

# De la publi au public ...

## COMMUNIQUER SUR UN RÉSULTAT SCIENTIFIQUE

Quand et comment préparer un texte d'alerte sur  
une publication marquante qui vient d'être acceptée ?



Institut de physique



# De la publi au public ...

## Communiquer sur un résultat scientifique : quand et comment préparer un texte d'alerte sur une publication marquante qui vient d'être acceptée ?

Le cœur d'activité de l'équipe communication de l'institut de physique est la production d'actualités scientifiques à partir des publications récentes que nous proposent les laboratoires. Lors de nos interactions avec les chercheurs s'essayant à l'exercice, avec ceux qui l'ont déjà fait et avec les correspondants communication, nous percevons des interrogations, nous recevons des demandes de conseil et nous observons aussi parfois des dérives.

Dans ce document, qui récapitule les différentes étapes de la préparation d'une actualité scientifique, nous répondons aux questions qui nous sont régulièrement posées et nous rappelons quelques points de « bonnes pratiques ». Ce travail est le fruit de l'expérience de notre équipe et des échanges fructueux que nous avons régulièrement avec les chercheurs de nos laboratoires et les correspondants de notre réseau.

Jean-Michel Courty, chargé de mission communication scientifique

Catherine Dematteis, responsable de la communication

Simon Jumel, chargé de communication





# Un texte d'alerte

## Quand ? Pourquoi ? Pour qui ? Comment ?

### QUAND ?

*Dès que votre publication est acceptée.*

Vous venez de recevoir la bonne nouvelle : la publication que vous avez soumise vient d'être acceptée. C'est le moment idéal pour vous demander avec vos collaborateurs si vous souhaitez mettre en avant ce travail auprès de non-spécialistes. Si c'est le cas, la première étape est de préparer un court texte en français, appelé **texte d'alerte**, afin de préparer la communication autour des résultats une fois ceux-ci publiés. Nous vous proposons un format de texte adapté à la grande majorité des situations, et quels que soient les choix ultérieurs de communication.

Ce document va vous aider à rédiger ce texte d'alerte afin qu'il puisse être utilisé efficacement par les personnes à qui il est destiné.

### POURQUOI ?

*Pour donner un premier aperçu de ce que peut être une communication en français destinée à un public non spécialisé.*

La lecture d'une publication scientifique rédigée en anglais, et destinée à des spécialistes, ne permet pas de déterminer ce que peut donner un texte en français destiné à des non-spécialistes. Le texte d'alerte est **une première étape permettant d'évaluer dans ce cadre le sujet proposé et d'envisager la manière dont il peut être présenté**. Envoyé aux services de communication de vos tutelles, accompagné du préprint de la publication scientifique, ce document permettra d'envisager une communication large et de pouvoir bénéficier de diverses chambres de résonance au niveau local, régional ou national : sites web (laboratoire, institut, délégation régionale, université, ...), actions presse, journal du cnrs, revues spécialisées de sociétés savantes, revues de vulgarisation.



## POUR QUI ?

*Pour vous, vos collègues et pour les divers acteurs de la communication, qu'ils soient scientifiques ou non.*

Le texte d'alerte doit permettre aux acteurs de la communication de déterminer si une communication plus large est pertinente. Le format que nous vous demandons de suivre répond à ces exigences. En outre, ce texte sera directement utilisable pour alimenter par exemple le site web de votre équipe ou de votre laboratoire. Plus tard, il vous servira de base pour la préparation d'un rapport d'activité, d'une notice de titres et travaux, d'une demande de financement ou d'une proposition de stage ou de thèse.

