

“De la nécessité d’une recherche exploratoire de nouvelles phases et d’édifices nouveaux”

Restitution de l’Action Nationale de Formation
5 et 6 octobre 2011, ICMCB, Bordeaux

Synthèse du Comité Scientifique

Jean-Claude Bernier (SCF)	jean-claude.bernier2@wanadoo.fr
Pierre Bordet Institut Néel (Grenoble)	pierre.bordet@grenoble.cnrs.fr
Laurent Cario IMN (Nantes)	laurent.cario@cnrs-imn.fr
Yannick Champion ICMPE (Thiais)	champion@glvt-cnrs.fr
Claude Delmas ICMCB (Bordeaux)	delmas@icmcb.u-bordeaux1.fr
Alain Demourgues ICMCB (Bordeaux)	demourg@icmcb-bordeaux.cnrs.fr
Gérard Férey Institut Lavoisier (Versailles)	ferey@chimie.uvsq.fr
Marc Fourmigué Sciences Chimiques de Rennes	marc.fourmigué@univ-rennes1.fr
Marie-Bernadette Lepetit CRISMAT (Caen)	marie-bernadette.lepetit@ensicaen.fr
Olivier Mentré UCCS (Lille)	olivier.mentre@ensc-lille.fr
Pierre Rabu IPCMS (Strasbourg)	Pierre.Rabu@ipcms.unistra.fr
Constantin Vahlas CIRIMAT (Toulouse)	constantin.vahlas@ensiacet.fr

Table des matières

1	Résumé	2
2	Objectif & Motivations	4
3	Restitution des débats	6
3.1	Le constat des acteurs de la recherche académique	6
3.2	Le constat d’industriels	9
4	Propositions pour une dynamique nouvelle	9
4.1	Le financement	9
4.2	Le cœur de métier	11
4.3	L’interdisciplinarité est source de ruptures	12
4.4	C’est aussi l’affaire des acteurs eux-mêmes	12

1 Résumé

La réflexion proposée dans le cadre de l'action nationale a été motivée par le constat que les orientations de recherche de ces dernières années ont pratiquement éliminé de nos laboratoires la recherche exploratoire — pourtant à l'origine des ruptures technologiques — au profit d'une recherche incrémentale, issue d'une motivation plus appliquée. En particulier, la situation des laboratoires français de chimie des matériaux est alarmante en termes de prospection de nouveaux composés susceptibles de répondre aux besoins de propriétés inédites de demain. Il nous a semblé urgent de nous souvenir que la recherche évolue par un processus de nucléation – croissance et que la croissance seule ne suffit pas. Il nous a semblé urgent de nous souvenir que le succès de la chimie française des années soixante dix s'est appuyé sur deux piliers : une chimie créative visant à explorer les domaines du possible et l'ouverture disciplinaire (vers la cristallographie et la physique en particulier).

Afin d'aborder la place de la recherche exploratoire, il nous a paru nécessaire d'en définir les contours. En chimie des solides, l'exploration ne saurait être restreinte aux nouveaux composés, mais se rencontre dans les interactions entre disciplines, les nouvelles méthodes de synthèse et procédés d'élaboration, la complexité, la combinaison d'échelles, le développement théorique, les progrès en instrumentation et en méthodologie, etc. Il s'agit toujours d'un défrichage, souvent accompagné d'une rupture de mode de pensée, qui nécessite un état d'esprit qui s'acquiert. A ce titre la formation joue un rôle fort puisque, au delà de la curiosité, au delà du réflexe et de l'envie de voir à côté, imaginer de nouvelles voies exige de bien maîtriser les disciplines de base.

Parmi les paramètres responsables de la quasi disparition de la recherche exploratoire, trois sont apparus comme primordiaux pour la recherche académique .

- **Les modes de financement**, principalement sur projets à but finalisé et individualisés.
- **L'organisation des structures de recherche** en rapport avec leur évaluation par indicateurs numériques et les modes de financement.
- La disparition du temps allouable à la réflexion et l'exploration d'idées neuves.

