

Table of Contents

1 Rédaction scientifique

I LE FOND

2 Accueil

I.1 IMRaD

3 IMRaD ?! Qu'est-ce que c'est ?

- 3.1 Description
- 3.2 Usages
 - 3.2.1 Types de documents
 - 3.2.2 Types de sujet
- 3.3 Aller plus loin

4 Écrire l'Introduction

- 4.1 Objectifs
- 4.2 Contenu
 - 4.2.1 1.
 - 4.2.2 2.
 - 4.2.3 3.
 - 4.2.4 4.

5 Écrire les Méthodes

- 5.1 Objectifs
- 5.2 Contenu
 - 5.2.1 1. Introduction de la méthodologie employée
 - 5.2.2 2. Description de la méthodologie employée
 - 5.2.3 3. Précision des problèmes rencontrés, le cas échéant
- 5.3 Check-lists
 - 5.3.1 Décrire un essai expérimental
 - 5.3.2 Décrire une simulation numérique
 - 5.3.3 Décrire une démarche de conception

6 Écrire les Résultats

- 6.1 Objectifs
- 6.2 Conseils
 - 6.2.1 Ordonner ses résultats

- 6.2.2 Mettre en forme ses résultats
- 6.2.3 Commenter les résultats

7 Écrire la Discussion

- 7.1 Objectifs
- 7.2 Contenu
 - 7.2.1 Comparaison des résultats
 - 7.2.2 Principes démontrés par les résultats
 - 7.2.3 Confrontation avec l'état de l'art
 - 7.2.4 Confrontation aux hypothèses
 - 7.2.5 Contradictions/limites de l'étude

8 Écrire la Conclusion

- 8.1 Objectifs
- 8.2 Contenu
 - 8.2.1 1. Résumé des travaux
 - 8.2.2 2. Implication des résultats
 - 8.2.3 3. Perspectives de travail
- 8.3 Et la conclusion personnelle ?

9 Appliquer

- 9.1 Une structuration des idées...
- 9.2 ... au service des lecteurs et lectrices
- 9.3 Comment s'y prendre
 - 9.3.1 Rédiger dans le bon ordre
 - 9.3.2 Rédiger à temps
 - 9.3.3 Commencer par un plan détaillé et par les figures
 - 9.3.4 Utilisez les modèles fournis
 - 9.3.5 S'entraîner
 - 9.3.6 Demander un retour
- 9.4 Et maintenant ?

I.II Focus sur...

10 Écrire la bibliographie

- 10.1 Contenu
- 10.2 Mise en forme
- 10.3 La citation dans le corps du texte
 - 10.3.1 La citation
 - 10.3.2 L'appel à citation
- 10.4 La liste des références
- 10.5 En pratique

- 10.6 Et IMRaD dans tout ça ?
- 10.7 Et l'IA générative ?

11 Contenu

- 11.1 Titre
- 11.2 Auteur·e·s
- 11.3 Autres informations
- 11.4 Résumé

12 Écrire des remerciements

- 12.1 Objectifs

13 Décrire son entreprise

- 13.1 Pourquoi ?
- 13.2 Comment ?
 - 13.2.1 Positionnement de l'entreprise
 - 13.2.2 Votre positionnement au sein de l'entreprise
- 13.3 En pratique

II LA FORME

II.1 L'édition

14 Généralités sur l'édition

- 14.1 Rédiger des documents écrits
 - 14.1.1 Quel niveau de mise en page ?
- 14.2 Faire des présentations
 - 14.2.1 Présentation Markdown = Marp
 - 14.2.2 Présentation bureautique
 - 14.2.3 Présentation LaTeX

15 Introduction à Markdown

- 15.1 Qu'est-ce que Markdown ?
- 15.2 À quoi ressemble un fichier écrit en Markdown ?
- 15.3 Des fichiers sources au format texte
- 15.4 Pourquoi utiliser Markdown ?
- 15.5 Dans Markdown, comment faire...
 - 15.5.1 Les équations
 - 15.5.2 Les images
 - 15.5.3 Les tableaux
- 15.6 Les éditeurs Markdown
 - 15.6.1 Éditeurs à installer en local

- 15.6.2 Éditeurs en ligne
- 15.7 Markdown est-il parfait ?
- 15.8 Markdown + Pandoc =

16 Mettre en page vos documents

- 16.1 Qu'est-ce que la mise en page ?
- 16.2 Les pages d'un rapport scientifique
 - 16.2.1 La page de garde
 - 16.2.2 La page standard
- 16.3 Structuration du document
- 16.4 Synthétiser l'information
- 16.5 Agencer les éléments non-textuels

17 À propos de la typographie

- 17.1 Les polices et les fontes
 - 17.1.1 Définitions
 - 17.1.2 Avec ou sans empattement
 - 17.1.3 À éviter
- 17.2 Justification du texte

II.II Graphiques

18 Les figures dans les documents scientifiques

- 18.1 Les formats d'images
 - 18.1.1 Les images matricielles (bitmap)
 - 18.1.2 Les images vectorielles
- 18.2 Faire un joli graphique
 - 18.2.1 Un peu de théorie
 - 18.2.2 Les règles pour de jolis graphiques
- 18.3 Les logiciels
 - 18.3.1 Les tableurs : Excel, LibreCalc
 - 18.3.2 Matlab, Python, etc.
 - 18.3.3 Gnuplot
 - 18.3.4 Les notebooks
- 18.4 Exporter ses graphiques
 - 18.4.1 Depuis un tableur
 - 18.4.2 Depuis MatLab ou Python
 - 18.4.3 Depuis Gnuplot

II.III Écrire les mathématiques

19 Les équations dans les documents scientifiques

- 19.1 Les équations c'est du code avant tout
- 19.2 Équations sur Word
 - 19.2.1 Éditeur intégré
- 19.3 Équations sur Google Docs
- 19.4 Équations sur LibreOffice Writer
- 19.5 Équations en Markdown
- 19.6 Équations en LaTeX

20 Les chiffres et leur unité dans les documents scientifiques

- 20.1 Système décimal
- 20.2 Les unités
- 20.3 Équation ou pas équation ?
- 20.4 Les grands classiques À ÉVITER
 - 20.4.1 Des mots ou des chiffres ?
 - 20.4.2 Notation scientifique et notation machine
 - 20.4.3 Écrire les multiplications

21 Écrire les variables

- 21.1 Définitions
- 21.2 Choisir un symbole
- 21.3 Quelques conventions

II.IV Focus sur...

22 Focus sur... l'espace insécable

- 22.1 Définition
- 22.2 Dans quels cas l'utiliser ?
- 22.3 Espace "fine" insécable
- 22.4 Comment le saisir ?

23 Comment écrire des multiplications ?

- 23.1 En finir avec les étoiles de neige *
- 23.2 Le signe multiplication
 - 23.2.1 Comment saisir le signe

24 Partager son rapport

- 24.1 Format de partage ouvert
- 24.2 Nommer le document
- 24.3 Méta-données
- 24.4 Licenses

III LOGICIELS

25 Les logiciels que l'on recommande

- 25.1 Pour le graphisme
 - 25.1.1 Inkscape
 - 25.1.2 XnView
 - 25.1.3 ImageMagick
- 25.2 Pour la rédaction
 - 25.2.1 Overleaf
 - 25.2.2 Obsidian
 - 25.2.3 Typora
- 25.3 Pour tout le reste
 - 25.3.1 VSCode ou VSCodium
 - 25.3.2 Pandoc
 - 25.3.3 Notepad++
 - 25.3.4 Zotero

26 Crédits

- 26.1 Nos inspirations
- 26.2 Outils
- 26.3 License
- 26.4 Auteur·ices du site

1 Rédaction scientifique

Bienvenu-e sur la documentation de *Rédaction Scientifique*, le cours consacré aux questions de rédaction (de rapports, articles scientifiques, note de calcul, etc.).

Cette documentation s'adresse d'abord aux étudiant·e-s, mais pourra aussi intéresser les doctorant·e-s, et plus généralement toute personne qui se pose des questions sur la rédaction de documents scientifiques.

Le site est divisé en trois grandes sections :

Le fond

La méthode IMRAD vous aidera à construire le contenu et le plan de vos documents.

Allez à [Introduction à IMRAD](#)

La forme

Des tutoriels divers pour améliorer la qualité de vos figures, équations, et votre mise en page.

Allez à [Faire de beaux documents](#)

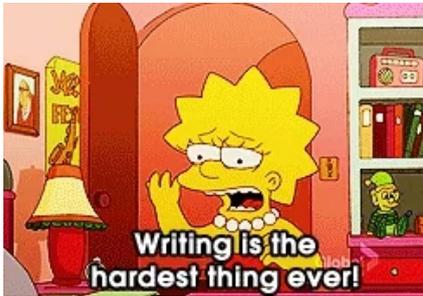
Les logiciels

Une rubrique dédiée aux conseils logiciels.

Allez à [Les logiciels à avoir](#)

I. LE FOND

2 Accueil



Vous éprouvez de la difficulté à écrire vos documents scientifiques et techniques ? Pas de panique, ce n'est pas une fatalité !

Dans cette section sur "le fond", découvrez la formule magique qui vous facilitera la vie :

- [▶ IMRaD ◀](#)

oui, on est un petit peu fan ... 😊

Rendez-vous aussi sur les pages "Focus sur..." (à gauche de votre écran, dans la navigation) pour découvrir les astuces essentielles sur des étapes qui souvent vous embêtent.



I.I IMRaD

3 IMRaD ?! Qu'est-ce que c'est ?

3.1 Description

IMRaD est un acronyme anglais qui signifie :

1. *Introduction*
2. *Methods*
3. *Results and*
4. *Discussion*

C'est le plan adopté par l'ensemble de la communauté scientifique depuis les années 1980 pour écrire des articles scientifiques, notamment dans les journaux de médecine¹. Dorénavant, ce plan standard se retrouve dans tout document scientifique et technique (article, rapport, note de calcul, etc.).

Cette formule 2-en-1 vous permettra à la fois de **structurer** votre document et de bien choisir son **contenu**.

Une fois chaque partie détaillée (cf. pages suivantes), vous n'aurez (presque) plus de questions à vous poser ! Il suffira de "remplir les cases".

L'essayer c'est l'adopter !

Le plan *IMRaD* vous permet de :

-  **Structurer votre pensée** : c'est en écrivant qu'on comprend ce que l'on a fait!
-  **Reproduire la démarche scientifique** : hypothèses → protocole → résultats → interprétation

3.2 Usages

3.2.1 Types de documents

Vous devez l'utiliser dans tout type de document, quelle que soit sa longueur :

- note technique de projet, compte rendu de TP
- rapport de stage, de semestre en apprentissage
- rapport technique en entreprise
- article scientifique, manuscrit de thèse

Règle n°1 : appliquer *IMRaD* partout

Vous devez mettre en place ce plan dans tous vos documents rédigés, d'autant plus si vous les partagez avec un tiers et/ou si vous êtes évalué-e.

si vous êtes un-e professionnel-le, on ne peut que vous recommander de faire de même ...

Les pages qui vont suivre ont pour objectif de vous convaincre du bien fondé de cette injonction 😊

3.2.2 Types de sujet

Disclaimer

Dans les pages qui vont suivre, les termes et les exemples utilisés sont souvent issus de la recherche en Mécanique des matériaux et des structures.

Déformation professionnelle : vos obligé-e-s sont enseignant-chercheur et enseignante-chercheuse dans ce domaine. Et il est vrai que *IMRaD* étant né dans la communauté scientifique, il est plus facile de l'illustrer ainsi...

NÉANMOINS :

Règle n°2: *IMRaD*, c'est pour tout le monde !

Cette structure s'applique à TOUS les sujets et TOUTES les disciplines.

Pour rester dans le domaine du Génie Mécanique, *IMRaD* s'applique aussi aux sujets qui vous paraissent "moins scientifiques", "plus techniques", ou "plus appliqués", comme la conception, la gestion de production, ou l'industrialisation de produit. Nous essaierons de vous donner des pistes pour structurer votre propos, y compris si vous êtes dans ce cas là.

Pour les visiteur-euse-s qui nous viennent d'autres contrées, bienvenue ! La plupart du contenu reste lisible même si la mécanique ne vous parle pas 😊

3.3 Aller plus loin

En français, et dans la suite, nous allons entrer un peu plus en détails, chaque partie répondant à une grande question sur votre sujet / votre étude :

1. Pourquoi ? → [Introduction](#)
2. Comment ? → [Méthodes](#)
3. Quoi ? → [Résultats](#)
4. Et donc ? → [Discussion](#)
5. En résumé ? → [Conclusion](#)

Cette structuration permet de **placer votre travail au centre** du document, avec une mise en contexte au début et une ouverture à la fin, ce qui est souvent représenté par la figure² ci-dessous :

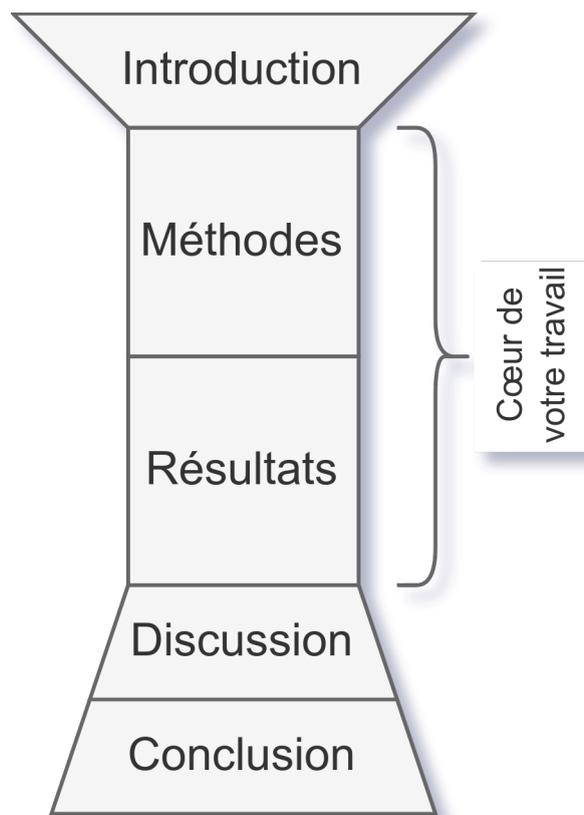


Figure 1: Structure du plan IMRaD en sablier.

Si vous souhaitez lire un bon exemple d'article scientifique *en français*, qui respecte bien le plan IMRaD, nous vous conseillons de parcourir les pages suivantes en compagnie du papier de Tumbajoy *et al.*³ et d'essayer d'y retrouver les notions présentées.

Nous ferons également un focus sur :

- [La bibliographie](#) ← **essentiel !**
- [La page de titre](#)
- [Les remerciements](#)

1. Sollaci, L. B. and Pereira, M. G. The introduction, methods, results, and discussion (IMRAD) structure: a fifty-year survey. *Journal of the Medical Library Association*, 92(3):364, 2004. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC442179/>. ←
2. Glasman-Deal, H. *Science Research Writing for Non-Native Speakers of English*. Imperial College Press, London ; Hackensack, NJ, 2010. ISBN 978-1-84816-309-6 978-1-84816-310-2. ←
3. Tumbajoy-Spindel, D., Kermouche, G., Descartes, S., Bergheau, J.-M., Lacaille, V., Guillonnet, G., and Michler, J. Identification des propriétés mécaniques des surfaces tribologiquement transformées (TTS) à partir des essais de nano-indentation et micro-compression de piliers. *Matériaux & Techniques*, 103(3):303, 2015. doi:10.1051/mattech/2015020. ←

4 Écrire l'Introduction

4.1 Objectifs

L'objectif de cette partie est, comme son nom l'indique, d'introduire votre sujet d'étude. Pour cela, on adopte une convention : aller du plus général au plus particulier. Vous devez replacer votre travail, spécifique, dans un contexte plus large, pour en expliciter les enjeux. D'où la forme en entonnoir dans la figure ci-dessous.

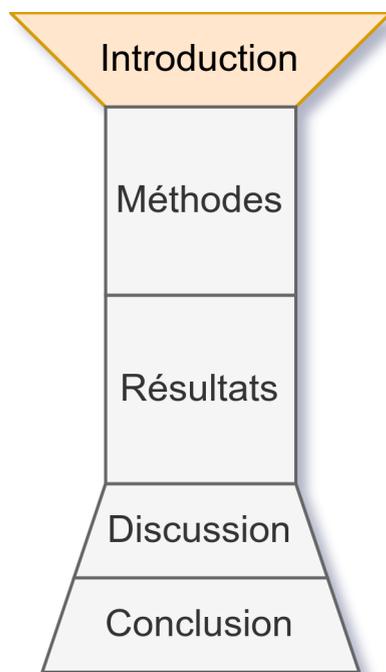


Figure 2: Structure du plan IMRaD en sablier - focus sur l'Introduction.

4.2 Contenu

Vous trouverez dans ce qui suit la structuration idéale de la partie Introduction, en 4 sous-parties. Suivant la longueur de votre document, chaque sous-partie peut correspondre à

- un paragraphe auquel il n'est pas nécessaire de donner un titre pour les documents courts
- une sous-partie numérotée avec un titre (inspiré de ceux proposés ici)

4.2.1 1. **Contexte** et motivation générale

- Établir l'**importance du domaine** dans lequel s'inscrit votre sujet pour en dégager les enjeux (environnementaux, industriels, économiques, sociaux, scientifiques, etc.) et motiver vos travaux
- Fournir des éléments / faits / informations sur le **contexte de l'étude** (le nom du produit/matériau étudié, le rôle de l'entreprise partenaire, les impacts/l'ampleur du phénomène étudié, etc.)
- Définir **les termes du titre** (termes inconnus, acronymes, concepts particuliers, etc.)

- Présenter **les contours du sujet**
 - donner le lien entre votre sujet et d'autres problématiques similaires, le cas échéant
 - circonscrire le sujet dans l'espace et/ou le temps, le cas échéant

Longueur



Suivant le type et la longueur de votre document, cette partie peut être assez courte, quelques phrases seulement.

Exemples



Compte rendu de TP

TODO

Note technique de projet

TODO

Rapport de stage

TODO

4.2.2.2. **État de l'art** sur le problème posé

- Que sait-on faire ?
- Que reste-t-il à faire ?

**Tip**

Cette partie peut être plus ou moins longue suivant l'exhaustivité de votre recherche bibliographique. C'est normalement ici que vous faites le plus appel aux ressources externes via des citations.