## COMMENT ?

*En explicitant l'ensemble des éléments qui feront la chair de la communication.*

Le texte d'alerte doit être assez complet pour être utilisé comme base de travail par les divers acteurs qui contribueront à la rédaction finale. Quel que soit le format de communication choisi, les destinataires et les objectifs visés, un texte de communication sur un résultat de recherche doit mettre le travail en perspective. Pourquoi est-il intéressant d'effectuer ces recherches ? Quelle est l'avancée réalisée dans ce travail ? Et répondre aux questions factuelles « qui ? a fait quoi ? où ? quand ? comment ? pourquoi ? »

## CONSEIL

Dans la préparation de ce texte, pensez à vous adresser à des personnes que vous connaissez déjà, plutôt qu'à un public imaginaire qui aurait telle ou telle attente. Un bon point de départ est de viser le niveau de séminaire général de présentation devant des physiciens qui travaillent dans un domaine très éloigné de votre thématique

## ATTENTION

Ce texte de «communication scientifique» est le prolongement direct du travail de recherche et de publication.

Il doit en rester le reflet fidèle. En particulier, les perspectives (prolongements, applications ou perspectives) évoquées doivent figurer dans le texte de la publication.

---

## Un texte en français est indispensable

«The proof of the pudding is in the eating»

Comme le disent les Anglais, la preuve du pudding est de le manger. Il n'est pas possible de déterminer à priori «l'intérêt potentiel» d'un sujet à la seule vue de la publication. Ce n'est que lorsque l'on se frotte à la difficulté de rendre compte d'un résultat par écrit en français et de le mettre en contexte que l'on peut juger de son intérêt et de son attractivité. Nous avons autant d'exemples de publications «potentiellement intéressantes» qui finalement ne se prête pas à une communication attractive que de sujets «techniques» se révélant passionnants une fois mis en contexte.

**Pour vous aider dans la préparation de ce texte**, nous vous conseillons de lire le texte *Chercheurs et vulgarisation* de Maurice Mashaal, paru dans la revue de la Société Française de Physique *Reflète de la physique* n°1



---

## Check-list

### Pour ne rien oublier...

Les éléments suivants sont essentiels, vérifiez leur présence avant d'envoyer votre texte d'alerte. Nous tenterons de distinguer les conseils de portée générale et les demandes spécifiques pour communiquer dans le cadre d'une institution scientifique.

#### LE TITRE

*Proposer un titre en français.*

Le titre est le premier élément permettant d'attirer le lecteur. Il doit permettre à celui-ci de se faire rapidement une idée de ce qui est proposé. **Ce titre doit être si possible informatif et explicite** sur ce dont il est question dans le texte. Nous recommandons d'éviter les titres allusifs. Le titre doit être fidèle au contenu scientifique et éviter les fausses promesses ou la surenchère. L'humour sera manié avec modération et avec la plus grande prudence. Éviter les superlatifs et les laisser aux journalistes et aux commentateurs. Dans une actualité scientifique ou un communiqué de presse, c'est l'auteur qui s'adresse au public au travers de son institution.

→ Voir les exemples page 11

Le titre est le premier élément permettant d'attirer le lecteur.

#### LE CHAPÔ

Le chapô, ou accroche, est **un texte très court : typiquement une ou deux phrases**. Il doit donner une information immédiate quant au contenu qui sera développé. Il doit donner au lecteur l'envie d'en savoir plus et de lire l'intégralité de l'article. Dans la préparation d'un texte d'alerte, il est utile de réfléchir à un chapô en cherchant à dire en deux phrases l'aspect le plus marquant du travail que vous avez réalisé. La difficulté majeure dans la rédaction d'un chapô est de choisir ce que l'on veut dire. En une ou deux phrases, il n'est pas possible de résumer l'ensemble de ce qui a été fait. Il faut se concentrer sur ce que l'on souhaite que le lecteur ait retenu après la lecture de l'article. Le chapô doit pouvoir exister de manière autonome avec le titre : bien souvent, sur un site web, seuls le titre et le chapô figurent sur la page d'accueil, complétés d'un lien vers l'article complet. Là encore, tout en étant attractif, il est essentiel d'éviter les superlatifs et il convient de rester factuel.

→ Voir les exemples page 12

Dans la préparation d'un texte d'alerte, il est utile de réfléchir à un chapô en cherchant à dire en une ou deux phrases l'aspect le plus marquant du travail que vous avez réalisé.



