

# Calculs de sensibilité par différentiation pour l'aérodynamique

Alain DERVIEUX, INRIA Sophia-Antipolis, Projet TROPICS

**Mots-clés :** Optimisation de forme, différentiation automatique, aérodynamique

## 1 Introduction

La consultation de la nombreuse bibliographie sur l'usage de gradient en optimisation de forme pour l'aérodynamique laisse le lecteur (non averti, bien sûr) dans un certain désarroi: à quoi sert le gradient continu (existe-t-il...)? Faut-il utiliser une discrétisation du gradient continu, ou bien un "vrai" gradient discret (mais est-ce différentiable en discret...), etc.

Evidemment la situation se complique lorsque l'on s'intéresse aux équations d'Euler des écoulements compressibles pour lesquelles les analyses fonctionnelles rigoureuses avec de bons espaces semblent encore hors de portée. Néanmoins de nombreuses informations intéressantes peuvent être apportées par des calculs formels. Du côté opposé, comment maîtriser les routines adjointes produites par des différentiateurs de programmes? Le but de l'exposé est de faire un bilan sur la synergie entre ces différentes approches pour la mise au point d'outils d'optimisation de forme en aérodynamique.

## 2 Gradient continu

Ce gradient n'existe peut-être pas mais sa forme virtuelle nous apprend bien des choses, notamment sur la régularité de la fonctionnelle. Ce gradient perd un degré de régularité et à cette occasion nous tient la main pour concevoir des préconditionneurs d'optimisation. Le système adjoint est un bien étrange animal. Que se passe-t-il en présence de chocs?

## 3 Gradient discret exact

Comment utiliser un différentiateur comme Tapenade? On propose une approche composant par composant sans différentier les algorithmes de résolution.

## 4 Résolution des conditions d'optimalité

On discutera un exemple de boucle d'optimisation intégrant gradient discret et préconditionneur fonctionnel.

### Références

- [1] F. BEUX, A. DERVIEUX, *Exact-gradient shape optimization for a 2-D Euler flow*, Finite Elements in Analysis and Design, Elsevier Sciences Publishers, Vol. 12, p. 281-302, 1992.
- [2] F. COURTY, A. DERVIEUX, B. KOOBUS, L. HASCOET, *Reverse Automatic Differentiation for Optimum Design: from Adjoint State Assembly to Gradient Computation* RR-4363, Janvier 2002, and revised version in Optimization Methods and Software, 18:5, 615-627, 2003
- [3] M. VAZQUEZ, B. KOOBUS AND A. DERVIEUX, *Multilevel optimisation of a supersonic aircraft*, Finite Element in Analysis and Design, Vol.40, 2101-2124, 2004
- [4] L. HASCOET AND V. PASCUAL, *Tapenade 2.1 user's guide*, Technical Report 0300, INRIA, 2004.

Alain DERVIEUX – [Alain.Dervieux@inria.fr](mailto:Alain.Dervieux@inria.fr)

INRIA Sophia-Antipolis, Projet TROPICS, 2004 route des lucioles, BP93, 06902 Sophia-Antipolis