En entreprise, si n'avez pas vraiment fait de recherche bibliographique (c'est mal) ou que l'on vous a fourni peu de documents, uniquement internes, pensez à décrire avec vos mots ce qui prévalait avant votre arrivée : pourquoi vous a-t-on donné ce sujet ? comment faisait-on avant ? vers où veut-on aller ?

Exemples

Compte rendu de TP

TODO

Note technique de projet

TODO

Rapport de stage

TODO

4.2.3 3. Objectifs de l'étude

- Donner succinctement les objectifs de l'étude

Très souvent il s'agit de combler les lacunes de l'état de l'art, améliorer l'existant, établir un nouveau modèle, changer de fournisseur, etc.

- Décrire précisément **le problème** auquel vous proposez alors de répondre

 **Tip**

C'est normalement ici que vous formulez votre problématique. Cela peut être sous forme de question mais pas nécessairement. Dans tous les cas, la formulation de votre problème doit tenir dans une phrase, la plus explicite et précise possible. Choisissez bien vos mots.

- Préciser **les hypothèses** majeures que vous avez faites :
 - ce que vous n'avez pas pris en compte
 - ce que vous avez simplifié
 - ce que vous avez l'intention de tester dans votre étude

 **Exemples**

Compte rendu de TP

TODO

Note technique de projet

TODO

Rapport de stage

TODO

4.2.4 4. **Présentation** du rapport et du travail effectué

Dans cette dernière partie de l'Introduction vous devez fournir une transition vers la suite du document. Vous pouvez aborder l'un ou les deux points suivants :

- Décrire brièvement (en une ou deux phrases) la méthodologie employée et les résultats principaux
Il s'agit de donner envie de lire la suite, sans trop rentrer dans les détails, sans trop *spoiler*.
- Énoncer le **plan** du document

**Tip**

Souvent, on peut faire le deux points en même temps.

Example

La suite du document est organisé de la façon suivante : la partie 2 [Méthodes] présente le nouveau protocole expérimental utilisé pour réaliser l'étude et les résultats obtenus sont donnés dans la partie 3 [Résultats]. Nous montrerons dans la partie 4 [Discussion] que le choix du nouvel instrument de mesure est pertinent et permet d'accéder à de nouvelles données sur le matériau, difficiles à obtenir jusqu'alors. Enfin, nous concluons et donnerons des perspectives à ce travail dans la partie 5 [Conclusion].

5 Écrire les Méthodes

5.1 Objectifs

Dans cette partie, l'objectif est de décrire le plus précisément possible la méthodologie que vous avez employée pour produire vos Résultats et répondre à la question posée (problématique) en Introduction. Nous entrons maintenant dans le cœur de votre travail, comme schématisé ci-dessous.

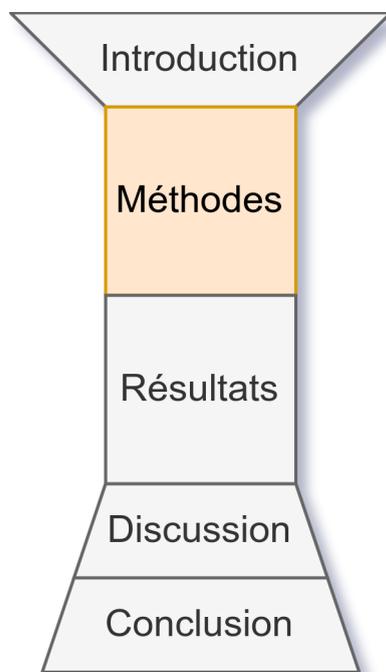


Figure 3: Structure du plan IMRaD en sablier - Focus sur les Méthodes.

Cette partie peut avoir plusieurs noms : "Méthodes", "Méthodologie", "Démarche", "Expériences", etc. Vous pouvez aussi lui donner un nom un peu plus explicite qui se rapporte à votre sujet, en utilisant les mots-clés qui lui sont associées (nom du matériau, de la pièce, du procédé, etc.).

Quoiqu'il en soit, la convention ici est très claire : cette partie doit permettre à la personne qui vous lit de reproduire votre démarche. C'est donc une partie clé, gage de votre **intégrité scientifique**, et de votre **honnêteté**.

Règle : précision et exhaustivité

Tout ce qui a été fait doit pouvoir être refait par la personne qui vous lit.

Bien sûr, on n'est jamais *totalem*ent exhaustif, mais visez de l'être autant que possible. Attention toutefois à rester concis 😊



Exhaustivité vs. concision



Exhaustivité et concision sont deux notions compatibles, contrairement aux idées reçues... C'est un exercice difficile mais vous devez fournir les informations les plus précises possibles, pour aider à la reproduction de votre démarche, tout en allant à l'essentiel, droit au but.

Pour se faire, rédiger d'abord cette partie sous forme de **liste ou de schéma bloc** des étapes qui permettent de **produire les résultats**. Faites ensuite des **phrases courtes** et simples pour transformer ces items en paragraphes. Utiliser des **termes techniques, précis** : vous vous adressez normalement dans cette partie à des initié·e·s.

✗ Ne pas faire de chronologique

Bien que cela soit très intéressant, il ne s'agit pas ici de raconter toutes les péripéties par lesquelles vous êtes passé·e avant de trouver la bonne démarche/le bon protocole/le bon calcul. Ici vous ne devez parler que de ce qui marche, la démarche doit être **linéaire** et **mener directement aux Résultats**.

Si vous avez rencontré beaucoup de difficultés ou souhaitez partager ces allers-retours il faut le faire dans une autre partie :

- soit dans une annexe pour un document court
- soit dans un chapitre dédié pour un document plus long (ex : rapport de stage)

Cela peut être utile si vous avez exploré des voies dont vous savez qu'elles sont sans issue.



Sujets plus "techniques" ou appliqués



Halte là ! Pour rappel, le plan IMRaD s'applique à TOUS les sujets, des "plus scientifiques", à la conception ou à la gestion de production - pour rester dans le domaine du Génie Mécanique.

En effet, dans tous les cas, vous avez employé une méthodologie et obtenu des résultats : la pièce défaillante a été re-conçue suivant une démarche de conception, le *process* a été amélioré suivant une démarche qualité, etc.

C'est cette **démarche** que vous devez décrire dans cette partie Méthodes.

5.2 Contenu

Vous trouverez dans ce qui suit la structuration idéale de la partie Méthodes, en 3 sous-parties. Suivant la longueur de votre document, chaque sous-partie peut correspondre à

- un paragraphe auquel il n'est pas nécessaire de donner un titre pour les documents courts
- une sous-partie numérotée avec un titre (inspiré de ceux proposés ici)

Le triptyque peut éventuellement être répété si vous avez plusieurs "Méthodes" à décrire.

Matériaux et Méthodes (*Materials and methods* en anglais)

Votre sujet porte sur la caractérisation des propriétés d'un matériau. Vous avez alors deux parties "Méthodes" à écrire :

- concernant le matériau (élaboration, fournisseur, propriétés connues, utilisation, etc.)
- concernant la méthode de caractérisation (instrument de mesure, machine de test, protocole expérimental)

Répétez le découpage suivant pour chaque partie.

5.2.1 1. Introduction de la méthodologie employée

Une courte introduction à la partie Méthodes consiste à :

- Donner un aperçu de la méthodologie (en utilisant les termes techniques associées par exemple)
- Rappeler l'objectif de l'étude et replacer la méthodologie par rapport à cet objectif

5.2.2 2. Description de la méthodologie employée

Vous rentrer ensuite dans le coeur technique. Il vous faut :

- Décrire **précisément** les équipements/matériaux/logiciels/théories utilisées

Tip

Pour se faire, référez vous aux Check-list ci-après

- **Justifier** les choix que vous avez faits

Expliciter *pourquoi* vous avez choisi tel ou telle matériau/configuration/machine/logiciel etc. plutôt qu'un ou une autre. Ceci est d'autant plus important si vous ne suivez pas une démarche standard à ce qui est fait habituellement dans votre domaine/votre entreprise ou que vous êtes en rupture avec ce qu'a fait la personne qui vous a précédé sur le sujet.

5.2.3 3. Précision des problèmes rencontrés, le cas échéant

Si vous avez dû adapter une méthodologie standard à un problème rencontré vous pouvez le détailler ici. Si vous n'avez pas réussi à surmonter la difficulté et que vos résultats risquent d'être influencés par cela, vous devez aussi le mentionner.

5.3 Check-lists

L'enjeu de la partie Méthodes est, vous l'avez compris, **l'exhaustivité et la précision**. Pour être sûr-e de ne rien oublier, nous vous fournissons 3 *check-lists*, pour des cas que vous êtes susceptibles de rencontrer en Génie Mécanique.

5.3.1 Décrire un essai expérimental

✓ **Check-list essai** ✓

✓ **Équipements et machines utilisées**

- ✓ Fonction
- ✓ Caractéristiques techniques (marque, calibre, etc.)

✓ **Échantillons étudiés**

- ✓ Matériau (nom, propriétés physiques/mécaniques connues/d'intérêt)
- ✓ Géométrie (forme, dimensions)
- ✓ Méthode d'obtention/de fabrication (fournisseur/technique d'élaboration)

✓ **Protocole de test**

- ✓ Conditions initiales et aux limites (déplacement, effort, etc.)
- ✓ Méthode d'application du chargement (durée, vitesse)

✓ **Instrumentation**

- ✓ Méthode de mesure, grandeurs imposées vs grandeurs mesurées
- ✓ Capteurs utilisés : caractéristiques techniques (marque, calibre, précision)

5.3.2 Décrire une simulation numérique

✓ | **Check-list simulation**✓

- ✓ **Modèle physique**
 - ✓ Hypothèses/cadre de modélisation
 - ✓ Modèle mathématique associé (équations, variables représentant les grandeurs d'intérêt)
- ✓ **Modèle numérique/discret**
 - ✓ Logiciel ou code de calcul utilisé
 - ✓ Matériau (nom, paramètres physiques/mécaniques)
 - ✓ Géométrie (forme, dimensions)
 - ✓ Discrétisation spatiale

🔧 **Calcul par éléments finis**✓

Décrire le maillage utilisé : géométrie, type, degré d'interpolation des éléments, raffinement du maillage (taille des éléments)
- ✓ Conditions aux limites et de chargement
- ✓ **Méthode de résolution** décrire le type de solveur utilisé:
 - ✓ linéaire/non-linéaire
 - ✓ statique/dynamique

5.3.3 Décrire une démarche de conception

✓ Check-list conception



- ✓ Diagramme des interacteurs
- ✓ Analyse fonctionnelle (fonctions principales et fonctions contraintes)
- ✓ Outil de classement/discrimination des fonctions prédominantes
- ✓ Recherche et choix de solutions
 - ✓ Méthode de recherche de solutions employée (technique de créativité, outils, etc.)
 - ✓ Méthode de discrimination des solutions (analyse TOPSIS, etc.)
- ✓ Outils de conception
 - ✓ CAO
 - ✓ Logiciel (nom, version)
 - ✓ Démarche (collaborative ou non, normée ou non)
 - ✓ Prototypage
 - ✓ Matériau
 - ✓ Équipements
 - ✓ Géométrie, dimensions
 - ✓ Autres

6 Écrire les Résultats

6.1 Objectifs

Dans cette partie, l'objectif est d'**exposer les résultats que vous avez obtenu**, de la façon la plus honnête, accessible/compréhensible et efficace possible. Mais c'est aussi le moment de **faire passer le message** principal de votre étude : "regardez, ça marche ! 🙌" ou alors "attention, ça ne marche pas ! 😞". Soignez cette partie, **c'est le cœur de votre travail**, et du sablier :

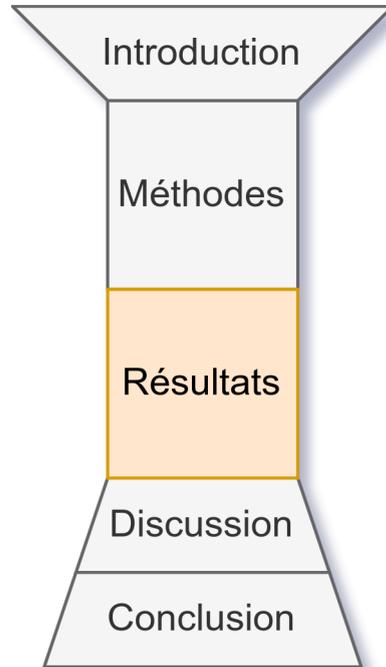


Figure 4: Structure du plan IMRaD en sablier - Focus sur les Résultats.

Règle : tous les résultats, et rien que les résultats

Présentez les données obtenues à l'état brut, telles que vous les avez obtenues : les résultats issus de la démarche employée ne doivent pas être modifiés, mais seulement **mis en forme** pour faciliter leur compréhension (graphes, images, tableaux etc.).

Warning

Le moment de l'**analyse** n'est pas encore venu, ce sera pour la **partie Discussion**. Vous devez présenter les résultats que l'on obtient *directement* en appliquant les Méthodes présentées dans la partie précédente.

Pensez à quelque chose de cet ordre : si votre démarche était une machine, que produirait-elle, sous forme de figures/tableaux/photos/vidéos etc. ?

Absence de résultats, résultats insatisfaisants

Vous vous retrouvez parfois démuni devant un résultat "qui ne marche pas". Mais **bonne nouvelle, l'absence de résultats, c'est aussi un résultat !** En effet, si vous avez tout mis en place pour obtenir quelque chose mais que finalement, vous n'obtenez pas les résultats escomptés, c'est peut-être que

- la démarche doit être affinée, ne fonctionne pas ; bravo, vous avez éliminé une piste ! 🙌
- le phénomène que vous cherchez à montrer n'existe pas / ne se déclenche pas dans les conditions que vous avez étudiées, contrairement à ce qui est communément admis 💡

N'hésitez donc pas dans cette partie à montrer les photos foireuses, les courbes qui n'ont pas de sens, etc.

6.2 Conseils

Pour cette partie, il est plus difficile de vous fournir une structuration type, cela va beaucoup dépendre de votre sujet et des résultats obtenus. Vous pouvez néanmoins suivre ces quelques conseils pour vous aider à **ordonner, mettre en forme**, et **commenter** les différents résultats que vous avez à présenter.

6.2.1 Ordonner ses résultats

Dans cette partie, vous cherchez à démontrer quelque chose à votre lecteur, essayer donc d'être pédagogique, de l'amener **progressivement** à la solution.

Pour cela, vous pouvez structurer cette partie en différentes sous-parties pour présenter vos résultats :

- du plus simple/évident/immédiat au plus complexe/élaboré/difficile à obtenir
ou bien

- du plus général au plus spécifique

Example

- a. Propriétés communes aux différents matériaux
- b. Focus sur un matériau d'intérêt/particulier/*outsider*

Hormis ces conseils généraux, il n'y a pas vraiment de règle ici. Faites-vous confiance.

6.2.2 Mettre en forme ses résultats

Eureka

La section **LA FORME** est entièrement dédiée à cela !

C'est ici que vont se déployer toutes vos qualités de communicant-e : essayer de choisir le format le plus adapté pour présenter vos données.

” Interrogations fréquentes

- faut-il un tableau ou un graphe ? (spoiler: un graphe, très souvent. Le tableau est là pour *résumer* des informations chiffrées, par pour montrer l'évolution d'une grandeur par rapport à une autre.)
- la photo doit-elle être annotée ? (spoiler : oui, et joliment svp, avec l'échelle et tout)
- quel type de graphe dois-je utiliser ? vous pouvez trouver des idées [ici](#) ou [là](#)

Faites-vous plaisir mais gardez en tête que vous devez être compris-e !

Règle : un seul message par figure

Quel que soit le format choisi (photo/schéma/graphe/tableau etc.), ne surchargez pas la figure.

Pensez une figure = un message (éventuellement deux pour comparer des choses mais pas plus).

N'hésitez pas à faire deux figures différentes, même si elles se ressemblent, pour exprimer deux messages différents.

6.2.3 Commenter les résultats

6.2.3.1 Pourquoi ?

Nous y voilà, le nerf de la guerre : un résultat n'est intéressant que si vous le commentez !

Règle : commentez vos résultats

Un résultat (une figure, un tableau) qui serait pas commenté est inutile et doit être retiré : un résultat ne parle pas de lui-même, à vous d'indiquer ce qu'il faut y voir !

Le commentaire doit être **descriptif**, et non explicatif (réservé à la partie Discussion).

Pourquoi commenter

Sur la figure ci-dessous, plusieurs interprétations sont possibles : vous pouvez trouver que les courbes sont soit très similaires, soit un peu différentes ; cela dépend de votre sujet, vos méthodes. Ce n'est pas le même message que vous portez alors ! Et la courbe ne pas dire cela toute seule. Néanmoins, arrêtez-vous là, vous nous expliquerez *pour quelles raisons* les deux courbes sont similaires/différentes plus tard (commentaire explicatif, dans la partie Discussion).

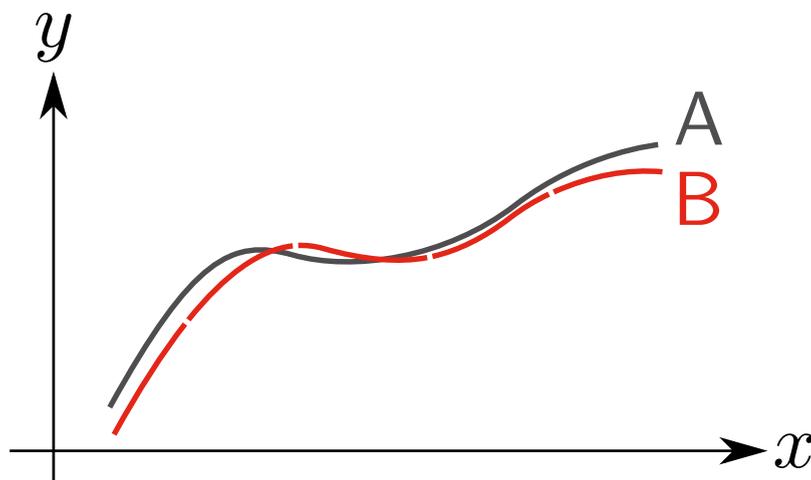


Figure 5: Évolution de y en fonction de x .

commentaire insuffisant

La Fig X montre l'évolution de y en fonction de x .

commentaire descriptif

Sur la Fig X, on remarque que les deux courbes sont très similaires/différentes.

commentaire explicatif

Sur la Fig X, la courbe A est au dessus de la courbe B car...

