

**L'héritage : recherches en cours en catalyse homogène"**  
**Hommage à Y. Chauvin, le 14 novembre 2005**

*Monsieur le Ministre, mesdames, mesdemoiselles, messieurs....*

*L'héritage : d'après le Robert : "patrimoine laissé par une personne décédée"....*

C'est de son vivant, et tout au long de son activité scientifique qui ne s'est jamais arrêtée, qu' Y.Chauvin s'est employé à transmettre ses connaissances, ses idées et sa motivation pour la "science", ce qui a permis d'initier de nouvelles recherches et découvertes.

*"Ce qui est connu est fini; ce qui est inconnu , infini" T. Henry Huxley (1887)*

La science n'est jamais finie, il y a toujours du nouveau. Les "sujets étudiés" ont bien sûr évolués mais la démarche et l'approche qu'ont initiées YC sont restés très présentes.

C'est un grand honneur pour moi de me trouver ici parmi vous.

A l'aide de quelques exemples, je vais vous présenter l'activité et l'évolution du groupe de catalyse homogène.

## **La catalyse homogène à l'IFP - son origine**

L'origine de la catalyse moléculaire à l'IFP remonte aux années 60 avec l'arrivée d'Y. Chauvin.

A cette époque, il était fait le choix d'explorer tout azimuts ce domaine de la catalyse, alors nouveau et émergent.

La catalyse moléculaire couvre en effet un vaste domaine de réactivité, qui n'est limité que par la stabilité des complexes moléculaires à la température. C'est sans doute un mode de pensée, une approche complémentaire, peut-être même indispensable, à la catalyse hétérogène ou à la chimie minérale.

Au fil des années, les thèmes de recherche de base développés à l'IFP se sont décantés.

Mis à part l'alkylation et le Dimerso dont je parlerai plus tard et qui fut une des premières introduction de la catalyse homogène dans le domaine du raffinage, l'importance de la catalyse homogène en raffinage est faible - *d'où la difficulté de développer cette discipline à l'IFP*.

Pourtant, la catalyse homogène est devenu un outil indispensable dans le domaine de la synthèse organique et de la chimie industrielle - qu'elle soit de nature pétrochimique ou chimique - où la sélectivité des réactions devient importante et où les "gaps" technologiques sont potentiellement plus prometteurs.

**Les réactions** qui ont été le plus étudiées dans le groupe à l'IFP ont trait naturellement à la transformation des oléfines et des dioléfines :

la polymérisation : Y.C a démarré sa carrière avec l'étude, entre autre, de la polymérisation de l'isoprène puis du propylène catalysée par les systèmes de type Ziegler-Natta pour lesquels il s'est passionné. On verra que ces systèmes resteront un fil conducteur tout au long de nos recherches.

Etait aussi étudié les réactions d'hydrogénation, de dimérisation et d'oligomérisation, la métathèse, l'isomérisation, les couplage carbone-carbone, les réactions du monoxyde de carbone...

Certaines d'entre elles ont été couronnées de succès puisqu'elles ont donné lieu à des procédés industriels comme va le décrire Patrick Sarrazin.

*(redevances 10 à 100 fois plus élevées (à la tonne) qu'en catalyse hétérogène)*

**Les transformations par oligomérisation/dimérisation ont toujours été et resteront sans doute un point fort du groupe. La métathèse est resté un domaine important.**

**Cette compétence** qui a été initiée et développée par Y. Chauvin résulte de plus de 30 ans de pratique et donc d'un large éventail de connaissances :

----->

ces connaissances concernent la catalyse moléculaire proprement dite et la chimie organométallique, des métaux de la série principale, des métaux de transition, la chimie des organolanthanides qui est à mi-chemin entre celle des métaux alcalins et de l'aluminium/ et celle du scandium, zirconium ou titane.

- l'étude et la modification de l'environnement du métal - la catalyse homogène nous offre de grandes possibilités - avec la recherche et la synthèse de nouveaux ligands, de nouveaux solvants (milieu) et leurs effets,

mais aussi sur un plan plus appliqué, l'étude et la maîtrise de la mise des catalyseurs. : homogène, hétérogène, supporté, biphasique...

### ***Comment s'est développée cette compétence en catalyse homogène ...***

----->

Son origine et de son développement est multiple :

Y a contribué :

- une mémoire collective. L'existence d'un "noyau dur" qui a gardé la mémoire du passé. Je crois que l'on n'apprend pas à "trouver". C'est par l'expérience, les associations d'idées, les analogies entre des domaines qui s'ignorent, les lectures scientifiques larges que naissent souvent les idées.