Les représentants de l'industrie ayant participé à cette action nationale ont des visions de la recherche exploratoire et de son articulation avec les activités industrielles assez convergentes. L'industrie est fortement demandeuse de recherche fondamentale, mais elle doit faire face à un temps trop géré, trop court, trop incertain, pour pouvoir aujourd'hui la mener à bien en interne. Ainsi, tous insistent sur la nécessité d'établir des partenariats avec la recherche académique, plutôt à long terme et avec une répartition des tâches bien définie. Néanmoins, les financements sont souvent

timides, la réactivité des industriels, français en particulier, face aux ruptures scientifiques est trop faible.

Des propositions sont faites pour favoriser une dynamique nouvelle.

- **Le financement.** Les Programmes Blancs de l'ANR sont a priori dédiés à une recherche plus fondamentale. Cependant, les contraintes imposées dans les appels à projets sont peu compatibles avec le financement de projets de recherche réellement exploratoires. L'association d'une structuration en comités, sous comités thématiques définis par mots clefs, et de critères d'évaluation plus adaptés aux projets industriels qu'à la recherche exploratoire résulte en un programme blanc qui devient de plus en plus un ensemble de sous programmes finalisés laissant peu de place à la créativité. La recherche exploratoire est par nature une activité de long terme, s'appuyant sur la culture scientifique des équipes de recherche. Il apparaît donc souhaitable, voire nécessaire, de rééquilibrer la part du financement récurrent à travers les organismes et les universités.
- **L'organisation de la recherche.** La recherche exploratoire nécessite une action volontariste pour définir les orientations stratégiques, le partage des moyens et des risques. Elle nécessite de plus du temps pour réfléchir et imaginer, pour explorer des voies différentes et non immédiates, elle nécessite de prendre le risque de l'échec. Pour favoriser la recherche exploratoire il est nécessaire de se penser en temps que groupe, d'organiser le temps et les ressources pour les différents types d'activité (exploratoire, développement, applications). Cependant, une telle organisation collective se heurte à la multiplication et au caractère individuel des projets financés sur appels d'offres, lesquels réduisent considérablement les marges de manœuvres. Les tutelles et les instances d'évaluation devraient sans doute repenser les modes de financement et d'évaluation de manière à permettre une politique encourageant et valorisant la recherche exploratoire et la prise de risques y compris par des moyens humains.
- **L'interdisciplinarité.** Les nouvelles phases et édifices nouveaux, les nouvelles méthodologies et par suite les ruptures émergent souvent de stratégies associant d'autres disciplines parfois éloignées. Un environnement interdisciplinaire est nécessaire à la fertilisation croisée et à terme, à l'identification voire la valorisation des résultats prometteurs.
- **Des esprits préparés.** Dans tous les cas, l'efficacité dépend de l'état d'esprit des chercheurs : «Le hasard ne favorise que les esprits préparés». C'est la responsabilité des acteurs de la recherche de maintenir et de développer une culture de la recherche exploratoire. Aujourd'hui, les soutiens à la recherche sont définis à partir de mots clefs sur la base de problèmes sociétaux. Mieux comprendre le monde où l'on vit est aussi une réponse sociétale et devrait être valorisé comme telle.

2 Objectif & Motivations

L'objectif de cette action est de proposer à la communauté des matériaux une réflexion sur la répercussion des orientations de recherche de ces dernières années qui ont pratiquement éliminé la recherche exploratoire. Cette réflexion est motivée par un constat rappelant le vieil adage : « *Ce n'est pas en améliorant la bougie qu'on a découvert l'électricité* »¹. Cela concerne en particulier la chimie du solide, la matière condensée, la science des matériaux. . .L'évolution des sciences et des technologies est faite de ruptures, ces ruptures qui sont à l'origine des innovations nécessaires à nos sociétés. Ce n'est pas en faisant des variations sur un thème majeur que se créent les grandes découvertes. Celles-ci résultent d'un esprit de curiosité, d'aventure, de non conformité, et dans notre domaine, le plus souvent, d'une recherche exploratoire à visée fondamentale, sans objectif préconçu. Les exemples en sont nombreux, comme les supraconducteurs à haute température critique ou les polymères conducteurs, et suffisent à justifier la nécessité de ce type de recherches. En effet, la situation des laboratoires français de chimie des matériaux est alarmante en termes de prospection de nouveaux composés susceptibles d'alimenter le vivier de propriétés inédites de demain.