C'est au vu du premier paragraphe que l'on pourra déterminer l'audience susceptible d'être intéressée

Le second paragraphe est la description du travail réalisé

## UN TEXTE D'ENVIRON UNE DEMI-PAGE

Ce texte d'alerte en langue française d'environ une demi-page (2500 caractères espaces compris) replace le travail dans son contexte et explicite le résultat. Nous conseillons de le structurer en deux paragraphes.

**Le 1<sup>er</sup> paragraphe, de mise en contexte, doit répondre aux questions suivantes :**

Pourquoi est-il intéressant de travailler sur ce sujet ? Qu'apporte de nouveau le travail réalisé ? Qu'est-il possible de faire maintenant que l'on ne pouvait faire avant ? C'est au vu de ce paragraphe que l'on pourra déterminer l'audience susceptible d'être intéressée : la communauté des physiciens, la communauté scientifique en général, le public averti (amateurs de vulgarisation, enseignants, ...) ou un public plus large.

→ Voir page 14 une proposition de structure

**Le 2<sup>nd</sup> paragraphe décrit ce qui a été réalisé.** Il donne des indications sur la méthode et doit répondre aux questions « qui ? a fait quoi ? où ? quand ? comment ? »

Il fournit la description factuelle du travail réalisé. Une bonne approche consiste à imaginer ce que verrait un visiteur qui aurait assisté au déroulement du travail. Les termes doivent être explicites et correspondre à ce que voit cette personne et non pas ce que voit le chercheur. L'idéal est de faire le lien entre ces deux visions.

Là où un chercheur voit « un matériau granulaire », un visiteur verra « des billes de verre de quelques dizaines de micromètres de diamètre ». On pourrait dire « le matériau granulaire utilisé par les chercheurs pour cette expérience est constitué de billes de verres de quelques dizaines de micromètres de diamètre ».

Il en est de même pour la description de l'expérience. Les diverses actions réalisées seront décrites ainsi que les résultats observés, et la manière dont les données sont obtenues. Dans cette description, l'accent sera mis sur ce qui fait la spécificité du travail dont il est question, des éléments cruciaux qui ont permis d'obtenir le résultat nouveau et des difficultés qu'il a fallu vaincre.

Pour un travail purement théorique ou un travail numérique, il en est de même. Il est tout-à-fait possible dans ces situations de faire une description factuelle des objets sur lesquels le travail est effectué et des méthodes mises en œuvre pour parvenir au résultat.



## UNE OU DEUX IMAGES LÉGENDÉES

La présence d'images est de plus en plus importante dans la communication. Il est important de joindre au texte d'alerte des illustrations pouvant accompagner le texte : photographie, image scientifique, schéma. En complément, il peut y avoir une courbe, mais cela ne peut être l'illustration principale. Ces éléments doivent être en bonne résolution (300 dpi), accompagnés d'une légende, et s'il s'agit d'une image, il faut en préciser l'auteur. Enfin si vous autorisez le versement de cette illustration à la photothèque du CNRS, précisez-le.

La présence d'images est de plus en plus importante dans la communication.

## VIDEO OU ANIMATION

Indiquez s'il existe des vidéos ou animations pouvant accompagner le sujet. Cela peut permettre de multiplier les canaux de diffusion.

## RÉFÉRENCES DE LA PUBLICATION

Fournissez un tiré-à-part de la publication. L'équipe communication de l'INP ne dispose pas des abonnements numériques aux revues scientifiques. Un lien vers la publication, si celle-ci est en ligne, ne suffit pas. Donnez les références complètes de la publication, notamment le lien vers la page de la revue. Si la publication est dans une base de préprint telle que Hal ou arXiv, indiquez le lien. Parfois l'article n'est pas dans sa version finale mais il en est proche et donne accès au contenu.

## RENSEIGNEMENTS COMPLÉMENTAIRES

Recensez les liens vers les sites concernés : sites de laboratoires et/ou pages d'équipes ou encore pages de chercheurs.

