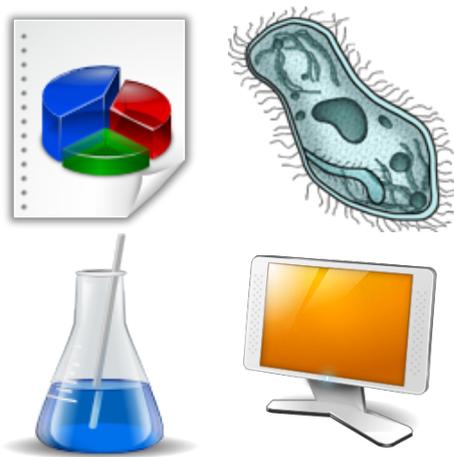


Quelques conseils pour la rédaction d'un rapport scientifique

Gaëlle Lelandais et Pierre Poulain
prenom.nom@univ-paris-diderot.fr



Résumé Ce document a pour objectif de vous aider à rédiger au mieux **un rapport scientifique** (en particulier en bioinformatique). Il peut s'agir d'un compte-rendu de travaux pratiques, de la présentation des résultats d'un projet ou bien d'un rapport de fin de stage. Les conseils donnés dans ce document sont complémentaires (sans pour autant les remplacer) des consignes fournies par votre encadrant ou responsable de projet.

N'hésitez pas à nous contacter si vous remarquez des erreurs ou pour nous faire part de vos commentaires.

Merci aux contributeurs : Jennifer Becq, Catherine Lesourd, Alexandre G. de Brevern, Christel Goudot, Lydie Vamparys, Patrick Fuchs, Romain Laurent, Bénédicte Chommeloux.

Version du 6 juillet 2010

1 Structure et plan

L'organisation d'un rapport scientifique doit être claire et apparaître de manière évidente à la lecture du manuscrit. Sauf indication contraire, voici le plan classiquement employé :

Résumé Ce texte, relativement court (une demi-page au maximum), est toujours le bienvenu si le rapport fait plus de 5 ou 6 pages. Il rappelle de manière concise le contexte scientifique de l'étude, présente les principaux résultats et souligne les conclusions majeures.

Introduction Cette première partie du rapport doit présenter en détail le contexte scientifique (travaux antérieurs), l'originalité et l'objectif du travail que vous avez effectué. Elle indique également le déroulement du rapport (présentation du plan) sans pour autant présenter l'ensemble des résultats obtenus.

Matériels et méthodes Cette section peut se trouver soit juste après l'introduction, soit à la fin du rapport (après la conclusion). La partie matériels et méthodes doit être rédigée avec beaucoup de soin puisqu'elle doit permettre à toute personne qui le souhaite de reproduire vos résultats. En particulier, vous devez préciser la provenance des données de votre étude, la manière dont elles ont été analysées, les programmes informatiques utilisés, etc. Précisez également les références bibliographiques associées. Si vous avez utilisé des sites internet pour accéder à un service ou pour télécharger des programmes, des jeux de données, etc. indiquez leurs adresses.

Résultats C'est la partie la plus importante du rapport car vous y présentez en détail votre travail. Vos résultats doivent être présentés successivement selon un ordre **logique** (qui ne suit pas nécessairement l'ordre chronologique dans lequel vous les avez obtenus). Un paragraphe de résultats rappelle :

1. Votre objectif. Exemple : « afin de mettre en évidence une relation entre les gènes ».
2. Ce que vous avez fait. Exemple : « nous avons calculé un coefficient de corrélation entre les mesures d'expression des gènes (voir la partie méthodes) ».
3. Ce que vous avez obtenu. Exemple : « la distribution de valeurs de corrélation est présentée Figure 1 ».
4. Un commentaire des résultats est enfin ajouté. Exemple : « Une dizaine de gènes montrent une corrélation significative ».

La partie résultats contient de nombreuses références à la partie matériels et méthodes ainsi que des références à vos figures et tableaux. Ceux-ci peuvent être directement insérés dans le texte, ou se trouver en fin de document. Il est ainsi très important de les numéroter de manière unique. Les phrases du type « voir le tableau ci-dessous » sont à proscrire au profit de « voir le tableau 1 ». N'oubliez pas que les figures et tableaux doivent être présentés individuellement puis commentés.

Discussion et conclusion C'est la dernière section du rapport. Elle résume les principaux résultats en les situant dans le contexte scientifique actuel. Cette partie est aussi l'occasion de proposer une ouverture du sujet en proposant éventuellement des analyses supplémentaires.

