

La recherche scientifique : son organisation en vue de l'application

Autor(en): **Dutoit, Paul**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles**

Band (Jahr): **52 (1918-1919)**

Heft 197

PDF erstellt am: **29.06.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-270222>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

La recherche scientifique.

Son organisation en vue de l'application

PAR

M. Paul DUTOIT, professeur.

Les recherches que nous envisageons ici sont celles qui, dans le domaine des sciences physiques et naturelles, conduisent à des applications pratiques ou ont celles-ci pour but. Le résultat final est l'apparition de produits, d'appareils, de phénomènes nouveaux, ou encore l'abaissement des prix de revient. Remarquons d'abord que la distinction entre les recherches scientifiques pures et leurs applications est ici de plus en plus ténue. On est surpris chaque jour de voir combien de travaux, semblant appartenir exclusivement au domaine de la science pure, trouvent une utilisation pratique imprévue et, inversement, combien de recherches d'un caractère nettement industriel, conduisent à des conséquences théoriques de première importance. Un des objets de cette causerie sera de préciser les rapports entre la recherche désintéressée et la recherche industrielle, et de montrer à quel point l'une et l'autre deviennent solidaires.

La recherche scientifique, ainsi définie et limitée, est un des plus importants sinon le plus important facteur de transformation de la vie sociale.

C'est presque un lieu commun de voir dans les équilibres sociaux actuels la conséquence des travaux scientifiques du XIX^e siècle. Celui-ci fut le siècle de l'énergie.

Il a été caractérisé par l'utilisation de plus en plus complète de l'énergie chimique accumulée dans le sol sous forme de houille ou de pétrole, de l'énergie cinétique des cours d'eau, de leur transformation en énergie mécanique, électrique et chimique, de leur transport à distance. Le XIX^e siècle a été le premier siècle du machinisme ; il a conduit aux concentrations de forces humaines dans les usines modernes et a créé une nouvelle classe sociale.

La recherche scientifique a augmenté, dans des proportions inconnues jusqu'alors, la masse des produits à disposition. La quantité de travail attachée à chacun de ces produits — et trop souvent aussi leur valeur artistique — a diminué. La consommation a augmenté. De nouveaux besoins ont été créés.

Elle a agi sur le temps en augmentant la durée moyenne de la vie humaine par suppression de quelques causes d'accidents (rage, variole, etc.), par le développement de l'hygiène, des interventions médicales. On pourrait considérer que des inventions comme le télégraphe, le téléphone, le phonographe ou le cinématographe appartiennent au même ordre de découvertes. Enfin, le remplacement de l'énergie animale par l'énergie mécanique tirée de la houille noire ou blanche, a décuplé la vitesse des transports.

D'une manière générale, la science moderne a créé un milieu social où les réactions sont incomparablement plus rapides, s'amorcent à un point quelconque du globe, où des besoins nouveaux ont créé la solidarité entre travailleurs et imposaient les modifications des statuts du travail dont nous sommes les témoins inquiets. Les mêmes causes qui ont conduit à ces résultats continuent leur action et, sans vouloir être prophète ou faire des anticipations à la Jules Verne ou à la Wells, on peut prévoir, pour un avenir très rapproché, pour demain peut-être, des modifications plus importantes encore.

Permettez-moi de citer deux ou trois exemples de ce que l'on peut attendre des recherches de demain, sans que je sois certain d'avoir choisi ceux qui soient le plus démonstratifs.

