Optimisation-Identification et Cast3M

Opérateurs et méthodes

Optimisation

- Variables
- Critère (coût)
- Contrainte(s)

On recherche le jeu de variables qui réponds le « mieux » au critère et qui satisfait les contraintes.

Formulation du problème

- Minimisation d’une fonction des variables

avec ou sans contraintes

Ex : alléger au maximum une structure coque, la première fréquence propre doit être supérieure à une fréquence donnée, l’épaisseur minimum autorisée est spécifiée.

Analyse du problème

- Variables
  - Peuvent être nombreuses
  - Pas forcément indépendantes
- Critère
  - Pas forcément linéaire en fonction des variables
  - Peut être long à évaluer
- Contraintes
  - Réponses globales de la structure
  - Portent directement sur les variables

Méthodes

- Tirages aléatoires
- Utilisation du Gradient(s)
- Utilisation d’essais précédents

Utilisation du Gradient

- Peut se programmer en gibiane avec une recherche du minimum le long de la direction de descente donnée par le gradient
- Risque fort de tomber dans des minima locaux
- Tentative pour en sortir par des pertubations aléatoires

L’opérateur EXCE

- L’opérateur EXCE se propose de trouver le minimum d’une fonction convexe sous contraintes(méthode des move limits- Svanberg)
  - La fonction et les contraintes sont définies par la valeur en un point de départ et par les dérivées partielles.

$$y= y0 \quad + \quad \Sigma_{F+}\ f_i(x_i\text{-}x0_i) \quad + \quad \Sigma_{F-}\ f_i x0_i/x_i(x_i\text{-}x0_i)$$

  - Nécessité d’itérer en gibiane en reprenant la solution proposée comme nouveau point de départ.
  - Pour assurer la convergence il faut utiliser la solution proposée pour définir une direction de recherche et chercher le minimum le long de cette direction.

Cas des identifications (1)

- On connaît l'objectif en un certain nombre de points de mesure
- On cherche à minimiser la somme des distances entre valeurs obtenues et valeurs de mesure
- On connaît les dérivées partielles des valeurs obtenues par rapport à chacune des variables

Cas des identifications (2)

- En supposant que la fonction est une fonction linéaires des variables on trouve le minimum en résolvant un système d’équations linéaires
  - L’opérateur **MOCA** réalise la recherche du jeu de variables donnant le minimum de la fonction
  - Si la fonction n’est pas linéaire la solution proposée n’est pas la bonne
  - Les itérations peuvent se faire en gibiane, il est prudent de ne pas prendre la solution proposée mais de chercher le long du parcours (ancien jeu de variables – nouveau jeu de variables) un minimum de la fonction

Cas des identifications (3): LEVM

- L'opérateur LEVM (Levenberg-Marquardt)
  - Utilise la linéarisation de la fonction par rapport aux variables et construit une stratégie pour assurer une convergence
  - Demande à l'utilisateur d'écrire en gibiane le calcul de la fonction et des dérivées partielles
  - Fournit la solution du problème

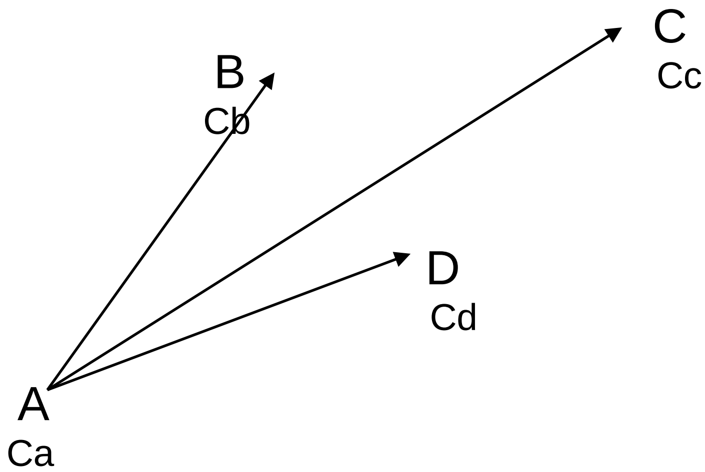
Cas des identifications (4)- AJUSTE

- La procédure AJUSTE demande de séparer les variables linéaires des autres
- Demande à l'utilisateur d'écrire en gibiane le calcul de la fonction et des dérivées partielles
- Fournit en sortie la solution

Utilisation des essais précédents(1)

- Soit n jeux de variables et les valeurs du critère associées.