Dans les années 70, la chimie du solide était un des fleurons de la science française. Si elle a été longtemps considérée comme une des meilleures du monde c'est :

- qu'elle développait énergiquement une chimie créative, dans toutes les familles de composés : oxydes, chalcogénures, nitrures, dérivés phosphorés etc. . .avec pour but principal d'explorer de nouveaux champs et de déterminer les domaines du possible,
- qu'elle s'initiait à la cristallographie et créait ainsi la cristallographie, cet art de lire des structures,
- qu'elle nouait des contacts étroits avec les physiciens de la matière condensée, pour associer à un composé, une structure et des propriétés, initiant ainsi la fameuse trilogie « *synthèse, structure, propriétés* ».

C'est cette multidisciplinarité, associant chimie, cristallographie et physique qui a fait la prééminence de la chimie du solide française des années 1980. Puis, peu à peu la vision anglo-saxonne de « *materials science and engineering* » s'est imposée (en France et en Europe). L'utilisation du mot matériau en remplacement de celui de solide ne représente pas qu'un glissement sémantique, le matériau étant considéré comme

1. Vieil adage, trouvé notamment dans l'intervention de Gilles de Robien au Conseil économique et social : présentation du projet de loi de programme pour la recherche ; Discours - 15 novembre 2005

un solide à propriétés fonctionnelles. L'approche plus appliquée de la science des matériaux, permettant de justifier la science par son impact sociétal, est plébiscitée par le monde politique et va profondément changer la chimie du solide. Les choix des sujets vont de plus en plus être guidés par la recherche d'une application. Une démarche application → synthèse → structure → propriété va progressivement se substituer à l'approche synthèse → structure → propriété → application. Plutôt qu'une efficacité accrue, cette modification du point d'entrée a induit une chimie de modification, substitution, optimisation de matériaux connus, au détriment de la recherche de nouveaux composés, avec en corollaire une grande perte de créativité chimique, de savoir faire, un repli disciplinaire, voire un morcellement en sous-disciplines associées aux diverses propriétés. La chimie du solide française y a perdu sa position de leader au profit des pays asiatiques ; ses partenaires, tant scientifiques qu'industriels, y ont perdu leur futur en termes de nouvelles structures, de nouvelles propriétés, de perspectives d'innovation. Le domaine de la métallurgie en est un bon exemple : alors que de nouveaux besoins, que l'on ne peut satisfaire dans l'état actuel des connaissances se font sentir (pour le projet ITER par exemple), la mise en œuvre des solutions industrielles est fondée sur un savoir faire qui date, et les laboratoires n'ont pas la possibilité d'explorer l'applicabilité de solutions réellement nouvelles.

Si nous pouvons tous montrer du doigt un certain nombre de raisons institutionnelles ayant conduit à cet état de fait (mode de financement de la recherche, mode d'évaluation par indicateurs, restructuration de l'enseignement supérieur et de la recherche ayant conduit à des replis disciplinaires et un besoin accru de justification, etc. . .), l'attitude ambivalente des chercheurs, qui plaident timidement pour la recherche fondamentale, mais simultanément participent, bon gré mal gré, à la quête de contrats et focalisent leur activité sur des sujets à caractères applicatifs, en est aussi responsable.

Il est peut-être temps de prendre du recul, de réfléchir sur nos pratiques et de se souvenir que la science évolue par un processus de *nucléation—croissance* et que, seule, la *croissance* ne suffit pas. Il est encore temps de tirer la sonnette d'alarme pour trouver les moyens d'équilibrer notre démarche et donner du dynamisme aux recherches exploratoires en chimie des solides. Si nous devons contribuer à la résolution des problèmes sociétaux à court et moyen termes, n'est-il pas de notre responsabilité de maintenir simultanément une activité complètement exploratoire qui est seule garante du long terme ? C'était l'objet du séminaire de réflexion organisé par l'action nationale de formation du CNRS « *De la nécessité d'une recherche exploratoire de nouvelles phases et d'édifices nouveaux* » qui s'est tenu à l'ICMCB à Bordeaux les 5 et 6 octobre 2011. L'évènement a été soutenu par le programme interdisciplinaire sur les matériaux du CNRS (PIR Mat). Tous les acteurs du domaine (chimistes, physiciens, biologistes. . . équipes de direction des laboratoires, représentants institutionnels

ou industriels, etc. . .) étaient invités à y participer et à apporter leurs analyses et leurs suggestions. Les journées ont rassemblé plus d'une centaine de participants autour de témoignages et tables rondes (programme en annexe). Nous restituons ci-après le contenu des débats.

