

**Zeitschrift:** Traverse : Zeitschrift für Geschichte = Revue d'histoire

**Herausgeber:** [s.n.]

**Band:** 29 (2022)

**Heft:** 2: Vormoderne postkolonial? = Moyen Âge postcolonial?

**Artikel:** Les transformations de la biologie en Suisse au XXe siècle : expansion et division d'une discipline

**Autor:** Benz, Pierre

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-1005943>

#### Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

#### Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

#### Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 12.02.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

---

# Les transformations de la biologie en Suisse au XX<sup>e</sup> siècle

## Expansion et division d'une discipline

Pierre Benz

Le contexte de la pandémie de Covid-19 et la mobilisation de nombreux·ses expert·e·s autour des enjeux liés à la lutte contre le virus attestent du rôle de la science comme référentiel légitime de la crise.<sup>1</sup> Dans les débats parfois virulents que suscitent les rapports des *Science Task Forces* et les politiques de santé publique qui en découlent,<sup>2</sup> l'urgence de réaffirmation des bases de l'*ethos* scientifique<sup>3</sup> invoquée par la communauté des savant·e·s pour faire face aux profanes illustre un aspect fondamental de la production de connaissance: l'accès à la *crédibilité* scientifique est un processus en perpétuelle (re)construction.<sup>4</sup> Pour autant, cette communauté n'est pas unifiée, mais elle est un lieu de lutte pour la validation et l'interprétation des faits scientifiques.<sup>5</sup> Cette quête pour le monopole symbolique de l'autorité scientifique est loin d'être simplement technique, elle est inséparable du pouvoir de désigner les problèmes à traiter et les méthodes à privilégier pour y répondre.<sup>6</sup>

Alors que l'ensemble de la biologie et de la médecine semble mobilisé, certains domaines prédominent. Pour prendre un exemple concret, dans le cadre du programme PNR 78 Covid-19 lancé en 2020 par le Fonds national suisse de la recherche scientifique (FNS),<sup>7</sup> on dénombre neuf projets en biologie fonctionnelle, dix en sciences médicales, six en médecine clinique, quatre en sciences sociales et même un projet en sciences de l'ingénieur, mais aucun projet en écologie, une discipline pourtant investie dans les enjeux d'émergence et de circulation des maladies infectieuses<sup>8</sup> et qui, plus généralement, possède une expertise des interactions entre évolution des systèmes de santé et crise écologique, des implications sanitaires des dégradations environnementales devenues globales mais aussi des effets des systèmes de santé sur l'environnement.<sup>9</sup> Cette biologie évolutive reste ainsi dans l'ombre de son pendant *fonctionnel*, malgré un regain d'intérêt pour la biodiversité et l'impact de l'environnement sur le développement des organismes dans la période récente.<sup>10</sup>

La pandémie témoigne ainsi de manière explicite d'une distinction entre biologie évolutive, ou *historique* (biologie des organismes, écologie et environnement), et biologie *fonctionnelle* (microbiologie, biologie moléculaire et génotypique) en matière de reconnaissance publique. Ce qui l'est moins, c'est que,

derrière l'enjeu politique, se cache un enjeu scientifique structurant de la biologie, au moins depuis Darwin et Pasteur, et qui s'est radicalisé dans la seconde moitié du XX<sup>e</sup> siècle.<sup>11</sup> Derrière l'apparente unité de la discipline, deux cultures bioscientifiques concurrentes se disputent la prérogative d'en définir les objectifs: étudier *comment* les organismes fonctionnent (biologie fonctionnelle), ou étudier *pourquoi* ils interagissent et évoluent (biologie historique).<sup>12</sup> Tout comme l'atome donne à la physique le caractère fondamental et universel de ses lois, le gène a conféré à la biologie (moléculaire) un statut de *Big science* comparable à cette dernière.<sup>13</sup> Bien que des travaux récents questionnent l'évolution de la biologie historique au XX<sup>e</sup> siècle et les fondements de l'hégémonie de la biologie fonctionnelle,<sup>14</sup> l'histoire des sciences naturelles dans la seconde moitié du XX<sup>e</sup> siècle tend souvent à se confondre avec celle de l'ascension de la biologie moléculaire et des technologies du génie génétique.<sup>15</sup> L'autorité symbolique acquise par la biologie dans la période récente est en effet inséparable d'un mouvement de colonisation de la discipline par les sciences exactes qui s'accompagne d'une réduction de l'étude du vivant à ses aspects moléculaires et génétiques (en opposition à l'intérêt pour l'étude de la [bio]diversité).<sup>16</sup>