----->

- c'est aussi le souci permanent de transférer les connaissances aux nouveaux arrivants et de bénéficier de leur apport - les jeunes remettent souvent en cause ce qui est acquis,

- une bonne partie des thèses est plus exploratoire qu'explicative, et donc l'occasion d'orientations nouvelles.

*...la plupart des procédés que nous avons développés a eu pour origine directement ou indirectement une ou plusieurs thèses ....souvent 10 ans avant que ne se développe le procédé industriel*

YC accordait une importance particulière aux recherches bibliographiques. **La littérature...ah! la littérature**

Il apprenait à faire la biblio en tournant les pages et feuilletait les "chemical abstracts" qu'il empruntait le soir, à l'insu de nos chères documentalistes et il les ramenait le matin mais souvent avec de nouvelles idées...

Il nous a montré à plusieurs reprises l'intérêt de la fertilisation croisée.

Il nous disait :

*"La recherche par mot clés sur PC est stérile, on recherche à acquérir une culture d'efficacité, d'où la tentation de limiter son champ de lecture au strict aspect de sa spécialité. On trouve tous la même chose, c'est-à-dire ce que l'on cherche, et on échange beaucoup moins".*

A qui n'est-il pas arrivé au cours d'une lecture très ciblée de déborder sur l'article suivant ? ou alors d'ouvrir un livre par hasard et d'y découvrir un domaine ignoré qui éveille en soi des ouvertures qu'on ne pouvaient imaginer ?

*"Pour résoudre un problème, il faut être conscient de tous ses aspects, ce qui n'est possible que grâce à une culture générale existante".*

----->

*Yves Chauvin aimait nous dire : "Laissons nous le temps de lire "à côté"  
" Apprenons à rêver monsieur et peut-être finirons nous par découvrir la vérité"*

Il avait le souci du renouvellement des thématiques et la *recherche d'approche personnelle* :

Il nous rappelait souvent l'adage : *"si vous voulez trouver quelque chose de nouveau , cherchez donc du nouveau"*

----->

mais notre directeur de la sécurité de l'époque nous rappelait souvent *" évitez donc de faire des réactions dont vous ne connaissez pas l'issue.."*

en effet , voilà ce qui risque d'arriver (photo) .....cela n'a rien à voir avec l'actualité....c'était en 1980, dans un laboratoire voisin du nôtre aux Hortensias. Heureusement, il n'y avait pas eu de blessé.....

----->

### **...un bon équilibre entre recherche de base et recherche appliquée**

Bien que la composante principale de la recherche à l'IFP soit industrielle, un effort particulier a toujours été consacré - aux études fondamentales sur les problèmes de mécanismes et de structures des catalyseurs - la compréhension des phénomènes de catalyse à l'échelle moléculaire - les effets de solvants, dans le but de mieux contrôler la réactivité des catalyseurs - essentiellement de la liaison métal-carbone,

Ceci se traduit par une large ouverture vers les laboratoires de recherche académique,

mais aussi une large ouverture vers les problèmes plus pratiques et industriels

---->

La relation étroite - la symbiose - entre la recherche et le développement pilote ,

----> et l'industrialisation est également un atout important et déterminant.

C'est de la volonté farouche de tout le monde, la continuité du laboratoire à la commercialisation que résulte succès de l'application. C'est un travail d'équipe, un ensemble.

*Je voudrai ici saluer l'audace et la volonté de certains de mes collègues...cette fameuse nuit de Noel... ou encore la volonté et le courage de certains techniciens au laboratoire - certains se reconnaîtront sans doute...*

*"on travaillait sur les butènes qui dimérisaient en octènes sous l'action des catalyseurs au Ni, le passage au propylène fut brutal, sa réactivité avec le Ni était bien plus grande que celle du butène, quand on injectait le propylène liquide dans le réacteur avec le catalyseur, le manomètre faisait plusieurs tours et le technicien se cachait derrière la vitre du laboratoire...au pilote, la soupape partait quelquefois au plafond" .*

C'est cette co-existence de recherche fondamentale et appliquée - qui peut co-habiter sans problème dans la tête d'un même chercheur - qui peut aussi être source d'innovation.

je voudrais ici citer un exemple qui montre...**comment une recherche industrielle peut conduire à des découvertes intéressantes voire fondamentales.**

----->

C'était lors de l'industrialisation du procédé Dimersol qui a pour finalité de transformer des coupes C4 en octènes qui sont utilisés comme matières premières pour la fabrication de plastifiants.