Exemple avec 4 jeux de variables



On cherche dans l'hyperplan BCD le point qui minimise le critère

On suppose que si le point est défini par :

$$p\,\overrightarrow{BA} + q\,\overrightarrow{CA} + (1 - p - q)\overrightarrow{DA}$$

Alors le critère au carré vaudra :

$$\left(p(Cb-Ca)+q(Cc-Ca)+(1-p-q)(Cd-Ca) \right)^2$$

Utilisation des essais précédents (2)

- Le minimum est atteint si les dérivées partielles par rapport à p q sont nulles
- Ceci conduit à un système de (n-2) équations linéaires à (n-2) inconnues
  - C'est la méthode utilisée pour accélérer la convergence dans les itérations de PASAPAS
  - Il est peut être intéressant de chercher un minimum le long de la « direction de descente»

Conclusion

- Plusieurs méthodes pour identifications
  - Si calcul gradients cher par rapport au calcul de la fonction MOCA + recherche minimum
  - Sinon LEVM ou AJUSTE
- EXCELL est plus pour la minimisation sous contraintes, il faut faire une recherche du minimum le long de la descente.

Exemple - 1

- Identifier les paramètres a, b, c et d de la fonction : $y = a + bx + cx^d$ pour qu'elle passe au mieux parmi certains points connus.
  - EXCELL seul tombe dans des minima locaux
  - LEVM et AJUSTE fonctionnent bien
  - EXCELL + MOCA converge plus vite

Exemple - 2 (1)

- Identifier un modèle de maxwell généralisé à 4 branches sur la courbe du fluage du béton donnée par le BPEL99
- Modèle de Maxwell
  - – Une branche avec ressort seul
  - – 4 branches avec ressorts et amortisseurs
  - 2 relations sur les raideurs des ressorts
  - => 7 inconnues très non linéaires

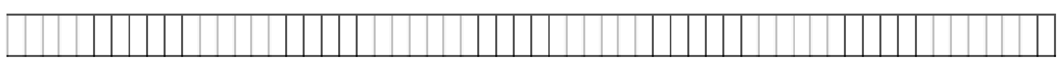
Exemple - 2 (2)

- Calcul des dérivées partielles par différences finies d’un calcul Cast3M complet.
- LEVM et MOCA trouve une solution correcte en 18 itérations pour MOCA
- EXCELL pose problème, le calcul des dérivées partielles n’est pas assez précis. Donne malgré tout une solution correcte.

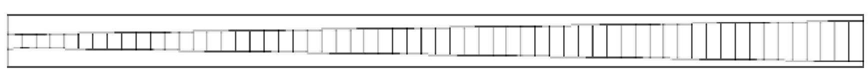
Exemple - 3

- Minimum de matière d’une poutre encastrée aux deux extrémités pour que :
  - la flèche sous une charge donnée soit < ?m
  - La contrainte soit < ?MPA
  - L’épaisseur minimum soit > à ?m

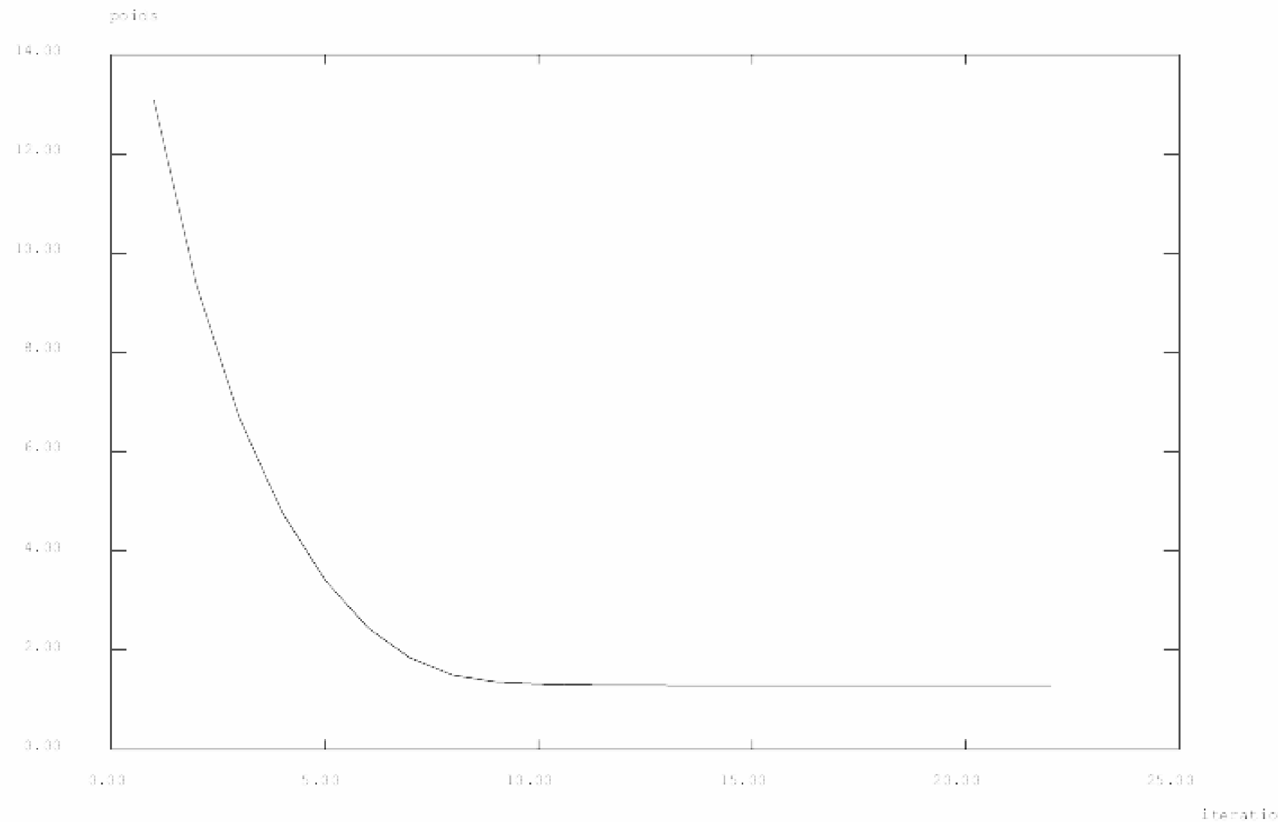
- Utilisation de EXCELL
  - Calcul des gradients par différences finies



