

PREAMBULE

- **Constat** : Les mathématiques représentent étonnamment bien l'univers
- **Corrolaire** : On utilise les mathématiques pour décrire le monde (ensemble d'états)
- Les Babyloniens ont introduit le modèle algébrique (tablettes de Nippur 2200avJC)
- Algèbre : Ensemble muni de lois de composition interne. Deux concepts : Abstraction et relation entre abstractions (ex : $2 + 2 = 4$)

Préambule

- Constat : Les mathématiques représentent étonnamment bien l'univers
- Corollaire : On utilise les mathématiques pour décrire le monde (états reliés des lois)
- Les babyloniens ont introduit le modèle algébrique (tablettes de Nippur 2200 avant JC)
- Algèbre : ensemble muni de lois de composition interne. Deux concepts : Abstraction et relation entre abstractions (ex : $2 + 2 = 4$)

Séminaire Elan 20/01/1997

Le modèle magique

- Beaucoup plus primitif
- Une incantation engendre une réaction
- Modèle descriptif (non explicatif)
- Spécialisation des acteurs. Pluie, fertilité, moisson,.....
- Exemple: Modèle objet en informatique

Avant 82

- Système CEASEMT
- Plusieurs codes spécialisés.
 - Maillage : COCO
 - Calculs : PASTEL, TRICO, BILBO, TEDEL, TETHYS, INCA
 - Post-traitements : VISU, TEMPS, ESPACE
- Entrée de données orientée action:
 - Résoudre système
 - Calculer contraintes

Lancement GIBI

- Maillage :
 - nécessité de réutiliser des données (positions des points ..)
 - Nécessité d'identifier des parties du maillage (contour, lignes, surfaces, ...)
- Nouveau code de maillage: GIBI
 - Notion d'objet nommé. Point, Maillage
 - Notion d'opération entre objets: DROI, TRANSLATION, ET, ...

Gibi en 1983

- Généralisation concept d'objet: Entiers, Réels, Mots, Opérateurs
- Objet : Nom, Type, Valeur
 - Représentation informatique
- Spécification fonctionnelle des opérateurs
 - Résultat(s) = Opérateur Opérande(s)
- Ecriture de jeux de données avant la programmation du code.

TITRE

~~2D DIM - ESPACE~~
~~3D DIM - PLAIN~~

Toute directive devra se terminer par ; ~~toute sous directive~~
pas en cas de choix entre diverses options, si on
en prend plusieurs, chacune se termine par ;
; sert à donner un nom à un objet

Tout la définition préalable d'un objet n'est pas obligé
Il peut être défini et on non qualifié lors de son
utilisation

SURFACE SURF ; ~~LIGNE LIG ; DROITE DR~~
LIG ; DROIT ; P1 : 0 0 ; P2 : 0 0 ;
; SURF

la duplication d'un objet se fait par :

~~SURFACE~~ SURF : ANGSURF

2 octobre Réunion AQ Edf



&
&

Manipulation d'objet : direction OPERATION

~~OBJ1 ; OBJ2~~

OPERATION ~~OBJ1 ; OBJ2~~ ~~à l'extérieur~~

OBJ1 : OBJ2 TRANSLATION

?

ROTATION

SYMETRIE

REPERE CYLINDRIQUE

SPHERIQUE

CARTESIEN

de min² duplication de OBJ2

si OBJ1 = OBJ2 opération sur OBJ1

OBJ1 : SUPPRESSION

OBJ1 : OBJ2 SAUF OBJ3

OBJ1 : OBJ2 ET OBJ3

OBJ1 : (OBJ2 FUSION OBJ3)

~~OBJ1 : OBJ2 RA~~

TRACER MAILL (SURFACE, LIGNE(SOMME FUSION LIGNEZ
FUSION LIGNEZ)) O E I C
FERME)

MAILL (SURFACE, LIGNE(SOMME FUSION LIGNEZ FERME))

Castem2000 en 1983

- Lancement du projet Castem2000:
 - Extension de Gibi aux calculs en Mécanique
 - Post-traitement intégré
 - Analyse modale (Oscar)
 - Un seul code (modulaire)

par éléments finis

Organisation;

Définition représentation
discrétisée; MAILLAGE

Définition propriétés:

Conditions aux limites

Conditions initiales

Matériaux Sollicitations

Résolution du problème

linéaire,
non-linéaire

Examen des résultats

Champs discrétisés

Invariants

Archivage Restauration

Quelques caractéristiques de Castem2000

- Modèle algébrique: rationalisation de la connaissance:
 - Peu de types d'objets
 - Opérateurs atomiques et génériques
 - Choix d'un niveau de description
- Pas de messages
 - Opérateurs d'impression ou de contrôle
- Facilité d'utilisation:
 - Règles: régularité, visibilité, localité, orthogonalité
 - Documentation en ligne. C'est elle qui a raison
 - Rattrapage des erreurs. Pas de plantage

Castem2000 en 1986

- Lancement en Janvier 1986 (linéaire)
- Améliorations du langage de données
 - Introduction des procédures pour l'écriture d'algorithmes
- Méthodologie de développement.
 - Atelier logiciel, réunions de développement, spécifications formelles avant le codage.

Pouvoir tout faire

- Développements en général facile grâce à la modularité
- Quelques idées puissantes: le format unique de fichier, la granularité des opérations, le champs par élément, l'utilisation des multiplicateurs de Lagrange
- Des opérations difficiles: le ménage, les sauvegardes-restaurations.

Objets et performance

- Objets immuables
 - Actions : création et lecture
 - Représentation canonique
- Préconditionnement
 - Forme factorisée d'une matrice
 - Contour, enveloppe de maillage
 - Valeurs des fonction de forme

Au CEA après 1986

- Fédération des nouveaux développements en Mécanique
- Arrivée des fluides et autres (électromagnétisme, optique, hydrogéologie)
- Nécessité de qualité
 - Test automatiques
 - Nettoyage automatique de la mémoire
 - Support

Adaptation au matériel

- Evolution des machines
 - En interne:
 - De 8Mo à 8Go
 - De 32 à 64 bits
 - De 1 à 2 processeurs
 - Du NB à la couleur
 - Du traceur à l'écran graphique 3D

Pourquoi faire?

- Code de calcul par éléments finis en mécanique
- Plate-forme de développement d'outils métiers
- Plate-forme d'accueil de développements variés.
- Outil de pré et post traitement
- Bibliothèque de fonctions
- Composant logiciel spécialisé

Capitalisation de la connaissance

- Réutilisation de développements spécifiques
- Exemple du béton (IRSN)
 - Premier modèle adoucissant dans PASTEL
 - Algorithme non-linéaire adapté
 - Modèle multi-critère
 - Représentation des variables internes
 - Élément enrichi avec saut de déplacement
 - Formulation d'élément
 - Multiphysique - thermomécanique
 - Modèles et algorithmes

Amélioration incrémentale (Béton)

- Remaillage et projection de champs
- Contact – changement de phase
 - Méthode numérique, taille du problème
- Modélisation du ferrailage
 - Maillage indépendants des armatures et du béton
- Modélisation des câbles
 - Mise en précontrainte
 - Frottement dans les gaines
- Modélisation des levées

Evolutions

- Objets de nature mathématique: champs, matrice
- Objets de nature physique ou mathématique: modèle
- Problème du niveau d'abstraction des objets
- Maillage - géométrie
- Evolution de certains objets vers la physique: par exemple pour les conditions aux limites, remplacement des rigidité-champoint par des modèles-chamelem