

POST-TRAITEMENTS

**NOMS DES COMPOSANTES DU MCHAML TENSEUR DE
CONTRAINTES**

**NOMS DES COMPOSANTES DU MCHAML TENSEUR DE
DEFORMATIONS**

**NOMS DES COMPOSANTES DU MCHAML GRADIENT DE
TEMPERATURES**

OPERATEURS

EXEMPLES EN THERMIQUE

PERMANENT

TRANSITOIRE

CAS PARTICULIER CODE_ASTER®

CAS PARTICULIER BILBO®

CAS PARTICULIER THERMX®

EXEMPLES EN MECANIQUE DES STRUCTURES

STATIQUE LINEAIRE

VIBRATOIRE

NON LINEAIRE

CAS PARTICULIER CODE_ASTER®

CAS PARTICULIER BILBO®

CAS PARTICULIER INCA®

CAS PARTICULIER PLEXUS®

CAS PARTICULIER PROMETHEE®

EXEMPLES EN MECANIQUE DES FLUIDES

EXEMPLES EN ELECTRO-MAGNETISME

POST-TRAITEMENTS PARTICULIERS

MECANIQUE DE LA RUPTURE

RCCM

Philippe PASQUET

03/11/1997

©php

TABLE DES MATIERES

AVERTISSEMENT	4
A. NOMS DES COMPOSANTES DU MCHAML TENSEUR DE CONTRAINTES	5
B. NOMS DES COMPOSANTES DU MCHAML TENSEUR DE DEFORMATIONS	7
C. NOMS DES COMPOSANTES DU MCHAML GRADIENT DE TEMPERATURES	9
D. DESCRIPTION DES OPERATEURS	10
E. EXEMPLES DE POST-TRAITEMENTS THERMIQUES	30
1. THERMIQUE PERMANENT	30
1.1 TRACE D'ISOTHERMES	30
1.2 EVOLUTION DE LA TEMPERATURE LE LONG D'UNE LIGNE	30
1.3 TRACE DE GRADIENT DE TEMPERATURE SUR UN MAILLAGE	30
1.4 TRACE DU MODULE DU GRADIENT	31
1.5 CALCUL DE FLUX	31
2. THERMIQUE TRANSITOIRE OU NON LINEAIRE	33
2.1 TRACE D'ISOTHERMES A UN INSTANT DONNE	33
2.2 EVOLUTION DE LA TEMPERATURE LE LONG D'UNE LIGNE A UN INSTANT DONNE	33
2.3 EVOLUTION DE LA TEMPERATURE EN UN POINT EN FONCTION DU TEMPS	33
2.4 TRACE DE GRADIENT DE TEMPERATURE	34
2.5 LE CAS DE LA DIFFUSION : EVOLUTION DES DEBITS OU DES QUANTITES	35
2.6 CALCUL DE FLUX	37
3. CAS PARTICULIER BILBO®	40
4. CAS PARTICULIER CODE_ASTER®	41
5. CAS PARTICULIER THERMX®	42
F. EXEMPLES DE POST-TRAITEMENTS MECANIQUES	43
1. MECANIQUE STATIQUE LINEAIRE	43
1.1 TRACE DE DEFORMEE	43
1.2 TRACE D'ISO-COMPOSANTE DE DEPLACEMENT	43
1.3 TRACE D'ISOCONTRAINTES	44
1.4 TRACE DE CONTRAINTES PRINCIPALES	44
1.5 VISUALISATION DE DEPLACEMENTS	44
1.6 EVOLUTION D'UNE QUANTITE LE LONG D'UNE LIGNE	45
2. MECANIQUE VIBRATOIRE	46
2.1 TRACE DE MODES PROPRES	47
2.2 TRACE D'ISO-COMPOSANTE DE MODE PROPRE	47
3. MECANIQUE NON-LINEAIRE	48
3.1 EVOLUTION D'UNE QUANTITE EN FONCTION DU TEMPS (OU DU PAS)	48

3.2 ANIMATION DES DEFORMES EN FONCTION DU TEMPS (OU DU PAS)	49
4. CAS PARTICULIER BILBO®	50
5. CAS PARTICULIER CODE_ASTER®	52
6. CAS PARTICULIER INCA®	54
7. CAS PARTICULIER PLEXUS®	56
8. CAS PARTICULIER PROMETHEE®	58
G. EXEMPLES DE POST-TRAITEMENTS FLUIDE	60
1. MECANIQUE DES FLUIDES	60
1.1 TRACE D'ISOTHERMES	60
1.2 TRACE DE VITESSES	60
1.3 TRACE DE GRADIENTS DE TEMPERATURES	60
H. EXEMPLES DE POST-TRAITEMENTS ELECTROMAGNETISME	61
1. ELECTRO-MAGNETISME	61
1.1	61
1.2	61
1.3	61
I. UTILISATION DES PROCEDURES DE POST-TRAITEMENT	62
1. MECANIQUE DE LA RUPTURE	62
1.1 PROCEDURE G_THETA	62
1.2 PROCEDURE WEIBULL	63
1.3 PROCEDURE SIF	63
1.4 PROCEDURE CH_THETA	64
1.5 PROCEDURE CRITLOC	64
1.6 PROCEDURE CTOD	64
1.7 PROCEDURE LAVERG	64
1.8 BIBLIOGRAPHIE	64
2. Post-Traitement RCCM	66
2.1 PROCEDURE @RCCM	66
J. TYPE D'OBJETS CREES	67
K. ESSAI DE RECENSEMENT DES VALEURS PAR DEFAULT	69
L. NOTICES BIOGRAPHIQUES	70
M. INDEX	71

AVERTISSEMENT

Le volume Post-Traitements fait partie d'un ensemble comprenant les titres suivants

Maillage et Présentation du Langage

Vérification des données

Thermique des Structures

Mécanique des Structures

Mécanique des Fluides

Electromagnétisme

Post-Traitements

Nous avons repris dans ce volume, l'ensemble des opérateurs, procédures, directives permettant les post-traitements dans tous les domaines de calcul. Ils ne sont pas décrits dans leur intégralité mais dans leur acception la plus couramment utilisée. Le lecteur intéressé peut, pour obtenir l'intégralité des possibilités d'un opérateur, faire **INFO** nom ; dans CASTEM2000[®].

Nous avons aussi essayé de faire un peu plus qu'un guide d'utilisation. Le lecteur s'en rendra, nous l'espérons, compte tout au long de ce volume et en particulier dans les premiers et derniers chapitres.

Ce volume, comme l'ensemble de ce manuel, est nécessairement incomplet et malheureusement, il n'est pas exempt d'erreurs. Nous serions particulièrement reconnaissants aux lecteurs qui nous signaleront toute imperfection.

Nous avons volontairement inclus les post-traitements pour tous les types de calcul en pensant que cette ouverture permettrait au lecteur d'avoir une vue générale sur les immenses possibilités de CASTEM2000[®] dans ce domaine et que, en conséquence, cela pourrait lui donner des idées pour d'autres post-traitements.

Nous n'avons pas repris de manière systématique la description des erreurs possibles dans CASTEM2000[®]. Les erreurs de syntaxe sont bien contrôlées et le diagnostic est relativement clair sauf dans le cas où le point virgule (;) a été omis, ou dans le cas où il peut y avoir confusion entre deux objets de même type. Les erreurs les plus sournoises sont la conséquence de l'ouverture et de la permissivité de CASTEM2000[®] qui permet d'enchaîner toutes les opérations : dans ce domaine la plus courante consiste à ne pas retrancher les contraintes initiales du résultat de l'opérateur **SIGMa** en particulier dans le cas thermo-mécanique où la contrainte réelle est **SIGMa - THETa**.

Il y a très peu de valeurs par défaut dans CASTEM2000[®] : Dans la suite, on trouvera un essai de recensement de ces valeurs (voir page 69). Pour attirer l'attention du lecteur-utilisateur signalons le point de vue dans **TRACer**, le coefficient d'amplification dans **DEForme**.

A. NOMS DES COMPOSANTES DU MCHAML TENSEUR DE CONTRAINTES

Eléments finis	Mode	Contraintes ou <i>Efforts</i>	Repère
(POI1)	PLAN	<i>EFFX</i>	local
CERC	AXIS,(FOUR)	<i>EFFX</i>	local
BARR	PLAN	<i>EFFX</i>	local
	TRID	<i>EFFX</i>	local
COQ2	PLAN	<i>N11,NZZ,M11,MZZ</i>	local
	AXIS,(FOUR)	<i>N11,N22,(N12),M11,M22,(M12)</i>	local
POUT	TRID	<i>EFFX,EFFY,EFFZ,MOMX,MOMY,MOMZ</i>	local
TIMO	TRID	<i>EFFX,EFFY,EFFZ,MOMX,MOMY,MOMZ</i>	local
TUYA	TRID	<i>EFFX,EFFY,EFFZ,MOMX,MOMY,MOMZ</i>	local
(TRI3)	PLAN	<i>SMXX,SMYY,SMZZ,SMXY</i>	global
	AXIS,(FOUR)	<i>SMRR,SMZZ,SMTT,SMRZ,(SMRT),(SMZT)</i>	global
COQ3	TRID	<i>N11,N22,N12,M11,M22,M12</i>	local
DKT	TRID	<i>N11,N22,N12,M11,M22,M12</i>	local
DST	TRID	<i>N11,N22,N12,M11,M22,M12,V1,V2</i>	local
ICT3	PLAN	<i>SMXX,SMYY,SMZZ,SMXY</i>	global
	AXIS	<i>SMRR,SMZZ,SMTT,SMRZ</i>	global
(QUA4)	PLAN	<i>SMXX,SMYY,SMZZ,SMXY</i>	global
	AXIS,(FOUR)	<i>SMRR,SMZZ,SMTT,SMRZ,(SMRT),(SMZT)</i>	global
COQ4	TRID	<i>N11,N22,N12,M11,M22,M12,V1,V2</i>	local
ICQ4	PLAN	<i>SMXX,SMYY,SMZZ,SMXY</i>	global
	AXIS	<i>SMRR,SMZZ,SMTT,SMRZ</i>	global
(TRI6)	PLAN	<i>SMXX,SMYY,SMZZ,SMXY</i>	global
	AXIS,(FOUR)	<i>SMRR,SMZZ,SMTT,SMRZ,(SMRT),(SMZT)</i>	global
COQ6	TRID	<i>SMSS,SMTT,SMST,SMSN,SMTN</i>	local
ICT6	PLAN	<i>SMXX,SMYY,SMZZ,SMXY</i>	global
	AXIS	<i>SMRR,SMZZ,SMTT,SMRZ</i>	global
(QUA8)	PLAN	<i>SMXX,SMYY,SMZZ,SMXY</i>	global
	AXIS,(FOUR)	<i>SMRR,SMZZ,SMTT,SMRZ,(SMRT),(SMZT)</i>	global
COQ8	TRID	<i>SMSS,SMTT,SMST,SMSN,SMTN</i>	local
ICQ8	PLAN	<i>SMXX,SMYY,SMZZ,SMXY</i>	global
	AXIS	<i>SMRR,SMZZ,SMTT,SMRZ</i>	global
(TET4)	TRID	<i>SMXX,SMYY,SMZZ,SMYZ,SMXZ,SMXY</i>	global
(PYR5)	TRID	<i>SMXX,SMYY,SMZZ,SMYZ,SMXZ,SMXY</i>	global
(PRI6)	TRID	<i>SMXX,SMYY,SMZZ,SMYZ,SMXZ,SMXY</i>	global
(CUB8)	TRID	<i>SMXX,SMYY,SMZZ,SMYZ,SMXZ,SMXY</i>	global
(TE10)	TRID	<i>SMXX,SMYY,SMZZ,SMYZ,SMXZ,SMXY</i>	global
(PY13)	TRID	<i>SMXX,SMYY,SMZZ,SMYZ,SMXZ,SMXY</i>	global
(PR15)	TRID	<i>SMXX,SMYY,SMZZ,SMYZ,SMXZ,SMXY</i>	global
(CU20)	TRID	<i>SMXX,SMYY,SMZZ,SMYZ,SMXZ,SMXY</i>	global

JOI2	PLAN	SMSN,SMN	local
	AXIS	SMSN,SMN	local
JOI3	PLAN	SMSN,SMN	local
	AXIS	SMSN,SMN	local
JOI4	TRID	SMS1,SMS2,SMN	local

Les éléments COQ2, COQ3, DKT sont des éléments de coques minces.

Les éléments DST, COQ4 sont des éléments de coques avec cisaillement transverse

Les éléments COQ6, COQ8 sont des éléments de coques épaisses courbes.

Le repère local est défini comme suit :

Le premier axe est colinéaire au premier coté,

Le troisième axe est la normale à la surface,

Le deuxième axe complète le trièdre direct.

Signification du nom des composantes :

SMXX, SMYY, SMZZ	Contraintes dans les directions X, Y, Z
SMRR, SMZZ, SMTT	Contraintes dans les directions R, Z, T
SMXY, SMYZ, SMXZ	Cisaillements
SMRZ, SMRT, SMZT	Cisaillements
SMSS, SMTT	Contraintes normales dans le plan
SMST, SMSN,SMTN	Cisaillements dans le plan et transverses
N11, N22	Efforts normaux
N12	Effort de cisaillement dans le plan
M11, M22	Moments de flexion
M12	Moment de cisaillement dans le plan
V1, V2	Efforts tranchants
EFFX	Effort axial
EFFY, EFFZ	Efforts tranchants
MOMX	Moment de torsion
MOMY, MOMZ	Moments de flexion

B. NOMS DES COMPOSANTES DU MCHAML TENSEUR DE DEFORMATIONS

Eléments finis	Mode	Déformations	Repère
(POI1)	PLAN	EPSS	local
CERC	AXIS,(FOUR)	EPSS	local
BARR	PLAN	EPSS	local
COQ2	TRID	EPSS	local
	PLAN	EPSS,EPZZ,RTSS,RTZZ	local
POUT	AXIS,(FOUR)	EPSS,EPZZ,(GAST),RTSS,RTZZ,(RTST)	local
	TRID	EPS,GXY,GXZ,CX,CY,CZ	local
TIMO	TRID	EPS,GXY,GXZ,CX,CY,CZ	local
TUYA	TRID	EPS,GXY,GXZ,CX,CY,CZ	local
(TRI3)	PLAN	EPXX,EPYY,EPZZ,EPXY	global
COQ3	AXIS,(FOUR)	EPRR,EPZZ,EPTT,GARZ,(GART),(GAZT)	global
	TRID	EPSS,EPTT,GAST,RTSS,RTTT,RTST	local
DKT	TRID	EPSS,EPTT,GAST,RTSS,RTTT,RTST	local
DST	TRID	EPSS,EPTT,GAST,RTSS,RTTT,RTST,GASN,GATN	local
ICT3	PLAN	EPXX,EPYY,EPZZ,EPXY	global
	AXIS	EPRR,EPZZ,EPTT,GARZ	global
(QUA4)	PLAN	EPXX,EPYY,EPZZ,EPXY	global
COQ4	AXIS,(FOUR)	EPRR,EPZZ,EPTT,GARZ,(GART),(GAZT)	global
	TRID	EPSS,EPTT,GAST,RTSS,RTTT,RTST,GASN,GATN	local
ICQ4	PLAN	EPXX,EPYY,EPZZ,EPXY	global
	AXIS	EPRR,EPZZ,EPTT,GARZ	global
	(TRI6)	PLAN	EPXX,EPYY,EPZZ,EPXY
COQ6	AXIS,(FOUR)	EPRR,EPZZ,EPTT,GARZ,(GART),(GAZT)	global
	TRID	EPSS,EPTT,GAST,GASN,GATN	local
ICT6	PLAN	EPXX,EPYY,EPZZ,EPXY	global
	AXIS	EPRR,EPZZ,EPTT,GARZ	global
	(QUA8)	PLAN	EPXX,EPYY,EPZZ,EPXY
COQ8	AXIS,(FOUR)	EPRR,EPZZ,EPTT,GARZ,(GART),(GAZT)	global
	TRID	EPSS,EPTT,GAST,GASN,GATN	local
ICQ8	PLAN	EPXX,EPYY,EPZZ,EPXY	global
	AXIS	EPRR,EPZZ,EPTT,GARZ	global
	(TET4)	TRID	EPXX,EPYY,EPZZ,GAYZ,GAXZ,GAXY
(PYR5)	TRID	EPXX,EPYY,EPZZ,GAYZ,GAXZ,GAXY	global
(PRI6)	TRID	EPXX,EPYY,EPZZ,GAYZ,GAXZ,GAXY	global
(CUB8)	TRID	EPXX,EPYY,EPZZ,GAYZ,GAXZ,GAXY	global
(TE10)	TRID	EPXX,EPYY,EPZZ,GAYZ,GAXZ,GAXY	global
(PY13)	TRID	EPXX,EPYY,EPZZ,GAYZ,GAXZ,GAXY	global
(PR15)	TRID	EPXX,EPYY,EPZZ,GAYZ,GAXZ,GAXY	global
(CU20)	TRID	EPXX,EPYY,EPZZ,GAYZ,GAXZ,GAXY	global
JOI2	PLAN	DRSN,DRN	local
	AXIS	DRSN,DRN	local

JOI3	PLAN AXIS	DRSN,DRN DRSN,DRN	local local
JOI4	TRID	DRS1,DRS2,DRN	local

Les éléments COQ2, COQ3, DKT sont des éléments de coques minces.

