5_Solution_000#10001.cgns	/L1 DPW5/Zone 1/ZoneBC/BC_wall1.1/FFD72SurfaceSolution	/home/mpoinot/S/pyCGNS-v4.7.571/demo/DPW5
6	/L1 DPW5/Zone 1/FlowSolution#EndOfRun	L1_DPW5_Solution_000#10001.cgns	/L1 DPW5/Zone 1/FlowSolution#EndOfRun	/home/mpoinot/S/pyCGNS-v4.7.571/demo/DPW5
7	/L1 DPW5/Zone 2/ZoneBC/Jlo_Seg 2/FFD72SurfaceSolution	L1_DPW5_Solution_000#10001.cgns	/L1 DPW5/Zone 2/ZoneBC/Jlo_Seg 2/FFD72SurfaceSolution	/home/mpoinot/S/pyCGNS-v4.7.571/demo/DPW5
8	/L1 DPW5/Zone 2/ZoneBC/Ilo_Seg 4/FFD72SurfaceSolution	L1_DPW5_Solution_000#10001.cgns	/L1 DPW5/Zone 2/ZoneBC/Ilo_Seg 4/FFD72SurfaceSolution	/home/mpoinot/S/pyCGNS-v4.7.571/demo/DPW5
9	/L1 DPW5/Zone 2/ZoneBC/Khi_Seg 1/FFD72SurfaceSolution	L1_DPW5_Solution_000#10001.cgns	/L1 DPW5/Zone 2/ZoneBC/Khi_Seg 1/FFD72SurfaceSolution	/home/mpoinot/S/pyCGNS-v4.7.571/demo/DPW5
10	/L1 DPW5/Zone 2/ZoneBC/BC_wall1.0/FFD72SurfaceSolution	L1_DPW5_Solution_000#10001.cgns	/L1 DPW5/Zone 2/ZoneBC/BC_wall1.0/FFD72SurfaceSolution	/home/mpoinot/S/pyCGNS-v4.7.571/demo/DPW5
11	/L1 DPW5/Zone 2/FlowSolution#EndOfRun	L1_DPW5_Solution_000#10001.cgns	/L1 DPW5/Zone 2/FlowSolution#EndOfRun	/home/mpoinot/S/pyCGNS-v4.7.571/demo/DPW5
12	/L1 DPW5/Zone 3/ZoneBC/Khi_Seg 1/FFD72SurfaceSolution	L1_DPW5_Solution_000#10001.cgns	/L1 DPW5/Zone 3/ZoneBC/Khi_Seg 1/FFD72SurfaceSolution	/home/mpoinot/S/pyCGNS-v4.7.571/demo/DPW5
13	/L1 DPW5/Zone 3/ZoneBC/BC_wall1.1/FFD72SurfaceSolution	L1_DPW5_Solution_000#10001.cgns	/L1 DPW5/Zone 3/ZoneBC/BC_wall1.1/FFD72SurfaceSolution	/home/mpoinot/S/pyCGNS-v4.7.571/demo/DPW5
14	/L1 DPW5/Zone 3/FlowSolution#EndOfRun	L1_DPW5_Solution_000#10001.cgns	/L1 DPW5/Zone 3/FlowSolution#EndOfRun	/home/mpoinot/S/pyCGNS-v4.7.571/demo/DPW5
