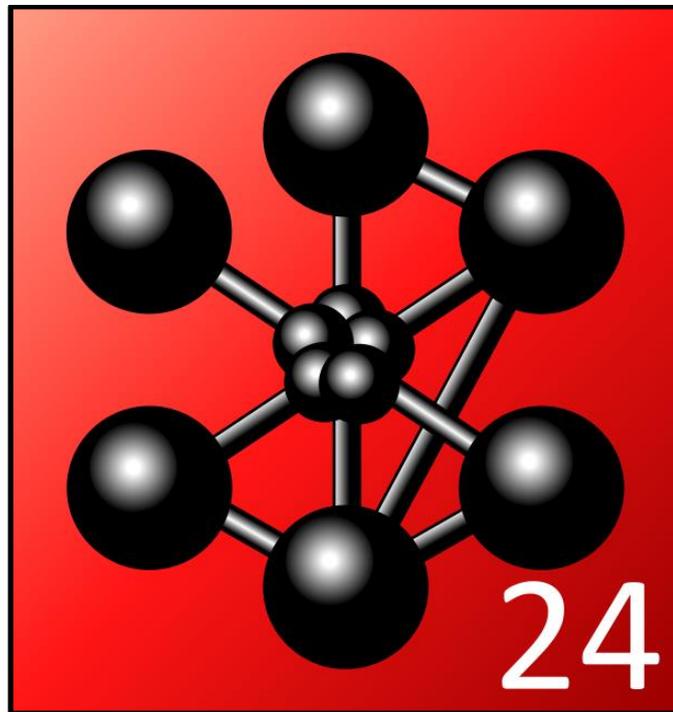


Cast3M 2024

---

## Notes de fabrication de Cast3M 2024





---

Cast3M est un logiciel de calcul par la méthode des éléments finis pour la mécanique des structures et des fluides. Cast3M est développé au Département de Modélisation des Systèmes et Structures (DM2S) de la Direction des Énergies (DES) du Commissariat à l'Énergie Atomique et aux Énergies Alternatives (CEA).

Le développement de Cast3M entre dans le cadre d'une activité de recherche dans le domaine de la mécanique dont le but est de définir un instrument de haut niveau, pouvant servir de support pour la conception, le dimensionnement et l'analyse de structures et de composants.

Dans cette optique, Cast3M intègre non seulement les processus de résolution (solveur) mais également les fonctions de construction du modèle (pré-processeur) et d'exploitation des résultats (post-traitement). Cast3M est un logiciel « boîte à outils » qui permet à l'utilisateur de développer des fonctions répondant à ses propres besoins.

Cast3M est notamment utilisé dans le secteur de l'énergie nucléaire, comme outil de simulation ou comme plateforme de développement d'applications spécialisées. En particulier, Cast3M est utilisé par l'Institut de Radioprotection et de Sécurité Nucléaire (IRSN) dans le cadre des analyses de sûreté des installations nucléaires françaises.

---



## SOMMAIRE

<b>ASSURANCE QUALITE CAST3M.....</b>	<b>6</b>
<b>1. PRESENTATION DE CAST3M 2024.....</b>	<b>9</b>
<b>2. PLATEFORMES DE PRODUCTION DE CAST3M.....</b>	<b>10</b>
2.1 PC – GNU/LINUX (64 BITS).....	10
2.2 PC – WINDOWS (64 BITS).....	10
2.3 PC – MACOS (64 BITS).....	10
<b>3. ÉLABORATION DE LA VERSION 2024 DE CAST3M .....</b>	<b>11</b>
3.1 OBJET.....	11
3.2 ÉTAPES DE L'ÉLABORATION DE LA VERSION.....	11
3.3 SCHEMA DE PRINCIPE DE LA PREPARATION DES VERSIONS ANNUELLES DE CAST3M.....	19



## 1. PRESENTATION DE CAST3M 2024

Cast3M est un logiciel développé au Commissariat à l'Énergie Atomique et aux Énergies Alternatives (CEA) qui a pour objet la résolution d'équations aux dérivées partielles par la méthode des éléments finis.

Les domaines d'applications sont la mécanique des structures, la mécanique des fluides, la thermique et la magnétostatique.

En mécanique des structures, le logiciel permet la résolution de problèmes non linéaires tels que la plasticité, le flambage, le fluage, l'analyse sismique, la thermo(visco)plasticité, la mécanique de la rupture, le post-flambage, l'endommagement, la fatigue et la ruine des structures. L'analyse peut se faire dans le domaine de l'équilibre quasi statique mais également en dynamique (temporelle ou bien par projection sur une base modale). Les structures étudiées sont 1D, 2D ou 3D, plusieurs formulations d'éléments finis sont proposées (éléments volumiques/surfaciques « massifs », coques minces/épaisses, poutres et barres ainsi qu'éléments joints) et de nombreuses lois de comportement des matériaux sont implémentées.

En mécanique des fluides, de nombreux modèles physiques sont disponibles, notamment des modèles d'écoulements (écoulements incompressibles ou dilatables, écoulements à faible nombre de Mach, écoulements compressibles, écoulements multi-espèces réactifs ou non, modèles de turbulence, diphasique homogène équilibré ou diphasique bi-fluide), des modèles homogénéisés (Navier-Stokes en milieu chargé, équations d'énergie), des modèles de combustion (cinétique d'Arrhenius, modèles EBU ou corrélations, modèles de recombiner catalytique), et des modèles de condensation (condensation en paroi – corrélation Chilton-Colburn, condensation en masse).

