

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

Vincent LEROUVILLOIS <sup>1</sup>

Université Lyon 1 - ISFA

8 mars 2018

Cette présentation s'inspire du cours d'introduction de Denis Bitouzé, de celui de Vincent Tassion et du site internet OpenClassrooms.

# Qu'est-ce que $\text{\LaTeX}$ ?

- Un langage de programmation

# Qu'est-ce que $\text{\LaTeX}$ ?

- Un langage de programmation
- Un système de composition de documents écrits de qualité

# Qu'est-ce que $\text{\LaTeX}$ ?

- Un langage de programmation
- Un système de composition de documents écrits de qualité
- Utilisation :

# Qu'est-ce que $\text{\LaTeX}$ ?

- Un langage de programmation
- Un système de composition de documents écrits de qualité
- Utilisation :
  - documents scientifiques

# Qu'est-ce que $\text{\LaTeX}$ ?

- Un langage de programmation
- Un système de composition de documents écrits de qualité
- Utilisation :
  - documents scientifiques (livres, articles, thèses...)

# Qu'est-ce que $\text{\LaTeX}$ ?

- Un langage de programmation
- Un système de composition de documents écrits de qualité
- Utilisation :
  - documents scientifiques (livres, articles, thèses...)
  - rapports, mémoires, projets...



# Qu'est-ce que $\text{\LaTeX}$ ?

- Un langage de programmation
- Un système de composition de documents écrits de qualité
- Utilisation :
  - documents scientifiques (livres, articles, thèses...)
  - rapports, mémoires, projets...
  - CV, lettres de motivations...

# Qu'est-ce que L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X ?

- Un langage de programmation
- Un système de composition de documents écrits de qualité
- Utilisation :
  - documents scientifiques (livres, articles, thèses...)
  - rapports, mémoires, projets...
  - CV, lettres de motivations...
  - enseignement

- Un langage de programmation
- Un système de composition de documents écrits de qualité
- Utilisation :
  - documents scientifiques (livres, articles, thèses...)
  - rapports, mémoires, projets...
  - CV, lettres de motivations...
  - enseignement (notes de cours, feuilles d'exercices, sujets d'examens...)

- Un langage de programmation
- Un système de composition de documents écrits de qualité
- Utilisation :
  - documents scientifiques (livres, articles, thèses...)
  - rapports, mémoires, projets...
  - CV, lettres de motivations...
  - enseignement (notes de cours, feuilles d'exercices, sujets d'examens...)
  - diaporama (comme celui-ci)

## Growth model of a two-dimensional discrete interface: hydrodynamic limit and fluctuations.

Vincent LEROUVILLOIS,  
supervised by Fabio TONINELLI  
Master 2 internship report  
Université Lyon 1

July 2017

### Contents

Background and motivations	1
1 Discrete two-dimensional interface growth model	5
1.1 Presentation of the model seen from different viewpoints	5
1.2 State space, dynamic and stationary measure	7
2 Scaling limit and fluctuations	12
2.1 Framework of the scaling limit	12
2.2 The perfect crystal configuration	13
2.2.1 Scaling limit	13
2.2.2 Fluctuations	21
2.3 Generalization to any initial configuration	22
2.3.1 General scaling limit	22
2.3.2 Study of the scaling limit and stability of the crystal configuration	27
2.3.3 Conjectural fluctuations	33
3 Towards a hydrodynamic limit	34

### Background and motivations

In the framework of Statistical Physics, stochastic discrete interface models attempt to describe the evolution of two or more coexisting thermodynamic phases separated by an interface. We speak of **thermodynamic phases** when a physical system can be decomposed into different regions characterized with distinct structures. As an example, we can think of a magnet with phases corresponding to different average spin orientations and leading to different magnetization properties. Also, the three states of matter: solid, liquid and gas are thermodynamic phases since they denote different microscopic molecular structures which lead to different macroscopic physical properties. The **interface** is the boundary between different phases. If you take a glass

of water and you put an ice cube inside, you get two thermodynamic phases: the liquid water and the solid ice cube whose interface is the contour of the ice cube. The system can be at equilibrium (as a liquid-solid water interface at  $0^\circ\text{C}$ ) or out of equilibrium where one phase is likely to disappear (as an ice cube put in liquid water at a positive temperature which shrinks to eventually vanish). We are interested in the evolution of the interface **out of equilibrium** where one phase of the system grows and invades the other phase hence the name "Growth model of interface".

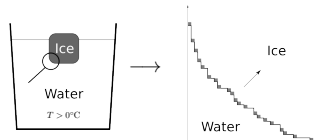


Figure 1: On the left-hand side, an ice cube in a glass of water representing two thermodynamic phases of the system: solid and liquid water. As water is at positive temperature, the ice is shrinking and the interface looks like a rounded square. If we zoom at a corner of the ice cube, we see the microscopic discrete picture on the right-hand side. The grey little squares correspond to elementary blocks of ice which are next to melt into liquid water. The interface is growing towards the North-East.

In Statistical Physics, scales play a fundamental role. Usually, physical systems are observed at the **macroscopic scale** (which corresponds to our human scale) where quantities (like pressure, temperature, magnetization...) seem to evolve smoothly. However, at the **microscopic scale**, these systems are composed with a huge amount (typically of the order of the Avogadro constant  $N_A \approx 10^{23}$ ) of discrete elementary particles (atoms, molecules, spins...) whose interactions are very complex. Remarkably enough, most of the time, it is possible to ignore this discrete infinitesimal structure to describe objects by a restricted number of macroscopic quantities. But let us remember that no matter how efficient it is, this simplification is an approximation of complicated, chaotic systems in order to make its study accessible. For instance, many equations ruling the evolution of macroscopic quantities such as the heat equation to describe the diffusion of a gas in a room are not perfectly exact but they are true "on average". The main issue of Statistical Physics is to unify these two microscopic and macroscopic approaches of the same object, giving rigorous proofs.

In our model, we will consider a discrete system composed with a huge number of particles which belong to two different phases separated by an interface. At the microscopic scale, these particles evolution is random and is described by a stochastic process. More precisely, it is a continuous-time homogeneous Markov Chains whose elementary transitions are typically one particle changing of state, leading to an elementary displacement of the interface, and occur at

# Exemples (images, formules mathématiques...)

and with  $m_1$  particles per row? The reason is that, under the dynamic we are going to define in the next subsection, quantity  $m_2$  is conserved after any particle jump. Consequently, the space  $\Omega_{L,N,m_1,m_2}$  cannot be irreducible because there is no way to go from a particle configuration to another with a different value of  $m_2$ . As we will see, the irreducible classes of  $\Omega_{L,N,m_1}$  will be the  $(\Omega_{L,N,m_1,m_2})_{m_2}$ .

**The  $q$ -Whittaker dynamic** The dynamic described in [4], is a continuous-time Markov chain on  $\Omega_{L,N,m_1,m_2}$ . It is a jump-process on a finite state-space which is well defined as soon as we define the elementary transitions and the rates at which they occur. The jump rates will depend only on some inter-particles distances we are going to define now.

For a particle  $p$ , consider its 6 neighbours  $p_1, \dots, p_6$  labelled clockwise (as in figure 6). Let us define the following inter-particle distances:

$$\begin{aligned} a_p &= x_{p_1} - x_p - 1; & b_p &= x_{p_2} - x_p - 1; & c_p &= x_p - x_{p_3} \\ d_p &= x_p - x_{p_4} - 1; & e_p &= x_p - x_{p_5} - 1; & f_p &= x_{p_6} - x_p. \end{aligned} \quad (1.6)$$

Note that  $a_p, \dots, f_p$  are integers because of conditions (1.2),(1.3) and (1.4) (see figure 6). Now, for each particle, assign an exponential clock of rate:

$$v_p = \frac{(1 - q^{b_p})(1 - q^{f_p+1})}{(1 - q^{a_p+1})}, \quad (1.7)$$

with  $q \in [0, 1)$  is a parameter which gives the name " $q$ -Whittaker dynamic". Let us define for any  $p$ , the set of particles  $V_p^+$  which contains particle  $p$  plus all the particles that can be reached from  $p$  by following upward oriented edges i.e the vertical chain of adjacent particles above  $p$  (see figure 8). When a clock rings for particle  $p$  at time  $t \geq 0$ , all particles in  $V_p^+$  jump one site to the right:

$$\forall r \in V_p^+, x_r(t) := x_r(t^-) + 1. \quad (1.8)$$

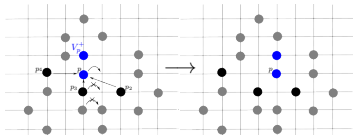


Figure 8: An elementary transition. On the left-hand side, the two particles in  $V_p^+$  are represented in blue. Particles in black play a role in the clock rate  $v_p$  of  $p$  and particles in grey have no direct influence on  $p$ . When the clock rings at  $p$ , all blue particles in  $V_p^+$  jump to the right as shown on the right-hand side. Remark that particle  $p_1$  below  $p$  is blocked because  $b_{p_1} = 0$  and similarly for the particle below it.

