

L'« ordre biologique » selon André Lwoff

Laurent LOISON

Un an avant la parution du *Hasard et la nécessité* et de *La Logique du vivant*, André Lwoff (1902-1994) publiait un petit livre intitulé *L'Ordre biologique* (1969)¹. De prime abord, cet ouvrage ne peut soutenir la comparaison avec les deux autres. Il s'agit avant tout d'un texte de vulgarisation des dernières avancées de la nouvelle biologie moléculaire ; c'est ainsi qu'il fut présenté et reçu à l'époque. On ne trouve dans ce livre ni la portée philosophique de celui de Jacques Monod, ni la profondeur historique et épistémologique de celui de François Jacob.

Pourtant, la relecture de ce texte, plus de quarante ans après, n'est pas sans instruire l'historien des sciences sur certaines modifications fondamentales apportées par la biologie moléculaire dans la manière de concevoir la nature du vivant. Pour apprécier ce changement, il est nécessaire de replacer l'ouvrage à l'intérieur du parcours intellectuel de son auteur, afin notamment d'en éclairer le contenu par comparaison avec celui d'un texte antérieur, *L'Évolution physiologique* (1944).

QUELQUES REPÈRES BIOGRAPHIQUES

Comme l'a déjà indiqué Michel Morange, la figure d'André Lwoff est particulièrement intéressante dans l'histoire de la biologie du xx^e siècle car

1. Nous remercions chaleureusement le personnel des archives de l'Institut Pasteur, et notamment Daniel Demellier. La disponibilité dont ils font preuve et la qualité de leur travail enrichissent et facilitent considérablement celui des chercheurs.

ses travaux ont appartenu à plusieurs moments de cette histoire¹. En effet, contrairement à celle de Jacques Monod et plus encore à celle de François Jacob, l'œuvre scientifique de Lwoff n'est pas tout entière comprise dans le champ de la biologie moléculaire naissante et de ses développements ultérieurs. À la fin des années quarante, lorsque l'Institut Pasteur s'apprêtait à devenir l'un des lieux majeurs de l'édification de cette nouvelle discipline, Lwoff avait déjà derrière lui une longue et riche carrière dans les domaines de la protistologie et de la nutrition microbienne. Par ailleurs, passée son incursion décisive dans le champ de la bactériophagie et de la lysogénie, Lwoff ne se limita pas à un secteur du savoir et porta son attention vers l'étude des virus animaux, à l'écart des questions proprement moléculaires telles qu'elles se dessinaient durant les années 1960 et 1970. Pour saisir le sous-texte de son ouvrage de 1969, il est nécessaire de reprendre les principaux travaux qui, auparavant, avaient mobilisé l'attention de son auteur.

André Lwoff est né à Ainay-le-Château, dans l'Allier, le 8 mai 1902, avant que ses parents ne viennent rapidement s'installer à Paris². Son père, médecin d'origine russe, était un proche d'Élie Metchnikoff, pastorien de la première heure et prix Nobel en 1908 pour la découverte du phénomène de phagocytose. Comme Lwoff aimait à le raconter, un tel contexte familial le conduisit très tôt à faire la connaissance de ses premiers microbes³. Dès 1921, à l'âge de 19 ans à peine – et parallèlement à la poursuite d'études de médecine – Lwoff engageait une collaboration scientifique qui devait durer plus de vingt ans et qui à tout point de vue allait se révéler décisive. L'année précédente, il avait pour la première fois effectué un stage d'été à la station de biologie marine de Roscoff, en Bretagne. Il y rencontra Édouard Chatton, l'un des protozoologistes majeurs de l'époque. Celui-ci l'associa à ses propres recherches à partir de la saison suivante et ils effectuèrent ensemble, plusieurs années durant, une série de travaux de première importance. Dans leurs études consacrées aux ciliés apostomes, ils se concentrèrent notamment sur l'analyse des protozoaires ciliés parasites, groupe très peu connu à cette époque et montrant des particularités biologiques

1. Michel Morange, «André Lwoff : from protozoology to molecular definition of viruses».

2. André Lwoff, *Notice sur les titres et travaux scientifiques*, 1950, document dactylographié, Paris, archives de l'Institut Pasteur.

3. Agnes Ullmann, «André Lwoff (1902-1994) : remembrances», p. 3289.

nombreuses liées à leur mode de vie. C'est leur morphologie et surtout les mécanismes responsables de la production des structures ciliaires qui allaient préoccuper Lwoff et Chatton en premier lieu¹.