Un des problèmes dont la solution augmenterait plus que toute autre la masse des produits à disposition de l'humanité est, sans conteste, le problème de l'azote, c'est-à-dire le problème des engrais. L'azote, associé aux autres fertilisants qui existent en abondance, permet d'intensifier la culture et d'obtenir, avec la même somme de travail, un rendement supérieur. Les races humaines ont donné à ce problème des solutions instinctives dont est résultée leur destinée. Pour l'avoir méconnu, la race noire n'a pas pu assurer à ses descendants la qualité de l'alimentation qui fixe la supériorité du type. La race jaune, traditionnaliste à l'extrême, précautionneuse, a résolu le problème par l'économie en ne laissant perdre aucune substance fertilisante, et est arrivée à nourrir une population double de celle des autres parties du monde. La race blanche, imprévoyante et bien douée, a gaspillé ses réserves — comme elle le fait encore en d'autres domaines — puis a conquis chez les voisins la nourriture qui lui faisait défaut. Lorsque ces expédients n'ont pas suffi, elle a exploité les réserves d'azote abandonnées dans le sol par les millénaires précédents : les nitrates du Chili, les sels d'ammoniaque de la houille. Ce n'est que dans les dernières années du XIX^e siècle qu'elle a abordé l'application d'une solution plus complète en créant des engrais azotés à partir de l'énergie électrique et du réservoir inépuisable d'azote qu'est l'air atmosphérique. Ce sera un honneur, pour la Suisse, que les premières tonnes d'engrais azotés synthétiques aient été fabriqués industriellement à Genève, sous l'impulsion de Ph.-A. Guye, qu'on appelait récemment à Paris le « père de l'azote ».

Les procédés d'utilisation de l'azote atmosphérique se sont multipliés au point qu'il en existe déjà au moins trois, entièrement différents comme principe, qui sont exploités industriellement. Le choix définitif n'est pas fait, et chaque pays a encore sa politique de l'azote. Qu'il suffise cependant, pour faire saisir le sens profond de cette transformation économique, de rappeler que s'il n'y avait pas eu, en 1914, une solution industrielle du problème de l'azote, les empires centraux n'auraient pas pu résister si longtemps aux effets du blocus. L'azote activé n'est pas seulement indispensable pour assurer la surproduction des cultures : c'est encore l'âme de la guerre et la base des explosifs modernes.

Les différents procédés actuels ont des rendements voisins, c'est-à-dire que la même dépense d'énergie et de main-d'œuvre conduit sensiblement à la même quantité d'engrais. Un cheval-an produit actuellement environ 500 kilos d'engrais azoté à 20 % d'azote. Cette quantité d'engrais, accompagnée des autres éléments fertilisants nécessaires, assure une surproduction de 10 000 kilos de pommes de terre, 1500 kilos de blé ou encore de 1000 kilos de sucre. Le bilan thermique des réactions qui transforment l'azote atmosphérique en azote utilisable, permet de poser une limite maximum de rendement. Celui-ci pourrait être environ trente fois plus grand qu'actuellement. C'est dire combien de progrès restent à réaliser. Si l'on arrivait simplement à doubler le rendement actuel, le million de chevaux équipés aujourd'hui pour transformer l'azote atmosphérique en azote engrais procurerait, sans frais nouveaux, 10 millions de tonnes de pommes de terre ou 1 1/2 million de tonnes de blé. Et il reste, dans le monde, encore bien des millions de chevaux de force à équiper.

Il n'est, du reste, pas certain que la transformation de cet engrais en aliment doive s'effectuer exclusivement

par l'intermédiaire du sol. Qu'on se rappelle les cultures de levures inaugurées pendant la guerre, et qui ont fourni des albumines et des matières grasses propres à la consommation animale, à partir de cellulose, d'hydrate de carbone et d'engrais azotés.

Dans l'étude des phénomènes touchant à la vie, on peut attendre beaucoup du développement de l'hygiène, des statistiques et des organisations qui en dépendent.

Dans le domaine du machinisme, les prophéties de ces dernières décades sont toujours restées en deçà des réalisations. Ce n'est pas au moment où, après moins de dix ans d'expérience, un aviateur vient de traverser sans escale l'Atlantique, que l'on est arrivé au terme des progrès techniques.

