

La chimie et l'innovation : histoire ancienne ou d'actualité ? Contribution de la chimie montpelliéraine

François GUINOT

Président du Groupe Interacadémique pour le Développement

Président Honoraire de l'Académie des Technologies

Ancien PDG de Rhône-Poulenc Chimie

MOTS-CLÉS

Chimie, innovation, Balard, Chaptal, Mendeleiev, bio-chimie,

RÉSUMÉ

La chimie est non seulement la science de la transformation de la matière, mais est aussi un vecteur d'information. Présente depuis l'Antiquité, elle participe à l'innovation, comme le montre l'évocation des progrès réalisés au cours des siècles par de prestigieux savants, en particulier à Montpellier qui fut le premier relai en province de la chimie moderne. Les découvertes successives de la chimie sont en effet nombreuses, alliant très souvent recherche universitaire et recherche industrielle. Elles se développent en particulier aux frontières de la discipline, par exemple vers la bio-chimie avec un pôle pharmaceutique particulièrement actif. Dans ce contexte, la création à Montpellier du pôle Balard, regroupant les laboratoires de chimie de l'Université de Montpellier associés à l'institut de Chimie Séparative de Marcoule, et travaillant en étroite collaboration avec les grandes industries chimiques, constitue un pôle de développement très prometteur.

Le lecteur peut visionner l'enregistrement vidéo de cette conférence

Je salue avec déférence les personnalités présentes. Je suis sincèrement honoré et heureux, Mesdames et Messieurs, de participer à ce colloque, qui souhaite rappeler ce que Montpellier doit aux « gens de savoirs » qui ont fait sa renommée, son attrait, et par là, sa fortune. Son objet dépasse ce rappel historique en nous invitant, nous les héritiers de ce passé, à questionner notre capacité à nous en montrer dignes par nos contributions à l'avenir.

Avant tout, qu'il me soit permis d'exprimer ma gratitude au Secrétaire perpétuel, le Pr. Philippe Viallefont auquel me lie une respectueuse amitié, depuis qu'il y a 55 ans, il fût de ceux qui contribuèrent à structurer mon attirance juvénile pour la chimie en une vocation solide.

À ceux qui ont pris avec lui le risque de me confier la première conférence de ce colloque, je dis un grand merci. Et à vous tous, je demande votre indulgence pour avoir eu la faiblesse d'accepter !

Car le sujet choisi, « *La chimie et l'innovation : histoire ancienne ou d'actualité ? Contribution de la chimie montpelliéraine* », devrait se nourrir des apports de spécialistes « pointus ». Or, ma vie de dirigeant d'entreprises m'a plutôt façonné en spécialiste ... des idées générales ! J'espère que vous me reconnaîtrez cependant quelque légitimité à en exprimer quelques-unes sur la chimie !

La chimie est liée à la nature et à l'innovation par deux pactes multiséculaires.

Leurs contenus ne cessent d'évoluer au cours du temps, mais ils demeurent et resteront à l'avenir plus solides que jamais.

En un avant-propos, je me tourne vers le Professeur Hallé pour rappeler qu'à Montpellier en 1990, ici même, au deuxième congrès mondial de l'arbre, la publication d'une étude fit les titres de la presse : « Les arbres se parlent ! Et leur langage est chimique ! ».

Dans une réserve du Transvaal, des antilopes vivent en nombre. Les acacias abondent, qui leur offrent les jeunes pousses dont elles sont friandes. Les antilopes, capables de bons impressionnants, sont maintenues dans un espace limité par une clôture. À partir de 1981, un mal étrange les frappe. Elles meurent. Il en mourra jusqu'à quatre sur dix ! On s'inquiète. On enquête. On autopsie. Naturellement, les estomacs des victimes contiennent des feuilles d'acacias en quantité. Les dosages révéleront des taux anormalement élevés de tanins. Ce sont des polyphénols, produits naturels très répandus dans le monde végétal. Les antilopes sont mortes empoisonnées par les tanins des feuilles d'acacias !

Notre corps, sous l'emprise de la peur ou de la colère, libère en quelques secondes de l'adrénaline, qui accélère nos battements cardiaques et accroît notre vigilance et notre réactivité. De même, l'acacia agressé élève en quelques minutes la teneur des tanins dans son feuillage. Ainsi se défend-il, en le chargeant de substances amères désagréables ou toxiques pour ses prédateurs, selon le niveau de stress qu'il subit.

Mais il fait mieux : il prévient ses voisins ! Il leur adresse un message d'alerte émis par son feuillage sous forme de molécules très simples, des molécules d'éthylène. Captées par des récepteurs sur le feuillage des acacias voisins, elles déclenchent chez eux une forte élévation des teneurs en tanins, tout aussi rapide. Ainsi tout s'éclaire. Les acacias, sans cesse agressés par les antilopes dans leur domaine clos, élèvent leur taux de tanins à leur maximum. Ils finissent par empoisonner leurs prédateurs.

Nous savons désormais qu'autour de nous, en permanence, on « chuchote » des molécules. Nous commençons à entendre, à comprendre que nous vivons au milieu d'une multitude de réseaux de communications chimiques ! Un biochimiste ami, l'académicien Pierre Douzou (1926-2000), a été le conteur talentueux des extraordinaires dialogues chimiques entre insectes, et entre insectes et plantes, dans son livre « les bricoleurs du septième jour ». (A Montpellier dans les années 70, il donna à la cryobiochimie une aura internationale, avant de lancer en 1989 les programmes « Agrobio » et « Agrotech »). Les arbres se parlent, et ils ne sont pas seuls à user de communications chimiques !

Ainsi notre chimie n'est plus seulement la science de la transformation de la matière. Elle est aussi devenue la science de la maîtrise de la matière informée. (Jean-Marie Lehn, Prix Nobel 1987).

Nous y reviendrons. En attendant, par une régression temporelle de 14 000 ans, retrouvons dans la grotte de Niaux en Ariège, le magdalénien qui s'apprête à peindre le « bison fléché ». Il en a tracé le dessin avec le charbon d'un fusain. Il a broyé et finement mélangé des pigments minéraux, rouge brun de l'hématite, noir de l'oxyde de manganèse, avec une charge de feldspath et de biotite ; tous produits trouvés dans les environs. Contrairement à ce que l'on pensait récemment encore, il ne

s'est pas contenté de ces colorants naturels bruts. Il les a liés avec une matière grasse animale ou végétale. Il a mis au point une véritable peinture à l'huile, résistante au temps !

Grace à son acte chimique et après tant de siècles, son œuvre provoque en nous un étrange sentiment de proximité, l'émotion d'une condition humaine partagée.

Durant les millénaires du néolithique, les « savoirs sauvages » chimiques, selon l'expression de Lévi-Strauss, sont innombrables. La culture de plantes tinctoriales, médicinales, pour la confection de tissus, d'arbres pour la préparation de résines et de colles, de produits de tannage..., puis le traitement des minerais pour obtenir les métaux, témoignent d'innovations chimiques sophistiquées quoiqu'empiriques.

Innovations fondées sur « une curiosité toujours en éveil pour faire », nous dit Lévi-Strauss, « d'une argile instable, prompte à s'effriter, une poterie solide et étanche, mais seulement à la condition d'avoir déterminé entre une multitude de matières organiques et inorganiques, la plus propre à servir de dégraissant, ainsi que le combustible convenable, la température et le temps de cuisson, le degré d'oxydation efficace... ».

