

# Introduction à L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X

Clément BLANCHARD  
Erwan GRELIER

MécaNantes

*clement.blanchard@etu.univ-nantes.fr*  
*erwan.grelier@etu.univ-nantes.fr*

31 mars 2016



# Table des matières

## 1 Introduction

- ## 2 Création d'un fichier T<sub>E</sub>X
- Présentation générale
  - Formules mathématiques
  - Graphiques et figures
  - Bibliographie

## 3 Conclusion



# Table des matières

- 1 Introduction
- 2 Création d'un fichier T<sub>E</sub>X
- 3 Conclusion



## Contexte de création

- 1977 Donald KNUTH est lassé de l'inélégante mise en page des articles mathématiques publiés dans les revues, il crée T<sub>E</sub>X ;
- 1985 Leslie LAMPORT crée L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X, issu de T<sub>E</sub>X, qui permet une utilisation simplifiée grâce à l'intégration de macros.

### Origine du nom

T<sub>E</sub>X dérive de « tekhnê », qui désigne la production, la fabrication matérielle. Prononcer « latek » !



# Intérêt de $\text{\LaTeX}$ par rapport aux logiciels WYSIWYG

- Résultat élégant (sauf en y mettant vraiment du sien) ;
- homogénéité du style du document, adapté aux publications scientifiques, sans effort ;
- gestion automatique du référencement, des titres, *etc* ;
- insertion simple d'équations, de graphiques, de tableaux, *etc* ;
- nombreuse documentation sur internet ;
- gratuit, open source, multi-plateforme ;
- la référence dans le monde scientifique !



Exemples de documents rédigés avec L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>XSIAM/ASA J. UNCERTAINTY QUANTIFICATION  
Vol. 3, pp. 897–921© 2015 Society for Industrial and Applied Mathematics  
and American Statistical Association

## A Least-Squares Method for Sparse Low Rank Approximation of Multivariate Functions\*

M. Chevreuil<sup>1</sup>, R. Lebrun<sup>1</sup>, A. Nouy<sup>1</sup>, and P. Rai<sup>1</sup>

**Abstract.** In this paper, we propose a low rank approximation method based on discrete least-squares for the approximation of a multivariate function from random, noise-free observations. Sparsity inducing regularization techniques are used within classical algorithms for low rank approximation in order to exploit the possible sparsity of low rank approximations. Sparse low rank approximations are constructed with a robust updated greedy algorithm, which includes an optimal selection of regularization parameters and approximation ranks using cross validation techniques. Numerical examples demonstrate the capability of approximating functions of many variables even when very few function evaluations are available, thus proving the interest of the proposed algorithm for the propagation of uncertainty through complex computational models.

**Key words.** uncertainty propagation, high dimension, tensor, low rank approximation, sparsity, least-squares

**AMS subject classifications.** 65D15, 62J02, 15A69

**DOI:** 10.1137/13091899X

**1. Introduction.** Uncertainty quantification has emerged as a crucial field of investigation for various branches of science and engineering. Over the last decade, considerable efforts have been made in the development of new methodologies based on a functional point of view in probability, where random outputs of simulation codes are approximated with suitable functional expansions. Typically, when considering a function  $u(\xi)$  of input random parameters  $\xi = (\xi_1, \dots, \xi_d)$ , an approximation is searched under the form  $u(\xi) \approx \sum_{\alpha \in \mathcal{I}} \psi_\alpha(\xi)$ , where the  $\psi_\alpha(\xi)$  constitute a suitable basis of multiparametric functions (e.g., polynomial chaos basis).

Several methods have been proposed for the evaluation of functional expansions (see [22, 26, 20]). Nonintrusive discrete projection methods enable the estimation of expansion coefficients by using evaluations of the numerical model at certain sample points, thus making possible the simple use of existing deterministic simulation codes. However, the dimension  $P$  of classical approximation spaces has an exponential (or factorial) increase with dimension  $d$ , and hence the computational cost becomes prohibitively high, as one needs to evaluate the model for a large number of samples of the order of  $P$ . The objective is to construct an approximation of the high dimensional function  $u$ , given the fact that we have only limited information on it. We are particularly interested in the case where the dimension  $d$  is large

\*Received by the editors April 30, 2013; accepted for publication (in revised form) July 17, 2015; published electronically September 30, 2015. This work was supported by Airbus Group Innovations and the French National Research Agency (grant CHORUS ANR-2013-MONU-0505).