Note that the clock rate is zero if  $b_p = 0$ . This ensures that the interlaced condition is preserved after the transition. The danger would be that condition (1.2) or (1.3) is no more satisfied after the jump. This happens only if for some particle  $p$ ,  $b_p$  or  $c_p$  become  $-1$  after the transition. But this cannot happen. Indeed, suppose that  $b_p = 0$ . Call  $V_p^-$  the vertical chain of adjacent particles below  $p$ . By construction, particle  $p$  jumps if and only if one clock rates amongst particles in  $V_p^-$  rings. If (1.2) holds before the jump, then  $b_p = 0$  implies that  $b_q = 0, \forall r \in V_p^-$  so no clock in  $V_p^-$  can ring. If  $c_p = 0$ , then any jump to the right from particle  $p_1$  lead to a jump of particle  $p$  because  $p \in V_{p_1}^+$  so  $c_p$  cannot equal  $-1$  after the transition.

Moreover, it is easy to check that the windings numbers of the path  $\Gamma$  define previously do not change after a transition so the value of  $m_2$  is conserved. Altogether, the configuration remains in  $\Omega_{L,N,m_1,m_2}$  after a transition so the  $q$ -Whittaker dynamic is well defined on  $\Omega_{L,N,m_1,m_2}$ .

## Irreducibility and stationary measure

**Proposition 1.1.** *It is possible to go from any  $\sigma \in \Omega_{L,N,m_1,m_2}$  to any  $\sigma' \in \Omega_{L,N,m_1,m_2}$  via a chain an elementary transitions where a single particle jumps to the right.*

**Corollary 1.2.** *For any  $q \in [0, 1)$ , the Markov chain following the  $q$ -Whittaker dynamic on  $\Omega_{L,N,m_1,m_2}$  is irreducible.*

The proof of proposition 1.1 is done in [4, Lemma 1]. The idea is to use the dimer covering equivalent viewpoint and their associated height function to show that the difference of height function between two dimer coverings, living on the same state space, can always be reduced via a chain of elementary transitions (in this case, moving a particle to the right corresponds to rotating three neighbouring dimers). We refer the reader to [4] for more details.

As the state space  $\Omega_{L,N,m_1,m_2}$  is finite and the Markov chain is irreducible, it is positive recurrent.

**Corollary 1.3.** *For any  $q \in [0, 1)$ , there exists a unique stationary measure on  $\Omega_{L,N,m_1,m_2}$  denoted by  $\pi_q$ .*

The main result in [4] was to compute the stationary measure  $\pi_q$ .

**Proposition 1.4.** *For any  $q \in [0, 1)$ , the unique stationary measure on  $\Omega_{L,N,m_1,m_2}$  is the following probability measure on  $\Omega_{L,N,m_1,m_2}$ :*

$$\pi_q(\sigma) = \frac{1}{Z_{L,N,m_1,m_2}} \prod_p \frac{(q; q)_{b_p}}{(q; q)_{c_p}} \mathbf{1}_{\sigma \in \Omega_{L,N,m_1,m_2}}, \quad (1.9)$$

where  $(q; q)_n = (1-q)(1-q^2)\dots(1-q^n)$  is the Whittaker bracket and  $Z_{L,N,m_1,m_2}$  is a normalizing constant.

Note that  $\pi_q$  is not a product measure contrary to the so-called Totally Asymmetric Exclusion Process (TASEP) in dimension one where Bernoulli measures are invariant. The measure  $\pi_q$  is not reversible since the process is totally asymmetric (particles can only jump to the right and have to go around the torus to come back to their initial position). As we won't need the knowledge of the stationary measure  $\pi_q$  to establish results in section 2, we won't give a proof of proposition 1.4 but refer the reader to [4, Theorem 1].

# Exemples (bibliographie)

It is possible to approach any continuously differentiable function  $\varphi_0$  satisfying (3.10) and (3.11) in  $L^\infty$  by setting:

$$\tilde{X}_p^m = m\varphi_0\left(\frac{\cdot}{m}\right). \quad (3.12)$$

It is not hard to check that for any  $m$ ,  $\tilde{X}^m \in \tilde{\Omega}_m$  and  $\varphi^m(0, \cdot) \xrightarrow{m \rightarrow +\infty} \varphi_0$ .

**Remark 3.2.** Under regularity assumptions on  $\varphi_0$  as in [9, Assumption 3.3, p11], namely  $\varphi_0$  is  $C^2$  and the gradient and the Hessian of  $\varphi_0$  are uniformly bounded, we have existence and uniqueness of a classical solution  $\varphi$  of (3.6) up to a time  $T > 0$  at which characteristics lines cross. Therefore, under these assumptions, we could first start with showing the convergence (3.9) for all  $t$  in  $[0, T)$  to the unique  $C^2$  function  $\varphi$  solution of (3.6).

The system of ordinary differential equations (2.68) can be seen as a spatial discretization of the PDE (3.6) (see equations (3.2) up to (3.5)). From the numerical PDE viewpoint, this approximation is called "the method of lines". Showing the convergence to the hydrodynamic limit (3.6) is equivalent to showing convergence of the method of lines applied to our system. Most of the time, showing convergence of a numerical scheme is split into two steps: consistency and stability. Consistency means that the error made in the discretization tends to zero as  $m$  goes to infinity when we replace the approximate solution  $\varphi^m$  by the smooth solution  $\varphi$ . In our case, this is true because the error term in approximation (3.5) is of order  $1/m$  by Taylor formula, if the solution  $\varphi$  is  $C^2$ . A numerical scheme is stable if we can obtain a control on the propagation of errors with time  $t$ , which is uniform in  $m$ . Generally, discretization schemes are not stable if they are not properly chosen. For example, one can think of the simple finite difference method of the linear transport equation  $\partial_t \varphi + c \partial_x \varphi = 0$ . If  $c > 0$ , then the scheme is stable if we approximate the spatial derivative  $\partial_x \varphi(t, x)$  by  $m(\varphi(t, y) - \varphi(t, y - 1/m))$  and is not stable if we approximate it by  $m(\varphi(t, y + 1/m) - \varphi(t, y))$ . In our case, we cannot choose the way we discretize the PDE: it is imposed by the clock rates of the dynamic defined in (1.7). In [5, Theorem 1], the authors establish sufficient conditions for systems of ODE to converge to the viscosity solution of a Hamilton-Jacobi PDE of the form  $\partial_t \varphi - v(\nabla \varphi) = 0$ . However, the conditions are not satisfied by our system of ODE (2.68). It would be the case if  $d_p$  was replaced by  $a_p$  in the definition of the clock rates (1.7).

## References

- [1] Alexei Borodin and Ivan Corwin. Macdonald processes. *Probability Theory and Related Fields*, 158(1-2):225–400, 2014.
- [2] Alexei Borodin, Ivan Corwin, and Fabio Lucio Toninelli. Stochastic heat equation limit of a (2+1)d growth model. *Communications in Mathematical Physics*, 350(3):957–984, March 2017. arXiv: 1601.02767.
- [3] Alexei Borodin and Patrik L. Ferrari. Anisotropic KPZ growth in 2+1 dimensions: fluctuations and covariance structure. *Journal of Statistical Mechanics: Theory and Experiment*, 2009(02):P02009, 2009.
- [4] Ivan Corwin and Fabio Lucio Toninelli. Stationary measure of the driven two-dimensional q-Whittaker particle system on the torus. arXiv:1509.01605 [cond-mat, physics:math-ph], September 2015. arXiv: 1509.01605.
- [5] M. G. Crandall and P. L. Lions. Two Approximations of Solutions of Hamilton-Jacobi Equations. *Mathematics of Computation*, 43(167):1–19, 1984.
- [6] Stewart N. Ethier and Thomas G. Kurtz. *Markov Processes: Characterization and Convergence*. John Wiley & Sons, September 2009. Google-Books-ID: zvE9RFouKoMC.
- [7] Kurt Johansson. Shape Fluctuations and Random Matrices. *Communications in Mathematical Physics*, 209(2):437–476, February 2000. arXiv: math/9903134.
- [8] Benoît Laslier. *Dynamique stochastique d'interface discrète et modèles de dimères*. PhD thesis, Université Lyon 1, 2014.
- [9] Martin Legras and Fabio Lucio Toninelli. Hydrodynamic limit and viscosity solutions for a 2d growth process in the anisotropic KPZ class. arXiv:1704.06581 [math], April 2017. arXiv: 1704.06581.
- [10] Timo Seppäläinen. Directed random growth models on the plane. arXiv:0708.2721 [math], August 2007. arXiv: 0708.2721.
- [11] Timo Seppäläinen. Translation invariant exclusion processes. 431(3):484–550, 2008.
- [12] Timo Seppäläinen. Lecture notes on the corner growth model. 2009.
- [13] Fabio Lucio Toninelli. A (2+1)-dimensional growth process with explicit stationary measures. arXiv:1503.05339 [math-ph], March 2015. arXiv: 1503.05339.
- [14] Dietrich E Wolf. Kinetic roughening of vicinal surfaces. *Physical review letters*, 67(13):1783, 1991.

# Ça vous rappelle quelque chose ?

ISFA- M1

STATISTIQUE INFÉRENTIELLE

Semestre Automne 2017/2018

lerouvillois@math.univ-lyon1.fr

## Fiche de TD N° 3 : ESTIMATION

### Exercice 1.

Un organisme de transport en commun souhaite étudier le retard occasionné par ses bus. On constate que le retard d'un bus (temps entre l'horaire prévu et l'arrivée effective d'un bus) peut être modélisé par une variable aléatoire de loi uniforme sur  $[0, \theta]$  et que les retards des différents bus sont indépendants. On souhaite estimer le paramètre  $\theta > 0$  à partir de l'observation d'un  $n$ -échantillon  $X = (X_1, \dots, X_n)$  de ces retards.