6.2.3.2 Comment ?

Les commentaires descriptifs doivent s'en tenir à expliciter ce que le lecteur a sous les yeux. Ci-dessous quelques exemples qui pourraient vous aider.

Type de commentaires descriptifs

- **séquence** : ordre des résultats dans le temps
| L'apparition de la fissure dans le matériau est intervenue après n cycles de chargement. »
- **fréquence** : occurrence des résultats
| Quelle que soit l'initialisation choisie, l'algorithme de résolution ne converge jamais
- **quantitatif** : chiffrer les évolutions, les grandeurs
| Le procédé A permet d'obtenir une rugosité 2 fois plus fine que le procédé B.
- **corrélation**¹: montrer le lien entre deux résultats / deux grandeurs
| L'effort est proportionnel au déplacement.

Pour commenter, comme dans les exemples ci-dessus, il faut pouvoir faire référence à la figure, au tableau. On appelle ces éléments des éléments non-textuels. Pour cela il faut leur attribuer une légende, avec un numéro, et la citer dans le texte. Vous devez toujours faire cela.

Règle : pas d'élément décoratif

Tout élément non textuel (figure/tableau/etc.) doit être légendé (avec un numéro) et référencé dans le texte.

Si vous n'êtes pas capable de citer l'élément, c'est qu'il est inutile et doit être retiré, il était seulement là pour décorer/occuper de la place. 😊

1. ⚠ Attention, corrélation ne veut pas dire causalité ... ! ←

7 Écrire la Discussion

7.1 Objectifs

Nous voici arrivé·e·s à la partie probablement la plus importante... et **la plus difficile à écrire** !

L'objectif de la "Discussion", que l'on peut aussi nommer "Analyse (des résultats)", est de proposer des *explications*, *justifier* les résultats obtenus.

Commentaire explicatif

Si l'on reprend nos deux courbes précédentes, vous devez maintenant expliquer *pour quelles raisons* les courbes A et B sont différentes/similaires :

- est-ce en accord avec vos hypothèses ?
- est-ce que cela démontre un phénomène particulier ?
- est-ce une controverse ?

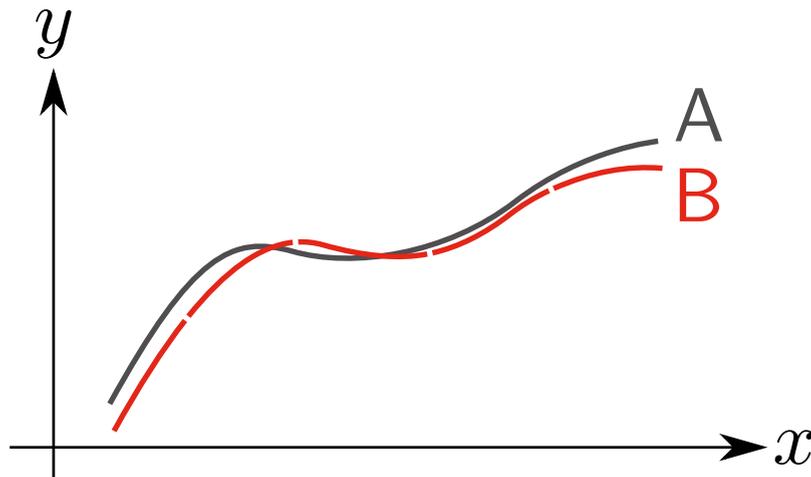


Figure 6: Évolution de y en fonction de x .

Règle : argumenter pour convaincre

Contrairement à la partie Résultats, qui doit être factuelle, la partie Discussion peut être sujette à controverses : vous avancez des arguments avec lesquels on peut ne pas être d'accord.

Comme son nom l'indique, la Discussion, ça se discute ! 😊

À vous de convaincre que les résultats démontrent telle ou telle autre chose, en proposant des pistes de justification crédibles.

Pour être convaincant il faut notamment être **rigoureux·euse**. Pour ce faire, suivez les conseils ci-dessous.

7.2 Contenu

Pour cette partie encore, il est impossible de vous fournir une structuration type, cela va beaucoup dépendre de votre sujet et des résultats obtenus.

Voici néanmoins quelques exemples de ce qu'on peut retrouver dans la Discussion. Pour les ordonner, **empruntez le chemin inverse de celui suivi en Introduction** : partez de votre problème en particulier pour commencer à ouvrir vers l'impact, la portée de vos résultats/découvertes/observations/constatations pour le domaine/la communauté scientifique/votre entreprise, que seront données dans la Conclusion, comme illustré sur le schéma ci-dessous :

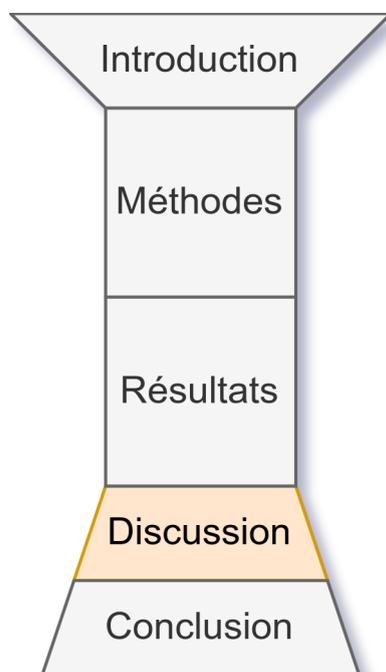


Figure 7: Structure du plan IMRaD en sablier - focus sur l'Introduction.

Pourquoi une Discussion à part

Vous trouverez dans certains articles que la Discussion parfois associée, voire mélangée,

- aux Résultats
- à la Conclusion

Le premier cas est à éviter absolument, même si le découpage vous paraîtra les premières fois un peu artificiel. Il s'agit de bien découpler ce qui est *factuel* de ce qui est *discutable*.

Le deuxième cas, moins controversé, est aussi à éviter 😊 Il s'agit bien découper les explications parfois complexes et détaillées (Discussion) du *résumé*, efficace et court, de votre travail (Conclusion). Vous serez plus à l'aise aussi pour ouvrir des perspectives dans une partie dédiée (cf. [partie Conclusion](#)).

Faciliter la compréhension

Gardez aussi en tête cette technique pédagogique : **exposez vos arguments du plus simple/évident au plus complexe/subtil.**

7.2.1 Comparaison des résultats

La partie Discussion peut, en premier lieu, vous permettre de comparer vos résultats *entre eux*:

- comparez telle grandeur à telle autre grandeur pour faire émerger une tendance, et expliquer les raisons sous-jacentes ;
- rassemblez sur un même graphe tous vos échantillons : y a-t-il une courbe maîtresse qui se dégage ? pourquoi ?

Graphiques pour la discussion

N'hésitez pas à générer de nouveaux graphiques dans la partie Discussion ! Pour comparer ses résultats, les confronter à la littérature, la montrer sous une autre forme etc.

Les tableaux récapitulatifs, faisant un bilan, trouveront aussi bien leur place ici !

7.2.2 Principes démontrés par les résultats

Dans le cas où vos résultats semblent démontrer (ou invalider) quelque chose, c'est le moment de nous en convaincre :

- vos résultats confirment-ils ou invalident-ils un principe, une théorie bien connue ?
- de quelle manière ?
- avec quel domaine de validité ?
- pouvait-on s'y attendre ?

7.2.3 Confrontation avec l'état de l'art

Vous pouvez consacrer, si cela s'y prête, un paragraphe dédié à la confrontation de vos résultats à l'état de l'art :

- êtes-vous en accord ou désaccord avec ce que vous avez pu trouver lors de votre recherche bibliographique ?
- vos résultats sont-ils conformes à ceux obtenus par vos prédécesseurs ?
- etc.

Dans tous les cas, essayer de proposer des explications *réalistes, plausibles* d'un accord ou d'un désaccord :

- étudiez-vous le même phénomène ou certaines paramètres (environnementaux par ex.) ont-ils changé ?
- avez-vous réalisé le même protocole expérimental ?
- les nouvelles performances obtenues par votre conception étaient-elles recherchées/attendues ?

7.2.4 Confrontation aux hypothèses

La Discussion est aussi le moment de "reboucler" avec votre Introduction : reprenez la formulation de votre problématique et de vos hypothèses :

- les hypothèses que vous avez faites sont-elles invalidées ou confirmées par les résultats obtenus ?
- avez-vous répondu entièrement à votre problématique ou restent-ils des zones non explorées ?

7.2.5 Contradictions/limites de l'étude

Vous pouvez terminer cette partie en précisant (toujours dans un souci **d'honnêteté et d'intégrité scientifique**), les contradictions qui existent dans votre étude ou bien ses limites.

Vous pouvez par exemple revenir sur les difficultés rencontrées dans la [partie Méthodes](#) et discuter ici de leurs impacts sur vos résultats.

Essayer également de dire si ces contradictions/limites peuvent être levées ou si elles vous semblent indépassables, inhérentes au problème ou à son environnement.

8 Écrire la Conclusion

8.1 Objectifs

Vous êtes proche de la fin¹ ! Nous voilà à la sortie du sablier :

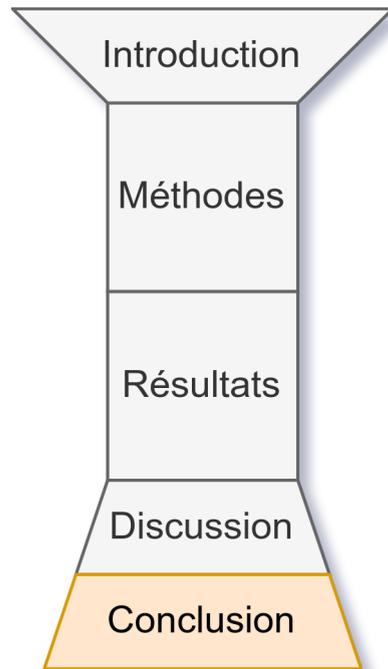


Figure 8: Structure du plan IMRaD en sablier - Focus sur la Conclusion.

Cette partie peut s'appeler "Conclusion" ou "Conclusion et perspectives". Son objectif est double :

- résumer vos travaux et votre document, en faisant ressortir les points importants
- donner des perspectives pour vos travaux, sous différentes formes.

Règle : Concision et conviction

Vous devez montrer comment vous avez répondu au problème posé en Introduction et indiquer ce qu'il faut retenir du travail.

✘ Pas de nouveautés !



Vous ne devez pas introduire de nouveaux concepts dans la Conclusion, vous devez simplement résumer ce qui a déjà été dit, de façon plus efficace et plus percutante : vous dressez un bilan.

Si une nouvelle idée vous vient, reportez-la dans la Discussion.

8.2 Contenu

On retrouve ici une partie dont la structuration idéale est composée de 3 sous-parties.

8.2.1 1. Résumé des travaux

Vous devez ici résumer les parties Introduction, Méthodes, Résultats et Discussion. De façon caricaturale, on peut le formuler en une phrase, qui montre que tout se tient :

Pour atteindre l'objectif O , nous avons utilisé la méthodologie M pour obtenir le(s) résultat(s) **majeur(s)** R qui démontrent le(s) principe(s) P , ou rentre(nt) en contradiction C avec P .



Faire ressortir l'essentiel

Pour chaque partie, faites ressortir l'essentiel :

Introduction

Rappelez simplement votre objectif et/ou la problématique du sujet.

Méthodes

Reprenez votre introduction de la méthodologie et résumez-là le plus possible.

Résultats

Choisissez, parmi vos résultats, le (ou les) plus parlants/impactants et mettez-les en avant.

Discussion

Rappelez votre justification/votre argument le plus convaincant.

8.2.2 2. Implication des résultats

Vous devez ensuite (tenter de) **dégager l'impact de vos résultats** : répondez à la question "Et alors ? 🧑 À quoi ça sert tout ça ?"

- est-ce que vos découvertes changent la façon de voir le problème ?
- qu'apportent-elles de nouveau ?
- quel impact pour votre communauté scientifique ? votre entreprise ? le domaine ?
- peut-on appliquer vos résultats à d'autres cas ? d'autres domaines ?

8.2.3 3. Perspectives de travail

Vous pouvez maintenant ouvrir des perspectives de travail *réalistes* : indiquez les travaux futurs qui vous semblent nécessaires à

- court terme
- moyen terme
- long terme

Vous pouvez aussi classer les travaux futurs par niveau de difficulté de mis en œuvre.

⚠ Restez réalistes

Attention aux perspectives trop lointaines, irréalisables, non pertinentes. Soyez raisonnables, pensez proche de votre sujet.

Posez-vous la question : si j'avais un peu plus de temps pour travailler sur ce sujet, **que ferais-JE en premier** ? Et cela deviendra le travail de quelqu'un d'autre 😊

Cela peut être très basique : renouveler la démarche sur un autre matériau/un autre produit pour confirmer vos résultats.

8.3 Et la conclusion personnelle ?

Les conclusions plus personnelles sont très appréciées dans les rapports de stage notamment. Si vous souhaitez en faire une, pensez à en faire un **paragraphe à part**. Et cela ne vous dispense pas d'une conclusion "technique" !

Le plan de votre document peut donc ressembler à cela :

1. Introduction
2. Méthodes
3. Résultats
4. Discussion
5. Conclusion
6. Conclusion personnelle/Retour d'expérience

1. Sauf que [vous n'allez pas rédiger dans l'ordre...](#) 😊 ←

9 Appliquer *IMRaD*

9.1 Une structuration des idées...

La structure *IMRaD* (ou *IMReDC* en français et dans ces pages) vous permet d'**organiser** votre propos de manière à **reproduire la démarche scientifique** : vous ne décrivez pas votre travail de façon chronologique mais avec un **objectif précis**, celui de convaincre la personne qui vous lit de la qualité, de l'importance, et du bien fondé de vos travaux.

Comme évoqué [au début de cette section](#), chaque partie permet de répondre à une catégorie de questions sur votre sujet, vos travaux :

Partie		Résumé sous forme de question
Introduction		Quel était le problème ?
Méthodes		Comment l'a-t-on traité ?
Résultats		Qu'a-t-on obtenu ?
Discussion		Pour quelles raisons ?
Conclusion		Que faut-il retenir ? Que peut-on faire de plus?



Tip

Finis la page blanche ou la difficulté à organiser ses idées, remplissez les cases fournies dans les pages précédentes !

9.2 ... au service des lecteurs et lectrices

Vous devriez aussi avoir pour ambition qu'une perspective soit donnée à vos travaux, et donc, de faciliter le travail de la personne qui vous succédera ( ça peut être vous-même dans quelques mois/années).

En plus de vous aider à rédiger, la structuration de votre document en *IMRaD* va **aider la personne qui vous lit** à réutiliser (une partie de) votre travail. Pour vous en convaincre, nous vous proposons un petit exercice :

Exercice

Voici 5 situations qui peuvent conduire une personne à vouloir lire votre document (en dehors d'une évaluation). Pour être efficace, cette personne a tout intérêt à se concentrer sur une seule partie de *IMRaD*, laquelle ?

1. "Je ne parviens pas à obtenir les performances attendues pour mon produit, je cherche à comprendre ce qui pourrait l'expliquer"
2. "Je ne vais pas lire tout de suite le document mais j'ai besoin de savoir rapidement ce qui a été fait et obtenu."
3. "Nous testons un nouveau produit/matériau, je souhaite comparer ses performances à celles du précédent modèle."
4. "Je ne vais pas lire tout de suite le document mais je cherche à savoir de quoi il parle."
5. "Je n'arrive pas à reproduire les résultats de mon collègue, je cherche à savoir comment il a fait."

Solution

1. Discussion
2. Conclusion
3. Résultats
4. Introduction
5. Méthodes

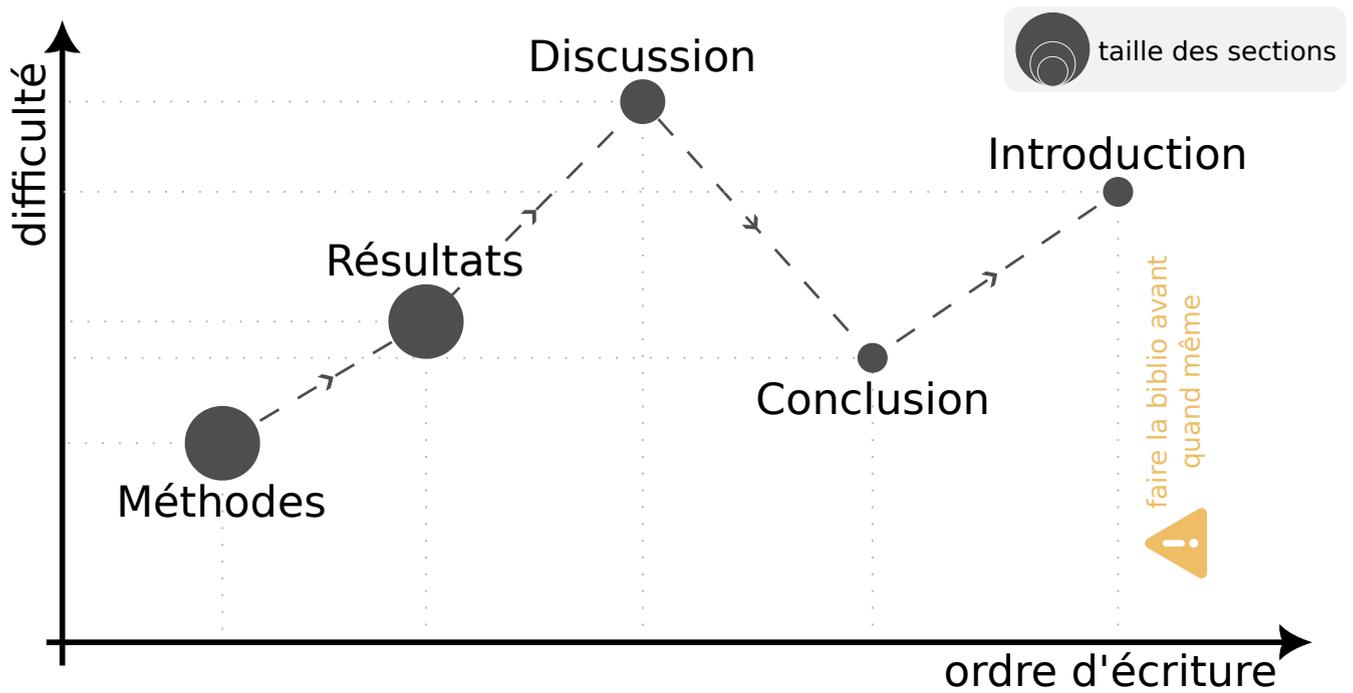
9.3 Comment s'y prendre

9.3.1 Rédiger dans le bon ordre

La présentation que nous vous avons faites du plan *IMRaD* a suivi l'ordre naturel de lecture du document. Mais cela ne correspond pas à l'ordre dans lequel vous devez écrire les différentes parties. En effet, vous l'avez vu, il y a des parties plus faciles à écrire que d'autres, qui sont plus *automatiques*.

