

# TPE1 : INF4127 - Techniques d'Optimisation

Calcul symbolique et bibliothèque Sympy

220Y058 - MVOGO MONDOMAN Franck Stéphane

22Y567 - ETOUNDI TSANGA ELIHU F.

21T2487 -ABANDA ARMAND WILFRIED

1. Introduction
2. Fondements du calcul symbolique
3. Outils et logiciels
4. SymPy : Fonctionnalités et Exemples pratiques
5. Limites du calcul symbolique
6. Perspectives et enjeux
7. Conclusion

Le **Calcul symbolique** est une branche de l'informatique mathématique qui consiste à manipuler et transformer des expressions mathématiques sous forme symbolique plutôt que de se limiter à leur évaluation numérique.

Exemple : Au lieu de calculer directement  $\sqrt{2} \approx 1.414$ , on garde l'expression exacte  $\sqrt{2}$ .

- Elles peuvent également être écrites sous forme de *formules algébriques* classiques, facilitant l'analyse et la simplification.  
*Exemple* :  $(x + 1)^2$  reste sous forme factorisée pour simplifier les manipulations.

## Opérations possibles :

- **Simplification** : réduire les fractions, factoriser des polynômes ou combiner des termes similaires. *Exemple* :  $\frac{x^2+2x}{x} \rightarrow x + 2$
- **Développement** : transformer une expression factorisée en une somme de termes. *Exemple* :  $(x + 1)^2 \rightarrow x^2 + 2x + 1$
- **Substitution de variables** : remplacer des variables par des valeurs ou d'autres expressions. *Exemple* : pour  $f(x) = x^2 + 2x + 1$ , remplacer  $x = 3 \rightarrow f(3) = 16$

- **CAS (Computer Algebra Systems) :**

- *Mathematica* : puissant et polyvalent, très utilisé en recherche scientifique.
- *Maple* : orienté vers l'enseignement et l'ingénierie.



- **Bibliothèques Python :**

- *SymPy* : bibliothèque libre et légère dédiée au calcul symbolique.
- *SageMath* : plateforme plus complète intégrant plusieurs bibliothèques et outils mathématiques.



**SYMPY**

SymPy est une **bibliothèque Python open source** dédiée au calcul symbolique.

**Objectifs :** Manipuler des expressions mathématiques de manière exacte, plutôt que par approximation numérique.

**Avantages :**

- Gratuit et libre
- Léger et facile à installer
- Intégré à l'écosystème Python (compatible avec NumPy, matplotlib, etc.)



SymPy offre de nombreuses fonctionnalités pour le calcul symbolique :

- **Représentation symbolique** : variables, constantes et formules.
- **Manipulations algébriques** : simplification, factorisation, développement.
- **Calcul différentiel et intégral** : dérivées, primitives, intégrales symboliques.
- **Équations** : résolution exacte.
- **Séries** : développement en série de Taylor.

Consultons le notebook associée à cette présentation au lien  
<https://github.com/groupe1024Optimization/TPE1-Calcul-symbolique-biblioth-que-Sympy>

- **Complexité computationnelle** Les expressions peuvent devenir très grandes, entraînant une explosion combinatoire lors des calculs.
- **Résultats parfois peu interprétables** Une simplification automatique peut générer des expressions énormes difficiles à analyser.
- **Nécessité d'hybrider avec le calcul numérique** Pour les grandes données ou les simulations numériques, on combine symbolique et numérique (ex. SymPy + NumPy).

Les perspectives du calcul symbolique sont vastes et en pleine évolution :

- **Utilisation dans l'IA et l'apprentissage automatique** Démonstrations automatiques, simplification de modèles mathématiques complexes.
- **Aide à la recherche scientifique** Vérification et démonstration de théorèmes ou de formules automatiquement.
- **Intégration dans des logiciels éducatifs** Permet aux étudiants de comprendre les concepts mathématiques et de vérifier leurs calculs.

- le calcul symbolique permet de manipuler des expressions exactes, de résoudre des équations, de dériver, intégrer et développer des séries.
- **Importance** : complément indispensable au calcul numérique, il offre précision et généralité.
- **Ouverture** : vers des systèmes hybrides combinant symbolique, numérique et intelligence artificielle pour des applications avancées en science et ingénierie.