Simultanément, Lwoff intégrait le service de microbiologie coloniale dirigé par Félix Mesnil à l'Institut Pasteur, ce qui lui permettait de poursuivre ses recherches tout au long de l'année, et surtout d'être formé aux techniques pastoriennes du travail microbiologique. Afin de progresser dans la connaissance des cycles de vie des ciliés, il était en effet nécessaire de pouvoir en maîtriser le déterminisme, et il apparaissait donc primordial d'être capable de contrôler précisément la nature des éléments ingérés. Or les ciliés se nourrissent en temps normal des diverses bactéries présentes dans leur milieu, ce qui ne permet d'estimer ni quantitativement ni qualitativement leur alimentation. Lwoff essaya d'établir des cultures pures de ciliés, expérience infructueuse jusqu'alors. En 1923, il y parvint finalement, avec l'espèce *Glaucoma piriformis*². Néanmoins, cette réussite resta isolée, et il se révéla très difficile de l'étendre aux autres protozoaires ciliés.

Pour autant, ce détour convainquit Lwoff de l'importance de l'étude des besoins nutritifs des unicellulaires, champ de recherche alors au commencement de son exploration. C'est à cette tâche qu'il consacra son travail de thèse, et il soutint en 1932 son mémoire intitulé *Recherches biochimiques sur la nutrition des Protozoaires*. L'idée principale qui y était défendue, et qu'il allait approfondir durant la décennie suivante, était que le besoin en un facteur de croissance devait traduire pour le microorganisme en question un défaut de synthèse dudit composé. Ce défaut de synthèse était lui-même conçu comme le résultat de la perte d'une fonction enzymatique au cours de l'évolution. Pour pouvoir développer l'assise factuelle de cette hypothèse, Lwoff eut besoin de se former aux techniques d'étude du métabolisme cellulaire, c'est pourquoi il séjourna durant l'année 1932-1933 dans le laboratoire du biochimiste allemand Otto Meyerhof, à Heidelberg. La période des années 1930 fut ainsi consacrée à la mise en évidence – souvent en collaboration avec son épouse Marguerite – d'une série de composés jouant

1. André Lwoff, *Problems of Morphogenesis in Ciliates : The Kinetosomes in Development, Reproduction and Evolution*.

2. André Lwoff, « Sur la nutrition des infusoires ».

effectivement le rôle de facteurs de croissance chez différentes espèces de protistes puis de bactéries. Ces recherches devaient contribuer à renforcer l'idée que les mêmes mécanismes fondamentaux sont à l'œuvre chez tous les êtres vivants, puisque ces substances, tantôt synthétisées par l'organisme, tantôt apportées par la nutrition, sont, quoi qu'il en soit, nécessaires à leur fonctionnement biochimique. Par ailleurs, Lwoff fut le premier à indiquer la fonction métabolique exacte des facteurs de croissance, qui jouent souvent le rôle de cofacteur enzymatique. L'ensemble des recherches qu'il effectua durant cette période donna lieu à un vaste ouvrage de réflexion théorique, *L'Évolution physiologique*, rédigé durant les premières années de la Seconde Guerre mondiale et publié avec difficulté en 1944. C'est ce texte qui nous servira plus loin de point de comparaison avec *L'Ordre biologique*, celui-ci ayant été rédigé après la « révolution » moléculaire, alors que celui-là venait opérer la synthèse des thèses de Lwoff avant les premières réussites de cette nouvelle discipline.

Au sortir de la guerre, Lwoff changea une nouvelle fois d'orientation et décida à son tour de s'intéresser aux difficiles problèmes de la lysogénie et de la nature du bactériophage¹. En quelques mois seulement, il parvint à maîtriser le déterminisme de la lysogénie, apportant une démonstration définitive de l'existence d'un état lysogène chez les bactéries précédemment infectées par un phage. Sur le plan théorique, il développa le concept de provirus pour rendre compte de cet état potentiellement infectieux². Après cette brillante réussite, qui fut en fait son principal apport direct au corpus de la biologie moléculaire, il décida de réorienter ses recherches, et laissa la question de la lysogénie entre les mains d'un de ses rares élèves, François Jacob, qui venait d'intégrer son service de physiologie microbienne³. Il s'intéressa par la suite à la virologie animale, réalisa d'importants travaux consacrés à l'étude des poliovirus, et s'engagea également dans une réflexion théorique consacrée à la définition de la catégorie de virus⁴.