Références Localisée en toute fin du rapport, cette section répertorie l'ensemble des références bibliographiques (articles, livres, sites internet ...) citées dans le rapport. Les références sont généralement numérotées par ordre d'apparition ([1], [2] ...) dans le texte ou avec un identifiant du type [Toto, 2010], où *Toto* est le nom du premier auteur et 2010 l'année de publication. Dans la partie références, elles sont rappelées par leur numéro (ou leur identifiant) et sont associées à la liste complète des auteurs, au titre de l'article, nom du journal, numéro de volume, numéro de pages et année de publication.

Ex. : [1] B. Kaba, N. Pinet, G. Lelandais, A. Sigayret, and A. Berry, Clustering Gene Expression Data Using Graph Separators *In Silico Biol.* 7 : 433–452 (2007).

2 Contenu

Figures

À titre d'exemple, des figures avec leur numéro, leur titre et leur légende sont représentées figure 1 et figure 2.

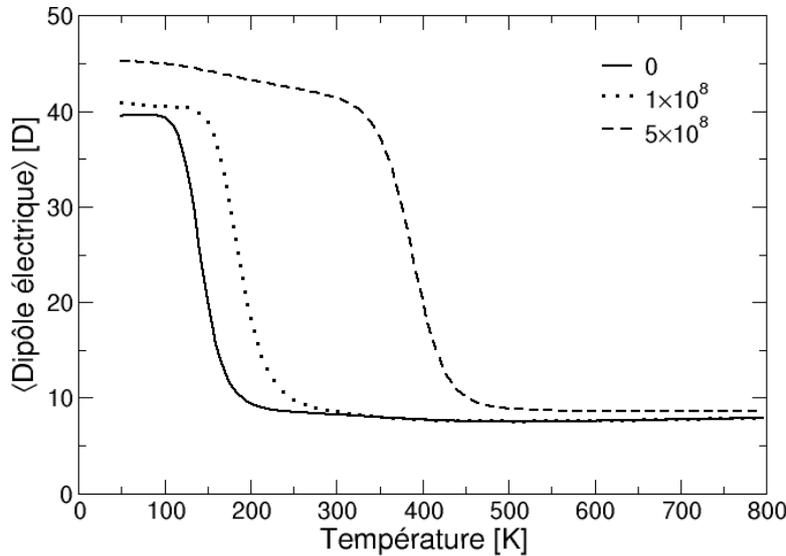


Figure 1 – Variations de la moyenne du dipôle électrique du peptide Ala₁₂ en fonction de la température. Différentes valeurs de champs électriques sont représentées : 0 V/m (trait plein), 1 × 10⁸ V/m (pointillé) et 5 × 10⁸ V/m (tiret).