<http://www.siam.org/journals/inq/3/91899.html>  
Ecole Centrale Nantes, Université de Nantes, GdM UMR CNRS 6183, 44322 Nantes, France (mcheuil@math.ec-nantes.fr, anthony.nouy@ec-nantes.fr, p.rai@univ-nantes.fr).

<sup>1</sup>Department of Applied Mathematics and Modeling, Airbus Group Innovations, 92152 Suresnes, France (m.lebrun@airbus.com).



Exemples de documents rédigés avec L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>XSIAM/ASA J. UNCERTAINTY QUANTIFICATION  
Vol. 3, pp. 897–921© 2015 Society for Industrial and Applied Mathematics  
and American Statistical Association

## A Least-Squares Method for Sparse Low Rank Approximation of Multivariate Functions\*

M. Chevreuil<sup>1</sup>, R. Lebrun<sup>1</sup>, A. Nouy<sup>1</sup>, and P. Rai<sup>1</sup>

**Abstract.** In this paper, we propose a low rank approximation method based on discrete least-squares for the approximation of a multivariate function from random, noise-free observations. Sparsity inducing regularization techniques are used within classical algorithms for low rank approximation in order to exploit the possible sparsity of low rank approximations. Sparse low rank approximations are constructed with a robust updated greedy algorithm, which includes an optimal selection of regularization parameters and approximation ranks using cross validation techniques. Numerical examples demonstrate the capability of approximating functions of many variables even when very few function evaluations are available, thus proving the interest of the proposed algorithm for the propagation of uncertainty through complex computational models.

**Key words.** uncertainty propagation, high dimension, tensor, low rank approximation, sparsity, least-squares

**AMS subject classifications.** 65D15, 62J02, 15A69

**DOI:** 10.1137/13091899X

**1. Introduction.** Uncertainty quantification has emerged as a crucial field of investigation for various branches of science and engineering. Over the last decade, considerable efforts have been made in the development of new methodologies based on a functional point of view in probability, where random outputs of simulation codes are approximated with suitable functional expansions. Typically, when considering a function  $u(\xi)$  of input random parameters  $\xi = (\xi_1, \dots, \xi_d)$ , an approximation is searched under the form  $u(\xi) \approx \sum_{\alpha \in \mathcal{I}} u_{\alpha}(\xi)$ , where the  $\phi_{\alpha}(\xi)$  constitute a suitable basis of multiparametric functions (e.g., polynomial chaos basis).

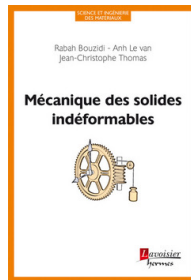
Several methods have been proposed for the evaluation of functional expansions (see [22, 26, 20]). Nonintrusive discrete projection methods enable the estimation of expansion coefficients by using evaluations of the numerical model at certain sample points, thus making possible the simple use of existing deterministic simulation codes. However, the dimension  $P$  of classical approximation spaces has an exponential (or factorial) increase with dimension  $d$ , and hence the computational cost becomes prohibitively high, as one needs to evaluate the model for a large number of samples of the order of  $P$ . The objective is to construct an approximation of the high dimensional function  $u$ , given the fact that we have only limited information on it. We are particularly interested in the case where the dimension  $d$  is large

\*Received by the editors April 30, 2013; accepted for publication (in revised form) July 17, 2015; published electronically September 30, 2015. This work was supported by Airbus Group Innovations and the French National Research Agency (grant CHORUS ANR-2013-MONU-0505).

<http://www.siam.org/journals/inq/3/91899.html>

<sup>1</sup>Ecole Centrale Nantes, Université de Nantes, GEM UMR CNRS 6183, 44322 Nantes, France (mcheuil@ec-nantes.fr, anthony.nouy@ec-nantes.fr, p.rai@univ-nantes.fr).

<sup>2</sup>Department of Applied Mathematics and Modeling, Airbus Group Innovations, 92152 Suresnes, France (regis.lebrun@airbus.com).



