



**HAL**  
open science

## **Simul'Elec and PASTIX interface specifications**

Maher Alaya, Mathieu Faverge, Xavier Lacoste, Alexandre Péré-Laperne,  
Jacques Péré-Laperne, Pierre Ramet, Theophile Terraz

► **To cite this version:**

Maher Alaya, Mathieu Faverge, Xavier Lacoste, Alexandre Péré-Laperne, Jacques Péré-Laperne, et al.. Simul'Elec and PASTIX interface specifications. [Rapport Technique] RT-0458, INRIA Bordeaux; AlgoTech; INRIA. 2015. hal-01142204

**HAL Id: hal-01142204**

**<https://inria.hal.science/hal-01142204v1>**

Submitted on 14 Apr 2015

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



# Simul'Elec and PASTIX interface specifications

M. Alaya, M. Faverge, X. Lacoste, A. Péré-laperne, J. Péré-laperne,  
P. Ramet, T. Terraz

**TECHNICAL  
REPORT**

**N° 458**

April 2015

Project-Team HIEPACS





## Simul'Elec and PASTIX interface specifications

M. Alaya\*, M. Faverge<sup>†</sup>, X. Lacoste<sup>†</sup>, A. Péré-laperne\*,  
J. Péré-laperne\*, P. Ramet<sup>†</sup>, T. Terraz<sup>†</sup>

Project-Team HIEPACS

Technical Report n° 458 — April 2015 — 19 pages

**Abstract:** This document presents the interface specification of the electromagnetic modeling module Simul'Elec – from the CAO/DAO tool Pack'ElecBuilder – with the sparse linear system solving library PASTIX.

**Key-words:** Electromagnetic compatibility, Sparse matrices, sparse solver.

---

\* Algo'Tech Informatique, 20 rue du pont des halles - Technopole Izarbel - Hôtel d'entreprises - 64210 BIDART

<sup>†</sup> INRIA, 351 cours de la Liberation - F-33405 Talence

**RESEARCH CENTRE  
BORDEAUX – SUD-OUEST**

200 avenue de la Vieille Tour  
33405 Talence Cedex

## Spécifications de l'interface entre Simul'Elec et PASTIX

**Résumé :** Ce document présente les spécification de l'interface entre le module de modélisation électromagnétique Simul'Elec, de l'outil de CAO/DAO de circuits électriques Pack'ElecBuilder, et la bibliothèque de résolution de système linéaire creux PASTIX.

**Mots-clés :** Compatibilité electromagnétique, Matrices creuses, solveur creux.

## 1 Introduction

Dans le cadre de l'initiative HPC-PME puis du projet Fortissimo, nous avons travaillé à l'intégration des solutions de résolutions de systèmes linéaires creux proposées par Inria Bordeaux - Sud-Ouest. Dans le cadre de nos travaux plusieurs solutions ont été envisagées que nous présenterons ici. Nous avons tout d'abord interfacée la bibliothèque avec le code en Delphi en ajoutant un fichier permettant l'interfaçage au code de Pack'ElecBuilder. Cela nous a permis de remplacer les appels au solveur maison d'Algo'Tech par des appels à notre solveurs. Ensuite, nous avons extrait l'ensemble de la boucle en fréquence de Pack'ElecBuilder pour développer un binaire responsable d'effectuer cette boucle de résolution.

## 2 Interfaçage de la bibliothèque avec Pack'ElecBuilder

L'interfaçage de PASTIX avec le code Delphi a été assez simple. Après résolution des quelques problèmes de compilation sous Windows, assez limités vu le peu de dépendances de la bibliothèque PASTIX, l'ajout d'un simple fichier Delphi (`S_pastix.pas`, cf. annexe A) au projet décrivant les fonctions utilisées de PASTIX et quelques constantes nous a permis de pouvoir effectuer des appels au solveur d'Inria.

La fonction principale de la bibliothèque PASTIX est décrite dans le Listing 1. Cette fonc-

```

1 procedure z_pastix(pastix_data: Pointer;
2     mpi_comm: Integer;
3     n: Integer;
4     colptr: TArray<Integer>;
5     rows: TArray<Integer>;
6     values: TArray<Complexe>;
7     perm: TArray<Integer>;
8     invp: TArray<Integer>;
9     rhs: TArray<Complexe>;
10    nrhs: Integer;
11    iparm: TArray<Integer>;
12    dparm: TArray<Double>;
13    cdecl; external 'libpastix';

```

Listing 1: Prototype de la fonction principale de PASTIX

tion permet d'effectuer l'ensemble des appels à la bibliothèque: initialisation, prétraitement, factorisation, résolution, raffinement, et libération des données internes.

Seule la version utilisant des complexes double précision est utilisée ici. La variable `pastix_data` correspondant à une adresse mémoire, elle est initialisée à `Null` par l'utilisateur puis PASTIX l'alloue et l'utilisateur doit la conserver afin de la transmettre au différents appels de PASTIX. Elle permet en effet de stocker les différentes données persistantes requise par la bibliothèque. Le communicateur MPI n'est pas utilisé ici, PASTIX est compilé sans support du MPI sous Windows, un entier de n'importe quelle valeur fera donc l'affaire.

L'entier `n` permet de donner la dimension de la matrice et les tableaux `colptr`, `rows` et `values` permettent de décrire la matrice au format CSC (Compress Sparse Column).

Les tableaux `perm` et `invp` décrivent la permutation et permutation inverse calculée par le partitionneur de graphe utilisé par PASTIX (`Scotch` en l'occurrence). L'utilisateur doit les allouer et PASTIX se chargera de les remplir. Dans une utilisation de base, l'utilisateur n'a pas besoin d'y toucher par la suite.

Le vecteur `rhs` contient le second membre de l'équation à résoudre. Il est possible de donner plusieurs second membres en les concaténant dans le vecteur et en indiquant leur nombre avec `nrhs` mais ce ne sera pas le cas ici.

Enfin, les vecteurs `iparm` et `dparm` permettent de contrôler la bibliothèque et d'obtenir des informations sur les résultats. Le premier contient des paramètres entier alors que le second contient des valeurs flottantes en double précision. Les champs de ces vecteurs sont remplis en utilisant les constantes `IPARM_ACCESS` et `DPARM_ACCESS` et peuvent prendre les valeurs décrites par les constantes de type `API_...` décrites par `S_pastix.pas`. Il sera intéressant de compléter et d'intégrer le fichier d'interfaçage vers le Delphi (ou Pascal) à la bibliothèque PASTIX pour permettre un interfaçage de la bibliothèque vers ces langages.

### 3 Utilisation d'un exécutable dédié au parcours de la boucle en fréquence

Afin de permettre l'utilisation à la fois locale et déportée sur un serveur de calcul, nous avons extrait la boucle de calcul en fréquence de Simul'Elec pour en faire un exécutable.