1. Déterminer un estimateur de  $\theta$  par la méthode des moments puis par la méthode des moindres carrés. Remarque que ces deux méthodes fournissent le même estimateur.
2. Déterminer l'estimateur du maximum de vraisemblance de  $\theta$ . Calculer son espérance et en déduire un nouvel estimateur non biaisé de  $\theta$ .
3. Pour chacun de ces estimateurs, calculer leur biais et leur variance. Sont-ils convergents ? Comparer leur risque quadratique et choisir le meilleur.
4. Peut-on parler d'estimateur efficace pour ce modèle ?

### Exercice 2.

On s'intéresse à la durée de vie de d'un modèle de téléphones portables que l'on peut modéliser par une variable aléatoire exponentielle de paramètre  $\theta > 0$  que l'on souhaite estimer. Soit  $X = (X_1, \dots, X_n)$  un  $n$ -échantillon de loi exponentielle de paramètre  $\theta$ .

1. Calculer le Score  $S_n(\theta)$  ainsi que l'information de Fisher  $I_n(\theta)$ .
2. Déterminer l'estimateur du maximum de vraisemblance  $T_n$  de  $\frac{1}{\theta}$ . Est-ce un estimateur efficace de  $\frac{1}{\theta}$  ?
3. Déterminer l'estimateur du maximum de vraisemblance  $\hat{\theta}_n$  de  $\theta$ . Calculer son espérance et en déduire une version  $\hat{\theta}'_n$  non biaisée. Est-ce un estimateur efficace de  $\theta$  ? Est-ce un estimateur asymptotiquement efficace de  $\theta$  ?
4. (\*) Existe-t-il un estimateur non biaisé et efficace de  $\theta$  ?

### Exercice 3.

Soit  $X = (X_1, \dots, X_n)$  un  $n$ -échantillon de loi exponentielle décentrée sur  $[\theta, +\infty[$ .

1. Déterminer l'estimateur du maximum de vraisemblance de  $\theta$ . Est-il biaisé ? Est-ce une statistique exhaustive ?
2. En déduire un estimateur sans biais de  $\theta$  fonction d'une statistique exhaustive. (On peut montrer qu'il s'agit du meilleur estimateur non biaisé de  $\theta$ .)

### Exercice 4.

On considère un échantillon  $X = (X_1, \dots, X_n)$  de taille  $n$  issu d'une loi de Poisson de paramètre  $\theta > 0$ . On souhaite estimer le paramètre  $e^{-\theta}$ .

1. Montrer que  $\mathbb{1}_{X_1=0}$  est un estimateur non biaisé de  $e^{-\theta}$ .
2. Trouver une statistique exhaustive  $T_n$ .
3. Calculer  $E[X_1 | T_n]$  et montrer qu'il s'agit d'un estimateur non biaisé de  $e^{-\theta}$ . (On peut montrer qu'il s'agit du meilleur estimateur non biaisé de  $e^{-\theta}$ .)

### Exercice 5.

On possède une pièce de monnaie déséquilibrée qui, quand on la lance, a une probabilité  $p \in ]0, 1[$  de tomber sur pile et une probabilité  $1 - p$  de tomber sur face.

1. On effectue  $n$  tirages indépendants de cette pièce. Estimer  $p$  par la méthode des moments puis par la méthode du maximum de vraisemblance. Quelles sont les propriétés de l'estimateur ? (biais, variance, efficacité)
2. On lance la pièce jusqu'à ce qu'elle tombe sur pile et on note  $Y$  le nombre de tirages nécessaires.
  - a) Quelle est la loi de  $Y$  ?
  - b) On dispose de  $n$  répétitions indépendantes de cette expérience  $(Y_1, \dots, Y_n)$ . Quel est l'estimateur du maximum de vraisemblance de  $p$  ? Quelles sont ses propriétés ?

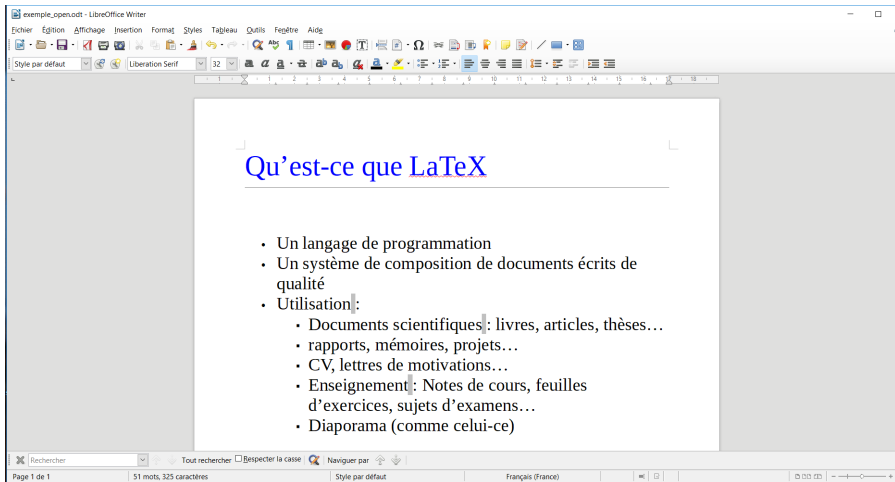
### Exercice 6.

Un agriculteur possède un champ carré dont il veut estimer la superficie. Quand il mesure un côté de son champ, il sait (un ami statisticien lui a confirmé) que l'erreur expérimentale de la mesure est une variable aléatoire de loi normale centrée et de variance  $\sigma^2$ . Il réalise une première mesure de ce côté et trouve une valeur  $X_1 = 510$  mètres. Il en déduit une superficie de  $S_1 = 26.01$  hectares. Il réalise une deuxième mesure et trouve alors  $X_2 = 490$ , d'où une valeur de la superficie  $S_2 = 24.01$ . Il abandonne ses mesures et réfléchit pour savoir quelle est la bonne façon de procéder. Doit-il adopter comme estimation de la surface  $S_1$ ,  $S_2$  ou un estimation combinant les deux mesures, telle que :  $S_3 = X_1 X_2 = 24.99$ ,  $S_4 = \frac{S_1 + S_2}{2} = 25.01$  ou  $S_5 = \left(\frac{X_1 + X_2}{2}\right)^2 = 25$  ? On se propose d'aider l'agriculteur à résoudre son problème.

1. Préciser le modèle considéré ainsi que la fonction  $g(\mu)$  que l'on cherche à estimer. Étudier les cinq estimateurs proposés (biais, variance) et choisir l'estimateur de risque quadratique le plus petit. (Indication : si  $X \sim \mathcal{N}(\mu, \sigma^2)$ , alors  $\text{Var}(X^2) = 2(\sigma^4 + 2m^2\sigma^2)$ .)
2. Donner les estimateurs qui généralisent  $S_4$  et  $S_5$  au cas où l'agriculteur a pu faire  $n$  mesures du côté de son champ. Effectuer la même étude qu'à la question 1) pour ces estimateurs. Étudier aussi leur consistance et leur efficacité asymptotique. Conclure.
3. Quel est l'estimateur du maximum de vraisemblance ?







exemple\_open.odt - LibreOffice Writer

Fichier Édition Affichage Insertion Format Styles Tableau Outils Fenêtre Aide

Style par défaut Liberation Serif 32

## Qu'est-ce que LaTeX

---

- Un langage de programmation
- Un système de composition de documents écrits de qualité
- Utilisation:
  - Documents scientifiques: livres, articles, thèses...
  - rapports, mémoires, projets...
  - CV, lettres de motivations...
  - Enseignement: Notes de cours, feuilles d'exercices, sujets d'examens...
  - Diaporama (comme celui-ci)

Rechercher Tout rechercher  Respecter la casse Naviguer par

Page 1 de 1 51 mots, 325 caractères Style par défaut Français (France)

# Word vs L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X

The image shows a LaTeX Beamer presentation editor window. The left pane displays the source code for a slide titled "Qu'est-ce que L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X ?". The code uses Beamer commands to create a list of items, including a list of uses and a list of documents. The right pane shows the rendered slide with the title and the list of items.

```
31
32 \begin{document}
33
34 \begin{frame}[plain]
35 \titlepage
36 \end{frame}
37
38 \begin{frame}
39 \frametitle{Qu'est-ce que \LaTeX ?}
40 \pause
41
42 \begin{itemize}
43 \item Un langage de programmation \pause
44 \item Un système de composition de documents écrits de qualité \pause
45 \item Utilisation : \pause
46 \begin{itemize}
47 \item Documents scientifiques : \pause livres, articles, thèses... \pause
48 \item rapports, mémoires, projets... \pause
49 \item CV, lettres de motivations... \pause
50 \item Enseignement : \pause Notes de cours, feuilles d'exercices, sujets
51 d'examens... \pause
52 \item Diaporama (comme celui-ci)
53 \end{itemize}
54 \end{itemize}
55 \end{frame}
56
57 \begin{frame}
58 \frametitle{Word vs \LaTeX}
59 \begin{columns}
60 \begin{column}[0.5\textwidth]
61 \centering
62 \Large \textbf{Word/OpenOffice} : \pause
63 \normalsize
64
65 \begin{itemize}
66 \item WYSIWYG (What you see is what you get)
67 \end{itemize}
68 \end{column}
69
70 \begin{column}[0.5\textwidth]
71 \centering
72 \LaTeX
73
```