# Exemples de documents rédigés avec L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X

fissure, qui s'écrit :

$$P(E_2) = P(X = 1/d(X) = 0) = \frac{(1 - PoD(X))\gamma}{(1 - PoD(X))\gamma + (1 - PFA(X))(1 - \gamma)}. \quad [5]$$

Dans le cas où  $PFA(X) = 0$  et  $\gamma = 1$ , ces équations deviennent :

$$P(X = 0/d(X) = 1) = 0, \quad [6]$$

$$P(X = 1/d(X) = 0) = 1, \quad [7]$$

ce qui signifie que l'on a 0 % de chance de ne pas avoir de fissure si on en détecte, et 100 % de chance d'avoir une fissure sans qu'on la détecte.

Dans le cas où  $PFA(X) = 0$  et  $\gamma = 0$ , les équations [4] et [5] deviennent :

$$P(X = 0/d(X) = 1) = \text{NaN}, \quad [8]$$

$$P(X = 1/d(X) = 0) = 0, \quad [9]$$

où NaN désigne un résultat indéterminé ; ce qui signifie que dans le cas où la probabilité de fausse alarme et celle d'observer une fissure sont nulles, on a 0 % de chance d'avoir une fissure sans qu'on la détecte, et une chance indéterminée d'avoir une fissure sans qu'on la détecte.

La figure 1 présente l'évolution de  $P(E_2)$  et  $P(E_3)$  en fonction de  $PoD$ , pour  $PFA = 0, 1$  et  $\gamma = 0, 1$ . On y constate que les deux probabilités diminuent avec l'augmentation de la probabilité de détection d'une fissure effectivement présente, ce qui est cohérent,  $P(E_2)$  devant la probabilité qu'une fissure détectée soit en réalité absente (ce qui explique pourquoi celle-ci est égale à 1 lorsque  $PoD(X) = 0$ ), et  $P(E_3)$  la probabilité qu'une fissure non détectée soit en réalité présente (ce qui explique pourquoi celle-ci tombe à 0 lorsque  $PoD(X) = 1$ ).

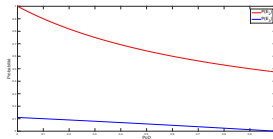
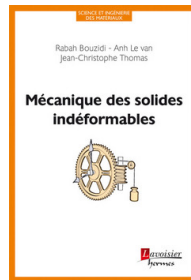


FIGURE 1 – Évolution de  $P(E_2)$  et  $P(E_3)$  en fonction de  $PoD$ , pour  $PFA = 0, 1$  et  $\gamma = 0, 1$





# Exemples de documents rédigés avec L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X

fissure, qui s'écrit :

$$P(E_0) = P(X = 1/d(X) = 0) = \frac{(1 - PoD(X))\gamma}{(1 - PoD(X))\gamma + (1 - PFA(X))(1 - \gamma)}. \quad [5]$$

Dans le cas où  $PFA(X) = 0$  et  $\gamma = 1$ , ces équations deviennent :

$$P(X = 0/d(X) = 1) = 0, \quad [6]$$

$$P(X = 1/d(X) = 0) = 1, \quad [7]$$

ce qui signifie que l'on a 0 % de chance de ne pas avoir de fissure si on en détecte, et 100 % de chance d'avoir une fissure sans qu'on la détecte.

Dans le cas où  $PFA(X) = 0$  et  $\gamma = 0$ , les équations [4] et [5] deviennent :

$$P(X = 0/d(X) = 1) = \text{NaN}, \quad [8]$$

$$P(X = 1/d(X) = 0) = 0, \quad [9]$$

où NaN désigne un résultat indéterminé ; ce qui signifie que dans le cas où la probabilité de fausse alarme et celle d'observer une fissure sont nulles, on a 0 % de chance d'avoir une fissure sans qu'on la détecte, et une chance indéterminée d'avoir une fissure sans qu'on la détecte.

La figure 1 présente l'évolution de  $P(E_2)$  et  $P(E_0)$  en fonction de  $PoD$ , pour  $PFA = 0,1$  et  $\gamma = 0,1$ . On y constate que les deux probabilités diminuent avec l'augmentation de la probabilité de détection d'une fissure effectivement présente, ce qui est cohérent,  $P(E_2)$  devant la probabilité qu'une fissure détectée soit en réalité absente (ce qui explique pourquoi celle-ci est égale à 1 lorsque  $PoD(X) = 0$ ), et  $P(E_0)$  la probabilité qu'une fissure non détectée soit en réalité présente (ce qui explique pourquoi celle-ci est égale à 0 lorsque  $PoD(X) = 1$ ).