#### 3.1 Description de l'algorithme

La boucle en fréquence de Simul'Elec effectue une résolution d'un système du type  $(\frac{A_1}{j\omega} + A_2 + j\omega A_3)X = B$  avec  $\omega$  variant avec la fréquence. Tous ces systèmes utilisent la même structure de matrice, seules les valeurs changent. Il sera donc possible de n'effectuer le prétraitement qui consiste en la renumérotation de la matrice et sa factorisation symbolique pour prédire sa structure finale une seule fois. De plus tous ces systèmes sont indépendants, nous pourrions donc répartir les résolutions sur un ensemble de processeurs sans contrainte.

L'Algorithme 1 décrit la boucle de résolutions.

Algorithm 1: Boucle en fréquence
<b>Data:</b> $A_1, A_2, A_3, X, f_{ini}, f_{fin}, n_{points}$ <b>Result:</b> $S_0 \dots S_{n_{point}-1}$ $A := A_1 + A_2 + A_3;$ $preprocess(A);$ $n_{freq} = \frac{f_{ini} - f_{fin}}{n_{proc}};$ $my\_f_{ini} = my\_rank \times n\_freq;$ $my\_f_{fin} = my\_f_{ini} + n\_freq - 1;$ <b>for</b> $f \in \llbracket my\_f_{ini}; my\_f_{fin} \rrbracket$ <b>do</b> $\omega = 2\pi f;$ $A = \frac{A_1}{j\omega} + A_2 + j\omega A_3;$ $S_f = FactAndSolve(A, X);$ <b>end</b>

#### 3.1.1 Version itérative

Les résolutions des itérations proches traitant des systèmes très proches numériquement, nous avons estimé judicieux d'utiliser une méthode hybride directe itérative pour accélérer la résolution. En effet, la solution au temps  $t + 1$  est très proche de la solution au temps  $t$ . Une méthode itérative utilisant comme point de départ la solution du pas précédent convergera donc rapidement. De plus, la matrice, et donc la matrice factorisée, est également proche numériquement d'une itération à l'autre. Nous pouvons alors utiliser la matrice factorisée d'une itération précédente comme préconditionneur pour accélérer la convergence de la méthode itérative. L'algorithme obtenu alors est décrit par l'Algorithme 2.

Il est possible de paramétrer la méthode itérative en utilisant le paramètre `IPARM_REF_MODE`:

- Avec la valeur `API_REF_FACT PASTIX` factorise la matrice du système à résoudre et l'utilise comme préconditionneur. Le problème est alors résolu en direct. Si la factorisation n'a pas donné lieu à du pivotage le raffinement ne devrait pas être nécessaire.
- Avec la valeur `API_REF_ONLY PASTIX` n'effectue pas de factorisation, il utilise un raffinement itératif sans préconditionneur.
- Avec la valeur `API_REF_PREC PASTIX` utilise une factorisation calculée lors d'un appel précédent pour préconditionner le raffinement itératif.

Lorsque l'on utilise `API_REF_ONLY` ou `API_REF_PREC`, les étapes de factorisation et de résolution de `PASTIX` sont utilisées pour fournir respectivement la matrice du système à résoudre et la solution de départ au lieu de leur fonction normale. Ce paramètre est contrôlé dans le binaire `algotech` via les paramètres `-i <precision>` pour activer le raffinement itératif et fournir la précision exigée, et `-w` pour activer le préconditionnement.

Il est également possible de changer l'algorithme de raffinement itératif désiré grâce au paramètre `IPARM_REFINEMENT` qui peut prendre pour valeur:

`IPARM_RAF_GMRES` : algorithme GMRES (Generalized minimal residual);

**Algorithm 2:** Boucle en fréquence avec méthode hybride direct/iterative

```

Data:  $A_1, A_2, A_3, X, f_{ini}, f_{fin}, n_{points}, precision, max\_iter$ 
Result:  $S_0 \dots S_{n_{point}-1}$ 
 $A := A_1 + A_2 + A_3;$ 
 $preprocess(A);$ 
 $n_{freq} = \frac{f_{ini} - f_{fin}}{n_{proc}};$ 
 $my\_f_{ini} = my\_rank \times n\_freq;$ 
 $my\_f_{fin} = my\_f_{ini} + n\_freq - 1;$ 
 $need\_fact = true;$ 
for  $f \in \llbracket my\_f_{ini}; my\_f_{fin} \rrbracket$  do
   $\omega = 2\pi f;$ 
   $A = \frac{A_1}{j\omega} + A_2 + j\omega A_3;$ 
  if  $need\_fact$  then
     $S_f = FactAndSolve(A, X, precision);$ 
     $need\_fact = false;$ 
  else
     $(S_f, n_{iter}) = IterativeSolve(A, X);$ 
    if  $n_{iter} > max\_iter$  then
       $need\_fact = true;$ 
    end
  end
end

```

IPARM\_RAF\_GRAD : gradient conjugué (disponible seulement dans le cas symétrique);

IPARM\_RAF\_PIVOT : raffinement itératif simple;

IPARM\_RAF\_BICGSTAB : algorithme BiCGSTAB (Bi-gradient conjugué stabilisé).

L'option `-a <integer>` du binaire `algotech` permet de choisir l'algorithme itératif: 0 pour le GMRES, 1 pour le gradient conjugué, 2 pour un raffinement itératif simple, et 3 pour le BiCGSTAB.

En fonction de la précision désirée, le solveur itératif effectuera plus ou moins d'itérations et sera plus ou moins rapide. Une valeur permettant d'obtenir des résultats corrects est  $2.5e^{-5}$  (Figure 1). Avec une erreur autorisée de  $1e^{-2}$  (Figure 2) par contre, les courbes obtenues présentent un profil en marches en escalier.

## 3.2 Interface

Cette sous-section décrit les entrées et sorties du binaire `algotech` qui est appelé par Pack'ElecBuilder pour résoudre les systèmes linéaires induits par la boucle en fréquence que ce soit pour les calculs locaux ou distants.

### 3.2.1 Paramètres

Le binaire `algotech` qui fait partie des exemples d'utilisation de la bibliothèque PASTIX propose les options décrites dans le Listing 2.

Une utilisation classique est donnée par la commande suivante : `./algotech -y -t -s 500000000 -e 2000000000 -p 999 -k 0 -o listOutputIdx -u -v 2 -i 2.5e-3 - Constants.mat Capacitance.mat Inductance.mat Rhs.mat`. La matrice est en effet symétrique et elle est traitée en transposée puisque le code de simulation produit des CSR d'où le `-y` et le `-t`. La simulation parcourt des fréquences allant de 50 KHz à 2 GHz avec 999 points intermédiaires. L'option de regroupement des solutions est désactivée (`-k 0`) elle permet de rassembler les solutions par paquets dans des archives compressées. A l'heure actuelle nous compressons seulement l'ensemble des solutions dans le script de lancement de la commande sur une machine de calcul distante. Cette option n'est pas utilisée en calcul local. Le `-o listInputIdx` indique la position d'un fichier contenant la liste des valeurs dont la simulation en sortie. Ce seront ces valeurs qui seront contenues dans les fichiers `sol_<i>.mat`, où `i` est le numéro de la solution, qui seront relues par Simul'Elec. Le fichier `listOutputIdx` est écrit en binaire et contient une liste d'entiers, chacun sur 4 octets. Tout d'abord le nombre d'indices,