Si vous faites partie d'une collaboration internationale, pensez à nous informer des éventuelles communications prévues par les institutions internationales

---

**Pour vous souvenir de la check-list, nous vous proposons un acronyme simple et mnémotechnique, mais malheureusement imprononçable :**

## TCCEIVRC :

**T**itre - **C**hapô - **C**ontexte - **E**xplication - **I**mage - **V**idéo - **R**éférences - **C**ompléments.

---



## Points de vigilance et exemples

Tous les textes que nous recevons sont différents. C'est au vu de ces textes que nous vous proposons ces « points de vigilance ».

### QU'EST-CE QU'UNE MISE EN CONTEXTE ?

La mise en contexte doit permettre d'ancrer le travail réalisé dans son environnement. Il s'agit de poser avec honnêteté la problématique à laquelle a répondu le travail, de répondre à la question «**quel est l'intérêt de ce travail ?**», l'intérêt pouvant être du côté fondamental comme applicatif.

Pour cela, il est essentiel de se positionner par rapport à l'état actuel des connaissances et pas uniquement par rapport à une quête lointaine. L'intérêt est double. Cela permet tout d'abord de réduire les risques de survente du résultat. Présenté de manière isolée, il risque d'apparaître comme la résolution du verrou essentiel de la problématique et de passer sous silence tous les progrès qui ont déjà été réalisés et/ou tout ce qui reste encore à faire.

Le second intérêt est narratif, une bonne histoire, ce n'est pas seulement une grande quête, c'est aussi de nombreux obstacles qu'il faut vaincre. L'intérêt du récit n'est pas tant dans l'accomplissement d'un grand destin, que dans le chemin nécessaire pour y parvenir et la succession de problèmes à résoudre.

Il est essentiel de se positionner par rapport à l'état actuel des connaissances.

### PENSER EN AMONT AU LECTEUR POTENTIEL

**Se poser la question du lecteur en amont, et tout au long de la préparation, permet d'éviter de nombreux désenchantements.**

Viser un public restreint est dommage, car les occasions de toucher un large public sont rares et il ne faut donc pas manquer les opportunités. Mais viser trop large peut conduire soit à vider totalement le message de sa substance par la nécessité d'être compris, soit avoir les effets négatifs d'un message inintelligible.

**En général, si l'on écrit c'est pour être lu.** Il est donc essentiel de se poser très tôt la question du lecteur potentiel. Dans certaines situations, le contexte et l'audience potentielle sont définis à l'avance (exemple du communiqué de presse), la difficulté est alors essentiellement technique : comment adapter son discours à l'auditoire.

Il est essentiel de se poser la question « à qui vais-je m'adresser ? ».



Cette situation n'est pas générale, par exemple lorsque l'on veut médiatiser des résultats scientifiques récents. Il est alors essentiel de se poser la question « à qui vais-je m'adresser ? ». Se poser la question et y avoir répondu simplifie énormément la rédaction (car on sait à qui on s'adresse) et permet de déterminer l'outil adapté.

**Nous suggérons de réfléchir à cette question sous l'angle « qui pourrait être intéressé par ce résultat ? »** ou bien, si l'on a déjà écrit un texte « qui pourrait être intéressé par ce texte ? ». Inversement, si l'on a déjà des souhaits on peut se demander « qu'est-ce qui dans ce travail pourrait intéresser ce public ? »

Les publics-cible peuvent se répartir selon deux types de critères : soit sur un plan professionnel, soit sur un plan plus personnel, sans qu'il y ait nécessairement de corrélation entre les deux.

**A toutes les étapes, le public devra être considéré sous deux angles :**

- Ce que j'écris peut-il intéresser celui qui va me lire ?
- Ce que j'écris sera-t-il compréhensible pour mon lecteur ?

