



Groupe de recherche
Research Group
Grupo de Investigación

ÉTS

Le génie pour l'industrie

Guide de préparation d'une communication

Article, présentation, affiche et vulgarisation scientifiques

3^e Édition

Document du Groupe de recherche industrielle
en technologie de l'énergie et en efficacité énergétique
de l'École de technologie supérieure

Présenté à :

L'équipe actuelle et future du Groupe t3e

Par :

Yvan Dutil, Ph.D.

Daniel R. Rousse, ing., Ph.D.

Montréal, 23 mars 2020

TABLE DES MATIÈRES

| | |
|---|----|
| AVANT-PROPOS | 3 |
| 1. La communication scientifique | 4 |
| 2. La rédaction scientifique..... | 5 |
| 3. La structure l'article scientifique..... | 8 |
| 3.1 Le titre et le résumé..... | 8 |
| 3.2 L'introduction..... | 8 |
| 3.3 La revue de la littérature pertinente | 9 |
| 3.4 La méthodologie | 10 |
| 3.5 La validation..... | 11 |
| 3.6 Les résultats | 11 |
| 3.7 L'analyse des résultats | 12 |
| 3.8 La conclusion..... | 13 |
| 3.9 Les remerciements..... | 13 |
| 3.10 Références | 13 |
| 3.11 Les annexes | 13 |
| 3.12 Les articles du Groupe t3e | 14 |
| 4. Le mémoire et la thèse | 18 |
| 4.1 Résumé / Abstract..... | 18 |
| 4.2 La nomenclature | 18 |
| 4.3 L introduction..... | 18 |
| 4.4 Le développement | 19 |
| 4.5 La conclusion..... | 20 |
| 4.6 Le mémoire et la thèse par article(s)..... | 20 |
| 5. La présentation orale | 21 |
| 6. L'affiche..... | 25 |
| 7. La vulgarisation scientifique..... | 26 |
| ANNEXE 1 : Exemples de résumés | 29 |

AVANT-PROPOS

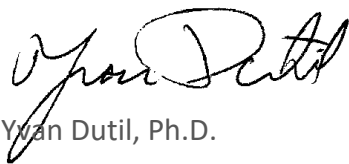
Ce guide a été écrit à l'intention des étudiants aux études supérieures. Il constitue une référence courte et concise portant sur de nombreux aspects de la communication qu'ignorent la plupart des étudiants se lançant dans l'aventure des études de maîtrise et de doctorat.

Ce document tente de résumer des conseils utiles pour le chercheur débutant, lui évitant ainsi de l'apprendre sur le tas avec des résultats pas toujours heureux, sans l'assommer par une lecture longue et fastidieuse. Ces recommandations sont basées sur l'expérience de chercheurs chevronnés, sur celle des auteurs ainsi que sur des histoires d'horreur d'autres chercheurs qui les ont ignorées.

Le document a été conçu pour faire environ au maximum 30 pages et de le rester. Il comporte une plus large section sur la rédaction d'articles et leur structure, puis sur les présentations orales, les affiches et, finalement, sur les articles de vulgarisation et les présentations du même type. Des références explicites au Groupe t3e sont aussi incorporées.

Ce guide ne prétend pas être complet, mais il couvre nombre de bonnes pratiques dont vous saurez, nous l'espérons, apprécier la valeur.

Chaque institution propose des services d'aide à la rédaction scientifique et l'ÉTS ne fait pas exception. Les services de l'ÉTS sont en fait de loin supérieurs à ceux trouvés en moyenne au Québec. Profitez-en.



Yvan Dutil, Ph.D.

Coordonnateur scientifique, 2010-2013

Chaire de recherche industrielle en technologies de l'énergie et en efficacité énergétique (t3e)
École de technologie supérieure
Université du Québec.



Daniel Rousse, ing., Ph.D.

Professeur

Département de génie mécanique

École de technologie supérieure

Université du Québec.

Directeur du groupe t3e

Daniel R. Rousse remercie chaleureusement Yvan Dutil qui a préparé la première version de ce document.

1. LA COMMUNICATION SCIENTIFIQUE

La communication du résultat de ses recherches est une des principales activités du chercheur. Parmi toutes les formes de communications scientifiques, face aux organismes subventionnaires, la publication d'un article est la preuve ultime de la qualité du travail du scientifique. C'est pourquoi ce document s'attarde principalement sur ce mode de communication. Publier ou périr est devenu la devise non écrite du scientifique. Un journal scientifique regroupe plusieurs types de communications ayant subi une analyse rigoureuse de la méthode employée comme l'examen par un comité de lecture indépendant. Ainsi, en 2004, approximativement 730 000 articles scientifiques ont été publiés uniquement dans le domaine des sciences et technologies et des sciences médicales!

Formellement, pour être considérée comme un **article scientifique primaire valide**, une publication doit contenir des **résultats originaux** et être publiée selon certaines règles. En particulier, l'article doit être soumis pour acceptation à un **comité de lecture** et doit contenir suffisamment d'informations pour que celui-ci puisse juger du cheminement intellectuel et, à la rigueur, répéter la procédure de recherche pour en tester la **reproductibilité**. De plus, le rapport publié doit être **diffusé sous une forme permanente** et rendu **disponible sans restriction** à la communauté scientifique.

Ainsi, les publications primaires sont :

- les revues scientifiques à comité de lecture;
- les comptes-rendus de congrès scientifiques à comité de lecture;
- des ouvrages collectifs rassemblant des articles de revue ou de recherche autour d'un thème donné, coordonnés par un ou plusieurs chercheurs appelés éditeurs;
- des monographies sur un thème de recherche.

Les revues ou journaux scientifiques sont classés en fonction de leur notoriété qui elle-même dépend du lectorat et du nombre de citations que reçoivent les articles qui la constituent. L'« impact factor », le « h-index » et le « quartile » sont des exemples de notoriété des revues en 2017.

De leur côté, certains comptes-rendus de conférences ("Proceedings"), les rapports gouvernementaux, les revues de littérature ("Review papers"), les manuscrits de thèses, les bulletins institutionnels ou certaines publications de vulgarisation ne sont pas considérés comme des publications primaires valides. On les traite plutôt comme des **publications secondaires, elles sont :**

“In 1961 Derek J. de Solla Price published the first quantitative data about the growth of science, covering the period from about 1650 to 1950. The first data used were the numbers of scientific journals. The data indicated a growth rate of about 5.6 % per year and a doubling time of 13 years. The number of journals recorded for 1950 was about 60,000 and the forecast for year 2000 was about 1,000,000 (Price 1961)” Larsen, Von Ins, (2010), The rate of growth in scientific publication and the decline in coverage provided by Science Citation Index, *Scientometrics*, 84 (3):575–603.

- les revues sans comité de lecture, par exemple les revues d'actualité des sociétés savantes;
- les comptes-rendus de conférences sans comité de lecture;
- les monographies d'enseignement.

Les prépublications (PrePrints) sont des articles destinés à être formellement publiés, mais que leurs auteurs choisissent de mettre immédiatement à la disposition de la communauté scientifique. Elles ont le contenu d'une publication scientifique et la rigueur qu'on peut attendre d'un article n'ayant pas encore été révisé selon les commentaires d'un comité de lecture. Aujourd'hui, de plus en plus de chercheurs les utilisent afin d'attirer l'attention sur leurs travaux et aussi obtenir des commentaires d'une communauté scientifique plus vaste que le comité de lecture d'une revue.

2. LA RÉDACTION SCIENTIFIQUE

Une règle d'or à suivre pour la rédaction d'un article scientifique est d'abord de bien cibler son auditoire avant de débiter la rédaction. Ainsi, certaines revues sont très spécialisées alors que d'autres visent un public beaucoup plus large. Dans chaque cas, il faut ajuster le discours, le ton. Il faut toujours avoir en tête qu'une partie du lectorat n'est pas un expert dans le domaine. Il faut expliquer quelques concepts de base ainsi que faire une courte introduction historique dont la teneur varie en fonction de la revue. Pour maximiser ses chances d'être accepté, l'auteur ira lire sur la revue AVANT de débiter sa rédaction finale (ou l'adaptation d'un article à une revue).

La rédaction d'un article scientifique demande une maîtrise impeccable de la grammaire et de la syntaxe. L'utilisation de correcteur automatique doit être systématique. En anglais, il faut prendre soin de choisir la bonne variante linguistique (canadienne, américaine ou britannique). Non seulement ces outils aident à trouver les coquilles, mais aussi ils vont vous aider à repérer les erreurs grammaticales. Attention, n'ayez pas une confiance aveugle en ces outils car ils sont loin d'être parfaits. C'est pourquoi leur utilisation ne dispense pas l'auteur de relire attentivement son texte. Un article mal rédigé peut être accepté : dans ses revues de littérature, le scientifique tombe inévitablement sur des articles mal rédigés. Mais, ils constituent encore l'exception et une écriture impeccable entraîne généralement une acceptation conditionnelle, pas le rejet.

Prendre le temps de bien lire les instructions aux auteurs est une étape primordiale. De façon générale, ces instructions informent sur le style d'écriture à adopter ainsi que la variante de la langue à utiliser. Il est aussi important de surveiller le format imposé par l'éditeur : la police, le type de papier, la largeur des marges, les légendes, les citations et la bibliographie, les figures, les tableaux, etc. Il vaut mieux utiliser dès le départ ces recommandations, plutôt que de passer des heures plus tard à reformater un texte ne suivant pas les règles établies par l'éditeur.

Un article scientifique ne s'écrit pas comme un roman. L'auteur de science-fiction américain Isaac Asimov, un biochimiste de formation, a dit un jour qu'après avoir passé des années à bien écrire, il avait dû apprendre à mal écrire pour rédiger sa thèse. Dans un article scientifique, le style est neutre et minimaliste. On évite ainsi l'usage d'adverbes et d'adjectifs qui expriment même

indirectement une opinion personnelle. On évite le style épistolaire ou personnel : nous, notre, nos, je, mes, etc.

Le texte doit être aussi clair et concis. Les mots utilisés doivent être le plus précis possible. Méfiez-vous comme la peste des anglicismes et faux amis. Le sens des mots varie entre l'anglais et le français, mais aussi entre les différentes variétés d'anglais ou de français. Évitez aussi les formes passives ainsi que les verbes « avoir » et « être ». Substituez-les par une forme active ou par un verbe plus riche et précis. Dans le cas de termes techniques très spécialisés, il convient en général de les définir lors de leur première utilisation ou explicitement dans un glossaire. La même pratique prévaut pour les abréviations et les sigles. De plus, n'oubliez pas que vos lecteurs n'ont pas nécessairement une maîtrise approfondie de l'anglais. C'est pourquoi il vaut mieux éviter des termes rares, anciens ou les néologismes à moins que ceux-ci ne soient absolument nécessaires dans le contexte de l'article.