15	/L1 DPW5/Zone 4/ZoneBC/Khi_Seg 1/FFD72SurfaceSolution	L1_DPW5_Solution_000#10001.cgns	/L1 DPW5/Zone 4/ZoneBC/Khi_Seg 1/FFD72SurfaceSolution	/home/mpoinot/S/pyCGNS-v4.7.571/demo/DPW5
16	/L1 DPW5/Zone 4/ZoneBC/BC_wall1.2/FFD72SurfaceSolution	L1_DPW5_Solution_000#10001.cgns	/L1 DPW5/Zone 4/ZoneBC/BC_wall1.2/FFD72SurfaceSolution	/home/mpoinot/S/pyCGNS-v4.7.571/demo/DPW5
17	/L1 DPW5/Zone 4/FlowSolution#EndOfRun	L1_DPW5_Solution_000#10001.cgns	/L1 DPW5/Zone 4/FlowSolution#EndOfRun	/home/mpoinot/S/pyCGNS-v4.7.571/demo/DPW5
18	/L1 DPW5/Zone 5/ZoneBC/Ilo_Seg 1/FFD72SurfaceSolution	L1_DPW5_Solution_000#10001.cgns	/L1 DPW5/Zone 5/ZoneBC/Ilo_Seg 1/FFD72SurfaceSolution	/home/mpoinot/S/pyCGNS-v4.7.571/demo/DPW5
19	/L1 DPW5/Zone 5/ZoneBC/Ihi_Seg 1/FFD72SurfaceSolution	L1_DPW5_Solution_000#10001.cgns	/L1 DPW5/Zone 5/ZoneBC/Ihi_Seg 1/FFD72SurfaceSolution	/home/mpoinot/S/pyCGNS-v4.7.571/demo/DPW5
20	/L1 DPW5/Zone 5/ZoneBC/Jhi_Seg 1/FFD72SurfaceSolution	L1_DPW5_Solution_000#10001.cgns	/L1 DPW5/Zone 5/ZoneBC/Jhi_Seg 1/FFD72SurfaceSolution	/home/mpoinot/S/pyCGNS-v4.7.571/demo/DPW5
21	/L1 DPW5/Zone 5/ZoneBC/Khi_Seg 1/FFD72SurfaceSolution	L1_DPW5_Solution_000#10001.cgns	/L1 DPW5/Zone 5/ZoneBC/Khi_Seg 1/FFD72SurfaceSolution	/home/mpoinot/S/pyCGNS-v4.7.571/demo/DPW5
22	/L1 DPW5/Zone 5/ZoneBC/BC_wall1.3/FFD72SurfaceSolution	L1_DPW5_Solution_000#10001.cgns	/L1 DPW5/Zone 5/ZoneBC/BC_wall1.3/FFD72SurfaceSolution	/home/mpoinot/S/pyCGNS-v4.7.571/demo/DPW5
23	/L1 DPW5/Zone 5/FlowSolution#EndOfRun	L1_DPW5_Solution_000#10001.cgns	/L1 DPW5/Zone 5/FlowSolution#EndOfRun	/home/mpoinot/S/pyCGNS-v4.7.571/demo/DPW5
24	/L1 DPW5/Comment	L1_DPW5_Parameters.cgns	/L1 DPW5/Comment	/home/mpoinot/S/pyCGNS-v4.7.571/demo/DPW5
25	/L1 DPW5/FlowEquationSet	L1_DPW5_Parameters.cgns	/L1 DPW5/FlowEquationSet	/home/mpoinot/S/pyCGNS-v4.7.571/demo/DPW5