La « **pêche à la nivrée** » des indiens Wayampi, encore pratiquée en forêt amazonienne, a été pour moi une belle démonstration de la persistance de ces savoirs. Une liane d'une espèce assez rare est battue sur la roche pour en dilacérer les tronçons en fins filaments odoriférants, puis immergée dans un endroit calme de la rivière. Le suc qui s'en échappe affaiblit très vite les poissons parmi lesquels les indiens opèrent la sélection qu'ils souhaitent. Peu après, tout revient à l'état antérieur. La science moderne explique : la liane a libéré un alcaloïde, la ruténone. Celle-ci a pour effet d'abaisser de façon brutale et éphémère la teneur de l'oxygène dans l'eau, affaiblissant les poissons. La science explique, mais aurait-elle découvert ce que les amérindiens « savent » depuis si longtemps ?

Voilà brossée la toile de fond **d'une chimie au cœur de la nature et de ses équilibres**, et, depuis la nuit des temps, **au cœur des innovations qui concourent à notre humanisation**.

Chimie et innovation.

Qu'est-ce que l'innovation ? C'est une invention qui répond à un besoin de la société, et qui est acceptable économiquement, socialement et culturellement. Si l'une de ces composantes manque, l'invention est mort-née.

Qu'est-ce qu'une invention ? C'est une combinaison de savoirs existants qui conduit à une technique ou un produit nouveau.

Dès l'**Antiquité**, la pratique des arts chimiques connaît de nombreuses inventions. Je n'entre pas dans les détails de l'abondante pharmacopée égyptienne, ni dans l'étonnante diversité de ses formes pharmaceutiques. Les égyptiens utilisent le natron, mélange de carbonate et de bicarbonate de sodium, pour le dessèchement des chairs dans le rite de la momification. Ils connaissent le mordantage des tissus avec des aluns, de l'alumine ou de l'oxyde ferrique ; et pour les teintures, l'indigo, extrait d'une plante, le pourpre, extrait d'un coquillage, etc. Je passe sur la variété de poudres à cils destinées à souligner la langueur du regard des belles égyptiennes.

Regardez les lèvres des Athéniennes délicatement rougies au cinabre, un oxydure d'antimoine qui colorait naguère encore en vermillon la cire à cacheter de nos grands-pères ; leurs jambes gracieusement épilées avec des pommades de sandaraque, un extrait de thuya riche en sulfure d'arsenic.

Voyez le visage des dames romaines, couvert de céruse pour éviter le bronzage du vulgaire, de ce blanc de plomb que nous avons utilisé comme peinture blanche jusqu'à son interdiction pour toxicité en 1914.

Et n'oubliez pas les parfums ou encore les poisons, déjà largement utilisés dans les combats politiques ! Pensez à la métallurgie, aux verres et aux ciments romains aux remarquables performances ; ou à la biochimie pratiquée par les Gaulois, pour faire de la bière, et à leurs productions de savons à partir de cendres de bois, riches en phosphates.

Au **Moyen-Âge**, comme dans l'Antiquité, les arts pratiques ne doivent rien aux théories.

Alors que se forment les premières Universités, à partir des écoles épiscopales, l'enseignement est conçu comme celui du Bas-Empire romain : une faculté des arts, sorte de propédeutique, prolongée par des facultés de droit, de médecine et au sommet, celle de théologie. On redécouvre les Anciens. Thomas d'Aquin entreprend la grande synthèse entre le savoir et la foi, au nom de l'unicité de la vérité. Une de ses conséquences sera de renforcer la science aristotélicienne et ses dogmes.

Car depuis seize siècles, Aristote (384-322 av JC) restait LA référence. Sa théorie est celle d'une matière continue, constituée de quatre éléments – l'eau, la terre, l'air et le feu – et de quatre qualités – chaud, sec, froid, humide – portées deux à deux par chaque élément. Ainsi par exemple, un liquide, riche en « eau », est froid et humide. Sa vapeur, riche en « air », est chaude et humide. Pour vaporiser un liquide, on chauffe, et la substitution du « froid » par le « chaud » conduit à un gaz riche en « air », etc. Sa théorie est celle d'un Univers scindé en un monde supra-lunaire de la perfection, de l'immuable régularité du mouvement des astres, et un monde sublunaire de la contingence.

Cette conception implique une opposition fondamentale entre « l'épistémé » et la « techné », entre la théorie et la pratique. Elle permet l'expérience, qui consiste en une observation attentive des phénomènes naturels pour en induire une théorie. Elle ouvre la voie aux sciences d'observation.

Elle bannit l'expérimentation, qui devrait recourir à des conditions artificielles, à la « techné », pour éclairer la compréhension d'un phénomène naturel en prétendant le représenter. Les sciences expérimentales sont impensables.

De la même façon, l'enseignement de la médecine, restera figé sur la théorie des quatre humeurs d'**Hippocrate** (460-377 av. JC), revue par le médecin alexandrin **Klaudios Galenos, alias Galien** (131-201 ap. JC).

Cette théorie se trouve liée à celle des éléments d'Aristote, mutuellement antagonistes (l'eau éteint le feu, le feu vaporise l'eau...) : la santé est un équilibre entre les humeurs (le sang, la pituite ou le phlegme, la bile jaune et l'atrabile). Un petit déséquilibre provoque une saute d'humeur, un grand amène la maladie. Et l'on retrouve les « caractères » parfois encore évoqués de nos jours : sanguins, flegmatiques, bilieux et atrabiliaires...

Saluons celui qui contribua grandement à la renommée de la jeune Université de Montpellier, formée en 1289 : **Arnaud de Villeneuve** (1240-1311), médecin et théologien, que le Professeur Sénac a fait revivre dans une remarquable conférence disponible dans le bulletin de l'Académie. Professeur Régent de l'École de médecine de Montpellier pendant dix ans, médecin des rois d'Aragon, médecin des papes, son œuvre de thérapeute, sa contribution à la pharmacopée – l'eau de vie- lui ont fait une

réputation sans égale dans le monde de son époque. Nous manquons malheureusement de temps pour évoquer ses observations véritablement cliniques, telles qu'elles ressortent de notes prises par ses étudiants, et retrouvées récemment.

Il faudra attendre le tonitruant **Paracelse** (1493-1541) pour que commence un travail de sape des édifices multiséculaires d'Aristote et de Galien. Champion de **l'antimoine et du laudanum**, il ouvre la voie à une médecine chimique, une « iatrochimie », avec pour la première fois l'usage de **médicaments d'origine minérale par voie interne**. Contre des intérêts puissants, il part en guerre contre les traitements usuels de la syphilis, et affirme que **le poison est dans la dose**. Avec lui, le marbre se fissure, dans lequel les théories des Anciens paraissaient gravées pour les siècles des siècles. Son séjour à Montpellier n'est pas prouvé. Mais les idées novatrices de ce personnage excessif, iconoclaste, auront un tel retentissement qu'elles atteindront assurément son Université.

Assez vite, des médecins de Montpellier, comme **Pierre-Jean Fabre** (1588-1658), se réfèrent à lui et à sa médecine iatrochimique minérale. La faculté de médecine de Paris réputée pour son conservatisme est vent debout contre Paracelse : Louis XIII fera du montpellierain Pierre-Jean Fabre son médecin particulier.

Ne négligeons pas les apports bien réels de l'alchimie dans les méthodes de préparation des produits des pharmacopées et de bien d'autres substances encore. La « **science hermétique** » était la seule à échapper à l'aristotélisme. Pour elle, l'univers était un, et l'expérimentation la condition même de sa recherche de la perfection...Mais elle restait hermétique et trop souvent discréditée par les charlatans qui l'encombraient. Seule la chimie médicinale existe à l'Université ; son enseignement est totalement intégré à celui de la médecine. Cette dépendance ne lui accorde aucune identité propre.

Un autre médecin de Montpellier, **Pierre Richer de Belleval** (1555-1632), médecin des rois Henri IV et Louis XIII, se voit confier la création du premier jardin botanique de France en 1593, conçu pour la culture des « *simples* » mais aussi comme un véritable outil de botanique.