L'utilisation de mots simples et de phrases courtes facilite la compréhension du texte. L'idéal est de varier le rythme de rédaction en utilisant le plus souvent des phrases courtes avec, de temps à autre, des phrases plus longues pour appuyer une expression plus synthétique. Le principe général qui prévaut est celui d'une idée par phrase et d'aller directement au fait. Il est toujours possible de couper une longue phrase en quelques phrases plus courtes. On y gagne en clarté.

De même, les idées sont regroupées en paragraphe. Dans un paragraphe, on introduit l'idée maîtresse par une phrase. S'en suit, un développement de l'idée. En fin de paragraphe, on termine avec une phrase de conclusion. L'utilisation de cette phrase pour introduire le paragraphe suivant n'est pas recommandée.

Un paragraphe qui ne contient que deux phrases est trop court, ou les phrases sont trop longues. De même, un paragraphe très long risque de perdre le lecteur. Il vaut donc mieux le scinder en paragraphes plus courts.

La structure du texte est fondamentale à sa bonne compréhension, ainsi qu'à maintenir l'intérêt du lecteur. Les idées doivent donc être ordonnées dans un ordre logique et cohérent. La meilleure façon de procéder est d'abord de faire une liste de vos idées et de les concrétiser dans un plan. Ordonnez les idées dans l'ordre qui vous apparaît le plus naturel. Le plus souvent on utilise l'ordre chronologique ou encore, on classe les idées suivant une complexité croissante. Dans la mesure du possible, il faut maintenir cet ordre à travers le texte, cela évite de perdre le lecteur dans un fouillis incompréhensible. Puisque la structure des articles varie assez peu et que les sections de ces derniers sont à peu de chose près toujours les mêmes, créez des titres de section avec les thèmes suivants : Abstract, Introduction, Literature review, Methodology (qu'elle soit expérimentale ou numérique), Validation (qu'il s'agisse d'incertitudes de mesures ou de convergence numérique), Results (avec discussions), Conclusion, Acknowledgements, References, Appendices (lorsque requis).

Après avoir fait votre premier jet, n'hésitez pas à en changer la structure pour rendre le tout plus cohérent. Lorsqu'une nouvelle idée vous vient en tête, insérez-la immédiatement au bon endroit dans le texte, quitte à la développer plus tard. Il est souvent utile de laisser reposer un manuscrit quelques jours avant de le retravailler, vous découvrirez alors des faiblesses qui ne vous seraient pas apparues plus tôt.

En résumé :

- Au départ
 - ✓ cibler son auditoire.
 - ✓ décider de la revue avec co-auteurs.
 - ✓ lire les instructions aux auteurs.
 - ✓ employer le format adéquat dès le départ (gabarit, si disponible).
 - ✓ lire un article de la revue dans laquelle on désire publier.
 - ✓ structurer son texte (faire un plan, par exemple).
 - Abstract
 - Introduction
 - Literature review
 - Methodology
 - Validation
 - Results
 - Conclusion
 - Acknowledgements
 - References
 - ✓ faire approuver le plan et les idées à insérer par le(s) co-auteur(s).

- En rédaction
 - ✓ adopter un style neutre et minimaliste.
 - ✓ choisir des mots simples et de phrases courtes.
 - ✓ équilibrer les paragraphes, ni trop courts, ni trop longs.
 - ✓ corriger la grammaire et la syntaxe.
 - ✓ laisser reposer quelques jours.
 - ✓ effectuer deux ou trois passes de correction.
 - ✓ faire relire par des collègues.

- Avant soumission
 - ✓ Faire relire par le(s) co-auteur(s).

Ne vous découragez pas, il faut souvent plusieurs itérations pour produire un bon texte.

La rédaction d'un texte est d'abord et avant tout votre responsabilité. Il est donc souhaitable que vous fassiez vous-même plusieurs itérations avant de demander des commentaires à vos collègues.

Cette pratique rend le processus de révision plus efficace et plus agréable pour tout le monde. Votre texte étant dès le départ mieux structuré, la révision en sera d'autant plus rigoureuse. Votre réviseur se concentrant sur son contenu plutôt que sur sa forme, il agira alors comme un arbitre le ferait.

Toutes ces recommandations peuvent sembler lourdes et complexes, mais avec l'habitude, elles deviennent naturelles.

Ne sous-estimez pas la valeur qu'elles apportent à un article. Un article bien écrit sera apprécié du lecteur et plus facilement mémorisé. Cela peut transformer un article, qui autrement serait méconnu, en classique.

3. LA STRUCTURE L'ARTICLE SCIENTIFIQUE

Règle générale, un article scientifique rapporte la découverte d'un nouveau phénomène, la mise au point d'une nouvelle technique ou d'un instrument, ou encore la création d'un nouveau concept ou d'une nouvelle méthode. Dans tous les cas, la règle d'or est qu'un chercheur doit être en mesure de **reproduire, valider** ou **infirmer** vos résultats. Un article se doit donc d'être aussi détaillé et complet que possible, tout en étant concis.

Au fil des années, les scientifiques ont établi une structure de texte qui permet d'atteindre ces objectifs contradictoires. Aujourd'hui, celle-ci varie peu quelle que soit la publication et constitue donc un standard à atteindre.

3.1 Le titre et le résumé

Le titre et le résumé sont les deux éléments les plus visibles du travail. En effet, c'est sur cette partie que le plus souvent le lecteur décidera s'il poursuit plus loin sa lecture ou, en d'autres circonstances, qu'il assistera à votre conférence. De plus, c'est souvent la seule partie affichée par les banques d'articles si vous n'y êtes pas abonné. Il est donc important de décrire le plus précisément votre travail dans un espace des plus restreint afin d'allécher le lecteur potentiel.

Par définition, un bon titre doit donner le meilleur aperçu possible de l'article en un minimum de mots : il doit être spécifique. Il est généralement très court. Ce n'est qu'une étiquette, pas une phrase. Éviter les mots inutiles comme "Étude de ...", "Contribution à ...", "Observations sur...", etc. Veiller à utiliser à une syntaxe correcte! Il faut cependant qu'il explique le plus clairement possible la nature de votre travail. La signification et l'ordre des mots sont importants. **Ne jamais utiliser des abréviations** ou un quelconque jargon dans le titre, ou alors seulement en tant qu'information additionnelle dans une parenthèse

Le résumé, quant à lui, est une version très brève mais complète du travail. On admet en général qu'un résumé ne devrait pas dépasser 250 mots, mais chaque mot doit être pesé. Le résumé **doit donc être rédigé après l'article**, bien qu'il prenne place au début. Il doit donner un aperçu de **chaque étape** principale de l'article : introduction, matériel et méthodes, résultats et discussion. À cet égard, il faut se rappeler que le résumé **doit être autosuffisant**. En aucun cas, ne faire figurer des informations ou des conclusions dont il ne serait fait aucune mention ailleurs dans le texte. Un bon résumé doit permettre au lecteur de cibler rapidement et précisément l'essentiel du contenu et juger ainsi de l'intérêt à poursuivre la lecture. Le résumé doit être attractif car il constitue le premier contact du lecteur avec la matière traitée. Pour cela, il doit être clair et simple. Comme le résumé décrit un travail terminé, il est généralement écrit au passé.

De plus en plus, après le résumé, on retrouve des mots clés qui permettent d'orienter les moteurs de recherche sur votre article. Il est recommandé de choisir des mots clés **ne figurant pas dans le titre**, ce qui rend les recherches encore plus performantes.

3.2 L'introduction

L'introduction sert à placer votre travail dans son contexte. Ainsi, c'est souvent à cet endroit que l'on introduit un petit historique du problème et les travaux précédents. Cette première section (**sujet amené**), cadre l'étude et la situe dans le contexte d'autres études sur le sujet.

L'introduction sert aussi à expliquer la nature de l'objet étudié, l'envergure et les limitations de ce qui sera accompli et les hypothèses de travail. Cette section de l'introduction (**sujet posé**) sert à définir la question que l'on tentera de résoudre dans le travail. Enfin, la dernière (courte) section de l'introduction, généralement une phrase ou deux au maximum, présente la structure de l'article (**sujet divisé**). Attention, l'introduction n'est pas un résumé de l'article, il n'y a pas de résultats dans une introduction. Une introduction de longueur appropriée ne devrait pas dépasser 5 % de la longueur totale d'un document. Le défaut principal des introductions concerne la longueur du sujet amené qui est parfois beaucoup long.

3.3 La revue de la littérature pertinente

Cette section est parfois implicitement intégrée dans la seconde partie du sujet amené de l'introduction, lorsque l'auteur désire circonscrire le sujet. Mais souvent cette revue peut faire l'objet d'une section à part qui suit immédiatement le sujet divisé de l'introduction. Dans un article de revue, l'entièreté de l'article constitue une revue de littérature. Dans un mémoire ou dans une thèse, la revue constitue généralement le chapitre un.

Si les références sont placées à la fin de l'article, elles sont essentielles à la rédaction du texte lui-même. Ainsi, chaque travail de recherche doit être précédé d'une revue de littérature. Cette dernière doit être aussi exhaustive que possible. Aujourd'hui, l'utilisation des banques de données informatiques facilite ce genre de travail.

Une stratégie relativement efficace de recherche sur un sujet consiste à entreprendre la recherche à l'aide de **Google Scholar**. Cet outil de recherche est particulièrement versatile, car il compile l'information sur une bonne partie de la recherche scientifique quelle que soit sa forme (article, présentation, livre). De plus, Google Scholar donne une liste des différentes sources où l'on peut retrouver l'article. Ceci est très pratique, car de plus en plus de chercheurs rendent publics leurs articles sur internet, ce qui les rend accessibles à tous même s'ils ne sont pas abonnés à la revue qui les a publiés. De plus, Google Scholar donne une liste de citations pour chaque article, ce qui est une fonction des plus utiles. En effet, les citations constituent souvent une critique ou une acceptation du travail de recherche présenté dans un article; les lire est donc essentiel.

Toutefois, Google Scholar est loin d'être un outil parfait. En effet, il ne couvre pas l'ensemble de la littérature scientifique, particulièrement pour les ouvrages les plus anciens et dans certaines revues. Ce n'est donc pas parce qu'un article n'apparaît pas dans Google Scholar que n'est pas disponible autrement. Il faut donc prendre le temps de fouiller sur le site internet de revues spécialisées afin de compléter les recherches. D'autre part, Google Scholar ne donne pas la liste des citations utilisée par les articles.

À ce niveau, des banques d'articles comme **ScienceDirect** sont très utiles, car, dans leur forme électronique, la citation est souvent directement référencée à l'article cité si elle est publiée dans une revue de la même maison d'édition. Cet outil propose aussi des articles similaires ou encore des citations, ce qui permet d'étendre encore plus la recherche.

On peut décrire ainsi la procédure générale pour produire une revue de littérature : à partir de quelques articles pertinents, on dresse une liste de leurs références. Hormis les articles

scientifiques, il ne faut pas négliger les livres qui contiennent souvent une liste des principaux articles classiques dans un domaine spécifique. Ensuite, on dresse une liste des citations pertinentes, desquelles on extrait les références. Règle générale, ce processus de recherche s'arrête après quelques itérations après avoir couvert une très grande partie de la littérature sur un sujet. Attention, il n'est pas rare que des articles soient mal cités. Il faut donc prendre le temps de vérifier que les citations soient correctes.