3 Restitution des débats : L'état des lieux

3.1 Le constat des acteurs de la recherche académique

La chimie des solides est assez exemplaire de l'évolution de la recherche. Historiquement, elle a toujours été une science fondamentale, basée sur une recherche exploratoire, source de *rupture*, menée en partie au contact de l'industrie ou répondant à des besoins pratiques. Aujourd'hui, on constate dans ce domaine un déséquilibre entre recherche exploratoire et recherche *incrémentale*, structurée autour de projets finalisés. En réalité, ce constat peut être généralisé à de nombreux autres domaines de recherche. La question posée aujourd'hui est de savoir si le curseur se trouve au bon endroit. Il ne s'agit pas d'opposer recherche exploratoire et recherche finalisée ou d'essayer de définir quantitativement la proportion de l'une et de l'autre. La réflexion porte plutôt sur l'orientation d'une activité de recherche et sa gestion dans le temps. La balance entre recherche exploratoire et finalisée peut être variable tout au long d'une carrière scientifique, avec éventuellement une différence d'appréciation entre jeunes chercheurs et seniors.

Le mode de fonctionnement des structures de recherche joue également un rôle dans cette situation. Selon qu'on privilégie la carrière individuelle ou l'équipe, qu'on organise la recherche au niveau d'un laboratoire, d'un grand institut, les marges de manœuvre et les comportements sont différents. Dans tous les cas, on note la nécessité d'une action volontariste pour définir une orientation stratégique et des moyens de soutien à l'activité exploratoire.

Dans la pratique, les avancées scientifiques ou les ruptures technologiques sont le fruit du hasard et de la curiosité. Un bel exemple est donné par le tout récent Prix Nobel de Chimie 2011 attribué à Daniel Shechtman découvreur des quasi cristaux qui furent décriés à l'époque car heurtant des concepts « bien établis » de la cristallographie. Aujourd'hui, la nécessité de justifier la recherche par une finalité à court terme, le souci des chercheurs de progresser dans leur carrière en adaptant leur production à des grilles d'évaluation comptables, favorisent un certain conformisme et un resserrement sur les sujets « à la mode ». Si l'on veut favoriser les ruptures, sans doute faut-il retrou-

ver un espace de rébellion et de contestation scientifique, avec un cadre de discussion permettant une évaluation par la communauté scientifique. Cet équilibre retrouvé ne serait pas contradictoire avec le souci de l'application. Si elles apparaissent comme restrictives pour les uns, les problématiques applicatives sont source d'inspiration pour les autres. A ce titre, les travaux de Shechtman à l'époque visaient à l'amélioration des propriétés mécaniques d'alliages d'aluminium.

Parmi les paramètres influençant la recherche, les modes de financement sont bien sûr primordiaux. L'agence nationale de la recherche (ANR) est actuellement une source incontournable du financement au travers d'appels à projet, souvent finalisés. Il reste qu'une part importante de financement concerne les « Programmes Non Thématiques », a priori dédiés à une recherche plus fondamentale. Ainsi, l'ANR doit et peut soutenir aussi la recherche exploratoire. Toutefois, des contraintes, voire des incompatibilités sont pointées par les acteurs de la recherche, demandeurs comme évaluateurs, et qui devraient être levées. Ce qui peut être valable dans un domaine spécifique (recherche finalisée) où l'on retrouve un ensemble de projets homogènes thématiquement, est plus difficile à gérer dans le cadre d'un appel d'offre très ouvert, même en regroupant les projets par grandes catégories disciplinaires telles que chimie, physique, biologie. . . . On voit bien d'ailleurs une tendance à créer des sous comités d'évaluation thématiques et des sous-ensembles de projets définis par mots-clés. De ce fait, le programme blanc devient de plus en plus un ensemble de sous-programmes finalisés. Le format des formulaires imposé par l'agence de financement n'est pas toujours compatible avec un projet de recherche réellement exploratoire. En particulier, on retrouve un découpage strict du travail par tâches et dans le temps avec lots, jalons, livrables, exploitation, valorisation. . . hérités des habitudes administratives des organismes européens. Cela a un impact global sur les critères de sélection qui restreignent le champ d'appréciation des évaluateurs ainsi que sur la cohérence de l'interprétation des mêmes critères le long de la chaîne d'évaluation (comité d'évaluation, comité de pilotage, arbitrages).