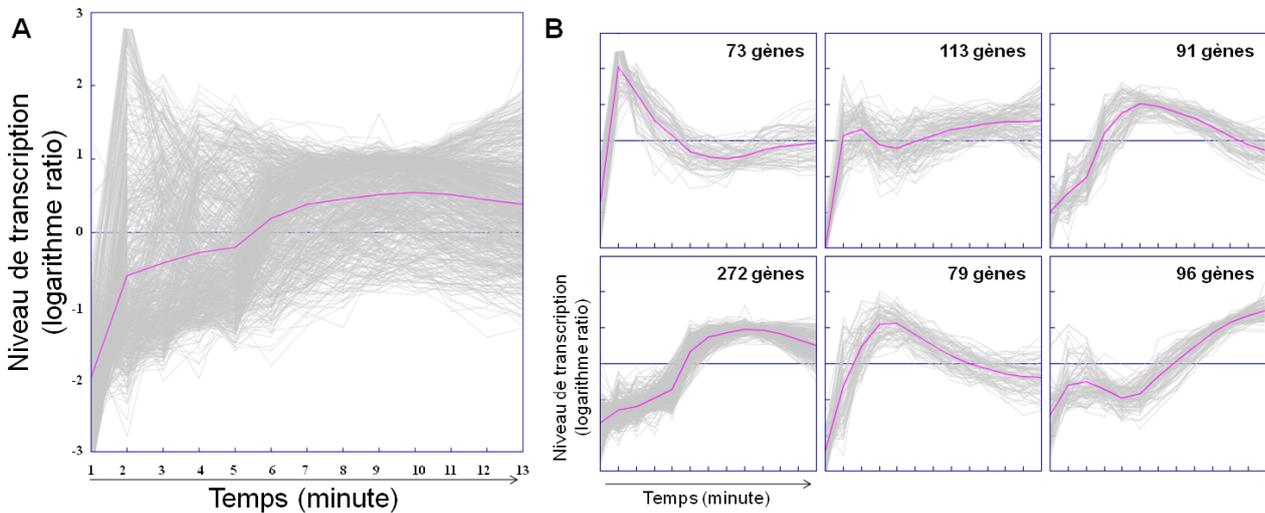


Figure 2 – Principe de la classification des gènes selon leurs niveaux de transcription mesurés par la technologie des puces à ADN (A) Les différentes courbes sur les graphiques présentent les mesures obtenues pour un ensemble de 724 gènes issus de la publication (Mata, 2002), avec en abscisse différents temps de mesure (en minute) et en ordonnée les niveaux de transcription (logarithme du ratio des intensités). Les données ont été centrées/réduites (voir la partie Matériels et Méthodes). (B) Résultat d'une classification des gènes présentés en (A) en 6 classes par l'algorithme des *k-means* (voir la partie Matériels et Méthodes). Les images ont été réalisées à l'aide du logiciel GENESIS (Sturn, 2002).

Les figures doivent être numérotées de manière consécutive suivant leur ordre d'apparition dans le texte (Figure 1, Figure 2, etc.). La référence à une figure se fait systématiquement par son numéro. On ne fait pas référence à une figure par des expressions comme « ci-dessus » ou « ci-contre ».

Chaque figure comporte donc un numéro, mais aussi **un titre et une légende**. La légende permet de comprendre la figure sans avoir à lire le texte. Tous les éléments graphiques présents doivent être clairement identifiés et décrits (couleur, épaisseur des traits, etc.). Chaque courbe est accompagnée par une légende. Les axes (abscisse et ordonnée) comportent également une légende avec les unités adéquates entre parenthèses ou entre crochets.

Si la figure contient une image que vous avez trouvée sur internet, il faut impérativement préciser sa source (l'adresse exacte de la page internet et pas `www.google.fr` ni `www.wikipedia.com`).

Enfin, dimensionnez vos figures pour qu'elles soient facilement lisibles. Redéfinissez, si besoin, la taille de la police et l'épaisseur des traits.

Tableaux

Tout comme les figures, les tableaux sont numérotés de manière consécutive. Ils sont également accompagnés d'un titre et d'une légende. Cette dernière devra rappeler tous les éléments nécessaires à la compréhension du tableau, y compris les symboles (*, †, ‡) ou renvois (¹, ²) éventuels.

2.1 Quelques conseils pratiques

Avant de débiter la rédaction des différentes parties de votre rapport, il faut définir un plan logique décrivant les principales idées que vous souhaitez mettre en avant.

D'autre part, il est difficile de rédiger un rapport en commençant par l'introduction et en terminant par la conclusion. Il est souvent plus aisé de débiter par la conception des figures (et des tableaux) qui permettent de synthétiser, d'illustrer et d'organiser la présentation des résultats. La partie Matériels et Méthodes peut être rédigée assez rapidement, sans porter trop d'attention au style. Enfin, les parties introduction et discussion étant les parties les plus importantes (car elles doivent mettre en valeur vos résultats), leur rédaction peut se faire à la fin¹, une fois que vous avez une vue d'ensemble de votre travail.

Votre style doit être précis et rigoureux. Éviter en particulier les expressions du type : « il y a », « c'est », « on voit clairement »...

Un rapport ne s'écrit pas en une seule fois. Lisez et relisez les différentes parties, si possible à plusieurs jours d'intervalle. Vous verrez ainsi certains défauts ressortir. Mettez vous à la place de votre lecteur qui n'est pas forcément spécialiste de votre travail et qui doit rapidement cerner le message principal de votre rapport.

3 Mise en page

3.1 Page de garde

La page de garde est la première page visible du rapport. Il est donc essentiel d'y apporter les informations suivantes :

- **nom(s), prénom(s) et n° d'étudiant** ;
- filière ;
- intitulé et code de l'enseignement concerné ;
- **titre du rapport** qui doit être court mais suffisamment explicite ;
- université et date.

