

## Comment lire un article scientifique?

Il y a beaucoup d'information très condensée dans un article académique, c'est le format qui permet de rester assez court et de mettre malgré tout les détails importants de l'étude.

Commencez par lire le résumé (abstract), jetez un coup d'oeil aux figures et leurs légendes. Lisez rapidement la conclusion. Après cette première inspection vous commencez à avoir une idée sur le sujet dont parle l'article et le type de méthodes d'investigation. Est-ce un article "expérimental": qui présente une manipe, le protocole de mesure et les graphiques? Est-ce un article "théorique" qui reprend les résultats d'autres articles expérimentaux pour les expliquer avec des modèles? Est-ce un article de "review" qui fait un résumé de la littérature sur un sujet donné?

Ensuite vous pouvez commencer à lire l'article dans son ensemble, mais il ne faut pas croire que l'on va tout comprendre du premier coup. On le lit une première fois rapidement, en passant les choses trop difficiles, puis une seconde fois, puis on relit les passages qui ne sont pas encre clairs et ainsi de suite. Lire un article scientifique c'est une opération itérative.

### Les questions à garder en tête en lisant:

- quel est le phénomène?
- quelles sont les situations physiques, naturelles, industrielles ou ce phénomène est présent?
- quelle est la manipe?
- Quels sont les aspects délicats de la manipes?
- Quel est le modèle?
- Quel type de mathématiques est mis en oeuvre lors de la modélisation?
- Quels sont les paramètres physiques pertinents pour ce phénomène? (les paramètres qui agissent sur le phénomène, qui le modifient).
- Quels sont les observables? (les valeurs que l'on peut mesurer sur le phénomène et qui sont témoin de son comportement).
- Les figures peuvent être de trois types: photos du phénomènes ou de la manipe (ou images successives d'un film), graphiques qui montrent comment un observable dépend en fonction d'un paramètre, schémas explicatifs. Ces trois types de figures sont présent dans l'article?
- Est-ce un phénomène déjà connu qui est enfin expliqué? Ou bien est-ce un nouveau phénomène intéressant que les auteurs veulent montrer à la communauté?
- Est-ce que l'article vient réfuter des résultats qui sont pourtant acceptés dans la communauté?
- Pourquoi est-ce que c'est intéressant?
- Les résultats sont-ils surprenants?

(Voilà par exemple le type de question que je peux vous poser à l'issue de votre présentation si vous n'y avez pas répondu)

## Comment préparer votre poster?

Pour présenter votre travail de lecture de l'article, je vous demande de préparer un poster en binôme. C'est ce poster qui vous aidera lorsque vous nous présenterez l'article en cinq minutes (puis cinq minutes de questions). Ce poster n'est que le support

de votre discours, mettez-y les éléments que vous ne pouvez pas dire avec la parole: les images qui représentent le phénomène, les graphiques, les équations que vous jugez utile pour notre compréhension. Mettez-y aussi un peu de texte: ces indications que l'on peut lire rapidement et qui rendent claires ce qui est représenté. Si vous mettez trop de texte, l'audience risque de lire plutôt que de vous écouter: vous avez perdu leur attention. le poster vous aide aussi à structurer votre présentation: vous guider dans votre discours.

Votre audience sera acquise si elle comprend de quoi vous parlez: il faut représenter le phénomène avec des images.

Ne mettez pas plus de choses que ce dont vous pouvez parler en cinq minutes, sinon il y en aura trop et on ne pourra pas lire tout, ce sera trop petit. Mettez l'emphase sur ce qui vous semble le plus important et laissez le reste de côté. Il faut que le texte puisse être lu du fond de notre salle de classe. Le poster sera projeté contre le mur avec un projecteur et un ordinateur (pas la peine d'imprimer le poster sur du papier).

Le poster doit être en format paysage (landscape) pour pouvoir utiliser la plus grande surface possible avec le projecteur. C'est par ailleurs le format utilisé pour les présentations dans les conférences scientifiques.