En thermique, les modes usuels de transport de la chaleur peuvent être modélisés : conduction, convection, rayonnement et advection. Comme en mécanique, de nombreuses formulations éléments finis sont disponibles en 3D, 2D, 1D.

En magnétostatique, les possibilités sont les analyses linéaires d'un champ magnétique en 2D ou 3D, les analyses non linéaires pour des matériaux avec des caractéristiques dépendant du champ magnétique, le calcul du champ de Biot et de Savart, et en électrostatique les calculs des potentiels scalaires et vecteurs.

Cast3M est un code muni d'un langage de mise en données appelé GIBIANE.

L'utilisateur développe des jeux de données GIBIANE appelant des opérateurs qui agissent sur des opérands dans le but de créer un résultat. Cast3M peut être considéré comme une boîte à outils comprenant plus de 500 opérateurs mis à la disposition des utilisateurs. Il comprend notamment des fonctionnalités de maillage et de post-traitement.

Cast3M est disponible sous 2 licences : « éducation et recherche » et « industrielle ».

- La licence « éducation et recherche » est réservée aux organismes de recherche, aux enseignants ainsi qu'aux étudiants. Elle est gratuite et se décline en version « *utilisateur* » ou en version « *développeur* ». Pour les versions développeur, un exécutable Esope est fourni avec l'exécutable de Cast3M dans le but de traduire les programmes Esope vers des programmes en Fortran 77. Des scripts de compilation et d'édition des liens sont également fournis afin de pouvoir construire une version modifiée de Cast3M.
- La licence « industrielle » est, quant à elle, payante et ne se décline qu'en version « *utilisateur* ».



## 2. PLATEFORMES DE PRODUCTION DE CAST3M

Les plates-formes sur lesquelles est fabriquée la version annuelle de Cast3M sont les suivantes :

### 2.1 PC – GNU/LINUX (64 BITS)

Plateforme de compilation :

Modèle de système : CentOS Linux release 6.10 (Final) 2.6.32-754.35.1.el6.centos.plus.x86\_64  
Type de processeur : Intel(R) Xeon(R) Silver 4214 CPU @ 2.20GHz  
Mémoire Vive : 16 Go

Plateforme de test :

Modèle de système : Debian Linux Squeeze 6.0.10 for x86\_64  
Type de processeur : Intel(R) Xeon(R) Silver 4214 CPU @ 2.20GHz  
Mémoire Vive : 4 Go

### 2.2 PC – WINDOWS (64 BITS)

Plateforme de compilation et de test :

Modèle de système : Windows 10.0.19041.2673  
Type de processeur : Intel(R) Core(TM) i7-8850H CPU @ 2.60GHz 2.59 GHz  
Mémoire Vive : 32 Go

### 2.3 PC – MACOS (64 BITS)

Plateforme de compilation :

Modèle de système : Mac mini Apple M2 Pro macOS Sonoma 14.5  
Type de processeur : arm 64  
Mémoire Vive : 16 Go



### 3. ÉLABORATION DE LA VERSION 2024 DE CAST3M

#### 3.1 OBJET

L'objectif est de produire une version annuelle de Cast3M en vue d'une large diffusion par téléchargement, notamment sur le site internet (<https://www-cast3m.cea.fr>), ainsi que ses programmes d'installation automatisés pour différentes plates-formes informatiques :

- Windows (64 bits)
- GNU/Linux (64 bits)
- MacOS (64 bits)

#### 3.2 ÉTAPES DE L'ÉLABORATION DE LA VERSION

Pour produire la version de l'année « N » de Cast3M, les actions suivantes sont réalisées par ordre chronologique.

##### 3.2.1 Phase 1 : le 31/12 de l'année « N-1 »

Cette phase consiste à figer l'état des développements de Cast3M sur le réseau scientifique du DM2S dans le répertoire de fichier Titania à la date du 31/12 de l'année N-1. Pour cela, une branche est créée sur le dépôt « castem » du réseau Tuleap du CEA (<https://codev-tuleap.intra.cea.fr>). Elle prend le nom de la forme BR\_Cast3M\_<année\_de\_la\_version> et comprend des sources C, des sources Esope, des procédures, des notices, des cas-tests et un fichier d'erreurs GIBI.ERREUR.

L'ensemble des manipulations décrites pour la préparation de la version de l'année N de Cast3M se fait à l'aide du script create\_castem.sh. Il organise l'installation de Cast3M au sein d'un répertoire portant comme nom castem\_workdir. Le script create\_castem.sh est issu du dépôt Git castem\_products, possédant une branche avec le même nom que celle du dépôt castem (BR\_Cast3M\_<année\_de\_la\_version>) qui constitue un projet dédié à la construction de Cast3M. La Figure 1 décrit l'arborescence du répertoire castem\_workdir.

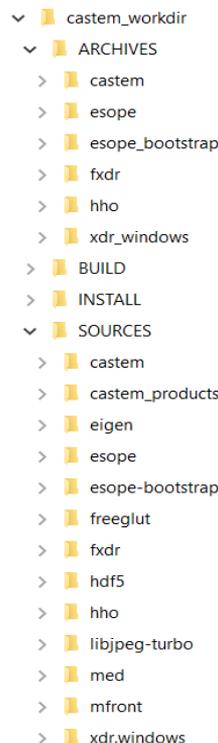


Figure 1. Arborescence des répertoires pour la préparation de Cast3M 2024



Le répertoire est créé avec les sous-répertoires ARCHIVES, SOURCES, BUILD et INSTALL.