## Qu'est-ce que L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X ?

- Un langage de programmation
- Un système de composition de documents écrits de qualité
- Utilisation :
  - Documents scientifiques : livres, articles, thèses...
  - rapports, mémoires, projets...
  - CV, lettres de motivations...
  - Enseignement : Notes de cours, feuilles d'exercices, sujets d'examens ...
  - Diaporama (comme celui-ci)

**Word/OpenOffice :**

**L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X :**

## Word/OpenOffice :

- WYSIWYG (What you see is what you get) (on gère et la forme et le contenu)

L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X :

## Word/OpenOffice :

- WYSIWYG (What you see is what you get) (on gère et la forme et le contenu)

## L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X :

- Mise en forme gérée par LateX : on se concentre uniquement sur le *contenu*

## Word/OpenOffice :

- WYSIWYG (What you see is what you get) (on gère et la forme et le contenu)
- Facile d'accès

## L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X :

- Mise en forme gérée par LateX : on se concentre uniquement sur le *contenu*

## Word/OpenOffice :

- WYSIWYG (What you see is what you get) (on gère et la forme et le contenu)
- Facile d'accès

## L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X :

- Mise en forme gérée par LateX : on se concentre uniquement sur le *contenu*
- Demande un apprentissage du langage. Doit corriger des bugs...



## Word/OpenOffice :

- WYSIWYG (What you see is what you get) (on gère et la forme et le contenu)
- Facile d'accès
- Problèmes de mise en page (saut d'image, changement de la numérotation...)

## L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X :

- Mise en forme gérée par LateX : on se concentre uniquement sur le *contenu*
- Demande un apprentissage du langage. Doit corriger des bugs...

- Insérer des formules mathématiques

- Insérer des formules mathématiques
- Hiérarchiser facilement du texte en chapitres, sections, sous-sections...

- Insérer des formules mathématiques
- Hiérarchiser facilement du texte en chapitres, sections, sous-sections...
- Créer une table des matières

- Insérer des formules mathématiques
- Hiérarchiser facilement du texte en chapitres, sections, sous-sections...
- Créer une table des matières
- Insérer images, légendes, tableaux, lignes de codes...

- Insérer des formules mathématiques
- Hiérarchiser facilement du texte en chapitres, sections, sous-sections...
- Créer une table des matières
- Insérer images, légendes, tableaux, lignes de codes...
- Faire des références (à un paragraphe, une figure, une équation...)

- Insérer des formules mathématiques
- Hiérarchiser facilement du texte en chapitres, sections, sous-sections...
- Créer une table des matières
- Insérer images, légendes, tableaux, lignes de codes...
- Faire des références (à un paragraphe, une figure, une équation...)
- Gérer simplement la bibliographie

# Comment ça marche ?



# Comment ça marche ?

- 1 Ouvrez TexMaker

# Comment ça marche ?

- 1 Ouvrez TexMaker
- 2 Créez un nouveau document et l'enregistrer dans un dossier vide (par exemple sous le nom "intro\_latex"). Il s'agit d'un fichier au format .tex

# Comment ça marche ?

- 1 Ouvrez TexMaker
- 2 Créez un nouveau document et l'enregistrer dans un dossier vide (par exemple sous le nom "intro\_latex"). Il s'agit d'un fichier au format .tex
- 3 Essayez la ligne de code suivante :

# Comment ça marche ?

- 1 Ouvrez TexMaker
- 2 Créez un nouveau document et l'enregistrer dans un dossier vide (par exemple sous le nom "intro\_latex"). Il s'agit d'un fichier au format .tex
- 3 Essayez la ligne de code suivante :

Code  $\LaTeX$

```
\documentclass{article}
\begin{document}
Hello World !
\end{document}
```

# Comment ça marche ?

- 1 Ouvrez TexMaker
- 2 Créez un nouveau document et l'enregistrer dans un dossier vide (par exemple sous le nom "intro\_latex"). Il s'agit d'un fichier au format .tex
- 3 Essayez la ligne de code suivante :

Code  $\LaTeX$

```
\documentclass{article}  
\begin{document}  
Hello World !  
\end{document}
```

- 4 Compilez le document en PDFLaTeX et cliquez sur voir PDF

# Comment ça marche ?

- 1 Ouvrez TexMaker
- 2 Créez un nouveau document et l'enregistrer dans un dossier vide (par exemple sous le nom "intro\_latex"). Il s'agit d'un fichier au format .tex
- 3 Essayez la ligne de code suivante :

Code  $\LaTeX$

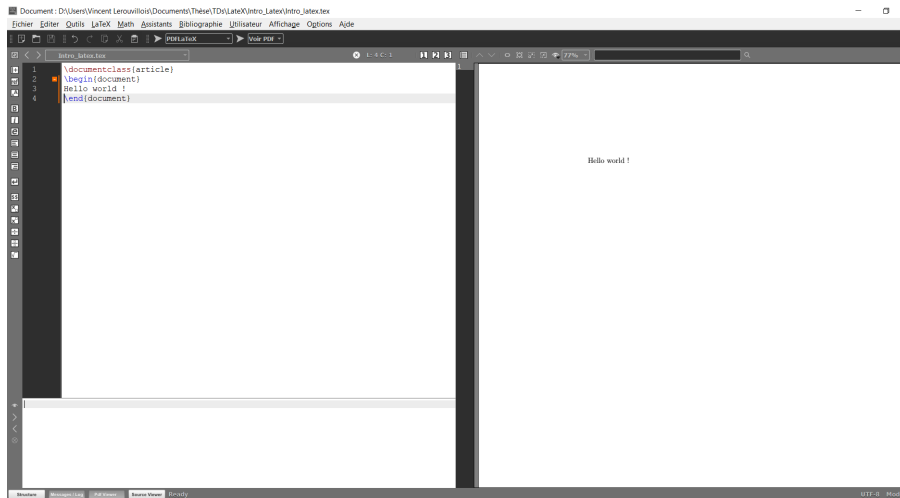
```
\documentclass{article}
\begin{document}
Hello World !
\end{document}
```

- 4 Compilez le document en PDFLaTeX et cliquez sur voir PDF

Résultat

Hello World !

Vous devriez obtenir ceci :



- Jetez un oeil à votre dossier contenant votre document



- Jetez un oeil à votre dossier contenant votre document
- $\LaTeX$  a compilé votre fichier .tex en un fichier .pdf

- Jetez un oeil à votre dossier contenant votre document
- $\LaTeX$ a compilé votre fichier .tex en un fichier .pdf
- Essayez d'ouvrir votre fichier .pdf

- Jetez un oeil à votre dossier contenant votre document
- $\LaTeX$  a compilé votre fichier .tex en un fichier .pdf
- Essayez d'ouvrir votre fichier .pdf
- N'oubliez pas de le fermer avant de reprendre l'édition de votre fichier .tex

- Jetez un oeil à votre dossier contenant votre document
- $\LaTeX$  a compilé votre fichier .tex en un fichier .pdf
- Essayez d'ouvrir votre fichier .pdf
- N'oubliez pas de le fermer avant de reprendre l'édition de votre fichier .tex
- Vous trouverez aussi dans ce dossier des fichiers annexes .toc, .aux ; .bib produits par la compilations

- Jetez un oeil à votre dossier contenant votre document
- $\LaTeX$  a compilé votre fichier .tex en un fichier .pdf
- Essayez d'ouvrir votre fichier .pdf
- N'oubliez pas de le fermer avant de reprendre l'édition de votre fichier .tex
- Vous trouverez aussi dans ce dossier des fichiers annexes .toc, .aux ; .bib produits par la compilations

# Classes de documents

Formulation :

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

# Classes de documents

Formulation :

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

Exemple de classes : article, book, report, letter, beamer ...



Formulation :

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

Exemple de classes : article, book, report, letter, beamer ...

Code  $\LaTeX$

```
\documentclass[french,12pt,twoside,a4paper]{article}
%classe du document :
%article (à utiliser pour des textes courts)
%options :
%french (langue utilisée pour la typographie...)
%12 pt (taille de la police, par défaut 10pt)
%twoside (impression recto-verso)
%a4paper (format du papier)
```



$\LaTeX$  est par défaut configuré en anglais. Pour utiliser la typographie française et les accents, il faut une commande spéciale.

$\LaTeX$  est par défaut configuré en anglais. Pour utiliser la typographie française et les accents, il faut une commande spéciale. Essayez le code suivant :

Code  $\LaTeX$

```
Bonjour \‘a tous les \’el\‘eves de l’ISFA !
```

$\LaTeX$  est par défaut configuré en anglais. Pour utiliser la typographie française et les accents, il faut une commande spéciale. Essayez le code suivant :

Code  $\LaTeX$

```
Bonjour \‘a tous les \’el\‘eves de l’ISFA !
```

Résultat

Bonjour à tous les élèves de l’ISFA !

$\LaTeX$  est par défaut configuré en anglais. Pour utiliser la typographie française et les accents, il faut une commande spéciale. Essayez le code suivant :

Code  $\LaTeX$

```
Bonjour \'a tous les \'el\'eves de l'ISFA !
```

Résultat

Bonjour à tous les élèves de l'ISFA !