Il est aussi de bon ton d'ajouter le logo de votre université ainsi que, le cas échéant, ceux des instituts et organismes qui vous financent ou qui vous hébergent (c'est-à-dire qui vous fournissent un bureau et un ordinateur).

1. ce qui ne veut pas dire au dernier moment ! Organisez-vous de façon à garder un temps suffisamment long pour les rédiger correctement.

3.2 Formatage général

Les **pieds de pages** doivent indiquer la date de rédaction du rapport, ainsi que le numéro de page et le nombre total de pages.

L'**en-tête** de la page peut être utilisé pour rappeler le titre du rapport.

Pour un rapport écrit, il convient d'utiliser une **police** avec empattements², dite *serif*, comme Times New Roman ou Palatino, car elles sont plus lisibles. Les empattements forment en effet un guide pour l'oeil, facilitant ainsi la lecture. Les polices sans empattements, dites *sans serif* (Arial, Helvetica), sont à réserver aux posters et aux supports de présentation.

Une taille de police de 11 est un minimum (éventuellement moins pour la bibliographie). Dans le cas d'un rapport, un interligne de 1,5 permet des annotations.

Pour insister sur un mot, vous pouvez le mettre en italique ou en gras, mais pas les deux. N'employez pas le souligné dont l'usage n'est maintenant plus justifié.

Les marges sont suffisamment larges (1,5 ou 2 cm) pour aérer la page et supporter quelques annotations.

Les différentes parties et sous-parties doivent être numérotées. Une page de table de matières, placée juste après la page de garde, est toujours utile car elle permet très rapidement de visualiser le découpage du rapport et de trouver les parties voulues.

4 Typographie scientifique française

La typographie est un ensemble de conventions mises en place pour faciliter la lecture de textes. Il convient donc de la respecter. Pour en savoir plus sur la typographie, voici quelques documents que vous pouvez consulter : *Du respect de certaines règles typographiques* de T. Lorino [1], *Petites leçons de typographie* de J. André [2], *Le petit typographe rationnel* de E. Saudrais [3] et bien sur la référence en la matière, *Lexiques des règles typographiques en usage à l'imprimerie nationale* [4].

Notez que la typographie anglaise est différente de la typographie française. Voici pour le moment, quelques éléments de typographie (française) qui peuvent vous être utiles.

Phrase

Même si cela semble évident, souvenez-vous qu'une phrase commence par une **majuscule** et se termine par un **point**. La construction standard est **sujet + verbe + complément**. Dans la mesure du possible, évitez les phrases nominales (qui ne contiennent pas de verbe).

Ponctuation

La ponctuation structure une phrase. Il faut une espace³ avant et une après les doubles signes de ponctuation comme le deux-points, le point-virgule, le point d'exclamation et le point d'interrogation. Il ne faut par contre qu'une seule espace après les signes simples comme le point ou la virgule.

Majuscules

Les majuscules sont toujours accentuées. Tous les traitements ou formateurs de texte modernes le permettent.

Ex. : On écrit ainsi PROTÉINE et pas PROTEINE.

N'oubliez pas de mettre un accent sur la préposition à lorsqu'elle est utilisée en début de phrase.

2. [http://fr.wikipedia.org/wiki/Empattement_\(typographie\)](http://fr.wikipedia.org/wiki/Empattement_(typographie))

3. En typographie, lorsqu'il désigne la séparation entre deux mots ou symboles, le mot espace est féminin.

Titre

Un titre prend une majuscule sur le premier mot (mais pas sur les autres, sauf les noms propres), ne commence pas par un article, ne comporte pas de signe de ponctuation final, ne se trouve jamais en bas de page et n'est pas souligné. Un titre peut être mis en valeur avec du gras ou une police sans empattement (Arial ou Helvetica).

Mots étrangers

Les noms d'**origine étrangère** s'écrivent en italique.

Ex. : L'augmentation du *root mean square deviation* pendant la simulation est corrélée avec le dépliement du β *sheet*. Ce résultat est en accord avec les observations réalisées *in vitro*.

Pour autant, utilisez toujours la traduction française correspondante lorsque celle-ci est disponible et qu'elle signifie bien la même chose. L'emploi de terme anglais ne rend pas votre rapport plus crédible, bien au contraire.

Ex. : L'augmentation de l'écart quadratique moyen pendant la simulation est corrélé avec le dépliement du feuillet β . Ce résultat est en accord avec les observations réalisées *in vitro*.

L'écriture en italique concerne aussi les **noms d'espèces**, qui sont d'origine latine, et qui prennent en plus une majuscule sur le nom de genre.