Si l'on aborde la place de la recherche exploratoire, il convient d'en définir les contours. Ainsi, en chimie des solides, l'exploration ne concerne pas seulement les nouveaux composés. Elle peut également se rencontrer dans les interactions entre les disciplines, les nouvelles méthodes de synthèse et les nouveaux procédés d'élaboration, la complexité, la combinaison d'échelles, le développement théorique. . . Ce sera toujours un défrichage curieux, source de progrès des connaissances, de rupture de mode de pensée, et qui amènera des applications.

Les progrès en instrumentation et en méthodologie sont aussi source d'innovation. L'évolution de l'instrumentation stimule l'exploration en permettant de revisiter des matériaux connus, comme d'en explorer de nouveaux. Les équipements de caractérisa-

tion ne sont plus nécessairement in house mais souvent partagés entre laboratoires ou dans le cadre des grands instruments. Cela favorise le croisement des compétences, des outils culturels, la pluridisciplinarité. Ce partage des ressources concerne aussi les moyens humains, tels que doctorants en co-tutelle ou post-doctorants partagés entre équipes, et le partenariat avec l'industrie.

La recherche exploratoire nécessite un état d'esprit qui s'acquiert. A ce titre, l'enseignement et la formation ont un rôle fort à jouer pour susciter la curiosité. Imaginer de nouvelles voies exige de maîtriser les disciplines de base (cristallochimie, thermodynamique. . .), mais également d'avoir le réflexe et l'envie de voir à côté (travail en équipe, interdisciplinarité. . .).

Une des contraintes majeures est le temps que l'on peut consacrer à la recherche et à la réflexion, tant se sont multipliés les appels à projets, tant s'est accélérée la course aux publications, tant s'est raccourci le temps de réaction alloué au chercheur pour répondre aux sollicitations de la société, des tutelles ou des partenaires industriels. La contrainte de temps est vécue comme un frein à la créativité. Apprendre à prendre le temps est une question de choix d'organisation de la cellule de travail (équipe, laboratoire. . .), parfois de choix de carrière.

Le cas des Bell Labs, mis en place dans les années 30, est exemplaire. Le point de départ est un pari, celui d'élaborer de nouveaux types d'objets tels que les transistors. Pour cela on a rassemblé dans des espaces communs des chimistes, des physiciens (métallurgie, magnétisme, électronique), des spécialistes de la mécanique quantique, des cristallographes, des ingénieurs avec une grande marge de manœuvre, mais avec obligation de participer à des échanges formellement organisés. L'influence des Bell Labs sur les découvertes du siècle dernier a démontré la force de l'interdisciplinarité mais aussi de la liberté donnée aux équipes. L'approche de type Bell Labs induit en retour une recombinaison des disciplines : la mise en place dans l'espace industriel de la physique des solides a été suivie par son assimilation par l'université pour devenir une discipline. Ainsi, la recherche fondamentale n'est pas considérée comme une catégorie séparée et produisant l'appliqué, mais comme une logique de travail qui ne porte ses fruits que si elle est fécondée et instruite de ce qui se passe ailleurs.