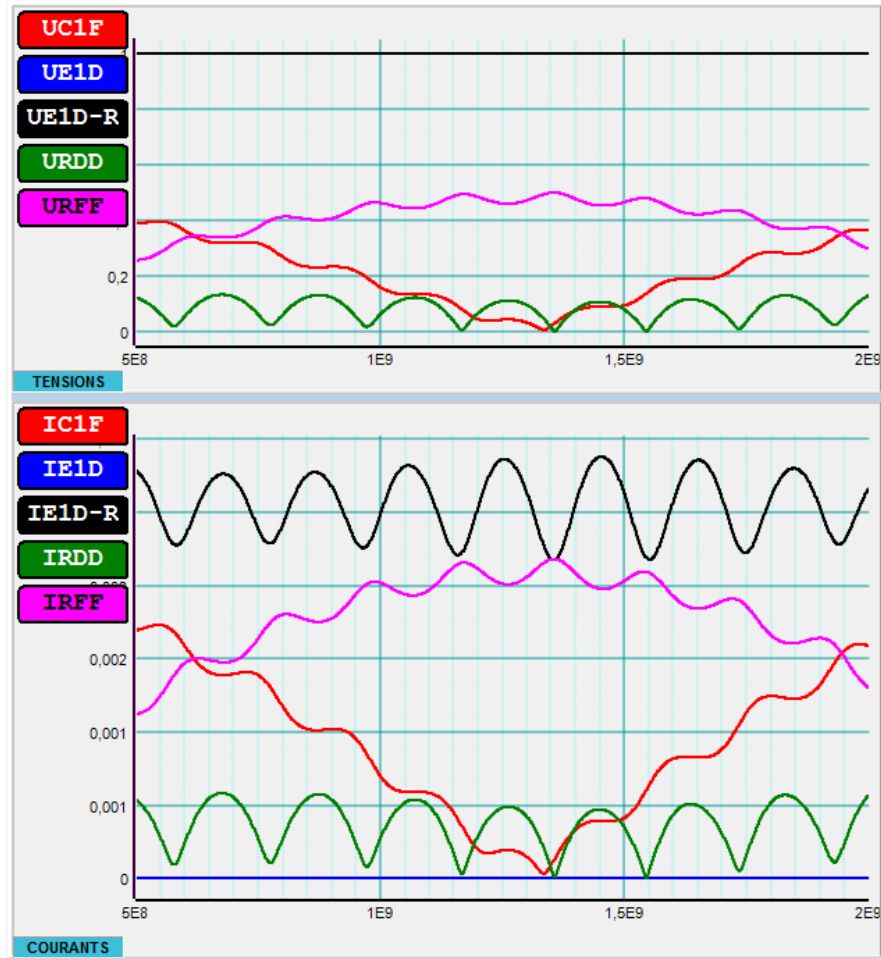


Figure 1: Affichage des résultat avec algorithme incomplet préconditionné utilisant un seuil de  $2.5e^{-5}$

```

1 usage: ./algotech [options] -- matrix1 matrix2 matrix3 rhs
2   options : -y          -- If matrix is symmetric
3             -x          -- If matrix is hermitian
4             -c          -- If check required
5             -t          -- If transpose solve
6             -l          -- Logarithmic step
7             -p <npoints> -- Number pf points
8             -k <packsize> -- number of solutions in a tar.gz pack
9             -s <double>  -- first frequency of the loop
10            -e <double>  -- last frequency of the loop
11            -v <verbosity> -- verbosity level
12            -r <threadNbr> -- Number of thread in PaStiX (IPARM_THREAD_NBR)
13            -o <filename> -- binary file containing idx required in outputs
14            -u          -- gather all output in one file (only without MPI)
15            -i <precision> -- Activate iterative solve with given precision
16            -m <maxiter>  -- when -i is used, factorization is performed when
17                          more than maxiter iteration are required ,
18                          2*maxiter are authorized.
19            -a <integer>  -- when -i is used, choose iterative method:
20                          0 - GMRES,
21                          1 = conjugate gradient ,
22                          2 = simple iterative refinement ,
23                          3 = bi-conjugate gradient stabilized
24            -w          -- when -i is used, the iterative refinement
25                          is performed with a preconditionner
26            -h          -- Display this help

```

Listing 2: Option du binaire algotech

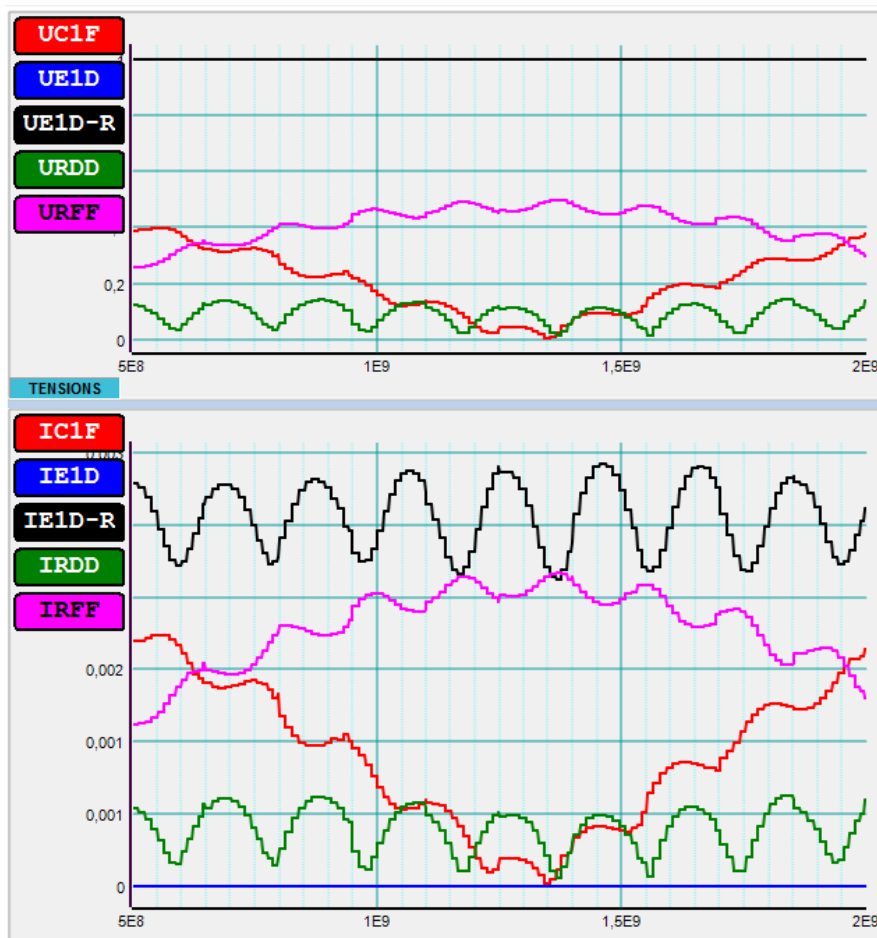


Figure 2: Affichage des résultat avec algorithmme incomplet preconditionné utilisant un seuil de  $1e^{-2}$

puis les indices en numérotation **C** (i.e. commençant à l'indice 0). L'option `-v` permet de contrôler le niveau de verbosité et l'option `-i <precision>` permet d'activer le mode hybride direct/itératif avec le critère d'arrêt donné pour la partie itérative.