La qualité et la variété des métaux mis à la disposition des constructeurs, augmentent du reste tous les jours. Les méthodes les plus délicates de la physique ont été appliquées ici, pour perfectionner ces métaux. Il en résulte une augmentation continue dans la souplesse, la légèreté et la puissance des machines modernes. Le jour où les transports de force à distance seront devenus encore plus simples, ou que, peut-être, par la commande à distance et sans fils des instruments aratoires on pourra décupler le travail de l'homme dans les exploitations agricoles, la vie sociale aura encore singulièrement changé.

C'est à peine une esquisse que je présente ici, mais elle suffit, car je m'adresse à un milieu qui a déjà réalisé l'important facteur de transformation sociale qu'est la recherche scientifique. L'histoire de l'avenir mettra peut-être sur le même plan l'œuvre des parlements et des congrès qui posent les statuts de l'humanité et l'œuvre des scientifiques et des industriels. L'une n'enregistre qu'un état fugitif, l'autre crée l'instrument qui va déplacer cet équilibre péniblement assuré pour un temps.

* * *

Quand on a réalisé que la recherche scientifique mène le monde vers ses destinées futures et imposera cette fraternité dans le travail commun — qui est le désir d'aujourd'hui et qu'on ne peut attendre du changement des mœurs, — on voit l'organisation de la recherche d'un autre œil. A première vue, elle apparaît imposante. Des milliers de laboratoires, entretenus par les Etats, sont autant de centres de travail ; d'autres instituts ont été créés par les libéralités privées. Des instruments de travail encore beaucoup plus puissants se développent dans les grandes sociétés industrielles modernes, qui disposent de ressources matérielles incomparablement plus grandes et absorbent de plus en plus des hommes que l'on était accoutumé à voir développer leur activité intellectuelle dans la recherche désintéressée.

Le résultat de ce travail est transmis par des périodiques, au nombre de plus de trois mille, groupés par spécialité ; les uns se restreignant à des études spéciales, les autres embrassant des domaines plus vastes de l'activité intellectuelle. Des organismes, privés d'abord, puis nationaux, internationaux quelquefois dans ces dernières décades, diffusent les recherches. Ce sont les catalogues internationaux des publications scientifiques, les recueils d'extraits des publications, donnant presque au jour le jour, et pour chaque branche de la science, un résumé de tout ce qui a été publié. Ce sont ensuite les recueils classant les constantes nouvelles, les dictionnaires, les tables. Ce sont ensuite les lois destinées à protéger la propriété intellectuelle et leurs organes. Des sociétés locales, régionales, nationales, internationales, groupent des spécialistes, unifient les notations, provoquent des études utiles à la communauté, mais qui auraient dépassé les forces d'un seul individu. Une association

internationale (maintenant interalliée) des académies et des congrès internationaux deviennent, en quelque sorte, les grands organes législatifs de cette organisation. Celle-ci semble parfaite et, cependant, à l'examiner de près, on constate bien des anachronismes. L'humanité ne distrait pas même un pour cent de ses travailleurs — quelques pour mille seulement — pour découvrir des phénomènes nouveaux et trouver des applications techniques nouvelles.

Moins d'un pour mille des revenus du monde sont consacrés à la même tâche et l'on ne peut s'empêcher de constater que, si le monde avait consacré au travail de recherche la dixième partie des vies fauchées dans la guerre, et la dixième partie des capitaux perdus, on disposerait presque sûrement de moyens techniques tels que la prospérité générale aurait été accrue dans des proportions inappréciables.

La cause qui retarde encore le développement de la recherche est que la plupart des hommes redoutent des découvertes qui modifient les équilibres auxquels ils sont habitués. C'est la grande loi de l'action et de la réaction. Rappelons-nous comment les ouvriers de Jacquard ont accueilli les tissages mécaniques, et comment l'Académie de médecine jugeait les premiers travaux de Pasteur. Les seuls groupes intéressés à créer un perfectionnement technique, sont ceux auxquels ce perfectionnement profite. Il y aura donc deux sortes d'hommes qui s'adonneront à la recherche : ceux que l'on pourrait appeler les scientifiques purs et qui consacrent leur vie à la recherche désintéressée, par besoin naturel, et les industriels qui poursuivent, dans un travail parallèle, le bénéfice matériel de leurs efforts. Ces deux races n'avaient pas de contact à leurs débuts. On voit assez mal quelles relations pouvaient exister entre Newton et un fabricant de machines à son époque, ou entre Lavoisier