↪ On va se simplifier la vie en utilisant des packages spécifiques à la langue française.

# Les packages pour le français

# Les packages pour le français

(à placer dans le préambule)

Code  $\LaTeX$

```
\usepackage[utf8]{inputenc}
% permet à l'éditeur de texte d'interpréter les
% caractères supportés par l'encodage utf8.
\usepackage[T1]{fontenc}
% permet la lecture des caractères spéciaux
\usepackage[french]{babel}
% le texte généré suivra la convention
% de la langue choisie (ici le français).
```



# Les packages pour le français

(à placer dans le préambule)

Code  $\LaTeX$

```
\usepackage[utf8]{inputenc}
% permet à l'éditeur de texte d'interpréter les
% caractères supportés par l'encodage utf8.
\usepackage[T1]{fontenc}
% permet la lecture des caractères spéciaux
\usepackage[french]{babel}
% le texte généré suivra la convention
% de la langue choisie (ici le français).
```

Code  $\LaTeX$

```
Bonjour à tous les élèves de l'ISFA !
```

# Les packages pour le français

(à placer dans le préambule)

Code  $\LaTeX$

```
\usepackage[utf8]{inputenc}
% permet à l'éditeur de texte d'interpréter les
% caractères supportés par l'encodage utf8.
\usepackage[T1]{fontenc}
% permet la lecture des caractères spéciaux
\usepackage[french]{babel}
% le texte généré suivra la convention
% de la langue choisie (ici le français).
```

Code  $\LaTeX$

```
Bonjour à tous les élèves de l'ISFA !
```

Résultat

Bonjour à tous les élèves de l'ISFA !

# Mise en forme de base

## Code $\LaTeX$

```
% Commandes avec arguments :  
\textbf{texte en gras} \\  
\textit{texte en italique} \\  
\underline{texte souligné} \\  
\emph{texte mis en valeur} \\  
% Remarque : Le \\ permet de revenir à la ligne
```

## Code $\LaTeX$

```
% Commandes avec arguments :  
\textbf{texte en gras} \\  
\textit{texte en italique} \\  
\underline{texte souligné} \\  
\emph{texte mis en valeur} \\  
% Remarque : Le \\ permet de revenir à la ligne
```

## Résultat

**texte en gras**

*texte en italique*

texte souligné

*texte mis en valeur*



## Code $\LaTeX$

```
% Bascules sans arguments :  
Ce texte est \tiny minuscule,  
\footnotesize très petit,  
\small petit,  
\normalsize moyen,  
\large grand,  
\Large très grand
```

## Code $\LaTeX$

```
% Bascules sans arguments :  
Ce texte est \tiny minuscule,  
\footnotesize très petit,  
\small petit,  
\normalsize moyen,  
\large grand,  
\Large très grand
```

## Résultat

Ce texte est minuscule, très petit, petit, moyen, grand, très grand



## Code L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X

```
% Pour revenir à une taille normale,  
% il faut rebasculer sur \normalsize  
\Large On passe de très grand \normalsize à normal
```

## Code $\LaTeX$

```
% Pour revenir à une taille normale,  
% il faut rebasculer sur \normalsize  
\Large On passe de très grand \normalsize à normal
```

## Résultat

On passe de très grand à normal

## Code L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X

```
% Pour revenir à une taille normale,  
% il faut rebasculer sur \normalsize  
\Large On passe de très grand \normalsize à normal
```

## Résultat

On passe de très grand à normal

## Code L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X

Le texte est normal de base mais  
{\tiny peut devenir tout petit entre les accolades}  
avant de reprendre sa taille normale.

## Code L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X

```
% Pour revenir à une taille normale,  
% il faut rebasculer sur \normalsize  
\Large On passe de très grand \normalsize à normal
```

## Résultat

On passe de très grand à normal

## Code L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X

```
Le texte est normal de base mais  
{\tiny peut devenir tout petit entre les accolades}  
avant de reprendre sa taille normale.
```

## Résultat

Le texte est normal de base mais peut devenir tout petit entre les accolades avant de reprendre sa taille normale.

## Code $\LaTeX$

```
\usepackage{color}
% permet d'utiliser des couleurs

% Bascule avec argument :
Le texte devient \color{red} rouge
puis il redevient \color{black} noir.
```

## Code $\LaTeX$

```
\usepackage{color}
% permet d'utiliser des couleurs

% Bascule avec argument :
Le texte devient \color{red} rouge
puis il redevient \color{black} noir.
```

## Résultat

Le texte devient rouge puis il redevient noir.



## Code $\LaTeX$

```
% Environnement :
```

```
\begin{center}
```

```
texte centré
```

```
\end{center}
```

```
\begin{flushleft}
```

```
texte aligné à gauche
```

```
\end{flushleft}
```

```
\begin{flushright}
```

```
texte aligné à droite
```

```
\end{flushright}
```



# Alignement

## Code $\LaTeX$

```
% Environnement :  
\begin{center}  
texte centré  
\end{center}  
  
\begin{flushleft}  
texte aligné à gauche  
\end{flushleft}  
  
\begin{flushright}  
texte aligné à droite  
\end{flushright}
```

## Résultat

texte centré

texte aligné à gauche

texte aligné à droite

# Alignement

## Code $\LaTeX$

```
% Environnement :  
\begin{center}  
texte centré  
\end{center}  
  
\begin{flushleft}  
texte aligné à gauche  
\end{flushleft}  
  
\begin{flushright}  
texte aligné à droite  
\end{flushright}
```

## Résultat

texte centré

texte aligné à gauche

texte aligné à droite

↔ Remarquez la différence entre les **commandes**, les **bascules** et les **environnements**.

# E spacements et tabulations

# E spacements et tabulations

Code  $\text{\LaTeX}$

```
Un espace ou          beaucoup  d'espaces  
  reviennent   au même   ...
```

# E spacements et tabulations

## Code $\LaTeX$

```
Un espace ou          beaucoup  d'espaces  
  reviennent   au même    ...
```

## Résultat

Un espace ou beaucoup d'espaces reviennent au même ...

# E spacements et tabulations

Code  $\LaTeX$

```
Un espace ou          beaucoup  d'espaces  
  reviennent   au même    ...
```

Résultat

Un espace ou beaucoup d'espaces reviennent au même ...

Code  $\LaTeX$

```
... et les espaces au début de ligne sont ignorés !
```

# E spacements et tabulations

Code  $\LaTeX$

```
Un espace ou          beaucoup  d'espaces  
  reviennent  au même  ...
```

Résultat

Un espace ou beaucoup d'espaces reviennent au même ...

Code  $\LaTeX$

```
... et les espaces au début de ligne sont ignorés !
```

Résultat

... et les espaces au début de ligne sont ignorés !

Code  $\LaTeX$

Une ligne vide

crée un nouveau paragraphe.



## Code $\LaTeX$

Une ligne vide

crée un nouveau paragraphe.

## Résultat

Une ligne vide

crée un nouveau paragraphe.

Code  $\LaTeX$

```
Une ligne vide
```

```
crée un nouveau paragraphe.
```

Résultat

Une ligne vide

crée un nouveau paragraphe.

Code  $\LaTeX$

```
On peut aussi revenir \\ à la ligne comme cela
```

Code  $\LaTeX$

Une ligne vide

crée un nouveau paragraphe.

Résultat

Une ligne vide

crée un nouveau paragraphe.

Code  $\LaTeX$

On peut aussi revenir  $\backslash$  à la ligne comme cela

Résultat

On peut aussi revenir  
à la ligne comme cela

## Code $\LaTeX$

Plusieurs lignes vides

reviennent à une ligne vide.

## Code $\LaTeX$

```
Plusieurs lignes vides
```

```
reviennent à une ligne vide.
```

## Résultat

Plusieurs lignes vides  
reviennent à une ligne vide.

## Code L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X

Il est temps de tourner la page.

`\newpage`

Essayons un espace vertical : `\\`

`\vspace{1cm}`

Maintenant, `\hspace{3cm}` un espace horizontal. `\\`

Encore mieux : `\hfill` fendons le texte.

## Résultat

Il est temps de tourner la page.

Essayons un espace vertical :

Maintenant,  un espace horizontal.

Encore mieux :  fendons le texte.

## Code $\LaTeX$

```
\title{Introduction à \LaTeX}  
\author{Auteur \thanks{auteur@expertenlatex.fr} \\  
Rapport de TER \\  
ISFA}  
\date{\today}  
  
\begin{document}  
\maketitle  
  
...  
  
\end{document}
```

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

Auteur\*  
Rapport de TER  
ISFA

7 février 2018

---

\*auteur@expertenlatex.fr



## Code $\LaTeX$

```
\section*{Introduction}
% le * permet de ne pas être numéroté
\section{Commandes de bases}
\subsection{LateX en Français}
\paragraph{Les packages pour le français}
\subsection{Mise en forme du texte}
\section{Page de garde}
```

## Code $\LaTeX$

```
\section*{Introduction}
% le * permet de ne pas être numéroté
\section{Commandes de bases}
\subsection{LateX en Français}
\paragraph{Les packages pour le français}
\subsection{Mise en forme du texte}
\section{Page de garde}
```

↔ Essayez la commande `\tableofcontents` juste après le `\maketitle`

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

Auteur\*  
Rapport de TER  
ISFA

7 février 2018

### Table des matières

<b>1</b>	<b>Commandes de bases</b>	<b>2</b>
1.1	L <sup>A</sup> T <sub>E</sub> X en Français . . . . .	2
1.2	Mise en forme de base . . . . .	2
<b>2</b>	<b>Page de garde</b>	<b>2</b>

---

\*auteur@expertenlatex.fr

## Code L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X

```
\usepackage[top=4cm, bottom=4cm, left=2.5cm,  
right=2.5cm]{geometry}  
% Permet de choisir la taille des marges
```



## Code $\LaTeX$

Pour utiliser  $\LaTeX$ , il faut :

```
\begin{itemize}
```

```
\item de la concentration
```

```
\item de la rigueur
```

```
\item beaucoup de pratique !!
```

```
\end{itemize}
```

## Code $\LaTeX$

Pour utiliser  $\LaTeX$ , il faut :

```
\begin{itemize}
```

```
\item de la concentration
```

```
\item de la rigueur
```

```
\item beaucoup de pratique !!
```

```
\end{itemize}
```

## Résultat

Pour utiliser  $\LaTeX$ , il faut :

- de la concentration
- de la rigueur
- beaucoup de pratique !!