Les matrices sont fournies au format binaire, elles contiennent la matrice au format **CSR** ou **CSC**. Elles commencent par indiquer la taille de la matrice **n**, par un entier sur 4 octet. Puis le tableau `colptr` de taille **n+1** est décrit par autant d'entiers sur 4 octets chacun, numéroté avec la numérotation Fortran (i.e. commençant à l'indice 1). Vient ensuite la liste des colonnes de taille `colptr[n]-1`, en numérotation Fortran. et le tableau des valeurs en double précision sur 8 octets. La première matrice contient les valeurs constantes, la seconde les valeurs en  $\omega$  et la troisième les valeurs en  $\frac{1}{\omega}$ .

Le second membre quand à lui ne contient que sa taille suivi de **n** valeur en double complexe sur 16 octets chacune.

### 3.2.2 Valeurs de retour

Le binaire peut retourner différentes valeurs entières:

- 0** : Si aucune erreur ne s'est produite;
- 2** : Si il y a eu un problème de lecture de la matrice ou du second membre;
- 3** : Si les dimensions des différentes matrices ou du vecteur ne correspondent pas;
- 4** : Si le format de la matrice est incorrect;
- 6** : Si la mémoire est insuffisante;
- 7** : Si la matrice ne valide pas les tests de `pastix_checkMatrix()`;
- 8** : Si les solutions n'ont pas pu être écrites sur disque;
- 9** : Si une erreur a été faite dans les options;
- 10** : Si une erreur a eu lieu pendant le prétraitement;
- 11** : Si une erreur a eu lieu pendant la factorisation ou la résolution;
- 12** : Si le fichier contenant la liste des indices à écrire dans les solutions ne peut pas être lu.

Dans le cas d'une exécution distante la sortie est copiée par le script appelant dans un fichier `return.txt`.

## 3.3 Appel distants

Les appels au binaire `algotech` peuvent se faire soit en local soit via la plate-forme de calcul `extreme-factory`. Dans le second cas, l'interfaçage peut être fait de deux manières, soit via l'interface web où l'on peut choisir son application, ses données et ses ressources puis visualiser les résultats, soit via une connexion **SSH** où l'on pourra exécuter la commande `xf_Run` qui soumettra un calcul de manière équivalente à ce que propose l'interface web. C'est ce second modèle que nous utiliserons ici puisqu'il nous permet de nous connecter de manière transparente pour l'utilisateur, toute la partie interface graphique étant fournie par l'application `Pack'ElecBuilder`.

Ainsi nous utilisons **SSH** par l'intermédiaire de `Putty` pour envoyer nos données (`pscp.exe`), exécuter la commande `xf_Run` (`plink.exe`), et récupérer nos résultats (`pscp.exe`).

La commande `xf_Run` prend pour arguments :

- `-s AlgotechPastix` : pour sélectionner l'application à utiliser. Ici, le binaire `algotech`;
- `-v <version>` : pour indiquer la version de l'application à utiliser;
- `-i <inputDirectory>` : pour indiquer le chemin du dossier contenant les matrices;
- `-q compute.q` : pour indiquer la queue au gestionnaire de travaux;
- `-n <nodeNbr>` : pour indiquer le nombre de processus MPI;
- `-C <threadNbr>` : pour indiquer le nombre de coeurs par processus MPI;
- `-j <jobName>` : pour indiquer le nom du job;

-w hhh:mm:ss : pour indiquer le temps d'exécution maximal du job;

Ensuite, les options que nous voudrions passer au binaire `algotech` sont précédées par deux tirets : `xf_Run <opts_xf_Run> -- <opts_algotech>`.

## 4 Conclusion

Ainsi nous avons décrit ici deux solutions pour l'interfaçage de Pack'ElecBuilder avec PASTIX pour pouvoir utiliser la même solution pour les calculs locaux et distants, nous avons décidé d'utiliser la solution permettant le déport de la boucle en temps dans le binaire `algotech`. En effet, cette solution s'adapte à la fois au calcul locaux et distants. C'est donc celle-ci que nous utiliserons. La version SSH pourra évoluer dans les mois à venir lorsqu'une interface de programmation aura été proposée par BULL pour permettre de remplacer les connexions SSH et de se passer d'outils tels que `Putty`.

## A Fichier d'interfaçage avec le Delphi

Le fichier `S_pastix.pas` est le fichier permettant de décrire les fonctions et constantes permettant les appels de la bibliothèque PASTIX depuis le code en Delphi. Il a été construit à partir de `common/src/api.h` de PASTIX et des descriptions de fonctions se trouvant dans `sopalin/src/pastix.h`.

```

unit S_pastix
2
interface
4
uses S_recc_ksc ;
6
const
8
{ Acces au tableau iparm}
10 {
12   enum: IPARM_ACCESS
14
   Integer parameters tabular accessors
16
   IPARM_MODIFY_PARAMETER      - Indicate if parameters have been set by user
                                Default: API_YES           IN
18
   IPARM_START_TASK            - Indicate the first step to execute (see PaStiX
                                steps) Default: API_TASK_ORDERING IN
   IPARM_END_TASK              - Indicate the last step to execute (see PaStiX
                                steps) Default: API_TASK_CLEAN   IN
20
   IPARM_VERBOSE               - Verbose mode (see Verbose modes)
                                Default: API_VERBOSE_NO         IN
   IPARM_DOF_NBR               - Degree of freedom per node
                                Default: 1                       IN
22
   IPARM_ITERMAX               - Maximum iteration number for refinement
                                Default: 250                     IN
   IPARM_MATRIX_VERIFICATION   - Check the input matrix
                                Default: API_NO                   IN
24
   IPARM_MC64                  - MC64 operation <pastix.h> IGNORE
                                Default: 0                       IN
   IPARM_ONLY_RAFF             - Refinement only
                                Default: API_NO                   IN
26
   IPARM_CSCD_CORRECT          - Indicate if the cscd has been redistributed
                                after blend Default: API_NO       IN
   IPARM_NBITER                - Number of iterations performed in refinement
                                Default: -                       OUT
28
   IPARM_TRACEFMT              - Trace format (see Trace modes)
                                Default: API_TRACE_PICL         IN
   IPARM_GRAPHDIST             - Specify if the given graph is distributed or
                                not Default: API_YES             IN
30
   IPARM_AMALGAMATION_LEVEL    - Amalgamation level
                                Default: 5                       IN
   IPARM_ORDERING              - Choose ordering
                                Default: API_ORDER_SCOTCH       IN
32
   IPARM_DEFAULT_ORDERING      - Use default ordering parameters with \scotch or
                                \metis Default: API_YES         IN
   IPARM_ORDERING_SWITCH_LEVEL - Ordering switch level (see \scotch User's
                                Guide) Default: 120             IN
34
   IPARM_ORDERING_CMIN         - Ordering cmin parameter (see \scotch User's
                                Guide) Default: 0               IN
   IPARM_ORDERING_CMAX         - Ordering cmax parameter (see \scotch User's
                                Guide) Default: 100000          IN
36
   IPARM_ORDERING_FRAT         - Ordering frat parameter (see \scotch User's
                                Guide) Default: 8               IN
   IPARM_STATIC_PIVOTING       - Static pivoting
                                Default: -                       OUT
38
   IPARM_METIS_PFACTOR         - \metis pfactor
                                Default: 0                       IN
   IPARM_NNZEROS               - Number of nonzero entries in the factorized
                                matrix Default: -                 OUT
40
   IPARM_ALLOCATED_TERMS       - Maximum memory allocated for matrix terms
                                Default: -                       OUT
   IPARM_BASEVAL               - Baseval used for the matrix
                                Default: 0                       IN
42
   IPARM_MIN_BLOCKSIZE         - Minimum block size
                                Default: 60                       IN
   IPARM_MAX_BLOCKSIZE         - Maximum block size
                                Default: 120                      IN
   IPARM_SCHUR                 - Schur mode
                                Default: API_NO