1. André Lwoff, «The prophage and I».

2. Charles Galperin, «Le bactériophage, la lysogénie et son déterminisme génétique».

3. Sur la manière peu orthodoxe dont François Jacob parvint à intégrer le service de Lwoff, on lira avec intérêt : François Jacob, *La Statue intérieure*.

4. André Lwoff, «The concept of virus».

Ce rapide historique des principaux travaux de Lwoff montre d'une part qu'il ne fut ni l'homme d'un seul problème (à la différence de Monod, qui toute sa carrière s'interrogea sur le mécanisme de l'adaptation enzymatique et plus généralement sur les modalités de contrôle des fonctions enzymatiques), ni surtout l'acteur d'un seul moment dans l'histoire des sciences du vivant au ^{xx}^e siècle. C'est à l'aune de ce constat qu'il faut souligner le remarquable point commun des deux ouvrages précédemment cités. Tous deux, effectivement – et bien que traitant de sujets radicalement différents – se terminent par un chapitre conclusif consacré aux rapports entre la thermodynamique et la biologie. Michel Morange y a vu la persistance d'interrogations venant s'ancrer dans des conceptions caractéristiques du ^{xix}^e siècle¹. Tout en rejoignant cette interprétation, il nous semble également intéressant de constater comment ces deux chapitres, écrits à vingt ans de distance, se répondent l'un l'autre ; et surtout, comment le second vient rendre caduque les thèses du premier, indiquant par là l'étendue des changements que la biologie moléculaire a introduits dans la compréhension de la spécificité du vivant.

L'ORDRE BIOCHIMIQUE, LA THERMODYNAMIQUE COMME SOUTIEN

L'Évolution physiologique est un livre complexe et dense, qui doit être compris comme le prolongement – et d'une certaine manière l'achèvement – du texte de 1932, consacré à la question de la nutrition microbienne. Pour Lwoff, les progrès de la biochimie au cours du premier tiers du ^{xx}^e siècle devaient permettre de porter un regard neuf sur la question des processus physico-chimiques de la vie elle-même. Il était maintenant possible d'étudier expérimentalement tout un pan du processus évolutif, l'évolution physiologique, qui n'avait pas reçu une attention suffisante jusqu'alors. En cela, Lwoff voulut réactualiser certaines thématiques de la physiologie de Claude Bernard dans le champ propre de l'évolution biologique². L'ouvrage

1. Michel Morange, « André Lwoff... », p. 592.

2. Richard Burian et Jean Gayon, « Un évolutionniste bernardien à l'Institut Pasteur ? Morphologie des ciliés et évolution physiologique dans l'œuvre d'André Lwoff ».

de 1944 est tout entier tourné vers la démonstration d'une thèse forte : chez les unicellulaires, l'ordre phylogénétique montre que cette évolution physiologique s'apparente à une succession de pertes de fonctions, ce qui signifie que l'évolution physiologique est – au moins dans son mouvement essentiel – une évolution régressive¹.

Une part importante du texte consiste en une conséquente série d'arguments empiriques attestant la solidité de cette thèse. Par exemple, Lwoff, sur la base de caractères morphologiques, propose de voir l'évolution chez les protistes se dérouler selon la séquence *chlorophytes* → *leucophytes* → *protozoaires s. s.* Parallèlement, il note que les premiers disposent de chlorophylle et de plastidome (synthèse des réserves glucidiques figurées), les deuxièmes de plastidome uniquement, alors que les protozoaires s. s. sont dépourvus des deux. Depuis les chlorophytes jusqu'aux protozoaires, on passe ainsi progressivement d'un métabolisme autotrophe à un métabolisme hétérotrophe nécessitant plus d'apports nutritifs exogènes : il y a eu diminution des potentialités physiologiques (du « pouvoir de synthèse ») par perte de fonctions métaboliques.