Close

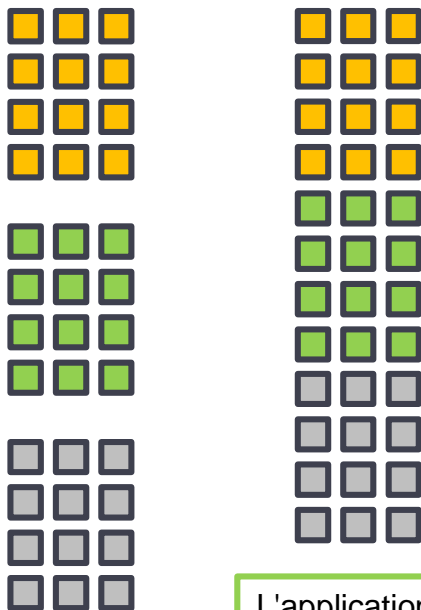
CGNS/HDF5 - Hyperslab - Zones partielles



- Lecture de un ou plusieurs Datasets
- Même pointeur mémoire
- Extraction d'une partie des données

N processus en parallèle se partagent de façon exclusive un tableau de coordonnées X Y Z
Chaque processeur lit la partie dont il a besoin avec un calcul d'index basé sur son rank

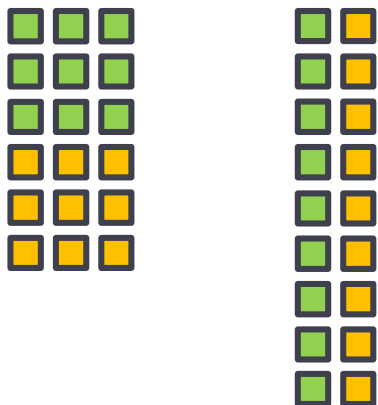
CGNS/HDF5 - Hyperslab - Zones contigües



- Un hyperslab par Dataset
- Pointeur conservé par l'application
- Passage à chaque appel Dataset
- numpy séparés avec zone mémoire contigüe

L'application requiert un tableau numpy de coordonnées X Y Z contigüe en mémoire

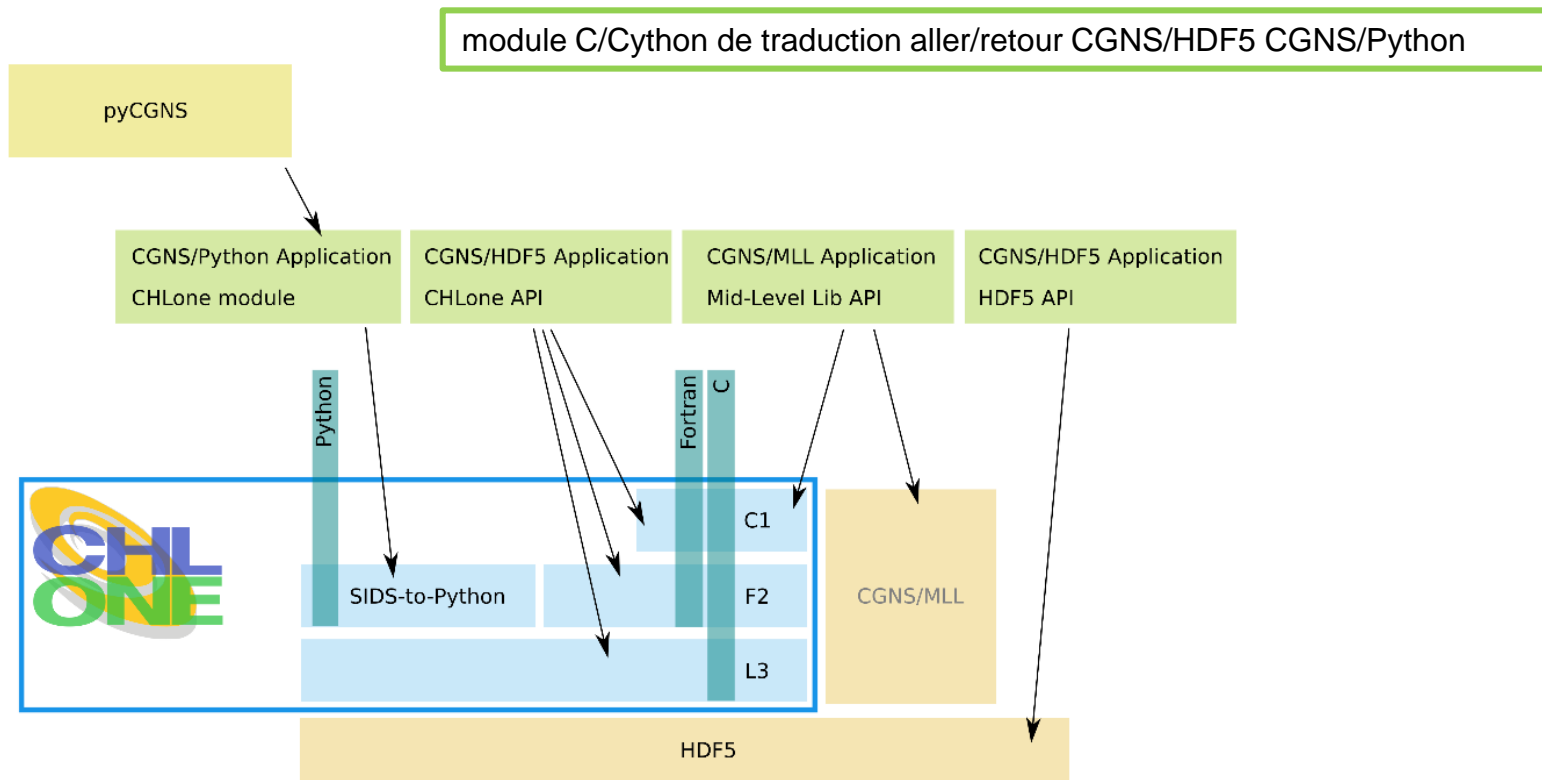
CGNS/HDF5 - Hyperslab - Zones entrelacées