```

		IN	
	IPARM_ISOLATE_ZEROS	- Isolate null diagonal terms at the end of the matrix	Default: API_NO
44	IPARM_RHSD_CHECK	- Set to API_NO to avoid RHS redistribution	Default: API_NO
	IPARM_FACTORIZATION	- Factorization mode (see Factorization modes)	Default: API_FACT_LDLT
46	IPARM_NNZEROS_BLOCK_LOCAL	- Number of nonzero entries in the local block factorized matrix	Default: -
	IPARM_CPU_BY_NODE	- Number of CPUs per SMP node	Default: 0
48	IPARM_BINDTHRD	- Thread binding mode (see Thread binding modes)	Default: API_BIND_AUTO
	IPARM_THREAD_NBR	- Number of threads per MPI process	Default: 1
50	IPARM_DISTRIBUTION_LEVEL	- Distribution level IGNORE	Default: -
	IPARM_LEVEL_OF_FLL	- Level of fill for incomplete factorization	Default: 1
52	IPARM_IO_STRATEGY	- IO strategy (see Checkpoints modes)	Default: API_IO_NO
	IPARM_RHS_MAKING	- Right-hand-side making (see Right-hand-side modes)	Default: API_RHS_B
54	IPARM_REFINEMENT	- Refinement type (see Refinement modes)	Default: API_RAF_GMRES
	IPARM_SYM	- Symmetric matrix mode (see Symmetric modes)	Default: API_SYM_YES
56	IPARM_INCOMPLETE	- Incomplete factorization	Default: API_NO
	IPARM_ABS	- ABS level (Automatic Blocksiz Splitting)	Default: 1
58	IPARM_ESP	- ESP (Enhanced Sparse Parallelism)	Default: API_NO
	IPARM_GMRES_IM	- GMRES restart parameter	Default: 25
60	IPARM_FREE_CSCUSER	- Free user CSC	Default: API_CSC_PRESERVE
	IPARM_FREE_CSCPASTIX	- Free internal CSC (Use only without call to Refin. step)	Default: API_CSC_PRESERVE
62	IPARM_OOC_LIMIT	- Out of core memory limit (Mo)	Default: 2000
	IPARM_OOC_THREAD	- Out of core thread number	Default: 1
64	IPARM_OOC_ID	- Out of core run ID	Default: -
	IPARM_NB_SMP_NODE_USED	- Number of SMP node used	Default: -
66	IPARM_THREAD_COMM_MODE	- Threaded communication mode (see Communication modes)	Default: API_THREAD_MULT
	IPARM_NB_THREAD_COMM	- Number of thread(s) for communication	Default: 1
68	IPARM_FILL_MATRIX	- Initialize matrix coefficients (for test only)	Default: IGNORE
	IPARM_INERTIA	- Return the inertia (symmetric matrix without pivoting)	Default: -
70	IPARM_ESP_NBTASKS	- Return the number of tasks generated by ESP	Default: -
	IPARM_ESP_THRESHOLD	- Minimal block size to switch in ESP mode (128 * 128)	Default: 16384
72	IPARM_DOF_COST	- Degree of freedom for cost computation (If different from IPARM_DOF_NBR)	Default: 0
	IPARM_MURGE_REFINEMENT	- Enable refinement in MURGE	Default: API_YES
74	IPARM_STARPU	- Use StarPU runtime	Default: API_NO
	IPARM_AUTOSPLIT_COMM	- Automaticaly split communicator to have one MPI task by node	Default: API_NO
76	IPARM_FLOAT	- Indicate the floating point type	Default: -
	IPARM_PID	- Pid of the first process (used for naming the log directory)	Default: -1
78	IPARM_ERROR_NUMBER	- Return value	Default: -
	IPARM_CUDA_NBR	- Number of cuda devices	Default: 0

```

80  IPARM_TRANSPOSE_SOLVE      - Use transposed matrix during solve
                                Default: API_NO          IN
IPARM_STARPU_CTX_DEPTH      - Tree depth of the contexts given to StarPU
                                Default:3              IN
82  IPARM_STARPU_CTX_NBR     - Number of contexts created
                                Default:-1             INOUT
IPARM_PRODUCE_STATS         - Compute some statistiques (such as precision
                                error)                Default:API_NO    IN
84  IPARM_GPU_CRITERIUM     - Criterium for sorting GPU
                                Default:0              IN
IPARM_SIZE                  - Iparm Size              IGNORE
                                Default:                IN
86  }
88  IPARM_MODIFY_PARAMETER   = 0 ;
IPARM_START_TASK            = 1 ;
90  IPARM_END_TASK           = 2 ;
IPARM_VERBOSE               = 3 ;
92  IPARM_DOF_NBR            = 4 ;
IPARM_ITERMAX               = 5 ;
94  IPARM_MATRIX_VERIFICATION = 6 ;
IPARM_MC64                  = 7 ;
96  IPARM_ONLY_RAFF         = 8 ;
IPARM_CSCD_CORRECT         = 9 ;
98  IPARM_NBITER             = 10 ;
IPARM_TRACEFMT              = 11 ;
100 IPARM_GRAPHDIST          = 12 ;
IPARM_AMALGAMATION_LEVEL   = 13 ;
102 IPARM_ORDERING           = 14 ;
IPARM_DEFAULT_ORDERING     = 15 ;
104 IPARM_ORDERING_SWITCH_LEVEL = 16 ;
IPARM_ORDERING_CMIN        = 17 ;
106 IPARM_ORDERING_CMAX      = 18 ;
IPARM_ORDERING_FRAT        = 19 ;
108 IPARM_STATIC_PIVOTING    = 20 ;
IPARM_METIS_PFACTOR        = 21 ;
110 IPARM_NNZEROS           = 22 ;
IPARM_ALLOCATED_TERMS      = 23 ;
112 IPARM_BASEVAL            = 24 ;
IPARM_MIN_BLOCKSIZE        = 25 ;
114 IPARM_MAX_BLOCKSIZE      = 26 ;
IPARM_SCHUR                 = 27 ;
116 IPARM_ISOLATE_ZEROS     = 28 ;
IPARM_RHSD_CHECK           = 29 ;
118 IPARM_FACTORIZATION      = 30 ;
IPARM_NNZEROS_BLOCK_LOCAL  = 31 ;
120 IPARM_CPU_BY_NODE        = 32 ;
IPARM_BINDTHRD             = 33 ;
122 IPARM_THREAD_NBR        = 34 ;
IPARM_DISTRIBUTION_LEVEL   = 35 ;
124 IPARM_LEVEL_OF_FILL     = 36 ;
IPARM_IO_STRATEGY          = 37 ;
126 IPARM_RHS_MAKING        = 38 ;
IPARM_REFINEMENT           = 39 ;
128 IPARM_SYM                = 40 ;
IPARM_INCOMPLETE           = 41 ;
130 IPARM_ABS                = 42 ;
IPARM_ESP                   = 43 ;
132 IPARM_GMRES_IM          = 44 ;
IPARM_FREE_CSCUSER         = 45 ;
134 IPARM_FREE_CSCPASTIX    = 46 ;
IPARM_OOC_LIMIT            = 47 ;
136 IPARM_OOC_THREAD        = 48 ;
IPARM_OOC_ID               = 49 ;
138 IPARM_NB_SMP_NODE_USED  = 50 ;
IPARM_THREAD_COMM_MODE     = 51 ;
140 IPARM_NB_THREAD_COMM    = 52 ;
IPARM_FILL_MATRIX          = 53 ;
142 IPARM_INERTIA           = 54 ;
IPARM_ESP_NBTASKS         = 55 ;
144 IPARM_ESP_THRESHOLD     = 56 ;
IPARM_DOF_COST             = 57 ;
146 IPARM_MURGE_REFINEMENT  = 58 ;
IPARM_STARPU               = 59 ;
148 IPARM_AUTOSPLIT_COMM    = 60 ;
IPARM_FLOAT                = 61 ;
150 IPARM_PID                = 62 ;