Pour les scientifiques, être cité est perçu comme une marque de reconnaissance. Il est donc de bon ton d'éviter de restreindre ces citations à un seul groupe de recherche ou un seul laboratoire. Pour cette même raison, la plupart des scientifiques vous feront parvenir une copie de leurs articles si vous n'êtes pas capables de les trouver ailleurs. C'est pourquoi, il faut distribuer vos prépublications.

Les auteurs peuvent être cités par ordre alphabétique, mais il est préférable de donner la **préséance à l'auteur principal**, lorsqu'il y en a un, c'est-à-dire à celui qui a effectué l'essentiel du travail, en lui accordant le rang de premier auteur. Les auteurs suivants sont alors cités dans l'ordre d'importance décroissant, c'est-à-dire, selon leur engagement intellectuel dans l'accomplissement de la recherche en question.

Dans le cas où l'information provenait d'une communication privée entre chercheurs, il faut le mentionner dans le texte. Toutefois, il faut d'abord s'assurer que la source accepte d'être citée.

Il faut s'astreindre à citer les références comme l'exige le format de la revue. Deux formats généraux existent :

1. par numéro d'apparition dans le texte tel « [1] ». les références sont alors cités par ordre d'apparition dans le texte, à la fin du manuscrit, dans la liste des références.
2. par noms d'auteurs tels « (Quesada, Rousse et Dutil, 2012) ». Les références sont alors citées en ordre alphabétique dans la dernière section.

Il n'y a pas de règles générales ou absolues pour le nombre de citations requises pour un article de journal. Consulter quelques articles de la revue où l'on désire soumettre est un bon indicateur. Mais même dans un article de conférence, si court soit-il, il est fréquent de rencontrer au moins 10 références.

3.4 La méthodologie

Il s'agit d'un exposé des éléments nécessaires à la compréhension du reste de l'article. Cette partie contient donc les formules mathématiques, les formalismes et les algorithmes utilisés. Dans le cas de simulations numériques, il faut fournir des éléments permettant d'évaluer le temps de calcul pour un autre problème similaire et sur une autre machine. Elle peut aussi contenir la nomenclature, si le format imposé par l'éditeur ne la place pas avant le texte.

On énumère donc la liste de tout ce dont on a eu besoin pour faire l'expérience avec les quantités de matériels utilisés ainsi que la nature, le type et, dans certains cas, le fournisseur, le lot de fabrication ainsi que la date du dernier étalonnage. Un schéma du montage ou une illustration sont souvent utilisés pour aider à la compréhension dans cette section.

On doit ensuite présenter le protocole expérimental ou numérique. On identifie alors de façon claire les étapes à effectuer et la justification des manipulations ou les algorithmes. La même logique s'applique aux modélisations numériques ou aux projets de nature expérimentale. Un schéma accompagne souvent ces étapes afin de bien préciser la démarche. La règle à suivre est simple : «Est-ce que je peux, à partir de ces informations, reproduire l'expérience ou la simulation? » Si ce n'est pas le cas, votre article ne **mérite pas d'être publié** en l'état, car on ne peut vérifier sa validité. Vous constaterez que nombres d'articles publiés auraient mérité un approfondissement, des détails méthodologiques supplémentaires.

3.5 La validation

La précision et l'exactitude des mesures doivent aussi être fournies. Dans un article expérimental, il faut ajouter une section sur l'incertitude de mesure et la reproductibilité des résultats. Dans un article numérique, il faut discuter de convergence, de stabilité, de consistance, d'indépendance du maillage et plus généralement de tous les tests effectués pour garantir que le code employé est en mesure de reproduire les solutions à des problèmes dont la solution est connue de la communauté. Il faut démontrer cela AVANT de s'attaquer aux nouveaux problèmes qui sont d'intérêt pour l'article. Cette section est parfois incluse dans la précédente mais une discussion sur la validité des moyens mis en œuvre est essentielle dans un article.

3.6 Les résultats

On identifie clairement les observations et les résultats propres à chaque série de mesures ou de simulation effectuées. Les quantités mesurées ou les variables numériques sont présentées sous forme de tableaux si elles sont relativement peu nombreuses ou en annexe dans le cas contraire. Dans certains cas, les données sont si nombreuses qu'il est impossible de les joindre à l'article. On peut alors les conserver soit même ou les déposer dans certaines banques de données spécialisées. Dans tous les cas de figure, les données doivent être disponibles pour tous ceux qui voudraient les ré-analyser. Il faut donc planifier leur stockage pour une période prolongée.

Le résultat final peut apparaître dans un tableau ou un graphique incorporé à une figure. Un tableau ou un graphique bien réalisé permet de lire les résultats d'un seul coup d'œil et parfois de comparer plusieurs résultats dans un même outil de communication.

Pour qu'un tableau soit bien présenté, on doit suivre les indications suivantes :

1. Identifier le tableau par un numéro et un titre placé au-dessus (la plupart du temps).
2. Identifier chaque colonne dans le haut du tableau par un titre ou un symbole.
3. Utiliser les mêmes unités pour toutes les valeurs d'une colonne; ces unités sont indiquées avec le titre de la colonne en haut et non avec chaque valeur.
4. Pour un même type de données, avoir toujours le même nombre de chiffres significatifs. Ce nombre devrait correspondre à la précision de l'appareil de mesure. Les incertitudes sont indiquées à côté des valeurs dans le tableau.
5. Ne pas multiplier inutilement le nombre de tableaux/figures.

Pour qu'un graphique soit bien présenté, on doit suivre les indications suivantes :

1. Choisir un bon titre : il doit identifier ce que représente la courbe. On ne doit pas utiliser le nom des axes pour le titre. On note dans le titre les variables influençant l'allure de la courbe et les constantes. On place le titre d'un graphique sous ce dernier (la plupart du temps)
2. Choisir une échelle simple pour les axes: 1, 2, 5, 10, 20, unités par carreau et utiliser la plus grande partie du graphique. Dans certains cas, l'utilisation d'une échelle logarithmique ou semi-logarithmique est avantageuse.
3. Identifier les axes avec le nom de la variable et ses unités entre crochets, ex [kW].
4. Les mesures ou des résultats théoriques discrets sont représentés par des points ou des formes géométriques simples. Si possible, il faut inclure les incertitudes sur les mesures dans les deux axes.
5. Il est bon d'utiliser des pointillés différents pour chaque courbe afin d'éviter toute confusion si le graphique est imprimé en noir et blanc. Il faut penser que les graphiques seront sans doute reproduits en noir et blanc, il faut donc le prévoir tant sur les courbes que dans la discussion.
6. Les courbes représentent les ajustements sur les points de mesures expérimentaux ou des résultats théoriques continus. Dans le cas d'ajustements, il convient souvent d'inclure les intervalles de confiance et de prédiction.
7. Une légende ou une note sous le graphique pour expliquer la signification des symboles.
8. Les graphiques servent à mettre en évidence les relations existant entre une variable indépendante (abscisse) et une variable dépendante (ordonnée).

De façon générale, l'éditeur de la publication fournit un format standard à respecter. Mais, c'est en consultant un article de la revue que l'on peut rapidement déterminer ce qui est attendu d'une revue spécifique.

Lorsqu'il est jugé nécessaire d'insérer un graphique (une figure) ou un tableau dans l'article, il faut nécessairement :

1. le citer dans le texte par son numéro (de figure ou de tableau) avant son apparition;
2. le décrire (quel est son contenu, x vs y, etc.) après son apparition dans le texte;
3. l'insérer donc l'inclure dans le texte après la citation;
4. **surtout** l'analyser immédiatement après sa description (paragraphe distinct).

3.7 L'analyse des résultats

Ceci est le cœur de l'article. Les résultats finaux sont souvent obtenus après certains calculs effectués à partir des lectures brutes de données expérimentales ou numériques. Les formules et les algorithmes de transformation utilisés doivent être décrits.

On doit comparer les résultats avec ce qui est prédit par la théorie ou encore avec des résultats obtenus par d'autres auteurs sur le même sujet. Au-delà de la simple inspection visuelle, il faut utiliser des tests statistiques pour valider la correspondance. Bien que la plupart du temps, les auteurs peu rigoureux indiquent « there is a good (excellent) agreement with », ce n'est généralement pas le cas. En cas de désaccord, il faut absolument proposer une explication. Il faut

aussi discuter de la validité et de la fiabilité des résultats. On analyse aussi les facteurs qui ont pu influencer la valeur du résultat final. Même si la méthode proposée donne des résultats concordant avec ceux d'autres études ou découlant d'une autre méthode d'analyse, il faut donner des raisons physiques plausibles pour expliquer le phénomène.

3.8 La conclusion

La conclusion et l'introduction forment un tout qui pourraient être lus indépendamment du reste de l'article et donner toute l'information au lecteur. Il est permis de dire qu'il s'agit en quelque sorte d'un résumé allongé bien que les sections de la conclusion soient particulières. La conclusion rappelle le contexte, les objectifs et la méthodologie employés : en ce sens, il y a un peu de redondance avec l'introduction (section rappels). Cette conclusion résume ensuite les grandes lignes du travail accompli, les principales réalisations, observations et résultats (section conclusion). On suggère aussi des modifications à la méthodologie que l'on suppose requise pour améliorer les résultats (section recommandations). De plus, on peut proposer une méthodologie différente ainsi que des opinions personnelles pertinentes pour poursuivre la recherche différemment (section ouverture).

3.9 Les remerciements

Il importe de remercier les gens et organismes qui ont permis la recherche publiée. Il s'agit en général d'une seule (courte) phrase. « *The authors would like to acknowledge ...* ». Il convient de mentionner les sources de financement de la recherche effectuée ainsi que les laboratoires ou autres infrastructures de recherche nécessaires au travail. Lorsque le contenu de l'article fait partie de la thèse de doctorat de l'auteur, ou de l'un des auteurs, il est nécessaire de le mentionner. Dans un mémoire ou une thèse, les remerciements font partie des pages préliminaires et sont situées au tout début du manuscrit.

3.10 Références

Cette section, généralement la dernière, comporte la liste des documents de références utilisés dans la rédaction d'un article ou d'un rapport. La référence doit contenir les auteurs, l'année de publication, le titre, le volume, le numéro et la page, s'il y a lieu, et la maison d'édition dans le cas de livres. Il importe d'être **soigneux** lors de la rédaction de cette section. Il suffit qu'un article soit mal cité pour qu'il devienne introuvable et que cette erreur suscite l'ire de l'un des arbitres ou membre du jury. Citer un article suppose que vous l'avez lu au moins en partie. Dans le cas de publications anciennes et rares, ne pas avoir lu la référence originale est pardonnable, mais il faut quand même lire les références le plus près de l'original.