- Un ou plusieurs Datasets
- Même pointeur mémoire
- Entrelacé

L'application requiert un tableau numpy de coordonnées X Y Z entrelacées en mémoire

CGNS/HDF5 - vers CGNS/Python avec CHLone



CGNS/Python - Implémentation de référence pour les échanges en mémoire

- **Arbre 100% python**

- > Tableaux numpy
- > Très grande simplicité de l'implémentation
- > Liens gérés par l'application

- **Adapté aux échanges en mémoire**

- > Les algorithmes de haut niveau sont en python
- > Les spécialisations HPC restent en C/C++/Fortran avec accès direct mémoire
- > La sérialisation permet le passage direct d'arbre en MPI

CGNS/Python - Simple

- ◆ Node name
 - > String
- ◆ Node value
 - > Numpy array
 - ◆ Fortran order
 - ◆ I4/I8/R4/R8/C1
 - ◆ None
- ◆ Node children
 - > List of nodes
- ◆ Node SIDS-type
 - > String

SIDS-to-Python (CGNS/Python), Release 3.1.2

1.3 Textual representation

It is possible to declare a CGNS/Python node as a textual representation. There is a exemple of a zone connectivity sub-tree with the CGNS/Python in textual mode, a simple `PointRange` node with two 3D indices:

```
pr=['PointRange',  
    numpy.array([[1, 25], [1, 9], [1, 1]], dtype=numpy.int32, order='Fortran'),  
    [],  
    'IndexRange_t']
```

The `PointRange` node has no child, the children list is an empty list. The values of the array are initialized with a list, the order of the elements in the list matches the *Fortran* indexing: in that example the first point indices are `[1, 1, 1]` and the second point indices are `[25, 9, 1]`.

The evaluation of this string by the Python interpreter creates a CGNS/Python compliant node as a Python list. Please note the types of this `pr` node, there are only native Python types (list, string, integer) and *numpy* types or enumerates. You have to have a variable to hold the node or the CGNS sub-tree, if you have no reference to the actually created Python objects these will be unreachable and thus garbaged.

pyCGNS - Modules

- **APP**

Application: outils et exemples d'utilisation des autres modules

- **WRA**

Wrapper en python de la librairie CGNS/MLL

- **MAP**

Mapper: Mapping simple (avec CHLone) de CGNS/HDF5 en CGNS/Python

- **NAV**

Navigator: outil de navigation et d'édition d'arbres CGNS/HDF5 et CGNS/Python

- **DAT**

Database: outils SQL de collecte et de recherche pour arbres CGNS

- **VAL**

Validation: outil de validation d'arbre basé sur des grammaires

- **PAT**

Pattern: librairies de patterns d'arbres et fonctions de manipulation de base

- **Deux fonctions**

- > Load/ save

- **Pilotage par paramètres**

- > Lecture/ écriture partielle de sous-arbre (inclusif/ exclusif)