Règle : rédiger dans l'ordre

Vous trouvez sur le graphe ci-dessous l'ordre conseillé d'écriture associé au niveau de difficulté et à la taille estimée/relative des sections.



Explications

1. La partie Méthodes est en effet la plus simple et celle que vous pouvez écrire au plus tôt : il "suffit" de décrire ce que vous avez fait, en prenant soin de donner toutes les informations nécessaires. ➡ Reportez vous au [Contenu](#) conseillé et aux *Check-lists* fournies sur les pages précédentes.
2. La partie Résultats est aussi abordable, la plus grosse difficulté résidant dans le travail de mise en forme ➡ Rendez-vous dans la section [LA FORME](#).
3. La partie Discussion est la plus dure mais elle suit les Résultats : prenez du recul, prenez le temps.
4. La partie Conclusion est assez simple, et courte : il faut mettre en œuvre vos capacités de synthèse 😊
5. Enfin, la **partie Introduction est à rédiger en dernier**, a minima après avoir fait un brouillon bien avancé des autres parties. En effet, vous aurez alors suffisamment de recul sur vos travaux et ses apports pour les replacer dans leur contexte. Bien sûr, la recherche bibliographique doit être faite avant ...

9.3.2 Rédiger à temps



Écrire aide à réfléchir

Il est fort probable qu'au cours de votre écriture ... vous remettiez en question un certain nombre de choix que vous avez faits, ou, a minima, que vous regardiez les choses sous un autre angle.

Ne vous laissez pas décourager : **c'est normal** ! Vous êtes en train de prendre du recul sur votre travail, vous commencez l'**exercice critique**. C'est parfois douloureux mais toujours positif : votre document n'en sera que meilleur 😊.

Un conseil pour éviter les grosses remises en question : **commencez à écrire**, par petits bouts, même imparfaits, même incomplets, **le plus tôt possible** :

- En TP, prenez des notes, même triviales
- En projet, tenez un cahier de bord
- En stage, écrivez proprement dès que vous avez fini (une partie d') une mission
- En thèse, écrivez proprement dès qu'un sujet est clos, pour le formaliser

9.3.3 Commencer par un plan détaillé et par les figures

Ne vous lancez pas tout de suite dans la rédaction de phrases bien rédigées. Commencez par créer le squelette de votre document en faisant un plan détaillé. Produisez ensuite l'ensemble des figures/tableaux etc. (les éléments non-textuels) que vous voulez faire apparaître et ordonnez-le dans le document. Vous pouvez ensuite rédiger des phrases et des paragraphes.

9.3.4 Utilisez les modèles fournis

La page Moodle vous donne accès à différents modèles, sous différents formats, pour différents types de document. Servez-vous !

9.3.5 S'entraîner

Ces pages visent à vous donner *toutes* les consignes de rédaction qui nous semble pertinentes et essentielles. Bien sûr, vous ne réussirez pas du premier coup à tout faire comme il faut. Il faut **s'entraîner**. Cela commence par le compte-rendu de TP, la note de calcul, le rapport d'expérience, le cahier des charges en conception.



Votre première rédaction *IMRaD*

Concentrez-vous sur un point qui vous paraît abordable (bien rédiger la méthode, faire de belles figures, etc.) et vous progresserez sur les autres items au fur et à mesure de vos rendus.

9.3.6 Demander un retour

N'hésitez pas à solliciter vos enseignant·e·s, vos encadrant·e·s pour avoir leur retour et leurs conseils. Ils et elles n'ont pas toujours le temps mais ça fait partie de leur travail, insistez 😊

✗ | À ne pas faire : ignorer les remarques (constructives)

Relire et corriger un document est une activité très chronophage, surtout quand elle est démultipliée par le nombre d'étudiant·e·s. Donc, si vous demandez et/ou recevez des corrections, prenez-les en compte s'il vous plait ...

Respectez le temps qui vous est consacré 🙏

9.4 Et maintenant ?

Y a plus qu'à ! Au boulot !

Non, on plaisante. Ce n'est pas tout à fait fini 😈

Il vous reste encore 4 parties à explorer dans la section "Focus sur ..." :

- [la bibliographie](#) ← **essentiel** 👉
- [la page de titre](#)
- [les remerciements](#)
- [la description d'une entreprise](#)

Mais surtout, maintenant que vous connaissez **LE FOND**, il va falloir apprendre **LA FORME** !

En effet, si vous êtes étudiant·e·s en niveau L3, on attend en général de vous que vous sachiez écrire "parfaitement" les parties Méthodes et Résultats, a minima. Et pour cela, vous avez besoin de monter en compétences sur la mise en forme, en plus de la rédaction.

Compétences attendues en Génie Mécanique, niveau L3

Méthodes

Savoir décrire *rigoureusement* :

- une expérience, un procédé → photos/schémas
- un calcul analytique ou numérique → équations

Résultats

Savoir *compiler* les résultats pour faire passer un message convaincant →
figures/tableaux

I.II Focus sur...

10 Écrire la bibliographie

Work in Progress

This page is still work in progress and might contain spelling errors, inconsistencies and unfinished sections.

10.1 Contenu

C'est souvent la dernière partie de votre document, elle peut s'appeler "Bibliographie" ou "Références", n'inventez rien d'autre.

C'est aussi souvent le moment où vous êtes démuni·e-s, ou bien que vous avez repoussé à plus tard :

Interrogations standard

- Je mets quoi dans ma liste de biblio ?
- Je fais comment pour mettre en forme les références ?
- Ça aussi, je dois le mettre ? (en parlant d'un site internet un peu douteux)

Dans cette section, on va essayer de répondre très simplement à ces interrogations : il existe **des règles et des conventions** qui régissent la façon dont

- on cite un document dans le corps du texte
- on formate la référence à la fin de son texte

Donc, tout simplement : suivez-les !

Règle n°1

Vous devez **toujours** citer vos sources !

Ça veut dire qu'une image, une idée, une phrase qui vous n'avez pas produite, eue, écrite vous-même doit être référencée.

Règle n°2

La bibliographie d'un document est la liste de **toutes** les références **qui ont été citées dans le texte et uniquement** celles-ci.

Il ne s'agit donc pas d'une liste à la Prévert de documents, sites internet et autres qui vous auriez parcourus pendant votre étude.

💡 Si vous n'êtes pas capable d'insérer la citation de ce fameux site internet dans le corps de votre texte, c'est qu'il n'a pas sa place dans votre liste de références.

Pour suivre ces règles, le plus simple est (comme souvent) de faire comme tout le monde : utiliser un logiciel dédié.

Générer une liste de référence avec **Zotero**

Pour être sûr·e de ne pas se tromper, le plus simple est de **générer automatiquement** cette liste de références à partir des citations dans le corps du texte.

Pour cela, la plupart des logiciels d'édition vous fournissent des outils adaptés. Ils font souvent appel à des gestionnaires de bibliographies comme [Mendeley](#), [EndNote](#), [JabRef](#) ou [Zotero](#).

Parce qu'il est libre, *cross platform*, gratuit, massivement utilisé et facilement intégré dans les logiciels d'édition, **nous vous recommandons d'utiliser Zotero**.

Pour découvrir comment s'y prendre en pratique, rendez-vous ...

10.2 Mise en forme

10.3 La citation dans le corps du texte

La première chose à faire est donc de savoir citer une référence dans le corps du texte. Cela peut vouloir dire avoir un texte entre guillemets (la **citation**), suivi d'un marqueur qui permet d'identifier la source (l'**appel à citation**). Ce marqueur est souvent accompagné d'un lien qui renvoie automatiquement au bon élément de la liste de références.

10.3.1 La citation

Guillemets or not guillemets ?

10.3.2 L'appel à citation

Il existe plusieurs conventions, mais nous vous en proposons deux majeures au choix :

- **author-year** : le document cité est identifié par le nom de l'auteur et l'année de publication, souvent entre parenthèses
- **numeric** : le document cité est identifié par un numéro, souvent entre crochets

De choix là découle souvent la formulation de votre phrase et l'emplacement de l'appel à citation (le numéro ou le couple auteur-année, qui renvoie vers le bon élément de la liste des références).

Voici quelques exemples :



Citer un document qu'on a utilisé de façon générale

Author-year

exemple

contre-exemple

Numeric

exemple

contre-exemple

Citer un document qui introduit une idée/un concept/un argument

Author-year

exemple

contre-exemple

Numeric

exemple

contre-exemple

Citer un document dont on a extrait une image

Author-year

exemple

contre-exemple

Numeric

exemple

contre-exemple

10.4 La liste des références

La liste des références peut être automatiquement générée par un logiciel comme Zotero mais il existe plusieurs conventions de mises en forme.

Deux choses importantes à choisir :

- le format dans lequel elles sont écrites
- l'ordre dans lequel apparaissent les références

Pour le format, c'est simple : accordez-le au format des appels à citation.

📖 Liste de références

Author-year

exemple

contre-exemple

Numeric

exemple

contre-exemple

Pour l'ordre, à nouveau vous avez deux choix :

- faire apparaître les éléments dans l'ordre dans lequel vous les avez cités → se prête bien au style `numeric`
- faire apparaître les éléments dans l'ordre alphabétique → se prête bien au style `author-year`

10.5 En pratique

10.6 Et IMRaD dans tout ça ?

On l'a vu, les références sont disséminées dans le corps du texte mais doit-il y avoir des références dans toutes les parties, sont-elles également réparties ?

A priori non, puisque le cœur de votre document (Méthode/Résultats) concerne le travail que vous avez réalisé **vous-même**.

C'est dans les parties Introduction, avec l'état de l'art, et Discussion, avec la confrontation aux hypothèses/à l'existant, que vous êtes le plus susceptible de citer des références externes.

Citations dans les différentes parties d'IMRaD

Introduction

Description du contexte de l'étude et/ou l'état de l'art :

Cette application a fait l'objet de nombreuses études récemment [1, 3-7].

Méthodes

Travaux qui ont permis l'élaboration de la méthodologie :

Le modèle utilisé dans cette étude est décrit dans [1].

Résultats

💡! Sauf cas exceptionnel, pas de références dans cette partie : vous présentez vos propres résultats.

Discussion

Comparaison (accord/désaccord) à l'état de l'art :

On retrouve des résultats similaires à ceux obtenus dans [1], ce qui tend à prouver que... / ce qui s'explique par...

Conclusion

Des références peuvent apparaître si votre méthode ou vos résultats se positionnent clairement par rapport à la littérature :

Contrairement à ce qui été avancé dans [1], nos résultats ont montré que... »

10.7 Et l'IA générative ?

Vous avez utilisé ChatGPT ou DeepL pour vous aider à rédiger votre document ?

- Regardez des alternatives un peu plus respectueuses de vos données [par ici](#)

- Mentionnez-le tout simplement ! Il faut assumer 😊

L'endroit où vous devez le mentionner dépend de l'usage que vous en avez fait, d'après les recommandations de l'[American Psychological Association](#).

Un bon endroit peut être en tout fin de document, ou alors à la fin de l'Introduction, voire dans les remerciements (qui en anglais s'appelle *acknowledgments*, un terme plus juste).

Utilisation d'IA générative

Ce document a en partie été rédigé à l'aide de ChatGPT pour améliorer la syntaxe et la formulation des phrases/le niveau d'anglais.

Références : [1]

11 Contenu

Work in Progress

This page is still work in progress and might contain spelling errors, inconsistencies and unfinished sections.

11.1 Titre

Règle : Donner un titre

Vous devez donner un titre explicite et succinct à votre travail, qui emploie les termes techniques appropriés.

Le titre raconte le **sujet** et pas le type de document que vous êtes en train de rédiger.

À ne pas faire

Ne donnez pas un titre générique comme "Projet 1", "Projet de fin d'études" etc.

11.2 Auteur·e·s

La liste des auteur·e·s (et leurs affiliations dans le cas d'un article scientifique) se trouvent en général juste en dessous du titre.

Il est très important de **mettre votre nom** sur les documents que vous rédigez. D'une part, pour protéger votre travail et vos réflexions, et d'autre part, pour permettre de vous contacter en cas de besoin.

Ordre des auteur·e·s

Pour les documents écrits à plusieurs, vous pouvez adopter la règle appliquée dans le monde scientifique : les auteur·e·s sont classé·e·s par **ordre de "travail fourni"** (une bonne idée pour les compte-rendus de TP )

11.3 Autres informations

Vous pouvez inclure d'autres informations. Celles-ci sont plus détaillées dans la page [La mise en page](#) de la partie [LA FORME](#).

11.4 Résumé

Lorsque vous écrivez un article scientifique, et éventuellement pour les rapports longs, vous devez écrire un *abstract* qui apparaîtra sur la page de titre.

12 Écrire des remerciements

Work in Progress

This page is still work in progress and might contain spelling errors, inconsistencies and unfinished sections.

12.1 Objectifs

Remercier les personnes ou les organismes qui vous ont aidé mais ne sont pas explicitement dans la liste des auteur·e·s :

- Soutien financier,
- Soutien technique.

Dans le cadre d'un stage vous pouvez aussi remercier les personnes qui vous ont accueillies, aidé, formé, relu etc.

13 Décrire son entreprise

Description d'une entreprise

Vous êtes en train de rédiger un rapport de stage ou d'apprentissage ? Vous devez certainement décrire l'entreprise qui vous a accueilli-e.

Cette page est faite pour vous donner quelques lignes directrices sur ce sujet.

13.1 Pourquoi ?

Avant toute chose, il faut se demander *pourquoi* la description d'une entreprise est souvent le passage obligé d'un rapport de stage/d'apprentissage.

Parmi les différents attendus de cette partie (qui sont rarement énoncés clairement) on peut lister :

- Comprendre **le contexte industriel** de votre travail : parfois, vos enseignant-e-s ne connaissent tout simplement pas l'entreprise dans laquelle vous avez travaillé ;
- Approfondir **les enjeux de votre sujet** de stage/d'apprentissage pour l'entreprise ;
- Comprendre **le cadre et l'environnement de travail** : savoir à quel point vous avez été entouré-e, épaulé-e, formé-e ;
- Comprendre quelles ont été vos interactions durant le stage, quel a été **votre rôle** au sein du projet.

Pas un pitch marketing

La description de votre entreprise n'est donc pas du tout un pitch marketing de votre entreprise ! Si on veut lire cela, on regarde son site internet ou tout autre support commercial...

Gardez en tête que la personne qui vous lit n'est souvent pas spécialiste du monde de l'entreprise et n'a donc que faire des éléments de langage commerciaux...

13.2 Comment ?



Mot-clé : positionnement

Un mot-clé pour vous aider à structurer votre présentation de l'entreprise, le **positionnement** :

1. Quel est le positionnement de l'entreprise ?
2. Quel est votre positionnement au sein de l'entreprise ?

13.2.1 Positionnement de l'entreprise

Voici les informations qui nous semblent essentielles pour présenter votre entreprise de façon pertinente, sans faire un copier/coller du pitch marketing:

Géographique

Où est votre entreprise ?

Votre entreprise est-elle régionale/nationale/internationale ? Donnez la ou les localisations

- du siège social,
- des usines,
- du(des) bureau(x) d'études,
- etc.

Domaine industriel

Que fait votre entreprise concrètement ?

- Délivre-t-elle un service ?
- Produit-elle un produit ?

Dans quel domaine industriel (transport, énergie, agriculture, etc.) ?

Marché économique

Pour qui votre entreprise travaille-elle ?

- Quels sont ses clients ? (particuliers (BCB) / professionnels (B2B))
- Quel est son expertise dans le domaine industriel ? (nouvel acteur ? longue expertise ?)
- Quels sont les enjeux économiques ? (concurrence forte ? marché de niche ?)

Taille

Votre entreprise est-elle une start-up, une TPE, une PME, un grand groupe ?

Quelques chiffres peuvent être utiles et parlants :

- Nombre d'employé·e·s ;
- Nombre de clients ;
- Nombre de produits vendus.

Spécificités

Pensez à préciser certaines particularités de votre entreprise :

- entreprise à mission,

- coopérative (SCOP etc.),
- association à but non lucratif,
- collectivité territoriale,
- laboratoire de recherche,
- etc.

Chiffre d'affaire

Le chiffre d'affaire est rarement parlant pour des néophytes. Si vous voulez le préciser, comparer le à des concurrents ou donner son évolution sur les dernières années, ce sera plus intéressant.

13.2.2 Votre positionnement au sein de l'entreprise

C'est finalement la partie la plus intéressante : comment vous êtes vous intégré·e à l'entreprise et qu'y avez-vous fait ? Avec qui avez-vous interagi ? Qui vous a encadré·e et conseillé·e ?

À nouveau c'est votre positionnement qui nous intéresse :

Géographique

Si l'entreprise possède plusieurs sites, sur lequel avez-vous travaillé ? Avez-vous dû faire des déplacements ?

Travailliez-vous dans un bureau ? en usine ? sur le terrain ?

Hiérarchique

Qui était votre responsable ? Avez-vous dû rendre des comptes à un niveau hiérarchique plus élevé ?

Relationnel

Avec qui avez-vous travaillé ?

1. D'autres services de l'entreprise ?
2. D'autres personnes que votre encadrement direct ?
3. D'autres stagiaires/apprenti·e·s ?

Organigramme ?

L'organigramme de votre entreprise n'est intéressant **qu'à certaines conditions** :

- Il est de taille raisonnable et donc **lisible** ;
- **Vous apparaissez dessus** ;
- Votre entreprise est de taille raisonnable.

Pour ce dernier point, si vous êtes dans un grand groupe, il est certainement plus intéressant de donner l'organigramme de votre service/département.

Un schéma vaut mieux que mille mots

Vous ne savez pas comment expliquer votre positionnement géographique, hiérarchique, relationnel ? Il a évolué au cours des missions ? Un schéma serait alors peut-être plus pertinent pour décrire vos interactions et votre rôle.

Pensez à l'[organigramme](#) (utilisé à bon escient cf. ci-dessus), à la [carte mentale](#) ou au [graphe réseau](#) !