# Les listes : itemize



On peut aussi choisir les items :

Code  $\LaTeX$

Pour utiliser  $\LaTeX$ , il faut :

```
\begin{itemize}
```

```
\item[i)] de la concentration
```

```
\item[-] de la rigueur
```

```
\item[c)] beaucoup de pratique !!
```

```
\end{itemize}
```

On peut aussi choisir les items :

Code  $\LaTeX$

Pour utiliser  $\LaTeX$ , il faut :

```
\begin{itemize}
```

```
\item[i)] de la concentration
```

```
\item[-] de la rigueur
```

```
\item[c)] beaucoup de pratique !!
```

```
\end{itemize}
```

Résultat

Pour utiliser  $\LaTeX$ , il faut : Pour utiliser  $\LaTeX$ , il faut :

- i) de la concentration
- de la rigueur
- c) beaucoup de pratique !!

# Les listes : enumerate

## Code $\LaTeX$

Pour faire des pâtes :

```
\begin{enumerate}
\item Faire bouillir de l'eau
\item Mettre les pâtes
\item Attendre 10 min
\item Egoutter
\end{enumerate}
```

## Code $\LaTeX$

```
Pour faire des pâtes :  
\begin{enumerate}  
\item Faire bouillir de l'eau  
\item Mettre les pâtes  
\item Attendre 10 min  
\item Egoutter  
\end{enumerate}
```

## Résultat

- Pour faire des pâtes :
- 1 Faire bouillir de l'eau
  - 2 Mettre les pâtes
  - 3 Attendre 10 min
  - 4 Egoutter

# Les listes : enumerate imbriqués

# Les listes : enumerate imbriqués

Essayez de rajouter le temps de cuisson des pâtes.

Code  $\LaTeX$

Pour faire des pâtes :

```
\begin{enumerate}
\item Faire bouillir de l'eau
\item Mettre les pâtes
\item Attendre :
\begin{enumerate}
\item 9 min pour des pâtes craquantes
\item 10 min pour des pâtes aldente
\item 11 min pour des pâtes molles
\end{enumerate}
\item Egoutter
\end{enumerate}
```

Pour faire des pâtes :

- 1 Faire bouillir de l'eau
- 2 Mettre les pâtes
- 3 Attendre :
  - 1 9 min pour des pâtes craquantes
  - 2 10 min pour des pâtes aldente
  - 3 11 min pour des pâtes molles
- 4 Egoutter



# Les listes : description

## Code $\LaTeX$

```
Pour utiliser  $\LaTeX$  sur windows, il faut installer :  
 $\begin{description}$   
 $\item$ [MiKTeX :] Une ditribution TeX.  
 $\item$ [TexMaker :] Un éditeur de texte.  
 $\item$ [Adobe Reader :] Un lecteur de PDF.  
 $\end{description}$ 
```

## Code $\LaTeX$

```
Pour utiliser  $\LaTeX$  sur windows, il faut installer :  
 $\begin{description}$   
 $\item$ [MiKTeX :] Une ditribution TeX.  
 $\item$ [TexMaker :] Un éditeur de texte.  
 $\item$ [Adobe Reader :] Un lecteur de PDF.  
 $\end{description}$ 
```

## Résultat

Pour utiliser  $\LaTeX$  sur windows, il faut installer :

- MiKTeX : Une ditribution TeX.
- TexMaker : Un éditeur de texte.
- Adobe Reader : Un lecteur de PDF.

# Insertion d'image

## Code L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X

```
\usepackage{graphicx}
```

```
%permet d'insérer des images
```

```
% Seulement des images au format jpeg ou png
```

```
% Il faut que l'image soit dans le même dossier que
```

```
% votre fichier .tex
```

```
\includegraphics{nom_de_l_image}
```

# Insertion d'image

## Code $\LaTeX$

```
\usepackage{graphicx}
```

```
%permet d'insérer des images
```

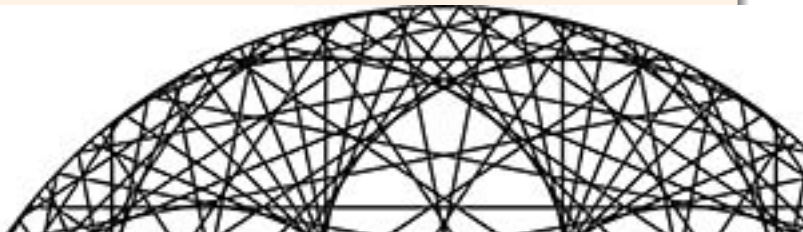
```
% Seulement des images au format jpeg ou png
```

```
% Il faut que l'image soit dans le même dossier que
```

```
% votre fichier .tex
```

```
\includegraphics{nom_de_l_image}
```

## Résultat



# Insertion d'image

## Code $\LaTeX$

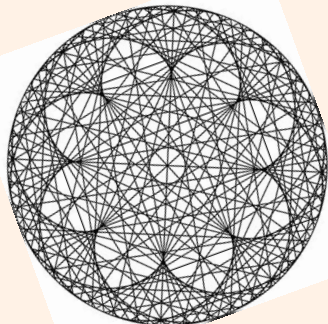
```
% On peut aussi spécifier l'échelle et l'inclinaison :  
\includegraphics[scale=0.3,angle=20]{nom_de_l_image}
```

# Insertion d'image

## Code $\LaTeX$

```
% On peut aussi spécifier l'échelle et l'inclinaison :  
\includegraphics[scale=0.3,angle=20]{nom_de_l_image}
```

## Résultat



# Image flottante

Meilleure solution : LaTeX optimise le placement de l'image et les numérote !

Code  $\LaTeX$

```
\begin{figure}[htbp]
\begin{center}
\includegraphics[scale=0.3]{nom_de_l_image}
\caption{Mon Dessin}
\end{center}
\end{figure}

% Option de placement dans l'ordre de préférence
% h : here
% t : top
% b : bottom
% p : page annexe

% \caption permet de mettre une légende
```



## Résultat

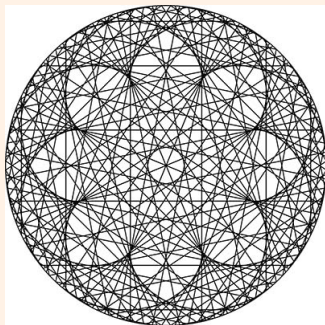


Figure – Mon Dessin



## Code L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X

```
\usepackage{amsthm}
% permet de créer de nouveaux environnements
% du type théorème

\theoremstyle{plain}
\newtheorem{theorem}{Théorème}
\newtheorem{res}{Résultats}

\begin{theorem}
Il existe une infinité de nombres premiers.
\end{theorem}

\begin{res}
L'étude réalisée montre que ...
\end{res}
```

## Code $\LaTeX$

```
\usepackage{amsthm}

\theoremstyle{remark}
\newtheorem*{remark}{Remarque}

\theoremstyle{definition}
\newtheorem*{definition}{Définition}
% L'étoile permet de ne pas numéroter

\begin{remark}
Remarquons que ...
\end{remark}
```

## Code $\LaTeX$

```
\section{Références}\label{sec:reference}
```

Nous arrivons à la fin de la  
partie `\ref{sec:reference}`  
sur la mise en forme du texte.

```
% \ref{truc} fait référence  
% à la numérotation de \label{truc}
```

## Code $\LaTeX$

```
\section{Références}\label{sec:reference}
```

Nous arrivons à la fin de la  
partie `\ref{sec:reference}`  
sur la mise en forme du texte.

```
% \ref{truc} fait référence  
% à la numérotation de \label{truc}
```

## Résultat

Nous arrivons à la fin de la partie 4 sur la mise en forme du texte.

## Code $\LaTeX$

```
\section{Références}\label{sec:reference}
```

Nous arrivons à la fin de la partie `\ref{sec:reference}` sur la mise en forme du texte.

```
% \ref{truc} fait référence  
% à la numérotation de \label{truc}
```

## Résultat

Nous arrivons à la fin de la partie 4 sur la mise en forme du texte.

↔ Si vous changez l'ordre des sections,  $\LaTeX$  adaptera la numérotation automatiquement !

Autre exemple :

Code  $\LaTeX$

```
\begin{theorem}\label{theo:racine}  
$\sqrt{2}$ est irrationnel  
\end{theorem}
```

Le théorème `\ref{theo:racine}` énoncé  
à la page `\pageref{theo:racine}`  
peut se montrer par l'absurde.