Cette évolution linéaire et simplificatrice, observée dans chacune des lignées d'unicellulaires (eucaryotes et procaryotes), est qualifiée d'« orthogénèse régressive » (chap. XVI). Lwoff, qui disposait d'une très grande érudition scientifique, place alors explicitement ses conclusions dans la continuité de celles des paléontologues américains du XIX^e siècle². Ceux-ci, comme Edward D. Cope, avaient développé l'idée d'une orthogénèse *morphologique* régressive sur la base des séries fossiles qu'ils avaient pu exhumer. L'évolution semblait guidée par une nécessité interne au vivant, qui rendait l'extinction certaine et inéluctable³. Pour ces paléontologues, la nature de ce moteur interne restait problématique et engageait une vision spiritualiste du monde vivant : d'une façon ou d'une autre, une entité transcendante régissait le cours du flux évolutif et conduisait les lignées vers l'extinction. Lwoff se contenta du constat, sans les rejoindre quant aux présupposés métaphysiques sous-jacents.

1. André Lwoff, *L'Évolution physiologique...*, p. 10-11.

2. *Ibid.*, p. 245.

3. Stephen Jay Gould, *Ontogeny and Phylogeny*.

Comment alors expliquer cette régression biochimique évolutive tout en restant sur le terrain scientifique ? Lwoff aborde ce problème crucial dans les trois derniers chapitres du livre. Il explique d'abord, en opérant la synthèse des pages précédentes, que les pertes de fonctions correspondent à grande échelle à une véritable dégradation évolutive (chap. xviii). Il développe ensuite l'idée que cette spécialisation physiologique semble absolument irréversible : l'évolution physiologique ne peut connaître qu'un seul sens, « comme si un certain potentiel énergétique particulier s'épuisait lentement mais inéluctablement¹ » (chap. xix). Fort de cette interprétation, c'est alors tout naturellement que Lwoff se tourne vers la thermodynamique pour appuyer son raisonnement. Si l'évolution biologique est une dégradation inéluctable, c'est parce qu'elle subit le jeu des mêmes lois fondamentales que l'évolution physico-chimique, au premier rang desquelles le second principe de la thermodynamique (chap. xx).

On aurait tort de penser que Lwoff utilise ici la thermodynamique comme modèle distant ou comme simple métaphore². Bien au contraire, à plusieurs reprises au cours de cet ultime chapitre, il semble indiquer que son projet est d'« *appliquer* le second principe de la thermodynamique à l'évolution des êtres vivants³ », ce qui est tout autre chose. C'est parce que l'évolution physiologique se joue à l'échelle des molécules protoplasmiques et de leurs transformations chimiques qu'il est à la fois légitime et nécessaire de tenter une telle « application ». En cela, Lwoff ne faisait que continuer une riche et ancienne tradition de pensée, qui depuis la fin du xix^e siècle voulait intégrer les enseignements de la thermodynamique à la compréhension des phénomènes temporels chez les êtres vivants⁴.

Par conséquent, l'ordre biochimique, tout au moins celui du patrimoine héréditaire des cellules, fut selon Lwoff maximal à l'origine. La suite ne fut que perte de fonctions, « conséquence d'un déterminisme implacable et rigoureux à l'égal du déterminisme physico-chimique⁵ ». Quant à la

1. André Lwoff, *L'Évolution physiologique...*, p. 263.

2. C'est la lecture que semble proposer Roger Stanier dans « L'évolution physiologique, a retrospective appreciation ».

3. André Lwoff, *L'Évolution physiologique...*, p. 264. Nous soulignons.

4. Laurent Loison, « Thermodynamique et historicité de l'évolution biologique chez les néo-lamarckiens français ».

5. André Lwoff, *L'Évolution physiologique...*, p. 283.

question de l'origine de cette complexité initiale, Lwoff choisit de s'en détourner, estimant qu'il « est vain d'épiloguer sur un passé inaccessible à nos moyens d'investigations¹ ».

Il nous paraît important de retenir la façon dont Lwoff établit le lien entre la biologie et la thermodynamique. Les êtres vivants étant fondamentalement des machines biochimiques, leur fonctionnement général ainsi que leur évolution sont en totalité réductibles aux lois de la matière. Dans cette perspective, les lois de la thermodynamique sont vues comme un élément explicatif légitime (et suffisant) du mouvement évolutif lui-même. L'ordre biologique est strictement un ordre biochimique.