Au siècle suivant, **François Boissier de Sauvages de Lacroix** (1706-1767), améliorera le Jardin et le dotera notamment d'une serre chaude. Ce botaniste éminent, en relation avec Linné et passionné comme lui de classement, classera les maladies et deviendra le médecin fondateur de la nosologie. Saluons ces deux personnages. Nous sommes ici chez eux.

La première école de chimie indépendante de l'Université est créée en 1604 par un apothicaire lorrain, Jean Béguin (1550-1620), qui publie le tout premier livre intitulé « *éléments de chymie* ».

A Montpellier, **Sébastien Matte la Faveur**, (1629-1714), qui se dit « *maitre apothicaire chimiste* », sera, au terme d'un procès avec la corporation des apothicaires, autorisé à « *tenir boutique pour exercer la chimie, vendre et débiter toutes sortes d'essences, d'eaux, d'huiles* »...Il publie en 1671 « *La pratique de la chimie divisée en quatre parties* ». Il sera finalement décidé de le charger en 1675 d'un cours de chimie... réservé aux étudiants en médecine de l'Université. Cette décision exhale comme un parfum de récupération par le système.

Les innovations techniques du temps des cathédrales sont si nombreuses que certains historiens parlent de la « **révolution industrielle du Moyen Âge** ». La chimie non médicinale, absente de l'Université, est toujours très présente dans la société par ses innovations.

« Epistémé » et « Techné » continueront à s'opposer jusqu'à l'orée du XVII^e siècle, période déterminante dans l'histoire de l'humanité : l'Occident donne à la Terre

sa vraie dimension, avec la découverte de nouveaux continents ; il repense la place de l'homme et celle de la Terre dans l'univers avec l'héliocentrisme ; il fonde les sciences expérimentales avec Galilée.

Alors tout bascule. L'Univers est un. Les mêmes « lois » de la nature, selon le mot de **Descartes** (1596-1650) s'appliquent au ciel comme sur la terre, et il nous est donné de comprendre les mécanismes établis par le « *Grand Horloger* ». L'opposition bimillénaire entre théorie et pratique s'effondre. L'expérimentation devient complémentaire de l'expérience.

La vérité n'est plus fille de l'autorité des Anciens, l'élève ne rêve plus d'égaliser le maître. La vérité devient fille du temps, le maître rêve de se voir dépassé par l'élève.

La « *philosophie mécaniste* » triomphe avec **Descartes** et **Francis Bacon** (1561-1626). La physiologie, la chimie, et même l'économie tenteront de s'y intégrer.

Robert Boyle (1627-1691) publie en 1661 « *Le chimiste sceptique* ». Il rejette la structure aristotélicienne de la matière, et, à la façon de Démocrite, oublié depuis plus de 20 siècles, il imagine des « *éléments chimiques* », particules qui se distinguent par la forme, la taille et le mouvement.

Elles réagissent entre elles par des contacts mécaniques. Les acides sont des corps hérissés de pointes, et celles-ci vont se briser dans les corps poreux que sont les bases, pour donner des corps sans aspérités que sont les sels.

Isaac Newton (1642-1727), le plus grand des philosophes mécanistes, pratiquait en secret l'alchimie, cherchant dans les « *sympathies et antipathies cachées* » entre corpuscules du microcosme, une explication qui éclairerait son concept de force d'attraction dans le macrocosme. Il refuse de réduire la chimie aux seuls contacts mécaniques. De même que « *l'âme gouverne les mouvements du corps bien qu'elle en soit distincte* », de même des « *qualités cachées* » propres aux éléments seraient responsables de leurs affinités ou de leur répulsion. Ce recours à des « *causes cachées* » pour expliquer les réactions chimiques fera l'objet d'âpres débats entre les mécanistes et les tenants du newtonianisme, sans pouvoir être tranchés.

La chimie ne deviendra pas mécaniste et la notion d'affinités entre les éléments chimiques connaîtra un avenir chaotique jusqu'à l'aboutissement de la théorie atomique.

Dans la **Grande Encyclopédie** (1751-1772), apparaît une « *table des rapports* » d'affinités établie en 1718-1720 par **Etienne-François Geoffroy** (1672-1731), médecin et chimiste, qui restera une référence pendant plusieurs décennies. Il place en tête d'une colonne une substance capable de se combiner avec toutes celles qui la suivent.

Au milieu du XVIII^e siècle, les sciences expérimentales ne sont pas encore devenues majeures, alors que l'empirisme des techniques est à la recherche d'une rationalisation accrue. Le monde des savants reste éloigné de celui des artisans. Ceux-ci portent la quasi-totalité des innovations.

Gabriel-François VENEL (1723-1775), Professeur de médecine à Montpellier, pharmacien et chimiste, spécialiste de l'analyse des eaux minérales du Royaume, analyse les végétaux par « *distillation douce* », et s'intéresse « *aux avantages de la chimie concernant ses rapports avec l'agriculture* ». Auteur de 673 articles de la Grande Encyclopédie, il regrette dans l'article « *chymie* » que les savants ne s'intéressent guère à cette science. Ce montpelliérain sera le **Saint Jean-Baptiste du Messie** qu'elle attend en écrivant: « *Il est clair que la révolution qui placerait la*

chymie au rang qu'elle mérite ne peut être opérée que par un chymiste habile, enthousiaste et hardi, qui, se trouvant dans une position favorable et profitant habilement de quelques circonstances heureuses, saurait réveiller l'attention des savants, d'abord par une ostentation bruyante, par un ton décidé et affirmatif, et ensuite par des raisons... ».

Ce chimiste habile, enthousiaste et hardi, ce sera **Lavoisier**.

La « *révolution lavoisienne* » posera les bases de la chimie moderne. **Pour qu'une science émerge**, la société doit reconnaître le fait de la cultiver comme un métier correctement rémunéré. Elle doit organiser des institutions d'enseignement et de recherche qui permettent aux savants de former des disciples. Elle doit enfin réunir les conditions pour que ceux-ci trouvent des emplois, soit dans l'enseignement et la recherche, soit dans une industrie florissante. La France de Louis XIV comprend que pour être une grande puissance, il faille combiner puissances militaire, commerciale, et industrielle. Aux différents corps d'ingénieurs des fortifications, de la marine, des ponts, aux manufactures royales, il fallait ajouter le métier de savant.

Le biterrois **Paul Riquet (1604-1680)** est un de ces ingénieurs éminents, et le « *canal des deux mers* » une réalisation techniquement et économiquement majeure.

Colbert crée l'Académie royale des sciences en 1666, structurée en 1699 par **Pontchartrain**, et renforcée plus tard par la création de **Sociétés royales des Sciences** dans quelques grandes villes de province, **comme Montpellier en 1706**. L'Académie esquisse la reconnaissance du métier de savant par les pensions accordées aux académiciens. Encore faibles, ces pensions sont souvent complétées par des postes d'inspecteurs des manufactures royales. Ce système avait l'avantage d'établir des liens entre la théorie et la pratique. L'Académie était d'ailleurs en charge de l'évaluation des inventions.

Grande première, cette Académie royale est « *Académie des sciences* », organisée par disciplines, alors que sa « concurrente » anglaise, la « *Royal Society* » est une Académie de « *philosophie naturelle* ». On y débat des savoirs (« *knowledge* »). Et ses membres, loin d'être pensionnés, doivent au contraire payer une cotisation.