et un teinturier de la fin de XVIII^e siècle. Actuellement, ces deux classes se rapprochent de plus en plus, se pénètrent, quelquefois même se confondent. Des travaux de pure science théorique sortent des laboratoires industriels, et les laboratoires rattachés aux chaires du haut enseignement s'occupent souvent de mettre au point des applications techniques. Le mouvement qui rapproche, d'une manière continue, les hommes de science et les industriels, représente peut-être la plus grande transformation qui se soit produite dans l'organisation de la recherche.

Les buts que poursuivent l'homme de science et l'industriel étant différents, leur manière de concevoir la recherche sera différente aussi. L'un préférera la plus grande publicité pour ses travaux, afin de les répandre et d'en faire profiter libéralement les chercheurs qui suivent la même voie ; l'autre, ayant un but final intéressé, tiendra à conserver ses travaux secrets aussi longtemps que possible, pour éviter que la concurrence ne bénéficie de ses efforts. Cette différence dans le but poursuivi a pour conséquence un rendement plus faible du travail de recherche. Celui qui a eu l'occasion, par des expertises ou par des confidences, de parcourir les archives de deux ou trois entreprises industrielles concurrentes, aura constaté quelle somme énorme de travail était accomplie en pure perte pour l'humanité : travail consistant à refaire des expériences déjà souvent faites ailleurs, mais qui n'avaient jamais été rendues publiques. Il n'est pas exagéré de prétendre que la littérature scientifique ne donne qu'une très faible image de l'activité intellectuelle, tout au moins dans le domaine des sciences se prêtant à des applications immédiates (chimie).

L'industrie évolue, comme tout organisme, en cherchant à augmenter son rendement. Cette évolution se fait dans un même sens et avec des caractères communs dans tous les pays. Les différences sont dans le degré

de l'évolution et dans ses modalités. Le caractère commun le plus remarquable est l'« agrégation des industries ». Les petites unités se groupent pour former des sociétés de plus en plus puissantes, unissant leurs intérêts par des cartels, des trusts, des syndicats. Entre les différents groupes de la famille industrielle (métallurgie, industrie chimique, industrie électrique, textile, etc., etc.) naissent des relations plus ou moins intimes, réglées par des organismes indépendants ou dans la main du pouvoir politique et qui coordonnent les efforts des groupes avec l'intérêt national.

Il serait intéressant d'examiner les rapports entre la recherche et l'industrie dans les différents pays, mais cette étude nous entraînerait trop loin et, d'ailleurs, sortirait du cadre d'une causerie. Je voudrais, cependant, caractériser en quelques mots le développement de l'industrie dans deux pays voisins, la France et l'Allemagne. Ce n'est pas qu'ils soient les plus intéressants. Le monde anglo-saxon a organisé la vie industrielle et scientifique d'une façon probablement supérieure encore. Personnellement, j'admire de plus en plus l'industrie américaine, la manière dont elle a résolu l'abaissement des prix de revient par le travail en série, la sagesse qui a inspiré les relations entre organes de l'usine, le travail manuel et le travail intellectuel. J'admire surtout le recrutement libéral des valeurs dans les milieux sociaux les plus variés, et l'effort financier colossal qui a été fait pour doter le pays de hautes écoles, de laboratoires de recherches et d'instituts mi-scientifiques, mi-industriels. On a sous-estimé longtemps la qualité intellectuelle du travail fourni par l'Amérique. Elle n'avait pas la tradition scientifique et a dû former, d'abord, son personnel supérieur dans les vieilles universités d'Europe. Maintenant que ce travail préliminaire est terminé, elle étonne par la masse et la qualité de sa contribution au progrès.