Un de nos licenciés nous contacte un jour car il trouve dans ses produits des oléfines en C7, C9 et C11 qui ne sont pas des multiples entiers de réactif de départ le butène (C4).

---->

Ces produits étaient formés en petites quantité au laboratoire, et dans des conditions particulières, ce qui explique et peut excuser le fait que nous ne les avons pas détectés.

Cependant, cela nous avait laissés perplexes et nous voulions comprendre.

Si pour des applications essence, cela ne constituait pas un réel inconvénient, dans le cas d'un usage chimique, pour lequel il y a des spécifications précises, cela entraînait des problèmes de fractionnement des produits à l'origine de perte de rendement en produit désiré.

D'un point de vue fondamental, cette réaction qui n'avait pas d'équivalent, posait un problème mécanistique intéressant. Cela était d'autant plus intéressant qu'il y avait très peu d'isomères C9 et peu ramifiés. ---->

Le très faible taux de ramification de ces produits et le nombre limité d'isomères rendent peu probable un mode de formation par catalyse acide.

On aurait aussi pu imaginer l'existence d'une réaction de métathèse suivie d'une dimérisation,:



Mais l'absence d'oléfine en C5 (non détectés dans les produits) exclut cette voie.

C'est la raison pour laquelle nous avons fait l'hypothèse de l'existence d'un mécanisme "concerté" (et non séquentiel). La réaction connue qui nous a semblée la plus proche, est celle qui a été décrite par **Grubbs** dans le cas précisément des complexes du nickel. Elle consiste en une contraction de métallocycle (le métallocyclohexane), par coupure de liaison C-C en alpha, et formation d'un complexe carbénique comme suit.

Ce mécanisme permettait d'expliquer la formation conjointe et liée de C9 et C11.

Bien que ces hypothèses mécanistiques n'aient pu être vérifiées - le problème a été résolu par une purification de la charge plus poussée..., cela illustre comment une recherche industrielle peut conduire à des découvertes intéressantes et pourquoi pas fondamentales....

**...YC avait aussi le souci de rechercher des réactions nouvelles ou non encore exploitées : l'intérêt des créneaux non exploités étant l'exclusivité**

----->

Un exemple est la dimérisation sélective de l'éthylène en butène-1 qui a donné lieu au procédé Alphabutol industrialisé en 1987. Cette réaction est catalysée par un système homogène à base de Ti et d'alkylaluminium (un autre système de type Ziegler-Natta...).

Avec son équipe, il montre comment l'ajustement de l'environnement du métal : le bon choix de la nature du ligand et du co-catalyseur - son rapport par rapport au métal est essentiel - permet d'orienter la réaction vers la formation sélective de butène-1 et d'éviter la formation de PE.

La thèse de A.Bré en 1984, qui avait traité de la synthèse et de l'étude de la réactivité des intermédiaires réactionnels supposés, a permis de confirmer le mécanisme par couplage concerté et d'explorer plus en avant cette réaction.

----->

Aujourd'hui, on a développé un nouveau procédé qui permet de faire de l'hexène-1 à partir de l'éthylène. Ce procédé met en œuvre des catalyseurs homogènes à base de chrome. Le mécanisme, par couplage concerté, est analogue au précédent mais avec la formation d'un cycle plus gros : un métallacycloheptane.

### **...une ouverture d'esprit . un pont créatif entre les disciplines**

Cette spécialisation sur la catalyse homogène n'a pas empêché YC de faire des incursions, toutes relatives, en catalyse hétérogène.

Quand il y avait une réaction à étudier ou un produit à synthétiser, toutes les mises en œuvre du catalyseur ou les voies d'obtention du produit étaient envisagées.