En France, chaque discipline aura désormais ses savants dédiés, focalisés sur son épanouissement, qui s'en trouvera favorisé. Cette organisation mettra pour un temps la France à la pointe de l'épopée scientifique. Mais aura sans doute pour conséquence, au fur et à mesure de leur spécialisation, de couper les « sciences » de la culture générale dans laquelle « les savoirs » étaient jusqu'alors intégrés. Était-ce inévitable ? Probablement, mais c'est une autre histoire. **La chimie est clairement identifiée**, et aura l'avantage sur d'autres disciplines de pouvoir puiser dans une pépinière de médecins et d'apothicaires pour en faire des chimistes de métier.

Un extraordinaire engouement pour les expérimentations se développe dans la société avec la philosophie des Lumières. Les « grands » se dotent de « *cabinets de philosophie expérimentale* » achetés clés en mains dans les boutiques spécialisées du Palais-Royal à Paris ou de Fleet Street à Londres. Les journaux se remplissent de petites annonces pour des séances de mécanique, d'optique, d'électricité, de magnétisme ou de chimie, qui se tiennent dans des salons, des clubs, des cafés, des foires...

Pierre Bayle (1647-1706), auteur du dictionnaire historique et critique (1697), écrira : « *le goût de l'expérimentation a fait irruption jusque dans les boudoirs et les dames témoignent beaucoup d'ardeur pour les sciences, au point qu'on dit l'empire de la galanterie en déroute* ».

La chimie, science et industrie, recevra de fortes impulsions de la part des pouvoirs.

En 1775, Turgot nomme Lavoisier à la tête de la Régie des poudres et salpêtres. La poudre avait cruellement manqué lors de la Guerre de Sept ans, et le désastreux traité de Paris de 1763 coupait la France de ses approvisionnements indiens en salpêtre, le nitrate de potassium, constituant principal de la poudre. Il devenait impératif de maîtriser l'approvisionnement de cette matière stratégique.

Lavoisier améliorera sensiblement les procédés et la qualité, doublera la production. La poudre de fusil avait une portée de 150 mètres pendant la guerre de Sept ans ; avec lui, elle atteint 260 mètres, supérieure à celle des anglais. La France en fournit aux insurgés américains !

Il fera de son **laboratoire de l'Arsenal, le plus moderne d'Europe** par le nombre et la qualité des instruments dont il l'équipe. Ce laboratoire peut être considéré comme le **premier centre international de recherche en chimie**. Tout ce que la France compte de chimistes et les chimistes étrangers les plus notables viendront à l'Arsenal, pour échanger avec Lavoisier et très souvent pour participer avec lui à des expériences.

A la même époque, le Président-né des Etats du Languedoc, Monseigneur **Arthur Richard Dillon**, Archevêque de Narbonne et de Toulouse (1721-1806), crée la **première chaire de chimie de province**, généreusement dotée. (2 400 livres de traitement, 3 000 livres de frais de premier établissement, 1 500 livres de frais d'expériences). Il la confie en 1780 à un jeune et brillant médecin de Montpellier, **Jean-Antoine Chaptal (1756-1832)**, de retour d'un séjour à Paris pendant lequel il s'est intéressé aux enseignements de chimie de l'Ecole de médecine et de l'hôtel des Monnaies. Mon admiration pour Chaptal, l'homme, le scientifique, l'industriel, le Ministre, le grand organisateur, risquerait de me faire oublier le temps qui m'est imparti. Je m'oblige donc à de cruelles coupures.



Buste de Mgr. Arthur Richard
Dillon (1721-1806)
Cours Mirabeau, Narbonne



Salle des États au château de Castries

Mgr.Dillon avait perçu l'intérêt pour l'économie des Etats de participer à l'émergence de cette science nouvelle. « A 24 ans, quoique peu versé dans la chimie », écrit Chaptal, « l'archevêque de Narbonne me désigne pour aller professer cette science à Montpellier ». **Chaptal crée son laboratoire dans le local de la Société royale des sciences**. Son enseignement connaîtra un succès qui ne se démentira pas. Une seconde chaire sera créée pour lui à Toulouse où il rencontrera le même succès.

Notre Académie des sciences de Montpellier peut s'enorgueillir d'avoir été en province le premier relais de la chimie moderne. Car dès la seconde année de son enseignement, il est le propagandiste talentueux de la théorie nouvelle de Lavoisier. Dans une lettre qu'il lui adresse en 1790, il écrit : « *Nous enseignons (votre doctrine) dans toute sa pureté. C'est à elle que je dois mes succès dans l'enseignement et dans les travaux en grand* ». Car parallèlement, dès 1784, il investit à La Paille, à la périphérie de Montpellier, dans la production chimique. « *J'élevai des bâtiments considérables et je fabriquai successivement les acides sulfurique, nitrique, muriatique, oxalique, ..., l'alun, les couperoses, le sel ammoniac, celui de Saturne, le blanc de plomb, les préparations de mercure et de plomb, ..., plus un atelier de poteries et de porcelaines* ». Il apportera de grandes améliorations dans les opérations de teinture du coton. Il percera le secret du « *rouge d'Andrinople* » que l'industrie textile de Montpellier achetait à grands frais au Levant. Il écrit encore : « *je crois être le premier en France qui ait appliqué dans toute son étendue les connaissances chimiques aux arts... Ces occupations ne me détournèrent point de l'enseignement* ». Chaptal s'appliquera toute sa vie à traduire en réalités économiques les méthodes et connaissances scientifiques nouvelles, et à favoriser le développement industriel, agricole (la chaptalisation, le sucre de betterave) et administratif de son pays.

Son amitié avec **Claude-Louis Berthollet (1748-1822)** tient sans doute à leur commune volonté de bâtir en même temps la science et l'industrie chimique de leur pays. Avec le temps, Chaptal penchera de plus en plus vers l'industrie, Berthollet vers la science. Tous deux auront à cœur de former des disciples. Chaptal s'attachera Etienne Bérard qui sera son associé à La Paille, puis **Antoine- Jérôme Balard (1802-1876)**, qui sera initié aux procédés industriels par **Jacques-Etienne Bérard (1789-1869)**, fils d'Etienne, qui deviendra l'élève préféré de Berthollet...

Lors de la Révolution, Chaptal, convaincu de « fédéralisme », sera emprisonné quelques jours. Sa réputation « d'industriel de la chimie », solidement établie, lui vaut de recevoir des offres alléchantes du gouvernement espagnol, du royaume de Naples et par deux fois de Georges Washington lui-même, président des Etats-Unis. Il les repousse.

Lors de la levée en masse, quatorze armées sont immobilisées faute de poudre, de chaussures et de canons. Lavoisier est emprisonné. Chaptal, peu désireux de rejoindre la fournaise révolutionnaire, est amicalement prévenu par Berthollet des risques sérieux qu'il prend par ses réponses dilatoires aux sommations qui lui sont adressées d'avoir à rejoindre Paris pour diriger l'administration des poudres et salpêtres. Carnot et Prieur de la Côte d'Or lui écrivent : « *La chimie est une des occupations humaines dont la République doit tirer un des plus puissants secours pour sa défense. Pars sur le champ...* ».

En onze mois, il réussit à faire produire 22 millions de livres de salpêtre et 6 de poudre ; résultat extraordinaire, obtenu dans des conditions éprouvantes d'insécurité personnelle, et malgré l'explosion de la poudrerie de Grenelle et ses mille morts, et le terrible incendie de la raffinerie de Saint-Germain-des- prés, dus à des interventions politiques irresponsables. Résultat obtenu en maintenant son enseignement à l'école polytechnique naissante.

L'un des adjoints de Lavoisier, Séguin, mettra au point des procédés pour tanner des peaux en trois semaines au lieu de deux ans ! L'île de Sèvres, devenue Bien national lui est cédée pour construire sa tannerie selon les nouveaux procédés. Elle deviendra « l'île Seguin »...