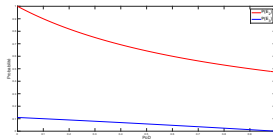


FIGURE 1 – Évolution de  $P(E_2)$  et  $P(E_0)$  en fonction de  $PoD$ , pour  $PFA = 0,1$  et  $\gamma = 0,1$ .

## Introduction à L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X

Clément BLANCHARD  
Erwan GRELIER

Université de Nantes  
clement.blanchard@etu.univ-nantes.fr  
erwan.grelier@etu.univ-nantes.fr

31 mars 2016



UNIVERSITÉ DE NANTES



# Prérequis pour utiliser $\LaTeX$

- Distribution  $\LaTeX$  : MiKTeX (Windows), MacTeX (Mac OS), TeX Live (Linux) par exemple ;
- Éditeur  $\LaTeX$  : TeXnicCenter (Windows, gratuit), Texmaker (Windows, Mac OS, Linux, gratuit), WinEdt (Windows, payant), bloc-notes, *etc.*

## Les éditeurs en ligne

Overleaf, ShareLaTeX, *etc.*



# Table des matières

## 1 Introduction

- ## 2 Création d'un fichier T<sub>E</sub>X
- Présentation générale
  - Formules mathématiques
  - Graphiques et figures
  - Bibliographie

## 3 Conclusion



# Organisation d'un fichier .tex

```
\documentclass[a4paper]{report} % Entête

\usepackage[utf8]{inputenc} % Appel des packages
\usepackage[T1]{fontenc}
\usepackage[français]{babel}
\usepackage{lipsum} % Package générant du texte pseudo-latin

\begin{document} % Début du document

\tableofcontents % Génération de la table des matières
\section{Titre de la section}
  \subsection{Titre de la sous-section}
    \lipsum[1-3] % Génère trois paragraphes de texte pseudo-latin

\end{document} % Fin du document
```



# Entête

## Architecture de l'entête

```
\documentclass[options]{classe}
```

**classe** letter (lettre), article, book (livre), report (rapport), beamer (diaporama), classe personnelle, *etc* ;

**options** a4paper, a5paper (taille du support), 10pt, 11pt (taille du texte), draft (brouillon), twocolumn (deux colonnes par page), *etc*.



# Packages

## Architecture d'un appel de package

```
\usepackage[options]{package}
```

- package** au minimum, il faut appeler fontenc avec l'option utf8 ou latin1, inputenc avec l'option T1 et babel avec l'option francais pour des documents en français ;
- options** beaucoup de packages acceptent des options permettant de les personnaliser.



# Environnement

## Environnements

Un environnement est appelé par :

```
\begin{environnement}
    % Contenu de l'environnement
\end{environnement}
```

Exemples : document, align (système d'équations), figure (gestion des figures), tabular (inclusion de tableaux), *etc.*

Le contenu du document est écrit dans l'environnement document.



# Commandes

## Commandes

Une commande est appelée par :

```
\commande[options]{argument}
```

Exemples : includegraphics (inclusion de graphiques), part, chapter, section, subsection, subsubsection, paragraph (découpage du document), usepackage, *etc.*

## Exemple

Définition d'une section

```
\section[Titre court]{Titre long}
```





# Découpage du document et référencement

- Le découpage du corps de texte se fait grâce aux commandes `part`, `chapter`, `section`, `subsection`, `subsubsection` et `paragraph` ;
- la hiérarchie et la numérotation sont gérées automatiquement par L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X ;
- une table des matières peut être générée automatiquement avec la commande `\tableofcontents`, elle utilise les titres longs, ou les titres courts s'ils sont fournis ;
- une liste des tableaux et une liste des figures peuvent être générées avec les commandes `\listoftables` et `\listoffigures`.



# Écriture d'équations

dans le texte `texte $ equation $ texte;`

avec saut de ligne sans numérotation `texte \[ equation \] texte;`

avec saut de ligne avec numérotation environnements `equation`, `align`, `eqnarray`, *etc.*



# Écriture d'équations

dans le texte `texte $ equation $ texte`;

avec saut de ligne sans numérotation `texte \[ equation \]` texte;

avec saut de ligne avec numérotation environnements `equation`, `align`, `eqnarray`, *etc.*

- L'équation  $v(L) = \frac{FL^3}{3EI}$  est incluse dans le texte.