**Si ces conditions ne sont pas remplies, le texte ne sera pas lu.**

## COMMUNIQUER DANS LE TEMPS

L'intérêt d'une communication dépend non seulement de la communication, elle-même, mais aussi du contexte, notamment des communications précédentes que vous-même avez faites : de leur proximité dans le temps, de leur proximité thématique, et des annonces et promesses déjà formulées. Il est donc important de prendre en compte :

- Ce que l'on a déjà fait dans le passé ;
- Ce que l'on projette pour le futur.

Vous avez donc fait le premier pas et communiqué sur un résultat, et cela s'est bien passé. Vous connaissez maintenant les interlocuteurs, les étapes, ce qui est attendu de vous et le résultat produit. Une nouvelle publication vient d'être acceptée, et bien sûr, le résultat est meilleur et plus important que la publication précédente. Alors vous pensez qu'il faut communiquer.

**Attendez-vous à ce que l'on vous réponde cette fois : « on en a déjà parlé il n'y a pas longtemps... Qu'est ce qu'il y a de nouveau ? ».**

Comment se fait-il que cette réponse négative soit en contradiction totale avec les échanges précédents où la pression était mise sur la nécessité de communiquer et de proposer un texte ? C'est qu'avec la première « communication », le paysage a changé : pour vous et pour les personnes chargées de la communication.

## LES PUBLICS NON PROFESSIONNELS

- › **Public intéressé (ne maque pas les pages sciences dans un journal)**
- › **Public averti (va consulter les pages sciences)**
- › **Public «mordu» (amateur de revues de vulgarisation)**
- › **Public familial**
- › **Enfants**



Communiquer,  
c'est maîtriser  
le temps

## Le malentendu

**Pour vous, le message central de la communication est votre dernier résultat scientifique.** Autrement dit, à la publication suivante, le sujet est tout autre puisqu'il s'agit d'un nouveau résultat.

**Pour l'INP, le message central de la communication est la «mise en contexte»,** pour permettre au lecteur d'entrer dans votre sujet, et de montrer sur quoi travaillent des chercheurs de l'institut. Le résultat est là pour donner une matière concrète à la communication : c'est un exemple de ce qui peut être obtenu comme résultat dans votre domaine d'étude.

Par conséquent, lors de la publication suivante :

Pour vous, le cœur de la communication est totalement nouveau puisque c'est un nouveau résultat. Mais évidemment, le contexte reste inchangé : on ne change pas de sujet de recherche tous les 6 mois. D'ailleurs, les premiers paragraphes de votre publication ne sont-ils pas fortement inspirés de ceux de la publication précédente ? Pour l'INP, le cœur de la communication qui est le thème de recherche et ses motivations reste inchangé. Ce n'est que l'exemple de résultat qui change : la valeur ajoutée par le nouveau résultat n'est pas suffisante pour justifier une nouvelle communication.

## Comment faire ?

**1. Anticiper** quand cela est possible et être clair sur les objectifs de la communication.

Le travail est novateur, l'expérience est une première. Alors il faut communiquer dès le premier résultat et insister sur cette nature de « première ».

Ce n'est pas la première du domaine, mais le dispositif est plus performant que celui des concurrents. Dans ce cas, il peut être judicieux d'attendre que l'expérience ait donné la pleine mesure de ses possibilités. Si les objectifs réels de l'expérience n'ont pas encore été atteints, communiquer peut être négatif, en réduisant l'impact des annonces à venir.

**2. Relire la communication précédente** : ce qui a été annoncé et les promesses qui ont été faites. Juger le nouveau résultat à l'aune du précédent et de ce qui a déjà été communiqué.



## Exemples (extraits d'actualités ou de communiqués récents)

### QUELQUES PISTES POUR VOS TITRES

**Pourquoi ?  
Comment ?  
Combien ?**

Il faut éviter les fausses promesses : il est indispensable de pouvoir répondre effectivement à la question posée :

- › Comment s'assemble la coque de norovirus ?
- › L'énergie noire vient-elle du vide quantique ?
- › En combien de temps un bouchon se forme-t-il à un rétrécissement de chaussée ?
- › Comment les biofilms se rident-ils ?
- › Comment l'eau déperle-t-elle d'une surface hydrophobe ?