Un parallèle très étroit entre catalyse moléculaire et catalyse hétérogène a pu être établi dans le cas de quelques réactions:

*Un exemple est la métathèse des oléfines catalysée par les complexes homogènes du W ou les catalyseurs hétérogènes à base de Re sur alumine, mais J.M. Basset vous en parlera plus en détails.*

----->

un autre exemple est la dimérisation du propylène par les complexes du nickel

la mise en oeuvre homogène et hétérogène a été systématiquement étudiée.

la réaction est réalisée à 40-50°C sans solvant dans les 2 cas dans un réacteur parfaitement agité.

le système homogène utilise un sel de nickel associé à du dichloroalkylauminium -qui joue le rôle d'acide de Lewis et agent alkylant - et qui est responsable de la formation de l'espèce active.

La sélectivité en dimères est élevée pour une conversion du propylène de 90 à 95%.

En hétérogène, le support, par ses propriétés acido-basiques, peut ici être responsable de la formation de l'espèce active cationique du nickel  $NiH^+ OAl^-$  ?

La faible sélectivité en dimères obtenue avec la catalyse hétérogène dépend de l'anion associé au Ni. Mais elle peut être attribuée à des problèmes de limitations diffusionnelles des dimères dans les pores de l'alumine.

Le choix de la technologie homogène a été fait et a donné lieu au procédé **Dimersol**.

$Al_2O_3$  : 207 m<sup>2</sup>/g surface spécifique  
0,51 cm<sup>3</sup>/g taille des pores

calciné à 500°C/2h

----->

## **Le Dimersol :**

Ce procédé de dimérisation des oléfines a été décliné en plusieurs versions en fonction de la nature de la charge.

une version carburant : c'est la dimérisation du propylène en hexènes qui sont utilisés en mélange dans l'essence pour en augmenter l'indice d'octane.

c'est une des premières introductions de la catalyse homogène dans le domaine du raffinage

une version pétrochimique : c'est la dimérisation des butènes en octènes qui sont utilisés en mélange comme matières premières pour la fabrication de plastifiants pour PVC.

----->

**Le catalyseur** : c'est un catalyseur de type Ziegler-Natta

Il est formé "in situ" dans le réacteur par réaction d'un alkylaluminium avec le sel de Ni(II). Il a été montré qu'il s'agissait probablement d'un complexe cationique du Ni(II).

----->

**Ce procédé Dimersol nous a apporté plusieurs enseignements :**

- tout d'abord, sa souplesse de fonctionnement : on peut opérer à conversion (donc sélectivité) constante en ajustant la quantité de catalyseur au temps de séjour.
- comme aimait le dire YC : "il ne coûte que quand on s'en sert" en effet, chez certains de nos clients, il a fonctionné de façon saisonnière.
- il peut encaisser des impuretés passagères
- il est mis en oeuvre sans solvant, bien qu'un solvant polaire améliore les performances

cependant, il possède des limitations:

- il fonctionne à catalyseur "perdu" : à la sortie de la section réactionnelle, le catalyseur qui est dissout dans les produits, est neutralisé et n'est pas recyclé. Ceci pose le problème des rejets.
- La réaction de dimérisation est une réaction pour laquelle on redoute les réactions consécutives - d'isomérisation et d'oligomérisation - dont l'importance dépend de la conversion : plus la conversion est élevée, plus la sélectivité en dimères est faible.

comment pallier ces limitations ?

une approche intéressante est **la catalyse biphasique liquide-liquide.**

----->

Ce **concept** consiste à dissoudre le catalyseur organométallique dans une phase, un solvant - souvent polaire - dans laquelle les produits de la réaction sont peu ou pas miscibles de telle sorte qu'on peut les séparer par simple décantation et recycler la phase catalytique au réacteur.

Cette approche bénéficie de certains avantages de la catalyse homogène et de certains autres de l'hétérogène. Elle permet également de pouvoir utiliser un solvant et de bénéficier de ses effets, sans avoir les problèmes qui en découlent : sa séparation et son recyclage.

Ce concept a déjà reçu sa consécration industrielle .

Mais dans tous les cas les solvants utilisés sont des solvants protiques (butanediol ou eau), non compatibles avec la catalyse de type Ziegler-natta que nous mettons en oeuvre

la question qui s'est vite posée était :

mais quel solvant utiliser ??