Autre exemple :

Code  $\LaTeX$

```
\begin{theorem}\label{theo:racine}  
$\sqrt{2}$ est irrationnel  
\end{theorem}
```

Le théorème `\ref{theo:racine}` énoncé  
à la page `\pageref{theo:racine}`  
peut se montrer par l'absurde.

Théorème

$\sqrt{2}$  est irrationnel

Le théorème 1 énoncé à la page 120 peut se montrer par l'absurde.

Essayez la commande suivante dans le préambule :

Code  $\LaTeX$

```
\usepackage{hyperref}
```

## Code $\LaTeX$

```
un canard\footnote{bestiole qui fait coin}  
un ornithorynque\footnote{bestiole qui fait rire}  
un ours\footnote{bestiole qui fait mal}
```

## Code L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X

```
un canard\footnote{bestiole qui fait coin}  
un ornithorynque\footnote{bestiole qui fait rire}  
un ours\footnote{bestiole qui fait mal}
```

## Résultat

un canard<sup>1</sup> un ornithorynque<sup>2</sup> un ours<sup>3</sup>

- 
1. bestiole qui fait coin
  2. bestiole qui fait rire
  3. bestiole qui fait mal

Ouvrez un nouveau fichier. Enregistrez le dans le même dossier au nom "biblio.bib". Dans ce fichier, rentrez votre bibliographie :

## Code $\text{\LaTeX}$

```
@book{imp,  
author={Chevalier, Céline AND Pichaureau, Paul},  
title={Latex pour l' impatient},  
publisher={Minimax 3\ieme{} édition},  
year={2005}  
}  
  
@misc{Ope,  
author={Les Zéros},  
title={OpenClassrooms},  
month={},  
year={2017},  
note={https://openclassrooms.com/courses/  
redigez-des-documents-de-qualite-avec-latex}  
}
```

Enregistrez votre fichier et revenez sur votre fichier de départ "intro\_latex.tex". Rajoutez la ligne de code à l'endroit où vous voulez faire apparaître la bibliographie :

#### Code $\LaTeX$

```
\bibliographystyle{plain}
\nocite{*}
\bibliography{biblio}
% \nocite{*} permet d'afficher quand même
les sources que vous n'avez pas citées.
```



## Remarque

- $\text{\LaTeX}$  classe par ordre alphabétique les noms d'auteurs.
- En plus de @book et @misc, il y a @article, @manual, @phdthesis ... (voir [?]).





Elle marche comme la commande `\ref`

Code  $\LaTeX$

```
OpenClassrooms \cite{Ope} est très bien  
pour apprendre les bases.
```

Elle marche comme la commande `\ref`

Code  $\LaTeX$

```
OpenClassrooms \cite{Ope} est très bien  
pour apprendre les bases.
```

Résultat

OpenClassrooms [?] est très bien pour apprendre les bases.

Elle marche comme la commande `\ref`

Code  $\LaTeX$

```
OpenClassrooms \cite{Ope} est très bien  
pour apprendre les bases.
```

Résultat

OpenClassrooms [?] est très bien pour apprendre les bases.

Remarque

On peut aussi gérer la bibliographie grâce à *BibTeX* et une interface graphique comme *JabRef* ou *Zotero* (voir les cours en ligne de D.Bitouzé [?]).

## Code $\LaTeX$

```
\usepackage{listingsutf8}
% Permet d'insérer du code
% Attention aux accents !
\begin{lstlisting}
Il s'agit d'un texte \emph{non interprete} par \LaTeX :
S=0
for i=1:n
do S=S*i
\end{lstlisting}
```

## Code $\LaTeX$

```
\usepackage{listingsutf8}
% Permet d'insérer du code
% Attention aux accents !
\begin{lstlisting}
Il s'agit d'un texte \emph{non interprete} par \LaTeX :
S=0
for i=1:n
do S=S*i
\end{lstlisting}
```

## Résultat

```
Il s'agit d'un texte \emph{non interprete} par \LaTeX :
S=0
for i=1:n
do S=S*i
```

# Insertion de lignes de code : lstinputlisting

Code  $\LaTeX$

```
\lstset{inputencoding=utf8/latin1}  
% permet de gérer les accents  
\lstinputlisting[language=Python, firstline=14,  
lastline=24]{bal.py}
```

## Code $\LaTeX$

```
\lstset{inputencoding=utf8/latin1}  
% permet de gérer les accents  
\lstinputlisting[language=Python, firstline=14,  
lastline=24]{bal.py}
```

## Résultat

```
h=[0]*L #liste nulle de taille L  
for k in range(n):  
    x=randrange(L)  
    h[x]=max(h[(x-1)%L],h[x%L]+1,h[(x+1)%L])  
m=max([x for x in h])  
plt.bar(range(L), h, 1.0, color='k' )  
plt.axis([0,L,0,m+1])  
plt.xlabel('L')  
plt.ylabel('h')  
plt.title("Ballistic_deposition")
```



Code  $\text{\LaTeX}$

```
\begin{tabular}{cc}  
1 & 2 \\  
3 & 4 \\  
\end{tabular}  
% c = centré
```

## Code $\text{\LaTeX}$

```
\begin{tabular}{cc}  
1 & 2 \\  
3 & 4 \\  
\end{tabular}  
% c = centré
```

## Résultat

1	2
3	4

Code  $\text{\LaTeX}$

```
\begin{tabular}{|c|c|l|r|}  
\hline  
1 & 2 & 3 & 4 \\  
\hline  
centrée & centrée & à gauche & à droite \\  
\hline  
\end{tabular}
```

## Code $\LaTeX$

```
\begin{tabular}{|c|c|l|r|}  
\hline  
1 & 2 & 3 & 4 \\ \hline  
centrée & centrée & à gauche & à droite \\ \hline  
\end{tabular}
```

## Résultat

1	2	3	4
centrée	centrée	à gauche	à droite

## Code $\LaTeX$

```
\usepackage{amsmath}

\begin{description}
\item[Equation en ligne :]  $(a+b)^2=a^2+2ab+b^2$ 
\item[Equation hors ligne :]
\[
f(x)=\frac{\exp(-\frac{x^2}{2})}{\sqrt{2 \pi}}
\]
\end{description}
```

## Code L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X

```
\usepackage{amsmath}

\begin{description}
\item[Equation en ligne :]  $(a+b)^2=a^2+2ab+b^2$ 
\item[Equation hors ligne :]
\[
f(x)=\frac{\exp(-\frac{x^2}{2})}{\sqrt{2 \pi}}
\]
\end{description}
```

## Résultat

Equation en ligne :  $(a + b)^2 = a^2 + 2ab + b^2$

Equation hors ligne :

$$f(x) = \frac{\exp(-\frac{x^2}{2})}{\sqrt{2\pi}}$$

# Les espaces en environnement mathématiques

Pour créer des espaces en environnement mathématiques, on utilise les commandes :

$\backslash,$  : espace fin

$\backslash:$  : espace moyen

$\backslash;$  : grand espace

$\backslash!$  : petit espace négatif

# Les espaces en environnement mathématiques

Pour créer des espaces en environnement mathématiques, on utilise les commandes :

- $\backslash,$  : espace fin
- $\backslash:$  : espace moyen
- $\backslash;$  : grand espace
- $\backslash!$  : petit espace négatif

Code  $\LaTeX$

```
\[  
\forall x \! > \! 0, \! \exists y, \! ; x=y^2.  
\]
```



# Les espaces en environnement mathématiques

Pour créer des espaces en environnement mathématiques, on utilise les commandes :

- `\,` : espace fin
- `\:` : espace moyen
- `\;` : grand espace
- `\!` : petit espace négatif

Code  $\LaTeX$

```
\[  
\forall x \! > \! 0, \! \exists y, \! ; x=y^2.  
\]
```

Résultat

$$\forall x > 0, \exists y, x = y^2.$$

Code  $\LaTeX$

```
\[  
\text{On a pour tout entier } \$n$, } \; \sum_{k=1}^n k =  
\frac{n(n+1)}{2}.  
\]
```

## Code $\LaTeX$

```
\[  
\text{On a pour tout entier } \$n$, } \; \sum_{k=1}^n k =  
\frac{n(n+1)}{2}.  
\]
```

## Résultat

On a pour tout entier  $n$ , 
$$\sum_{k=1}^n k = \frac{n(n+1)}{2}.$$

Code  $\LaTeX$ 

```
\[  
\lim_{n \to \infty} \int_0^1 \sum_{k=0}^n x^k \, dx =+ \infty  
\]
```

Code  $\LaTeX$ 

```
\[  
\lim_{n \to \infty} \int_0^1 \sum_{k=0}^n x^k \ :  
dx = + \infty  
\]
```

Résultat

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \int_0^1 \sum_{k=0}^n x^k dx = +\infty$$

Lorsque vous insérer une formule mathématique dans du texte en utilisant des \$, l'affichage est différent :

Code  $\LaTeX$

L'affichage est compact mais pas très joli :

```
$ \lim_{n \to \infty} \int_0^1 \sum_{k=0}^n x^n \backslash:
dx = + \infty $
```

Lorsque vous insérez une formule mathématique dans du texte en utilisant des \$, l'affichage est différent :