- Le répertoire ARCHIVES permet de stocker les sources de CASTEM et de ses dépendances téléchargées à partir du git tuleap ou de leur site respectif. Il est possible de récupérer séparément les sources et de les y placer dans ARCHIVES afin de pouvoir les utiliser par la suite sans avoir besoin d'être connecté à Internet ou à l'intranet du CEA.
- Dans le répertoire SOURCES, les sources de castem et de ces dépendances y sont copiées depuis ARCHIVES. Si des patchs sont nécessaires, ils seront appliqués, puis l'installation se fera à partir des répertoires contenus dans SOURCES.
- Le répertoire BUILD est le répertoire de travail depuis lequel la fabrication de castem est pilotée. Le script create\_castem.sh y lance la commande « cmake » avec les arguments précisés à l'exécution du script.
- Le répertoire INSTALL est destiné à recevoir les installations de castem et de ses dépendances.

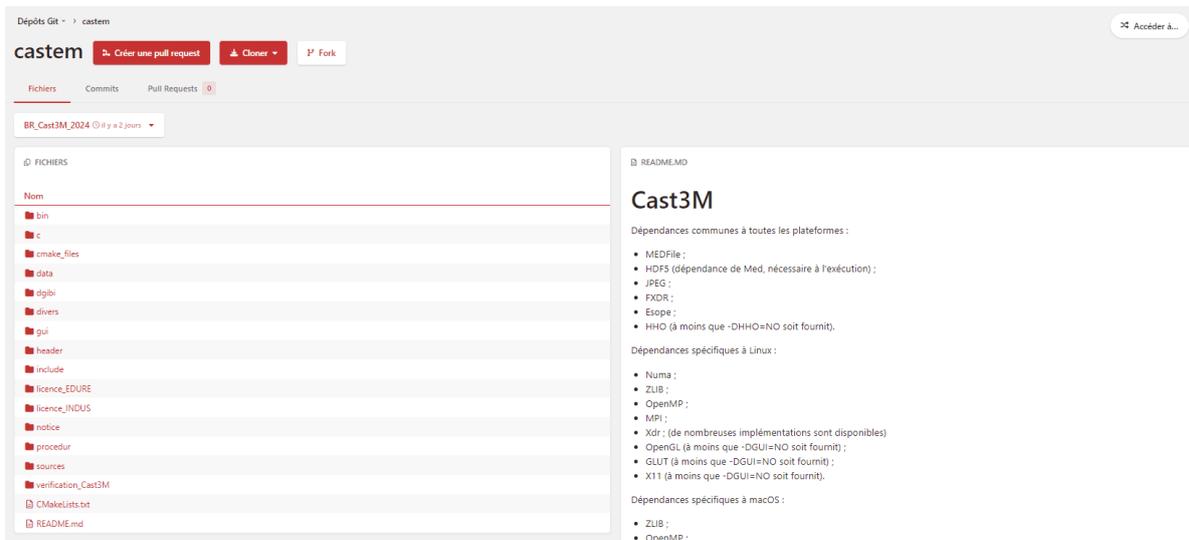


Figure 2. Branche BR\_Cast3M\_2024 du dépôt Git castem (Tuleap)

- Le répertoire castem de la branche BR\_Cast3M\_2024 contient la saisie de la version de développement de Cast3M vierge de toutes corrections au 31/12 telle que présente sous l'atelier de développement présent sur le serveur de fichiers Titania. Cette branche ne contient aucun développement poussé au-delà de cette date. Le contenu de ce répertoire est constitué de fichiers et de dossiers à récupérer dans le répertoire /home/castem-public/castem/ du serveur Titania. La liste des répertoires à récupérer est donnée sur la Figure 3.

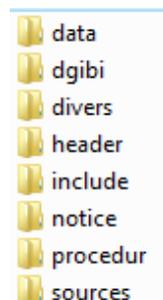


Figure 3. Liste des répertoires à récupérer dans castem/ du serveur Titania

- dgibi : cas tests de la version de développement de Cast3M
- divers : fichiers de données externes nécessaires pour l'exécution de la base des cas tests
- header : fichiers d'entête (pour la sortie de fichiers .mif au format Adobe FrameMaker)
- include : comprend l'ensemble des Includes Esope nécessaires



- `notice` : comprend l'ensemble des notices disponibles dans Cast3M
  - `procedur` : comprend l'ensemble des procédures disponibles dans Cast3M
  - `data` : répertoire supplémentaire créé pour y placer le fichier d'erreur de Cast3M à récupérer sur Titania à l'adresse suivante :  
`/home/castem-public/castem/GIBI.ERREUR`
  - `sources` : répertoire supplémentaire créé pour y placer l'ensemble des sources `.c`, `.eso`, `.h`. Ces fichiers sont extraits à l'aide de la commande  
`arc -eon /home/castem-public/castem/castem.arc `*. *``
- Le répertoire `castem_workdir/SOURCES/castem` (voir Figure 1 et 4) contient l'ensemble des répertoires communs à toutes les plates-formes et mis à jour de toutes les corrections d'anomalies.