* * *

L'Allemagne a commencé la première son évolution industrielle. Dans les années qui ont précédé la guerre, elle était presque arrivée au terme final du premier stade de développement. Dans la grande industrie chimique, les matières colorantes, l'industrie électrique, par exemple, l'association des producteurs était devenue telle qu'on pouvait presque parler d'une unification de ces industries. Le contact entre l'universitaire et l'industriel, pris depuis plus de cinquante ans, s'était transformé en une collaboration constante et féconde. Il n'y avait guère dans les hautes écoles techniques et les universités de laboratoires qui ne s'occupassent de problèmes techniques et qui ne fussent en relations avec des industriels. Dans plusieurs écoles techniques, les élèves étaient même astreints à faire un stage de quelques mois dans une industrie avant d'obtenir leur diplôme final. Les laboratoires d'usine groupaient, quelquefois par centaines, des jeunes ingénieurs dirigés par un personnel supérieur d'une haute valeur scientifique.

Entre les différents groupes industriels s'était établie une liaison constante. L'état politique tenait les fils de cette organisation et agissait, dans l'intérêt supérieur du pays, pour provoquer les ententes, créer de nouvelles fabrications, soulager telle région, ou telle industrie par des abaissements locaux de prix, et surtout pour créer de nouveaux débouchés, assurant aux produits allemands la conquête des marchés extérieurs.

Si le temps le permettait, je citerais ici quelques exemples tirés du domaine de l'industrie mécanique et de l'industrie chimique, pour illustrer le degré de perfection qui avait été atteint par la coopération entre scientifiques et industriels. L'exemple le plus frappant serait peut-être celui qui nous est donné par la mise en œuvre du procédé

Haber. L'idée et les premiers essais sont français (Le Châtelier). L'étude de la réaction est reprise au laboratoire de Carlsruhe : les constantes chimiques, physico-chimiques sont déterminées avec un souci remarquable de la précision. Puis commence la mise en œuvre industrielle en quart et demi-grandeurs, qui se termine par la grandiose réalisation de Ludwigshafen où l'on a monté le nouveau procédé, dès les débuts de la guerre, avec des unités énormes, capables de produire 60 000 tonnes de sulfate d'ammoniaque par an. La réalisation technique d'une réaction aussi compliquée, dans un laps de temps aussi court, n'aurait peut-être pas été possible ailleurs ; elle exigeait une concordance dans les efforts et une discipline tout allemandes. Et combien d'autres réalisations de ce genre, depuis les tubes Mannesmann jusqu'aux matières colorantes, ne pourrait-on pas mettre à l'actif de l'industrie allemande ?

Une organisation aussi perfectionnée devait fatalement avoir pour conséquence une diminution du prix de revient et, par conséquent, une supériorité momentanée sur les industries étrangères voisines. Mais, cette avance anormale dans l'organisation présente aussi ses côtés fâcheux. L'Etat use de la puissance industrielle qu'il canalise pour conquérir des marchés. Là où le voisin résiste, on se servira de moyens de guerre. A l'intérieur du pays même, la division à l'extrême du travail, la hiérarchie qui en résulte, l'unité politique de direction, l'encadrement des intellectuels, sont autant de facteurs qui diminuent la valeur morale de l'individu. Le manifeste des 93 restera un témoin durable de la diminution de valeur morale qui peut atteindre les plus grands esprits d'un peuple lorsque l'effort de tous est orienté vers un but de conquête.

* * *

En France, l'évolution industrielle était dans un stade moins avancé. C'était encore l'époque féodale de l'industrie. Des seigneurs indépendants de petite importance. Des suzerains — quelquefois étrangers — quelques rares organisations très puissantes, mais généralement sans contact entre elles. La collaboration entre scientifiques purs et industriels, est presque nulle. Elle n'est pas dans les mœurs et répugne aux uns comme aux autres.

Permettez-moi de rappeler un souvenir personnel.