```

```

152 IPARM_ERROR_NUMBER          = 63 ;
IPARM_CUDA_NBR                = 64 ;
IPARM_TRANSPOSE_SOLVE         = 65 ;
154 IPARM_STARPU_CTX_DEPTH      = 66 ;
IPARM_STARPU_CTX_NBR          = 67 ;
156 IPARM_PRODUCE_STATS         = 68 ;
IPARM_GPU_CRITERIUM           = 69 ;
158 IPARM_SIZE                  = 128 ; { Need to be greater or equal to 64 for
    backward compatibility }

160 { Acces au tableau dparam }
{
162   Enum: DPARAM_ACCESS

164   Floating point parameters tabular accessors

166   DPARAM_FILL_IN            - Fill-in
    Default: -                OUT
DPARAM_MEM_MAX                 - Maximum memory (-DMEMORY_USAGE)
    Default: -                OUT
168 DPARAM_EPSILON_REFINEMENT - Epsilon for refinement
    Default: 1e^(-12)         IN
DPARAM_RELATIVE_ERROR          - Relative backward error
    Default: -                OUT
170 DPARAM_EPSILON_MAGN_CTRL  - Epsilon for magnitude control
    Default: 1e^(-31)         IN
DPARAM_ANALYZE_TIME            - Time for Analyse step (wallclock)
    Default: -                OUT
172 DPARAM_PRED_FACT_TIME     - Predicted factorization time
    Default: -                OUT
DPARAM_FACT_TIME               - Time for Numerical Factorization step (wallclock)
    Default: -                OUT
174 DPARAM_SOLV_TIME          - Time for Solve step (wallclock)
    Default: -                OUT
DPARAM_FACT_FLOPS              - Numerical Factorization flops (rate!)
    Default: -                OUT
176 DPARAM_SOLV_FLOPS         - Solve flops (rate!)
    Default: -                OUT
DPARAM_RAFF_TIME               - Time for Refinement step (wallclock)
    Default: -                OUT
178 DPARAM_SIZE                - Dparam Size          IGNORE
    Default: -                IN
}

180 DPARAM_FILL_IN              = 1 ;
182 DPARAM_MEM_MAX              = 2 ;
DPARAM_EPSILON_REFINEMENT     = 5 ;
184 DPARAM_RELATIVE_ERROR       = 6 ;
DPARAM_SCALED_RESIDUAL         = 7 ;
186 DPARAM_EPSILON_MAGN_CTRL    = 10 ;
DPARAM_ANALYZE_TIME            = 18 ;
188 DPARAM_PRED_FACT_TIME       = 19 ;
DPARAM_FACT_TIME               = 20 ;
190 DPARAM_SOLV_TIME            = 21 ;
DPARAM_FACT_FLOPS              = 22 ;
192 DPARAM_SOLV_FLOPS           = 23 ;
DPARAM_RAFF_TIME               = 24 ;
194 DPARAM_SIZE                  = 64 ; { Need to be greater or equal to 64 for
    backward compatibility }

196 { * Etapes de resolution de PaStiX }
{
198   Enum: API_TASK

200   PaStiX step modes (index IPARM_START_TASK and IPARM_END_TASK)

202   API_TASK_INIT              - Set default parameters
API_TASK_ORDERING              - Ordering
204   API_TASK_SYMBFACT          - Symbolic factorization
API_TASK_ANALYSE                - Tasks mapping and scheduling
206   API_TASK_NUMFACT           - Numerical factorization
API_TASK_SOLVE                  - Numerical solve
208   API_TASK_REFINE            - Numerical refinement
API_TASK_CLEAN                  - Clean
210 }
{ _POS_ 1 }
212