Les éléments DST, COQ4 sont des éléments de coques avec cisaillement transverse

Les éléments COQ6, COQ8 sont des éléments de coques épaisses courbes.

Le repère local est défini comme suit :

Le premier axe est colinéaire au premier coté,

Le troisième axe est la normale à la surface,

Le deuxième axe complète le trièdre direct.

Signification du nom des composantes :

EPXX, EPYY, EPZZ Déformations dans les directions X, Y, Z

EPRR, EPZZ, EPTT Déformations dans les directions R, Z, T

GAXY, GAYZ, GAXZ Cissions

GARZ, GART, GAZT Cissions

EPSS, EPTT Elongations normales dans le plan

GAST, GASN, GATN Cissions dans le plan et transverses

RTSS, RTTT, RTST Courbures

EPS Elongation axiale

GXY, GXZ Elongations transverses

CX Courbure de torsion

CY, CZ Courbures de flexion

Signe des contraintes :

Une traction est positive, une compression est négative.

C. NOMS DES COMPOSANTES DU MCHAML GRADIENT DE TEMPERATURES

Eléments finis	Mode	Gradients	Repère
BARR	PLAN TRID	non disponible non disponible	
COQ2	AXIS	T,Z	local
(TRI3)	PLAN	T,X T,Y	global
	AXIS	T,R T,Z	global
COQ3	TRID	T,X T,Y	local
(QUA4)	PLAN	T,X T,Y	global
	AXIS	T,R T,Z	global
COQ4	TRID	T,X T,Y	local
(TRI6)	PLAN	T,X T,Y	global
	AXIS	T,R T,Z	global
COQ6	TRID	T,X T,Y	local
(QUA8)	PLAN	T,X T,Y	global
	AXIS	T,R T,Z	global
COQ8	TRID	T,X T,Y	local
(TET4)	TRID	T,X T,Y T,Z	global
(PYR5)	TRID	T,X T,Y T,Z	global
(PRI6)	TRID	T,X T,Y T,Z	global
(CUB8)	TRID	T,X T,Y T,Z	global
(TE10)	TRID	T,X T,Y T,Z	global
(PY13)	TRID	T,X T,Y T,Z	global
(PR15)	TRID	T,X T,Y T,Z	global
(CU20)	TRID	T,X T,Y T,Z	global

On peut calculer le gradient de n'importe quel CHPOINT. Le nom des composantes s'écrit sur le même principe : nom_gradient = nom_chpoint,X (ou R) ,Y (ou Z) ,Z

D. DESCRIPTION DES OPERATEURS

ANIME

Création d'un objet de type DEFORMATION permettant de visualiser une animation.

DF1 = **ANIME** n MAI1 UU amp ;

n	ENTIER (nombre de vues)
amp	FLOTTANT (coefficient d'amplification maximal)
MAI1	MAILLAGE
UU	CHPOINT (déplacement)

(voir TRACer)

CALPeau

Calcul des contraintes ou de déformations de peau pour les éléments surfaciques. Le résultat est un champ de contraintes de type milieux continus (composantes SMXX ...). Il n'est pas possible de calculer directement un invariant à partir du champ obtenu.

CPO = **CALP** SI MO MA mot ;

MA	MCHAML (composante cara)
MO	MMODEL
SI	MCHAML (contraintes ou déformations)
mot	Dans le cas des coques SUPE ou INFE ou MOYE (par défaut) faisant référence à l'orientation de la normale à l'élément qui va de la peau inférieure vers la peau supérieure.

cas des coques minces

$$\begin{aligned} \sigma_{xx} &= \frac{N_{11}}{e} + k \frac{6M_{11}}{e^2} & \varepsilon_{xx} &= EPSS + k \frac{e.RTSS}{2} \\ \sigma_{yy} &= \frac{N_{22}}{e} + k \frac{6M_{22}}{e^2} & \varepsilon_{yy} &= EPTT + k \frac{e.RTTT}{2} \\ \sigma_{zz} &= 0 & \varepsilon_{zz} &= 0 \\ \sigma_{xy} &= \frac{N_{12}}{e} + k \frac{6M_{12}}{e^2} & \gamma_{xy} &= GAST + k \frac{e.RTST}{2} \\ \sigma_{yz} &= 0 & \gamma_{yz} &= 0 \\ \sigma_{xz} &= 0 & \gamma_{xz} &= 0 \end{aligned}$$

e	composante EPAI dans MATERiau
N ₁₁	composante N11
N ₂₂	composante N22 ou NZZ
N ₁₂	composante N12
M ₁₁	composante M11
M ₂₂	composante M22 ou MZZ
M ₁₂	composante M12
EPSS	composante EPSS

EPTT	composante EPTT
GAST	composante GAST
RTSS	composante RTSS
RTTT	composante RTTT
RTST	composante RTST
k	+1 (SUPE), -1 (INFE), 0 (MOYE)

cas des coques avec cisaillement

$$\begin{aligned} \sigma_{xx} &= \frac{N_{11}}{e} + k \frac{6M_{11}}{e^2} & \varepsilon_{xx} &= EPSS + k \frac{e \cdot RTSS}{2} \\ \sigma_{yy} &= \frac{N_{22}}{e} + k \frac{6M_{22}}{e^2} & \varepsilon_{yy} &= EPTT + k \frac{e \cdot RTTT}{2} \\ \sigma_{zz} &= 0 & \varepsilon_{zz} &= 0 \\ \sigma_{xy} &= \frac{N_{12}}{e} + k \frac{6M_{12}}{e^2} & \gamma_{xy} &= GAST + k \frac{e \cdot RTST}{2} \\ \sigma_{yz} &= \frac{V_1}{e} & \gamma_{yz} &= GATN \\ \sigma_{xz} &= \frac{V_2}{e} & \gamma_{xz} &= GASN \end{aligned}$$

e	composante EPAI dans MATERiau
N ₁₁	composante N11
N ₂₂	composante N22
N ₁₂	composante N12
M ₁₁	composante M11
M ₂₂	composante M22
M ₁₂	composante M12
V ₁	composante V1
V ₂	composante V2
EPSS	composante EPSS
EPTT	composante EPTT
GAST	composante GAST
RTSS	composante RTSS
RTTT	composante RTTT
RTST	composante RTST
GATN	composante GATN
GASN	composante GASN
k	+1 (SUPE), -1 (INFE), 0 (MOYE)

cas des poutres

$$\sigma_{xx} = \frac{EFFX}{s} + \frac{MOMY \cdot dz}{inry} - \frac{MOMZ \cdot dy}{inrz}$$

$$\sigma_{yy} = 0$$

$$\sigma_{zz} = 0$$

$$\sigma_{xy} = \frac{EFFY}{s}$$

$$\sigma_{yz} = 0$$

$$\sigma_{xz} = \frac{EFFZ}{s}$$

$$\varepsilon_{xx} = EPS + CY \cdot dz - CZ \cdot dy$$

$$\varepsilon_{yy} = 0$$

$$\varepsilon_{zz} = 0$$

$$\gamma_{xy} = GXY$$

$$\gamma_{yz} = 0$$

$$\gamma_{xz} = GXZ$$

s composante SECT dans **MATERIAU**
inry composante INRY dans **MATERIAU**
inrz composante INRZ dans **MATERIAU**
dy composante DY dans **MATERIAU**
dz composante DZ dans **MATERIAU**
EFFX composante EFFX (effort normal)
EFFY composante EFFY (effort tranchant)
EFFZ composante EFFZ (effort tranchant)
MOMY composante MOMY (flexion)
MOMZ composante MOMZ (flexion)
EPS composante EPS
CZ composante CZ
CY composante CY
GXY composante GXY
GXZ composante GXZ

(voir EPSILON, SIGMA)

CHANGER

Permet notamment de changer un MCHAML en CHPOINT (lissage des isovaleurs)

GPO = **CHAN CHPO GEL MO** ;

GPO	CHPOINT
GEL	MCHAML
MO	MMODEL

COLInéaire

Combinaison linéaire de champs (CHPOINT ou MCHAML). Attention aux invariants divers, aux contraintes principales.

CHA = **COLI CH1 a1 CH2 a2 ...** ;

CHi	MCHAML ou CHPOINT
ai	FLOTTANT (coefficient multiplicateur)

(voir RESOLUTION dans le chapitre calcul mécanique statique linéaire et SIGMA)

CREER_3D

DEFOrmée

Calcul de la déformée d'un MAILLAGE.

DF1 = **DEFO** UU MAIL1 (amp) ;
DF1 DEFORME
UU CHPOINT (résultat de RESOLUTION, VIBRATION , PASAPAS)

(voir FORME, PASAPAS, RESOLUTION, VIBRATION dans le chapitre calcul mécanique statique linéaire et TRACer)

DESSin

Permet de tracer les fonctions de divers paramètres rangées dans un objet de type EVOLUTION.

DESS EV (option) (TAB1) ;

EV EVOLUTIO (ou assemblage d'EVOLUTIO par **ET**)

Parmi les options disponibles :

LOGX échelle en X logarithmique

LOGY échelle en Y logarithmique

XBOR x_i x_s bornes sur l'axe X

YBOR y_i y_s bornes sur l'axe Y

MIMA Affichage des minima et maxima de chaque courbe

Dans TAB1 (objet de type TABLE donc à déclarer comme tel), on peut mettre les options spécifiques à chaque courbe (à chaque sous objet EVOLUTIO). L'indice de la table est le numéro de la courbe. Les options disponibles sont à indiquer en majuscules :

'TIRR' Les segments sont tracés en tirets

'MARQ symb' Des marqueurs sont inscrits sur la courbe. symb peut prendre les valeurs suivantes :

CROI (x), **PLUS** (+), **ETOI** (*), **CARR** (), **LOSA** (◇),
TRIA(Δ), **TRIB** (▽)

'REGU' Les marqueurs sont espacés régulièrement

'TITR mot' Titre de la courbe

Pui on met toutes les options dans un objet de type MOT (opérateur MOT ou CHAI)

Dans la fenêtre de tracer, un certain nombre d'icônes s'affichent :

ZOOM permet par l'intermédiaire de ZOOM + de sélectionner une partie du dessin puis par INIT de revenir au dessin initial.

SOFTCOPY permet d'obtenir un fichier POSTSCRIPT® couleur ou noir et blanc

VALEUR permet d'obtenir la valeur à l'endroit cliqué

(voir EVOLution)

ELASSticité

Calcule un tenseur de contraintes (ou de déformations) à partir d'un tenseur de déformations (ou de contraintes)

CH1 = **ELAS** MA MO CH2 ;

CH1 MCHAML (contraintes ou déformations)

CH2 MCHAML (déformations ou contraintes)

MA MCHAML (matériau)

MO MMODEL

(voir EPSILON, SIGMA, THETA)

ENERgie

Permet de calculer le produit contracté du MCHAML contraintes et du MCHAML déformations. L'énergie totale s'obtient avec la moitié du MCHAML résultat appliquée avec l'opérateur INTG.

```
ENEL = ENER SIG EPS MO1 ;
      SIG      MCHAML contraintes
      EPS      MCHAML déformations
      MO1      MMODEL
      ENEL     MCHAML
```

(voir EPSIlon, INTéGrAle, SIGMa)

EPSIlon

Calcul du tenseur de déformation à partir du champ de déplacement. Dans le cas de calcul thermo-mécanique, il faut déduire les déformations d'origine thermique, c'est à dire appliquer l'opérateur ELASticité sur le résultat de THETa.

```
CEP = EPSI UU MO (MA) ;
      CEP      MCHAML (déformations)
      UU       CHPOINT
      MA       MCHAML (composantes cara)
      MO       MMODEL
```

Le tenseur de déformation s'écrit sous forme vectorielle

$$[\boldsymbol{\varepsilon}]^T = (\varepsilon_{xx}, \varepsilon_{yy}, \varepsilon_{zz}, \gamma_{xy}, \gamma_{yz}, \gamma_{xz})$$

avec $\gamma_{xy}=2\varepsilon_{xy}$, $\gamma_{xz}=2\varepsilon_{xz}$, $\gamma_{yz}=2\varepsilon_{yz}$

Le nom des composantes du tenseur dépend du type d'éléments finis. Il faut les connaître pour utiliser par exemple l'opérateur EXCOordonnées (voir chapitre EPSIlon dans la notice, faire INFO EPSI ou voir en début de ce volume ; ou utiliser l'opérateur EXTRAire qui range le nom des composantes dans un objet de type LISTMOTS)

(voir ELASticité, SIGMa, THETa)

ERREur

Calcule une estimation de l'erreur sur le calcul des contraintes en mécanique des structures. Permet d'évaluer la validité d'un maillage.

```
FE CE = ERRE MO1 MA1 SIG1 ;
      MO1      MMODEL
      MA1      MCHAML
      SIG1     MCHAML (de type contraintes)
      FE       FLOTTANT (erreur globale)
      CE       MCHAML (erreurs locales)
```

Le MCHAML CE peut être introduit dans l'opérateur de MAILLAGE SURFace qui va l'utiliser comme densité de points.

(voir SIGMa et Volume Langage et Maillage)

EVOLution

Permet de créer un objet de type EVOLUTIO représentant une fonction d'une variable. Par exemple, dans le cas du post-traitement une valeur en fonction du temps (ou du pas) ou en fonction d'une abscisse curviligne.

EV1 = **EVOL** (coul) **MANU** 'noma' PRG1 'nomo' PRG2 ;
 coul MOT (couleur de la courbe)
 noma TEXTE (nom de l'abscisse)
 PRG1 LISTREEL (valeurs de l'abscisse)
 nomo TEXTE (nom de l'ordonnée)
 PRG2 LISTREEL (valeurs de l'ordonnée)

ou

EV2 = **EVOL** (coul) **CHPO** UT nomc MAI1 ;
 coul MOT (couleur de la courbe)
 UT CHPOINT
 nomc MOT (nom de la composante)
 MAI1 MAILLAGE (ligne)

EXCOordonnées

Crée un champ (CHPOINT ou MCHAML) à partir d'un champ en extrayant des composantes.