# Écriture d'équations

dans le texte `texte $ equation $ texte`;

avec saut de ligne sans numérotation `texte \[ equation \]` texte;

avec saut de ligne avec numérotation environnements `equation`, `align`, `eqnarray`, *etc.*

- L'équation  $v(L) = \frac{FL^3}{3EI}$  est incluse dans le texte.
- L'équation

$$\underline{\underline{\varepsilon}}(\underline{\underline{u}}^*) = \frac{1}{2} \left( \underline{\underline{\nabla}} \underline{\underline{u}}^* + \underline{\underline{\nabla}} \underline{\underline{u}}^{*\top} \right)$$

n'est pas numérotée.



# Écriture d'équations

dans le texte `texte $ equation $ texte`;

avec saut de ligne sans numérotation `texte \[ equation \]` texte;

avec saut de ligne avec numérotation environnements `equation`, `align`, `eqnarray`, etc.

- L'équation  $v(L) = \frac{FL^3}{3EI}$  est incluse dans le texte.
- L'équation

$$\underline{\underline{\varepsilon}}(\underline{\underline{u}}^*) = \frac{1}{2} \left( \underline{\underline{\nabla}} \underline{\underline{u}}^* + \underline{\underline{\nabla}} \underline{\underline{u}}^{*\top} \right)$$

n'est pas numérotée.

- L'équation

$$N^{11} = N_0^{11} + \frac{EH}{1 - \nu^2} (\mathbf{A}_1 \cdot \mathbf{A}_1)^2 E_{11}^{(0)} \quad (1)$$

est numérotée.



# Exemples de formules mathématiques dans L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X

## Intégrales

Dans le mode mathématiques : `\int_{borne inf}^{borne sup} formule \mathrm{d} x`,  
qui donne par exemple :

$$\int_0^{2\pi} \int_0^t P_c \cos(\theta) \vec{e}_r \cdot \vec{e}_z \, dz d\theta = 12100 \text{ N} .$$



# Exemples de formules mathématiques dans L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X

## Matrices

Dans le mode mathématiques :

```
\begin{bmatrix}
  \sigma_{11} & \sigma_{12} \\
  \sigma_{21} & \sigma_{22}
\end{bmatrix}
```

qui donne par exemple :

$$\begin{bmatrix} \sigma_{11} & \sigma_{12} \\ \sigma_{21} & \sigma_{22} \end{bmatrix},$$

différents types de matrices existent, seule la lettre devant `matrix` change : `b` (crochets), `B` (accolades), `p` (parenthèses), `v` (barres verticales), `V` (doubles barres verticales), mais aussi `small` (pour l'inclusion dans du texte) et même sans lettre (pas de délimiteur).



# Exemples de formules mathématiques dans L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X

## Systèmes d'équations alignées et numérotées

Environnements `align` (alignement et numérotation, hors du mode `math`), `array` (alignement personnalisable, sans numérotation, dans le mode `math`). On peut ajouter des délimiteurs aux `array` avec `\left` et `\right` suivies d'un caractère (`\{`, `(`, `|`, `.`, etc). Par exemple :

```
\[ \left( \begin{array}{l c r}
2x-3y & = & 2 \\
4x-12y & = & 5
\end{array} \right. \]
```

qui donne :  $\left( \begin{array}{l c r} 2x - 3y & = & 2 \\ 4x - 12y & = & 5 \end{array} \right. .$





# Formules mathématiques dans L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X

Bien d'autres formules existent !

- Fractions `\frac{numérateur}{dénominateur}`,
- dérivées `\frac{\partial numérateur}{\partial dénominateur}`,
- sommes `\sum_{début}^{fin}`, produits `\prod_{début}^{fin}`,
- toutes les lettres grecques (`\pi`, `\sigma`, etc),
- vecteurs `\vec{vecteur}`, tenseurs `\bar{\bar{tenseur}}`,
- ...

Attention !

Les équations font partie des phrases dans lesquelles elles sont incluses, et sont donc soumises aux mêmes règles de ponctuation !