3.11 Les annexes

On relègue dans les annexes tout ce qui n'est pas indispensable à la compréhension du texte : exemples de calculs, tableaux trop longs, analyses complémentaires, etc. De plus en plus de revues autorisent maintenant la publication d'une section supplémentaire qui n'apparaît que dans la version électronique de l'article. Dans certains cas, les informations complémentaires réfèrent à une banque de données, car la publication sous forme de tableau n'est pas pratique ou possible.

3.12 Les articles du Groupe t3e

Auteurs

Notez que pour la recherche des publications de Daniel Rousse, l'utilisation de la seconde initiale R, dans mon prénom est. C'est pour le h-index, tyrannie des publications. Daniel R. Rousse.

Affiliation

Même si l'article est en anglais, on inscrira :

*Groupe de recherche industrielle en technologies de l'énergie et en efficacité énergétique (t3e),
École de technologie supérieure, 1100, rue Notre-Dame Ouest, Montréal, Canada H3C 1K3.*

Dans le format demandé

Acronymes

Tout au long d'un texte, il est possible d'employer un acronyme. Il faut le définir au moins au début, à la première occurrence. Exemples :

Control-volume finite element method (CVFEM). Si vous le mettez au pluriel, employez CVFEMs

Dans un texte plus long, on le redéfinira au début de chaque chapitre. L'acronyme se doit d'être en majuscules.

Liste des symboles

Afin que nous puissions utiliser des variables qui font consensus dans la communauté scientifique et technique nord-américaine, je vous propose d'employer les variables définies dans l'article : ASME, JHT 1999, 121(4), 770-773.

Aussi, dans la préparation de votre liste des symboles (ou nomenclature), veuillez définir des indices (et/ou exposants) afin de ne pas répéter plusieurs fois la même variable avec des variantes. Cet exercice vous permettra d'apporter plus de cohérence à votre notation.

N'hésitez pas à employer des noms de variables et indices qui sont en anglais : A= surface; in=entrant; out=sortant; c=froid; h=chaud.

Ce sera plus facile pour préparer le ou les articles qui découlent de votre travail.

Estimation de variables

Lorsque nous effectuons des mesures ou des prédictions numériques voire des calculs théoriques pour estimer une variable, désignée ϕ (Phi) dans ce qui suit, il est impératif de comparer la valeur estimée de cette variable avec une valeur de référence. Par exemple, nous pouvons employer un code ou un logiciel informatique pour prédire ϕ_{num} que nous allons comparer avec ϕ_{ana} , ϕ_{ref} ou ϕ_{exp} (pour analytique, issue d'une solution analytique lorsque possible, référence lorsque nous comparons nos résultats avec ceux d'une autre étude ou pour expérimental, issue de mesures.)

Pour déterminer l'erreur effectuée, nous employons une normalisation, le % d'erreur.

On le définit souvent tel que :

$$\varepsilon = \frac{(\phi_{num} - \phi_{ana})}{\phi_{ana}} \times 100 \quad (1)$$

(lorsque nous effectuons des prédictions et que la référence est une solution analytique.

Or, cette formulation comporte deux problèmes.

D'une part ce qui nous intéresse est une valeur absolue de l'erreur, il serait donc plus juste d'employer :

$$\varepsilon = \frac{|\phi_{num} - \phi_{ana}|}{\phi_{ana}} \times 100 \quad (2)$$

D'autre part, si la solution de référence passe par zéro ou s'approche de zéro, on risque de se retrouver avec des distorsions très importantes dans l'évaluation de l'erreur. Par exemple, si la solution pour ϕ_{ana} est 2,2 et que la solution pour ϕ_{num} est 2,3, l'erreur est de 4,5%. Si par ailleurs $\phi_{ana} = -0,2$ lorsque $\phi_{num} = -0,3$, l'erreur devient 50% alors que dans les deux cas, la différence absolue est de 0,1.

La définition de l'erreur est alors inadéquate. Puisque l'écart est identique entre les deux différences. Il faut alors employer une échelle du problème pour effectuer la division.

$$\varepsilon = \frac{|\phi_{num} - \phi_{ana}|}{\phi_{scale}} \times 100 \quad (3)$$

Ici ϕ_{scale} doit être choisie avec soin. Par exemple, si vous effectuez une évaluation de la température, employez $\phi_{scale} = T_{max}$. Si vous effectuez une évaluation de la vitesse, employez la vitesse maximale, etc.

Équations

Il faut citer les équations. En anglais, il ne faut pas écrire : *The equation (1) provides*. Mais bien : *Equation (1) provides*. Dans certains journaux ou revues on écrit *Eq. (1) provides*. Lorsque vous aurez assez lu, ça devrait venir tout seul. Utiliser un **taquet** pour aligner les numéros d'équations à droite, les numéros sont entre parenthèses.

En fonction de l'éditeur d'équations, les équations seront en police cambria math (Equation editor) ou « times new roman » (Math type).

A ce moment, lorsque vous citez des variables dans le texte principal, il faut employer la **même** police et en **italique**.

EX : Variable *D*. « Finalement, le diamètre des perforations (*D*) a été fixé entre 1,5 mm »

La police « cambria math » imbriquée dans « Equation editor » est peu usuelle pour les équations.

Figures

On présente le contenu d'une figure ou d'un tableau.

On présente ou décrit le contenu d'une figure ou d'un tableau.

On discute ce que contient une figure ou un tableau. Ça peut être très bref mais les trois éléments :

1. citation,
2. description,
3. discussion

doivent être présents.

Exemple : Le graphique de Pareto de la Figure 4 montre les paramètres ainsi que leurs interactions en ordre décroissant d'importance.

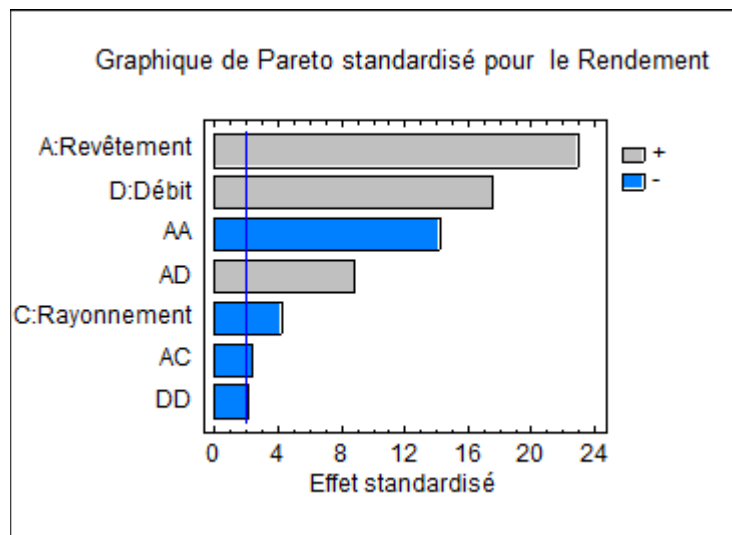


Figure 4: Graphique de Pareto pour les effets significatifs pour le rendement

La longueur de chaque barre est proportionnelle à la valeur de la statistique calculée pour l'effet associé. La ligne verticale est utilisée pour juger les effets statistiquement significatifs. Toutes les barres qui s'étendent au-delà de cette ligne correspondent à des effets statistiquement significatifs au niveau de confiance de 95,0 %. Le signe (+) indique que le paramètre contribue positivement au rendement alors que le signe (-) indique le paramètre contribue négativement. Dans ce cas, 7 effets significatifs sont identifiés. Les paramètres dont l'effet sur le rendement se situe à gauche de la ligne verticale sont statistiquement non significatifs et sont retirés du modèle.

Tableaux

Le titre est placé au-dessus (contrairement à la Figure) mais pour le reste il faut procéder en trois étapes aussi.

Affirmations

Lorsque vous affirmez quelque chose comme une vérité, il faut soit y accoler une référence pour la justifier, [X], ou expliquer au long pourquoi il s'agit d'un fait et non d'une opinion.

Il ne faut jamais affirmer quelque chose qui pourrait être contesté.

Ex : "Evacuated solar tube collectors are more efficient than flat plate solar collectors."

Cette phrase est vraie lorsque la température du fluide caloporteur est élevée car les pertes thermiques du flat plate collector deviennent très élevées.

Par contre, dans une application de chauffage d'une piscine, il serait inutile d'employer des tubes sous vide. On peut même employer un « flat plate » sans couvercle car les pertes radiatives et convectives sont faibles puisque le gain en T est aussi faible ($\Delta T = +/- 20^{\circ}\text{C}$).

La phrase est donc fausse et vraie à la fois. On écrirait plutôt: "Evacuated solar tube collectors are more efficient than flat plate solar collectors for high temperature applications [X]."

Toutefois, même si la phrase est vraie, il faut y ajouter une référence.

Ici, on ajouterait l'artillerie lourde, le livre de Duffie et Beckmann, par exemple, que personne en énergie solaire ne viendra contester.

Idéalement (je sais que je suis tatillon), j'ajouterais qu'il serait pertinent de spécifier c'est quoi une « high temperature » : 300C, 500C, 1000C?

Références

Les références sont à numéroter par ordre d'apparition dans le texte [1] (enfin dans une majorité de journaux ou revues). C'est un choix éditorial. Il est possible que les citer par ordre alphabétique et sans les numéros.

La manière de citer les références dépend des revues et des congrès, on vous demande d'utiliser le style de la revue Solar Energy.

Téléchargez l'information (style) via le lien suivant et les directives pour ajouter le tout à votre bibliothèque END Note.

http://endnote.com/downloads/styles?title_op=contains&title=solar&tid_op=or&tid=All&field_style_publisher_value_op=contains&field_style_publisher_value=

Il sera facile d'importer votre bibliographie dans un autre style par la suite.

Notez que le titre de cette section n'est pas numéroté contrairement aux autres en terminant par la conclusion.

Si vous écrivez : « Several investigations », « Many researchers », « Some authors », il faut les citer dans le texte, [X-Y], On s'attend à voir plusieurs références de type, « [4-8] ».

En général, on ajoute la citation après le nom de l'auteur ou à la fin d'une phrase. « Gizmo et al. [4] report that ... »

Poids relatif des différentes sections

Il n'y a pas de règles strictes (et c'est peut-être tant mieux sinon les articles seraient encore plus ennuyants parfois) mais des règles du pouce qui viennent avec l'usage. Dans un texte de 4 pages, on a environ 500-600 mots/page. Donc, sur 4 pages environ 2000 mots avec une ou deux figures et un ou deux tableaux : L'abstract devrait faire 150 mots; l'introduction : 300 mots; la conclusion : 300 mots.

4. LE MÉMOIRE ET LA THÈSE

4.1 Résumé / Abstract

Dans le cadre de documents de l'envergure d'une mémoire ou d'une thèse, les règles pour définir le contenu du résumé sont les mêmes que pour l'article. Ce texte est cependant plus long. Cinq (5) exemples tirées de projet du Groupe t3e sont fournis à la fin de ce document.