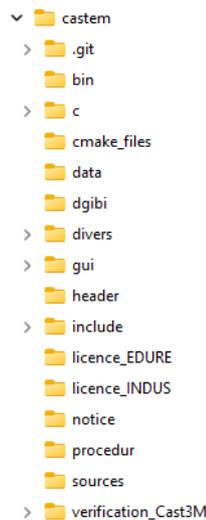


Figure 4. Arborescence des répertoires du dépôt castem

- La construction de Cast3M s'effectue dans un répertoire `BUILD`, créé à la racine du projet `castem_products` (Figure 1).
  - La construction de Cast3M se fait via des commandes CMake (voir 3.2.3)
  - Sous Windows, l'équivalent de ces commandes est envoyé sous forme de commandes MinGW.
  - Les répertoires `licence_EDURE` et `licence_INDUS` contiennent les sources spécifiques permettant de différencier la version sous licence « éducation & recherche » de la version sous licence « industrielle » de Cast3M. La source `perm.c` diffère entre les deux répertoires.
  - Le répertoire `bin` contient tous les scripts et exécutables. La liste des fichiers présents dans le répertoire `bin` avant la construction de Cast3M est la suivante :



Figure 5. Arborescence du répertoire « bin » du dépôt castem

Ces fichiers et exécutables permettent la construction de Cast3M pour l'ensemble des plateformes (Windows, Linux et MacOS).

Chaque script est renommé avec l'année en cours dans son nom pour assurer la cohabitation de différentes versions annuelles.

### 3.2.2 Phase 2 : du 01/01 au 31/03 de l'année « N »

Durant cette phase, les corrections d'anomalies qui ont lieu dans la version du jour de Cast3M sont intégrées à la branche BR\_Cast3M\_2024.

L'ensemble des évolutions de Cast3M est répertorié dans le fichier `/home/castem-public/castem/hist.hist` sur le réseau Titania et est consultable en ligne sur le site Cast3M (<https://www-cast3m.cea.fr/index.php?page=anomalies>).

Les fichiers impactés par une évolution sont récupérés le lendemain dans la branche master (version du jour) en créant un commit par évolution.

Les évolutions à inclure dans la version 2024 de Cast3M sont décidées lors des réunions Cast3M développeurs mensuelles. Les commits des évolutions à inclure sont versés dans la branche BR\_Cast3M\_2024. Les nouveaux développements sont omis et seront intégrés à la version de Cast3M de l'année suivante.

### 3.2.3 Phase 3 : du 01/04 au 31/05 de l'année « N »

Cette phase consiste à porter Cast3M sur l'ensemble des plates-formes supportées (Windows 64-bits, GNU/Linux 64-bits et MacOS 64-bits).

Afin de réaliser cette tâche, la première étape consiste à installer le compilateur gcc.

L'installation du compilateur gcc à la version 13.2.0 se fait de différentes manières suivant la plateforme.



- Sous Linux, nous utilisons une machine virtuelle CentOS6 pour la fabrication de la version annuelle. Le compilateur gcc 13.2.0 a été construit à l'aide du compilateur gcc à la version 12.2.0 contenu dans le répertoire GCC de la version 2023 de Cast3M. gcc 13.2.0 a besoin, pour fonctionner avec Cast3M, des dépendances :
- gmp : la version utilisée pour Cast3M 2024 est la version 6.2.1 disponible sur <https://gcc.gnu.org/pub/gcc/infrastructure/gmp-6.2.1.tar.bz2>.
- mpfr : la version utilisée pour Cast3M 2024 est la version 4.1.0 disponible sur <https://gcc.gnu.org/pub/gcc/infrastructure/mpfr-4.1.0.tar.bz2>.
- mpc : la version utilisée pour Cast3M 2024 est la version 1.2.1 disponible sur <https://gcc.gnu.org/pub/gcc/infrastructure/mpc-1.2.1.tar.gz>.
- isl : la version utilisée pour Cast3M 2024 est la version 0.24 disponible sur <https://gcc.gnu.org/pub/gcc/infrastructure/isl-0.24.tar.bz2>.
- zlib : la version utilisée pour Cast3M 2024 est la version 1.3.1 disponible sur <https://zlib.net/zlib-1.3.1.tar.gz>.
- zstd : la version utilisée pour Cast3M 2024 est la version 1.4.5 disponible sur <https://www.github.com/facebook/zstd/archive/v1.4.5.tar.gz>.
- libiconv : la version utilisée pour Cast3M 2024 est la version 1.17 disponible sur <https://gcc.gnu.org/pub/gcc/infrastructure/libiconv-1.17.tar.gz>.

Un linker « ld » est aussi compilé à partir des sources de binutils à la version 2.41 disponible sur <https://ftp.gnu.org/pub/gnu/binutils/binutils-2.41.tar.gz>. Les dépendances ainsi que les bibliothèques sont installées dans un même répertoire « GCC » qui sera utilisé pour construire Cast3M.

gcc 13.2.0 a été compilé avec les options de compilation « --disable-bootstrap --with-cloog -with-ppl --enable-cloog-backend=isl --enable-languages=c,c++,fortran,lto --enable-lto --enable-gold --disable-libquadmath --disable-libquadmath-support --with-isl=\$GCC\_DIR --with-mpfr=\$GCC\_DIR --with-gmp=\$GCC\_DIR --with-mpc=\$GCC\_DIR ».

Sous Linux, on installe dans un autre répertoire mpi à la version 4.1.6 disponible sur <https://download.open-mpi.org/release/open-mpi/v4.1/openmpi-4.1.6.tar.gz> et hwloc à la version 2.9.3 disponible sur <https://download.open-mpi.org/release/hwloc/v2.9/hwloc-2.9.3.tar.gz>.