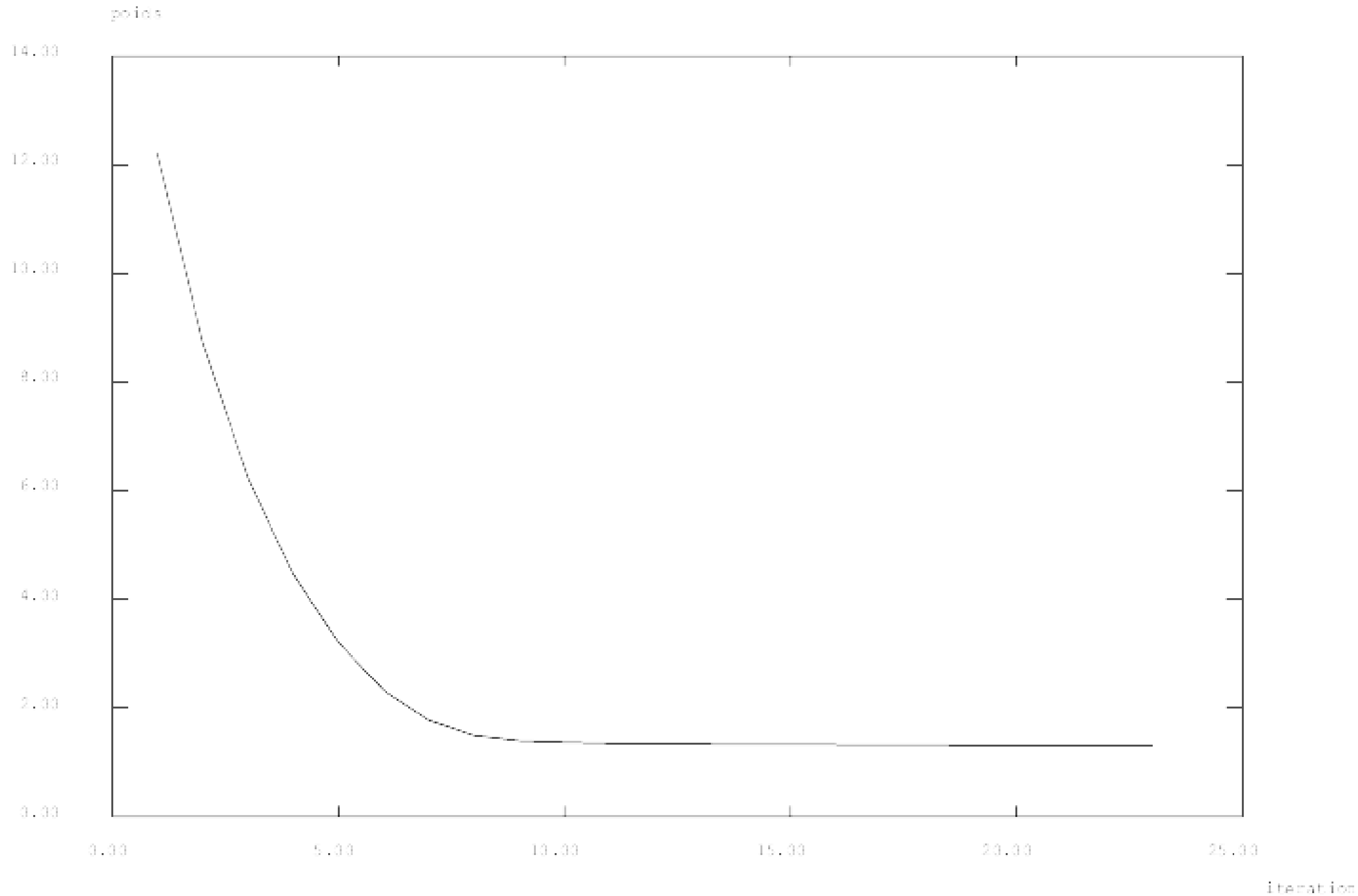
GIBI FACIT



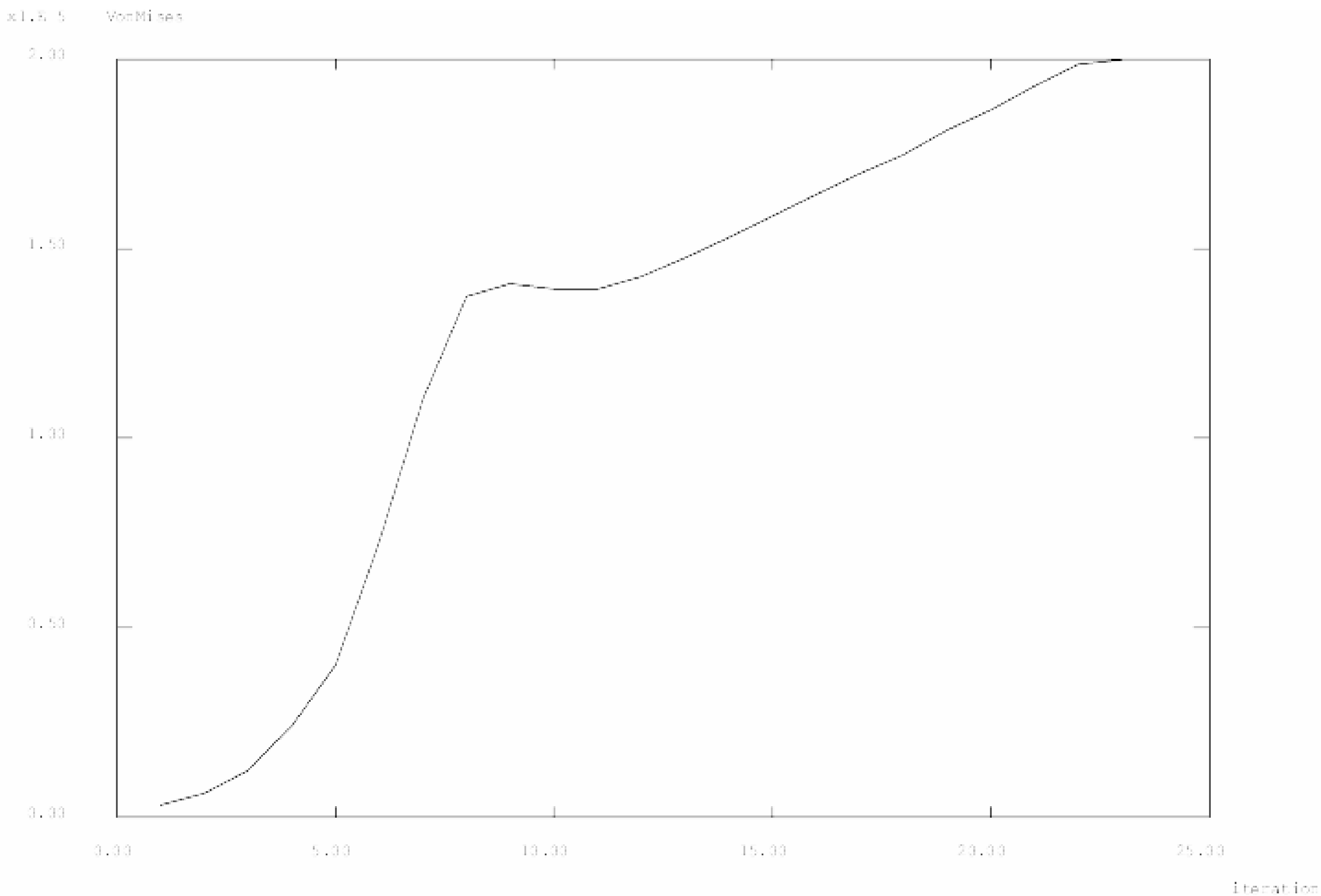
GIBI FACIT