3.2 Le constat d'industriels

Plusieurs représentants de l'industrie évoluant dans différents secteurs d'activité, EDF, Solvay-Rhodia et UMICORE, ont également participé aux débats. Leurs visions de la recherche exploratoire et de son articulation avec les activités industrielles sont assez convergentes. L'industrie doit faire face à des contraintes spécifiques telles que les réglementations d'hygiène, de sécurité et d'environnement, la nécessité de corréler la recherche de matériaux avec le marché, d'intégrer la technologie en amont du développement de produits ou de procédés. . . La réduction du coût total amène à considérer avec attention les aspects économie des matières premières, cycle de vie des produits, robustesse de procédés. Toutefois, l'industrie est fortement demandeuse de recherche fondamentale. Ce type de recherche est intégré dans la stratégie des industriels, mais ceux-ci doivent faire face à un temps trop géré, trop court, trop incertain, pour pouvoir aujourd'hui la mener à bien en interne. Ainsi, tous insistent sur la nécessité d'établir des partenariats avec la recherche académique, laboratoires ou institutions, plutôt à long terme et avec une répartition des tâches bien définie. La participation à des réseaux européens, la création d'unités mixtes industrie-institutionnels, l'accueil des chercheurs *in house*, . . . sont autant de solutions adaptées pour développer une recherche exploratoire. Néanmoins, les financements sont parfois timides. La réactivité des industriels, français en particulier, face aux ruptures scientifiques est trop faible. Les décideurs, souvent trop financiers et pas assez scientifiques, sont à éduquer. Cet engagement, relativement faible de l'industrie française à la recherche exploratoire avait déjà été pointé dans les années 90. On se rendait compte alors que les découvertes françaises des années 60-80 avaient surtout été exploitées par l'industrie étrangère. Dès lors, une forte pression politique (loi sur la recherche de 1999) a incité les organismes de recherche à s'impliquer dans la recherche finalisée et la propriété industrielle. Au vu de la situation actuelle, n'est-on pas allé trop loin dans cette démarche ?

4 Propositions pour une dynamique nouvelle

4.1 Le financement

Mis à part les relations contractuelles avec l'industrie, les principales sources de financement pour les laboratoires sont les tutelles (CNRS, universités), l'ANR et très récemment les outils des initiatives d'excellence. On constate aujourd'hui un fort déséquilibre entre financement récurrent par les tutelles et financement sur projets. Cet état de fait est le résultat de choix politiques qui font de l'ANR la source incontournable

de financement de la recherche nationale. Ces financements sur projet sont difficilement compatibles avec une recherche exploratoire qui est par nature une activité de long terme, s'appuyant sur la culture scientifique des équipes de recherche. Il apparaît donc souhaitable, voire nécessaire, de rééquilibrer la part du financement récurrent à travers les organismes et les universités.

Des outils existent aussi au niveau Européen (ERC) qui ont vocation à soutenir une recherche exploratoire. Cela reste une structuration par projets autour d'un individu porteur et concerne un nombre restreint de financements de grande ampleur.

Malgré les contraintes qu'ils imposent, les programmes non thématiques de l'ANR sont devenus un support de la recherche exploratoire. De ce point de vue, leur fonctionnement suscite de nombreuses interrogations. Le souci de mettre en place une structure transparente, irréprochable, certifiée, amène à une vision quelque peu rigide de la recherche. Les formulaires et les mots clefs restreignent l'espace de manœuvre des porteurs de projet et contraignent les évaluateurs. Le message est brouillé quant aux types de projet qui peuvent être financés. Cet aspect a d'ailleurs été récemment pris en compte par l'ANR à travers la reformulation des appels d'offres non thématiques et l'annonce de l'appel « OH Risque ». Il conviendra de vérifier la bonne adéquation de ces appels et la possibilité de conduire des recherches à la frontière des connaissances en chimie des matériaux.

Par ailleurs, le volume des documents à fournir, le temps passé à la rédaction de projets de plusieurs dizaines de pages apparaissent comme un gâchis de temps eu égard au taux de réussite observé. Les experts soulignent la difficulté de la tâche des jurys. Les propositions sont diverses pour essayer d'améliorer le système, notamment l'allègement des formulaires et leur adaptation selon le type de projet (exploratoire, développement, application). Comme sera évoqué ci-après, la définition des structures de recherches est essentielle. Les Groupements de Recherche, lieux d'échanges multidisciplinaires, sont des structures à privilégier, souvent efficaces, à relativement peu de frais. Leur soutien est à renforcer.

L'organisation de la recherche Les organismes et établissements de recherche défendent une organisation en équipes au sein de laboratoires qui permet notamment d'aménager du temps et de l'espace pour différentes activités : exploratoire, développement, applications. Cependant, cette organisation collective se heurte au caractère individuel des projets financés sur appels d'offres. Ne faudrait-il pas réintroduire une part de financement récurrent, indifférencié, pour aider les laboratoires à re-déplacer le curseur vers une position plus équilibrée entre exploratoire et finalisé ? La mise à disposition d'un tel financement devrait s'accompagner par une politique au sein même des laboratoires encourageant et valorisant la recherche exploratoire y compris par

des moyens humains. Ce soutien pourrait être particulièrement fléché sur les jeunes entrants, souvent incités à rédiger des projets. Les tutelles et les instances d'évaluation des laboratoires et des personnels doivent favoriser cette politique de prise de risque.