13.3 En pratique

Vous l'aurez compris, cette partie est un peu à part, elle ne s'inscrit pas dans le plan *IMRaD*.

Pour l'intégrer dans votre rapport voici une suggestion de plan pour un rapport de stage ou d'apprentissage, organisé en chapitres (lettres majuscules) et en sections (numéros).

Structuration d'un rapport de stage/d'apprentissage

A. Introduction générale

B. Présentation de l'entreprise

1. Présentation rapide de l'entreprise

- Que **fait**-elle en deux mots ?
- Pour qui ?
- Dans quelle ampleur ?

2. Positionnement de l'entreprise (cf. ci-dessus)

3. Positionnement de l'étudiant·e (cf. ci-dessus)

C. Mission 1 : titre explicite

1. Introduction

2. Méthodes

3. Résultats (préliminaires)

4. Discussion

5. Conclusion et perspectives

D. Mission 2 : titre explicite

1. Introduction

2. Méthodes

3.

C. Conclusion générale technique et personnelle

II. LA FORME

Cette partie du site est consacrée à la **FORME** du document. Par exemple vous trouverez ici des infos sur :

- [les logiciels d'édition](#),
- [les figures](#),
- [les équations](#),
- et des sujets divers : [l'espace insécable](#), [la diffusion de ses documents](#), etc.

II.1 L'édition

14 Généralités sur l'édition

? Combien utilisez-vous de logiciels différents pour rédiger des documents ?

Cette page propose un tout d'horizon des solutions qui s'offrent à vous en matière de logiciels pour rédiger et faire des présentations. Pour plus de détail sur chacune des solutions, allez voir les tutos dédiés.

14.1 Rédiger des documents écrits

14.1.1 Quel niveau de mise en page ?

Quand on fait de la prise de note et quand on rend un rapport de fin d'étude, on n'est pas sur le même niveau de qualité de document. À ces niveaux de mise en page correspondent des méthodes et des logiciels différents.

📋 Dans cette page on parle de :

- fichiers texte brut et de balisage léger (ex: Markdown)
- bureautique (Word ou Writer)
- LaTeX

Évidemment c'est le 2^e type que vous connaissez le mieux. Sur ce site vous trouverez donc davantage de ressources pour les deux autres solutions (Markdown et LaTeX).

14.1.1.1 La mise en forme légère : texte brut et balisage léger

i À propos du balisage léger

Un langage de balisage léger est un type de langage de balisage utilisant une syntaxe simple, conçu pour être aisé à saisir avec un éditeur de texte simple, et facile à lire dans sa forme non formatée.

— [Wikipédia](#)

Tout le monde à un éditeur de texte basique (un pad) sur son ordinateur. Écrire du texte brut à de nombreux avantages :

- n'importe qui peut lire le fichier, avec pratiquement n'importe quel logiciel (ouvert)
- on ne se préoccupe pas de la mise en page

 **Document en texte brut** 

```
Mes notes
-----
Je peux prendre des notes en texte brut :
- en cours
- dans mes assos

La mise en page est limitée.
Mais si on fait un effort ça reste propre.
```

L'inconvénient est qu'on ne trouve pas ça très joli.
Alors on a inventé le Markdown.

14.1.1.1.1 MARKDOWN



Markdown est un langage de balisage léger. Quand vous écrivez en Markdown, vous écrivez un fichier qui ressemble à ça :

```
# Titre niveau 1
Du texte avec des mots en gras
> une citation avec de l'italique

## Titre niveau 2
Une liste à puces :
- élément 1
- élément 2
```

Et si vous avez le logiciel adapté, ça vous montre immédiatement ça :

Titre niveau 1

Du texte avec **des mots en gras**

| une citation avec *de l'italique*

Titre niveau 2

Une liste à puces :

- élément 1
- élément 2

C'est adapté à toutes vos prises de notes, et probablement à la plupart de vos documents scientifiques.

Plus d'infos sur le Markdown

- Allez voir le [tutoriel Markdown sur ce site](#)
- Essayez Markdown sur [ce tutoriel en ligne](#).
- Commencez à collaborer en Markdown sur [Digipage](#)

14.1.1.2 Mise en forme intermédiaire : la suite bureautique



Qu'il s'agisse de la suite Microsoft Office, de son équivalent libre (Libre Office) ou des versions en ligne (Google Docs), c'est probablement la première solution qui vient en tête pour rédiger des documents. Leur popularité vient du fait qu'il s'agit d'approche **WYSIWYG** (*what you see is what you get*) c'est-à-dire que vous voyez en direct la mise en page que vous êtes en train de produire.

Ce n'est pourtant pas la plus simple. À mi-chemin entre le balisage léger et la mise en forme avancée de LaTeX, les suites bureautiques sont souvent pleines de boutons et d'options qu'il est assez difficile de maîtriser. *Qui n'a jamais hurlé sur Word qui ne fait pas ce qu'on veut ?*

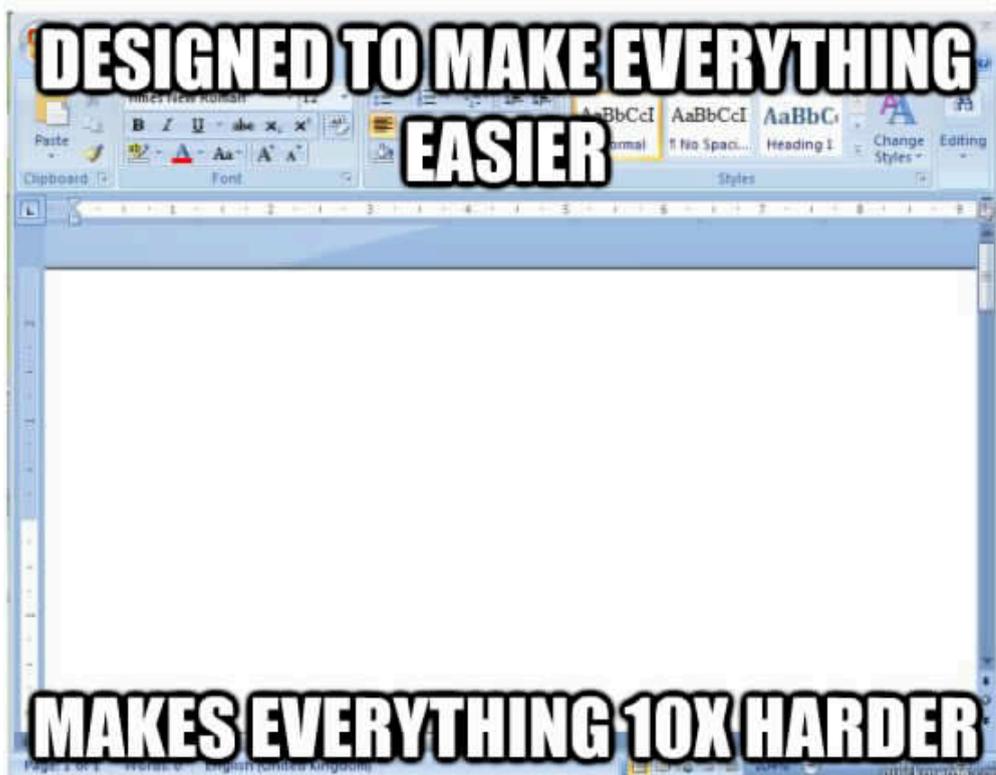
Vous êtes souvent dans les deux cas suivants :

- soit vous sous-utilisez votre logiciel bureautique : dans ce cas passez à du balisage léger
- soit vous essayez de faire des choses jolies avec Word, ce qui n'est pas impossible ; mais cela vous prendra des heures à vous former, et des heures à mettre en page vos documents : dans ce cas investissez votre temps sur

LaTeX.

💡 En résumé, quelques conseils

- Ne considérez pas Word comme la seule solution
- Prenez le temps d'essayer autre chose ; ça pourrait vous plaire.



14.1.1.3 Mise en forme avancée : LaTeX

L^AT_EX

LaTeX est un langage permettant de mettre en page des documents texte. La mise en page est réalisée automatiquement, ce qui nous décharge de la tâche "FORME" du document. Vous écrivez le texte, et vous laissez LaTeX faire la mise en page. Même principe qu'en Markdown, mais cette fois il y a beaucoup plus d'options de mise en page.

Il est très apprécié dans le monde académique, et utilisé par un grand nombre de vos enseignants, notamment parce qu'il permet d'écrire proprement (et facilement) des équations. LaTeX peut faire peur au début, en tout cas à celles et ceux qui ont peur de tout ce qui ressemble à du code. Mais la présence de nombreux tutoriels en ligne, ainsi que de nouveaux environnements intégrés en ligne vous faciliteront beaucoup la tâche.

14.1.1.3.1 RÉDIGER AVEC LATEX SUR SA MACHINE

TexMaker : logiciel dédié à LaTeX

TexMaker : multi-plateformes (Linux, Mac, Windows) et licence GPL (logiciel gratuit et libre)

Le logiciel qui fait tout : VSCode

Logiciel à tout faire, qui permet aussi d'écrire en LaTeX :

Visual Studio Code ou **VSCodium**

14.1.1.3.2 RÉDIGER AVEC LATEX EN LIGNE (ET COLLABORER)

Pour utiliser LaTeX sans rien installer sur sa machine (parfait pour essayer) mais aussi collaborer avec d'autre, il existe des plateformes dédiées à la rédaction en LaTeX.

LaTeX en ligne sur Overleaf

Overleaf : le site propose une version gratuite permet d'écrire seul·e ou à deux un document LaTeX. La document est extrêmement bien fournie. *Idéal pour débiter.*

14.2 Faire des présentations

Pour faire des présentations, on va retrouver les mêmes trois options :

- présentations en Markdown = Marp
- présentations bureautique = Power Point, Impress
- présentations LaTeX = Beamer
- + les éditeurs modernes en ligne : Prezi, Google Slides, Canvas, etc.

Vous avez l'habitude de faire des diapositives dans une logique **WYSIWYG**. De par leur caractère visuel, c'est un peu plus difficile de changer de principe pour faire des présentations. Néanmoins il existe des alternatives intéressantes.

14.2.1 Présentation Markdown = Marp

Marp est un système de présentation basé sur le langage **Markdown**.

Si vous travaillez dans [Visual Studio Code](#), il est très facile d'essayer de faire du Marp avec avec l'extention [Marp for VSCode](#).

Une présentation Marp peut être écrite majoritairement en Markdown, mais peut utiliser du balisage HTML + CSS pour de la [mise en forme avancée](#).

14.2.2 Présentation bureautique



Vous connaissez de nombreux outils

- Power Point (ou Libre Office Impress)
- Canvas
- Google Slides
- etc.

Le premier à l'avantage d'être disponible hors ligne. Il s'avère en outre être un bon outils pour dessiner.

14.2.3 Présentation LaTeX

LaTeX possède lui aussi son environnement pour faire des présentation : [Beamer](#).

Même fonctionnement et mêmes logiciels que pour les documents textes.

Conseil pour les présentations

- Difficile d'oublier Power Point
- Pour se mettre à Markdown ou LaTeX, ne commencez pas par les présentations

15 Introduction à Markdown

15.1 Qu'est-ce que Markdown ?

Markdown est un langage de balisage léger (comprendre " de la mise en forme simplifiée"). Facile à lire, facile à écrire. Il peut être converti facilement en HTML ou PDF.

Un fichier écrit en Markdown est un fichier texte, avec de préférence l'extension .md. Le fichier texte peut être écrit avec n'importe quel éditeur. En revanche pour obtenir la mise en page, il faut avoir un éditeur/lecteur adapté (voir [Les logiciels](#)).

15.2 À quoi ressemble un fichier écrit en Markdown ?

Un exemple de fichier écrit en Markdown :

```
# Titre niveau 1
Du texte avec des mots en gras
> une citation avec de l'italique

## Titre niveau 2
Une liste à puces :
- élément 1
- élément 2
```

Ce qui nous donne :

Titre niveau 1

Du texte avec **des mots en gras**

| une citation avec *de l'italique*

Titre niveau 2

Une liste à puces :

- élément 1
- élément 2

C'est donc très simple à lire, à écrire, et le résultat est immédiat !



Aller plus loin sur la syntaxe Markdown

- [Markdown Guide Cheat Sheet](#)
- [Markdown Reference @Typora](#)

15.3 Des fichiers sources au format texte

Travailler sur des fichiers texte, c'est un gros avantage par rapport à un fichier Word ou LibreOffice (qui sont des fichiers XML encapsulés, dont le contenu est plus difficile à lire sans un éditeur dédié.). Les fichiers texte c'est :

- léger (ko)
- multi-plateforme
- libre

15.4 Pourquoi utiliser Markdown ?

Markdown est adapté à plein d'activités du quotidien :

- de la prise de note (en réunion, en cours)
- des rapports scientifiques (de TP par exemple) pour lesquels la mise en page n'est pas trop exigeante (à mon avis vous pouvez faire toute votre scolarité avec Markdown, s'il est bien utilisé)
- si vous faites des [Jupyter notebooks](#) (en Python par exemple)

15.5 Dans Markdown, comment faire...

15.5.1 Les équations

Pour l'édition de documents scientifiques, nous gardons les avantages de LaTeX pour les équations : du code qui donne de belles équations.

Exemple :

$$\alpha = \int_0^1 \sin(\theta) d\theta$$

qui a été obtenu par le code

```
$$  
\alpha = \int_0^1 \sin(\theta) \, d\theta  
$$
```

15.5.2 Les images

15.5.2.1 Insérer une image

Markdown gère également les images !

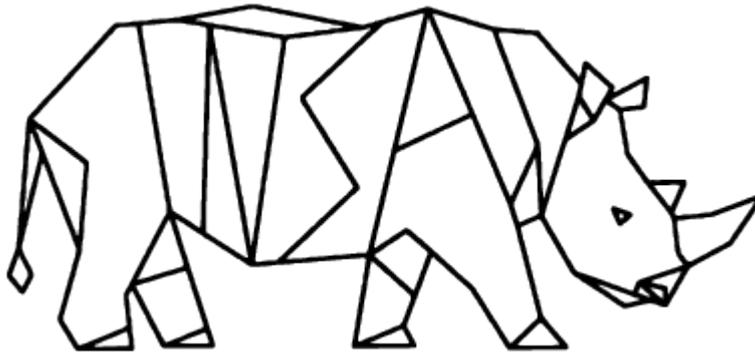


Figure 1 : le rhino de l'INSA

Pour insérer une image :

```
![nomimage](chemin/local/de/l/image ou url)
```

Certains éditeurs markdown acceptent également d'insérer les images par simple glisser-déposer.

⚠ Points de vigilance concernant les images

- quand vous insérez une image (avec son chemin), l'image n'est pas sauvegardée dans le fichier texte ; elle est juste *appelée* dans le code. Donc tant que vous n'avez pas construit le `.pdf` , si vous partagez les `.md` , partagez aussi les images.
- Markdown ne fait pas de numérotation automatique des figures : mais [Pandoc](#) a la solution.

15.5.3 Les tableaux

Il y a la possibilité de faire des tableaux en markdown.

fonte	commande	exemple
italique	<code>*mot*</code>	<i>motenitalique</i>
gras	<code>**mot**</code>	motengras
gras + italique	<code>***mot***</code>	<i>motengrasitalique</i>

15.6 Les éditeurs Markdown

Envie d'essayer ? Il ne reste plus qu'un point : choisir un logiciel.

15.6.1 Éditeurs à installer en local

Les logiciels Markdown à installer sur sa machine

- [VSCode](#) (Windows, Mac, Linux): si vous êtes déjà familier des Environnement de Développement Intégré (IDE), vous pouvez faire du Markdown directement dans VSCode. Vous pouvez aussi opter pour [Obsidian](#)
- [Typora](#) (Windows, Mac, Linux) : Typora est multiplateforme, très élégant. Le plus complet à l'heure actuelle. La licence à vie coûte une quinzaine de dollars. Je l'utilise.
- [Remarkable](#) (Linux) : simple, efficace, libre.

15.6.2 Éditeurs en ligne

Il existe plusieurs éditeurs en ligne accessibles gratuitement. C'est une bonne solution pour collaborer à plusieurs ou s'initier à Markdown.

Des éditeurs Markdown en ligne

- [Digipage \(La digitale\)](#) basé sur [HedgeDoc](#)
- [StackEdit](#)
- [Dillinger](#)

15.7 Markdown est-il parfait ?

Non. Si vous vous contentez de la syntaxe Markdown, cela reste du **balisage léger** :

- pas de maîtrise de la typographie. Oubliez les changements de police, les tailles de fonte sur-mesure, la justification de texte, les espaces insécables, etc.
- pas de maîtrise de la mise en page
- pas de numérotation des titres, figures, etc.

Enrichir le Markdown

Pour avoir accès à plus de niveau d'édition, vous pouvez utiliser du langage HTML (pour la typographie notamment), du CSS pour la mise en page, ou LaTeX (via [Pandoc](#)).

Si vous commencez à avoir des mises en page complexes, Markdown peut vous sembler limité. Dans ce cas repassez à la bureautique, ou passez à LaTeX . Ou bien lisez la suite.

15.8 Markdown + Pandoc = 🔥

[Pandoc](#) est une librairie très puissante : elle permet de convertir des documents dans une nombre importants de formats (html, md, tex, docx, odt). En utilisant Pandoc sur du Markdown, on peut aussi obtenir de très beaux documents PDF au modèle LaTeX.

À consommer sans modération.

16 Mettre en page vos documents

16.1 Qu'est-ce que la mise en page ?

” | La mise en page, selon Wikipedia¹

La mise en page, [...], est l'opération de disposition graphique d'un contenu informationnel dans un espace donné (feuille de papier, planche de bande dessinée, pages web, etc.).

Elle **succède** au travail de collecte et de composition du contenu [...] et **précède** souvent le travail d'impression [...].

Elle vise à représenter le contenu (textes, images, animations...) de manière hiérarchique et harmonieuse (équilibre des zones, des couleurs et des espaces, contrastes), afin de **faciliter un parcours de lecture** à plusieurs niveaux, avec un souci constant d'**ergonomie**.

Elle comprend les techniques :

- de polices de caractères,
- de typographie,
- de mise en forme et d'espacement,
- de titrage et de lettrines,
- d'illustration et de leur habillage.

On retrouve l'idée que la mise en page doit arriver *après* la phase de rédaction : quelque soit le logiciel d'édition que vous utilisez, focalisez-vous d'abord sur le contenu avant de vous perdre dans la mise en page.