L'ORDRE BIOLOGIQUE, LA THERMODYNAMIQUE MISE À DISTANCE

L'ouvrage de 1969 nous invite à un renversement complet de point de vue. Ce texte est en fait la traduction en français d'un livre publié en anglais dès 1962 (*Biological Order*), qui était lui-même issu d'une série de conférences données par Lwoff au MIT au cours de l'été 1960 (conférences Compton). Ces conférences étaient prioritairement destinées à des physiciens et à des étudiants en physique. Ce point est important, car Lwoff va s'attacher avec un soin particulier à montrer les différences qui distinguent l'objet des sciences de la matière de celui des sciences biologiques. La version française est enrichie de quatre chapitres, mais le propos général reste inchangé, de même que le dernier chapitre consacré à la question des rapports entre « l'ordre biologique et l'entropie » (chap. x).

Ce livre avait comme première ambition de proposer au grand public cultivé un exposé clair et accessible des différents apports de la nouvelle biologie moléculaire. Ceux-ci, qu'il s'agisse des nouveaux phénomènes ou des nouveaux concepts, sont donc abordés successivement dans les chapitres I à IX : hérédité génétique, synthèse protéique, mutations, allostérie, bactériophage, etc. Dans ces chapitres, qui constituent l'essentiel du livre, Lwoff fait bien œuvre de vulgarisateur et s'efface, la plupart du temps,

1. *Ibid.*, p. 282.

devant l'exposé des faits et des concepts. Cependant, les chapitres ne sont pas pour autant construits indépendamment les uns des autres, comme ce serait le cas pour un manuel. Le fil directeur de l'ouvrage est le problème de l'ordre biologique, dont Lwoff espère éclaircir la nature au fur et à mesure du texte. Dès le début du livre, l'auteur pose que cet ordre est un ordre double, à la fois structural et fonctionnel. L'ordre structural s'apparente pour l'essentiel à la séquence des nucléotides du génome de l'organisme, l'ordre fonctionnel au déploiement temporel et régulé de l'activité des différents gènes. Il s'agira pour Lwoff, dans les pages qui suivent, de détailler la nature moléculaire de cet ordre double.

Le ton du dixième et dernier chapitre est bien différent. Le but est d'y montrer que la notion d'information telle qu'elle s'est construite dans le champ de la biologie moléculaire n'est ni comparable ni réductible à celle qui prévaut en physique. En effet, pour le physicien, l'information est avant tout un concept quantitatif. Une telle conception peut permettre de rapprocher les notions d'ordre et d'information, et de relier l'information à l'entropie. C'est précisément à cette tâche que travailla, à la fin des années 1920, Leó Szilárd, physicien qui allait jouer un rôle important dans l'édification de la biologie moléculaire. Dans le dernier chapitre de l'ouvrage, la conception de Szilárd et sa définition quantitative de l'information servent de point de départ aux critiques de Lwoff. Car selon lui, si l'on suit les enseignements de la biologie moléculaire, l'idée d'information biologique est d'abord qualitative : il s'agit de la nature du nucléotide que l'on trouve à un endroit donné de la séquence d'un gène particulier. Lwoff insiste :

Pour le *physicien*, tous les gènes, à condition qu'ils renferment le même nombre de bases, possèdent la même information, c'est-à-dire le même contenu qui est l'entropie négative. Mais le biologiste sait que chaque gène gouverne la synthèse d'une protéine spécifique donnée. Le biologiste parle couramment d'information pour la synthèse d'un enzyme donné. Le concept de probabilité a disparu et l'idée de *qualité*, la valeur spécifique, est incluse dans le concept biologique de l'information génétique¹.

Cette distinction est essentielle, car si l'information génétique est un concept qualitatif, elle ne peut donner lieu à aucune quantification thermo-

1. André Lwoff, *L'Ordre biologique*, p. 170-171. Nous soulignons.

dynamique. Il devient illusoire de vouloir mesurer l'entropie de l'ordre biologique :

Le biologiste a le sentiment que l'ordre fonctionnel est une part essentielle du système vivant. Il est clair, cependant, que cet ordre fonctionnel ne peut être mesuré en termes d'unité d'entropie et que, d'un point de vue purement thermodynamique, il est sans signification. Et il arrive, comme on le verra par la suite, que le terme « information » ait, pour le *biologiste*, un sens autre que pour le *physicien*¹.

La thermodynamique n'est donc plus d'aucun secours pour la compréhension du vivant, de sa physiologie, de son évolution. La néguentropie (entropie négative), concept formé par le physicien Erwin Schrödinger pour caractériser le fonctionnement vital, se révèle en fait sans intérêt dans le contexte de la nouvelle explication moléculaire. L'ordre biologique, qualitatif, devient spécifiquement biologique, et c'est bien pour cela qu'il est sans signification d'un point de vue thermodynamique.