- Sous Windows, la fabrication de version se fait en utilisant mingw64 téléchargé à partir de <https://www.msys2.org/>. Le compilateur gcc n'est pas construit à partir des sources. Nous récupérons une version standalone gcc-13.2.0-x86\_64-posix-seh-llvm-18.1.1-mingw-w64msvcrt-11.0.1-r6 délivrée par le site <https://winlibs.com/>.
- Sous MacOS, nous utilisons xPack pour installer gcc avec les instructions données sur ce site <https://xpack.github.io/dev-tools/arm-none-eabi-gcc/install/>. L'installation se fait avec le linker et le « ar » local de la machine MacOS.

Le contenu du répertoire d'installation (de gcc et de ses dépendances) sera copié dans le répertoire GCC de castem 2024. Ce répertoire sert à construire la version annuelle et sera fourni avec.

### 3.2.3.1 Construction de Cast3M 2024

Avant de lancer le script create\_castem.sh qui compile les bibliothèques externes ainsi que Cast3M lui-même, il faut s'assurer que l'on utilise le compilateur voulu :

```
export GCC_DIR="chemin_du/repertoire_du/compilateur_telecharge"
export CC=$GCC_DIR/bin/gcc
export FC=$GCC_DIR/bin/gfortran
export CXX=$GCC_DIR/bin/g++
export LD_LIBRARY_PATH="$GCC_DIR/lib"
export PATH="$GCC_DIR/bin:$PATH"
```



La variable d'environnement `GCC_DIR` est associée au chemin du répertoire GCC.

La construction de Cast3M commence par la génération des Makefiles pour la construction de Cast3M 2024. Pour cela, le script `create_castem.sh` génère tout d'abord le script `castem_cmake.sh` exécutant la commande CMake. Les options nécessaires à CMake doivent être fournies au préalable au lancement de `create_castem.sh` :

```
# Sous Linux
./create_castem.sh --login [login_tuleap] --tag BR_Cast3M_2024 --advanced "\
-DMPI_ROOT=/chemin/du/repertoire/mpi \
-DGCC_ROOT=$GCC_DIR "
```

```
# Sous Windows
./create_castem.sh --login [login_tuleap] --tag BR_Cast3M_2024 --advanced "\
-G \"MinGW Makefiles\" \
-DMPI=NO \
-DGCC_ROOT=$GCC_DIR "
```

```
# Sous MacOS
./create_castem.sh --login [login_tuleap] --tag BR_Cast3M_2024 --advanced "\
-DMPI=NO \
-DGCC_ROOT=$GCC_DIR "
```

- L'option `login` permet d'entrer son login pour récupérer les dépôts de `castem`, `castem_product` et d'autres librairies externes stockées sur `tuleap`.
- Le tag indique quel branche récupérer sur `tuleap`.
- Les variables `MPI_ROOT` et `GCC_ROOT` indiquent les répertoires `mpi` et `gcc` utilisés à la compilation de Cast3M et qui seront copiés dans `CASTEM2024`. Sous Windows et MacOS, `mpi` n'est pas utilisé.
- L'option « `-G "MinGW Makefiles"` » est nécessaire sur Windows afin de générer un Makefile compatible avec `mingw64`.

Après l'exécution de la commande CMake, la construction est lancée via la commande « `make` » sur Linux et MacOS et « `mingw32-make` » sur Windows. Une fois cela fait, il ne reste plus qu'à faire une version distribuable respectivement avec les commandes « `make dist` » sur Linux et MacOS et « `mingw32-make dist` » sur Windows.

### 3.2.3.2 Bibliothèques externes

On utilise toujours la version statique des bibliothèques (fichier « `.a` ») lorsque cela est possible, placée dans le répertoire `lib`.

La liste exhaustive des bibliothèques est :

- **XDR** – (eXternal Data Representation)  
Pour Linux, différentes implémentations existent. On utilise l'implémentation fournie par la bibliothèque `libtirpc`.

Pour Windows, on utilise l'implémentation fournie par la bibliothèque « `xdr_windows` » (dépôt dans `Tuleap`). Il s'agit d'un *fork* de <https://sourceforge.net/projects/oncrpc-windows/>, adapté aux besoins de Cast3M. L'installation de cette bibliothèque fournit les fichiers :

- `${CMAKE_INSTALL_PREFIX}/lib/libxdr.a` : bibliothèque XDR qui doit être utilisée lors de l'édition des liens de Cast3M ;
- `${CMAKE_INSTALL_PREFIX}/include/*` : fichiers de développement pour la bibliothèque XDR ainsi que des fichiers de la `libC` qui sont nécessaires.