Vous trouverez les règles typographiques élémentaires à suivre dans la page [La typographie](#), tandis que les spécificités pour le monde scientifique (chiffres, unités, variables mathématiques) sont décrites dans la page [Chiffres et unités](#). Dans cette page, on va surtout parler de **mise en forme du texte dans la page** et de l'insertion des **éléments non-textuels** (illustrations, tableaux, etc.).

16.2 Les pages d'un rapport scientifique

Pour la plupart des rapports longs (rapports de stage, de projet, etc.), il existe deux grands types de pages dont il faut maîtriser l'agencement :

- la page de garde/de titre

- la page standard

16.2.1 La page de garde

Pour cette page de garde, de grâce, **choisissez un style sobre** 🙏. Oubliez les modèles par défaut proposé par Word et autres suggestions des logiciels d'édition qui sont pour la plupart *has-been*. Votre page de garde doit surtout être **informationnelle**. Si vous souhaitez ajouter une image d'illustration, il faut qu'elle soit **sourcée** et **pertinente** : inutile de piquer une image d'avion sur Google pour illustrer votre stage dans l'aéronautique. Le mieux est encore de mettre en avant une image emblématique de votre rapport/travail, que vous aurez produite vous-même.

Pour bien choisir le titre de votre document, rendez-vous sur la page [La page de titre](#) dans la partie **LE FOND**.

Les informations essentielles à faire apparaître sont fournies ci-dessous.

Check-list rapport de stage/d'apprentissage

- ✓ le titre **complet et explicite** du projet/du sujet de stage
- ✓ en sous-titre :
 - ✓ type de rapport (projet de fin d'études, stage, année d'apprentissage, etc.)
 - ✓ libellé de la filière de formation
 - ✓ référence de la promotion
- ✓ votre nom
- ✓ le nom de la structure d'accueil (entreprise/laboratoire)
- ✓ le nom du·de la tuteur·rice dans la structure
- ✓ le nom du·de la référent·e académique
- ✓ la **date** de rédaction (version finale)
- ✓ les **logos**, en haut ou en bas de la page, **non pixelisés, ni déformés**

Difficulté de mise en oeuvre

Word & co: ★

Partez d'un exemple de page de garde sobre et utilisez les styles.

LaTeX : — ou ★★★

La commande `\maketitle` crée une page de garde automatiquement avec les informations renseignées dans `\title`, `\author` et `\date`, sans effort. Vous pouvez aussi utiliser l'environnement `titlepage` pour définir une mise en page personnalisée.

Plusieurs extensions vous permettent de créer une page de garde plus élaborée. Nous vous conseillons [titling](#). Plus d'infos sur la [FAQ LaTeX GUTenberg](#)



Check-list rapports courts

Pour les rapports plus courts (CR de TP, note technique), il n'est pas nécessaire de faire une page de garde séparée. Afficher simplement les informations essentielles de façon condensée en haut de la première page :

- le titre **complet et explicite** du projet/du TP
- en sous-titre : le nom ou la référence de la matière (ex : GM-3-S1-PST)
- votre nom
- le nom de l'encadrant·e du projet, le cas échéant
- la **date** de rédaction (version finale)

Quelques exemples

Word & co

TODO: ajouter un exemple de page de garde Word

LaTeX

TODO: ajouter un exemple de page de garde LaTeX

16.2.2 La page standard

Pour la page standard de votre rapport, utilisez les **en-têtes et pieds-de page**, afin de rappeler les informations essentielles. Voici une suggestion :

En-tête

- le titre (abrégé) du projet ou sa référence,
- les auteur-e-s

Pied de page

- le **numéro de page** (impérativement !)
- le nom de l'entreprise/du laboratoire

✘ Pas de logos en en-tête ou pied de page

Ne rajoutez pas de logos sur les pages standards de votre document, la page de garde suffit et ils prendront inutilement de la place. Si vous voulez souhaitez utiliser l'image de marque de l'entreprise, utilisez les modèles de documents fournis (charte graphique, couleurs et polices).

Difficulté de mise en oeuvre

Word & co: ★

Utilisez la fonctionnalité "En-tête et pieds de page" et les styles associés pour mettre en forme le texte.

LaTeX: ★★

Plusieurs extensions vous permettent de définir automatiquement des en-têtes et pieds de page. Nous vous conseillons [fancyhdr](#). Plus d'infos sur la [FAQ LaTeX GUTenberg](#)

16.3 Structuration du document

Règle n°1 : Découper le document en chapitres/sections/etc.

- Choisissez des titres de sections explicites (ex. *IMRaD*) ;
- Numérotez **tous** les niveaux de section ;
- Associez un **style** uniforme pour chaque niveau section.

Difficulté de mise en oeuvre

Word & co: ★(★)

Utilisez les styles, ne jamais modifier des portions de texte à la main, encore moins des titres. N'oubliez pas de numéroté les différents niveaux (ce n'est pas fait par défaut).

LaTeX: —

LaTeX s'occupe de ça pour vous 😊. Définissez les niveaux de sections avec les commandes `\chapter`, `\section`, `\subsection` etc. Rendez-vous sur la documentation d'[Overleaf](#) pour plus de détails.

Règle n°2 : Découper le document en paragraphes

Votre propos doit s'articuler autour de paragraphes :

- Par exemple : un paragraphe par contenus/items dans chaque partie *IMRaD* ;
- Un paragraphe ne se résume pas à une seule phrase ;
- Un paragraphe doit avoir un début et une fin : il développe une idée.

Difficulté de mise en oeuvre ▼

En général

Observez votre texte :

- Si vous revenez très souvent à la ligne c'est que vous ne faites certainement pas assez de paragraphes. Essayez de regrouper les phrases qui ont besoin les unes des autres pour être cohérentes.
- Si vous voyez des gros blocs de texte c'est que vous avez besoin de découper davantage votre propos. Essayez de revenir à la ligne à chaque fois qu'une nouvelle idée commence.

Word & co : ★(★)

Utilisez les styles, notamment pour définir la police et l'alinéa. Idéalement le premier paragraphe d'une section n'a pas d'alinéa.

LaTeX : —

LaTeX s'occupe de ça pour vous 😊. Pour revenir à la ligne, laissez simplement une ligne blanche entre deux paragraphes, LaTeX crée l'alinéa automatiquement quand c'est nécessaire.

16.4 Synthétiser l'information

Pour mettre l'accent sur des informations essentielles, faire le bilan de certaines parties, etc. n'hésitez pas à utiliser des blocs de textes (comme ceux largement (trop ?) utilisés dans ce site).

Dans les documents scientifiques (contrairement aux textes littéraires), on peut aussi utiliser des listes d'items (listes à puces), numérotées ou non.

16.5 Agencer les éléments non-textuels

Règle n°3 : Tout élément non-textuel doit être référencé

Tout élément non-textuel (images, tableaux, équations) doit avoir :

- une légende (sauf les équations),
- un numéro,

et doit être **référéncé** et **commenté** dans le corps du texte.

Difficulté de mise en oeuvre

Word & co : ★(★)

Il faut d'abord insérer une légende puis un renvoi automatique vers cette légende dans le texte. Pour les images, préférez l'habillage "haut et bas" : la figure est centrée sur la page et le texte est soit au-dessus soit en-dessous.

LaTeX : —

LaTeX s'occupe de ça pour vous 😊.

Utilisez l'environnement `figure` et la commande `\includegraphics` avec la légende définie dans `\caption`. Pour y faire référence, utilisez l'extension `cleverref` et la commande `\cref` après avoir défini un `\label`.

Rendez-vous sur la documentation d'[Overleaf](#) et la [FAQ LaTeX GUTenberg](#) pour plus de détails.

Utiliser des tableaux

Vous pouvez utiliser des tableaux pour synthétiser des **résultats numériques**.

Grandeur	Notation	Valeur	Unité	Référence
Module de Young	E	$72,3 \pm 0,4$	GPa	courbe n°...
Coefficient de Poisson	ν	0,28	-	courbe n°...

Tableau 1 : Propriétés de l'aluminium déterminées par traction uni-axiale.

Dans le Tableau 1., les résultats comportent un certain nombre de chiffres significatifs (lié à la mesure) et un intervalle d'erreur.

1. Wikipédia. Mise en page – wikipédia, l'encyclopédie libre. 2024. [En ligne; Page disponible le 28-juillet-2024]. URL: http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Mise_en_page&oldid=217188072. ←

17 À propos de la typographie

” | La typographie

La typographie (souvent abrégée en « typo ») regroupe les différents procédés d'impression utilisant des caractères et des formes en relief. Le terme « typographie » peut aussi désigner **l'art d'utiliser les différents types de caractères** dans un but esthétique et pratique.

— [Wikipédia](#)

Sur cette page nous parlerons de la typographie comme art d'utiliser les caractères. Le but est de mieux comprendre quelques règles d'édition pour se faciliter la tâche.

17.1 Les polices et les fontes

Dans les logiciels nous devons souvent choisir une police et une fonte pour écrire. Comment faire ce choix ?

17.1.1 Définitions

✎ | Qu'est-ce qu'une police de caractères ?

Une police d'écriture ou police de caractères en typographie, est un ensemble de glyphes, c'est-à-dire de représentations visuelles de caractères d'une même famille, qui regroupe tous les corps et graisses d'une même famille, dont le style est coordonné, afin de former un alphabet, ou la représentation de l'ensemble des caractères d'un langage, complet et cohérent.

— [Wikipédia](#)

📄 | Des polices

Garamond est une police de caractère.

Times est une police de caractère.

Qu'est-ce qu'une fonte ?

Une fonte est l'ensemble des caractères correspondant aux mêmes caractéristiques de corps, grasse et italique au sein d'une même police.

— [Wikipédia](#)

17.1.2 Avec ou sans empattement

L'empattement désigne les petites pattes qui terminent les extrémités des lettres. On trouvera des polices avec empattement (*serif*) et sans empattement (*sans-serif*). À quoi servent-elles ? Comment les choisir ?

Sans rentrer inutilement dans le détail, nous vous proposons une règle simple :

Pour les textes longs : *serif*

Pour les textes longs (livre, journal, mémoire, rapport), préférez les polices *serif*. Leur empattement permet à l'oeil de mieux suivre les lignes.

 **Essayez de trouver un roman imprimé avec une police sans empattement.**

Quand vous voulez : *sans-serif*

Pour tous les supports plus courts (notes de réunion, CV, poster, publicité, etc.) on peut choisir une police sans empattement.

Des polices plus accessibles ?

Il semble que les polices *sans-serif* sont en général plus facile à lire pour les personnes dyslexiques ou les personnes malvoyantes.

À propos de dyslexie sur [Wikipédia](#)

Une police pour les personnes malvoyantes : [Luciole](#)

17.1.3 À éviter

Quelques petites choses à éviter.

Ne pas changer tout le temps de police et de fonte

Au sein d'un même document, on évite de changer plusieurs fois de police et de fonte. Utilisez les styles de votre éditeur pour contrôler cela.

Pour les documents long : police AVEC empattement

Voir plus haut.

17.2 Justification du texte

La justification du texte concerne l'alignement du texte sur la page. Bien qu'il n'y ait pas d'obligation, on conseillera d'utiliser :

Du texte justifié pour :

- les textes longs ;
- des formats de colonne étroits (type journal).

Du texte aligné à gauche en général.

Du texte centré pour :

- des légendes, des images, des tableaux ;
- dans les présentations.



Justification

À gauche

À utiliser dans le cas général.

Lorem ipsum odor amet, consectetur adipiscing elit. Interdum himenaeos turpis nullam nisl metus proin scelerisque ex euismod. Id vivamus congue; posuere nullam congue consectetur duis tristique. Interdum libero volutpat parturient litora turpis ridiculus tristique eros habitasse. Suscipit natoque platea luctus lectus cubilia posuere mi? Neque quam in ultrices mauris facilisi velit ipsum. Proin sapien ultricies commodo bibendum; fusce metus dis lobortis porttitor. Primis parturient dignissim natoque euismod habitant.

À droite

Rarement utilisé pour des documents scientifiques.

Lorem ipsum odor amet, consectetur adipiscing elit. Interdum himenaeos turpis nullam nisl metus proin scelerisque ex euismod. Id vivamus congue; posuere nullam congue consectetur duis tristique. Interdum libero volutpat parturient litora turpis ridiculus tristique eros habitasse. Suscipit natoque platea luctus lectus cubilia posuere mi? Neque quam in ultrices mauris facilisi velit ipsum. Proin sapien ultricies commodo bibendum; fusce metus dis lobortis porttitor. Primis parturient dignissim natoque euismod habitant.

Justifié

Recommandé pour les textes longs, ou les formats de colonnes étroites (ex: journal)

Lorem ipsum odor amet, consectetur adipiscing elit. Interdum himenaeos turpis nullam nisl metus proin scelerisque ex euismod. Id vivamus congue; posuere nullam congue consectetur duis tristique. Interdum libero volutpat parturient litora turpis ridiculus tristique eros habitasse. Suscipit natoque platea luctus lectus cubilia posuere mi? Neque quam in ultrices mauris facilisi velit ipsum. Proin sapien ultricies commodo bibendum; fusce metus dis lobortis porttitor. Primis parturient dignissim natoque euismod habitant.

Centré

Adapté pour des légendes de figures, tableaux, etc., ou dans les diaporamas.

Lorem ipsum odor amet, consectetur adipiscing elit. Interdum himenaeos turpis nullam nisi metus proin scelerisque ex euismod. Id vivamus congue; posuere nullam congue consectetur duis tristique. Interdum libero volutpat parturient litora turpis ridiculus tristique eros habitasse. Suscipit natoque platea luctus lectus cubilia posuere mi? Neque quam in ultrices mauris facilisi velit ipsum. Proin sapien ultricies commodo bibendum; fusce metus dis lobortis porttitor. Primis parturient dignissim natoque euismod habitant.

II.II Graphiques

18 Les figures dans les documents scientifiques

Cette page est consacrée aux figures, dans lesquels on retrouvera les **graphiques** et les **images**.



Figure 9: Le département des théories fumeuses, Tom Gauld, Éditions 2024, 2020, ISBN 978-2-901000-42-6.

18.1 Les formats d'images

18.1.1 Les images matricielles (bitmap)

bitmap = carte de points

Il s'agit d'une carte de pixels : à chaque pixel est associé une couleur. L'image est caractérisée par sa taille, sa résolution (le nombre de pixel par unité de longueur) et l'échelle de couleurs (nombre de canaux couleurs, précision). C'est le format des photos et de beaucoup d'images numériques.

Les formats matriciels les plus courants sont : BMP, GIF, TIFF, PNG, JPEG.

[Les images matricielles sur Wikipédia.](#)

18.1.2 Les images vectorielles

Vectoriel = formes géométriques

Image numérique composée d'objets géométriques définis par leurs attributs (forme, position, couleur, etc.). Dans une image vectorielle, lors de transformations ou redimensionnement (notamment à l'affichage), les objets sont recalculés, et affichés à une résolution adaptée. Contrairement aux images *bitmap*, les images vectorielles sont toujours nette !

[Les images vectorielles sur Wikipédia.](#)

Tip

Avant d'être exportées (sauvagement), les graphiques issus des tableurs et logiciels de calcul numérique (Python, MatLab) sont des images vectorielles.

18.2 Faire un joli graphique

18.2.1 Un peu de théorie

À quoi sert un graphique ? À synthétiser une grande quantité d'information sous forme graphique. Pourquoi la représentation graphique est-elle plus efficace que le texte ? C'est à cause de notre cerveau... et de sa manière d'interpréter les informations graphiques.

Les attributs pré-attentif de l'information

Pour stimuler la mémoire à court terme et synthétiser une grande quantité d'informations, nous pouvons utiliser les attributs pré-attentifs reconnus par notre cerveau : forme (orientation, taille, épaisseur, etc.), couleur, position. Un graphique efficace mobilisera ces différents éléments.

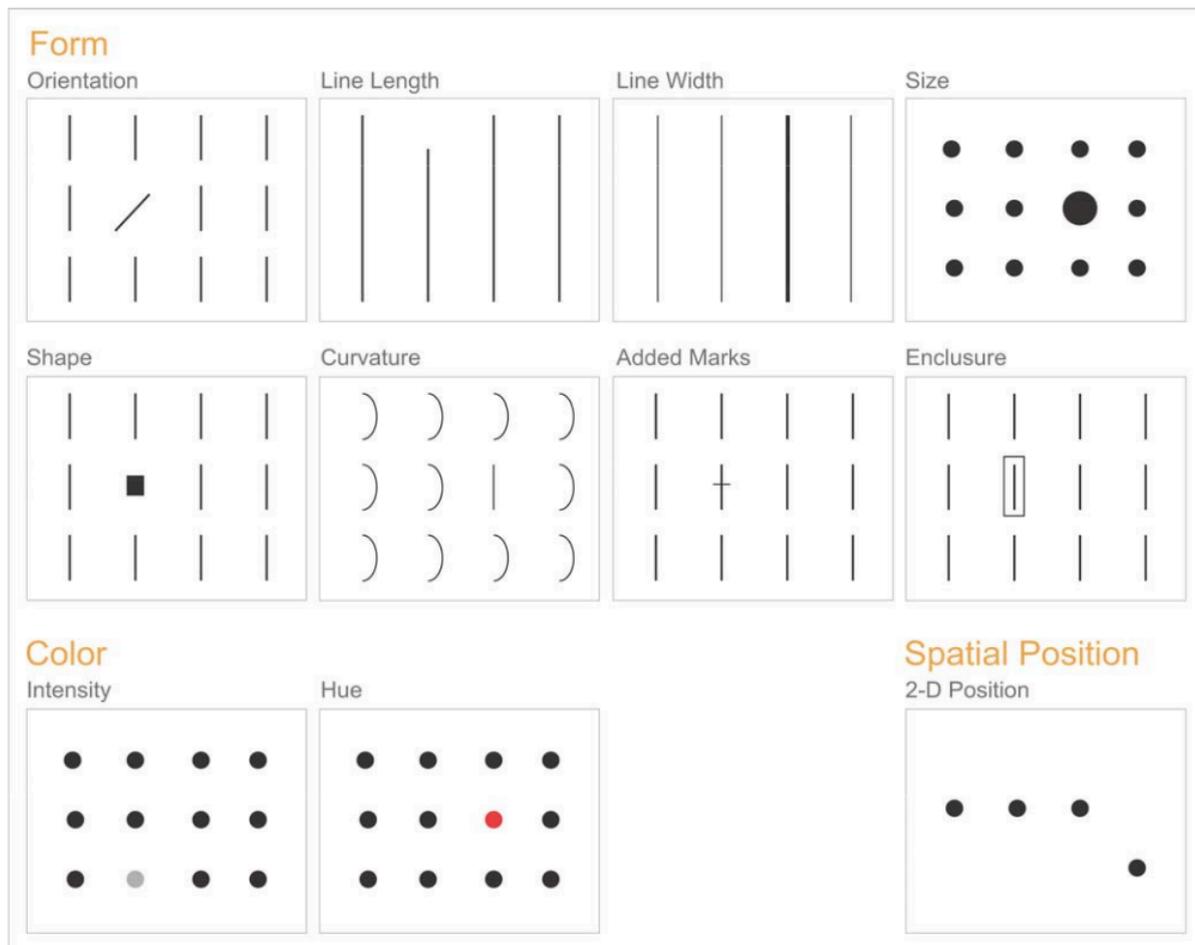


Figure 10: Les attributs pré-attentifs de l'information, à utiliser dans les figures et schémas, tiré de *Tapping the Power of Visual Perception*, Stephen Few, 2004.