- > Lecture sans données (avec seuil)

- > Profondeur réglable

- > Gestion fine des liens

```
import CGNS.MAP
import CGNS.PAT.cgnsutils as CGU

(tree, links, paths) = CGNS.MAP.load("T0.hdf")

for p in CGU.getAllPaths(tree): print p
```

CGNS/Python - PAT - Fonctions

▪ Utilitaires de manipulation d'arbres

- > Accès par node
- > Accès par path
- > Parcours d'arbres
- > Contantes et listes du CGNS/SIDS

```
CGNS.PAT.cgnsutils.getNodeByPath(tree, path)
```

Returns the CGNS/Python node with the argument path:

```
zbc=getNodeByPath(T, '/Base/Zone001/ZoneBC')  
nchildren=len(childrenNames(zbc))
```

The path is compared as a string, you should provide the exact path if you have a sub-tree or a tree with its *CGNSTree* fake node. The following lines are not equivalent (sic!):

```
zbc=getNodeByPath(T, '/Base/Zone001/ZoneBC')  
zbc=getNodeByPath(T, '/CGNSTree/Base/Zone001/ZoneBC')
```

You can change the relative root by giving any sub-node of the complete tree. For example, to get a specific BC node in a zone, you first look for the *ZoneBC* of the zone and you use the returned node as the new root:

```
zbc=getNodeByPath(T, '/Base/Zone001/ZoneBC')  
nbc=getNodeByPath(zbc, './wall01')
```

Parameters:

- **tree** (*node*) – the target tree to parse

- **path** (*str*) – absolute or relative path

Returns:

- The CGNS/Python *node* matching the path

- Returns *None* if the path is not found

Remarks :

- No wildcards allowed (see `getPathsByNameFilter()` and `getPathsByNameFilter()`)

- there is no concept of absolute or relative path, the path is always the concatenation of children node names (and then recurse)

CGNS/Python - PAT - Les données en python



```
import M
```

```
base[2].append(M.data)
```

```
def newFamily(parent, name):  
    if (parent): CU.checkNode(parent)  
    CU.checkType(parent, CK.CGNSBase_ts, name)  
    CU.checkDuplicatedName(parent, name)  
    node=CU.newNode(name, None, [], CK.Family_ts, parent)  
    return node
```

```
import CGNS.PAT.cgnslib as CGL
```

```
data=CGL.newFamily(None, '{Family}')
```

```
CGL.newGeometryReference(data, '{GeometryReference}')
```

```
CGL.newRotatingCoordinates(data)
```

```
CGL.newUserDefinedData(data, '{UserDefinedData}')
```

```
CGL.newDescriptor(data, '{Descriptor}')
```

```
CGL.newOrdinal(data)
```

```
def newNode(name, value, children, type, parent=None, dienow=False):  
    node=[name, value, [], type]  
    if isinstance(children, list) and children is not []:  
        if checkNodeCompliant(children): setAsChild(node, children)  
        else: node[2]=children  
    if (dienow): checkNodeCompliant(node, parent, dienow)  
    if (parent): setAsChild(parent, node)  
    return node
```