4.2 La nomenclature

La nomenclature ou liste des symboles est parfois requise dans les articles, toujours dans un mémoire ou une thèse. Et s'il faut écrire le résumé en dernier, il faut paradoxalement commencer à rédiger la nomenclature le plus tôt possible. Cela permet d'éviter d'avoir deux variables qui avec le même symbole ou deux symboles désignant la même variable.

On y définit toutes les variables. Habituellement sur deux colonnes. Utilisez une nomenclature dès que vous avez plusieurs variables dans des équations ou des schémas. Si vous en avez cinq ou moins, vous pouvez bien sûr les définir dans le texte.

Dès que vous employez une spécificité telle « froid » ou « chaud », définissez des indices « c » et « h » que vous pourrez attribuer à plusieurs variables comme de T_{in} , V_{in} , Q_{in} etc.

4.3 L introduction

En plus de ce qui est indiqué pour la rédaction d'un article, on peut spécifier ce qui suit pour un mémoire ou une thèse.

« Traditionnellement, on divise l'introduction en trois temps : l'amenée, l'annonce et la division du sujet. Quand cet ordre est respecté, le lecteur obtient rapidement une sorte de plan du document à la seule lecture de l'introduction. L'amenée permet à l'auteur de situer son propos dans un univers plus vaste, de façon à donner au lecteur quelques balises pour se retrouver, pour se reconnaître ou, si le sujet lui est complètement inconnu, pour se familiariser. Attention de ne pas tomber dans les généralités ou dans les clichés du type : « Comme on le sait », « Depuis toujours », « Les humains ont toujours »... L'amenée campe un décor, donne le ton et dirige, comme le fait un entonnoir, vers l'annonce du sujet. Votre rapport doit énoncer très clairement le sujet et ses limites. Évitez les devinettes avec le lecteur : plus vous mettez d'efforts dans la clarté et la précision, moins sera coûteuse la lecture pour le destinataire. Au bout du compte, vous en bénéficierez puisque votre document sera aisé à lire et facile à comprendre. Après l'annonce du sujet et de ses limites, vous devez préciser les divisions de votre rapport en évoquant le lien logique qui unit chacune des parties. Après la lecture de l'introduction, un lecteur doit être en mesure de décider si le rapport répond à ses besoins et à ses attentes. En général, on rédige l'introduction après le développement, parce qu'elle condense, en l'annonçant, tout le contenu du rapport »

Rousse, D.R., at al. Guide de rédaction, Cours Ingénierie, Design et Communication, Université Laval, 2000.

Introduction

- amenée
 - cadre de l'étude
 - travaux antérieurs
- posée
 - mandat
 - délimitation du champ d'étude
 - objectifs
- divisée
 - méthodologie / stratégie
 - structure du rapport/article

En bref, vous introduisez le contexte, puis vous énoncez votre mandat dans ce dernier et vous explicitez le contenu de votre article. Si vous n'êtes pas à l'aise avec ce contenu implicite, employez ce format explicite

- 1.1. Context
- 1.2. Objectives
- 1.3. Content

Dans un mémoire ou une thèse, l'introduction **ne doit pas faire plus de 5% de la longueur**. Dans un article, on aura donc une portion un peu plus élevée mais pas davantage qu'une phrase sur chaque partie pour tout couvrir en contenu. C'est le principal défaut de tout mémoire et de toute thèse que de vouloir présenter un chapitre entier de matériel didactique en sujet amené.

4.4 Le développement

Le développement, c'est la colonne vertébrale de votre texte. C'est là que se trouve la substance de tout document écrit. Dans le cas du rapport technique (ou de l'article), ses parties sont imposées : revue de la littérature (si elle n'est pas intégrée à l'introduction d'un article), méthodologie, résultats, analyse, etc. Mais chacune de ces parties doit être structurée de façon différente. Comme toutes les autres composantes du rapport gravitent plus ou moins directement autour du développement, il est recommandé de le rédiger en premier lieu. Si la recherche ou la conception comprend plusieurs étapes qui possèdent chacune leur propre méthodologie, le développement peut être scindé en plusieurs parties possédant chacune la structure suivante: méthodologie, résultats, analyse.

Développement

- méthodologie
- résultats
- analyse
- conclusion partielle

Dans un texte de 4-6 pages, il est certain que vous devrez faire des choix.

4.5 La conclusion

Dans la plupart des textes informatifs, la conclusion comporte deux parties : le bilan et l'ouverture. Dans le premier cas, on fait un retour sur ce qui a été dit en proposant un résumé des grandes lignes du développement, surtout quand ce dernier est long. L'ouverture est un peu l'inverse de l'amenée que l'on retrouve dans l'introduction : elle replace le sujet dans un contexte plus général, souvent en proposant quelques pistes de réflexion. Toutefois, dans le cas du rapport technique (ou de l'article), cette partie est consacrée aux recommandations. Elle joue donc un rôle déterminant dans la mesure où tout ce qui précède a été mis en place pour nourrir les recommandations. De toute évidence, la conclusion doit être rédigée après le développement.

Conclusion

- conclure
 - rappeler le contexte, les objectifs et la méthodologie
 - résumer les résultats et leurs conclusions partielles
 - faire une synthèse
- recommander
 - proposer des actions qui répondent logiquement aux conclusions
- ouvrir
 - placer le sujet dans des perspectives plus larges

La conclusion doit être rédigée en même temps que la version finale de l'introduction. Outre l'abstract ou résumé, un lecteur devrait pouvoir ne lire **que** l'introduction et la conclusion pour obtenir un aperçu de tout le contenu du rapport (ou de l'article). Ainsi, si vous énoncez trois objectifs dans l'intro, vous devriez répondre à ces trois questions dans la conclusion.

4.6 Le mémoire et la thèse par article(s)

Ce choix est effectué pour maximiser les retombées scientifiques des étudiants en début de carrière. En voici la structure :

1. Résumé, idéalement une seule page, voir une et demie.
2. Intro, 3-5 pages
 - a. Contexte, Sujet amené, 1-3 pages
 - b. But et objectifs, Sujet posé, 1/2 page
 - c. Contenu du doc, Sujet divisé, 1/2 page
3. Chapitre 1 : Revue de la littérature
4. Chapitre 2 : Article 1
5. Chapitre 3 : Article 2 (facultatif à la maîtrise, obligatoire au doctorat)
6. Chapitre 4 : Article 3 (facultatif à la maîtrise, obligatoire au doctorat)
7. Chapitre 5 : Résultats et Discussion, 5-10 pages (**le plus important**)
8. Conclusion, 3-5 pages
9. Annexes, en fonction des besoins spécifiques du projet.

5. LA PRÉSENTATION ORALE

La communication orale est une façon privilégiée de faire connaître votre travail à vos collègues. Dans bien des cas, les présentateurs sont triés sur le volet, il est donc important de ne pas décevoir son auditoire. De façon générale, il existe deux types de communication orale : l'exposé court et le séminaire. L'exposé court dure de 10 à 15 minutes, alors que le séminaire peut durer plusieurs heures. Quel que soit le type d'exposé, mieux vaut tenir compte de certaines règles de base. Dominique Chassé et Richard Prigent ont publié un excellent livre sur le sujet, sa deuxième édition comporte 80 pages, Daniel Rousse préfère la première, plus courte. Mais ce livre demeure un classique du genre. Chassé, D., Prigent, R. (2015) Préparer et donner un exposé, 2e édition, Presses Internationales Polytechnique, 80 p.

Avant la présentation, il faut se demander quelle sera l'audience. Connaît-elle le sujet? Sinon, il faut prévoir du temps pour introduire les notions de base. Dans le cas d'une audience où il y a différents niveaux d'expertise, mieux vaut couvrir l'ensemble de niveaux de l'auditoire et réserver environ 10 à 20 % du temps pour les experts; de cette façon tous les membres de l'auditoire ont l'impression d'avoir appris quelque chose.

Il est très important en préparant sa présentation de se demander ce que l'on veut que l'auditoire se souvienne. Conserver le minimum d'information et rappeler dans votre conclusion ce que vous voulez que les auditeurs retiennent.

Règle générale, il faut prévoir une planche par idée et lui donner un titre. Limitez-vous à environ 36 mots ou 5 lignes par planche; une planche surchargée est illisible. Les caractères ne devraient jamais être plus petits que 16 points, en général des logiciels tels PPT proposent 28, 24, 20 points dans leurs modèles. Éviter aussi les phrases longues; utilisez nécessairement un style écrit télégraphique que vous convertirez en phrase au moment de l'exposé. De même, il faut limiter l'utilisation d'équations au strict minimum et si c'est fait décrire les termes de cette équation. La structure du texte ne doit jamais contenir plus de trois niveaux. On ne lit pas une présentation, les planches servent plutôt d'aide-mémoire au présentateur.

Une image vaut mille mots, n'hésitez donc pas à insérer des graphiques. Illustrez les pourcentages par des pointes de tartes. Environ 10 % de la population mâles adultes souffre de daltonisme : évitez donc les combinaisons de vert et de rouge et des significations attachées aux couleurs. Limitez aussi l'utilisation des animations. Bien qu'elles soient très utiles, elles peuvent casser le rythme de la présentation tout en étant une source courante de problèmes techniques.

Il faut prévoir, une minute pour une simple image et 3 minutes pour une planche complexe avec des équations. Ainsi, pour une présentation de 15 minutes, excluant les questions, on devrait se limiter à 10 ou 12 planches (15 au grand maximum lorsque l'on considère les planches de transition (Titre, plan, rappels du plan). Pour un séminaire, il faut prévoir approximativement une planche par 3 minutes. Ces règles simples évitent de dépasser le temps qui est alloué, ce qui est toujours une marque de professionnalisme. Conserver les planches supplémentaires APRÈS la conclusion (il est possible de les déplacer) afin de pouvoir répondre à certaines questions. Et si, malgré tout, vous manquez de temps, concluez rapidement en allant directement à la planche de conclusion. Il ne faut jamais terminer sans conclure.

ÉVALUATION DE LA FORME

Introduction

- L'orateur a réussi à établir rapidement le contact avec l'auditoire, à l'aide d'un élément déclencheur.
- L'orateur a énoncé clairement les objectifs de son exposé dès le début de son allocution.
- L'orateur a annoncé le déroulement de son exposé.

Structure et organisation

- L'orateur a fourni des définitions préalables utiles.
- L'orateur a affiché ou énoncé clairement le plan de son exposé.
- L'orateur a annoncé clairement la fin de chaque élément de son plan.
- L'orateur a fait régulièrement une transition, lors du passage d'un point à un autre.
- La durée de l'exposé a été respectée.

Illustrations

- L'orateur a utilisé des moyens visuels simples et lisibles.
- Les moyens visuels utilisés étaient pertinents; ils favorisaient la compréhension.
- Les animations étaient employées avec discernement.

Variation des stimuli

- L'orateur parlait suffisamment fort.
- L'orateur variait les intonations de sa voix.
- L'orateur variait ses gestes et ses déplacements.
- L'orateur faisait des pauses.
- L'orateur regardait l'auditoire avec attention.