TOTO = **EXCO** TITI comp (**NOID**) (newcomp) (**NATU INDE/DIFF/DISC**) ;
 TITI MCHAML ou CHPOINT
 comp type MOT ou LISTMOTS - nom de la ou des composantes
 newcomp type MOT ou LISTMOTS - nouveau nom de la ou des
 composantes. Par défaut le nom de la composante extraite est
 SCAL si le champ TITI en comporte plusieurs.
 NATUre Nature du champ créé (cas des CHPOINT)

EXTRaire

Permet d'extraire un composant d'un objet

Objet de type MCHAML (chel)

Extraction d'une composante en un lieu (résultat FLOTTANT)

FLT = **EXTR** chel nom i1 i2 i3 ;

Extraction du titre (résultat MOT)

MOL = **EXTR** chel **TITR** ;

Extraction du maillage (résultat MAILLAGE)

MAL = **EXTR** chel **MAIL** ;

Extraction du nom des composantes (résultat MOT)

MOC = **EXTR** chel **COMP** ;

Extraction du type (résultat MOT)

MOY = **EXTR** chel **TYPE** ;

Objet de type CHPOINT (chpo)

Extraction du maillage (résultat MAILLAGE)

MAL = **EXTR** chpo **MAIL** (**NOMU**) ;

Dans ce cas le maillage est formé de POI1.

Extraction de la valeur d'une composante en un point (résultat FLOTTANT)

FLT = **EXTR** chpo comp po1 ;

Extraction du titre (résultat MOT)

MOL = **EXTR** chpo **TITR** ;

Extraction du nom des composantes (résultat MOT)
MOC = **EXTR** chpo **COMP** ;
Extraction du type (résultat MOT)
MOY = **EXTR** chpo **TYPE** ;
Extraction de la nature (résultat MOT)
MON = **EXTR** chpo **NATU** ;

Objet de type CHARGEME

Extraction du chargement de numéro donné
Extraction du champ de numéro donné
Extraction d'une évolution de numéro donné
Extraction des noms des chargements élémentaires
Extraction d'un chargement de nom donné

FORBLOC

Calcul des forces s'exerçant sur un inducteur par une intégrale de surface.
CH2 CH3 = **FORBLOC** mai1 ch1 dens ;

FOR_CONT

Calcul des forces s'exerçant sur un inducteur par une intégrale de contour.
CH2 CH3 = **FOR_CONT** mai1 ch1 dens ;

FORMe

Permet de calculer la géométrie actualisée.

FORM UU ;

UU CHPOINT (type déplacement résultat de RESO ou PASAPAS)

C'est l'équivalent de l'ensemble suivant :

S1 = **EXTR MAIL** UU ;

DEPL S1 PLUS UU ;

GRADient

Calcule le gradient d'un CHPOINT. Crée un MCHAML contenant les gradients de chaque composante. Il peut contenir jusqu'à 18 composantes dans le cas des coques tridimensionnelles. D'une manière générale les noms des composantes sont de la forme

nom_de_la_composante_du_champ,X
nom_de_la_composante_du_champ,Y
nom_de_la_composante_du_champ,Z
nom_de_la_composante_du_champ,R
nom_de_la_composante_du_champ,T

GF = **GRAD** FF MO (MA) ;

GRAFlexion

Calcul des gradients de flexion dans les éléments coques.

GF = **GRAF** MO1 UU ;

MO1 MMODEL
UU CHPOINT (issu de RESO)
GF MCHAML

(voir RESolution)

IMAGES

Permet les dépouillements graphiques d'un calcul évolutif.

TAB1 = **TABL** ;

IMAGES TAB1 ;

TAB1 TABLE contenant les indices suivants

TABLECAST	TABLE (sortie de PASAPAS)
MAILLAGE	MAILLAGE (facultatif)
TYPE	MOT (type de tracé) DDEFORMEE DCONTRAINTE DTEMPERATURE
LISTEMP	LISTREEL
SIGCOMP	MOT (type de contrainte) SIGVMIS nom de la composante
DEFO_SUPP	LOGIQUE
TITRE	MOT
OEIL	POINT (facultatif)
COULEUR	MOT (couleur -rouge par défaut- de la déformée) BLEU, ROUGE, ROSE, JAUNE, VERT, TURquoise, BLANC
AMPLD	FLOTTANT (facultatif)

(voir *PASAPAS, PROgression*)

INTéGrale

Calcule l'intégrale de volume d'une composante d'un champ par élément sur un objet (créé un FLOTTANT) ou par élément (créé un MCHAML). A ne pas confondre avec l'opérateur de maillage INTERsection.

VINT = **INTG (ELEM)** MO CHE (MOT) (MA) ;

MO	MMODEL
CHE	MCHAML (une ou plusieurs composantes)
MOT	nom de la composante si plusieurs
MA	MCHAML (composante cara). Sinon calcul de l'intégrale sur la surface (éléments coques) ou sur la longueur (élément poutres).
ELEM	création d'un MCHAML sinon FLOTTANT

Le calcul est fait en plan, par unité d'épaisseur et en axisymétrique sur l'ensemble de la circonférence

INVARIANT

Calcule simultanément les trois invariants d'un tenseur de contraintes ou de déformations. Le nom de la composante est SCAL.

I1 I2 I3 = **INVA STEN** MO (MA) mot ;

MO	MMODEL
STEN	MCHAML (plusieurs composantes)

MA mot MCHAML (composante cara).
SUPE ou **INFE** ou **MOYE** (par défaut) faisant référence à l'orientation de la normale à l'élément qui va de la peau inférieure vers la peau supérieure (pour les éléments coques uniquement).

Dans CASTEM2000® on a $I_1 = \text{trace}(\sigma) = 3.P_{\text{hyd}}$, $I_2 = \text{trace}(\sigma^2)$ (souvent dans les ouvrages, on a $I_2 = 0.5[(\text{trace}(\sigma))^2 - \text{trace}(\sigma^2)]$), $I_3 = \text{dét}(\sigma)$.

Dans le cas des contraintes, on a $\sigma_{\text{eq}}^2 = 0.5(3I_2 - I_1^2)$ - contrainte équivalente de Von Mises.

cas général (on considère le tenseur de contraintes mais on aurait la même chose pour les déformations ou tout autre tenseur)

$$I_1 = \sigma_{xx} + \sigma_{yy} + \sigma_{zz} = \sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3$$

$$I_2 = \sigma_{xx}^2 + \sigma_{yy}^2 + \sigma_{zz}^2 + 2(\sigma_{xy}^2 + \sigma_{yz}^2 + \sigma_{xz}^2) = \sigma_1^2 + \sigma_2^2 + \sigma_3^2$$

$$I_3 = \sigma_{xx}\sigma_{yy}\sigma_{zz} + 2\sigma_{xy}\sigma_{xz}\sigma_{yz} - (\sigma_{xx}\sigma_{yz}^2 + \sigma_{yy}\sigma_{xz}^2 + \sigma_{zz}\sigma_{xy}^2) = \sigma_1\sigma_2\sigma_3$$

σ_{xx}	composante SMXX ou SMRR (EPXX ou EPRR pour les déformations)
σ_{yy}	composante SMYY ou SMZZ (EPYY ou EPZZ pour les déformations)
σ_{zz}	composante SMZZ ou SMTT (EPZZ ou EPTT pour les déformations)
σ_{xy}	composante SMXY ou SMRZ (EPXY ou EPRZ ou GAXY/2 pour les déformations)
σ_{yz}	composante SMYZ ou SMZT (EPYZ ou EPZT ou GAYZ/2 pour les déformations)
σ_{xz}	composante SMXZ ou SMRT (EPXZ ou EPRT ou GAXZ/2 pour les déformations)
σ_1	composante SI11
σ_2	composante SI22
σ_3	composante SI33

cas des coques minces (on considère le tenseur de contraintes mais on aurait la même chose pour les déformations ou tout autre tenseur). Dans les formules précédentes, on prend

$$\sigma_{xx} = \frac{N_{11}}{e} + k \frac{6M_{11}}{e^2}$$

$$\sigma_{yy} = \frac{N_{22}}{e} + k \frac{6M_{22}}{e^2}$$

$$\sigma_{zz} = 0$$

$$\sigma_{xy} = \frac{N_{12}}{e} + k \frac{6M_{12}}{e^2}$$

$$\sigma_{yz} = 0$$

$$\sigma_{xz} = 0$$

ce qui entraîne bien sûr $I_3 = 0$.

N_{11}	composante N11 (EPSS pour les déformations)
N_{22}	composante N22 ou NZZ (EPTT pour les déformations)
N_{12}	composante N12 (GAST/2 pour les déformations)
M_{11}	composante M11 (RTSS pour les déformations)
M_{22}	composante M22 ou MZZ (RTTT pour les déformations)
M_{12}	composante M12 (RTST/2 pour les déformations)
e	composante EPAI dans MATERIAU
σ_1	composante SI11
σ_2	composante SI22
k	+1 (SUPE), -1 (INFE), 0 (MOYE)

cas des coques avec cisaillement (on considère le tenseur de contraintes mais on aurait la même chose pour les déformations ou tout autre tenseur). Dans les formules précédentes, on prend

$$\sigma_{xx} = \frac{N_{11}}{e} + k \frac{6M_{11}}{e^2}$$

$$\sigma_{yy} = \frac{N_{22}}{e} + k \frac{6M_{22}}{e^2}$$

$$\sigma_{zz} = 0$$

$$\sigma_{xy} = \frac{N_{12}}{e} + k \frac{6M_{12}}{e^2}$$

$$\sigma_{yz} = \frac{V_1}{e}$$

$$\sigma_{xz} = \frac{V_2}{e}$$

N_{11}	composante N11 (EPSS pour les déformations)
N_{22}	composante N22 (EPTT pour les déformations)
N_{12}	composante N12 (GAST/2 pour les déformations)
M_{11}	composante M11 (RTSS pour les déformations)
M_{22}	composante M22 (RTTT pour les déformations)
M_{12}	composante M12 (RTST/2 pour les déformations)
V_1	composante V1 (GASN/2 pour les déformations)
V_2	composante V2 (GATN/2 pour les déformations)
e	composante EPAI dans MATERIAU
σ_1	composante SI11
σ_2	composante SI22
k	+1 (SUPE), -1 (INFE), 0 (MOYE)

cas des poutres (on considère le tenseur de contraintes mais on aurait la même chose pour les déformations ou tout autre tenseur)

Aucun invariant n'est calculé pour ce type d'élément.

(voir *EPSILON*, *SIGMA*, *TRACer*)

MONTAGNE

Procédure qui permet de visualiser en relief un champ par point à une composante.

MONTAGNE CHPO MAIL1 amp TEXT oeil vale ;

CHPO	CHPOINT à une composante
MAIL1	MAILLAGE de surface
amp	FLOTTANT coefficient d'amplification
TEXT	TEXTE titre du dessin
oeil	POINT de vue
vale	ENTIER 1 flèches 2 volumes

Il faut être en OPTIon DIMension 3 et que le CHPOINT ait une seule composante : il est utile de faire avant

CHPO = **EXCO** CHPO nomcomposante ;

car les CHPOINT résultant de RESOLution contiennent aussi les multiplicateurs de Lagrange (LX)

NTAB

Permet de tracer sous forme de dessin un tableau récapitulatif à partir d'un objet EVOLUTION, d'un CHPOINT, d'un MCHAML.

NTAB ev (ou chp ou che) ;

ev	EVOLUTIO (éventuellement concaténé par ET. Dans ce cas elles doivent avoir le même nombre de composantes et les mêmes abscisses, chacune des composantes apparaît dans une colonne)
chp	CHPOINT (Dans la colonne abscisse apparaît le numéro du point, dans les colonnes suivantes chacune des composantes)
che	MCHAML (Dans la colonne abscisse apparaît le numéro de l'élément, dans les colonnes suivantes chacune des

composantes)

Les icônes permettent d'habiller le tableau (couleur, trait, titre, position ...)

OPTIon ISOValeur LIGNe

Permet de visualiser les isovaleurs sous forme de ligne. Par défaut, la valeur est SURFace.

PECHE

Procédure permettant de récupérer les résultats stockés dans une TABLE créée pour et par PASAPAS.

RES = **PECHE** TAB1 nomchamp t ;

TAB1	TABLE résultant de PASAPAS
nomchamp	champ à récupérer. Les possibilités sont : CONSTRAINTES DEPLACEMENTS TEMPERATURES VARIABLES_INTERNES VITESSES ou tout autre indice de la table de PASAPAS.
t	FLOTTANT (optionnel par défaut le dernier)

(voir PASAPAS, TABLE)

PRINcIPal

Permet le calcul des contraintes ou de déformations principales. Les noms des composantes sont SI11, SI22, SI33 suivies des cosinus directeurs COX1, COY1, COZ1, COX2, COY2, COZ2, COX3, COY3, COZ3. Suivant les options de calculs, certaines valeurs peuvent être nulles (ou ne pas exister).

SPR = **PRIN** SIG MO (MA) (mot) ;

SPR MCHAML de contraintes principales (en principe ordonné)

SIG MCHAML de contraintes (créé par SIGMa)

MO MMODEL

MA MCHAML (composante cara)

mot **SUPE** ou **INFE** ou **MOYE** (par défaut) faisant référence à l'orientation de la normale à l'élément coque qui va de la peau inférieure vers la peau supérieure.

(voir EPSILON, SIGMa, VECTeur)

PROI

Permet de projeter un MCHAML sur un autre MAILLAGE, le résultat est en général un CHPOINT. A ne pas confondre avec la directive de maillage PROJection.

CPT = **PROI** CEL MAIL2 ;

REACtion

Permet le calcul des réactions sur les conditions aux limites

REA1 = **REAC** RES RCL ;

RES CHPOINT (résultat issu de RESolution)

TABLE (résultat issu de VIBRation)

RCL RIGIDITE (issu de BLOQuer ou RELAtion ou SYMÉtrie ou ANTIsymétrie)

REA1 même type que RES

Pour avoir les réactions véritables, il faut retrancher les chargements extérieurs.

(voir RESolution ou VIBRation et ANTIsymétrie ou BLOQuer ou RELAtion dans le chapitre calcul mécanique statique linéaire ou dans le volume thermique)

REDUire

Réduction d'un objet sur un sous ensemble.

TO = **REDU** OB1 OB2 ;

OB1 Objet à réduire (MCHAML ou CHPOINT ou MMODEL ou NUAGE)

OB2 MAILLAGE

TO Objet réduit (MCHAML ou CHPOINT ou MMODEL ou NUAGE)

RESUltante

Permet de calculer la résultante d'un CHPOINT de type force (composantes F.. ou Q). Le résultat est un CHPOINT.

FR = **RESU** FF ;

FF CHPOINT de type force (composantes F.. en mécanique ou Q en thermique)

FR Résultante (CHPOINT)

La résultante d'un champ interne (contraintes ou déformations initiales) est nulle.

(voir *RESOLUTION* dans le chapitre *calcul mécanique statique linéaire* ou dans le *volume thermique et REACTION*)

RTENSEUR

Changement de repère d'un tenseur (de contraintes ou de déformations) ou d'un champ par points. Les composantes du champ conservent le même nom. On retiendra les trois possibilités suivantes :

Changement de repère d'un champ par élément

CHE2 = **RTENS** che1 mo V1 (V2) ;

che1 MCHAML (contraintes, déformations ou variables internes)

mo MMODEL

V1 POINT (définissant le 1^{er} axe du repère)

V2 POINT (définissant le 2^e axe du repère si OPTI DIME 3, sinon c'est la rotation de $\pi/2$ de V1 dans le sens trigonométrique)

Pour les repères plus compliqués (s'appuyant sur une surface ou quelconque) faire INFO RTENS ;

Changement vers le repère d'orthotropie (ou d'anisotropie)

CHE2 = **RTENS** che1 mo mat ;

che1 MCHAML (contraintes, déformations ou variables internes)

mo MMODEL

mat MCHAML (créé par MATE et contenant la définition du repère)

Rotation d'un champ par point

CHP2 = **RTENS** chp1 V1 (V2) ;

chp1 CHPOINT

V1 POINT (définissant le 1^{er} axe du repère)

V2 POINT (définissant le 2^e axe du repère si OPTI DIME 3, sinon c'est la rotation de $\pi/2$ de V1 dans le sens trigonométrique)

SIGMa

Calcul des contraintes ou des efforts dans le cas d'un calcul linéaire.