- **FXDR** – Binding Fortran pour XDR. Il s’agit d’un fork de [https://meteora.ucsd.edu/~pierce/fxdr\\_home\\_page.html](https://meteora.ucsd.edu/~pierce/fxdr_home_page.html) , adapté aux besoins de Cast3M. L’installation de cette bibliothèque fournit les fichiers :
  - `{CMAKE_INSTALL_PREFIX}/lib/libfxdr.a` : bibliothèque FXDR qui doit être utilisée lors de l’édition des liens de Cast3M ;
  - `{CMAKE_INSTALL_PREFIX}/include/fxdr.inc` : non utilisé
  - `{CMAKE_INSTALL_PREFIX}/local/fxdr.3f` : non utilisé
- Les bibliothèques pour l’**interface graphique** (opérateurs TRAC et DESS) de Cast3M. Cast3M dispose de deux interfaces graphiques, dont l’implémentation dépend de la plateforme :
  - L’interface “X” (activable en faisant « OPTI TRAC X ; », activée par défaut) :
    - Linux / MacOS : utilisation de la bibliothèque **X11** ;
    - Windows : utilisation de l’API Win32 ;
  - L’interface “OPEN” (activable en faisant « OPTI TRAC OPEN ; ») :
    - Linux, Windows et MacOS : utilisation des bibliothèques **OpenGL** et **FreeGLUT** (pour Linux Et Windows seulement, la version utilisée est la 3.2.1 disponible sur <https://sourceforge.net/projects/freeglut/>)
- Les bibliothèques pour le **parallélisme** :
  - Linux : **OpenMPI** utilisé par l’opérateur COLL (la version utilisée est la 4.1.0 disponible sur <https://www.open-mpi.org>)
  - Linux, Windows et MacOS : **libpthread** (les fonctions pour le multi-threading sont définies dans threadid.c).
- La bibliothèque **CMake** fournie par «castem\_products » (uniquement pour la construction).
- **JPEG** – La version utilisée pour Cast3M 2024 est la version 2.0.4 disponible sur <https://github.com/libjpeg-turbo/libjpeg-turbo/> .
- **HDF5** - La version utilisée pour Cast3M 2024 est la version 1.10.3 disponible sur <https://support.hdfgroup.org>
- **MED** - La version utilisée pour Cast3M 2024 est la version 4.1.1 .
- **MFRONT** - La version utilisée pour Cast3M 2024 est la version 4.2.0 disponible sur <https://github.com/thelfer/tfel/>.
- **esope** : - Bibliothèque et exécutable Esope pour Cast3M. L’installation d’esope fournit les fichiers :
  - `{CMAKE_INSTALL_PREFIX}/bin/esope` : traducteur Esope vers Fortran ;
  - `{CMAKE_INSTALL_PREFIX}/lib/libesope.a` : définition des symboles utilisés lors de la traduction + gestion mémoire Esope (GEMAT) ;
  - `{CMAKE_INSTALL_PREFIX}/include/esope.h` : nécessaire pour compiler la source threadid.c de Cast3M. C’est dans threadid.c que sont définies les fonctions pour l’utilisation des threads dans Cast3M.
- **esope\_bootstrap** - les bibliothèques et l’exécutable Esope sont déjà construits, pour Linux, Windows et MacOS. Ce dépôt permet d’obtenir une version prête à l’emploi d’Esope, nécessaire pour pouvoir construire une autre version d’Esope. L’installation d’esope\_bootstrap avec CMake fournit les mêmes fichiers que l’installation d’esope.
- **hho** - Bibliothèque pour l’implémentation de la méthode HHO (Hybrid High-Order) dans Cast3M. L’installation de la bibliothèque hho fournit les fichiers :
  - `{CMAKE_INSTALL_PREFIX}/lib/*` : bibliothèques hho qui doivent être utilisées lors de l’édition des liens de Cast3M ;
  - `{CMAKE_INSTALL_PREFIX}/include/*.mod` : modules Fortran. Le module castem\_hho est utilisé dans la source hhoc3m.F90 de Cast3M.
- **Eigen** – Bibliothèque nécessaire pour HHO. La version utilisée pour Cast3M 2024 est la version 3.4.0 disponible sur <https://gitlab.com/libeigen/eigen>.



### 3.2.3.3 Traducteur Esope vers FORTRAN77

Les sources du traducteur Esope doivent être compilées avec la version de GCC utilisée pour Cast3M. Pour cela, il est nécessaire de disposer d'un traducteur Esope fonctionnel (repris de l'année précédente).

- Compilation des sources avec la commande `compilcast24 -ESOPE *.eso *.c`
- Edition des liens avec la commande `essaicast24 -ESOPE`

Afin de vérifier que l'exécutable généré est fonctionnel, on effectue l'opération une deuxième fois, mais avec le traducteur fraîchement créé (« bootstrap »). La comparaison de l'exécutable généré et de l'exécutable utilisé pour le générer (ils doivent être identiques) permet de s'assurer que la traduction puis la compilation donne le même résultat.

### 3.2.3.4 Compilation de Cast3M

Le Makefile compile les sources (`eso` et `C`) de façon similaire à `compilcast24` (GNU/Linux, Windows et MacOS).

- En cas d'erreur de traduction un fichier `.lst` portant le préfixe de la source est généré. Une analyse préliminaire de l'erreur permettra d'amorcer la discussion avec les développeurs de Cast3M afin que la correction appropriée soit apportée.
- En cas d'erreur de compilation, un fichier `.txt` portant le préfixe de la source est généré. Une analyse préliminaire de l'erreur permettra d'amorcer la discussion avec les développeurs de Cast3M afin que la correction appropriée soit apportée.
- Toute erreur doit être signalée par l'émission d'une fiche d'anomalie dans l'atelier logiciel de Cast3M. Celle-ci comprendra le nom de la source, la ou les plates-formes ainsi que l'architecture en question.
- Les fichiers `.o` sont archivés dans la bibliothèque `libcastem_EDUR.a` qui sera copiée dans le répertoire `CASTEM2024/lib`. L'édition des liens à l'aide du script `essaicast24`, selon l'architecture en cours de la compilation.
- Durant l'édition des liens, il se peut que certaines erreurs surviennent. Le cas échéant, un fichier `link_cast_24.txt` est généré et contient les messages d'erreurs. Les plus classiques sont listées ci-dessous :
  - undefined reference to ``flush_``  
➤ Mauvais `depmac.eso`
  - undefined reference to ``std::ios_base::~Init::~~Init()'`  
➤ Ajouter la bibliothèque standard `c++` dans les directives : `-lstdc++`
  - undefined reference to ``crt1.o'`  
➤ Ajouter le chemin « système » où se trouve l'objet `crt1.o` dans la variable d'environnement `LIBRARY_PATH`