J'ai eu le privilège, étant jeune homme, d'entendre Berthelot s'exprimer dans l'intimité sur le rôle de l'homme de science et du professeur. Il n'admettait, pour cette classe d'hommes, que la recherche désintéressée, excluant toute coopération avec l'industrie. Il parlait de la « faiblesse » d'une des gloires de la physique française, parce que cet homme éminent avait adjoint à sa chaire universitaire, une situation de physicien-conseil d'une grande industrie.

Cet état d'esprit était celui de la majorité des intellectuels. Les industriels, de leur côté, ne s'adressaient pas volontiers aux hommes de science, leurs conseillers naturels, sinon pour se les attacher d'une manière exclusive. Il est frappant de constater combien cet état d'esprit a nui au développement de l'industrie française et l'on peut d'autant plus le regretter qu'il n'est probablement pas un second pays au monde où la main-d'œuvre soit aussi intelligente et capable d'initiative et où les sommités intellectuelles soient plus admirables. Ses plus belles découvertes, dans tous les domaines de la science, sont généralement sorties de cerveaux français, mais ont été trop souvent exploitées ailleurs qu'en France, dans les pays où l'organisation permettait leur mise en valeur plus immédiate.

La guerre est venue et a modifié tous ces rapports. L'Allemagne voit l'empire économique lui échapper, comme l'empire du monde lui avait déjà échappé au moyen âge. L'histoire se renouvelle et les mêmes causes engendrent les mêmes effets. C'est pour avoir poursuivi le rêve de l'empire mondial que les rois d'Allemagne du moyen âge ont négligé d'asseoir définitivement la force intérieure de leur royaume et sont retombés dans un stade moins avancé de développement politique. C'est pour avoir poursuivi l'empire économique que l'industrie allemande se débat aujourd'hui dans des difficultés qu'elle n'avait jamais connues.

En France, l'état d'esprit causé par l'agression, comme la nécessité de se défendre, ont créé automatiquement l'interdépendance des industries. Lorsque l'histoire industrielle de ces cinq dernières années aura été écrite, on sera stupéfait de voir de quelle puissance d'invention et de réalisation l'industrie et le génie français ont été capables. Qu'en restera-t-il à l'avenir ? C'est une question passionnante, surtout pour nous, voisins et amis. Le mouvement d'agrégation des industries imposé par la guerre se continuera-t-il librement dans la paix ? On peut le supposer. Depuis six mois nous avons déjà vu des fusions nombreuses de sociétés (matières colorantes, électrochimie, etc.), on parle de beaucoup d'autres. La nature des relations entre scientifiques et industriels a été profondément modifiée. Les premiers ont donné de toutes leurs forces ces dernières années, le contact a été établi. On signale de nouveaux laboratoires de recherches industrielles créés par de grandes sociétés. D'autres — il m'a été donné d'en voir un — ont été établis par la collaboration de groupes industriels divers et sont dirigés par des hommes éminents, avec l'appui de sommités scientifiques. Le processus de cette transformation industrielle va dépendre du caractère de la race. Ce ne sera

pas une imitation du processus allemand. On note déjà des différences essentielles.

Des organes qui doivent assurer les relations entre le capital, l'industrie et la science se créent par l'initiative privée (B.O.E., par exemple). On peut escompter que l'industrie française échappera, en partie au moins, à l'impérialisme qui a causé l'effondrement allemand.

Sans vouloir allonger cet aperçu sommaire, qu'il me soit permis de poser quelques conclusions résumant le sujet.

Je crois pouvoir admettre que le développement parallèle des recherches scientifiques et industrielles ira encore en croissant, que les organes diffusant l'expérience nouvelle augmenteront en nombre et en efficacité. La collaboration de l'homme de science et de l'industriel se généralisera en devenant plus intime encore. Sous toutes ces impulsions, la science du xx^e siècle réussira à assurer une vie matérielle plus large à tous les travailleurs. C'est la conclusion optimiste d'un ami, dans la petite causerie que notre président m'avait demandée.