----->

Dans un domaine tout à fait différent de la catalyse, **celui de l'électrochimie et des batteries (qu'affectionnait particulièrement Y. Chauvin)** , on pouvait voir se développer de nouveaux milieux : les liquides ioniques et en particulier les **chloroaluminates** qui étaient proposés comme électrolytes pour le dépôt électrochimique de l'Al ou pour les batteries rechargeables

**C'est en 1951** qu'a été découvert le premier sel fondu chloroaluminate liquide à T.A.  
*Le mélange d' $AlCl_3$  (solide) et de bromure d'éthyl pyridinium (solide) peut conduire à la formation d'un liquide à 25°C.*

**En 1978, Gilbert et Osteryoung** révèlent l'existence d'un système constitué d' $AlCl_3$  et de chlorure de butylpyridinium : 2 solides qui lorsqu'on les met en contact forment un liquide à T.A pour une large gamme de composition.

**en 1982** l'américain Wilkes introduit le cation imidazolium car il permet d'élargir la fenêtre électrochimique des sels résultant.

ici est présenté le diagramme de phases du mélange EMIC et  $AlCl_3$ .  
le mélange des 2 solides (EMIC) et  $AlCl_3$  présente 2 points eutectiques particulièrement bas en température  $\ll -60^\circ C$ .

----->

**Ces liquides ioniques présentaient de nombreuses propriétés intéressantes pour le « chimiste de coordination »**

**pourtant, ils n'avaient pas été développés pour la catalyse !**

----->

**La première application a été développée dans la thèse IFP d'I. Guibard en 1990.**

Le sel de Ni(II), précurseur du système actif, est solubilisé dans le liquide ionique chloroaluminate et ....ça marche...

Le liquide ionique joue le rôle de solvant - de support liquide dans lequel est immobilisé le catalyseur MAIS aussi de co-catalyseur. Le nickel cationique actif que nous obtenons dans le procédé homogène, est formé ici directement dans le liquide ionique.

L'appareillage de laboratoire est d'ailleurs très simple.

Le propylène, ici gazeux, entre dans le réacteur qui contient le liquide ionique et le Ni, il est transformé en un mélange d'hexènes, produits liquides peu miscibles avec le liquide ionique. Lorsque le réacteur est plein, la séparation est aisée, et se fait par simple décantation des 2 phases. Le couple solvant/catalyseur peut être réutilisé.

----->

**La thèse de Françoise Van - Tiggelen (*ici présente*), en collaboration avec B. Gilbert de l'université de Liège, permet d'identifier et de quantifier tous les anions présents dans les nouveaux milieux organo-chloroaluminates que nous utilisons, et de mettre en évidence les différents équilibres qui existaient entre les espèces.**

Ce travail important de caractérisation nous a permis d'ajuster finement la composition du milieu ionique au catalyseur.

----->

## **vers l'application industrielle : le procédé Difasol : un Dimersol amélioré ...**

Les performances obtenues au laboratoire sont très intéressantes et il est décidé de faire un développement pilote.

Ce développement met en lumière les avantages clés du procédé biphasique par rapport au procédé homogène:

la taille du réacteur : si pour une capacité de 20t/h de butènes le procédé homogène nécessite 4 réacteurs de 120m<sup>3</sup> pour atteindre la performance, un réacteur de 50m<sup>3</sup> est suffisant dans le cas du procédé biphasique

- la consommation en Ni est réduite par un facteur d'environ 10

- la sélectivité en dimères est améliorée et de meilleurs rendements peuvent être obtenus avec la même capacité de charge

c'est plus qu'une mise en oeuvre du catalyseur: c'est un effet de solvant.

***pourquoi pas un Dimersol plus respectueux de l'environnement!!!!...***

----->

### **Amélioration de la sélectivité en dimères ... vers une catalyse extractive**

Cette amélioration de la sélectivité en dimères peut être expliquée par le fait que les réactions consécutives, tant redoutées dans le procédé homogène, ou hétérogène, sont ici défavorisées.

Les octènes formés sont très peu miscibles avec le liquide ionique et ils sont extraits dans une 2<sup>ème</sup> phase avant même de pouvoir co-réagir, de façon consécutive, avec le monomère.

## **- Un autre exemple est la dimérisation sélective du propylène**

Dans le cas d'un Dimersol classique, le propylène est transformé en un mélange d'isohexènes sans régiosélectivité particulière.

Cependant les DMB sont des intermédiaires clés pour la chimie fine, soit pour les parfums, soit pour les insecticides.

Une façon élégante de produire du DMB est de dimériser le propylène de façon sélective. Ceci est rendu possible grâce à l'utilisation d'une phosphine basique encombrante qui va modifier l'environnement du Ni.