Fourcroy saura très vite extraire de l'alliage des cloches arrachées à chaque clocher pour fabriquer des canons, l'étain qui les fragiliserait.

Le poudre, les chaussures, les canons : décidément la République avait besoin des savants ! Innovations de procédés qui ne doivent pas grand-chose à la théorie chimique en gestation, mais beaucoup à la méthode, à l'analyse, à la quantification.

La Révolution avait détruit les structures d'enseignement de la médecine. Le Comité d'instruction publique charge Chaptal d'organiser l'École de médecine de Montpellier. Il y prend la chaire de chimie. « Mille à mille deux cents auditeurs s'y pressent deux ou trois heures avant ses leçons ».

Il passe encore quatre ans à Montpellier, surveillant ses fabriques de produits chimiques et de teintures, avant d'être nommé Ministre du Consulat. Il réalisera une œuvre administrative considérable au plan national. Il n'oublie pas Montpellier. Le Jardin des plantes de Montpellier, son École de médecine avec la création du « théâtre anatomique », bénéficieront de son puissant appui.

Napoléon Bonaparte fera du métier de savant l'un des plus lucratifs. Il sera toujours très attentif au développement de l'enseignement des sciences, de la recherche et de l'industrie. Il soutiendra la création et le fonctionnement de la « **Société d'Arcueil** », formée par Berthollet et Laplace. Ce « **nouvel Arsenal** » sera le cœur du développement de la science française jusqu'à la mort de Berthollet. Il sera, avec **Jean-Jacques de Cambacérès**, deuxième Consul, Montpelliérain ami intime de Chaptal, et d'autres personnalités, l'un des fondateurs de la « **Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale** », **SEIN**, qui se donnera pour ambition de développer l'industrie nationale, en créant des conditions favorables aux inventeurs et aux entreprises. Chaptal la présidera très activement jusqu'à sa mort et aura pour successeurs **Louis-Jacques Thénard** et **l'Alésien Jean Baptiste Dumas**. Belle continuité : trois grands présidents seulement en 80 ans ! Et une réelle efficacité. Ainsi la science se crée en même temps que se forme l'industrie, et avec les mêmes personnalités.

Les découvertes de la science chimique.

Nous parlons ici de l'innovation chimique. Il reste tant à dire que je dois faire une monstrueuse impasse sur les découvertes qui, de Lavoisier à l'aboutissement de la théorie atomique au début du XX^e siècle, formeront la science chimique moderne.

Imaginons toutefois ce que pouvait représenter à la fin du XVIII^e la soudaine destruction de vingt siècles d'éléments d'Aristote ! L'air décomposé en oxygène et azote. Le feu, et son avatar le phlogistique, détruits par la démonstration que la combustion est une oxydation rapide, la respiration une oxydation lente. L'eau décomposée en hydrogène et oxygène, puis recomposée, lors des magnifiques expériences de Lavoisier.

Imaginons l'extraordinaire passion des foules pour la conquête de la troisième dimension, dans laquelle Lavoisier et l'Académie des sciences seront fortement engagés, avec les « montgolfières », gonflées à l'air chaud, et les « charlières », gonflées à l'hydrogène... La popularité de la chimie est incontestable.

Chaque savant cherche à établir les lois qui expliqueront les réactions chimiques, et souhaite associer son nom à la découverte de nouveaux éléments. On en compte 33 en 1800, 57 en 1850, 80 en 1900... L'histoire de Balard et du brome nous sera contée demain.

Avec la proposition d'une théorie atomique par Dalton en 1808, l'établissement de « lois », la notion de poids atomiques relatifs, le Montpelliérain **Auguste Comte (1798-1857)** considérera **la chimie naissante comme une science positive**.

Je n'entre pas dans la discussion d'un « *positivisme chimique* », qui expliquerait le regrettable refus français de la réalité physique des atomes vigoureusement orchestré par Marcelin Berthelot, et malheureusement soutenu par Dumas. Éléments, corps simples, mixtes, corps composés, atomes, molécules, équivalents, types chimiques de Dumas, radicaux de Gerhardt... chacun de ces termes sera à prudemment discuté.

Le premier congrès scientifique international sera un congrès de chimie. Il est convoqué par les allemands **Kékulé** et **Weltzien** et par le français **Würtz** à Karlsruhe en 1860. Il réunira 150 chimistes pour tenter de mettre de l'ordre dans toutes ces notions. (57 allemands, 21 français dont Dumas, 18 anglais, 7 russes dont Mendéléiev). La distinction entre atome et molécule sera clarifiée, et **Cannizaro** « *défendra brillamment le système des poids moléculaires de Gerhardt, fondé sur la loi d'Avogadro-Ampère* ».

En 1869, **Dimitri Ivanovich Mendéléiev** (1834-1907) proposera son tableau périodique, sur la base des mesures de « poids atomiques » et des propriétés chimiques de la soixantaine d'éléments existants, anticipant même l'existence d'éléments à découvrir.

Monument de l'humanité, alphabet de l'Univers ! Nous pouvons affirmer que quelles que puissent être d'autres formes de vie dans d'autres galaxies, elles seront formées avec les lettres de cet alphabet aujourd'hui complété. Et pourtant, lorsque la théorie atomique sera établie, qui allait enrichir son tableau et expliquer sa périodicité, Mendéléiev doutera. Contre la réalité des atomes et des isotopes, il bâtit une théorie dissidente sans avenir. Pour l'attribution du Prix Nobel de création récente (1901), on lui préférera en 1906 Henri Moissan (1852-1907), « découvreur » du Fluor.

L'analyse, base de la chimie selon Lavoisier, avait conduit, par la dégradation de milliers d'organismes végétaux et animaux, à la découverte d'innombrables molécules organiques. Longtemps, il avait été impossible de réaliser la synthèse de ces produits du « vivant ». On évoquait une mystérieuse « force vitale » qui l'interdirait. Cette digue se rompra avec la pseudo-synthèse de l'urée par Wöhler en 1827. Tous les chimistes se feront alors **compositeurs de matières**, reproduisant à volonté les produits organiques difficilement obtenus jusqu'alors par dégradation de produits naturels. Bientôt ils seront capables d'élaborer des produits que la nature n'avait pas imaginés ou retenus dans ses phylogénèses !

C'est le véritable début de l'interaction entre la science et l'industrie chimiques. C'est le début de la grande industrie chimique organique : colorants, textiles artificiels puis synthétiques, matières plastiques, produits pharmaceutiques, etc. Plus rien n'est impossible aux chimistes organiciens ! Je dois à **Robert Woodward** (prix Nobel 1965) une de mes plus belles émotions de jeune chimiste, lorsqu'il présenta à **Montpellier** dans les années 60 son éblouissante synthèse de la vitamine B 12. Le Jean-Sébastien Bach de la synthèse interprétant une de ses compositions ! Inoubliable.

Jean-Baptiste Dumas (1800-1884), enfant d'Alès, fait à Paris une carrière brillante, avec bien des similitudes avec celle de Chaptal : grand scientifique, maître respecté de Louis Pasteur, grand administrateur, ministre... Je suis obligé de ne pas m'attarder... C'est lui qui appelle Balard à Paris, et qui envoie **Charles Frédéric Gerhardt** (1816-1856) à Montpellier pour remplacer celui-ci. Enfant terrible de la

chimie de son temps, strasbourgeois formé chez Liebig, Gerhardt jouera avec Auguste Laurent, élève mal aimé de Dumas, un rôle important dans l'élaboration de la théorie chimique, et reste connu pour la synthèse de l'acide salicylique. Il se plaint amèrement de manquer de moyens à Montpellier. En bref, un beau talent, un apport notable à la chimie, et... un mauvais caractère !