Conclusion

- L'orateur a rappelé l'objectif de l'exposé.
- Il a résumé les points importants à la fin de son exposé.
- Il a terminé par un message significatif facile à retenir.

Réponses aux questions

- Quand c'était nécessaire, il a reformulé toutes les questions des auditeurs.
- Il a répondu de façon précise et concise aux questions.
- Il s'est assuré qu'il avait bien répondu.

Préparation à l'auditoire

- L'exposé s'adaptait bien à l'auditoire.
- L'orateur a su tenir compte des contraintes imposées.
- Les objectifs poursuivis ont été mis en évidence.
- Un énoncé précis et concis identifiait l'exposé.
- L'orateur n'a pas été rivié à ses fiches aide-mémoire.

Pratiquez-vous avant votre présentation afin de vérifier que la durée est correcte. Si vous le pouvez, demandez à vos collègues leur avis.

Vérifiez toutefois avant la présentation que les appareils que vous utilisez fonctionnent adéquatement.

Et, préparez aussi un plan B en cas de défaillance de la technologie!

Lors d'un congrès, allez dans la salle où vous effectuerez la présentation pour en déterminer la taille et les autres paramètres physiques.

Idéalement allez sur l'estrade ou le podium pour connaître à l'avance ce que votre regard embrassera lorsque vous serez en communication.

Déposez votre présentation sur le DD de l'ordinateur de la salle ou envoyez votre présentation la veille à la personne en charge de votre session.

Lors de la présentation, ayez une attitude qui montre du respect à votre auditoire. Habillez-vous de façon convenable en fonction des circonstances. Ainsi, le veston et la cravate sont recommandés devant des hommes d'affaires, mais pas nécessairement devant des scientifiques. Prévoyez qu'un micro puisse être attaché à vos vêtements et si c'est un micro fixe ajustez-en la hauteur. Assurez-vous que tout le monde vous entende bien. Tenez-vous droit; face à l'audience. Faites le tour de la salle du regard en choisissant des visages sympathiques et regardez-les droit dans les yeux.

Dans le cas d'un séminaire, il est de bon ton de remercier les organisateurs de vous donner l'opportunité de présenter vos travaux.

Parlez lentement et fermement. Ne lisez pas vos notes, ni vos planches. Utilisez des mots simples, directs et actifs. Limitez l'usage du jargon au minimum. N'oubliez pas d'expliquer les axes des graphiques, les variables des équations. Faites des phrases simples et courtes. Contrairement aux articles écrits, ici le ton neutre n'est pas de mise et vous devez être expressif.

Ne présentez pas TOUS les résultats de l'article, vous n'en aurez pas le temps. Présentez un tableau qui résume tous les résultats puis attardez-vous à l'un de ceux qui ont le plus de signification.

Il faut toujours répéter les questions. Cela permet de vérifier que vous avez bien compris. De plus, il arrive que votre interlocuteur ne possède pas de micro, il est alors inaudible pour l'audience. Vous pouvez répondre immédiatement, annoncez que vous répondrez à la question

ÉVALUATION DU CONTENU

Maitrise du sujet

- L'orateur a montré qu'il avait bien assimilé les connaissances relatives au sujet.
- L'orateur a bien délimité la question à traiter.
- L'orateur a su départager l'essentiel de l'accessoire sans se perdre dans les détails.
- Les idées exprimées, l'interprétation ou le traitement du sujet avaient un caractère personnel et original.

Bases théoriques et documentation

- Les différents points traités étaient étayés par des données documentaires ou des faits objectifs.
- L'exposé s'appuyait sur des bases théoriques solides.
- La documentation citée ou utilisée était suffisante et pertinente.

Capacité d'analyse

- L'orateur a bien manié les concepts propres à sa discipline.
- L'orateur a su évaluer la portée des faits présentés et intégrer ces faits à l'ensemble du raisonnement ou de la démonstration.
- L'orateur a su conduire méthodiquement le raisonnement ou la démonstration et les mener à terme.

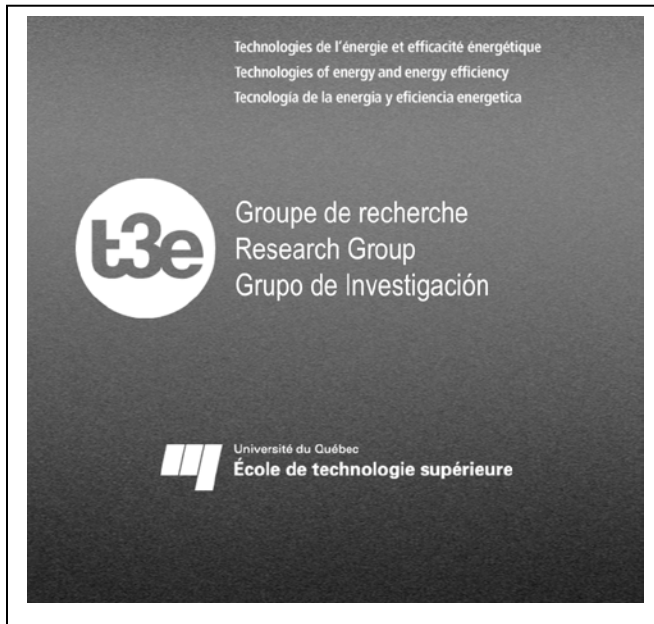
Envergure des calculs, du travail

- L'orateur a montré des résultats de calculs et non uniquement ceux d'autres auteurs.
- L'orateur a utilisé des outils d'ingénierie appropriés (TRNSYS, Matlab, ANSYS, Excel, LabView, etc).

Impacts économique, environnemental et social

- Analyse technico économique (le cas échéant) plausible, claire et documentée.
- Analyse environnementale et sociale (le cas échéant) plausible, claire et documentée.

plus loin dans la présentation ou sortir les planches secrètes, situées après la conclusion. Si vous ne savez pas la réponse à une question, admettez-le rapidement! En science, ce que l'on ignore est aussi important que ce que l'on sait.



Votre travail ne se termine pas après la présentation. Préparez-vous à répondre aux questions plus complexes de certaines personnes en privé. Notez aussi qui a posé les questions, à qui vous avez parlé et quelles ont été ces questions. Il s'agit là d'informations importantes car elles permettent de tisser des liens ou de démarrer un nouvel axe de recherche.

Le Groupe t3e impose un format (gabarit) pour les présentations orales qui sont effectuées par les membres du Groupe. Ce gabarit doit être utilisé en tout temps. Plusieurs éléments de présentation sont aussi disponibles pour présenter l'ÉTS, le Groupe t3e, le Québec, etc en fonction de la

circonstance de la présentation.

Toutes les présentations du Groupe commencent par la même planche reproduite deux fois dans cette section. Elle sert à dire qui nous sommes : « *Welcome to this presentation of the research group in technologies of energy and energy efficiency (au moment où le logo t3e devient vert en cliquant) of École de technologie supérieure of Université du Québec, CANADA* ». Et dites : « *For more information about us please consult t3e.info* » en cliquant sur la souris deux fois : d'abord pour faire apparaître l'Adresse web et puis pour la mettre en rouge dans le bas de la planche.



6. L’AFFICHE

Dans bien des cas, il n’est pas possible de parler directement à une audience. Le chercheur doit alors présenter ses travaux sous forme d’affiches. Bien qu’elles soient moins prestigieuses que les présentations orales, elles ont aussi leur avantage. En effet, à côté de votre affiche, vous avez tout le loisir de discuter avec les chercheurs qui s’intéressent à votre travail. Ceci permet de mieux communiquer vos idées que dans une présentation de 15 minutes.

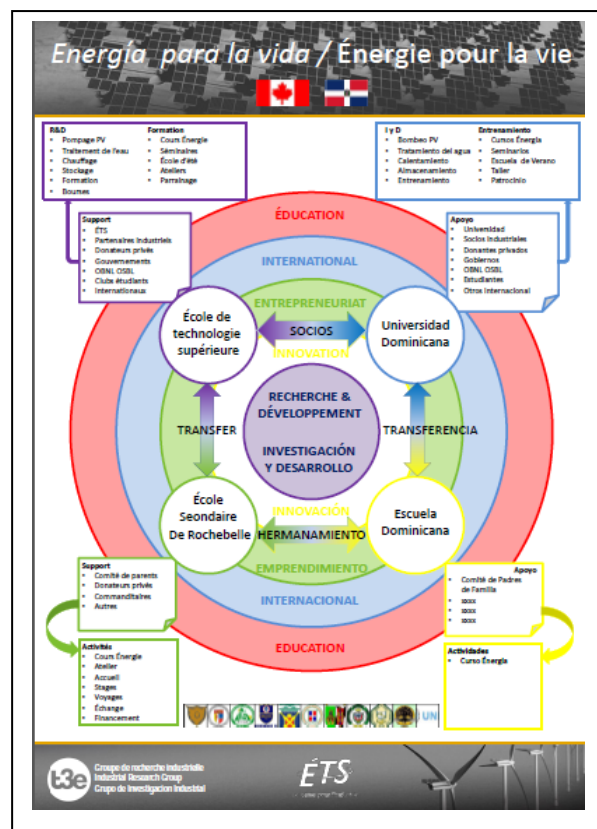
Bien que les règles générales soient les mêmes que lors de la préparation de planches pour les présentations, certaines spécificités s’appliquent aux affiches. Par exemple, la taille de l’affiche est imposée par les organisateurs des événements (ex : Format A0). Concevez votre affiche en fonction de cette contrainte. Planifier aussi à l’avance le transport de l’affiche. Il existe des contenants en tube expressément conçu pour cela. Vous pouvez aussi constituer une affiche à partir de feuilles individuelles, mais cela est de moins en moins utilisé. C’est moins élégant, mais beaucoup plus pratique à transporter lors de vos déplacements.

La structure d’une affiche est similaire à celle d’un article. Le titre est situé en haut de l’affiche et doit être court, clair et attirant. Le résumé d’un article est placé en haut à gauche de l’affiche. La conclusion reprend les idées maîtresses de votre affiche et est située dans le coin inférieur droit.

Le contenu de l’affiche doit être concis. Visez moins de 1000 mots sur une affiche. Le texte doit être coupé en petits blocs facilement lisibles. Utilisez des graphiques plutôt que du texte.

Aérez l’espace, 20 % de texte, 40 % de graphique et 40 % de vide sont idéaux. Utilisez des polices de 60 points pour le titre, 30 points pour les titres de section et **jamais moins de 18 points** pour le texte. Le tout doit être lisible de 1,5 m de distance. **Et surtout, la qualité de la langue doit être irréprochable.**

Il faut aussi inclure le logo de votre institution ainsi que ceux des partenaires. Assurez-vous de respecter l’ordre de préséance, si cela s’applique. Le Groupe t3e impose un format (gabarit) pour les affiches qui sont préparées par les membres du Groupe. Ce gabarit doit être utilisé en tout temps.



7. LA VULGARISATION SCIENTIFIQUE

Au cours de votre carrière, vous serez appelé à communiquer votre savoir à des gens qui ne sont pas des experts dans votre domaine. Ce peut être des industriels, des décideurs politiques ou des membres du public. Vous devrez donc ajuster votre discours à ce public.