Une fois le portage effectué, Cast3M est vérifié et validé. Ceci consiste à exécuter l'ensemble des cas-tests du répertoire `dgibi` et ce pour toutes les plates-formes et toutes les architectures supportées. Le script `castem24 -test` permet d'effectuer cette manipulation.

- En cas d'erreur d'exécution d'un cas test, un fichier `.err` portant le préfixe du cas test est généré. Une analyse préliminaire de l'erreur permettra d'amorcer la discussion avec les développeurs de Cast3M afin que la correction appropriée soit apportée.
- Toute erreur doit être signalée par l'émission d'une fiche d'anomalie dans l'atelier logiciel de Cast3M : `dial20` (sur Titania). Celle-ci comprendra le nom du cas-test, la plate-forme ainsi que l'architecture en question.



### 3.3 SCHEMA DE PRINCIPE DE LA PREPARATION DES VERSIONS ANNUELLES DE CAST3M

La Figure 6 schématise les points précédents et met en évidence la manière dont est gérée l'élaboration d'une version annuelle de Cast3M.

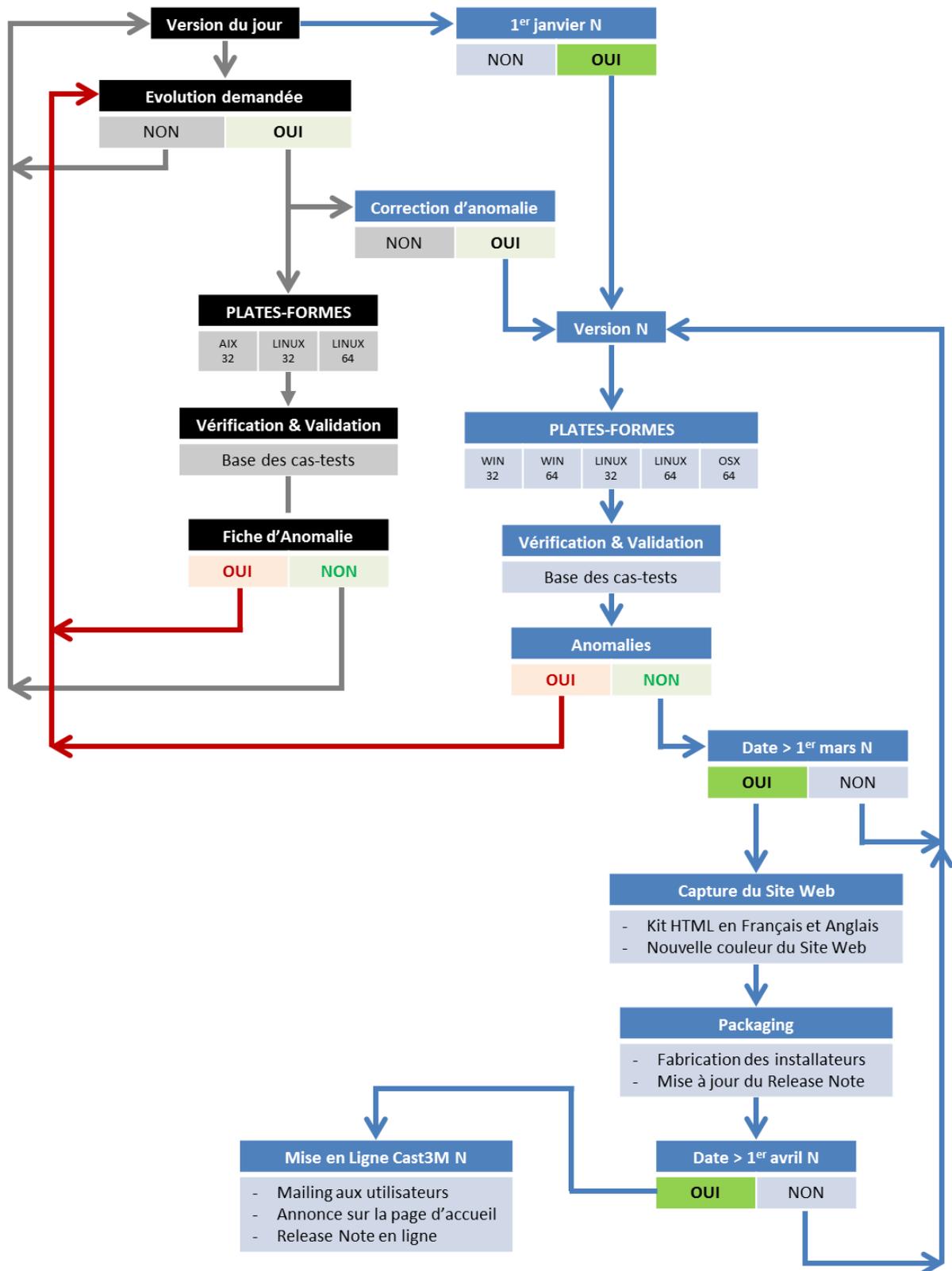


Figure 6. Organigramme de la préparation des versions annuelles de Cast3M.