Le chimiste montpelliérain **Louis Figuier** (1818-1894) sera l'auteur le plus prolifique et le plus talentueux pour faire pénétrer dans la société « *les merveilles de la science et de l'industrie* ».

N'oublions pas le montpelliérain **Jean-Edouard Adam** (1768-1807), inventeur d'un « *appareil distillatoire* » tellement performant qu'il connut de multiples contrefaçons en dépit de sa reconnaissance par un brevet et par l'Académie des sciences.

Au moment même où se forme ailleurs une industrie chimique forte, la région de Montpellier ne connaît pas d'implantations industrielles notables. Les usines montpelliéraines de Chaptal sont fermées dans les années 1860. Jean-Baptiste Dumas souhaitait faire d'Alès un nouveau Manchester, en s'appuyant sur les ressources minières (houille et pyrites, carrières de chaux), sur les salins de Camargue, et sur l'industrie textile régionale.

En 1855, un de ses amis, **Henry Merle**, fonde avec la participation financière de **Jean Baptiste Guimet** (1796-1871) la société « *Henry Merle et Cie* » à Salindres pour fabriquer de la soude. Guimet est célèbre pour avoir synthétisé le bleu d'outremer, soutenu par la Société d'encouragement (SEIN) : le « bleu Guimet », au prix de revient plusieurs centaines de fois plus faible que celui du bleu obtenu par broyage du *lapis-lazuli*. En 1860, au moment où la société s'engage dans la production de l'aluminium, Guimet transmet à son fils Emile la gestion de sa fortune, que celui-ci utilisera pour des voyages en Extrême-Orient (Musée Guimet des arts asiatiques de Paris et musée d'histoire naturelle de Lyon). L'usine de Salindres, qui m'est chère, sera pour près de trente ans le centre exclusif mondial de la production d'aluminium selon le procédé de Sainte-Claire Deville. Nous utilisons à Rhône-Poulenc, dans la maison de Monsieur Péchiney, un des trois prestigieux services de table en bronze d'aluminium de Salindres, lorsque nous voulions honorer nos hôtes ; les deux autres avaient été offerts à Napoléon III et au roi de Pologne.

Malheureusement, le successeur de Merle, **Alfred Rangold dit Péchiney**, éconduira **Paul Héroult** (1863-1914), ami du fils de Merle, génial inventeur, à 23 ans, du procédé électrolytique de production d'aluminium ; procédé bien plus économique que celui de Sainte-Claire Deville. Lorsqu'il corrigera son erreur, la production de l'aluminium aura migré dans les vallées alpines de la « houille blanche ». Néanmoins Salindres restera une grande usine de chimie minérale, développée après Péchiney par Adrien Badin.

Malgré cet échec à s'inscrire dans le grand mouvement industriel de la chimie organique, Montpellier maintiendra le flambeau de la chimie grâce à des enseignants de qualité, qui poursuivront des recherches de qualité avec les moyens mesurés dont disposaient alors les Universités.

Gustave Chancel (1822-1890), qui a synthétisé l'alcool propylique, s'est beaucoup intéressé à la chimie dans l'œnologie, mais dépité d'avoir été devancé de peu par Williamson dans la préparation des éthers, il s'orientera vers une carrière d'administrateur et deviendra Recteur de l'académie de Montpellier.

Robert de Forcrand de Coiselet (1856-1933), thermo-chimiste et enseignant respecté, créera l'Institut de chimie en 1889, localisé rue de la Verrerie haute dans les locaux de l'École de pharmacie, où l'enseignement de la chimie est commun à celle-ci et à la faculté des sciences. Il crée le **premier diplôme d'ingénieur de l'Institut de chimie de Montpellier en 1907**.

Marcel Godechot (1879-1939) lui succédera à la direction de l'Institut et fera construire en 1934 le bâtiment de la rue de l'École normale, pour remplacer la localisation dans l'ancien évêché, où l'Institut avait été transféré en 1922.

Max Mousseron (1902-1988) le dirigera ensuite de 1941 à 1972. Il obtiendra sa transformation en **Ecole Nationale Supérieure de Chimie de Montpellier (ENSCM)** en 1957, et l'agrandira en 1965 d'un Centre de Recherche, qui porte aujourd'hui son nom.

La chimie connaîtra son pic de popularité en 1913 avec la synthèse de l'ammoniac par **Fritz Haber (1868-1934- Prix Nobel 1918)** et **Carl Bosch (1874-1940- Prix Nobel 1931)**. Toutes les prévisions annonçaient des famines pour 1940 par manque d'engrais azotés, en raison de l'épuisement d'une ressource naturelle, le guano du Pérou. « *Haber fait du pain avec de l'air et de l'eau* » : la chimie fait mieux et plus vite que la nature, à partir de produits naturels, l'azote de l'air et l'hydrogène de l'eau. De fait, la synthèse de **Fritz Haber**, professeur à la Technische Hochschule de Karlsruhe, serait restée une performance de laboratoire, sans une étroite collaboration avec **Carl Bosch**, de la « Badische Anilin und Soda Fabrik », (futur Directeur général de BASF (1914) et président de « I.G.Farbenindustrie » (1925)), qui maîtrisait la chimie des gaz sous haute pression. **Cette synthèse marque l'apparition des technologies dans l'invention de procédés chimiques**. Des connaissances scientifiques entrent en combinaison avec des techniques et des savoir-faire.

Une technologie est en effet, selon la définition que j'ai proposée, un « ensemble de savoirs théoriques et pratiques, combinant des connaissances scientifiques, des techniques et des savoir-faire pour obtenir un objet ou un effet de façon maîtrisée ». Une invention technologique est une combinaison originale.

Cette irruption de connaissances scientifiques au cœur de l'invention appelait une redéfinition des relations entre l'université et l'industrie, que l'Allemagne était prête à conduire, mieux que d'autres. Je n'évoque pas ici le rôle détestable de Fritz Haber comme initiateur et organisateur de la guerre chimique durant la première guerre mondiale. La guerre des gaz, qu'il a voulue, est à mes yeux à l'origine de l'effondrement de l'image de la chimie dans un large public.

Cette synthèse marque aussi le début de l'euphorie de l'efficacité de la chimie. Les savants allemands y jouent un rôle majeur.

Emil Fisher (1852-1919), qui recevra le Prix Nobel 1902 pour ses travaux de synthèse dans les groupes du sucre et de la purine, ouvre la voie à la compréhension des mécanismes de la biochimie, en particulier à celui de la réaction enzymatique. En modélisant en 1894 la formation du complexe enzyme-substrat dans une reconnaissance de forme qui s'apparente à une interaction de type clef-serrure, il introduit la notion d'une « chimie de la matière informée » dans laquelle les interactions non covalentes deviennent essentielles. Il annonce la chimie supramoléculaire.

Il ouvre aussi de grandes possibilités à l'industrie pharmaceutique allemande. Les travaux de Paul Ehrlich (Prix Nobel 1908), père de la chimiothérapie, et de son élève Gerhard Domagk (Prix Nobel 1939) à qui l'on doit la révolution thérapeutique des sulfamides, premiers anti-infectieux, en feront bientôt la démonstration.

L'histoire reste à écrire des moyens disponibles en France dans les laboratoires universitaires et industriels pendant toute cette période de la moitié du XIX^e siècle aux années 1950. Le puissant Dumas, professeur à la Sorbonne, y dispose de moyens si limités qu'il installe et fait fonctionner à ses frais un laboratoire privé rue Cuvier jusqu'à la révolution de 1848 qui ampute ses revenus. Gerhardt se plaint du manque de moyens à Montpellier, Pasteur dénonce le manque de moyens à l'École Normale Supérieure, Marie Curie remue des lessiveuses de pechblende dans un hangar glacial de la rue Lhomond...