SIG1 = **SIGM** RES MO (MA) ;

RES CHPOINT de type déplacements (composantes U...)

MO MMODEL

MA MCHAML (composantes cara)

Le tenseur de contrainte s'écrit sous forme vectorielle

$$[\sigma]^T = (\sigma_{xx}, \sigma_{yy}, \sigma_{zz}, \sigma_{xy}, \sigma_{yz}, \sigma_{xz})$$

Le nom des composantes du tenseur dépend du type d'éléments finis. Il faut les connaître pour utiliser par exemple l'opérateur EXCOordonnées (voir chapitre SIGMa dans la notice, faire INFO SIGM ou voir en début de ce volume ; ou utiliser l'opérateur EXTRAire qui range le nom des composantes dans un objet de type LISTMOTS). Dans le cas des déformations initiales, il faut soustraire le champ de contraintes (par exemple dans le cas thermo-mécanique, issu de THETA). Dans le cas des contraintes initiales, il faut les ajouter au résultat de SIGMa.

(voir RESolution, THETA dans le chapitre calcul mécanique statique linéaire)

SIGmaSolution

Calcul des contraintes à partir d'un objet de type SOLUTION ou de type TABLE.

SOL2 (ou TAB2) = **SIGS** mo1 ma1 sol1 (ou tab1) ;

mo1	MMODEL
ma1	MCHAML
sol1	SOLUTION
tab1	TABLE
SOL2	SOLUTION (= sol1 complété par les contraintes)
TAB2	TABLE (= tab1 plus CONTRAINTE_MODAL pour les modes et CONTRAINTE pour les pseudo-modes)

(voir VIBRation dans le chapitre calcul mécanique statique linéaire)

SOMMe

Calcul d'une intégrale par la méthode des trapèzes.

SI = **SOMM** EV1 (**ABSO**) ;

EV1	EVOLUTIO
ABSO	On prend les valeurs absolues de la fonction

SYMEtrie

Symétrisation d'un champ de déplacement

SI = **SYME** ch1 **DROI** p1 p2 ;

PLAN p1 p2 p3 ;

ch1	CHPOINT
pi	POINT - définissant la droite ou le plan

TIREr

Extraction d'objets d'un objet de type SOLUTION ou CHARGEME

Dans le cas SOLUTION

SV1 = **TIRE** SV mot (exp) ;

mot	MOT indiquant la nature et le type de SV1
	DEPL CHPOINT (déplacement du mode)
	FREQ FLOTTANT (fréquence du mode)
	MGEN FLOTTANT (masse généralisée du mode)
	QX FLOTTANT (déplacement généralisé x)
	QY FLOTTANT (déplacement généralisé y)
	QZ FLOTTANT (déplacement généralisé z)
	POIN POINT (point repère du mode)
	VITE CHPOINT (vitesses)
	ACCE CHPOINT (accélération)

exp	expression valant
	RANG ir (numéro du mode)
	TEMP t
	CAS icas
	NUME inum

Dans le cas CHARGEME
SV1 = TIRE SCH t (TABL ou mot) ;

(voir VIBRation dans le chapitre calculs mécaniques statiques linéaires ou CHARGement dans les chapitres non linéaires mécanique ou thermique)

TOURner

Rotation d'un champ de déplacement

SI = **TOUR** ch1 o1 ang;

ch1 CHPOINT

o1 POINT - centre de rotation

ang FLOTTANT - angle de rotation en degrés

TRAC3D

Procédure qui permet de visualiser en 3D une déformée issue d'un calcul axisymétrique ou Fourier pour des éléments de coques.

TRAC3D MAIL1 DEP amp angle ndec nhar xoeil yoeil zoeil VRAI ;

MAIL1 MAILLAGE coques axisymétriques

DEP CHPOINT issu de RESOLUTION

amp FLOTTANT coefficient d'amplification

angle FLOTTANT angle de rotation en degré

ndec ENTIER nombre de découpage

nhar ENTIER numéro de l'harmonique

xoeil

yoeil FLOTTANT coordonnées du point de vue

zoeil

Le calcul axisymétrique doit être fait avec des coques. Le tracé des contraintes demande une adaptation.

TRAC3D_2

Procédure qui permet de visualiser en 3D une déformée issue d'un calcul axisymétrique ou Fourier pour des éléments de massifs ou de coques.

Le calcul axisymétrique doit être fait avec des massifs. Le tracé des contraintes demande une adaptation.

TRACer

Tracé de conditions aux limites

TRAC BL1 ;

BL1 RIGIDITE créé par BLOQ ou RELA.

(voir BLOQuer, RELAtion dans les volumes calculs et le volume vérification)

Tracé d'isovaleurs

On ne peut tracer que les champs (CHPOINT ou MCHAML) avec une seule composante (d'où l'utilisation de **EXCO** pour extraire une composante d'un champ qui en comporte plusieurs). Parmi les champs à une seule composante, les températures (CHPOINT), les invariants -Von Mises ou Tresca-, les déformations plastiques équivalentes, (MCHAML). Dans le cas des MCHAML, il faut aussi fournir le MMODEL.

TRAC SC1 MAI1 (lechel ou nlig) (**CONT MAI1**) (**COUP** p1 p2 p3) ;

TRAC SC2 MO1 (lechel ou nlig) (**CONT MAI1**) (**COUP** p1 p2 p3) ;

SC1	CHPOINT à une composante
SC2	MCHAML à une composante
MAI1	MAILLAGE
MO1	MMODEL
lechel	PROGRESSION (liste des isovaleurs à tracer, par défaut le tracé se fait entre les valeurs minimale et maximale)
nlig	ENTIER (nombre d'isovaleurs entre les valeurs minimale et maximale, par défaut 16)
CONT MAI1	On efface le maillage (ie le tracé se fait sur le contour)
COUP	Le tracé se fait à partir du plan de coupe défini par p1, p2, p3

Dans la fenêtre de tracer, un certain nombre d'icônes s'affichent :

ZOOM	permet par l'intermédiaire de ZOOM + de sélectionner une partie du dessin puis par INIT de revenir au dessin initial.
SOFTCOPY	permet d'obtenir un fichier POSTSCRIPT® couleur ou noir et blanc
VALEUR	permet d'obtenir la valeur à l'endroit cliqué

(voir *CHANGER*, *EXCO*ordonnées, *INVARIANT*, *TRESCA*, *VMISES* mais aussi *RESOLUTION* mais aussi *MANUEL*, *MATERIAU*, *PROGRESSION*, *RESOLUTION*)

Tracé de déformées

On ne peut pas tracer un objet de type DEFORME et un objet de type MAILLAGE. Pour tracer un maillage déformé et le maillage initial, il faut construire l'objet déformé 0 fois.

TRAC DEF (VM1 MO1) (OSCI) ;

DEF	DEFORME
VM1	MCHAML
MO1	MMODEL
OSCI	MOT (pour animation si DEF est créé par ANIME ou par assemblage de DEFORME)

Dans la fenêtre de tracer, un certain nombre d'icônes s'affichent :

ZOOM	permet par l'intermédiaire de ZOOM + de sélectionner une partie du dessin puis par INIT de revenir au dessin initial.
SOFTCOPY	permet d'obtenir un fichier POSTSCRIPT® couleur ou noir et blanc

(voir *ANIME*, *DEFORMÉ*, *ET*)

Tracé de vecteurs

TRAC ovect ma1 ;
(voir *VECTeur*)

Tracé d'isovaleurs sur une déformée avec visualisation des réactions

TRESc

Calcul de la contrainte de Tresca (= Max $|\sigma_i - \sigma_j|$ pour $i,j=1,2$ ou 3)

TM1 = **TRES** SIG1 MO (MA) ;

TM MCHAML à une composante de nom SCAL

SIG1 MCHAML créé par SIGMa

MO MMODEL

MA MCHAML de composantes cara

(voir *SIGMa*)

VECTeur

Permet de construire un VECTEUR susceptible d'être tracer à partir d'un CHPOINT (forces, déplacements, gradients) -cas 1- ou d'un tenseur (contraintes ou déformations principales) -cas 2-.

1^{er} cas

OVEC = **VECT** FF amp (mot1 mot2 (mot3)) (coul);

OVEC VECTEUR

FF CHPOINT

amp FLOTTANT (coefficient d'amplification)). Pour être visible, une composante (sans unité) doit être du même ordre de grandeur qu'un coté d'élément (sans unité). Attention donc aux composantes de forces, de déplacements, de vitesses qui ne sont en général pas de même ordre de grandeur. Le coefficient d'amplification peut, suivant les cas, varier entre 10^{-5} et 10^5 voire davantage.

moti MOT (noms des 2 ou 3 composantes)

coul MOT (couleur)

2^e cas

OVEC = **VECT** SIG MO amp (mot) (lmot) ;

OVEC VECTEUR

SIG MCHAML (issu de PRIN)

amp FLOTTANT (coefficient d'amplification). Pour être visible, une contrainte (sans unité) doit être du même ordre de grandeur qu'un coté d'élément (sans unité). Attention donc aux contraintes exprimées en Pascals et aux « mini »structures exprimées en mètres pour lesquelles le coefficient d'amplification peut aller jusqu'à 10^{-12} .

mot MOT (nom d'une composante si on n'en veut qu'une)

lmot LISTMOTS (couleur)

Une traction est représentée par <—————>

Une compression est représentée par >—————<

(voir *chargement*, *GRADient*, *MOTS*, *PRINciple*, *REAction*, *RESolution*, *SIGMa*, *TRACer*, *@PLOTPRI*)

VonMISEs

Calcul de la contrainte de Von Mises. Selon le type d'élément, plusieurs formules sont utilisées. La composante s'appelle SCAL.

VM1 = VMIS SIG1 MO (MA) ;

VM1 MCHAML à une composante SCAL

SIG1 MCHAML créé par SIGMA

MO MMODEL

MA MCHAML de composantes cara

La contrainte équivalente de Von Mises est reliée aux invariants calculés par CASTEM 2000. On a $\sigma_{eq}^2 = 0.5(3I_2 - I_1^2)$ avec I_1, I_2 1^{er} et 2^e invariants du tenseur de contraintes et $\sigma_{eq}^2 = J_2/3$ avec J_2 2^e invariant du tenseur déviatorique des contraintes.

cas général

$$\sigma_{eq} = \sqrt{0.5 \left[(\sigma_{xx} - \sigma_{yy})^2 + (\sigma_{xx} - \sigma_{zz})^2 + (\sigma_{yy} - \sigma_{zz})^2 \right] + 3(\sigma_{xy}^2 + \sigma_{yz}^2 + \sigma_{xz}^2)}$$

σ_{xx} composante SMXX ou SMRR

σ_{yy} composante SMYY ou SMZZ

σ_{zz} composante SMZZ ou SMTT

σ_{xy} composante SMXY ou SMRZ

σ_{yz} composante SMYZ ou SMZT

σ_{xz} composante SMXZ ou SMRT

cas des coques minces

$$\sigma_{eq} = \sqrt{\left(\frac{N}{e}\right)^2 + \left(\frac{6\alpha M}{e^2}\right)^2}$$

$$N = \sqrt{N_{11}^2 + N_{22}^2 - N_{11}N_{22} + 3N_{12}^2}$$

$$M = \sqrt{M_{11}^2 + M_{22}^2 - M_{11}M_{22} + 3M_{12}^2}$$

α composante ALFA dans **MATERIAU**
à ne pas confondre avec ALPH coefficient de dilatation (par défaut $\alpha=2/3$)

e composante EPAI dans **MATERIAU**

N_{11} composante N11

N_{22} composante N22 ou NZZ

N_{12} composante N12

M_{11} composante M11

M_{22} composante M22 ou MZZ

M_{12} composante M12

cas des coques avec cisaillement

$$\sigma_{eq} = \sqrt{\left(\frac{N}{e}\right)^2 + \left(\frac{6\alpha M}{e^2}\right)^2}$$

$$N = \sqrt{N_{11}^2 + N_{22}^2 - N_{11}N_{22} + 3(N_{12}^2 + V_1^2 + V_2^2)}$$

$$M = \sqrt{M_{11}^2 + M_{22}^2 - M_{11}M_{22} + 3M_{12}^2}$$

α	composante ALFA dans MATERiau à ne pas confondre avec ALPH coefficient de dilatation (par défaut $\alpha=2/3$)
e	composante EPAI dans MATERiau
N_{11}	composante N11
N_{22}	composante N22
N_{12}	composante N12
M_{11}	composante M11
M_{22}	composante M22
M_{12}	composante M12
V_1	composante V1
V_2	composante V2

cas des poutres

$$\sigma_{eq} = \sqrt{\left(\frac{EFFX}{s}\right)^2 + \left(\frac{MOMX.dx}{tors}\right)^2 + \left(\frac{MOMY.dy}{inry}\right)^2 + \left(\frac{MOMZ.dz}{inrz}\right)^2}$$

s	composante SECT dans MATERiau
inry	composante INRY dans MATERiau
inrz	composante INRZ dans MATERiau
tors	composante TORS dans MATERiau
dx	composante DX dans MATERiau
dy	composante DY dans MATERiau
dz	composante DZ dans MATERiau
EFFX	composante EFFX
MOMX	composante MOMX (torsion)
MOMY	composante MOMY (flexion)
MOMZ	composante MOMZ (flexion)

(voir INVARIANT, SIGMA)

@PLOTPRI

Permet de tracer les contraintes principales en bidimensionnel en répondant aux questions

@PLOTPRI sig1 mod ;

sig1 MCHAML de contraintes calculé par SIGMA.

mod MMODEL

(voir chargement, MODEle, SIGMA, TRACer, VECTeur)

E. EXEMPLES DE POST-TRAITEMENTS THERMIQUES

Les mots ou noms d'opérateurs obligatoires sont en gras. Pour éviter toute possible confusion avec des noms d'objets on peut même les mettre entre ‘ ’ .

1. THERMIQUE PERMANENT

Dans ce chapitre, on traite les résultats de l'opérateur RESOLUTION.

1.1 TRACE D'ISOTHERMES

Soit TT le CHPOINT contenant les températures issues de l'opérateur RESOLUTION et appuyé sur le MAILLAGE MAIL1.

TRAC TT MAIL1 ;	le maillage apparaît sur le tracé
TRAC TT MAIL1 (CONT MAIL1);	le contour apparaît sur le tracé

Si l'on veut les isothermes sur un sous ensemble MAIL2 de MAIL1, on fera
TT2 = **REDU** TT MAIL2 ;
TRAC TT2 MAIL2 ;

1.2 EVOLUTION DE LA TEMPERATURE LE LONG D'UNE LIGNE

Soit TT le CHPOINT contenant les températures issues de l'opérateur RESOLUTION. On veut tracer le profil de la température le long de la ligne L1.

EV1 = EVOL (couleur) CHPO TT T L1 ; DESS EV1 ;
--

1.3 TRACE DE GRADIENT DE TEMPERATURE SUR UN MAILLAGE

Il faut calculer le gradient ...

a) Le gradient apparaît avec des flèches

... puis le transformer en VECTEUR avant de le tracer.