Du point de vue linguistique, la vulgarisation est la diffusion accessible de connaissances scientifiques ou techniques pour le grand public. Ce terme est apparu au XVIII^e siècle, lorsque les publications scientifiques en langues populaires, dites « vulgaires » (français et italien notamment), se multiplièrent au détriment des textes en latin. Jusqu'au XIX^e siècle, le terme « sciences populaires » a aussi été utilisé, jusqu'à ce qu'il soit considéré comme péjoratif.

La vulgarisation scientifique, contrairement à ce que sa dénomination pourrait laisser entendre, ne se résume pas à une simplification des informations scientifiques. En réalité, le vulgarisateur transpose un « savoir savant » dans un mode d'expression compréhensible par le grand public. Le travail du vulgarisateur consiste à ramener des problématiques scientifiques dans le contexte public en associant ces informations à un contexte cognitif, esthétique et affectif, connu du public.

La vulgarisation scientifique vise à insuffler au public le goût d'apprendre, et non à l'instruire. Pour cela, il faut **savoir lui raconter une histoire et partager avec lui une aventure**, la vôtre. Pourquoi vous intéressez-vous à tel domaine de recherche? Quelles sont les questions qui restent sans réponse? Quels sont les enjeux scientifiques, sociaux, économiques, voire culturels de vos travaux? À quels obstacles vous êtes-vous heurté? Les résultats obtenus étaient-ils étonnants? Quelles en sont les retombées? Auront-ils une incidence sur la vie des gens? Voilà ce que le public veut vous entendre dire.

Dans le domaine de la vulgarisation, le public n'est jamais acquis d'avance. Le public que vous voulez rejoindre est parfois submergé d'informations. Pour l'intéresser, vous devez lui raconter une histoire, le captiver, l'amener ailleurs, le connecter avec ses préoccupations, sinon votre information passera inaperçue. Contrairement à vos pairs, les gens ne sont pas tenus de vous lire ni de vous écouter. À vous de les en persuader. Vous devez vous soucier de vos lecteurs ou de vos auditeurs. Qui sont-ils? Pourquoi devraient-ils s'intéresser à ce que vous faites? Votre objectif n'est pas de vous faire valoir en étalant vos connaissances, mais plutôt de les communiquer au public en tenant compte, d'abord et avant tout, de ce qu'il désire.

L'écriture journalistique ou de vulgarisation ne répond pas aux mêmes règles que la rédaction scientifique. Contrairement à ces deux genres, qui imposent une structure pyramidale – énoncé de la question, introduction, méthodologie, développement puis conclusion –, l'écriture de vulgarisation s'attaque d'abord aux éléments importants d'information. Elle donne au lecteur l'essentiel de l'information en début de texte.

L'écriture journalistique ou de vulgarisation ne répond pas aux mêmes règles que la rédaction scientifique. Contrairement à ces deux genres, qui imposent une structure pyramidale – énoncé de la question, introduction, méthodologie, développement puis conclusion –, l'écriture de vulgarisation s'attaque d'abord aux éléments importants d'information. On retrouve aussi la même structure dans un communiqué de presse. Partant souvent d'une situation vécue ancrée

dans le concret, elle donne au lecteur l'essentiel de l'information en début de texte. Le reste n'est que développement, précisions puis détails. De sorte que s'il faut couper le texte, on commence par la fin.

Le chapeau (amorce, lead) est le texte qui suit immédiatement le titre. C'est celui par lequel le lecteur entre dans le sujet. Il donne le ton à votre texte. Un chapeau réussi suscite l'intérêt du lecteur, l'amène à lire la suite.

Il n'y a pas de modèle unique de chapeau, mais sa forme classique veut que vous y présentiez la finalité de votre propos, que vous y donniez brièvement, de manière spectaculaire si cela s'y prête, les résultats du travail dont il est question tout au long du texte. Vous pouvez également amorcer votre propos en présentant des données ou des faits marquants qui frapperont l'imagination du public (par exemple, des statistiques sur un phénomène, des données épidémiologiques, un événement particulier).

Vulgariser les connaissances, ce n'est pas les résumer. Personne ne veut tout savoir de vos recherches et vous devez absolument circonscrire un sujet, et un seul, en ne retenant que les éléments les plus pertinents, les plus accrocheurs. Si votre sujet est trop vaste, vous livrerez un message descriptif, ennuyeux et sans aucun intérêt.

Par ailleurs, il est donc important d'alléger votre propos le plus possible en évitant les détails et les précisions inutiles. En vulgarisation, l'objectif n'est pas de jouer les savants ni les professeurs. Avant d'utiliser un terme technique ou une expression appartenant au jargon de votre discipline, vous devez donc toujours vous demander si cet usage est vraiment indispensable. Seuls les termes et expressions techniques essentiels aux explications doivent être gardés et il faut bien prendre soin de les définir à chaque fois. Un bon exercice consiste à essayer de couper le plus de mots possible sans déformer l'explication. Mieux vaut le faire vous-même plutôt que ce soit le journaliste, l'éditeur ou le réalisateur qui doivent le faire.

De même, au lieu d'exposer une théorie puis de l'illustrer au moyen d'exemples, vous pouvez vous servir des exemples pour introduire la théorie. Un cas particulier retient beaucoup plus l'attention qu'une généralité et il se comprend plus facilement. Ce n'est d'ailleurs pas un hasard si les journalistes emploient constamment ce procédé (par exemple, en racontant l'histoire d'un individu pour présenter un problème vécu par toute une collectivité).

Contrairement à la communication scientifique, les figures de style prennent une place importante. Par exemple, l'analogie permet d'expliquer un élément complexe ou technique en le comparant à un autre plus familier. Elle rend également votre propos plus imagé, plus vivant. Pour les nombres, on peut comparer les données présentées avec d'autres grandeurs connues.

La métaphore est un procédé littéraire qui permet, grâce à son pouvoir évocateur, de « colorer » votre propos, de lui donner du style. Il consiste à effectuer un transfert de sens par substitution analogique. Son emploi est vivement recommandé, mais il ne faut pas en abuser. De même, avoir le sens de la formule vous permet de résumer votre pensée en quelques mots de façon élégante et attrayante. Une bonne formule produit toujours de l'effet. Un peu d'humour ne fait jamais de mal. Pourquoi alors ne pas s'en servir à l'occasion? Votre propos n'en sera que plus léger et, par le fait, même plus facile à assimiler. Il sera aussi plus vivant et, là encore, plus attrayant. Vous

est-il arrivé des événements cocasses ou étonnants dans votre laboratoire, sur le terrain ou ailleurs? Le récit de ces anecdotes rendra votre propos plus personnel et moins abstrait. N'hésitez pas à vous citer vous-même ou rapporter le propos des collègues. Rappelez-vous que l'important en vulgarisation scientifique est de raconter une histoire.

ANNEXE 1 : EXEMPLES DE RÉSUMÉS

Exemple 1

ANALYSE DU COUPLAGE DIGESTION ANAÉROBIE – GAZÉIFICATION POUR LE TRAITEMENT DES BOUES D'ÉPURATION

Nicolas LACROIX

RÉSUMÉ

Les boues d'épuration sont le résultat d'un processus chimique ou biologique visant à séparer la matière solide de l'eau des effluents résultant d'activités humaines. Sans ce processus de séparation, la capacité d'autoépuration des milieux récepteurs serait rapidement excédée et la qualité des cours d'eau serait grandement affectée, ce qui aurait un impact direct sur la santé des écosystèmes et des humains. Toutefois, les processus d'épuration impliquent la gestion de grandes quantités de boue. La digestion anaérobie comme méthode de réduction et de stabilisation constitue un pas dans la bonne direction. Néanmoins, cela ne permet que de régler partiellement le problème de la disposition des boues d'épuration. La gestion de cette matière constitue malheureusement encore un maillon faible dans le bilan environnemental des stations d'épuration puisque environ les deux tiers sont encore incinérés ou enfouis au Québec (Canada) en dépit des efforts investis.

Cette recherche a eu pour objectif d'identifier et d'analyser une méthode de récupération de l'énergie des boues tout en tentant de conserver les propriétés fertilisantes. Une attention particulière a alors été accordée à l'évaluation de la synergie d'un couplage entre la digestion anaérobie et la gazéification. La priorité est mise sur la limitation de l'utilisation de combustibles fossiles et sur les effets de déperditions abiotiques ou d'appauvrissement de la matière organique et des minéraux. La démarche scientifique est basée sur l'évaluation des bilans de masse et d'énergie à partir des paramètres mesurés dans des conditions réelles pour la digestion anaérobie (station d'épuration de la Ville de Châteauguay) et pilote pour la gazéification.

L'un des principaux défis rencontrés concerne la faible siccité du digestat et son pouvoir calorifique réduit. Néanmoins, il a été évalué que le couplage permettrait de dégager un surplus de 7,4 et 4,1 GJ par tonne métrique anhydride de boue sous forme de biogaz et d'énergie à basse température respectivement. De plus, le phosphore total a été conservé à 95% durant la gazéification en plus de doubler sa concentration dans le produit final. Ce couplage technologique présente de nombreux avantages mais également d'importants défis techniques. Il ne fait nul doute qu'il pourrait être mis en oeuvre et que cela constituerait une amélioration par rapport aux méthodes d'élimination actuelles. Une évaluation du bilan exergétique et l'analyse du cycle de vie permettrait de mieux situer cette approche dans le contexte québécois et ailleurs afin de favoriser la prise de décision.

Mots-clés : digestion anaérobie, gazéification, boues d'épuration, biosolides, efficacité énergétique, biogaz.

Commentaires : COMPLET ET SUCCINCT

Exemple 2

CONCEPTION ET SIMULATION NUMÉRIQUE D'UN SYSTÈME DE CAPTATION ET STOCKAGE D'ÉNERGIE THERMIQUE POUR L'UTILISATION DANS LA CLIMATISATION D'UN BÂTIMENT EN ÉQUATEUR

Carlos NARANJO-MENDOZA

RÉSUMÉ

Guayaquil en Équateur se caractérise pour être une ville chaude tout au long de l'année. Cette particularité génère un besoin constant de climatisation principalement dans les bâtiments commerciaux et institutionnels où les systèmes de climatisation par compression sont largement les plus utilisés.

L'objectif principal de ce projet est de modéliser et d'optimiser un système de climatisation solaire par absorption dans les conditions climatiques de Guayaquil afin de satisfaire partiellement la demande thermique d'un bâtiment institutionnel. Pour atteindre cet objectif, deux scénarios ont été proposés. Le premier, de climatiser les trois derniers étages du bâtiment avec un total de 3888 m² et le deuxième, de climatiser le dernier étage de l'immeuble qui a une superficie de 1296 m².

Le calcul des charges thermiques a été effectué à l'aide du logiciel SIMEB. Dans le premier scénario, la charge maximale atteint une valeur de 286 kW et pour le second scénario d'une valeur de 153 kW.

