

# De la diversité à des performances dynamiques inattendues à travers la dérivation non entière

Alain Oustaloup

*Professeur émérite à Bordeaux INP*

## ***Sur le fond***

En empruntant à la nature l'*idée* de la diversité et non pas la diversité elle-même, empruntant ainsi à la nature suffisamment mais pas trop, un peu comme l'avion emprunte à l'oiseau uniquement l'idée de l'aile, nous avons pu élaborer un modèle de diversité, suffisamment simple, pour admettre une représentation mathématique réduite (comme la dérivation non entière) et pour préfigurer une approche technologique de la diversité (comme pour la suspension CRONE).

Ce propos trouve son essence dans l'étude de la relaxation de l'eau sur une paroi poreuse qui structure la diversité. Cette étude permet, d'une part, d'introduire la dérivée non entière en tant qu'outil de modélisation et, d'autre part, de montrer que le facteur d'amortissement de la relaxation est indépendant de la masse d'eau en mouvement.

Un tel résultat, pour le moins remarquable en dynamique des systèmes, exprime la mise en défaut du dilemme masse-amortissement en mécanique et, conséquemment, par dualité, du dilemme stabilité-précision en automatique.

C'est dire que la diversité conduit à des performances dynamiques (et notamment d'amortissement) *insoupçonnées* dans une approche entière de la mécanique et de l'automatique. Il est vrai que la dérivée non entière n'échappe pas au slogan « A opérateur différent, propriétés et performances différentes ».

## ***Sur la forme***

Au-delà de cette contribution majeure qui illustre bien que « L'impossible n'est que temporaire », cette conférence qui vise notamment un public de jeunes chercheurs, présente un exemple de démarche (voire de parcours) scientifique, ayant conduit à une véritable école de pensée à partir d'une idée originale fondée sur la diversité et la dérivation non entière.

La présentation est suffisamment exhaustive pour passer de la problématique à la solution théorique et technologique, et suffisamment pédagogique pour que la simplicité s'invite jusqu'à la limite de la vulgarisation. Initialement préparée à l'intention des membres de l'Académie des sciences en 2012, elle a été revisitée mathématiquement pour être présentée à Cédric Villani à l'IHP en 2016, ayant été aussi restructurée selon deux parties bien distinctes :

- la première, plus fondamentale, consacrée à l'approche théorique qui utilise le caractère indimensionnel de la dérivée non entière pour modéliser simplement la diversité, et qui permet (par cette diversité) d'extraire la masse de l'expression du facteur d'amortissement pour s'affranchir de tout dilemme ;
- la seconde partie, plus applicative, qui, en dehors d'une analyse d'un effet de mémoire et de la diversité, est réservée à la concrétisation technologique de la première partie, à travers la version hydropneumatique de la suspension CRONE.

## ***Quelques mots sur l'auteur***

Professeur émérite à Bordeaux INP et chercheur au Laboratoire de l'Intégration du Matériau au Système (IMS-UMR CNRS 5218), Alain Oustaloup travaille depuis 1975 sur la dérivation non entière, sa synthèse et ses applications, notamment en automatique à travers la commande CRONE et en mécanique à travers la suspension CRONE. Ses travaux sont distingués par une Médaille d'Argent du CNRS en 1997 et par le Grand Prix Lazare Carnot de l'Académie des sciences en 2011.