GT = GRAD TT MO1 (MA1) ; VT = VECT GT amp TX TY (TZ) (coul) ; TRAC VT MAIL1 ;
--

b) On trace une iso-composante du gradient

... puis extraire la composante intéressante

```
GT = GRAD TT MO1 (MA1) ;  
GTX = EXCO GT T,X ;    T,X et T,Y en plan, T,R et T,Z en axisymétrie, T,X et  
                        T,Y et T,Z en tridimensionnel  
      TRAC GTX MAIL1 ;          (si on veut un tracé brut)  
ou  
      GTX = CHAN CHPO GTX MO1 ;  
      TRAC GTX MAIL1 ;          (si on veut un tracé lissé)
```

c) Evolution d'une composante du gradient le long d'une ligne

... puis extraire la composante intéressante (dans ce cas T,X)

```
GT = GRAD TT MO1 (MA1) ;  
GTX = EXCO GT T,X ;    T,X et T,Y en plan, T,R et T,Z en axisymétrie, T,X et  
                        T,Y et T,Z en tridimensionnel  
GTX = CHAN CHPO GTX MO1 ;  
EV1 = EVOL (couleur) CHPO GTX T,X L1 ;  
DESS EV1 ;
```

1.4 TRACE DU MODULE DU GRADIENT

Il faut calculer le module du gradient (on suppose un calcul PLAN).

```
GT = GRAD TT MO1 (MA1) ;  
GT = CHAN CHPO GT MO1 ;  
LM = MOTS 'T,X' 'T,Y' ;  
GTN = PSCA GT GT LM LM ;  
ou   GTN = XTY GT GT LM LM ;  
      GTN = GTN ** 0.5 ;      Dans ce cas GTN est un CHPOINT
```

et on se retrouve dans un des cas précédents.

1.5 CALCUL DE FLUX

a) Frontière à température imposée

Soit L1 la frontière (MAILLAGE), BL1 le nom du blocage (RIGIDITE).

TTL1 = **REDU** TT L1 ;
FTEMP = **REAC** TTL1 BL1 ;
FRETE = **RESU** FTEMP ;

b) Frontière à convection imposée

Soit L1 (MAILLAGE) le nom de la frontière, TEXT (FLOTTANT) la température et KCONV la CONDUCTIVITE provenant de la convection.

TTL1 = **REDU** TT L1 ;
TTL1 = TTL1 - TEXT ;
FCONV = KCONV * TTL1 ;
FRECO = **RESU** FCONV ;

c) Frontière à rayonnement imposé

Voir le chapitre suivant THERMIQUE TRANSITOIRE puisque l'utilisation de RESolution ne permet pas le non linéaire.

2. THERMIQUE TRANSITOIRE OU NON LINEAIRE

Dans ce chapitre, on traite les résultats de la procédure PASAPAS

2.1 TRACE D'ISOTHERMES A UN INSTANT DONNE

Il faut extraire la température à l'instant voulu et on se retrouve dans le cas 1.1 (page 30)

Le résultat de PASAPAS est stocké dans TAB1 et on veut la température au temps t_1 .

TT = PECHE TAB1 TEMPERATURES t_1 ; TRAC TT MAIL1 ; TRAC TT MAIL1 (CONT MAIL1) ;	le maillage apparaît sur le tracé le contour apparaît sur le tracé
--	---

2.2 EVOLUTION DE LA TEMPERATURE LE LONG D'UNE LIGNE A UN INSTANT DONNE

Il faut extraire la température à l'instant voulu et on se retrouve dans le cas 1.1 (page 30)

Le résultat de PASAPAS est stocké dans TAB1 et on veut la température au temps t_1 .

TT = PECHE TAB1 TEMPERATURES t_1 ; EV1 = EVOL (couleur) CHPO TT T L1 ; DESS EV1 ;

2.3 EVOLUTION DE LA TEMPERATURE EN UN POINT EN FONCTION DU TEMPS

Le résultat de PASAPAS est stocké dans TAB1 et on veut la température au point P_1 en fonction du temps.

```

NN = DIME (TAB1 . TEMPS) ;
TEM = PROG ; (ou TEM = PROG NN * 0. ;)      initialisation table des abscisses
TT = PROG ; (ou TT = PROG NN * 0. ;)      initialisation table des ordonnées
I = 0 ;
REPE BO1 NN ;
    I = I + 1 ;
    T1 = TAB1 . TEMPS . I ;
    TEM = INSE TEM I T1 ; (ou TEM = REMP TEM I T1 ;)
    T2 = TAB1 . TEMPERATURES . I ;
    T2 = EXTR T2 T P1 ;
    TT = INSE TT I T2 ; (ou TT = REMP TT I T2 ;)
FIN BO1 ;
EV1 = EVOL (coul) MANU 'TEMPS' TEM 'TEMPERATURES' TT ;
DESS EV1 ;

```

Cet exemple permet de tracer n'importe quelle évolution; par exemple, évolution du maximum (ou du minimum) quelque soit sa localisation en fonction du temps, il suffit de remplacer

T2 = **EXTR** T2 T P1 ; par T2 = **MAXI** (ou **MINI**) T2 ;

2.4 TRACE DE GRADIENT DE TEMPERATURE

Il faut extraire la température à l'instant voulu et on se retrouve dans le cas 1.3 ou 1.4 (pages 30 ou 31)

Le résultat de PASAPAS est stocké dans TAB1 et on veut les gradients de température au temps t_1 .

a) Le gradient apparaît avec des flèches

Il faut calculer le gradient puis le transformer en **VECTEUR** avant de le tracer

```

TT = PECHE TAB1 TEMPERATURES  $t_1$  ;
GT = GRAD TT MO1 (MA1) ;
VT = VECT GT amp TX TY (TZ) (coul) ;
TRAC VT MAIL1 ;

```

b) On trace une iso-composante du gradient

Il faut calculer le gradient puis extraire la composante intéressante

```

TT = PECHE TAB1 TEMPERATURES t1 ;
GT = GRAD TT MO1 (MA1) ;
GTX = EXCO GT T,X ;    T,X et T,Y en plan, T,R et T,Z en axisymétrie, T,X et
                           T,Y et T,Z en tridimensionnel
      TRAC GTX MAIL1 ;          (si on veut un tracé brut)
ou
      GTX = CHAN CHPO GTX MO1 ;
      TRAC GTX MAIL1 ;          (si on veut un tracé lissé)

```

c) Evolution d'une composante du gradient le long d'une ligne

```

TT = PECHE TAB1 TEMPERATURES t1 ;
GT = GRAD TT MO1 (MA1) ;
GTX = EXCO GT T,X ;    T,X et T,Y en plan, T,R et T,Z en axisymétrie, T,X et
                           T,Y et T,Z en tridimensionnel
GTX = CHAN CHPO GTX MO1 ;
EV1 = EVOL (couleur) CHPO GTX T L1 ;
DESS EV1 ;

```

d) Evolution d'une composante du gradient en un point en fonction du temps

Le résultat de PASAPAS est stocké dans TAB1 et on veut le gradient de température au point P₁ en fonction du temps.

```

NN = DIME (TAB1 . TEMPS) ;
TEM = PROG ; (ou TEM = PROG NN * 0. ;)    initialisation table des abscisses
TT = PROG ; (ou TT = PROG NN * 0. ;)    initialisation table des ordonnées
I = 0 ;
REPE BO1 NN ;
      I = I + 1 ;
      T1 = TAB1 . TEMPS . I ;
      TEM = INSE TEM I T1 ; (ou TEM = REMP TEM I T1 ;)
      T2 = TAB1 . TEMPERATURES . I ;
      GT = GRAD T2 MO1 (MA1) ;
      GT2 = EXTR GT T,X P1 ; T,X et T,Y en plan, T,R et T,Z en axisymétrie,
                           T,X et T,Y et T,Z en tridimensionnel
      TT = INSE TT I GT2 ; (ou TT = REMP TT I T2 ;)
FIN BO1 ;
EV1 = EVOL (coul) MANU 'TEMPS' TEM 'GRADIENT X' TT ;
DESS EV1 ;

```

2.5 LE CAS DE LA DIFFUSION : EVOLUTION DES DEBITS OU DES QUANTITES

a) Création de la procédure

Pour utiliser plus confortablement cette procédure, on peut utiliser l'opérateur **UTIL** qui stocke la procédure dans le fichier UTILPROC.

```

debp dbt ta1*table ;
repe bo1 ;
    mess ' voulez vous le debit sur une frontiere           repondez 1' ;
    mess ' voulez vous la quantite sur une frontiere        repondez 2' ;
    mess ' voulez vous la quantite piegee                  repondez 3' ;
    mess ' voulez vous sortir                               repondez 0' ;
    obte rep*entier ;
    mess ' coefficient multiplicateur du temps ' ;
    obte coet*flottant ;
    si (ega rep 0) ;
        quit bo1 ;
    fins ;
    si ((ega rep 1) ou (ega rep 2)) ;
        si (ega rep 2) ;
            teqp = mot 'QUANTITE' ;
            mess ' coefficient multiplicateur de la quantite ' ;
            obte coef*flottant ;
        fins ;
        si (ega rep 1) ;
            mess ' coefficient multiplicateur du debit ' ;
            obte coef*flottant ;
            teqp = mot 'DEBIT' ;
        fins ;
        mess ' nom de la rigidite frontiere' ;
        obte rtemr*rigidite ;
        frig = rtemr ;
    sino ;
        mess ' coefficient multiplicateur de la quantite ' ;
        obte coef*flottant ;
        teqp = mot 'QUANTITE PIEGEE ' ;
        frig = ta1.blocages_thermiques ;
    fins ;
    nn = dime ta1.temps ;
    ttem0 = 0. ;
    pabs = prog (ttem0 * coet) ;
    tco0 = 0. ;
    pard = prog (tco0 * coef) ;
    i = 1 ;
    repe bo2 (nn - 1) ;
        ttem1 = ta1 . temps . i ;
        dtt = ttem1 - ttem0 ;
        pabs = inse pabs (i + 1) (ttem1 * coet) ;
        tcon = peche ta1 temperatures ttem1 ;
        tco1 = reac frig tcon ;

```

```

tco1 = resu tco1 ;
mco1 = extr tco1 mail ;
mco1 = mco1 poin init ;
tco1 = extr tco1 q mco1 ;
tco1 = tco1 * coef ;
si ((ega rep 3) ou (ega rep 2)) ;
    tco = (tco1 + tco0) * .5 * dtt ;
fins ;
si (ega rep 1) ;
    tco = tco1 ;
fins ;
pard = inse pard (i + 1) tco ;
i = i + 1
ttem0 = ttem1 ;
tco0 = tco1 ;
fin bo2 ;
gv = evol roug manu 'TEMPS' pabs teqp pard ;
dess gv ;
oubl rtemr ;
fin bo1 ;
finp ;

```

b) Utilisation de la procédure

Il suffit de donner :

dbt ta1 ;

ou ta1 est la TABLE résultat de PASAPAS, puis de répondre aux questions :

d'abord par un entier 0, 1, 2 ou 3

puis éventuellement par un objet de type RIGIDITE créé par **BLOQuer**.

2.6 CALCUL DE FLUX

a) Frontière à rayonnement imposé

Le mieux est de passer par la procédure PERSO2. Ce qui suit permet de calculer les flux sur toutes les frontières.

Pour utiliser plus confortablement cette procédure, on peut utiliser l'opérateur **UTIL** qui stocke la procédure dans le fichier UTILPROC.

```

debp flurayo etab*table ;
tt = etab . temi ;
si ( exis etab pas ) ;
    nte = etab.pas ;
    nte = nte + 1 ;
    temm = extr etab . temps_calcules nte ;
    si ( exis etab rayonnement ) ;

```

```

si ( exis etab celsius ) ;
        icels = etab.celsius ;
sino ;
        icels = faux ;
fins ;
si ( icels ) ;
        tref = 273.15 ;
sino ;
        tref = 0. ;
fins ;
tt = tt + tref ;
si (exis etab cte_stefan_boltzmann) ;
        sb = etab . cte_stefan_boltzmann ;
sino ;
        sb = 5.673e-8 ;
fins ;
tb = etab.rayonnement ;
ma1 = etab.caracteristiques ;
nra = dime tb ;
i = 1 ;
repe b1 nra ;
        si ( ega (tb. i . type) infini) ;
                mo1 = tb. i . modele ;
                ch_te = (tire (etab.chargement) tetemmm) + tref ;
                ch_emi = redu ma1 mo1 ;
                mail_rad = extr ch_emi mail ;
                ch_rad = nomc scal (exco t tt) ;
                u_cak2 = redu ch_rad mail_rad ;
                ch_te1 = redu ch_te mail_rad ;
                ch_te2 = exco t ch_te1 noid scal ;
                ch_emi2 = exco emis ch_emi noid scal ;
                ch_emi2 = chan cons (chan noeu mo1 ch_emi2)
                        ' ' ;
                mod_rad = mode mail_rad convection cons ' ' ;
                u_cak4 = chan cham u_cak2 mod_rad noeud scalaire ;
                ch_te4 = chan cham ch_te2 mod_rad noeud scalaire ;
                cc = ch_emi2 * sb *
                ((u_cak4*u_cak4 mod_rad * u_cak4 mod_rad) +
                ((u_cak4*u_cak4 mod_rad)*ch_te4 mod_rad) +
                ((u_cak4*ch_te4 mod_rad)*ch_te4 mod_rad) +
                ((ch_te4*ch_te4 mod_rad)*ch_te4 mod_rad) ) ;
                ccc = exco cc scal noid h ;
                mat_rad = mate mod_rad h ccc ;
                rig_rad = cond mod_rad mat_rad ;
                chal_tes = tt - ch_te2 ;
                ff1 = rig_rad * chal_tes ;
                frf = resu ff1 ;
                mrf = extr frf mail ;

```

```

                                mrf = mrf point init ;
                                frf = extr frf q mrf ;
                                mess ' flux rayonne infini ' frf ' sur la frontiere ' i ;
                                ' au temps ' temm ;
                                fin ;
                                fin b1 ;
fin ;
si (ega etab.convection vrai) ;
    ch_te = (tire (etab.chargement) tetemm) ;
    chmat2 = redu chmat etab.mod_con ;
    rig_con = cond etab.mod_con chmat2 ;
    chal_te = tt - ch_te ;
    ff1 = rig_con * chal_te ;
    frf = resu ff1 ;
    mrf = extr frf mail ;
    mrf = mrf point init ;
    frf = extr frf q mrf ;
    mess ' flux convecte infini total ' frf ' au temps ' temm ;
fin ;
si (exis etab blocages_thermiques) ;
    bl = etab.blocages_thermiques ;
    ff1 = reac tt bl ;
    frf = resu ff1 ;
    mrf = extr frf mail ;
    mrf = mrf point init ;
    frf = extr frf q mrf ;
    mess ' flux temperature imposee ' frf ' au temps ' temm ;
fin ;
fin ;
finp ;

debp perso2 etab*table ;
    flurayo etab ;
finp ;

```

Pour l'utilisation, il suffit de faire appel à cette procédure

```

ta1.procedure_perso2 = vrai ;
pasapas ta1;

```

3. CAS PARTICULIER BILBO®

La directive de sauvegarde s'écrit

TRAI K200 TEMP BAND nb (TOUT) ENRE ne DEBU

ou nb représente l'unité logique de sauvegarde ALICE, TOUT signifie que tous les pas ALICE® seront des pas CASTEM2000®, ne l'unité logique de sauvegarde CASTEM2000® : si ne est négatif le fichier est lisible par **REST FORM** ;, si ne est positif le fichier plus condensé est lisible par **REST** ;

Les résultats sont toujours stockés dans une table qui s'appelle **TABILBO**. Cette table est indiquée par le numéro du pas (1 en permanent, de 1 à n en transitoire). Ceci constitue aussi une table qui contient 3 indices :

TABILBO. i .PAS contient les numéros des pas (1 seul par pas)
(ENTIER)

TABILBO. i .TEMP contient les valeurs des temps sauvés (1 seul par pas)
(FLOTTANT)

TABILBO. i .THET contient les températures (1 champ par pas)
(CHPOINT à une composante)

On ne peut pas utiliser la procédure **PECHE** car la structure n'est pas compatible; la procédure suivante permet de transformer **TABILBO** en table acceptable par **PECHE** (mais on peut aussi effectuer la boucle directement à partir de **TABILBO**) dans le cas transitoire pour se retrouver dans le chapitre 2 (voir page 33 et suivantes) :

```
DEBP TRANS TABILBO*TABLE ;
  TAB = TABL ;
  TAB.TEMPS = TABL ;
  TAB.TEMPERATURES = TABL ;
  N = DIME TABILBO ;
  I = 0 ;
  REPE BO1 N ;
    TAB.TEMPS.I = TABILBO.(I + 1).TEMP ;
    TAB.TEMPERATURES.I = TABILBO.(I + 1).THET ;
    I = I + 1 ;
  FIN BO1 ;
FINP TAB ;
TAB = TRANS TABILBO ;
TT = PECHE TAB DEPLACEMENTS t1 ;
```

L'utilisateur averti pourra toujours faire ses manipulations à partir de **TABILBO**.