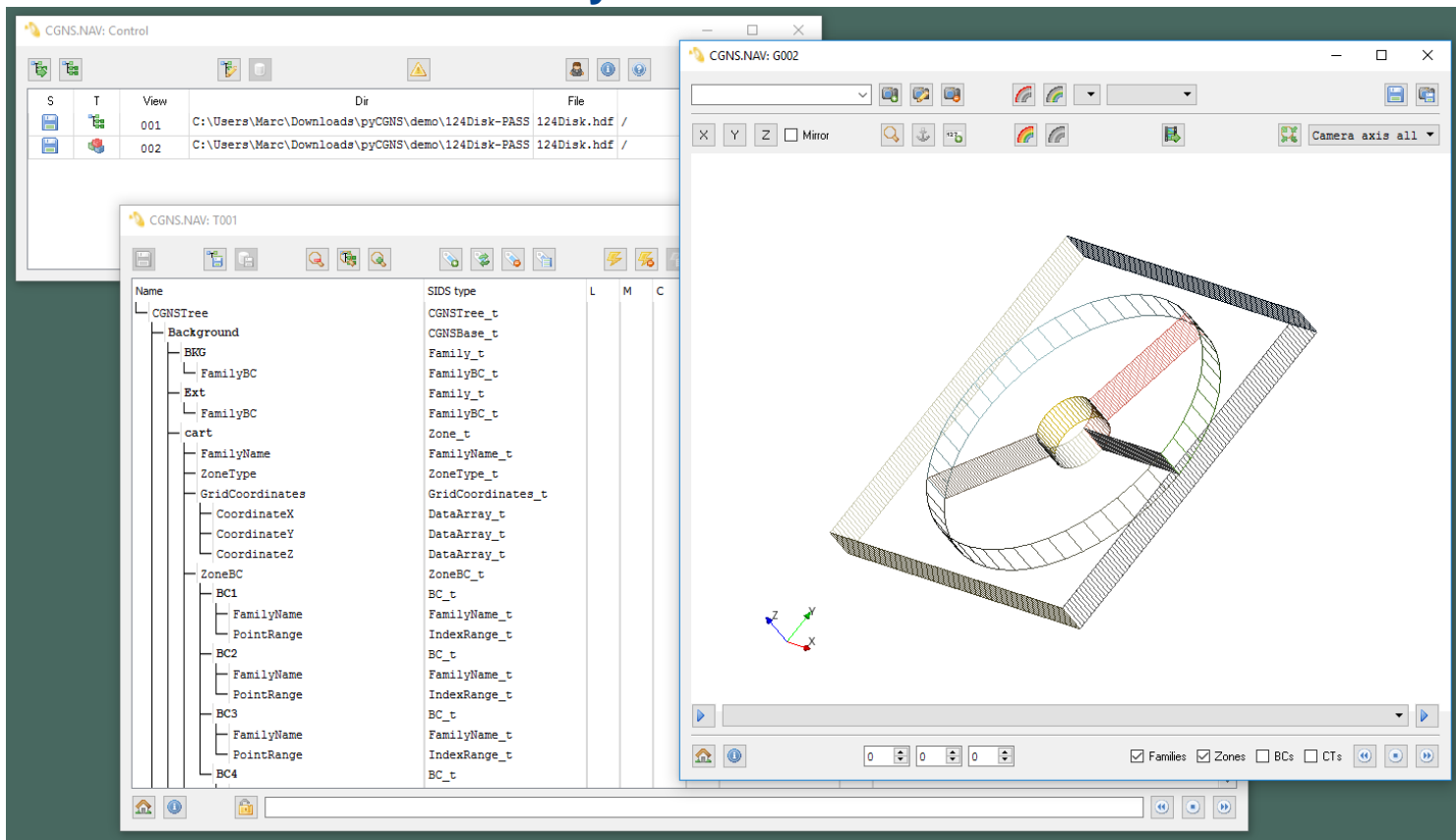
CGNS/Python - NAV - Les GUI faciles de Python