Ex. : *Saccharomyces cerevisiae*, *Escherichia coli*.
Les abréviations correspondantes sont, respectivement, *S. cerevisiae* et *E. coli*, qu'il faut définir avant d'utiliser.

Dans les exemples précédents, *Saccharomyces* et *Escherichia* sont des noms de genre et *cerevisiae* et *coli* sont des noms d'espèce. Par contre, les noms de famille, d'ordre, d'embranchement, de souche, de sérotype, etc. ne s'écrivent pas en italique.

Ex. : Bacteria, Proteobacteria, Gammaproteobacteria, Enterobacteriales, Enterobacteriaceae, *Escherichia*, *Escherichia coli* K-12 MG1655

Sigles et abréviations

Les sigles doivent être expliqués avant d'être utilisés.

Ex. : La simulation de dynamique moléculaire (DM) montre une ouverture de boucle. Le rayon de giration augmente rapidement puis se stabilise pendant la DM.

Aucun sigle n'est *a priori* évident. En biologie, on admettra néanmoins comme connu acide désoxyribonucléique (ADN), acide ribonucléique (ARN) et éventuellement résonance magnétique nucléaire (RMN). Tous les autres sigles (HMM, SVM, RMSD, RMSF, DM, MC...) sont donc à définir (une seule fois) avant d'être employés. De plus, les sigles ne marquent pas le pluriel (contrairement à l'anglais).

Le tableau 1 rappelle quelques abréviations usuelles, qu'il ne faut pas confondre avec des sigles. Les termes etc. (*et cetera*) et cf. (*confer*) ne s'écrivent pas en italique car ils ont été adoptés par l'usage. Il n'en est pas de même pour *i. e.* (*id est*).

L'abréviation etc. est équivalente aux points de suspension (...) mais on utilise l'un ou l'autre, jamais les deux en même temps.

Unités

Les unités sont toujours séparées de leurs valeurs numériques respectives par une espace insécable, c'est-à-dire que l'espace est toujours accolée au mot qui le précède et au mot qui le suit. Les deux mots sont ainsi liés et ne peuvent, par exemple, pas être séparés par un retour à la ligne.

Tableau 1 – Quelques abréviations usuelles

terme	abréviation
premier, premiers, première, premières	1 ^{er} , 1 ^{ers} , 1 ^{re} , 1 ^{res}
second, seconds, seconde, secondes	2 nd , 2 ^{nds} , 2 ^{nde} , 2 ^{ndes}
deuxième, deuxièmes	2 ^e , 2 ^{es}
troisième, troisièmes	3 ^e , 3 ^{es}
numéro, numéros	n ^o , n ^{os}
exemple	ex.
c'est-à-dire	c.-à-d.
<i>id est</i>	<i>i. e.</i> (c'est-à-dire)
<i>confer</i>	cf. (voir, se reporter à)
<i>et cetera</i>	etc.
<i>et alii</i>	<i>et al.</i> (et les autres auteurs)
et collaborateurs	et coll. [5]

On obtient une espace insécable avec le caractère \sim en L^AT_EX et avec la combinaison de touches CTRL+MAJ+espace dans les traitements de texte OpenOffice.org Writer et Microsoft Word⁴.

Les noms d'unité marquent le pluriel, même lorsqu'elles dérivent d'un nom de personne.

Ex. : 7 mètres, 3 ampères, 2 ångströms, 10⁵ pascals.

Par contre, les symboles des unités sont invariables. Ils débutent par une majuscule lorsque l'unité dérive d'un nom propre.

Ex. : 7 m, 3 A, 2 Å, 10⁵ Pa.

Une attention particulière doit être portée au symbole ångström⁵ (Å), qui n'est ni A (ampère), ni A° (ampère degré) et encore moins Ä.

Pour mémoire, le tableau 2 (tiré de la référence [4]) rappelle les principales unités utilisées en bioinformatique.

Le tableau 3 précise également les préfixes et symboles de quelques multiples communs et qui sont accolés à l'unité.

Ex. : 2 kilomètres, 2 km.

Écriture des mathématiques

En mathématique, les variables s'écrivent en italique mais les fonctions connues (log, sin, cos, etc.) sont notées en romain (écriture droite). Une équation est un élément d'une phrase. La ponctuation lui est donc appliquée.