18.2.2 Les règles pour de jolis graphiques

Principes pour de beaux graphiques

1. bien utiliser la surface de graphique
2. utiliser les attributs pré-attentifs de l'information (forme, couleur, position)
3. soigner les axes : taille, légende
4. tracer les mesures discrètes avec des points, les modèles continus avec les lignes
5. référencer l'image dans le texte : dans les logiciels d'éditions, les figures sont légendées (Figure XX : *description*) et doivent faire l'objet d'un renvoi dans le texte.

📊 Exemple de texte de renvoi à la figure

Sur la Figure 1, on peut voir l'effet visuel de différents types de tracé. Dans tous ces cas, nous avons optimisé l'utilisation de la surface de graphique (règle 1). Le dernier graphique s'approche de ce que l'on peut attendre d'un graphique scientifique.

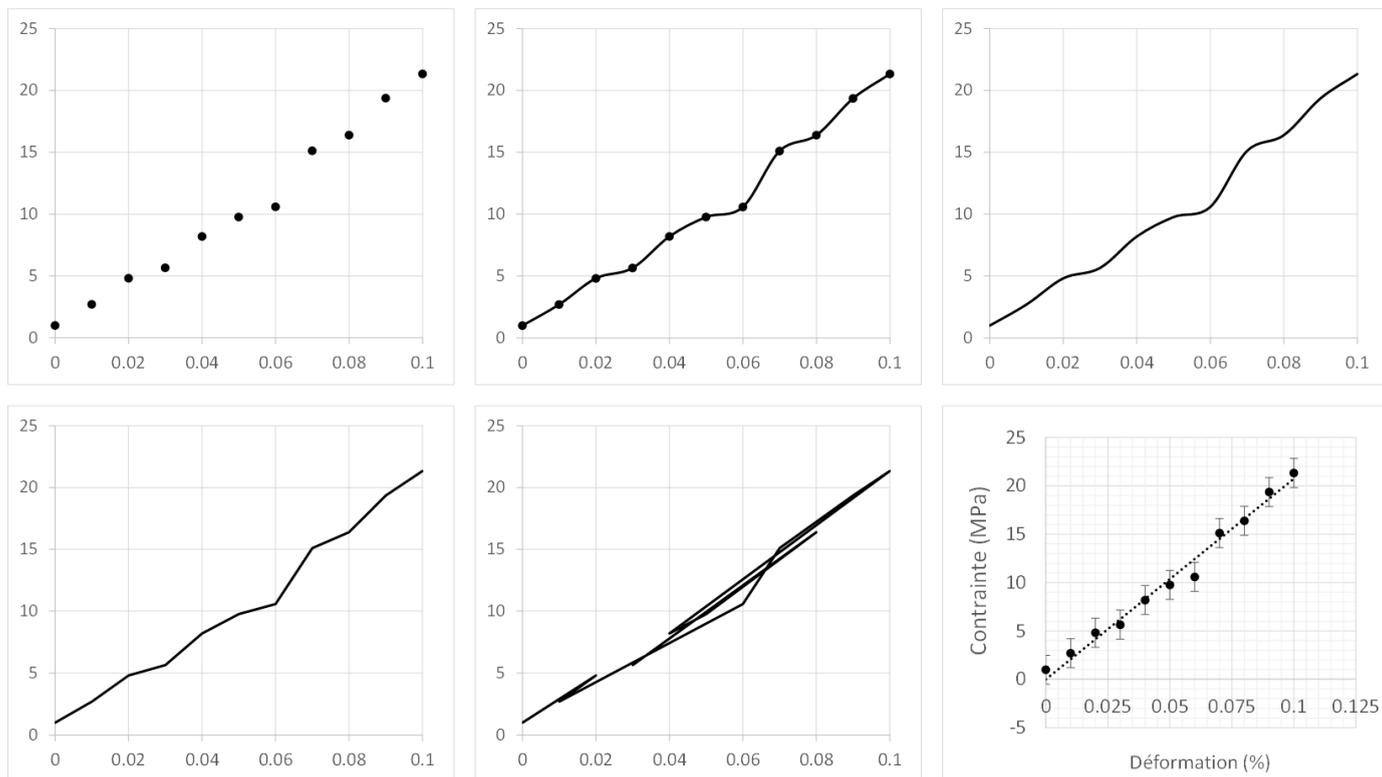


Figure 11: Un jeu de données représenté de différentes manières.

18.3 Les logiciels

Il y a une infinité de manière de faire des graphiques. N'hésitez pas à essayer différents logiciels, pour trouver celui qui vous convient le mieux, en fonction des situations.

18.3.1 Les tableurs : Excel, LibreCalc

Pas besoin de les présenter. Excel et LibreOffice Calc sont les plus répandus. C'est à la fois la solution la plus évidente pour la plupart d'entre vous. Mais c'est aussi la plus limitée pour arriver à des résultats satisfaisants. Difficilement automatisables et sensibles aux versions des logiciels, il sont à privilégier pour de l'édition manuelle.

18.3.2 Matlab, Python, etc.

Les logiciels de calcul matriciel ([Python Matplotlib*](#), [MatLab](#), [GNU Octave*](#), [SciLab*](#)) ou de calcul formel ([Wolfram Mathematica](#), [Maple](#), [SageMath*](#))

* logiciels libres

18.3.3 Gnuplot

GnuPlot est un utilitaire graphique en ligne de commande. Multi-plateformes (Linux, Windows), libre et gratuit, il permet de tracer des graphiques à partir de scripts en lignes de commandes.

18.3.4 Les notebooks

Les environnements de calcul intégrés dans des interfaces web ont de plus en plus de succès. Les [Jupyter notebooks](#) permettent de mettre en forme des programmes Python ou SageMath dans son navigateur web. Ils permettent donc de générer des graphiques.

18.4 Exporter ses graphiques

Une fois que vous êtes satisfaits de votre graphique, vous l'exporter sous forme d'image. C'est à ce moment que beaucoup de choses se jouent sur la qualité de l'image.

⚠ On arrête le copier-coller

Dans TOUS les cas, si vous faites un copier/coller, ou pire... une impression écran, c'est que vous faites les choses de travers.



Les conseils donnés dans la suite dépendent du logiciel utilisé pour produire votre image, et de la destination finale de votre image.

18.4.1 Depuis un tableur

Dans votre tableur, un graphique est encore vectoriel. Les conseils suivants doivent vous permettre de les conserver au format vectoriel dans vos documents écrits.

LibreOffice Calc > LibreOffice Writer



Si vous réalisez votre graphique dans le tableur LibreOffice, et que vous destinez votre graphique à un document LibreOffice Writer.

- **LibreOffice Calc** : clic-droit sur la figure > Exporter comme image (choisir un format)
- **LibreOffice Writer** : il accepte le matriciel et le vectoriel (même PDF !)

Excel > Word

Si vous réalisez votre graphique dans le tableur Excel, et que vous destinez votre image à un document Word.



- **Depuis Excel:** copier
- **Dans Word :** collage spécial > Image (métafichier amélioré)

OU



- **Depuis Excel:** copier
- **Dans Power Point :** collage spécial > Image (métafichier amélioré) ; puis clic-droit, *enregistrer comme image*

🔗 Métafichier amélioré

Le métafichier amélioré de Microsoft Office est un format vectoriel. Exportez votre fichier au format PDF et admirez le résultat.

18.4.2 Depuis MatLab ou Python

⚠️ copier/coller ou impression écran toujours interdit !

Tous les logiciels de calcul peuvent exporter les images dans des tas de formats. Leur automatisation permet d'exporter simultanément dans différents formats. Les images, une fois exportées, pourront vous servir pour tous vos formats de documents.

Exemples dans Matlab

Solution manuelle

À partir d'une fenêtre graphique de MatLab, vous pouvez sauvegarder votre graphique avec **Save As** et choisir votre format préféré.

Solution en ligne de code

Un exemple pour exporter en PNG.

```
fig = figure ;  
plot(x,y)  
print(fig, 'monimage', '-dpng')
```

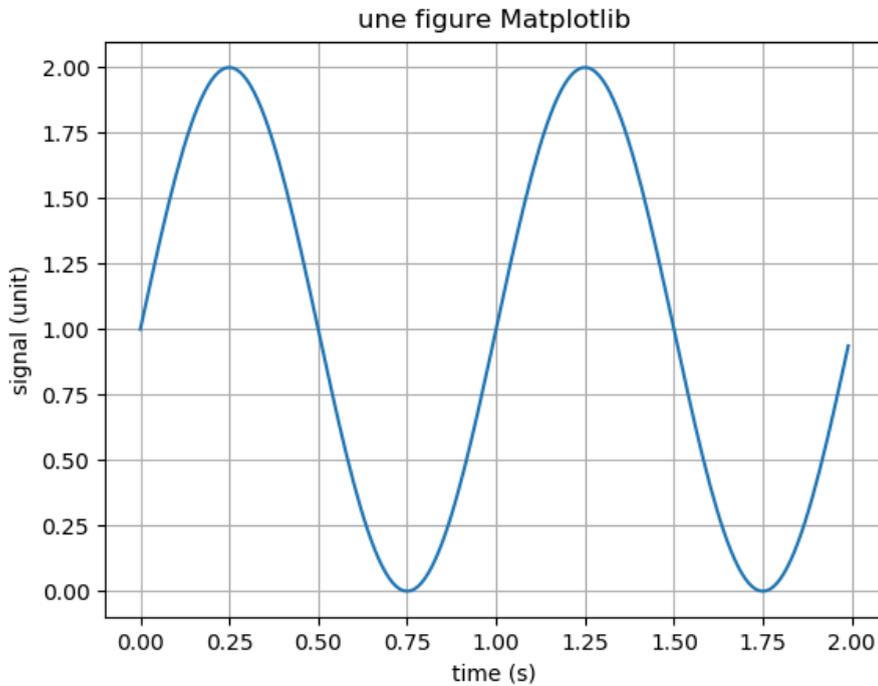
Avantage en ligne de code

L'image sera mise à jour à chaque exécution de programme.

Python & Matplotlib

Si vous utilisez Python pour la visualisation de données, vous ne pouvez pas passer à côté des [cheatsheets & handouts](#). Vous y trouverez plein d'infos pour réussir vos graphiques.

```
import matplotlib.pyplot as plt  
import numpy as np  
  
# données à tracer  
t = np.arange(0.0, 2.0, 0.01)  
s = 1 + np.sin(2 * np.pi * t)  
  
fig, ax = plt.subplots()  
ax.plot(t, s)  
  
ax.set(xlabel='time (s)', ylabel='signal (unit)',  
       title='une belle figure')  
ax.grid()  
  
fig.savefig("test-python.png")  
plt.show()
```



18.4.3 Depuis Gnuplot

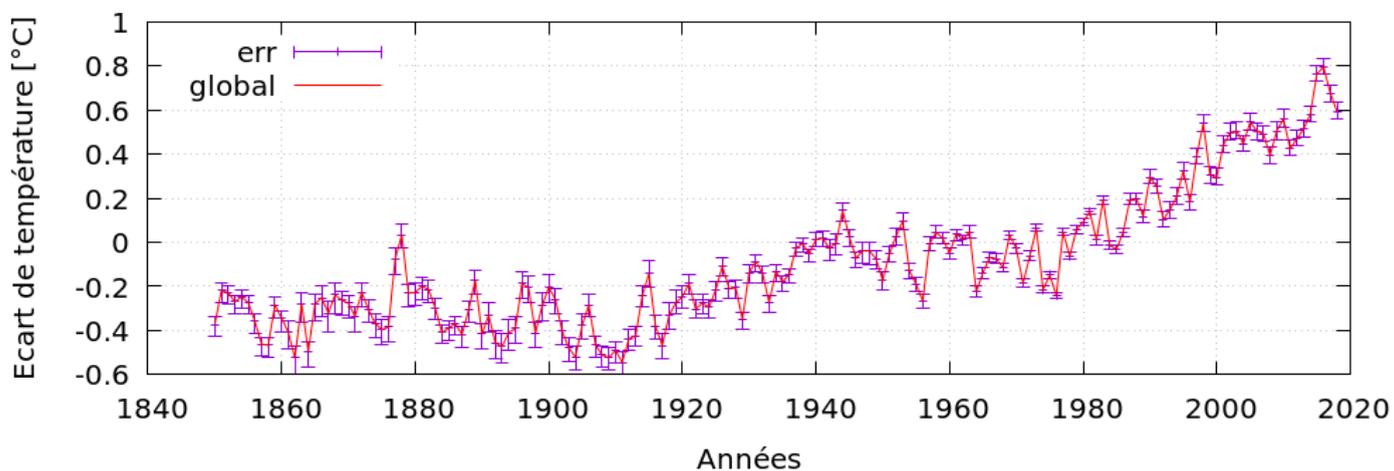
À partir de données contenus dans des fichiers texte, et en exécutant un script, Gnuplot génère toutes sortes de graphiques. Ci-dessous un exemple de script qui trace une série de donnée sur l'évolution de la température moyenne du globe (données du site [OurWorldInData](#)).

```
# script gnuplot

set terminal pngcairo size 1000,400 enhanced font 'Verdana,15'
set output 'global-temp.png'

set datafile separator ","
set grid
set title 'Réchauffement climatique'
set xlabel 'Années'
set ylabel 'Ecart de température [°C]'
set key left top
plot '< grep Global temperature-anomaly.csv' u 3:4:5:6 w yerrorbars title 'err', "" u 3:4 w l lt
rgb 'red' title 'global'
```

Réchauffement climatique



II.III Écrire les mathématiques

19 Les équations dans les documents scientifiques

Les équations se tapent au clavier, pas à la souris

Cela ne dépend pas de votre logiciel d'édition. Si vous faites autrement, ce tutoriel est fait pour VOUS.



19.1 Les équations c'est du code avant tout

Que vous rédigez sur MS Word, LibreOffice Writer, Google Docs, en Markdown, ou en LaTeX, et même en html, **les équations sont des lignes de code**. Dans la suite vous trouverez des sections spécifiques à chaque logiciel.

Pour l'exemple, regardons une équation, l'équation de la chaleur :

$$\rho c_p \frac{\partial \theta}{\partial t} = -\operatorname{div}(\vec{q}) + r$$

où ρ est la masse volumique, c_p est la chaleur spécifique, θ la température, t le temps, \vec{q} le flux de chaleur, et r une source chaleur.

Ce que nous venons de faire, c'est de montrer une équation puis **d'expliquer la signification de chaque variable**.

Pour taper une équation nous utilisons du code : ici nous rédigeons en Markdown, qui utilise du code LaTeX pour les équations.

Voici à quoi ressemble le code de l'équation :

```
$$  
\begin{align}  
\rho c_p \frac{\partial \theta}{\partial t} = -\operatorname{div}(\vec{q}) + r  
\end{align}  
$$
```

Les lettres grecques s'obtiennent par une commande du type `\nomlettre`. Par exemple α s'obtient par le code `\alpha`.

Everything is LaTeX

Le code de la plupart des éditeurs est basé sur le code LaTeX. Si vous débutez en LaTeX, n'hésitez pas à utiliser des [LaTeX cheat sheets](#).

C'est même le cas en HTML. Regardons par exemple le code HTML utilisé sur Wikipédia pour obtenir :

$$\rho C_P \frac{\partial T}{\partial t} + \nabla \cdot \mathbf{j} = S$$

La [propagation de l'énergie](#) se fait par un mécanisme [brownien](#) de [phonons](#) et de porteurs de charge électrique (électrons ou trous), donc à une échelle caractéristique très petite devant celles du problème macroscopique. Il est donc décrit par une équation de type diffusion, la loi de Fourier :

$$\mathbf{j} = -\lambda \nabla T$$

où λ est la [conductivité thermique](#) (en $\text{W m}^{-1} \text{K}^{-1}$), une quantité scalaire qui dépend de la [composition](#) et de l'[état physique](#) du milieu à travers lequel diffuse la chaleur, et en général aussi de la température. Elle peut également être un tenseur dans le cas de milieux anisotropes comme le [graphite](#).

Le code utilisé pour l'équation de la chaleur est le suivant :

```

```

où l'on retrouve le code LaTeX qui sert à coder l'équation.

19.2 Équations sur Word

Dans Word, vous pouvez utiliser l'éditeur d'équations intégré, ou [Mathtype](#). Dans la suite on détaille l'utilisation de l'éditeur intégré.

19.2.1 Éditeur intégré

Taper une équation sur Word

Alt + =

Pour activer l'éditeur d'équation de Word, on peut utiliser le raccourci clavier `Alt + =`, ce qui ouvre une fenêtre d'équation prête à éditer du code. La touche `Espace` permet de valider une séquence de code. Pour écrire α , il faut donc taper `\alpha + Espace`.

|

Les équations s'utilisent également dans le texte, pour décrire des variables.

|

19.3 Équations sur Google Docs

Pour démarrer une équation sur Google Docs, il faudra utiliser le menu `Insertion/Équation`. Ensuite il faut taper les commandes et valider par `Espace`, comme dans Word.

19.4 Équations sur LibreOffice Writer

Sur LibreOffice, on vous conseille d'installer l'extension [TexMaths](#). Pour plus d'informations sur la saisie d'équations, voir ce [wiki](#).

19.5 Équations en Markdown

Markdown intègre directement le code LaTeX. Pour entrer dans le mode maths, comme en LaTeX, on écrit le code entre `$... $`. La lettre α s'écrit `\alpha`.