Aucune cartographie précise de l'appareil français de recherche, universitaire ou industrielle, ne paraît accessible. En tout cas, le temps des Chaptal, Berthollet, Thénard, Gay-Lussac, Sainte-Claire Deville, etc., véritables traits d'union entre la science et l'industrie, n'avait pas survécu en France à l'évolution de l'une et de l'autre, à de très rares exceptions près, comme celle de Georges Claude, (1870-1960). (Inventeur génial, fondateur sur ses inventions de « l'Air Liquide », l'une des plus belles entreprises françaises, et de la Société chimique de Grande Paroisse. Il avait sensiblement amélioré en 1917 le procédé Haber-Bosch, inventé l'éclairage au néon, etc.; élu à l'Académie des sciences en 1924, il en sera radié pour collaboration en 1944...).

Pourquoi une telle exception française?

L'histoire reste à écrire des raisons de la mauvaise qualité des relations université-industrie, lorsqu'elles existent. Cette histoire tranche tellement avec ce qui est observé en Allemagne, que des explications pourraient ressortir d'une analyse comparative approfondie.

L'un des mérites du professeur **Max Mousseron (1902-1988), notre maître**, fut de militer, dans un contexte universitaire hostile, pour une relation forte entre université et industrie, dans le respect des missions qui leur sont propres. Scientifique très respecté, enseignant original, passionné et passionnant, engagé dans la vie régionale, aux côtés de Philippe Lamour, Président du Conseil économique régional, ses relations avec l'industriel Raymond Comar et la renommée qu'il avait su donner à la chimie organique à Montpellier, conduiront Clin-Comar et Clin-Byla à investir dans un Centre de recherche ultra-moderne.

Devenu plus tard Sanofi, ce centre sera une des richesses de Montpellier et une source d'emplois de haut niveau. Il en sera le Directeur scientifique jusqu'à l'âge de 72 ans. Max Mousseron avait compris que dans le désert industriel chimique de Montpellier, son École assurerait son avenir et celui de ses ingénieurs en se positionnant sur le créneau d'une recherche de qualité en chimie organique, et de formations à la recherche et par la recherche. Cette stratégie n'avait de sens qu'en étroite relation avec les entreprises. Nous sommes nombreux à lui devoir ce que nous sommes devenus. Lorsque la négociation entre Rhône-Poulenc (RP) et le CNRS aboutit en 1975 au premier Accord-cadre entre le plus grand organisme de recherche et le plus grand groupe chimique et pharmaceutique de France, ce fut un tollé général d'une rare violence, politique, syndicale et universitaire. Alliance contre nature entre recherche « pure » et industrie ! La jeune carrière du négociateur que j'avais été pour RP faillit s'arrêter net. Les soutiens qui me touchèrent le plus vinrent de Max Mousseron et de Bernard Grégory, DG du CNRS : tous deux pensaient à juste raison qu'une brèche venait enfin de s'ouvrir et qu'elle ne se refermerait pas.

Et c'est à Montpellier, avec le laboratoire du **professeur Robert Corriu (1934- 2016)**, que Rhône-Poulenc formera l'une des Unités mixtes de recherche,

prévue dans l'Accord-cadre. La polycondensation des organoalcoxy-silanes, puis la destruction sélective de leur partie organique, donnaient naissance à des silices hyper-poreuses jusqu'à atteindre 1 000 m²/g : porosité contrôlée par le choix de la partie organique. Celle-ci n'était que l'échafaudage utile à la construction de la structure ; mais quel choix dans les échafaudages !

Les années 70 sont riches d'événements qui marqueront profondément les conditions de la Recherche-Innovation. La dramatique affaire de la **Thalidomide** en 1972, avec ses milliers d'enfants phocomèles, puis l'accident de **Sévésô** en 1976, et le formidable émoi qui s'ensuivit, (le seul mort consécutif à cet accident fut le directeur de l'usine assassiné par les Brigades rouges), mettent brutalement fin à l'euphorie de l'efficacité.

A partir de là, les industries pharmaceutiques vont changer en profondeur leur organisation de RD, et les industries chimiques revoir en profondeur leurs stratégies. **La tolérance** du médicament devient **aussi importante que son efficacité**, et bien plus difficile à prouver. **Le respect de l'environnement** demande à l'industrie d'abandonner certains produits, de leur trouver des substituts, de repenser nombre de ses procédés.

Par la tolérance des médicaments et le respect de l'environnement, la chimie abordait la complexité du vivant. Depuis 1943, elle avait découvert que quatre lettres, **ATCG, quatre molécules, Adénine, Thymine, Cytosine, et Guanine portaient toute l'information** par laquelle le génome conduit **le développement, le fonctionnement et la reproduction des êtres vivants.** Cette découverte montrait que **la chimie, langage de la matière, était aussi le langage de la vie.** A partir des années 70, avec le génie génétique, **l'homme devenait compositeur de vie !**

Avec l'alphabet de Mendéléiev formé dans les étoiles, nous étions devenus **compositeurs de matière.** Nos propres « compositions », par les quantités considérables qu'elles ont atteintes, ont fini par peser sur les équilibres naturels. En pénétrant par effraction dans des écosystèmes dont nous ignorions l'existence, elles ont provoqué des dégâts. Notre ignorance diminue, notre responsabilité s'accroît. Elle s'accroît encore dès lors que nous sommes devenus **compositeurs de matière informée.** Nos « compositions » n'interviennent plus seulement par leurs quantités, mais comme porteuses d'informations susceptibles d'interférer dans la complexité des échanges entre les systèmes constitutifs de notre environnement.

Avec la double hélice de l'ADN en 1953, l'importance des liaisons faibles acquiert une autre dimension. Voici que deux liaisons hydrogène entre adénine et thymine, et trois entre guanine et cytosine, suffisent à structurer cette hélice vitale. Les chimistes s'étaient faits les champions de la liaison covalente, conscients toutefois depuis Emil Fisher du rôle de biochimie de ces liaisons faibles. Les chimistes les considèrent alors comme un immense champ à explorer. Ce sera **la chimie supramoléculaire, l'auto-organisation chimique, la chimie adaptative...** Comme le dit **Jean-Marie Lehn** (Prix Nobel 1987), pionnier de la chimie supramoléculaire, **la chimie progresse désormais dans la complexité, c'est-à-dire dans la maîtrise de la matière informée.** Les trois Prix Nobel de chimie décernés en 2016 ont voulu souligner l'intérêt du monde nouveau ouvert par les « machines moléculaires »¹.

¹ Vous trouverez sur le site de l'Académie des sciences l'intégralité de la séance passionnante du 7 mars dernier sous la Coupole de l'Institut, intitulée : « *vers la matière complexe, les machines moléculaires* ». Vous entendrez **J.M. Lehn** et les trois Prix Nobel de chimie de 2016, dont **Jean Pierre Sauvage**, élève de Jean-Marie Lehn, exposer leurs travaux

La chimie évolue, plus que jamais liée par les pactes multiséculaires avec la nature et l'innovation, évoqués au début de mon propos. Permettez-moi, avant d'en aborder la dernière partie, d'évoquer un souvenir. Un dimanche pluvieux de 1982. Je viens d'être nommé DG de la Stratégie et de la recherche-développement de Rhône-Poulenc Santé. Je rends visite à Max Mousseron pour échanger avec lui des idées sur les réformes de fond que je vais conduire. Je le trouve dans son bureau, entouré de revues. Il rédige des fiches. Je lui demande –c'était un souhait de nombre d'entre nous– s'il s'était enfin décidé à rédiger le traité de chimie organique qui aurait repris les cours que nous avions suivis avec tant de plaisir. Il me répond : « non, François, pas du tout ! La chimie m'intéresse toujours, mais voyez-vous, il se passe des choses passionnantes à sa frontière avec la biologie. Il faut absolument s'y investir ». Il avait 80 ans.