Ex. : L'énergie E entre deux points est

$$E = \cos(2x) + \sin(y), \quad (1)$$

où x est la coordonnée du premier point et y la coordonnée du second.

Chaque variable (E , x , y) ou fonction mathématique non triviale doit être clairement définie.

Les vecteurs peuvent s'écrire en italique gras ou en italique avec une flèche dessus.

Ex. : Le vecteur vitesse \mathbf{u} . Le vecteur position \vec{v} .

4. Source : http://fr.wikipedia.org/wiki/Espace_insécable

5. L'unité ångström peut s'écrire (en toutes lettres) angström, aangström ou angstrœm (d'après wikipédia <http://fr.wikipedia.org/wiki/Angstrom>).

Tableau 2 – **Principales unités utilisées en bioinformatique** Les unités du système international (SI) sont précisées.

Unité	Symbole	Commentaire
ångström	Å	distance, $1 \text{ Å} = 10^{-10} \text{ m} = 0,1 \text{ nm}$
mètre	m	distance (SI)
degré Celsius	°C	température
kelvin	K	température (SI), $0 \text{ °C} = 273,15 \text{ K}$
joule	J	énergie (SI)
calorie	cal	énergie, $1 \text{ cal} = 4,18 \text{ J}$
mole	mol	quantité de matière (SI)
bar	bar	pression (SI)
gramme	g	masse (SI)
heure	h	temps (SI)
unité arbitraire	UA	pour les logs, les rapports (les valeurs qui n'ont pas d'unité)

Tableau 3 – **Principaux multiples décimaux utilisés en bioinformatique**

préfixe	symbole	facteur multiplicatif
téra	T	10^{12}
giga	G	10^9
kilo	k	10^3
milli	m	10^{-3}
micro	μ	10^{-6}
nano	n	10^{-9}
pico	p	10^{-12}
femto	f	10^{-15}

Enfin, il faut éviter de commencer une phrase par un nombre ou un symbole mathématique.

Ex. : Un total de 345 protéines ont été étudiées.
La variable x est la première coordonnée dans l'espace.

Séparateur décimal

Le séparateur décimal est la virgule (et le point dans le système anglo-saxon). Les multiples de mille sont séparés par une espace (sauf pour les années, les codes postaux et les numéros de page).

Ex. : 12 456,123 ; l'année 2010 ; 75015 Paris.

Parenthèses

Une parenthèse ouvrante est précédée, mais pas suivie, d'une espace alors qu'une parenthèse fermante est suivie, mais pas précédée, d'une espace.

Guillemets

En français, les guillemets ouvrants sont représentés par « et les guillemets fermants par ». Les symboles " ou ' ne sont pas corrects.

5 Grammaire et orthographe

Un rapport scientifique doit être rédigé avec une orthographe et une grammaire irréprochables. Des fautes à répétition énervent votre lecteur qui se concentrera plus sur vos erreurs de français que vos résultats scientifiques. Tous les traitements de texte modernes proposent une correction orthographique et grammaticale. Ils existent également un certain nombre d'outils utilisables en ligne.

Enfin, sachez que certaines règles d'orthographe ont récemment été modifiées. Consultez à ce sujet le site <http://www.orthographe-recommandee.info>

6 Lecture supplémentaire

Pour compléter ces quelques conseils, vous pouvez lire le document (un peu plus ancien) de Philippe Godlewski [6].

Références

- [1] T. Lorino, *Du respect de certaines règles typographiques*, 2006.
<http://daedale.free.fr/img/typo.pdf>
- [2] J. André, *Petites leçons de typographie*, 2009.
<http://jacques-andre.fr/faqtypo/lessons.pdf>
- [3] E. Saudrais, *Le petit typographe rationnel*, 2005.
<http://pagesperso-orange.fr/eddie.saudrais/prepa/typo.pdf>
- [4] *Lexiques des règles typographiques en usage à l'imprimerie nationale*. Imprimerie Nationale. 2002.
- [5] Discussion à propos de et coll. et *et al. Points de langue*, numéro 52, 30 avril 2009.
http://www.druide.com/points_de_langue_52.html
- [6] Ph. Godlewski, *Conseils de rédaction pour la rédaction de documents scientifiques*, 2001.
http://www.infres.enst.fr/~ram/IMG/pdf/conseils_redaction_rapports_scientifiques-2.pdf

Crédits



Oxygen Team (GPL)



Icon Icon



Oxygen Team (GPL)



dReamxis (CC BY)