```



```

214 API_TASK_INIT          = 0 ;
API_TASK_ORDERING      = 1 ;
API_TASK_SYMBFACT      = 2 ;
216 API_TASK_ANALYSE     = 3 ;
API_TASK_NUMFACT       = 4 ;
218 API_TASK_SOLVE       = 5 ;
API_TASK_REFINE        = 6 ;
220 API_TASK_CLEAN       = 7 ;

222 { * Affichage de PaStiX }
{
224   Enum: API_VERBOSE

226   Verbose modes (index IPARM_VERBOSE)

228   API_VERBOSE_NOT     - Silent mode ; no messages
API_VERBOSE_NO         - Some messages
230 API_VERBOSE_YES      - Many messages
API_VERBOSE_CHATTERBOX - Like a gossip
232 API_VERBOSE_UNBEARABLE - Really talking too much...
}
{ _POS_ 5 }

236 API_VERBOSE_NOT      = 0 ; { Nothing }
API_VERBOSE_NO         = 1 ; { Default }
238 API_VERBOSE_YES      = 2 ; { Extended }
API_VERBOSE_CHATTERBOX = 3 ;
240 API_VERBOSE_UNBEARABLE = 4 ;

242 { * Load strategy for graph and ordering }
{
244   Enum: API_IO

246   Check-points modes (index IPARM_IO)

248   API_IO_NO           - No output or input
API_IO_LOAD            - Load ordering during ordering step and symbol matrix
                        instead of symbolic factorisation.
250   API_IO_SAVE         - Save ordering during ordering step and symbol matrix
                        instead of symbolic factorisation.
API_IO_LOAD_GRAPH     - Load graph during ordering step.
252   API_IO_SAVE_GRAPH  - Save graph during ordering step.
API_IO_LOAD_CSC       - Load CSC(d) during ordering step.
254   API_IO_SAVE_CSC    - Save CSC(d) during ordering step.
}
{ _POS_ 6 }

258   API_IO_NO          = 0 ;
API_IO_LOAD            = 1 ;
260   API_IO_SAVE        = 2 ;
API_IO_LOAD_GRAPH     = 4 ;
262   API_IO_SAVE_GRAPH  = 8 ;
API_IO_LOAD_CSC       = 16 ;
264   API_IO_SAVE_CSC    = 32 ;

266 { * Generation du second membre }
{
268   Enum: API_RHS

270   Right-hand-side modes (index IPARM_RHS)

272   API_RHS_B - User's right hand side
API_RHS_1 - $ \forall i ; X_i = 1 $
274   API_RHS_I - $ \forall i ; X_i = i $

276 }
{ _POS_ 7 }

278   API_RHS_B = 0 ; { Utilisation du second membre fournit }
280   API_RHS_1 = 1 ; { Utilisation d'un second membre dont tous les coefficients
                        valent 1 }
API_RHS_I = 2 ; { Utilisation d'un second membre tel que RHS(i) = i }
282   API_RHS_0 = 3 ; { Initialisation en mode ONLY_RAFF d'une solution X0(i) = 0 }

284 { * Type de raffinement utilise }
{
286   Enum: API_RAF

```

```

288 Refinement modes (index IPARM_REFINEMENT)
290 API_RAF_GMRES - GMRES
291 API_RAF_GRAD - Conjugate Gradient ($LL^t$ or $LDL^t$ factorization)
292 API_RAF_PIVOT - Iterative Refinement (only for $LU$ factorization)
293 API_RAF_BICGSTAB - BICGSTAB
294 }
295 { _POS_ 8 }
296
297 API_RAF_GMRES = 0 ; { Utilisation de GMRES }
298 API_RAF_GRAD = 1 ; { Utilisation du gradient conjugue }
299 API_RAF_PIVOT = 2 ; { Utilisation de la methode du pivot }
300 API_RAF_BICGSTAB = 3 ;
301
302 { * Type de facto utilisee (LLT ;LDLT ;LU) }
303 {
304 Enum: API_FACT
305
306 Factorization modes (index IPARM_FACTORISATION)
307
308 API_FACT_LLT - $LL^t$ Factorization
309 API_FACT_LDLT - $LDL^t$ Factorization
310 API_FACT_LU - $LU$ Factorization
311 API_FACT_LDLH - $LDL^h$ hermitian factorization
312 }
313 { _POS_ 4 }
314
315 API_FACT_LLT = 0 ; { Factorisation de Cholesky }
316 API_FACT_LDLT = 1 ; { Factorisation de Crout }
317 API_FACT_LU = 2 ; { Factorisation LU }
318 API_FACT_LDLH = 3 ;
319
320 { * Matrice symetrique ou non (0 : symetrique ; 1 : non) }
321 {
322 Enum: API_SYM
323
324 Symmetric modes (index IPARM_SYM)
325
326 API_SYM_YES - Symmetric matrix
327 API_SYM_NO - Nonsymmetric matrix
328 API_SYM_HER - Hermitian
329 }
330 { _POS_ 3 }
331
332 API_SYM_YES = 0 ; { Matrice symetrique }
333 API_SYM_NO = 1 ; { Matrice non symetrique }
334 API_SYM_HER = 2 ;
335
336 { * Supressing user CSC(D) when not usefull anymore }
337 {
338 Enum: API_ERASE_CSC
339
340 CSC Management modes (index IPARM_FREE_CSCUSER and IPARM_FREE_CSCPASTIX)
341
342 API_CSC_PRESERVE - Do not free the CSC
343 API_CSC_FREE - Free the CSC when no longer needed
344 }
345 { _POS_ 11 }
346
347 API_CSC_PRESERVE = 0 ;
348 API_CSC_FREE = 1 ;
349
350 { * DMP communication mode }
351 {
352 Enum: API_THREAD_MODE
353
354 Communication modes (index IPARM_THREAD_COMM_MODE)
355
356 API_THREAD_MULTIPLE - All threads communicate.
357 API_THREAD_FUNNELED - One thread perform all the MPI Calls.
358 API_THREAD_COMM_ONE - One dedicated communication thread will receive
359 messages.
360 API_THREAD_COMM_DEFINED - Then number of threads receiving the messages is
361 given by IPARM_NB_THREAD_COMM.
362 API_THREAD_COMM_NBPROC - One communication thread per computation thread

```

```

    will receive messages.
362 }
    { _POS_ 9 }
364
    API_THREAD_MULTIPLE      = 1 ;
366 API_THREAD_FUNNELED      = 2 ;
    API_THREAD_COMM_ONE     = 4 ;
368 API_THREAD_COMM_DEFINED  = 8 ;
    API_THREAD_COMM_NBPROC  = 16 ;
370
    { * Thread binding }
372 {
    Enum: API_BIND_MODE

374     Thread-binding modes (index IPARM_BINTHRD)
376
    API_BIND_NO      - Do not bind thread
378 API_BIND_AUTO    - Default binding
    API_BIND_TAB     - Use vector given by pastix_setBind
380 }
    { _POS_ 12 }
382
    API_BIND_NO      = 0 ; { Do not bind threads }
384 API_BIND_AUTO     = 1 ; { Default thread binding }
    API_BIND_TAB     = 2 ; { Use tabular given by pastix_setBind to bind }
386
    { * Boolean }
388 {
    Enum: API_BOOLEAN

390     Boolean modes (All boolean except IPARM_SYM)
392
    API_NO      - No
394 API_YES     - Yes
    }
396 { _POS_ 2 }

398 API_NO  = 0 ;
    API_YES = 1 ;
400
    { * Trace format }
402 {
    Enum: API_TRACEFMT

404     Trace modes (index IPARM_TRACEFMT)
406
    API_TRACE_PICL      - Use PICL trace format
408 API_TRACE_PAJE      - Use Paje trace format
    API_TRACE_HUMREAD  - Use human-readable text trace format
410 API_TRACE_UNFORMATED - Unformatted trace format
    }
412 { _POS_ 10 }

414 API_TRACE_PICL      = 0 ; { Use PICL trace format }
416 API_TRACE_PAJE     = 1 ; { Use Paje trace format }
    API_TRACE_HUMREAD = 2 ; { Use text trace format }
    API_TRACE_UNFORMATED = 3 ; { Use unformatted trace format }
418
    {
420 Enum: API_ORDER

422     Ordering modes (index IPARM_ORDERING)
424
    API_ORDER_SCOTCH  - Use \scotch ordering
    API_ORDER_METIS   - Use \metis ordering
426 API_ORDER_PERSONAL - Apply user's permutation
    API_ORDER_LOAD    - Load ordering from disk
428 }
    { _POS_ 11 }
430
    API_ORDER_SCOTCH  = 0 ;
432 API_ORDER_METIS    = 1 ;
    API_ORDER_PERSONAL = 2 ;
434 API_ORDER_LOAD     = 3 ;

436 {
    Enum: API_FLOAT