Les structures de la Recherche et de l'innovation évoluent fortement depuis les années 70. À l'époque, les organisations étaient en cohérence avec l'idée d'un processus de RD considéré comme linéaire et séquentiel.

Ainsi dans la recherche pharmaceutique de Rhône-Poulenc, les départements étaient la structure de base : départements de chimie, de pharmacologie animale, de toxicologie, d'ingénierie des procédés, de pharmacocinétique, de pharmacologie clinique, de développement clinique, etc. À leur tête un chef de département omnipotent, en charge du budget, de l'allocation interne des ressources, des investissements, des recrutements ; décisionnaire unique pour les relations avec les autres départements et avec les scientifiques du monde académique. Une telle organisation hiérarchique demande des chefs dotés de compétences scientifiques et humaines extraordinaires. Ce n'était pas toujours le cas... Cette organisation promeut l'obéissance plus que l'initiative, qui est la clef de la créativité. Elle provoque un terrible manque de réactivité aux interfaces entre départements. Quant aux interfaces avec les chercheurs académiques, elles dépendent entièrement du bon vouloir du chef et se limitent trop souvent à des relations d'amitié personnelle.

Au début des années 80, il était impossible de maintenir ce type d'organisation. Les jeunes chercheurs en refusaient le caractère féodal. La compétition devenait mondiale et les incroyables pertes de temps et de ressources qu'elle générerait devenaient suicidaires. Le caractère linéaire et séquentiel du processus de RD était très justement contesté. Des allers-retours incessants entre disciplines devenaient une obligation absolue.

L'architecture du centre de recherches de Clin-Midy, fortement inspiré des idées de Max Mousseron, traduisait cette nécessaire évolution : des départements localisés dans un même bâtiment, où les chercheurs seraient sans cesse amenés à se « croiser », à travailler et à partager de nombreux moments ensemble. Le décroisement était inscrit dans le plan de masse. Avec Max Mousseron, il l'était évidemment avec les universitaires.

L'organisation de la RD, de purement verticale, est devenue plus complexe et mieux équilibrée, entre l'excellence scientifique nécessaire dans chaque discipline portée par le chef de département, la flexibilité apportée par des chefs de projets qui « traversent » les disciplines pour mener leur projet dans le respect de son chemin critique, et les responsabilités administratives confiées à un directeur administratif.

Ce fut partout une rude réorganisation. Et j'ai pu constater récemment, à l'invitation du Présidium de l'Académie des sciences de la Fédération de Russie, que faute de l'avoir conduite à temps, elle en devient plus difficile encore.

Nous ne sommes plus dans les années 80. Les frontières entre découverte et invention, entre invention et innovation deviennent plus floues. L'obtention d'un brevet d'invention est désormais un critère dans l'évaluation des chercheurs académiques. Cependant une invention tout juste brevetée est en général une invention potentielle, loin de sa maturité. A preuve, l'échelle «TRL, Technology Readiness Level», notée de 1 à 9, récemment introduite pour caractériser cette maturité. Si un «TRL» de 1 à 2 relève de la recherche publique, les échelons suivants attirent de nombreux acteurs nouveaux, start-up et sociétés de services. À un «TRL» de 6, le moment est venu de travailler avec les spécialistes en aval de manière à donner à l'invention le meilleur profil pour devenir une innovation réussie. Cette «recherche translationnelle» attire elle-aussi de nouveaux acteurs.

La tendance à l'externalisation de la recherche par les sociétés privées s'affirme. Elles réduisent le risque des étapes hautement risquées des TRL entre 2 et 6. Elles préfèrent payer un gros montant pour racheter une invention confirmée par les travaux conduits par des start-up et financés par des «capital-riskers» que de supporter l'addition des frais de multiples projets avec une chance sur dix de réussir. SANOFI, premier groupe pharmaceutique français, a un budget de RI de 5 milliards d'euros environ ; 50% des 43 entités moléculaires de son portefeuille de développement sont le fruit de collaborations ou de partenariats !

Les grands groupes assurent la puissance d'une nation industrielle, à condition d'opérer au sein d'un tissu industriel dont la vitalité dépend du nombre et de la qualité des PME innovantes. Le temps n'est plus aux pudeurs de Tartuffe vis-à-vis des partenariats. Et je vois dans cette multitude de nouveaux acteurs du processus de RI une chance pour Montpellier. Ils n'ont pas besoin d'ancrages dans les tissus industriels traditionnels. Le côté «californien» de notre Languedoc leur convient. À la chimie de Montpellier de savoir les attirer.

Je me réjouis d'avoir **enfin**-vu naître le Pôle Balard, constitué de l'Institut des Biomolécules Max Mousseron, de l'Institut Charles Gerhardt des Matériaux, de l'Institut Européen des Membranes, et de l'Institut de Chimie Séparative de Marcoule. Cette magnifique concentration des compétences répond à tous les enjeux de la chimie de demain. Ses dénominations même rendent hommage à ceux qui ont marqué la chimie montpelliéraine. Et je salue avec amitié et admiration notre confrère Louis Cot qui a apporté avec la création de l'Institut Européen des Membranes une école internationalement reconnue dans ce domaine solide et prometteur. Je salue en lui le créateur et l'âme de la chaire UNESCO Simev, dont je puis témoigner de l'efficacité technologique et de la dimension humaine dans les problèmes de développement, et notamment de purification de l'eau. Je salue en lui un modèle de coopération avec les entreprises.

J'ai dit que je me réjouissais **enfin** de la naissance du Pôle Balard. J'ai vécu de près, comme Président du Conseil d'administration de l'ENSCM, et en particulier avec son Directeur, le Professeur Joël Moreau, qui a consacré tant d'efforts à ce projet, tout le temps perdu, l'impact négatif de changement dans la politique régionale, et bien d'autres vicissitudes.

Le 4 avril 2003, je déclarais au Conseil de l'École : « *Nous sommes ici tous convaincus de l'intérêt de faire naître le Pôle Chimie de Montpellier. Si nous savions en faire un vrai pôle d'attraction, nous pourrions en faire pour cette région, pour Montpellier, pour ses universités, pour son École de chimie, un vrai pôle de développement...* ». Il fallut attendre encore. Je proposais alors de créer la « *Chaire européenne de chimie nouvelle pour un développement durable- ChemSud* », avec l'intention de fédérer les efforts et d'attirer des industriels. Le 2 Octobre 2007, cette

chaire était inaugurée par Georges Frêche en présence de la présidente du CNRS, Madame Bréchnac, dans l'amphithéâtre de Forcrand. J'avais dû convaincre Georges Frêche de marcher sur les pas de Monseigneur Arthur Dillon ! Ceux qui étaient présents se souviennent que son discours ne fut cependant pas un modèle d'onction épiscopale...

Le Pôle Balard est là. De beaux bâtiments seront prochainement livrés.

Vous me pardonnerez de ne pas insister sur l'obtention récente du label I-SITE (initiatives, science, innovation, territoires, économie). Je ne suis pas familier de ces grandes superstructures, et rendu méfiant par ce que je sais des vicissitudes de l'Idex de Toulouse, ou ce que je vois des difficultés du « Grand Saclay ».

Je souhaite en terminant dire les vœux profondément sincères que je forme pour la réussite de notre Pôle Balard, comme centre scientifique internationalement attractif, et comme facteur du développement régional. Une chimie nouvelle apparaît. C'est en cultivant l'excellence scientifique, la flexibilité de ses organisations et l'ouverture à tous les nouveaux acteurs de la RI qu'il s'imposera comme tel.