Schrödinger, également en 1944, avait publié *Qu'est-ce que la vie ?*, un petit livre qui devait jouer un rôle important dans l'essor conceptuel de la biologie moléculaire². Dans ce texte, l'une des thèses du physicien était précisément que l'ordre biologique – notamment celui du matériel héréditaire – était assimilable à la conception classique qui prévaut en physique, et qu'il était par conséquent intégralement soumis aux nécessités du second principe. C'est pour cette raison qu'il proposa l'idée de néguentropie, indiquant ainsi que le vivant devait puiser dans son milieu, non pas de l'énergie ou de la matière, mais de l'entropie négative afin de maintenir l'intégrité de son organisation³. Lwoff, qui cite explicitement Schrödinger dans le dernier chapitre de son livre de 1969, voulut signifier l'inexactitude de cette proposition, du fait de la différence fondamentale entre le concept physique d'ordre et le concept biologique d'information.

Pour les mêmes raisons, mais implicitement, c'est aussi à lui-même que Lwoff répondait. En 1944, l'ordre biologique n'était pour lui qu'un ordre biochimique. En 1969, le nouvel ordre biologique, identifié à la notion

1. *Ibid.*, p. 169. Nous soulignons.

2. Michel Morange, *Histoire de la biologie moléculaire*, p. 97-103.

3. Erwin Schrödinger, *Qu'est-ce que la vie ? L'aspect physique de la cellule vivante*, chap. vi.

d'information génétique, rendait impossible l'annexion de la physiologie, même envisagée à l'échelle moléculaire, par les sciences de la matière. Bien que la biologie moléculaire emprunte certaines de ses techniques, son esprit, et sa rigueur expérimentale à la physique et à la chimie, elle repose néanmoins sur son propre jeu de concepts, qui délimitent sans ambiguïté un territoire explicatif devenu autonome. C'est cet espace théorique nouveau que Lwoff s'est efforcé de dessiner dans l'ouvrage de 1969, et dont il a su percevoir l'ensemble des implications. Le dernier chapitre trouve alors tout son sens, parce qu'il vient souligner les ultimes conséquences de la « molécularisation » du vivant. Lwoff fut ainsi pleinement conscient, dès le début des années 1960, des changements majeurs liés à l'essor de la biologie moléculaire, et accepta par conséquent que son ancien projet soit devenu sans objet. Le dernier chapitre de *L'Ordre biologique* apportait de ce fait un démenti définitif aux propositions exprimées dans le dernier chapitre de *L'Évolution physiologique*.

CONCLUSION

La biologie n'est pas une science dont il est simple de cerner l'individuation. Tout au long de son histoire, elle a entretenu (et continue d'entretenir) des rapports complexes avec les sciences physiques. Incontestablement, l'élaboration du principe de sélection naturelle a été déterminant pour son autonomisation : il offrait aux scientifiques les moyens d'une mise à distance des sciences de la matière, non pas en tant que principes prescripteurs du possible, comme l'avaient fait les vitalistes, mais plutôt comme horizon explicatif des formes spécifiques prises par les vivants au fur et à mesure de leur histoire évolutive. Un siècle plus tard, et de manière plus inattendue, la biologie moléculaire a poursuivi ce mouvement, en affirmant l'irréductibilité de l'ordre biologique, fruit lui-même de l'évolution biologique¹. Lwoff fut peut-être à cette époque l'un des scientifiques les plus lucides à propos de cet apport de la biologie moléculaire, beaucoup ayant craint

1. André Lwoff, *L'Ordre biologique*, p. 172.

(ou souhaité) que cette discipline ne conduise à la dissolution des savoirs biologiques dans ceux de la physique. Cette lucidité devait le conduire à prendre le contre-pied des thèses qu'il avait précédemment soutenues et développées. Ce dernier point révèle un trait particulièrement intéressant de la personnalité d'André Lwoff. Comme il aimait à le rappeler¹, la science était pour lui une « révolution permanente », le changement d'idées étant signe de bonne santé scientifique. Propos peut-être banal, mais qui prend une tout autre dimension quand on constate à quel point son auteur a su l'appliquer à son propre travail.

1. André Lwoff, *Jeux et combats*.