**Un verbe d'action**

Adapté lorsque l'action réalisée est étonnante, peut être perçue comme une prouesse :

- › Compter les électrons d'un nanocristal
- › Déplacer une molécule sans la pousser
- › Façonner les propriétés magnétiques d'un film d'oxyde en le déformant
- › Tester simplement les liens d'un réseau quantique
- › Filmer la naissance d'une molécule dans un solvant

**Des schtroumpfs  
pour schtroumpfer  
un schtroumpf**

Une structure qui associe motivation et résultats :

- › Des nanopores en forme de sablier pour optimiser les échanges d'eau cellulaires
- › Des colloïdes autpropulsés pour comprendre l'émergence de mouvements collectifs
- › Des nanofibres pour une conversion efficace de la longueur d'onde d'un laser
- › Des nanorésonateurs en anneau pour les ondes électroniques

**Vers...**

Comme toutes les perspectives, c'est un mode de communication à manier avec beaucoup de précautions. A utiliser uniquement quand il s'agit d'une nouvelle voie ou d'un pas décisif :

Vers une fluorescence de nanocristaux efficace à 100%

- › Vers une source de courant polarisé en spin

**Et aussi...**

Les exemples précédents ne sont pas limitatifs :

- › Un laser aléatoire à atomes froids
- › Le vieillissement des alliages : une mayonnaise qui tombe trop vite



## LE CHÂPO

### idéalement une ou deux phrases totalement autonomes et résumant le fait marquant

#### C'est l'énoncé du résultat scientifique :

- › La forme en sablier des pores formés par les aquaporines pourrait expliquer l'efficacité remarquable avec laquelle ces protéines conduisent l'eau au travers des parois cellulaires dans lesquelles elles sont insérées.
- › Alors qu'habituellement le confinement augmente les effets de la viscosité et ralentit les écoulements, de petites particules coulent jusqu'à dix fois plus vite au fond d'un tube très étroit que d'un tube plus large.
- › Les rides que forment les biofilms, des colonies macroscopiques de bactéries, sont dues à la présence d'une glue élastique qui lie les cellules les unes aux autres ainsi qu'aux contraintes mécaniques apparaissant à l'intérieur du film.

#### ou de la performance réalisée :

- › Des physiciens ont mesuré la valeur maximum de conduction de la chaleur à travers un conducteur quantique de taille nanométrique.
- › Des physiciens ont mesuré la charge électrique d'un nanocristal et sa répartition grâce à une nouvelle méthode d'holographie électronique.
- › Des physiciens ont reconstitué les étapes et la cinétique de l'édification d'une coque de norovirus par autoassemblage de 180 exemplaires d'une même protéine.
- › Des physiciens ont provoqué le déplacement d'une molécule individuelle sur un cristal de silicium sans la pousser, mais en modifiant son état électronique grâce à un microscope à effet tunnel.

#### Dans certaines situations, un châpo plus long peut être nécessaire...

→ Pour mettre en contexte et expliquer la problématique :

- › La ligne formée par le bord d'une goutte d'eau reposant sur une surface s'accroche à toutes les imperfections de cette surface. Des physiciens viennent de montrer que lorsqu'une goutte d'eau se déplace, cette ligne de contact se déplace, en se décrochant successivement d'aspérités adjacentes.

→ Pour spécifier la portée d'un résultat (et ne pas donner l'impression que l'on a « tout compris ») :

- › En analysant en laboratoire l'effet d'une plaque glissant sur une route de sable, des physiciens lyonnais ont déterminé les paramètres physiques qui gouvernent l'instabilité dite de « tôle ondulée ». Leur



modèle théorique prédit précisément la vitesse critique d'apparition de cette instabilité ainsi que la longueur d'onde des ondulations.