# Flottants

## Flottants

Les flottants se placent automatiquement au mieux, le placement vertical peut tout de même être influencé avec les options `t`, `b`, `h`, `H`, `p`, `!`; le placement horizontal est géré par les commandes `raggedright` (gauche), `centering` (centre) et `raggedleft` (droite).

## Inclusion de figures

Dans l'environnement `figure` :

```
\begin{figure}[ht!]  
  \centering  
    \includegraphics[page=1, width=.5\textwidth]{./Doc/exemple.pdf}  
    \caption{Titre de la figure}  
    \label{fig : label de la figure}  
\end{figure}
```

# Flottants

## Inclusion de tableaux

Dans l'environnement table :

```
\begin{table}[t] \centering
\begin{tabular}{lcr} \toprule
type 1 & type 2 & type 3 \\ \midrule
donnée 1 & donnée 2 & donnée 3 \\ \bottomrule
\end{tabular}
\caption{Exemple de tableau}
\label{tab : exemple}
\end{table}
```

type 1	type 2	type 3
donnée 1	donnée 2	donnée 3

TABLE – Exemple de tableau



# Fichier .bib

La bibliographie est stockée dans un fichier .bib, différent du fichier .tex. L'écriture des entrées de la bibliographie répond à des règles strictes.

- Plusieurs types de documents peuvent être cités : article, book (livre), manual (document technique), phdthesis (thèse de doctorat), unpublished (manuscrit non publié), misc (pour tout le reste, notamment les sites web) ;
- pour chaque type de documents, plusieurs champs peuvent être renseignés, certains sont communs à tous, comme author (auteur), title (titre), year (année) par exemple, d'autres sont spécifiques à un type particulier, comme journal pour les articles.



# Fichier .bib

## Architecture type d'une entrée bibliographique

```
@article{Nguyen2013,  
  abstract = {In this paper, an analytical solution [...]},  
  author = {Nguyen, Quang Tung and Thomas, Jean-Christophe [...]},  
  journal = {Engineering Structures},  
  pages = {1080-1091},  
  title = {An analytical solution for an inflated [...]},  
  volume = {56},  
  year = {2013},  
}
```



# Citation d'une entrée bibliographique

## Citation d'une entrée de la bibliographie

Commande `\cite{référence de l'entrée}` directement à l'endroit de la citation.

### Attention !

Il faut effectuer une compilation particulière afin que toutes les références apparaissent dans le document !



# Insertion de la bibliographie

## Insertion de la bibliographie

À l'endroit où la bibliographie se trouve, les commandes à insérer sont :

```
\bibliographystyle{style}  
\bibliography{./bibliographie.bib}
```

où le style est à choisir parmi de nombreux styles : plain (ordre alphabétique), abbrv (ordre alphabétique, entrées abrégées), unsrt (ordre d'apparition dans le texte), alpha (ordre alphabétique, repérage constitué des trois premières lettres du nom de l'auteur et des deux derniers chiffres de l'année de parution), *etc.*







# Table des matières

- 1 Introduction
- 2 Création d'un fichier T<sub>E</sub>X
- 3 Conclusion**



# Avantages et inconvénients de $\text{\LaTeX}$

## Avantages :

- la référence dans le domaine scientifique,
- gestion automatique du placement, du référencement, de la numérotation, de la bibliographie, *etc*,
- résultat toujours clair et élégant,
- écriture scientifique simple comparée à Word par exemple,
- nombreuse documentation sur internet,
- gratuit, libre, multi-plateformes, nombreux éditeurs pour tous les publics,
- possibilité de travailler à plusieurs sur un même projet sans avoir à faire attention aux problèmes de rétrocompatibilité,
- une fois habitué, on ne s'en passe plus !

## Inconvénients :

- nécessite un temps d'apprentissage,
- $\text{\LaTeX}$  a de meilleurs goûts artistiques que vous.



## Liens utiles (et cliquables)

- Cours OpenClassrooms (pour installer et apprendre en partant de zéro),
- cours OpenClassrooms sur beamer (diaporama),
- règles à suivre pour la mise en forme des tableaux,
- pense-bête pour la bibliographie,
- mémo sur les index,
- création de package personnalisé,
- listing des thèmes pour beamer,
- google (si vous vous posez une question, il est très probable que vous ne soyez pas le premier, et que quelqu'un y ait déjà répondu sur un forum).



# Bonne utilisation de $\text{\LaTeX}$ !