Pour taper une équation centrée sur la page, on place le code entre deux paires de `$$... $$`. Par exemple l'équation

$$\rho c_p \frac{\partial \theta}{\partial t} = -\operatorname{div}(\vec{q}) + r$$

est tapée avec le code suivant.

```
$$
\begin{align}
\rho c_p \frac{\partial \theta}{\partial t} = -\operatorname{div}(\vec{q}) + r
\end{align}
$$
```

19.6 Équations en LaTeX

Si vous avez lu les lignes précédentes, vous savez que la plupart des équations sont basées sur le code LaTeX.

Besoin d'aide ?

Vous cherchez une commande LaTeX, un symbole mathématique ? Toutes les infos sont disponibles sur les [LaTeX cheat sheets](#).

20 Les chiffres et leur unité dans les documents scientifiques

Les chiffres et les unités sont incontournables dans les documents scientifiques. Leur écriture est régie par une norme [ISO 31, NF X02-003,4,6 \(Fr\)](#).

Voici quelques points essentiels à vérifier dans vos documents.

20.1 Système décimal

Utiliser le bon système décimal

En français

En français le séparateur décimal est la virgule. Les milliers sont séparés par une [espace fine insécable](#).

 **ex:**

10 527,83

En anglais

En anglais, le séparateur décimal est le point, tandis que la virgule sépare les milliers.

 **ex:**

10,527.83

20.2 Les unités

chiffre + espace insécable + unité

Les chiffres et leur unité sont séparés par une [espace insécable](#).

Exemple

Rendu

La charge appliquée est de 136 N.

Code HTML

```
La charge appliquée est de 136&nbsp;N.
```

Unités composées

Dans le cas d'unités composées, on a plusieurs solutions :

$$\text{m}\cdot\text{s}^{-2}\cdot\text{kg}^{-1}$$

$$\text{m}/\text{s}^2/\text{kg}$$

On préférera la première version (norme actuelle) à la seconde (ancienne norme) car elle permet de lever certaines ambiguïtés (qui est au numérateur et au dénominateur).

20.3 Équation ou pas équation ?

Lorsqu'on enchaîne les symboles mathématiques, chiffres et unités dans un texte, il arrive qu'on se pose la question suivante : dois-je utiliser une équation pour tout écrire ?

Enchaînement de texte et d'équations

On trouve une valeur de $\gamma = 10 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}\cdot\text{kg}^{-1}$.

🔍 Quelles sont les parties rédigées sous forme d'équation ?

En fonction du logiciel, la méthode peut devenir un peu subtile. Par exemple, si j'écris les unités au format équation, cela se traduit dans la plupart des langages :

On trouve une valeur de $\gamma = 10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2} \cdot \text{kg}^{-1}$.

qui correspond au code `\gamma = 10\,m \cdot s^{-2} \cdot kg^{-1}`. Dans ce cas le texte (les lettres) est interprété comme des symboles et tracé en italique. Il vaut mieux exclure les unités des équations, manuellement (dans Word) ou avec des packages spéciaux de LaTeX (ex: `siunitx`).

20.4 Les grands classiques À ÉVITER

20.4.1 Des mots ou des chiffres ?

📌 Les nombres dans les phrases

Dans les phrases qui comportent des nombres, l'usage est d'utiliser des mots pour les nombres compris entre zéro et neuf.

📌 ex:

Nous avons utilisé **trois** échantillons.

📌 Des mots pour commencer une phrase

On ne commence pas une phrase par des chiffres (ni des équations).

📌 ex:

Soixante-treize mesures ont été effectuées.

20.4.2 Notation scientifique et notation machine

❌ **Pas de notation machine à l'écrit !**

Nous avons l'habitude d'utiliser des logiciels de calcul scientifique, ou des calculettes, qui utilisent une notation bien commode pour les nombres au format scientifique

6.022e23

Mais à l'écrit la convention change. Il faut écrire :

6,022 × 10²³

20.4.3 Écrire les multiplications

✘ **STOP aux * pour les multiplications**

Voir [Focus sur... les multiplications.](#)

21 Écrire les variables

Il est fréquent de devoir choisir des noms pour les variables dans nos documents scientifiques. Il existe des conventions qui peuvent nous aider à choisir.

21.1 Définitions

Qu'est-ce qu'une variable ?

En mathématique, une variable est **un symbole** représentant un objet. Ce symbole peut être remplacé par des valeurs numériques prises par l'objet en question. En physique la nature de cet objet est souvent définie *a priori*.

Constante physique VS variables

En physique nous utilisons aussi des **constantes physiques**, qui sont des quantités dont la valeur est fixe (ex: vitesse de la lumière). Pour ces constantes, il existe des symboles réservés : pas de doute sur le choix.

▮ Voir [Constantes Physiques sur Wikipédia](#).

Introduire une variable

- Le déplacement sera noté \underline{u} .
- La température sera notée T .
- etc.

✗ **À éviter : commencer une phrase par une variable.**

Éviter

\underline{u} est le déplacement.

Préférer

Le déplacement sera noté \underline{u} .

21.2 Choisir un symbole

En pratique on utilise des lettres pour désigner une variable, plutôt que n'importe quel symbole (■,◆,★, etc.). Nous avons traditionnellement deux alphabets à disposition : l'**alphabet latin** et l'**alphabet grec**. Ces deux alphabets peuvent être déclinés en **minuscules** ou **majuscules**, et en **caligraphique** (`\mathcal{A}`) ou **gras** (`\mathbb{A}` ou `\mathbf{a}`).

Variations sur le a

Symboles

$$a + A + \mathcal{A} + \mathbb{A} + \alpha + \mathbf{a}$$

Code

```
a + A + \mathcal{A} + \mathbb{A} + \alpha + \mathbf{a}
```

Les lettres pourront aussi être ornementées :

📄 ornements

Symboles

$$a + \hat{a} + \underline{a} + \overline{a} + \tilde{a}$$

Code

```
a + \hat{a} + \underline{a} + \overline{a} + \tilde{a}
```

On peut également ajouter des **indices** et **exposants** :

📄 Indices et Exposants

Symboles

$$a_i + a^j + a_i^j$$

Code

```
a_i + a^j + a_i^j
```

À partir de là les possibilités sont presque infinies ; attention toutefois à certains excès.

Éviter les indices-phrases

Ils arrivent qu'on soit tentés de fabriquer des indices-phrases, en pensant clarifier ce qu'on fait. Par exemple :

$$E_{\text{acier apres traitement}} = 220 \text{ MPa}$$

Mais ce n'est pas au symbole de contenir toute l'information. Si vous avez plus de deux lettres pour un indice, c'est déjà trop ! Préférer un symbole clair (que l'on doit réutiliser en plusieurs endroits) et commentez le contenu de la variable dans le texte.

Le module de rigidité après traitement, noté E_t vaut 220 MPa.

Définir une variable... à condition qu'elle serve !

Évitez de surcharger vos notations. Si une variable est définie, c'est qu'elle doit être utilisée en plusieurs endroits du document. Si elle n'apparaît qu'une fois, ce n'est peut-être pas la peine de réfléchir trop longtemps.

21.3 Quelques conventions

Certaines lettres sont par convention associées à des types de variables. Cela dépend parfois de la discipline dans laquelle vous travaillez, mais voici quelques exemples génériques en physique.



Conventions de notations

- réservez les indices i, j, k aux entiers
- réservez x, y, z (ou X, Y, Z) pour les coordonnées cartésiennes, et t pour le temps
- utilisez f, g, h pour des fonctions
- réservez n, m pour un entier fixe (ex:sommation, ordre d'un polynome, etc.)
- laissez Σ pour les sommes
- les angles seront notés $\alpha, \beta, \gamma, \theta$, etc.
- on gardera ∇ et Δ pour les opérateurs différentiels
- etc.

II.IV Focus sur...

22 Focus sur... l'espace insécable

Un indispensable en typographie. L'essayer c'est l'adopter.

22.1 Définition

L'espace insécable

Une espace insécable (au féminin) est un signe typographique créé pour le numérique. Il est inséré entre deux mots qui ne doivent pas être séparés par un retour à la ligne (pour des raisons esthétiques).

Déjà-vu ?

Ah mince, mon chiffre et son unité sont séparés par un retour à la ligne ! J'ajouterais bien quelques espaces à la main pour arranger ça...

22.2 Dans quels cas l'utiliser ?

On utilise l'espace insécable ...

En français

- entre deux mots qu'on ne veut pas séparer par un retour à la ligne
- avant les signes de ponctuation ":" ";" "?" "!"
- pour séparer un nombre et son unité
- pour séparer les milliers dans les nombres

En anglais

- entre deux mots qu'on ne veut pas séparer par un retour à la ligne
- pour séparer un nombre et son unité

Séparer les milliers avec ,

10,000 years

22.3 Espace "fine" insécable

Espace fine insécable

L'espace fine insécable est plus fine que l'espace insécable. Pour un aspect esthétique, il est recommandé avant les signes de ponctuation, et dans les nombres pour séparer les milliers.

22.4 Comment le saisir ?

Voici les commandes pour saisir les espaces insécables dans les principaux logiciels d'édition.

	Espace insécable	Espace fine insécable
Word / Writer	CTRL + MAJ + ESPACE (Windows) ALT + ESPACE (Mac)	

	Espace insécable	Espace fine insécable
LaTeX	<code>~</code>	<code>\,</code>
HTML / XML	<code>&nbsp;</code>	<code>&#8239;</code>
Markdown	<i>utiliser le code HMTL</i>	<i>utiliser le code HMTL</i>

23 Comment écrire des multiplications ?

Le sujet peut paraître futile... pourtant...

23.1 En finir avec les étoiles de neige *

Sur les claviers, on a pris l'habitude de saisir un produit avec la touche `*`. Si pour la calculatrice ce symbole renvoie bien à la multiplication, ce n'est pas la même chose à l'écrit.

 **STOP ***

On évite le signe `*` pour les multiplications

23.2 Le signe multiplication \times

Dans le cas de multiplications, il existe un symbole : \times

$$a \times b$$

On **évitera** donc d'écrire :

$$a * b$$

Dans la plupart des cas, on peut s'éviter le symbole multiplication.

$$a b$$

23.2.1 Comment saisir le signe \times ?

Everybody uses LaTeX

	\times
Word / Writer	<code>\times</code>
LaTeX	<code>\times</code>
Markdown	<code>\times</code>

×

HTML / XML

&times;

**Tip**

Le signe × s'écrit `\times`

24 Partager son rapport

Vous avez fini votre document. Il est temps de le partager avec d'autres, de l'envoyer à vos profs, etc.

24.1 Format de partage ouvert

Pour partager largement, il faut choisir un format le plus "ouvert" possible, c'est-à-dire accessible à toutes et tous, sur toutes les machines, les systèmes d'exploitation, etc.

Choisissez un format ouvert

Partagez vos écrits dans un format qui n'est pas un **format propriétaire**, c'est-à-dire qui pourra être lu sur toutes les machines et les systèmes d'exploitation.

Exporter en PDF

Le format **PDF** est le format le plus adapté : il conservera en outre toutes vos images vectorielles au format vectoriel.

Partager du texte brut

Quand vous partagez seulement du texte, privilégiez le partage de texte brut. Vous pouvez envoyer des fichiers `.txt`, `.csv`, `.md`, etc.

24.2 Nommer le document

Règles

- choisir un nom le plus explicite possible (voir plus bas)
- évitez les espaces et les accents dans le nom de fichier (problèmes de portabilité entre OS et problèmes d'interprétation de commande).



Choisir un nom pour ...

Un rapport de TP

- un nom de fichier adapté : `noms-prenoms[-groupe[-matiere[-date]]].pdf`
- évitez les espaces et les accents dans le nom de fichier
- évitez : `rapport.pdf`, `rapport_versionfinale.pdf`, `versionfinale-v2.pdf`, etc.

Un mémoire de projet, stage

- un nom de fichier adapté : `[titre-]nom(s)-prenom(s)[-date].pdf`
- évitez les espaces et les accents dans le nom de fichier
- évitez : `rapport.pdf`, `rapport_versionfinale.pdf`, `versionfinale-v2.pdf`, etc.

24.3 Méta-données

Suivant le niveau de partage de votre document, il peut être utile d'associer des **méta-données** à votre document. Certaines circulent d'ailleurs peut-être à votre insu.

” Méta-données sur Wikipédia

Au moins quinze éléments, répartis autour de trois domaines, permettent d'identifier et de décrire les ressources documentaires :

- Contenu : titre, sujet, description, source, langue, relation, couverture.
- Propriété intellectuelle : créateur, éditeur, contributeur, droits (droits d'auteur...).
- Matérialisation : date, type, format, identifiant.



Renseigner les méta-données dans les logiciels

Word

Fichier > Informations

LibreOffice Writer

Fichier > Propriétés > Description

LaTeX

Avec le paquet `hyperref`

```
\usepackage[pdftex,
  pdfauthor={nom auteur},
  pdftitle={titre},
  pdfsubject={sujet},
  pdfkeywords={des mots clés},
  pdfproducer={Latex with hyperref, or other system},
  pdfcreator={pdflatex, or other tool}]{hyperref}
```

Markdown

On utilise le *YAML front matter*.

YAML front matter for Markdown

```
---
title: le titre
authors:
  - auteur 1
  - auteur 2
keywords:
  - mot-clé 1
  - mot-clé 2
date: 01/01/2030
---
```

24.4 Licenses

On vous recommande d'aller voir du côté de [Creative Commons](#).

III. LOGICIELS

25 Les logiciels que l'on recommande

Voici une liste de logiciels ou librairie que l'on vous recommande pour l'édition scientifique, ou votre scolarité en général. Ce sont des logiciels que nous utilisons, que nous aimons, et qui sont gratuits, souvent libres, multi-plateformes.

25.1 Pour le graphisme

25.1.1 Inkscape

Pour le dessin vectoriel



[Inkscape](#) est un incontournable pour le dessin vectoriel. Léger, gratuit, libre, multi-plateformes. Tout simplement génial.

25.1.2 XnView

Pour manipuler ses images



[XnView](#) est une visionneuse d'images, qui permet aussi de transformer, modifier, gérer des images seules ou par lots.

25.1.3 ImageMagick

⚠ Puissant, mais plutôt pour la ligne de commande



[Image Magick](#) est une suite de commandes et logiciels pour tout faire sur les images (conversion, effets, etc.). À utiliser plutôt en ligne de commande (public averti).

25.2 Pour la rédaction

25.2.1 Overleaf

💡 Pour écrire LaTeX en ligne, sans rien installer



Il n'a jamais été aussi facile de se mettre à LaTeX. Certes [Overleaf](#) n'est que partiellement gratuit, mais il permet de commencer LaTeX avec une grande efficacité. Sa documentation est très bien faite.

25.2.2 Obsidian

💡 Parfait pour organiser ses notes en Markdown



[Obsidian](#) est parfait pour prendre des notes, les organiser, faire des liens conceptuels entre elles, etc. Obsidian est basé sur Markdown.

25.2.3 Typora

💡 Le plaisir d'écrire en Markdown



Typora est un éditeur Markdown très simple et très élégant. Il dispose de nombreuses fonctionnalités pour les graphiques **Mermaid** (Gantt, Flowchart, Mindmap, etc.). Il n'est pas totalement gratuit, mais la licence à vie coûte environ 10€; ...

25.3 Pour tout le reste

25.3.1 VSCode ou VSCodium

💡 What else?



La mode est aux environnements intégrés, et **Visual Studio Code** est au sommet de la chaîne alimentaire.

Il existe un équivalent *open-source* : **VSCodium**

VSCode (ou VSCodium) sert absolument à tout :

- écrire du code (Python, C++, HTML, Java etc.)
- écrire et compiler du LaTeX
- écrire et visualiser du Markdown
- visualiser des images et des fichiers pdf
- faire du suivi de version (Git, SVN)

25.3.2 Pandoc

💡 Le convertisseur universel

Pandoc transforme n'importe quel type de fichier en plein d'autres types de fichiers. Une bibliothèque toujours utile.

25.3.3 Notepad++

💡 Un bloc note hyperpuissant... sur Windows



Notepad++ est un pad open-source, gratuit. Attention il tourne sur Windows. Il peut s'avérer utile dans certaines situations comme l'encodage de fichiers.

25.3.4 Zotero

💡 L'outil de bibliographie ultime



Zotero est le logiciel gratuit et multiplateforme dédié à la gestion de la bibliographie. Compatible avec tous les logiciels d'édition scientifique. Indispensable.

26 Crédits

26.1 Nos inspirations

Ce site est grandement inspiré :

- du cours donné en Projet Scientifique et Technique depuis plusieurs années, par Julien Colmars, Auriane Platzer et Thomas Elguedj (INSA Lyon - Département Génie Mécanique) et les cours délivrés par l'équipe des compétences informationnelles de [Doc'INSA](#), en particulier Nicole Goetgheluck, Éveline Chataignon et Fantine Maillet;
- du cours « Rédaction d'un rapport/Présentation scientifique et technique » donné par Erwan Verron (Centrale Nantes);
- du cours « How to write and publish your paper » de G. Hess-Fernandez (École des Docteurs, Bretagne Loire), lui-même basé sur le livre de Glasman et Deal¹.

Nous remercions également D. Tumbajoy-Spindel et ses collègues² d'avoir fourni un si bon exemple d'article en français respectant IMRaD 😊

26.2 Outils

Ce site est écrit en Markdown et HTML et repose sur des **logiciels libres**.

Il est généré avec l'outil [MKDocs](#), et est hébergé sur [Froggit](#).

26.3 License

This work is licensed under [CC BY-NC-SA 4.0](#) 

26.4 Auteurs du site

- [Julien Colmars](#)
- [Auriane Platzer](#)

1. Glasman-Deal, H. *Science Research Writing for Non-Native Speakers of English*. Imperial College Press, London ; Hackensack, NJ, 2010. ISBN 978-1-84816-309-6 978-1-84816-310-2. [←](#)

2. Tumbajoy-Spindel, D., Kermouche, G., Descartes, S., Bergheau, J.-M., Lacaille, V., Guillonnet, G., and Michler, J. Identification des propriétés mécaniques des surfaces tribologiquement transformées (TTS) à partir des essais de nano-indentation et micro-compression de piliers. *Matériaux & Techniques*, 103(3):303, 2015. [doi:10.1051/mattech/2015020](https://doi.org/10.1051/mattech/2015020). [←](#)