Dans le cas permanent (chapitre 1 page 30), il suffit de faire

TT = TABILBO. 1 . THET ;

Dans le cas où l'on veut calculer les gradients, il faut définir l'objet MMODEL qui n'est pas transféré dans **TABILBO**.

4. CAS PARTICULIER CODE_ASTER®

La directive de sauvegarde s'écrit

IMPR_RESU RESU FORMAT CASTEM CHAM_GD (ou **RESULTAT : nomtab**)

Le fichier est lisible par **REST FORM** ;

Dans le cas **RESULTAT** les résultats sont toujours stockés dans une table qui s'appelle **nomtab**. Cette table est indiquée par le numéro d'ordre. Ceci constitue aussi une table qui contient 3 indices :

nomtab. i .TEMP contient les températures (1 champ par pas)
(**CHPOINT** à une composante)

Dans le cas **CHAM_GD** les résultats sont toujours stockés

On ne peut pas utiliser la procédure **PECHE** car la structure n'est pas compatible; la procédure suivante permet de transformer **TABTHER** en table acceptable par **PECHE** (mais on peut aussi effectuer la boucle directement à partir de **TABTHER**) dans le cas transitoire pour se retrouver dans le chapitre 2 :

```
DEBP TRANS TABTHER*TABLE ;  
  TAB = TABL ;  
  TAB.TEMPS = TABL ;  
  TAB.TEMPERATURES = TABL ;  
  N = DIME TABTHER ;  
  I = 0 ;  
  REPE BO1 N ;  
    TAB.TEMPS.I = TABTHER.(I + 1).TEMP ;  
    TAB.TEMPERATURES.I = TABTHER.(I + 1).THET ;  
    I = I + 1 ;  
  FIN BO1 ;  
FINP TAB ;  
TAB = TRANS TABTHER ;  
TT = PECHE TAB TEMPERATURES t1 ;
```

L'utilisateur averti pourra toujours faire ses manipulations à partir de **TABTHER**.

Dans le cas permanent (chapitre 1), il suffit de faire

TT = TABTHER. 1 . THET ;

Dans le cas où l'on veut calculer les gradients, il faut définir l'objet **MMODEL** qui n'est pas transféré dans **TABTHER**.

5. CAS PARTICULIER THERMX[®]

La directive de sauvegarde s'écrit

SORT K200 (FORM) PAS (ou **TIME**) **LECT ...**

Si FORM le fichier est lisible par **REST FORM** ;, sinon le fichier plus condensé est lisible par **REST** ;

Les résultats sont toujours stockés dans une table qui s'appelle **TABTHER**. Cette table est indicée par le numéro du pas (1 en permanent, de 1 à n en transitoire). Ceci constitue aussi une table qui contient 3 indices :

TABTHER. i .PAS contient les numéros des pas (1 seul par pas)
(ENTIER)

TABTHER. i .TEMP contient les valeurs des temps sauvés (1 seul par pas)
(FLOTTANT)

TABTHER. i .THET contient les températures (1 champ par pas)
(CHPOINT à une composante)

On ne peut pas utiliser la procédure **PECHE** car la structure n'est pas compatible; la procédure suivante permet de transformer **TABTHER** en table acceptable par **PECHE** (mais on peut aussi effectuer la boucle directement à partir de **TABTHER**) dans le cas transitoire pour se retrouver dans le chapitre 2 (page 33 et suivantes) :

```
DEBP TRANS TABTHER*TABLE ;
  TAB = TABL ;
  TAB.TEMPS = TABL ;
  TAB.TEMPERATURES = TABL ;
  N = DIME TABTHER ;
  I = 0 ;
  REPE BO1 N ;
    TAB.TEMPS.I = TABTHER.(I + 1).TEMP ;
    TAB.TEMPERATURES.I = TABTHER.(I + 1).THET ;
    I = I + 1 ;
  FIN BO1 ;
FINP TAB ;
TAB = TRANS TABTHER ;
TT = PECHE TAB TEMPERATURES t1 ;
```

L'utilisateur averti pourra toujours faire ses manipulations à partir de **TABTHER**.

Dans le cas permanent (chapitre 1 page 30 et suivantes), il suffit de faire

TT = TABTHER. 1 . THET ;

Dans le cas où l'on veut calculer les gradients, il faut définir l'objet **MMODEL** qui n'est pas transféré dans **TABTHER**.

F. EXEMPLES DE POST-TRAITEMENTS MECANQUES

Les mots ou noms d'opérateurs obligatoires sont en gras.

1. MECANIQUE STATIQUE LINEAIRE

Dans ce chapitre, on traite les résultats de l'opérateur RESolution. Soit UU le CHPOINT contenant les déplacements issus de l'opérateur RESolution et SI1 le MCHAML contenant les contraintes issues de l'opérateur SIGMa.

1.1 TRACE DE DEFORMEE

Soit UU le CHPOINT contenant les déplacements issus de l'opérateur RESolution et appuyé sur le MAILLAGE MAIL1.

Il faut calculer la déformée.

DD = **DEFO** UU MAIL1 amp (coul) ;

puis la tracer

TRAC DD ;

Pour superposer la déformée et le maillage initial, il faut la séquence suivante :

DD = **DEFO** UU MAIL1 amp (coul) ;

DD0 = **DEFO** UU MAIL1 0.. (coul) ;

TRAC (DD0 ET DD) ;

On peut aussi tracer la déformée d'une partie du maillage (MAIL2 est une partie de MAIL1).

UUA = **REDU** UU MAIL2 ;

Puis utiliser **DEFO** puis **TRAC**.

1.2 TRACE D'ISO-COMPOSANTE DE DEPLACEMENT

Soit UU le CHPOINT contenant les déplacements issus de l'opérateur RESolution et appuyé sur le MAILLAGE MAIL1. On cherche à tracer la composante X.

UUX = **EXCO** UU MAIL1 UX ;

TRAC UUX MAIL1 ;

TRAC UUX MAIL1 (**CONT** MAIL1);

le maillage apparaît sur le tracé

le contour apparaît sur le tracé

Si l'on veut les iso-composantes sur un sous ensemble MAIL2 de MAIL1, on fera

UUX2 = **REDU** UUX MAIL2 ;

TRAC UUX2 MAIL2 ;

1.3 TRACE D'ISOCONSTRAINTES

a) Tracé d'un iso-invariant (Von Mises ou Tresca ou MCHAML à une composante)

Il faut calculer l'invariant (**VMIS** ou **TRES**) ou **INVA** puis le tracer

```
VM1 = VMIS SI1 MO1 (MA1) ;  
TRAC VM1 MAIL1 MO1 ;  
ou pour un tracé lissé (plus joli, moins représentatif)  
VM1 = VMIS SI1 MO1 (MA1) ;  
VM1 = CHAN CHPO VM1 MO1 ;  
TRAC VM1 MAIL1 ;
```

b) Tracé d'une iso-composante (MCHAML à plusieurs composantes)

Il faut extraire la composante avant de la tracer (voir le nom des composantes en début du document).

```
SMX = EXCO SI1 SMXX ;  
TRAC SMX MAIL1 MO1 ;  
ou pour un tracé lissé (plus joli, moins représentatif)  
SMX = EXCO SI1 SMXX ;  
SMX = CHAN CHPO SMX MO1 ;  
TRAC SMX MAIL1 ;
```

1.4 TRACE DE CONTRAINTES PRINCIPALES

On connaît les contraintes SI1 sur le maillage MAIL1. Il faut calculer les contraintes principales.

```
SIP = PRIN SI1 MO ;  
OVEC = VECT SI1 MO amp ;  
TRAC OVEC MAIL1 ;
```

1.5 VISUALISATION DE DEPLACEMENTS

On connaît le champ de déplacement UU sur le maillage MAIL1. On cherche à visualiser les déplacements sous formes de flèches (ceci est aussi valable pour des vitesses ou des accélérations dans le cas dynamique).

```
OVEC = VECT UU amp ;  
TRAC OVEC MAIL1 ;
```

1.6 EVOLUTION D'UNE QUANTITE LE LONG D'UNE LIGNE

Il faut que la quantité soit un CHPOINT à une composante réduit sur la ligne en question.

Si la quantité est un déplacement, il faut utiliser **EXCO** puis **REDU**.

Si c'est une contrainte, il faut utiliser **CHAN CHPO** puis **EXCO** puis **REDU**.

Si c'est un invariant , il faut utiliser **CHAN CHPO** puis **REDU**.

Puis dans tous les cas **EVOL CHPO** puis **DESS**.

UUX = **EXCO** UU **UX UX** ;

ou

UUX = **EXCO** UU (**MOTS UX**) ;

UUX = **REDU** UUX L1 ;

EV1 = **EVOL** (couleur) **CHPO** UUX **UX L1** ;

DESS EV1 ;

2. MECANIQUE VIBRATOIRE

On a vu que les résultats peuvent être stockés dans une TABLE ou une SOLUTION. Soit SV le nom de l'objet résultant de l'opérateur **VIBRation**. A partir de l'instant où l'on a extrait les déplacements, on se retrouve dans le cas précédent (à la sortie de l'opérateur **RESolution**). L'opérateur TRADuire permet de transformer l'objet SOLUTION en objet TABLE.

1^{er} cas : SOLUTION

On utilise l'opérateur **TIREr** pour extraire les informations de l'objet.

SV1 = **TIRE** SV mot (exp) ;

mot	MOT	indiquant la nature et le type de SV1
	DEPL	CHPOINT (déplacement du mode)
	FREQ	FLOTTANT (fréquence du mode)
	MGEN	FLOTTANT (masse généralisée du mode)
	QX	FLOTTANT (déplacement généralisé x)
	QY	FLOTTANT (déplacement généralisé y)
	QZ	FLOTTANT (déplacement généralisé z)
	POIN	POINT
exp		expression valant RANG ir (numéro du mode)

2^e cas : TABLE

On utilise l'opérateur **TABLE** pour extraire les informations de l'objet.

SV contient entre autre les indices suivants :

SV.MODES	TABLE qui contient entre autre les indices suivants
SV.MODES.MAILLAGE	MAILLAGE
SV.MODES.imod	TABLE qui contient les indices suivants pour le mode imod
SV.MODES.imod .POINT_REPERE	POINT
SV.MODES.imod .NUMERO_MODE	ENTIER
SV.MODES.imod .FREQUENCE	FLOTTANT
SV.MODES.imod .MASSE_GENERALISEE	FLOTTANT
SV.MODES.imod .DEFORMEE_MODAL	CHPOINT
SV.MODES.imod .DEPLACEMENTS_GENERALISES	TABLE qui contient entre autre les indices suivants
SV.MODES.imod .DEPLACEMENTS_GENERALISES . 1	FLOTTANT
SV.MODES.imod .DEPLACEMENTS_GENERALISES . 2	FLOTTANT

**SV.MODES. imod .DEPLACEMENTS_GENERALISES . 3
FLOTTANT**

2.1 TRACE DE MODES PROPRES

On veut tracer le mode n° imod.

SV1 = TIRE SV DEPL RANG imod ; cas 1
dans ce cas MAIL1 est le support de SV1

ou **SV1 = SV.MODES. imod .DEFORMEE_MODAL ;** cas 2
et **MAIL1 = SV.MODES.MAILLAGE ;**

SDE1 = DEFO SV1 MAIL1 ;
TRAC SDE1 ;

2.2 TRACE D'ISO-COMPOSANTE DE MODE PROPRE

On veut tracer la composante UX

SV1 = TIRE SV DEPL RANG imod ; cas 1
dans ce cas MAIL1 est le support de SV1

ou **SV1 = SV.MODES. imod .DEFORMEE_MODAL ;** cas 2
et **MAIL1 = SV.MODES.MAILLAGE ;**

SV1X = EXCO SV1 UX ;
TRAC SV1X MAIL1 ;

3. MECANIQUE NON-LINEAIRE

Quand le calcul est effectué avec CASTEM2000[®], la procédure PECHE permet dans la plupart des cas de se retrouver dans un des cas décrit ci-dessus. Soit TAB1 la TABLE issue de PASAPAS : les indices suivants sont complétés.

TAB1 . DEFORMATIONS_INELASTIQUES	TABLE de MCHAML
TAB1 . DEPLACEMENTS	TABLE de CHPOINT
TAB1 . CONSTRAINTES	TABLE de MCHAML
TAB1 . REACTIONS	TABLE de CHPOINT
TAB1 . TEMPERATURES	TABLE de CHPOINT
TAB1 . TEMPS	TABLE de FLOTTANT
TAB1 . VARIABLES_INTERNES	TABLE de MCHAML
TAB1 . VITESSES	TABLE de CHPOINT

Le temps peut être fictif et représenter un paramètre d'évolution dans le cas des calculs statiques.

Les contraintes sont dans l'indice CONSTRAINTES.

Les déformations non linéaires sont dans l'indice DEFORMATIONS_INELASTIQUES.

Les déformations peuvent être calculées à partir des déplacements contenus dans l'indice DEPLACEMENTS par l'opérateur EPSI.

Les déplacements sont dans l'indice DEPLACEMENTS

Les contraintes équivalentes sont calculées à partir des contraintes par l'opérateur VMIS ou TRES ou INVA.

Les composantes du tableau variables internes dépendent du modèle de matériau (opérateur MODE).