La modélisation et l'optimisation du système de climatisation solaire par absorption ont été faites dans le logiciel TRNSYS un considérant une machine à absorption Yazaki de LiBr-H₂O, des capteurs solaires à tubes sous vide et du stockage d'eau chaude. Pour le premier scénario, la surface des collecteurs est limitée à 800 m² en raison de la disponibilité sur le toit. Cependant, l'optimisation indique que le volume de stockage optimal est de 40 m³ et le débit d'eau dans les collecteurs est 25000 kg/h. Pour le deuxième scénario, le système optimal emploie une surface de 600 m², un volume de stockage d'eau chaude de 16 m³ et un débit d'eau dans les collecteurs de 15000 kg/h.

De plus, il a été déterminé qu'à Guayaquil, l'angle d'inclinaison optimal des capteurs solaires est de 10 ° face au nord. Comme travail complémentaire, il serait important d'effectuer une étude économique visant à déterminer la rentabilité d'un projet de ce type.

Mots clés : Climatisation solaire par absorption, TRNSYS, collecteurs solaires à tubes sous vide, climatisation de bâtiments, LiBr-H₂O

Commentaires : COMPLET ET SUCCINCT, IL POURRAIT ÊTRE UN PEU PLUS DÉTAILLÉ MAIS TRÈS BON

Exemple 3

PROCÉDURE DE CARACTÉRISATION THERMOPHYSIQUE D'UN MATÉRIAU À CHANGEMENT DE PHASE COMPOSITE POUR LE STOCKAGE THERMIQUE

Mathieu LE DÛ

RÉSUMÉ

L'utilisation de matériaux à changement de phase ou MCPs permet de stocker et de restituer d'importantes quantités de chaleur dans des volumes réduits par la fusion ou la solidification à des températures spécifiques. Les matériaux à changement de phase suscitent un intérêt particulier pour la

réduction de la consommation d'énergie par le chauffage ou la climatisation passive. Ils peuvent être insérés dans l'enveloppe des bâtiments pour augmenter leur capacité de stockage thermique.

Dans cette étude, un dispositif expérimental original a permis de déterminer les propriétés thermophysiques d'un panneau mural composite constitué de MCPs. Les dimensions des échantillons sont comparables à celles de l'utilisation réelle afin de répondre aux limites des méthodes de calorimétrie classique qui utilisent de très faibles quantités d'échantillon. La conductivité thermique apparente et la chaleur spécifique ont été déterminées pour plusieurs températures. Lors du changement de phase, les quantités de chaleur totale et latente ainsi que les températures aux pics de fusion et de solidification ont été évaluées. Les résultats sont comparés aux données du fabricant et à celles de la littérature. Des incohérences ont été constatées selon les sources. Malgré plusieurs différences relevées entre les résultats de ce projet et les données de référence disponibles, les résultats principaux coïncident avec les publications les plus récentes et permettent de valider l'utilisation de ce dispositif original. Le problème d'hystérésis lié au phénomène complexe de changement de phase et à la composition du matériau a été constaté et analysé. Les résultats permettent de proposer des recommandations sur les critères à respecter quant à la procédure de caractérisation et au dispositif expérimental à utiliser pour caractériser efficacement ces matériaux. L'intervalle de température et le taux d'évolution de la température influencent fortement les résultats et doivent être considérés lors de la caractérisation. De plus, le dispositif expérimental doit être conçu avec des puissances de sollicitations thermiques permettant d'imposer le même taux en chauffe et en refroidissement, ceci dans le but de pouvoir comparer les phénomènes de fusion et de solidification.

Mots-clés : Matériau à changement de phase, stockage thermique latent, caractérisation thermophysique

Commentaires: MANQUE DE RÉSULTATS CHIFFRÉS

Exemple 4

PERFORMANCE EVALUATION OF SOLAR TRACKING PHOTOVOLTAIC SYSTEMS OPERATING IN CANADA

Mostafa MEHRTASH

RÉSUMÉ

En 2011, la capacité totale installée du PV au Canada était de 289 MW et elle pourrait atteindre entre 9 et 15 GW d'ici 2025. Selon des études antérieures, des systèmes de suivi solaires PV peuvent capturer 20% à 50% plus de rayonnement solaire que les systèmes fixes. Un suiveur solaire est un dispositif qui maintient les panneaux photovoltaïques perpendiculaires aux rayons du soleil. Il y a un manque de connaissances sur la performance des systèmes solaires photovoltaïques de suivi d'exploitation dans les conditions météorologiques sévères du Canada.

Trois objectifs principaux ont été définis pour cette recherche. Le premier objectif est l'évaluation des performances en fonction de la stratégie de suivi pour les systèmes PV. Cet objectif est atteint par la simulation et l'analyse de quatre systèmes PV: horizontal fixe, incliné fixe, suivi selon un axe et suivi selon deux axes. Ces systèmes sont analysés au cours des périodes annuelles, mensuelles et journalières. Quatre villes avec des conditions météorologiques différentes ont été étudiées: Montréal (Canada), Casablanca (Maroc), Ouagadougou (Burkina Faso), et Olympia (USA). Ces emplacements sont classés comme continental humide, doux, chaud, et endroit où le climat est de type océanique, respectivement. Les résultats obtenus à partir de simulations montrent que l'angle d'inclinaison optimal pour une période

année pour un système fixe est presque égal à la latitude de l'emplacement. En outre, les systèmes de suivi selon deux axes les rendements les plus élevés dans tous les endroits choisis.

Le deuxième objectif est de déterminer l'orientation optimale d'un système d'exploitation PV dans des conditions climatiques du Canada. Cet objectif est atteint en enquêtant sur la météo et les conditions environnementales du Canada qui touchent les systèmes PV, y compris les basses températures en hiver et le rayonnement réfléchi par la neige (effet albédo). Le rayonnement réfléchi par la neige cumulée sur le sol entraîne une augmentation de l'irradiation des panneaux jusqu'à 4,5%, 6,5% et 8,5% pour les systèmes inclinés, avec suivi selon un axe, et avec suivi selon deux axes pendant l'hiver, respectivement. Les systèmes suivis selon un axe et deux axes reçoivent 28% et 33% de plus de rayonnement solaire que le système incliné sur un an. Déplus, la suivi du soleil pourrait précipiter le phénomène de fusion de la glace et de la neige accumulée sur les panneaux photovoltaïques. Cet avantage de suivre le soleil pourrait être étudié plus en détail dans les recherches futures.

L'objectif final de cette thèse est le choix d'une de la méthode de suivi optimale pour le Canada. Cet objectif est atteint par l'analyse de diverses orientations des systèmes PV dans les jours typiques: une journée d'hiver claire, une claire journée d'été, et une journée nuageuse d'hiver et d'été.

Selon les analyses quotidiennes, le suivi du soleil est efficace les jours de soleil direct (clairs), contre-productif les jours nuageux, et dépend de l'indice de clarté dans les jours très nuageux. Ces résultats sont corroborés par des recherches antérieures. Les résultats permettent de proposer une méthode qui permet de suivre le soleil dans des conditions claires et d'aller à la position horizontale dans des conditions nuageuses. En conditions nuageuses partielles, la stratégie de suivi à adopter dépend de l'indice de clarté et de rayonnement réfléchi par le sol.

Des travaux supplémentaires pourraient permettre d'estimer l'irradiation critique des systèmes PV en fonction de leur position géographique. Cette irradiation correspondrait au seuil de rayonnement diffus au-delà duquel le panneau devait se mettre en position horizontale ou rester fixe. En outre, l'effet de suivre le soleil sur la température des modules quand ils sont couverts par la neige a besoin de davantage de recherches et d'expériences.

Mots-clés : énergie solaire, photovoltaïque, suivi solaire, performance, albedo.

Commentaires : COMPLET MAIS UN PEU LONG

Exemple 5

MODÉLISATION UNIDIMENSIONNELLE D'UN COLLECTEUR SOLAIRE AÉRAULIQUE

Christophe GENEVÈS

RÉSUMÉ

Les collecteurs solaires aérauliques perforés permettent de préchauffer de l'air. L'air en question est aspiré au travers d'une plaque perforée et chauffée par le rayonnement solaire. Lorsque la plaque perforée est semi-transparente, le mur derrière celle-ci peut être vu et elle confère ainsi un avantage esthétique par rapport aux collecteurs opaques. Ceci faciliterait l'acceptation de ce type de collecteur et par conséquent réduirait la consommation énergétique des bâtiments sur lesquels ils seraient installés.

Au meilleur de notre connaissance, cette étude présente la première description des phénomènes physiques existant dans les collecteurs solaires aérauliques perforés transparents (ci-après TTC, selon

l'acronyme anglais) ainsi qu'une formulation de ceux-ci par des bilans thermiques. Aux phénomènes déjà connus par l'étude des collecteurs solaires aérauliques perforés opaques (ci-après UTC, selon l'acronyme anglais), la transmissivité de la plaque, l'absorptivité, l'émissivité et la réflectivité du mur ont été ajoutées ainsi que l'échange thermique par convection au niveau du mur. Pour la modélisation, un certain nombre de simplifications ont été faites quant à l'écoulement et aux échanges thermiques par rayonnement.

Le collecteur est subdivisé en volumes de contrôle unidimensionnels linéairement alignés et les bilans thermiques et de masse sont effectués sur chacun d'eux. La formulation des bilans est linéarisée de manière à produire un système matriciel que l'on peut résoudre par inversion et de manière itérative.

Afin de comprendre les spécificités des TTC par rapport aux UTC, la transmissivité de la plaque, l'absorptivité du mur, la vitesse de succion ainsi que le rayonnement solaire incident sont rendus variables. Les résultats montrent que ce dernier avait très peu d'incidence sur le rendement du collecteur. Il n'influence que la quantité d'énergie disponible. Les paramètres optiques influent cependant sur la capacité d'absorber cette énergie. L'absorptivité globale du collecteur est définie pour rendre compte de la capacité du collecteur à absorber le rayonnement solaire. Ainsi, plus la transmissivité de la plaque augmente, plus l'absorptivité globale du collecteur diminue. Cette diminution est d'autant plus prononcée que l'absorptivité du mur est faible en raison de ce que le rayonnement solaire réfléchi sur le mur retransverse la plaque avec la même transmissivité puisque le rayonnement solaire réfléchi ne change pas de longueur d'onde. Enfin, la vitesse de succion détermine la capacité de l'air à récupérer la chaleur captée par le mur et la plaque. Plus cette vitesse est élevée, meilleures sont les performances.

Les premiers résultats sur les paramètres optiques et la revue de ces simplifications permettent d'établir une série de recommandations et avenues de recherche qui complèteraient le modèle et valideraient ces résultats numériques.

Mots-clés : Unglazed Transpired Collecteur (UTC), Transparent Transpired Collector (TTC), collecteur solaire, transmissivité, absorptivité, émissivité, bilan thermique, convection, rayonnement, écoulement, échange thermique,

Commentaires : COMPLET MAIS UN PEU LONG