```

```

438 Ordering modes (index IPARM_ORDERING)
440
441 API_REALSINGLE      - Use \scotch ordering
442 API_REALDOUBLE     - Use \metis ordering
443 API_COMPLEXSINGLE   - Apply user's permutation
444 API_COMPLEXDOUBLE  - Load ordering from disk
445 }
446 { _POS_ 61 }
447
448 API_REALSINGLE      = 0 ;
449 API_REALDOUBLE     = 1 ;
450 API_COMPLEXSINGLE   = 2 ;
451 API_COMPLEXDOUBLE  = 3 ;
452
453 {
454 * Enum: API_GPU_CRITERIUM
455 *
456 * Criterium used to decide to put tasks on GPUs.
457 *
458 * API_GPU_CRITERION_UPDATES - Number of updates on the panel.
459 * API_GPU_CRITERION_CBLKSIZE - Size of the target panel.
460 * API_GPU_CRITERION_FLOPS   - Number of FLOP involved in updates.
461 * API_GPU_CRITERION_PRIORITY - Priority computed in static scheduler.
462 }
463
464 API_GPU_CRITERION_UPDATES = 0 ;
465 API_GPU_CRITERION_CBLKSIZE = 1 ;
466 API_GPU_CRITERION_FLOPS   = 2 ;
467 API_GPU_CRITERION_PRIORITY = 3 ;
468
469 {
470 Enum: MODULES
471
472 Module Identification number.
473
474 If an error occurs ; error value is set to
475 MODULE + EER_NUMBER.
476
477 User can catch error by computing iparm [IPARM_ERROR_NUMBER]%100.
478
479 MODULE can be catch by computing iparm [IPARM_ERROR_NUMBER] - iparm [
480 IPARM_ERROR_NUMBER]%100.
481
482 MOD_UNKNOWN - Unknown module
483 MOD_SOPALIN - Numerical factorisation module
484 MOD_BLEND   - Analysing module
485 MOD_SCOTCH  - Scotch module
486 MOD_FAX     - Symbolic factorisation module
487 MOD_ORDER   - Order module
488 MOD_COMMON  - Common module
489 MOD_SI      -
490 MOD_GRAPH   - Graph module
491 MOD_SYMBOL  - Symbol structure module
492 MOD_KASS    - Kass module
493 MOD_BUBBLE  - Bubble
494 MOD_MURGE   - Murge
495 }
496
497 MOD_UNKNOWN = 0 ;
498 MOD_SOPALIN = 100 ;
499 MOD_BLEND   = 200 ;
500 MOD_SCOTCH  = 300 ;
501 MOD_FAX     = 400 ;
502 MOD_ORDER   = 500 ;
503 MOD_COMMON  = 600 ;
504 MOD_SI      = 700 ;
505 MOD_GRAPH   = 800 ;
506 MOD_SYMBOL  = 900 ;
507 MOD_KASS    = 1000 ;
508 MOD_BUBBLE  = 1100 ;
509 MOD_MURGE   = 1200 ;
510
511 { Enum: ERR_NUMBERS
512
513 Error Numbers

```

```

514 NO_ERR          - No error
516 UNKNOWN_ERR   - Unknown error
    ALLOC_ERR     - Allocation error
518 ASSERT_ERR    - Error in one assertion
    NOTIMPLEMENTED_ERR - Not implemented feature
520 OUTFOFMEMORY_ERR - Not enough memory (OOC)
    THREAD_ERR   - Error with threads
522 INTERNAL_ERR  - Internal error
    BADPARAMETER_ERR - Bad parameters given
524 FILE_ERR      - Error in In/Out operations
    BAD_DEFINE_ERROR - Error with defines during compilation
526 INTEGER_TYPE_ERR - Error with integer types
    IO_ERR       - Error with input/output
528 MATRIX_ERR    - Wrongly defined matrix
    FLOAT_TYPE_ERR - Wrong type of floating point values
530 STEP_ORDER_ERR - Error in ordering
    MPI_ERR      - Error with MPI calls
532 }
    { Need to conserve it MURGE compliant }
534 NO_ERR          = 0 ;
536 UNKNOWN_ERR    = 1 ;
    ALLOC_ERR      = 2 ;
538 ASSERT_ERR     = 3 ;
    NOTIMPLEMENTED_ERR = 4 ;
540 OUTFOFMEMORY_ERR = 5 ;
    THREAD_ERR     = 6 ;
542 INTERNAL_ERR   = 7 ;
    BADPARAMETER_ERR = 8 ;
544 FILE_ERR       = 9 ;
    BAD_DEFINE_ERR  = 10 ;
546 INTEGER_TYPE_ERR = 11 ;
    IO_ERR         = 12 ;
548 MATRIX_ERR     = 13 ;
    FLOAT_TYPE_ERR  = 14 ;
550 STEP_ORDER_ERR = 15 ;
    MPI_ERR        = 16 ;
552
procedure z_pastix(pastix_data: Pointer;
554 mpi_comm: Integer;
    n: Integer;
556 colptr: TArray<Integer>;
    rows: TArray<Integer>;
558 values: TArray<Complexe>;
    perm: TArray<Integer>;
560 invp: TArray<Integer>;
    rhs: TArray<Complexe>;
562 nrhs: Integer;
    iparm: TArray<Integer>;
564 dparm: TArray<Double>;
    cdecl; external 'libpastix';
566
function z_pastix_checkMatrix_2steps(data_check: pointer;
568 pastix_comm: integer;
    verb : integer;
570 flagsym : integer;
    flagcor : integer;
572 n : integer ;
    colptr : TArray<Integer> ;
574 row : TArray<integer> ;
    avals : TArray<complexe> ;
576 loc2glob : pointer ;
    dof : integer) : integer ;
578 cdecl ; external 'libpastix';
580 procedure z_pastix_checkMatrix_2steps_end(data_check : pointer ;
    verb : integer ;
582 row : TArray<integer> ;
    avals : TArray<complexe> ;
584 dof : integer) ;
    cdecl ; external 'libpastix';
586
procedure openblas_set_num_threads(nblas : integer); cdecl; external '
    libopenblas';
588
implementation

```

590

end.



**RESEARCH CENTRE  
BORDEAUX – SUD-OUEST**

200 avenue de la Vieille Tour  
33405 Talence Cedex

Publisher  
Inria  
Domaine de Voluceau - Rocquencourt  
BP 105 - 78153 Le Chesnay Cedex  
[inria.fr](http://inria.fr)

ISSN 0249-0803