3.1 EVOLUTION D'UNE QUANTITE EN FONCTION DU TEMPS (OU DU PAS)

Le résultat de PASAPAS est stocké dans TAB1 et on veut le déplacement selon X au point P₁ en fonction du temps. Il faut que cette quantité soit issue d'un CHPOINT.

```

NN = DIME (TAB1 . TEMPS) ;
TEM = PROG ; (ou TEM = PROG NN * 0. ;)      initialisation table des abscisses
TT = PROG ; (ou TT = PROG NN * 0. ;)      initialisation table des ordonnées
I = 0 ;
REPE BO1 NN ;
    I = I + 1 ;
    T1 = TAB1 . TEMPS . I ;
    TEM = INSE TEM I T1 ; (ou TEM = REMP TEM I T1 ;)
    U2 = TAB1 . DEPLACEMENTS . I ;
    GT2 = EXTR U2 UX P1 ;
    TT = INSE TT I GT2 ; (ou TT = REMP TT I T2 ;)
FIN BO1 ;
EV1 = EVOL (coul) MANU 'TEMPS' TEM 'DEPLACEMENT X' TT ;
DESS EV1 ;
```

3.2 ANIMATION DES DEFORMES EN FONCTION DU TEMPS (OU DU PAS)

```

NN = DIME (TAB1 . TEMPS) ;
I = 1 ;
DD = PECHE TA1 DEPLACEMENTS 0. ;
DDT = DEFO DD MAI1 amp ;
REPE BO1 (NN - 1) ;
    t1 = TAB1 . TEMPS . I ;
    DD = PECHE TA1 DEPLACEMENTS t1 ;
    DD1 = DEFO DD MAI1 amp ;
    DDT = DDT ET DD1 ;
    I = I + 1 ;
FIN BO1 ;
TRAC DDT OSCI ;

```

4. CAS PARTICULIER BILBO®

La directive de sauvegarde s'écrit

TRAI K200 champ **BAND** nb (**TOUT**) **ENRE** ne **DEBU**

où champ représente les champs sauvés, nb l'unité logique de sauvegarde ALICE, TOUT signifie que tous les pas ALICE® seront des pas CASTEM2000®, ne l'unité logique de sauvegarde CASTEM2000® : si ne est négatif le fichier est lisible par **REST FORM** ;, si ne est positif le fichier plus condensé est lisible par **REST** ;

Les résultats sont toujours stockés dans une table qui s'appelle **TABILBO**. Cette table est indiquée par le numéro du pas (de 1 à n). Ceci constitue aussi une table qui contient plusieurs indices :

TABILBO. i .PAS	contient les numéros des pas ou des cas de charge (1 seul par cas en statique linéaire) (ENTIER)
TABILBO. i .TEMP	contient les valeurs des temps sauvés (1 seul en par cas statique linéaire) (FLOTTANT)
et à partir de là, les indices que l'on a demandé parmi les suivants.	
TABILBO. i .ACCE	contient les accélérations (CHPOINT à plusieurs composantes)
TABILBO. i .CONT	contient les contraintes (1 champ par cas en statique linéaire) (MCHAML à plusieurs composantes)
TABILBO. i .DEPP	contient les incréments de déformations plastiques (MCHAML à plusieurs composantes)
TABILBO. i .DEPL	contient les déplacements (1 champ par cas en statique linéaire) (CHPOINT à plusieurs composantes)
TABILBO. i .DSIP	contient les contraintes plastiques (MCHAML à plusieurs composantes)
TABILBO. i .EPEQ	contient les déformations plastiques équivalentes (MCHAML à une composante)
TABILBO. i .EPSP	contient les déformations plastiques équivalentes (MCHAML à une composante)
TABILBO. i .EPST	contient les déformations totales (1 champ par cas en statique linéaire) (MCHAML à plusieurs composantes)
TABILBO. i .FORC	contient les réactions (1 champ par cas en statique linéaire) (CHPOINT à plusieurs composantes)
TABILBO. i .VITE	contient les vitesses (CHPOINT à plusieurs composantes)
TABILBO. i .VMIS	contient les contraintes de Von Mises (1 champ par cas en statique linéaire) (MCHAML à une composante)

On ne peut pas utiliser la procédure **PECHE** car la structure n'est pas compatible; la procédure suivante permet de transformer **TABILBO** en table acceptable par **PECHE** dans le cas non linéaire ou dynamique (mais on peut aussi effectuer la boucle directement à partir de **TABILBO**) pour se retrouver dans le cas 3. MECANIQUE NON-LINEAIRE (page 48) :

```

DEBP TRANS TABILBO*TABLE ;
    TAB = TABL ;
    TAB.TEMPS = TABL ;
    TAB.DEPLACEMENTS = TABL ;
    TAB.CONTRAINTES = TABL ;
    SI ( EXIS TABILBO VITE ) ;
        TAB.VITESSES = TABL ;
    FINS ;
    N = DIME TABILBO ;
    I = 0 ;
    REPE BO1 N ;
        TAB.TEMPS.I = TABILBO.(I + 1).TEMP ;
        TAB.DEPLACEMENTS.I = TABILBO.(I + 1).DEPL ;
        TAB.CONTRAINTES.I = TABILBO.(I + 1).CONT ;
        SI ( EXIS TABILBO VITE ) ;
            TAB.VITESSES.I = TABILBO.(I + 1).VITE ;
        FINS ;
        I = I + 1 ;
    FIN BO1 ;
FINP TAB ;
TAB = TRANS TABILBO ;
TT = PECHE TAB DEPLACEMENTS t1 ;

```

Dans le cas statique linéaire, il suffit de faire

DD = **TABILBO. 1 . DEPL** ; ou 1 est ici le premier cas de charge

Il est possible de recalculer les contraintes de Von Mises. Dans ce cas il faut définir l'objet **MMODEL** qui n'est pas transféré dans **TABILBO**.

5. CAS PARTICULIER CODE_ASTER®

La directive de sauvegarde s'écrit

IMPR_RESU RESU FORMAT CASTEM CHAM_GD (ou **RESULTAT : nomtab**)

Le fichier est lisible par **REST FORM** ;

Dans le cas **RESULTAT** les résultats sont toujours stockés dans une table qui s'appelle **nomtab**. Cette table est indiquée par le numéro d'ordre. Ceci constitue aussi une table qui contient 3 indices :

nomtab. i .DEPL	contient les déplacements (1 champ par cas en statique linéaire) (CHPOINT à plusieurs composantes)
nomtab. i .SIGM	contient les contraintes (1 champ par cas en statique linéaire) (MCHAML à plusieurs composantes)

Dans le cas **CHAM_GD** les résultats sont toujours stockés

On ne peut pas utiliser la procédure **PECHE** car la structure n'est pas compatible; la procédure suivante permet de transformer **TABILBO** en table acceptable par **PECHE** dans le cas non linéaire ou dynamique (mais on peut aussi effectuer la boucle directement à partir de **TABILBO**) pour se retrouver dans le cas :

```
DEBP TRANS TABILBO*TABLE ;
  TAB = TABL ;
  TAB.TEMPS = TABL ;
  TAB.DEPLACEMENTS = TABL ;
  TAB.CONTRAINTEs = TABL ;
  SI ( EXIS TABILBO VITE ) ;
    TAB.VITESSES = TABL ;
  FINS ;
  N = DIME TABILBO ;
  I = 0 ;
  REPE BO1 N ;
    TAB.TEMPS.I = TABILBO.(I + 1).TEMP ;
    TAB.DEPLACEMENTS.I = TABILBO.(I + 1).DEPL ;
    TAB.CONTRAINTEs.I = TABILBO.(I + 1).CONT ;
    SI ( EXIS TABILBO VITE ) ;
      TAB.VITESSES.I = TABILBO.(I + 1).VITE ;
    FINS ;
    I = I + 1 ;
  FIN BO1 ;
FINP TAB ;
TAB = TRANS TABILBO ;
TT = PECHE TAB DEPLACEMENTS t1 ;
```

Dans le cas statique linéaire, il suffit de faire

DD = TABILBO. 1 . DEPL ; ou 1 est ici le premier cas de charge

Il est possible de recalculer les contraintes de Von Mises. Dans ce cas il faut définir l'objet MMODEL qui n'est pas transféré dans **TABILBO**.

6. CAS PARTICULIER INCA[®]

La directive de sauvegarde s'écrit

DEPO K200 champ **BAND** nb (**TOUT**) **ENRE** ne **DEBU**

où champ représente les champs sauvés, nb l'unité logique de sauvegarde ALICE, TOUT signifie que tous les pas ALICE[®] seront des pas CASTEM2000[®], ne l'unité logique de sauvegarde CASTEM2000[®]: si ne est négatif le fichier est lisible par **REST FORM** ;, si ne est positif le fichier plus condensé est lisible par **REST** ;

Les résultats sont toujours stockés dans une table qui s'appelle **TABINCA**. Cette table est indiquée par le numéro du pas (de 1 à n). Ceci constitue aussi une table qui contient plusieurs indices :

TABINCA. i .PAS	contient les numéros des pas ou des cas de charge (1 seul par cas en statique linéaire) (ENTIER)
TABINCA. i .TEMP	contient les valeurs des temps sauvés (1 seul en statique linéaire) (FLOTTANT)
et à partir de là, les indices que l'on a demandé parmi les suivants.	
TABINCA. i .CONT	contient les contraintes (1 champ par cas en statique linéaire) (MCHAML à plusieurs composantes)
TABINCA. i .DEPL	contient les déplacements (1 champ par cas en statique linéaire) (CHPOINT à plusieurs composantes)
TABINCA. i .DEPP	contient les incréments de déformations plastiques (MCHAML à plusieurs composantes)
TABINCA. i .DSIP	contient les contraintes plastiques (MCHAML à plusieurs composantes)
TABINCA. i .EPEQ	contient les déformations plastiques équivalentes (MCHAML à plusieurs composantes)
TABINCA. i .EPSF	contient les déformations de fluage (MCHAML à plusieurs composantes)
TABINCA. i .EPSP	contient les déformations plastiques équivalentes (MCHAML à une composante)
TABINCA. i .EPST	contient les déformations totales (1 champ par cas en statique linéaire) (MCHAML à plusieurs composantes)
TABINCA. i .FORC	contient les réactions (1 champ par cas en statique linéaire) (CHPOINT à plusieurs composantes)
TABINCA. i .RUPT	contient les
TABINCA. i .THET	contient les températures (CHPOINT à une composante)
TABINCA. i .VITE	contient les vitesses (CHPOINT à plusieurs composantes)
TABINCA. i .VMIS	contient les contraintes de Von Mises (1 champ par cas en statique linéaire) (MCHAML à une composante)

On ne peut pas utiliser la procédure **PECHE** car la structure n'est pas compatible; la procédure suivante permet de transformer **TABINCA** en table acceptable par **PECHE** dans le cas non linéaire ou dynamique (mais on peut aussi effectuer la boucle directement à partir de **TABINCA**) pour se retrouver dans le cas 3. MECANIQUE NON-LINEAIRE (page 48) :

```

DEBP TRANS TABINCA*TABLE ;
    TAB = TABL ;
    TAB.TEMPS = TABL ;
    TAB.DEPLACEMENTS = TABL ;
    TAB.CONSTRAINTES = TABL ;
    SI ( EXIS TABINCA VITE ) ;
        TAB.VITESSES = TABL ;
    FINS ;
    SI ( EXIS TABINCA THET ) ;
        TAB.TEMPERATURES = TABL ;
    FINS ;
    N = DIME TABINCA ;
    I = 0 ;
    REPE BO1 N ;
        TAB.TEMPS.I = TABINCA.(I + 1).TEMP ;
        TAB.DEPLACEMENTS.I = TABINCA.(I + 1).DEPL ;
        TAB.CONSTRAINTES.I = TABINCA.(I + 1).CONT ;
        SI ( EXIS TABINCA VITE ) ;
            TAB.VITESSES.I = TABINCA.(I + 1).VITE ;
        FINS ;
        SI ( EXIS TABINCA THET ) ;
            TAB.TEMPERATURES.I = TABINCA.(I + 1).THET ;
        FINS ;
        I = I + 1 ;
    FIN BO1 ;
FINP TAB ;
TAB = TRANS TABINCA ;
TT = PECHE TAB DEPLACEMENTS t1 ;

```

Dans le cas statique linéaire, il suffit de faire

$DD = \mathbf{TABINCA} \cdot \mathbf{1} \cdot \mathbf{DEPL}$; ou 1 est ici le premier cas de charge

Il est possible de recalculer les contraintes de Von Mises. Dans ce cas il faut définir l'objet **MMODEL** qui n'est pas transféré dans **TABINCA**.

7. CAS PARTICULIER PLEXUS®

La directive de sauvegarde s'écrit

ECRI FICH (FORM) K200

Si FORM, le fichier est lisible par **REST FORM** ;) sinon le fichier plus condensé est lisible par **REST** ;)

Les résultats sont toujours stockés dans une table qui s'appelle **TABPLEX**. Cette table est indiquée par le numéro du pas (de 1 à n). Ceci constitue aussi une table qui contient plusieurs indices :

TABPLEX. i .JPAS	contient les numéros des pas (ENTIER)
TABPLEX. i .TEMP	contient les valeurs des temps sauvés (FLOTTANT)
TABPLEX. i .ACCE	contient les accélérations (CHPOINT à plusieurs composantes)
TABPLEX. i .CONT	contient les contraintes (MCHAML à plusieurs composantes)
TABPLEX. i .DEPL	contient les déplacements (CHPOINT à plusieurs composantes)
TABPLEX. i .ECRO	contient le tableau des écrouissages (MCHAML à plusieurs composante). Le nombre et la signification de chaque composante, qu'il faut extraire avec EXCO, dépend du type de matériau et du type d'élément (voir à ce sujet la notice PLEXUS®); par exemple, la composante E_1 représente la pression et la composante E_2 la contrainte équivalente de Von Mises.
TABPLEX. i .EPST	contient les déformations totales (MCHAML à plusieurs composantes)
TABPLEX. i .FEXT	contient les réactions (CHPOINT à plusieurs composantes)
TABPLEX. i .VITE	contient les vitesses (CHPOINT à plusieurs composantes)

On ne peut pas utiliser la procédure **PECHE** car la structure n'est pas compatible; la procédure suivante permet de transformer **TABPLEX** en table acceptable par **PECHE** (mais on peut aussi effectuer la boucle directement à partir de **TABPLEX**) pour se retrouver dans le cas 3. MECANIQUE NON-LINEAIRE (page 48) :

```

DEBP TRANS TABPLEX*TABLE ;
      TAB = TABL ;
      TAB.TEMPS = TABL ;
      TAB.DEPLACEMENTS = TABL ;
      TAB.VITESSES = TABL ;
      TAB.ACCELERATIONS = TABL ;
      TAB.CONTRAINTEs = TABL ;
      N = DIME TABPLEX ;
      I = 0 ;
      REPE BO1 N ;
            TAB.TEMPS.I = TABPLEX.(I + 1).TEMP ;
            TAB.DEPLACEMENTS.I = TABPLEX.(I + 1).DEPL ;
            TAB.CONTRAINTEs.I = TABPLEX.(I + 1).CONT ;
            TAB.VITESSES.I = TABPLEX.(I + 1).VITE ;
            TAB.ACCELERATIONS.I = TABPLEX.(I + 1).ACCE ;
            I = I + 1 ;
      FIN BO1 ;
FINP TAB ;
TAB = TRANS TABPLEX ;
TT = PECHE TAB DEPLACEMENTS t1 ;

```

8. CAS PARTICULIER PROMETHEE®

La directive de sauvegarde s'écrit

TM @ RYGIBI=Δt,FORMAT=mot

où Δt est le rythme pour les sauvegardes et mot peut être soit **ASCII** (fichier lisible par **REST FORM ;**) soit **BINAIRE** (fichier plus condensé lisible par **REST ;**)

PROMETHEE® écrit un fichier par pas de temps sauvegardé (GIBIn.sauv avec 00001<n<99999). Ce fichier contient le maillage (et tous les sous-objets et toutes les références) et les objets résultats qui dépendent du modèle choisi (voir à ce sujet la notice PROMETHEE®), soit :

TPSV	FLOTTANT (temps de la sauvegarde)
ACCX	MCHAML (accélération dans la direction X ou R)
ACCY	MCHAML (accélération dans la direction Y ou Z)
CARTEDT	MCHAML (pas de temps actuel)
DEDT	MCHAML (dérivée de l'énergie par rapport au temps)
DEFPLAST	MCHAML (déformation plastique équivalente)
DPDE	MCHAML (dérivée de la pression par rapport à l'énergie)
DPDT	MCHAML (dérivée de la pression par rapport au temps)
EINT	MCHAML (énergie interne spécifique)
FBRULEE	MCHAML (fraction brûlée)
ISOCHRON	MCHAML (chronométrie d'une onde de détonation)
LIMELAST	MCHAML (limite élastique)
MULAME	MCHAML (module de cisaillement)
PRESSION	MCHAML (pression hydrostatique)
PSEUDO	MCHAML (viscosité artificielle)
QXX	MCHAML
QXY	MCHAML
QYY	MCHAML
QYZ	MCHAML
QZX	MCHAML
QZZ	MCHAML
RHO	MCHAML (masse volumique)
SXX	MCHAML (composante XX ou RR du déviateur de contraintes)
SXY	MCHAML (composante XY ou RZ du déviateur de contraintes)
SYX	MCHAML (composante XY ou RZ du déviateur de contraintes)
SYZ	MCHAML (composante YY ou ZZ du déviateur de contraintes)
SZZ	MCHAML (composante ZZ ou TT du déviateur de contraintes)
TEMP	MCHAML (température)
TRAVPSEU	MCHAML (énergie fournie par la viscosité artificielle)
VITDEFPL	MCHAML (vitesse de déformation plastique équivalente)
VITX	MCHAML (vitesse dans la direction X ou R)
VITY	MCHAML (vitesse dans la direction Y ou Z)
VOLMASS	MCHAML (volume massique)
VSON	MCHAML (vitesse du son)

Tous les MCHAML sont à une composante de nom SCAL. On notera qu'il n'y a pas de MMODEL transmis : si besoin (tracé d'isovaleurs par exemple), il faut le construire par

MO = MODE mail1 MECANIQUE ELASTIQUE ;
ou mail1 est l'un des objets de type MAILLAGE transmis (ou mieux, le maillage global).