En effet, en présence de tricyclohexyl phosphine, en milieu homogène, on peut obtenir des sélectivités relativement élevée en DMB; Cette réaction a fait l'objet de procédés industriels . L'un d'entre eux utilise un solvant, le toluène, qui pose le problème de sa séparation des produits et de son recyclage.

Nous avons transposé cette réaction dans les chloroaluminates,

nous obtenons des performances intéressantes et en plus nous pouvons recycler le catalyseur, le solvant et ici le ligand, qui est relativement cher.

----->

**YC nous avait ouvert une porte vers de nombreuses applications.**

Les chloroaluminates peuvent présenter, en fonction de leur composition, des propriétés acides modulables qui peuvent aller jusqu'à la superacidité .

Nous avons tiré partie de ses propriétés pour les appliquer comme solvants ET catalyseurs à quelques réactions telle que l'alkylation du butène-2 ou de l'éthylène par l'isobutane.

Mais leur mise en oeuvre ne pouvaient pas se généraliser.

**Les chloroaluminates s'avèrent peu compatibles avec les produits "basiques" au sens de Lewis , ou les catalyseurs "durs" tels que ceux à base de Zr,**

----->

**Nous nous sommes alors tournés, vers d'autres liquides ioniques qui ne présentaient pas de caractère acide de Lewis. cela a fait l'objet d'une première revue dans Chemtech en 1995**

En faisant varier la nature de l'anion et du cation qui constitue le milieu liquide, il est possible de moduler les propriétés physico-chimiques du milieu : miscibilité avec les composés organiques, pouvoir solvatant ajustable ...

Nous avons alors entre les mains, non pas un solvant, mais toute une nouvelle classe de solvants, sans équivalents parmi les solvants organiques, aux propriétés uniques.

On pouvait attendre des effets de solvants très particuliers.

**Un large potentiel d'application s'offre à nous.**

Toutes les applications que nous avons étudiées nous ont donné des résultats.

----->

Cependant, certaines d'entre elles sont très prometteuses: on peut citer par exemple les réactions d'hydrogénation sélectives, des réactions de métathèse, ou d'hydroformylation

## - Conclusion

*YC par son mode de pensée singulier, atypique, déstabilisait parfois son entourage. Il plaisait ou non, mais ne laissait pas indifférent....*

hasard, chance...

....je ne crois pas

je dirai plutôt

**curiosité** : "regarder partout"

**intuition** : c'est sans doute cette intuition qui le fait être là au bon moment et souvent avant les autres...

### **cette volonté farouche de comprendre**

*"L'expérience ne trompe jamais, c'est votre jugement seul qui s'égare en se promettant des résultats qui ne découlent pas directement de votre expérimentation..." Léonard de Vinci (1510)*

**mais aussi le doute et *l'inquiétude* ce don amer du chercheur"....**

### **Mais plus que la formation, la motivation, la passion....**

YC a su motiver les gens.

*Il a montré tout l'intérêt qu'il y a à moduler son comportement : donner plus d'initiatives aux imaginatifs, encadrer de façon plus étroite les plus systématiques.*

*Il a le goût pour les enjeux difficiles. Il a communiqué un peu de ce goût à ses collègues et aux nouveaux arrivants*

je tiens à rendre hommage et exprimer mes plus profonds remerciements à Yves Chauvin, il nous a fait partager une partie de son savoir et de sa passion pour la chimie,

Il nous a appris à faire la biblio en tournant les pages ....

il nous a montré comment en étant ouvert vers d'autres disciplines, on pouvait créer la discontinuité dans son domaine

il m'a permis de vivre cette grande histoire et aventure (qui n'est pas finie) et de faire que le travail reste un plaisir de tous les jours .

ce travail n'aurait pas vu le jour sans l'aide de tous mes collaborateurs et amis que je remercie vivement  
je remercie également tous mes collègues universitaires qui ont participé à ces travaux.

Pour finir laissez moi vous présenter la nouvelle équipe de catalyse homogène

En leur nom, et au nom de tous nos collègues, nous sommes heureux, Monsieur Chauvin, de vous rendre hommage aujourd'hui

*"ce qui est fini est connu, ce qui est infini inconnu....  
intellectuellement, nous nous trouvons sur un îlot au milieu d'un océan illimité de matière inexplicable. C'est l'affaire de chaque génération que d'arracher aux flots un petit bout de terre en plus, d'ajouter quelque chose à l'étendue et à la solidité de nos possessions »*