Pourquoi je ne veux que une seule diapo: ça vous pousse à rester concis pour les cinq minutes, et ça vous pousse à organiser votre espace graphique de manière efficace. Je peux aussi par ailleurs utiliser vos poster pour montrer aux collègues ce que je fais dans mon cours. Ces posters peuvent aussi servir à donner envie à d'autres étudiants de suivre ce cours.

## Comment préparer votre présentation?

Il faut commencer par présenter le phénomène: de quoi on va parler et pourquoi c'est intéressant. Il faut le dire clairement, parce que on a tendance à s'embourber dans des détails techniques. Il y a beaucoup de technique difficile dans la science, alors si on ne prend pas le temps au début d'une présentation de dire de quoi on parle et pourquoi on en parle, on perd rapidement notre audience et tout le monde s'ennuie, et à la fin on n'a rien appris.

Ensuite, dire quels sont les aspects du phénomène dont traite l'article. Quels sont les paramètres pertinents, et quels sont les observables: montrer des graphiques quantitatifs et les utiliser pour montrer le comportement du système. Y a-t'il des valeurs critiques des paramètres, c'est à dire des valeurs au delà desquelles le système change de comportement? La science utilise la description quantitative des système physique comme un outils très puissant pour les comprendre. Il faut que cet aspect là de la recherche apparaisse dans votre présentation. Tant que l'on a pas un modèle qui reproduit quantitativement le comportement du système physique, on n'est pas sûr que notre compréhension est la bonne. C'est ça la différence entre la physique et la philosophie, c'est que nous avons des modèles et que nous pouvons utiliser les nombres pour comparer ces modèles à la nature.

En général un phénomène physique est la combinaison d'un certain nombre d'ingrédients. Quels sont ces ingrédients en interaction? Le phénomène résulte de la

compétition entre un effet stabilisant et un effet déstabilisant?

Pensez que j'ai choisi les articles de sorte à présenter à la classe une grande variété de phénomènes différents de la mécanique des fluides avec tension de surface. Souvenez-vous donc que votre présentation a un rôle pédagogique: vous êtes en train d'enseigner des choses à vos amis. C'est une illustration de la diversité des champs de phénomènes. Mais c'est aussi une présentation des outils qui sont utiles pour la diversité des phénomènes: il faut aussi parler de ces outils techniques qui sont une partie intégrante du travail scientifique. Il y a ainsi la part de culture générale, la culture scientifique, mais aussi une partie technique.

## Et pour les travaux pratiques?

Lors des travaux pratiques, au lieu de rencontrer un phénomène à travers la lecture d'un article, vous faites vous-même votre montage expérimental avec du matériel que je vous prête, et vous faites vous-mêmes vos mesures (et vos modèles).

Le premier aspect d'un système physique c'est la diversité de ses comportements: que peut-il se passer?

Ensuite: quels sont les paramètres que l'on peut faire varier qui vont faire changer le phénomène? Y a-t-il des valeurs critiques de ces paramètres, c'est à dire des valeurs au delà desquelles le phénomène change rapidement de comportement? Ensuite, quels sont les observables? Qu'est-ce que vous pouvez mesurer sur votre manipe qui est témoin du comportement du système? Lorsqu'on parle, on peut décrire avec des mots ce qu'on a vu sur sa manipe, mais pour faire de la physique, il faut parler avec des nombres: tracer comment un observable pertinent varie lorsque l'on fait varier un paramètre pertinent.

Choisissez un paramètre et un observable et faites votre manipe: vous faites varier le paramètre et vous tracez comment votre observable varie. Voilà votre premier graphique.