- Pour expliquer la nature de la performance réalisée :
  - › Grâce à une nouvelle technique de microscopie, une équipe de physiciens et de biologistes a observé le fonctionnement simultané de près de 5000 neurones d'une larve de poisson-zèbre âgée de quelques jours. Cette méthode reposant sur l'illumination sélective d'un plan par une nappe laser fournit 20 fois plus d'information que les approches traditionnelles.
- Pour expliciter l'importance ou les enjeux d'un résultat :
  - › L'interface entre du cobalt et des molécules de phthalocyanine ne laisse passer que les électrons dont le spin est orienté selon une direction bien précise. Cette propriété en fait un candidat très sérieux pour réaliser la première source de courant polarisé en spin d'intérêt industriel.
  - › Des physiciens ont déterminé le temps que met un canal à voie unique pour se bloquer. Leur résultat s'applique aussi bien à la circulation des véhicules sur des routes à voie unique qu'à la filtration de suspensions de particules solides ou de macromolécules au travers de microcanaux biologiques ou artificiels.



## PROPOSITION DE STRUCTURE POUR LA MISE EN CONTEXTE

La structure classique d'un récit en trois parties est une structure particulièrement efficace et adaptée pour entamer la mise en contexte d'un travail scientifique : **exposition - confrontation - résolution**. Une ou deux phrases présentent les héros du récit, un défi se présente, ce défi est résolu. Pour un travail scientifique, il est indispensable d'expliquer en quoi la résolution, c'est-à-dire ce qui a été fait par les chercheurs, est effectivement une solution au problème. On ajoute donc une **explication**. Et comme toute bonne histoire a une morale, on ajoutera une **opinion** plus subjective sur l'intérêt de ce travail et les perspectives qu'il ouvre.

### Exposition

- › Nos reins sont capables de filtrer l'équivalent de plusieurs centaines de litres d'eau par jour grâce aux aquaporines. Ces protéines s'insèrent dans les membranes de nos cellules et y forment des pores, de diamètre intérieur inférieur au nanomètre, au travers desquels ne circulent que des molécules d'eau se déplaçant en file indienne.

### Confrontation

- › Malgré les nombreux travaux sur les détails moléculaires du transport au sein du pore, l'efficacité avec laquelle les aquaporines conduisent l'eau est encore très mal comprise. Les mécanismes internes étudiés ne sont en effet pas les seuls à intervenir : la perméabilité d'un canal est aussi fortement déterminée par la dissipation visqueuse au niveau des connexions entre le canal interne nanométrique et l'intérieur ou l'extérieur de la cellule.

### Résolution

- › Une modélisation numérique des écoulements d'entrée et sortie du pore a permis à des physiciens de l'Institut Lumière Matière - ILM (CNRS / Univ. Lyon 1) de montrer que la forme conique des entrées, avec un angle d'ouverture adéquat, augmente jusqu'à un ordre de grandeur la perméabilité globale d'un canal de taille nanométrique.

### Explication

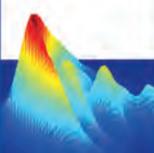
- › Les angles optimaux extraits du modèle développé par les chercheurs sont en très bon accord avec les angles d'ouverture mesurés pour une large variété d'aquaporines. Ce travail est publié dans la revue *Proceedings of the National Academy of Sciences (PNAS)*.

### Opinion

- › Dans une perspective biomimétique, ce travail fournit des pistes pour l'optimisation des performances de membranes impliquant des nanopores artificiels. La perméabilité hydrodynamique est en effet une propriété cruciale pour les applications de désalinisation, d'ultrafiltration ou de récupération d'énergie.



## UN EXEMPLE D'ACTUALITÉ SCIENTIFIQUE DE L'INP PUBLIÉE EN 2013



### Institut de physique

Actualités scientifiques

#### Des nanopores en forme de sablier pour optimiser les échanges d'eau cellulaires

Octobre 2013

La forme en sablier des pores formés par les aquaporines pourrait expliquer l'efficacité remarquable avec laquelle ces protéines conduisent l'eau au travers des parois cellulaires dans lesquelles elles sont insérées.