## Annexe A : Documentation Cast3M

### 1. Liens sur le site Cast3M

- <http://www-cast3m.cea.fr/index.php?xml=maj2011>
- <http://www-cast3m.cea.fr/index.php?xml=complements>
- <http://www-cast3m.cea.fr/index.php?xml=supportcours>

### 2. Dépôts Tuleap

<https://codev-tuleap.intra.cea.fr/plugins/git/castem/>

Liste des dépôts utiles pour la construction et la distribution de Cast3M 2024 :

- castem
- esope
- esope\_bootstrap
- castem\_products
- fxdr
- hho
- xdr\_windows
- packager

### 3. Documentation principale

#### Utiliser Cast3M

- Présentation et utilisation de castem2000 (Auteur E. Le Fichoux)
- Maillage (Auteur F. Di Paola)
- La procédure PASAPAS (Auteur T. Charras, F. Di Paola)
- Liste des modèles en mécanique non linéaire (Auteur F. Di Paola)
- Gibiane - Castem 2000 (Auteur T. Charras)
- Classification thématique des objets, opérateurs et procédures de Cast3M
- Post-traitement (Auteur F. Di Paola)

#### Exemples Cast3M :

- Annotated Testing Files (Auteur E. Le Fichoux)
- Exemples d'utilisation de la procédure PASAPAS (Auteur F. Di Paola)

#### Développer dans Cast3M :

- Développer dans Cast3M (Auteur T. Charras, J. Kichenin)

#### Assurance Qualité Cast3M

- Classification des cas tests de Cast3M 2024
- Note de fabrication de Cast3M 2024
- Note de version de Cast3M 2024
- Guide de validation de Cast3M



#### 4. Compléments :

- Le procedure di castem 2000 per l'analisi meccanica di strutture in materiale composito laminato (Auteur A. Miliozzi)
- Modélisation des structures de génie civil sous chargement sismique à l'aide de Castem 2000 (Auteur D. Combescure)
- Présentation des joints dilatants (Auteur P. Pegon)
- Dynamique du solide : modification du schéma de Newmark aux cas non linéaires (Auteur P. Verpeaux, T. Charras)
- Optimisation dans Cast3M (Auteur T. Charras, J. Kichenin)
- Un manuel d'utilisation de Cast3M (Auteur P. Pasquet)
- Initiation à la simulation numérique en mécanique des fluides à l'aide de Castem2000, Recueil d'exemples commentés (Auteur F. Dabbene, H. Paillère)
- Initiation à la simulation numérique en mécanique des fluides : Eléments d'analyse numérique (Auteur F. Dabbene, H. Paillère)
- Tutorial Cast3M pour la mécanique des fluides (Auteur F. Dabbene)

#### 5. Supports de cours :

- Méthodes numériques avancées en Mécanique non linéaire (Auteur P. Verpeaux)
- Algorithmes et méthodes (Auteur P. Verpeaux)
- Frottement (Auteur P. Verpeaux)
- Non linéarités liées à la thermique (Auteur P. Verpeaux)
- Non convergence (Auteur P. Verpeaux)
- Eléments de dynamique des structures. Illustrations à l'aide de Cast3M (Auteur D. Combescure)
- Introduction à la méthode des éléments finis en mécanique des fluides incompressibles (Auteur S. Gounand).



## Annexe B. Traçabilité

		Note Technique DES	Page 2/22
		Réf. : SEMT/LM2S/NT/2024-73968/A	
		Date : 19/11/2024	Indice : A
Notes de fabrication de Cast3M 2024			

NIVEAU DE CONFIDENTIALITE			
DO	DR	S	TS
X			

PARTENAIRES/CLIENTS	ACCORD	TYPE D'ACTION

REFERENCES INTERNES CEA			
DIRECTION D'OBJECTIFS	DOMAINE	PROJET	EOTP
DPE	SIMU	MECAN	A-MECAN-BU-00-B6-1S
JALON	INTITULE DU JALON	DELAI CONTRACTUEL DE CONFIDENTIALITE	CAHIERS DE LABORATOIRE
SO			

SUIVI DES VERSIONS			
INDICE	DATE	NATURE DE L'EVOLUTION	PAGES ET CHAPITRES MODIFIES
A	19/11/2024	Document initial	Toutes

	NOM	FONCTION	VISAS	DATES
REDACTEUR	François DI PAOLA	Ingénieur chercheur	DI PAOLA, François Signé numériquement Le 27/11/2024	
VERIFICATEUR(S)	Antoine LETELLIER	Ingénieur chercheur	LETELLIER, Antoine Signé numériquement Le 27/11/2024	
AUTRE(S) VISA(S)			MAUGER, Gédéon	
APPROBATEUR	Gédéon MAUGER	Chef de laboratoire	Signé numériquement Le 28/11/2024	
ÉMETTEUR	Sylvie NAURY	Chef de service	NAURY, Sylvie Signé numériquement Le 30/11/2024	

Sylvie Naury  
CEA/DES/ISAS/DM2S/SEMT