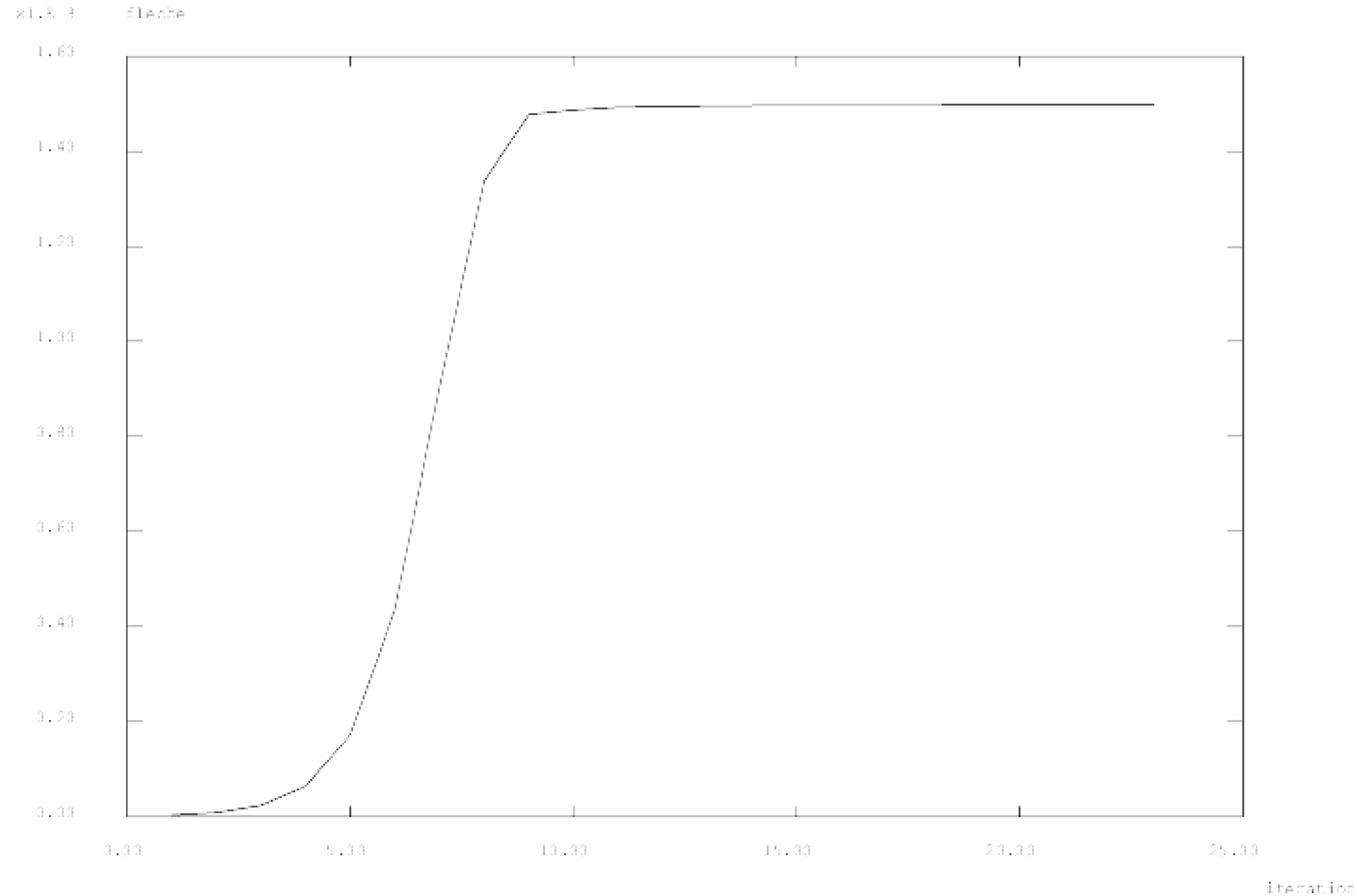
poids en fonction des iteration min : 1.2801



poids en fonction des iterations min : 1.3084



critere sur contrainte au cours des iterations



fleche au cours des iterations