Code  $\LaTeX$

L'affichage est compact mais pas très joli :

```
$ \lim_{n \to \infty} \int_0^1 \sum_{k=0}^n x^k dx = + \infty $
```

Résultat

L'affichage est compact mais pas très joli :

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \int_0^1 \sum_{k=0}^n x^k dx = +\infty$$

Essayez la commande `displaystyle` :

Code  $\LaTeX$

L'affichage est plus aéré :

```
$ \displaystyle \lim_{n \to \infty} \int_0^1  
\sum_{k=0}^n x^k \, dx = +\infty
```

Résultat

L'affichage est plus aéré :  $\lim_{n \rightarrow \infty} \int_0^1 \sum_{k=0}^n x^k \, dx = +\infty$



Code  $\LaTeX$ 

```
\[  
X_n \underset{n \to \infty}{\overset{\text{p.s}}{\longrightarrow}} X_{\infty}  
\]
```

Résultat

$$X_n \underset{n \rightarrow \infty}{\overset{\text{p.s}}{\longrightarrow}} X_{\infty}$$

Code  $\LaTeX$

```
\usepackage{dsfont}  
\usepackage{amsfonts}
```

On considère l'espace probabilisé suivant :

```
\[  
(\mathbb{N}, \mathcal{P}(\mathbb{N}), \mathbf{P})  
\]
```

## Code $\LaTeX$

```
\usepackage{dsfont}  
\usepackage{amsfonts}
```

On considère l'espace probabilisé suivant :

```
\[  
(\mathbb{N}, \mathcal{P}(\mathbb{N}), \mathbf{P})  
\]
```

## Résultat

On considère l'espace probabilisé suivant :

$$(\mathbb{N}, \mathcal{P}(\mathbb{N}), \mathbf{P})$$

## Code $\LaTeX$

% A placer dans le préambule :

```
\newcommand{\N}{\mathbb{N}}
```

```
\newcommand{\R}{\mathbb{R}}
```

```
\newcommand{\Pro}{\mathbf{P}}
```

```
\newcommand{\Esp}{\mathbb{E}}
```

```
\newcommand{\1}{\mathds{1}}
```

```
\[
```

```
\forall k \in \N, \; \Esp[\1_{X=k}] = \Pro(X=k)
```

```
\]
```

## Code $\LaTeX$

```
% A placer dans le préambule :  
\newcommand{\N}{\mathbb{N}}  
\newcommand{\R}{\mathbb{R}}  
\newcommand{\Pro}{\mathbf{P}}  
\newcommand{\Esp}{\mathbb{E}}  
\newcommand{\1}{\mathds{1}}  
  
\[  
\forall k \in \N, \; \Esp[\1_{X=k}] = \Pro(X=k)  
\]
```

## Résultat

$$\forall k \in \mathbb{N}, \mathbb{E}[\mathbf{1}_{X=k}] = \mathbf{P}(X = k)$$

## Code L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X

Si  $x,y,z$  sont les longueurs des trois côtés d'un triangle rectangle, alors :

```
\begin{equation}\label{eq:1}
```

```
x^2+y^2=z^2
```

```
\end{equation}
```

On fait référence à une équation avec la commande `eqref` :

$(x,y,z)=(3,4,5)$  est solution de l'équation `\eqref{eq:1}`.

## Code $\LaTeX$

Si  $x,y,z$  sont les longueurs des trois côtés d'un triangle rectangle, alors :

```
\begin{equation}\label{eq:1}
```

$$x^2+y^2=z^2$$

```
\end{equation}
```

On fait référence à une équation avec la commande `eqref` :

$(x,y,z)=(3,4,5)$  est solution de l'équation `\eqref{eq:1}`.

## Résultat

Si  $x,y,z$  sont les longueurs des trois côtés d'un triangle rectangle, alors :

$$x^2 + y^2 = z^2 \tag{1}$$

On fait référence à une équation avec la commande `eqref` :

$(x,y,z) = (3,4,5)$  est solution de l'équation (1).

# Equation sur plusieurs lignes

## Code $\LaTeX$

```
\begin{equation}
\forall x \in \mathbb{R}, \quad |x|=
\left \{
\begin{aligned}
x & \text{, } \text{si } x \geq 0 \\
-x & \text{, } \text{si } x < 0
\end{aligned}
\right.
\end{equation}
% le & permet d'aligner ce que l'on souhaite
```



# Equation sur plusieurs lignes

## Code $\LaTeX$

```
\begin{equation}
\forall x \in \mathbb{R}, \quad |x| =
\left \{
\begin{aligned}
x & \text{, si } x \geq 0 \\
-x & \text{, si } x < 0
\end{aligned}
\right.
\end{equation}
% le & permet d'aligner ce que l'on souhaite
```

## Résultat

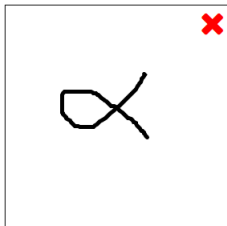
$$\forall x \in \mathbb{R}, |x| = \begin{cases} x \text{ si } x \geq 0 \\ -x \text{ si } x < 0 \end{cases} \quad (2)$$

Pour chercher le code Latex associé à un symbol mathématiques, vous pouvez le dessiner à la main sur le site **Detexify**.

Pour chercher le code Latex associé à un symbol mathématiques, vous pouvez le dessiner à la main sur le site **Detexify**.

## Detexify

classify symbols



### Want a Mac app?

Lucky you. The Mac app is finally stable enough. See how it works on [Vimeo](#). Download the latest version [here](#).

*Restriction:* In addition to the LaTeX command the unlicensed version will copy a reminder to purchase a license to the clipboard when you select a symbol.

You can [purchase a license here](#):

 Buy Detexify for Mac

If you need help contact [mail@danielkirs.ch](mailto:mail@danielkirs.ch).

### What is this?

- 

Score: 0.080888576860775  
`\alpha`  
 mathmode
- 

Score: 0.11221015657857872  
`\usepackage{ upgreek }`  
`\upalpha`  
 mathmode
- 

Score: 0.1289171056739386  
`\propto`  
 mathmode
- 

Score: 0.15120113079560926  
`\usepackage{ amssymb }`  
`\varpropto`  
 mathmode
- 

Score: 0.16601406410655073  
`\usepackage{ amssymb }`  
`\ltimes`  
 mathmode

The symbol is not in the list? [Show more](#)

Did this help?

Hosting Detexify costs money and if it helps you may consider helping to pay the hosting bill.

[Donate](#)

[Flattr](#)


[QR](#)

Code  $\LaTeX$ 

```
\setlength{\fboxsep}{8mm}  
% Espacement entre le texte et la boîte  
\setlength{\fboxrule}{2mm}  
% Epaisseur du trait  
\fbox{Une boîte}
```

Code  $\LaTeX$ 

```
\setlength{\fboxsep}{8mm}  
% Espacement entre le texte et la boîte  
\setlength{\fboxrule}{2mm}  
% Epaisseur du trait  
\fbox{Une boîte}
```



Une boîte

## Code $\LaTeX$

```
\usepackage{multicol}
```

```
\begin{multicols}{2}
```

Faisons un essai : voyons comment  $\LaTeX$ {}  
découpe notre texte en deux morceaux.

Sont-ils bien séparés ?

```
\end{multicols}
```

Code  $\LaTeX$

```
\usepackage{multicol}
```

```
\begin{multicols}{2}
```

Faisons un essai : voyons comment  $\LaTeX$ {}  
découpe notre texte en deux morceaux.

Sont-ils bien séparés ?

```
\end{multicols}
```

Faisons un essai : voyons  
comment  $\LaTeX$  découpe notre

texte en deux morceaux. Sont-ils  
bien séparés ?

Certaines structures de documents (bibliographies, thèses, CV ...) existent déjà en ligne.



Certaines structures de documents (bibliographies, thèses, CV ...) existent déjà en ligne.

- Allez par exemple sur le site :  
<https://www.sharelatex.com/templates>

Certaines structures de documents (bibliographies, thèses, CV ...) existent déjà en ligne.

- Allez par exemple sur le site :  
<https://www.sharelatex.com/templates>  
ou sur <https://www.overleaf.com/>

Certaines structures de documents (bibliographies, thèses, CV ...) existent déjà en ligne.

- Allez par exemple sur le site :  
<https://www.sharelatex.com/templates>  
ou sur <https://www.overleaf.com/>
- Téléchargez par exemple un CV dans un nouveau dossier et ouvrez le avec TexMaker.

Certaines structures de documents (bibliographies, thèses, CV ...) existent déjà en ligne.

- Allez par exemple sur le site :  
<https://www.sharelatex.com/templates>  
ou sur <https://www.overleaf.com/>
- Téléchargez par exemple un CV dans un nouveau dossier et ouvrez le avec TexMaker.
- Il ne vous reste plus qu'à compléter les champs pré-établis et à apporter des modifications à votre goûts.

Certaines structures de documents (bibliographies, thèses, CV ...) existent déjà en ligne.

- Allez par exemple sur le site :  
<https://www.sharelatex.com/templates>  
ou sur <https://www.overleaf.com/>
- Téléchargez par exemple un CV dans un nouveau dossier et ouvrez le avec TexMaker.
- Il ne vous reste plus qu'à compléter les champs pré-établis et à apporter des modifications à votre goûts.

### Remarque

Ces sites permettent aussi de créer des documents collaboratif !