G. EXEMPLES DE POST-TRAITEMENTS FLUIDE

1. MECANIQUE DES FLUIDES

1.1 TRACE D'ISOTHERMES

1.2 TRACE DE VITESSES

1.3 TRACE DE GRADIENTS DE TEMPERATURES

H. EXEMPLES DE POST-TRAITEMENTS ELECTROMAGNETISME

1. ELECTRO-MAGNETISME

1.1

1.2

1.3

I. UTILISATION DES PROCEDURES DE POST-TRAITEMENT

1. MECANIQUE DE LA RUPTURE

1.1 PROCEDURE G_THETA

Calcul du taux de restitution d'énergie G en élasto-plasticité ou de l'intégrale C en visco-plasticité par la méthode de l'extension virtuelle.

TAB1 = **TABL** ;

G_THETA TAB1 ;

TAB1 TABLE contenant les indices suivants en données

OBJECTIF

MOT valant

J (calcul de l'intégrale J)

J_DYNA (calcul de

l'intégrale J en

élastodynamique)

C* (calcul de C* en fluage
secondaire)

C*H (calcul de C(h) en

fluage primaire ou tertiaire)

DJ/DA (stabilité de fissure)

DECOUPLAGE

(séparation des modes de
rupture)

Il vaut mieux mettre le mot
en majuscules entre ' ' et
précédé de **MOT**.

LEVRE_SUPERIEURE

MAILLAGE (ligne ou
surface)

LEVRE_INFERIEURE

MAILLAGE (ligne ou
surface) - optionnel sauf

dans le cas **DECOUPLAGE**

FRONT_FISSURE

MAILLAGE (en
volumique) ou POINT (en
surfaccique)

COUCHE

ENTIER (représentant le
nombre de couche
d'éléments autour du front
de fissure)

puis dans le cas **RESOLUTION**

SOLUTION_RESO

CHPOINT

CARACTERISTIQUES

MCHAML

MODELE

MMODEL

CHARGEMENTS_MECANQUES

CHPOINT

BLOCAGES_MECANIKES
TEMPERATURES
ou dans le cas PASAPAS
SOLUTION_PASAPAS

RIGIDITE
CHPOINT

TABLE (issue de
PASAPAS)

et en résultats
RESULTATS

FLOTTANT (2D et
RESOLUTION)
TABLE (dans les autres
cas) indiquée par le numéro
du pas dans le cas
PASAPAS

(voir PASAPAS ou RESOLUTION dans le volume CALCULS en MECANIKES des
STRUCTURES)

1.2 PROCEDURE WEIBULL

Calcul de la probabilité de rupture par clivage selon la statistique de Weibull.

PR1 CHE1 = **WEIBULL** SIG1 MO1 KV SIGU SIG0 M ;
SIG1 MCHAML (contraintes)
MO1 MMODEL
KV FLOTTANT (coefficient correctif pour contraintes planes ou
symétries)
SIGU FLOTTANT (contrainte limite)
SIG0 FLOTTANT
M FLOTTANT (puissance ou module de Weibull)
PR1 FLOTTANT (probabilité)
CHE1 MCHAML

(voir SIGMA)

1.3 PROCEDURE SIF

Calcul des facteurs d'intensité de contraintes en mode I et II.

TAB1 = **TABL** ;
SIF MA1 UU TAB1 ;
MA1 MCHAML (matériau)
UU CHPOINT (déplacements)
TAB1 TABLE

(voir RESOLUTION)

1.4 PROCEDURE CH_THETA

CH_THETA

1.5 PROCEDURE CRITLOC

Calcul du critère de RICE (rupture ductile) ou de WEIBULL (rupture par clivage).

```
TAB2 = TABL ;  
TAB1 = CRITLOC TAB2 ;  
      TAB2      TABLE  
      TAB1      TABLE
```

1.6 PROCEDURE CTOD

Calcul de l'ouverture en pointe de fissure

```
TAB1 = TABL ;  
CTOD UU TAB1 ;  
      UU      CHPOINT  
      TAB1      TABLE contenant les indices suivants  
                FRTFISS      POINT (en 2D) ou MAILLAGE (en 3D)  
                LIFIS1      MAILLAGE représentant la fissure
```

1.7 PROCEDURE LAVERG

LAVERG

1.8 BIBLIOGRAPHIE

Mécanique de la Rupture Fragile	<i>Masson</i>	H.D. Bui	1978
Introduction à la Mécanique de la Rupture	<i>Pluralis</i>	R. Labbens	1980
Calcul à la Rupture et Analyse Limite	<i>Presses ENPC</i>	J. Salençon	1983
Mécanique de la Rupture. Méthodes Numériques pour l'Ingénieur	<i>Cours IPSI</i>	J.L. Cheissoux & al.	1986
Mécanique Elastoplastique de la Rupture (120 exercices)	<i>Cépadues</i>	G. Pluinage	1989-1994

Rupture par Fissuration des Structures	N. Recho	1995
	<i>Hermès</i>	
Mécanique de la Rupture	D. Miannay	1995
	<i>Editions de Physique</i>	
Nonlinear Fractur Mechanics for Engineers	A. Saxena	1998
	<i>Springer Verlage</i>	

2. Post-Traitement RCCM

2.1 PROCEDURE @RCCM

= @RCCM ;

J. TYPE D'OBJETS CREES

Ils sont définis par des mots de huit lettres au maximum. Le type d'un objet peut être retrouvé par l'opérateur **TYPE**.

motype = **TYPE** objet ;

CHARGEME

Créé par : **CHAR**

Utilisé par : **G THETA**

CHPOINT

Créé par : **COLI, REAC, RESU**

Utilisé par : **COLI, REAC, RESU, SIGM, VECT**

DEFORME

Créé par : **DEFO**

Utilisé par : **TRAC**

ENTIER (voir volume Maillage et Présentation du Langage)

Créé par :

Utilisé par :

EVOLUTIO

Créé par : **EVOL,**

Utilisé par : **DESS, CHAR, NUAG**

FLOTTANT (voir volume Maillage et Présentation du Langage)

Créé par :

Utilisé par : **TRAC**

LISTENTI (voir volume Maillage et Présentation du Langage)

Créé par : **LECT**

Utilisé par :

LISTMOTS

Créé par : **MOTS**

Utilisé par :

LISTREEL (voir volume Maillage et Présentation du Langage)

Créé par : **PROG**

Utilisé par : **EVOL, TRAC**

LOGIQUE (voir volume Maillage et Présentation du Langage)

Créé par :

Utilisé par : **PASAPAS**

MAILLAGE (voir volume Maillage et Présentation du Langage)

Créé par : **IMPF, IMPO MAIL**

Utilisé par : **TRAC**

MCHAML

Créé par : **CALP, EPSI, INVA, PRIN, SIGM, TRES, VMIS**

Utilisé par : **CALP, EPSI, INVA, PRIN, TRAC, TRES, VECT, VMIS**

MMODEL

Créé par : **MODE**

Utilisé par : **TRAC, VMIS**

MOT

Créé par : **MOT, TYPE**

Utilisé par : **BLOQ, MATE, MODE, OPTI, PASAPAS, RELA, VIBR**

NUAGE
Créé par : **NUAG**
Utilisé par : **MATE**

POINT (voir volume Maillage et Présentation du Langage)
Créé par :
Utilisé par : **TRAC**

RIGIDITE
Créé par : **ANTI, APPU, BLOQ, COLLER, COLLER1, IMPO BLOC, MANU, MASS, RELA, RIGI, SYME**
Utilisé par : **TRAC**

SOLUTION
Créé par : **VIBR**
Utilisé par : **SIGS**

STRUCTUR
Créé par :
Utilisé par : **TRAD**

TABLE (voir volume Maillage et Présentation du Langage)
Créé par : **TABL, TRAD, VIBC, VIBR**
Utilisé par : **G THETA**

TEXTE
Créé par :
Utilisé par :

VECTEUR
Créé par : **VECT**
Utilisé par : **TRAC**

K. ESSAI DE RECENSEMENT DES VALEURS PAR DEFAUT

Pour chacun des opérateurs, on fournit, quand elles existent, les valeurs par défaut prises par CASTEM2000[®].

L. NOTICES BIOGRAPHIQUES

LAGRANGE Joseph Louis Turin 25-01-1736; Paris 10-04-1813

RICE

TRESCA Edouard Dunkerque 12-10-1814; Paris 21-06-1885

VON MISES Richard Lemberg (Ukraine) 19-08-1883; Boston 14-07-1953

WEIBULL

M. INDEX

-,4, 32, 36, 38, 39

*

*,32, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 48

**:,31

@

@PLOTPRI,28

@RCCM,66

+

+,34, 35, 36, 37, 38, 40, 41, 42, 48, 49, 55, 57

A

ACCE voir BILBO, PLEXUS, TIRE

ANIME,10

ANTI,21

ASTER

CHAM_GD,41, 52

RESULTAT,41, 52

B

BILBO,40, 50

BILBO

ACCE,50

CONT,50

DEPL,50

DEPP,50

DSIP,50

EPEQ,50

EPSP,50

EPST,50

FORC,50

PAS,50

TEMP,50

VITE,50

VMIS,50

BLOCAGES_THERMIQUES,39

BLOQ,21, 24, 37

C

CALP,10

CALP

INFE,10

MOYE,10

SUPE,10

CARACTERISTIQUES,38

CELSIUS,38

CH_THETA,64

CHAI,13

CHAN,12, 38

CHAN

CHAM,38

CHPO,12, 31, 35, 44, 45

CHARGEMENT,38

COLI,12

COND,38, 39

CONT voir BILBO, INCA, PLEXUS, TRAC

CONTRAINTE,23

CONTRAINTE_MODAL,23

CONVECTION,39

CREER_3D,12

CRITLOC,64

CTE_STEFAN_BOLTZMANN,38

CTOD,64

D

DEBP,36, 37, 40, 51, 52, 55, 57

DEFO,4, 12, 43, 47, 49

DEFORMEE_MODAL,46

DEPL,52 voir BILBO, INCA, PLEXUS, TIRE

DEPL

PLUS,16

DEPLACEMENTS_GENERALISES,46

DESS,13, 30, 34, 35, 37, 45, 48

DIME,34, 35, 36, 38, 40, 41, 42, 48, 49, 51, 52, 55, 57

E

EGA,36, 37, 38, 39

ELAS,13, 14

ENER,14

EPSI,14, 48

ERRE,14

ET,43, 49

EVOL

CHPO,15, 30, 31, 33, 35, 45

COMP,15

MAIL,15

MANU,15, 34, 35, 37, 48

NATU,16

TITR,15

TYPE,15

EXCO,15, 20, 25, 31, 35, 38, 44, 45, 47, 56

EXIS,37, 38, 51, 52, 55

EXTR,15, 35, 37, 48

EXTR

MAIL,16, 37, 38, 39

Q,37, 39

T,34

F

FIN,51, 52

FINP,37, 51, 52, 55

FINS,36, 37, 38, 39, 55

FOR_CONT,16

FORBLOC,16

FORC,4

FORM,16

FREQUENCE,46

G

G_THETA,62
G_THETA
C*H,62
COUCHE,62
DECOUPLAGE,62
DJ/DA,62
FRONT_FISSURE,62
J,62
J_DYNA,62
LEVRE_INFERIEURE,62
LEVRE_SUPERIEURE,62
OBJECTIF,62
GRAD,16, 30, 31, 34, 35
GRAF,16

I

IMAGES,17
INCA,54
INCA
CONT,54
DEPL,54
DEPP,54
DSIP,54
EPEQ,54
EPSF,54
EPSP,54
EPST,54
FORC,54
PAS,54
RUPT,54
TEMP,54
THET,54
VITE,54
VMIS,54
INFE voir CALP, INVA, PRIN
INFINI,38
INFO,4
INSE,34, 35, 36, 37, 48
INTE,17
INTG,14, 17
INVA,17, 44, 48
INVA
INFE,18
MOYE,18
SUPE,18

L

LAVERG,64

M

MAILLAGE,46
MASSE_GENERALISEE,46
MATE,27, 28, 38
MAXI,34
MESS,36, 39
MINI,34
MODE,38, 48, 59
MODELE,38
MODES,46
MONTAGNE,19

MOT,13, 36
MOTS,31
MOYE voir CALP, INVA, PRIN

N

NOMC,38
NTAB,20
NUMERO_MODE,46

O

OBTE,36
OPTI
ISOV LIGN,20
ISOV SURF,20
OU,36, 37
OUBL,37

P

PAS,37, 52
PASAPAS,16, 39, 48
PECHE,20, 33, 34, 36, 40, 48, 49, 51, 52, 54, 55, 56, 57
PERSO2,39
PLEXUS,56
PLEXUS
ACCE,56
CONT,56
DEPL,56
ECRO,56
EPST,56
FEXT,56
IPAS,56
TEMP,56
VITE,56
POIN
INIT,37, 39
POINT_REPERE,46
PRIN,21, 44
PRIN
INFE,21
MOYE,21
SUPE,21
PROCEDURE_PERSO2,39
PROG,34, 35, 36, 48
PROI,21
PROJ,21
PROMETHEE
ACCX,58
ACCY,58
CARTEDT,58
DEDT,58
DEFPLAST,58
DPDE,58
DPDT,58
EINT,58
FBRULEE,58
ISOCHRON,58
LIMELAST,58
MULAME,58
PRESSION,58
PSEUDO,58
QXX,58
QXY,58

QYY,58
QYZ,58
QZX,58
QZZ,58
RHO,58
SXX,58
SXY,58
SYY,58
SZZ,58
TEMP,58
TPSV,58
TRAVPSEU,58
VITDEFPL,58
VITX,58
VITY,58
VOLMASS,58
VSON,58
PSCA,31

Q

QUIT,36

R

RAYONNEMENT,37, 38
REAC,21, 32, 36, 39
REDU,21, 30, 32, 38, 39, 43, 45
RELA,21, 24
REMP,34, 35, 48
REPE,34, 35, 36, 38, 40, 41, 42, 48, 49, 51, 52, 55, 57
RESO,16, 30, 32, 43, 46
REST,40, 42, 50, 54, 56, 58
RESU,21, 32, 37, 38, 39
RTEN,22

S

SI,36, 37, 38, 51, 52, 55
SIF,63
SIGM,4, 22, 43, 52
SIGS,23
SINO,36, 38
SOMM,23
SUPE voir CALP, INVA, PRIN
SYME,23
SYME
DROI,23
PLAN,23
SYMT,21

T

TABILBO,40
TABILBO
PAS,40
TEMP,40
THET,40
TABINCA,54, 55
TABLE,37

TABPLEX,56, 57
TABTHER,41, 42
TEMI,37
TEMP,41 voir BILBO, INCA, PLEXUS, TIRE
TEMPS_CALCULES,37
THERMX,42
THERMX
PAS,42
TEMP,42
THET,42
THET,4, 14, 22
TIRE,23, 46
TIRE
ACCE,23
CAS,23
DEPL,23, 46
FREQ,23, 46
MGEN,23, 46
NUME,23
POIN,23, 46
QX,23, 46
QY,23, 46
QZ,23, 46
RANG,23, 46
TE,38, 39
TEMP,23
VITE,23
TOUR,24
TRAC,4, 24, 25, 30, 31, 33, 35, 43, 44, 47
TRAC
CONT,25, 30, 43
COUP,25
OSCI,25, 49
TRAC3D,24
TRAC3D_2,24
TRAD,46
TRES,26, 44, 48
TYPE,38, 67

U

UTIL,36, 37
UTILPROC,36, 37

V

VECT,26, 30, 34, 44
VIBR,46
VITE voir BILBO, INCA, PLEXUS, TIRE
VMIS,27, 44, 48

W

WEIBULL,63

X

XTY,31