4.2 Le cœur de métier

La chimie des solides a pris son essor grâce à la collaboration étroite avec la cristallographie et la physique. Paradoxalement, cela a contribué à une dérive vers une science des matériaux, définie par l'étude des structures et des propriétés. Il faudrait pouvoir revenir à l'essence du métier, être avant tout chimiste.

La situation de la cristallogénèse peut être prise en exemple. Toutes les applications et tous les édifices/matériaux ne se prêtent pas à, ou ne nécessitent pas l'obtention de monocristaux. Toutefois, elle peut permettre des avancées cruciales dans la compréhension des propriétés des matériaux². La cristallogénèse a un rôle majeur à jouer dans la recherche exploratoire de nouvelles phases et d'édifices nouveaux à condition de disposer d'au moins deux ingrédients indispensables :

- développer, ou tout au moins maintenir notre « capacité de synthèse », c'est-à-dire maintenir d'une part l'outil expérimental, et d'autre part le savoir-faire. Cela implique la notion de pérennité et replace au cœur de l'activité de recherche la notion d'équipe.
- avoir le temps d'être créatif et de mettre en œuvre ses idées.

En marge de la recherche de nouvelles phases et de nouveaux composés, il semble tout aussi important de revisiter d'anciens sujets avec un regard neuf et les outils actuels. Une compréhension beaucoup plus complète et plus poussée des phénomènes physico-chimiques permettrait sans aucun doute de transformer d'anciennes impasses en de nouvelles opportunités. La recherche exploratoire pourrait sans doute être guidée, aidée, par la simulation, des modèles prédictifs pour guider vers des voies plus « sûres ». Les nouvelles approches théoriques alliées à des moyens de calculs grandissants sont certainement un outil à exploiter à une époque où l'économie de temps est un maître mot. La recherche exploratoire n'est pas une recherche aléatoire ; elle s'appuie aujourd'hui sur une stratégie, une méthodologie et une instrumentation de pointe.

2. "When the big, uniform crystals were obtained all kinds of physics started growing out of them". W.Shockley, Prix Nobel de Physique en 1956, Introductory Remarks of the 1st Conference on Silicon Carbide (Boston, 1959).

4.3 L'interdisciplinarité est source de ruptures

Aujourd'hui encore, la confrontation de point de vue entre chercheurs de différentes disciplines et l'élaboration de projets communs sont un moteur pour le développement de matériaux. Les nouvelles phases et édifices nouveaux, les nouvelles méthodologies et par suite les ruptures émergent de stratégies associant d'autres disciplines parfois éloignées telles que chimie / biologie, chimie du solide / chimie moléculaire / supramoléculaire, matériaux / physique nucléaire, sciences expérimentales / théorie. Un environnement interdisciplinaire est nécessaire à la fertilisation croisée et à terme, à l'identification voire la valorisation des résultats prometteurs. Dans tous les cas, l'efficacité dépend de l'état d'esprit des chercheurs. « *Le hasard ne favorise que les esprits préparés* »³.

4.4 C'est aussi l'affaire des acteurs eux-mêmes

La créativité, une méthodologie exploratoire, ne sont pas que l'affaire des tutelles ou des financeurs. C'est aussi la responsabilité des acteurs de la recherche de maintenir et de développer une culture de la recherche exploratoire. Aujourd'hui, les soutiens à la recherche sont définis à partir de mots clefs sur la base de problèmes sociétaux. (SNRI période 2009-2012 : santé, bien-être, alimentation et biotechnologies, environnement et écotechnologies, information, communication et nanotechnologies.) Mieux comprendre le monde où l'on vit est une réponse sociétale. La notion de recherche exploratoire devrait être aussi un mot clef. La société et ses rapports avec la science ont évolué. Le droit à la recherche exploratoire est aujourd'hui à gagner en allant vers la société et le faisant valoir.

3. L. Pasteur, Discours prononcé à Douai, le 7 décembre 1854, à l'occasion de l'installation solennelle de la Faculté des lettres de Douai et de la Faculté des sciences de Lille.