- Outils Qt

- pySide puis PyQt
- Designer/cython

- 3D avec VTK

- Windows/ Unix



CGNS/Python - NAV - On-demand (lazy) loading

Name	SIDS type	L	M	C	U	Shape	D	Value
tzv	dataArray_t					(1,)	R8	0.0
LAT	Family_t						MT	
OUTLET	Family_t						MT	
FLUID1	Zone_t					(3, 3)	I4	[[69, 68, 0], [121, 120, 0], [2, 1, 0]]
FLUID10	Zone_t					(3, 3)	I4	[[25, 24, 0], [121, 120, 0], [2, 1, 0]]
ZoneType	ZoneType_t					(10,)	C1	Structured
GridCoordinates	GridCoordinates_t						MT	
CoordinateX	dataArray_t				1		MT	
CoordinateY	dataArray_t				1		MT	
CoordinateZ	dataArray_t				1		MT	
ZoneBC	ZoneBC_t						MT	
FlowSolution#EndOfRun_CellCenter	FlowSolution_t						MT	
Density	dataArray_t				2	(24, 120, 1)	R8	
EnergyStagnationDensity	dataArray_t				2	(24, 120, 1)	R8	
MomentumX	dataArray_t				2	(24, 120, 1)	R8	
MomentumY	dataArray_t				2	(24, 120, 1)	R8	
MomentumZ	dataArray_t				2	(24, 120, 1)	R8	
TurbulentDissipationDensity	dataArray_t				2	(24, 120, 1)	R8	
TurbulentDistance	dataArray_t				2	(24, 120, 1)	R8	
TurbulentDistanceIndex	dataArray_t				2	(24, 120, 1)	R8	
TurbulentEnergyKineticDensity	dataArray_t				2	(24, 120, 1)	R8	
GridLocation	GridLocation_t					(10,)	C1	CellCenter
FlowSolution#EndOfRun_Vertex	FlowSolution_t						MT	
ZoneGridConnectivity	ZoneGridConnectivity_t						MT	
bc_1_1_1	GridConnectivity1to1_t					(6,)	C1	FLUID1
PointRange	IndexRange_t					(3, 2)	I4	[[25, 25], [1, 121], [1, 2]]
PointRangeDonor	IndexRange_t					(3, 2)	I4	[[1, 1], [1, 121], [1, 2]]
Transform	"int[IndexDimension]"					(3,)	I4	[1, 2, 3]
bc_1_1_2	GridConnectivity1to1_t					(7,)	C1	FLUID10
PointRange	IndexRange_t					(3, 2)	I4	[[1, 25], [121, 121], [1, 2]]
PointRangeDonor	IndexRange_t					(3, 2)	I4	[[1, 25], [1, 121], [1, 2]]

Nœuds non-chargés

Nœuds chargés

Out-of core pas encore spécifié

CGNS/Python - VAL

■ Vérification des arbres

- > Parcours des arbres
- > 3 niveaux de grammaire
 - ◆ CGNS/Python implémentation
 - ◆ CGNS/SIDS
 - ◆ CGNS/user
- > Spécialisation possible par l'utilisateur

■ Expression des contraintes

- > Impossible hors langage de programmation
- > Fonctions travaillant directement sur l'arbre
- > Requêtes 'à-la-XPATH'

```
if (node[0]==CGK.ElementRange_s):
    eshp=(2,)
    checkData=False
    if (CGU.getShape(node)!=eshp):
        rs=log.push(pth,'s0000.0192',CGU.getShape(node),eshp,node[0])
    elif (CGU.getShape(node)!=shp):
        rs=log.push(pth,'s0000.0192',CGU.getShape(node),shp,node[0])
    checkData=False
    if (ntype not in CGU.getAuthDataTypes(node)):
        rs=log.push(pth,'s0000.0199',ntype,CGU.getAuthDataTypes(node))
    if checkData:
        pr=node[1]
        if (any(pr.flatten(<1))): rs=log.push(pth,'s0000.0206')
            # checking out of range (<1)
            for d in range(self.context[CGK.IndexDimension_s][zpth]):
                if (pr[d][0]>pr[d][1]): rs=log.push(pth,'s0000.0207')
```

Conclusion -

- **Le modèle de données**
- **Une approche consensuelle**
- **Eviter les librairies propriétaires**

Prospectives

- **Etendre le modèle de données**
- **Considérer le processus comme donnée**
- **Gérer une API en mémoire numpy**