Pouvez-vous imaginer un modèle simple qui reproduise le phénomène? Un modèle dont vous pouvez tirer une formule que vous allez tracer par dessus vos mesures expérimentales. Un modèle n'a pas forcément besoin d'être précis. Il n'a même pas forcément besoin d'être correct... C'est finalement la comparaison des courbes expérimentales et théoriques qui nous dira si oui ou non le modèle est satisfaisant ou bien si le modèle est à remettre en question. On essaye d'abord avec un modèle très simple, on regarde ce que ça donne, puis on essaye de voir si on peut améliorer le modèle progressivement, au fur et à mesure que l'on commence à comprendre les effets qui sont en action dans le phénomène. Comprendre, c'est un processus itératif. Souvent on se rend compte en comparant le modèle et les données expérimentales que l'on a fait une bêtise en faisant les manipes. C'est l'occasion de refaire les manipes pour corriger cette erreur. On peut ainsi revoir le protocole expérimental après avoir comparé avec un modèle. On peut même aussi changer la manipe elle-même; on l'améliore de sorte à ensuite plus facilement la comparer avec un modèle théorique.

Pour les travaux pratiques, je vous demande aussi de préparer un poster. Les règles

sont les mêmes que pour les posters que vous aurez fait à partir d'un article scientifiques. La ligne de conduite pour la présentation est la même également.

## Vocabulaire:

- "**protocole expérimental**": Avant de commencer une campagne de mesure, on définit un protocole que l'on va suivre pour chaque point de mesure: la seule différence entre chacun des points de mesure, c'est la valeur d'un paramètre pertinent que l'on a fait varier. Tout le reste doit être strictement identique. La campagne de mesure nous dit comment un observable dépend d'un paramètre "toutes choses égales par ailleurs". C'est une manière de dire qu'il faut faire varier une seule paramètre à la fois.

- "**campagne de mesure**": série d'expériences où l'on mesure la variation d'un observable en faisant varier un paramètre. Pour chaque point de mesure, on reproduit le même protocole expérimental.

- "**point de mesure**": la valeur d'un observable pour une valeur des paramètres. Lors de la première campagne de mesure, on fait rapidement les points de mesure, et ensuite, après comparaison avec un modèle, on se rend compte qu'il aura fallu être plus précautionneux sur tel ou tel aspect de l'opération, donc on refait les points de mesure plus longuement et ainsi de suite.

- "**Modèle**": c'est une sorte de maquette imaginaire dans laquelle on inclut les effets physiques qui nous semblent présents dans le phénomène. Le plus généralement on utilise les mathématiques pour construire un modèle. Le modèle nous sert à obtenir des formules qui lient les paramètres et les observables. Ces formules, on va les tracer par dessus nos points de mesures sur des graphiques de sorte à vérifier l'accord quantitatif entre nos mesures et notre modèle. Un modèle est satisfaisant lorsqu'il reproduit les propriétés spéciales du système qui nous intéressent. Lorsque c'est le cas, on peut se dire que l'on a "compris" le phénomène.

- "**Observable**": C'est une valeur que l'on peut mesurer sur notre manipe qui est un témoin privilégié du comportement du système.

- "**Paramètre**": C'est une grandeur physique que en général on peut faire varier et dont la valeur numérique va influencer sur le phénomène. Il faut préparer sa manipe de sorte à être capable de faire varier les paramètres pertinents.

- "**paramètre ajustable**": Souvent, les modèles dépendent de paramètres que l'on ne peut pas directement lier à la manipe. On ne peut pas déterminer leur valeur à partir de mesures sur l'expérience, ce sont ainsi des paramètres libres dont on peut ajuster nous-mêmes la valeur. On choisira leur valeur de sorte à avoir le meilleur accord entre les points de mesures et notre formule théorique. Plus on a des paramètres libres, moins notre modèle est contraint, et donc plus il est flexible. Un adage populaire certifie que à partir de 5 paramètres ajustables, on peut dessiner un éléphant (c'est à dire: on peut tracer n'importe quelle courbe, donc l'accord entre le modèle et les points de mesure n'est pas forcément un signe convainquant de la pertinence des ingrédients physiques inclus dans notre modèle).