Nos reins sont capables de filtrer l'équivalent de plusieurs centaines de litres d'eau par jour grâce aux aquaporines. Ces protéines s'insèrent dans les membranes de nos cellules et y forment des pores, de diamètre intérieur inférieur au nanomètre, au travers desquels ne circulent que des molécules d'eau se déplaçant en file indienne. Malgré les nombreux travaux sur les détails moléculaires du transport au sein du pore, l'efficacité avec laquelle les aquaporines conduisent l'eau est encore très mal comprise. Les mécanismes internes étudiés ne sont en effet pas les seuls à intervenir : la perméabilité d'un canal est aussi fortement déterminée par la dissipation visqueuse au niveau des connexions entre le canal interne nanométrique et l'intérieur ou l'extérieur de la cellule. Une modélisation numérique des écoulements d'entrée et sortie du pore a permis à des physiciens de l'Institut Lumière Matière - ILM (CNRS / Univ. Lyon 1) de montrer que la forme conique des entrées, avec un angle d'ouverture adéquat, augmente jusqu'à un ordre de grandeur la perméabilité globale d'un canal de taille nanométrique. Les angles optimaux extraits du modèle développé par les

chercheurs sont en très bon accord avec les angles d'ouverture mesurés pour une large variété d'aquaporines. Ce travail est publié dans la revue *Proceedings of the National Academy of Sciences (PNAS)*.

Pour parvenir à ces résultats, les physiciens ont mis en œuvre une stratégie mixte combinant modèle analytique et calculs numériques. Les chercheurs ont tout d'abord analysé les effets physiques dominants dans chacune des zones du pore : le couplage entre le cône et l'extérieur, l'écoulement dans le cône et le couplage entre le cône et le nanocanal. Disposant alors de la dépendance analytique de la résistance hydrodynamique de ces régions en fonction des divers paramètres et notamment de l'angle du cône, les physiciens ont mis en œuvre une simulation numérique par éléments fins pour déterminer quantitativement les coefficients numériques intervenant dans leur modèle. Leurs résultats montrent que la forme de cône réduit la dissipation totale dans les zones de transition extérieur-cône et cône-cylindre, pour des angles de cône étonnamment faibles (entre 10 et 30 degrés). Ces valeurs, en accord avec les angles mesurés expérimentalement sur une large variété d'aquaporines, suggère que la forme de ces protéines pourrait être le résultat d'un processus de sélection naturelle permettant d'optimiser le transport hydrodynamique. Dans une perspective biomimétique, ce travail fournit des pistes pour l'optimisation des performances de membranes impliquant des nanopores artificiels. La perméabilité hydrodynamique est en effet une propriété cruciale pour les applications de désalinisation, d'ultrafiltration ou de récupération d'énergie.



La forme de sablier des aquaporines permet d'optimiser leur perméabilité à l'eau  
© ILM - Simon Gravelle

#### En savoir plus

Optimizing water permeability through the hourglass shape of aquaporins, S. Gravelle, L. Joly, F. Datchevsky, C. Ybert, C. Cottin-Bizonne et L. Bocquet, *PNAS*

• Vous pouvez consulter cet article sur la [base d'archives ouvertes HAL](#).

#### Contact chercheur

Laurent Joly, Maître de conférences à l'Université Claude Bernard Lyon 1

#### Informations complémentaires

• Institut Lumière Matière (ILM)



www.cnrs.fr

Institut de Physique  
CNRS - Campus Gérard Mégie  
3 rue Michel-Ange, 75794 Paris Cedex 16  
T 01 44 96 42 53  
inp-communication@cnrs-dir.fr  
www.cnrs.fr/inp







[www.cnrs.fr](http://www.cnrs.fr)

Réalisation :

Jean-Michel Courty, chargé de mission  
communication scientifique,  
Catherine Dermatteis, responsable de la  
communication  
Simon Jumel, chargé de communication

Mise en page : Romuald Maurel  
juillet 2014

CNRS - Institut de Physique  
3, rue Michel Ange - 75794 Paris cedex 16  
Bureau C 1.49  
Tél : 01 44 96 46 82  
<http://www.cnrs.fr/inp/>