## Molécularisation et diversification des sciences biologiques au XX<sup>e</sup> siècle

C'est l'affirmation d'une sous-discipline de la biologie en particulier, la biologie moléculaire, qui sera le pivot de cette dynamique de *molécularisation*<sup>17</sup> des sciences du vivant, comme le résultat d'une stratégie d'expansion par substitution aux domaines traditionnels de la biologie.<sup>18</sup> L'essor de la biologie moléculaire s'accompagne en effet d'une dynamique particulièrement expansive, dans le sens où la part des sous-disciplines qui partagent une approche *rationnelle* du vivant, c'est-à-dire focalisée davantage sur la chimie du vivant que sur les organismes et les écosystèmes, devient de plus en plus importante. Le fait que le Prix Nobel de chimie ait été décerné à un biologiste en 2017 est un exemple emblématique des liens étroits existant entre la chimie, la biologie et la physique autour de l'étude des propriétés physico-chimiques du vivant.<sup>19</sup>

Loin d'avoir un effet unificateur, l'essor de la biologie moléculaire semble plutôt engendrer une diversification progressive de la discipline. En biologie, le nombre de sociétés disciplinaires spécialisées recensées par l'Académie suisse des sciences naturelles (ASSN), principale organisation d'encouragement à la recherche et porte-parole de la communauté scientifique des sciences naturelles,<sup>20</sup> passe de cinq au début des années 1950 à onze au début des années 1970, puis à 22 au début des années 2000.<sup>21</sup> On ne retrouve cette dynamique de diversifica-

tion dans aucune autre discipline des sciences naturelles. À partir de 1976, les rapports d'activités du FNS font mention d'une distinction entre *biologie générale* (biologie historique) et *sciences biologiques de base* (biologie fonctionnelle) dans la structure de classification des disciplines des projets financés.<sup>22</sup> Dès 1988, c'est l'ASSN qui regroupe ses sociétés disciplinaires selon le même principe de division sous les termes de *biologie I* (historique) et de *biologie II* (fonctionnelle).<sup>23</sup> La fin du XX<sup>e</sup> siècle marque ainsi la reconnaissance publique<sup>24</sup> de la légitimité d'une distinction entre biologie historique et biologie fonctionnelle, mais aussi entre méthodes d'observation et méthodes expérimentales.

L'histoire des sciences situe les fondements de cette distinction épistémologique au XIX<sup>e</sup> siècle, lorsque la théorie cellulaire et la physiologie viennent se proposer comme une alternative aux disciplines traditionnellement axées sur l'étude des espèces et des écosystèmes.<sup>25</sup> Dans *L'Origine des espèces* (1859), Charles Darwin (1809–1882) s'oppose aux explications de l'évolution en termes de développement microbiologique telles que formulées notamment par Louis Pasteur (1822–1895), en affirmant qu'elle est le résultat d'une adaptation à des environnements en perpétuel changement. L'ancre de cette différence dans la définition du vivant proposée repose sur une distinction des échelles d'analyse (*macro* ou *micro*) qui préfigure une division radicale à venir entre des explications *physico-chimiques* et des explications *structurales* du vivant au sein des sciences biologiques.<sup>26</sup> Les questionnements autour de la possibilité d'une réconciliation entre Pasteur et Darwin font encore aujourd'hui l'objet de publications scientifiques en biologie.<sup>27</sup>

L'essor de la biologie moléculaire a pour conséquence de renforcer le pôle fonctionnel de la biologie en rajoutant aux approches microbiologiques une dimension *moléculaire*. Encore une fois, il faut retourner en arrière pour trouver les racines de cette transformation dans le développement de la biochimie à partir des années 1930. En élargissant les frontières de la chimie (physiologique) et de la (bio)physique vers la biologie, les futur·e·s biochimistes emportent des enjeux épistémologiques, méthodologiques et techniques spécifiques, notamment liés à l'analyse des mécanismes de la transformation des molécules à l'intérieur des êtres vivants grâce à l'utilisation du microscope électronique.<sup>28</sup> L'adoption du terme *biologie moléculaire* ne va pas de soi, et cette discipline résultant d'un processus de convergence entre des chercheurs·euses issu·e·s de plusieurs disciplines a pu prendre les noms de *biophysique*, *biochimie moléculaire* ou encore *chimie biologique*.<sup>29</sup> Finalement, elle se distingue de la biochimie par l'importance qu'elle attribue aux mécanismes de la génétique. À cette différence en termes d'objet de recherche vient s'ajouter une différenciation institutionnelle, les deux disciplines possédant des sociétés, des revues ou encore des groupes de recherche qui leur sont propres.<sup>30</sup> Enfin, c'est le fort potentiel expansif de la

biologie moléculaire et la revendication d'une posture épistémologique de *métadiscipline* qui lui permet d'asseoir son autorité scientifique et sa légitimité auprès des pouvoirs publics.<sup>31</sup>

Cet essor ne se fait pas sans résistance et le statut montant de la nouvelle biologie fait l'objet de vives critiques au sein de la communauté académique. À l'interne, les biologistes traditionnel·le·s contestent la légitimité du mouvement de rationalisation de leur discipline, jugé *réductionniste*.<sup>32</sup> À l'externe, les biologistes moléculaires sont critiqué·e·s notamment par les chimistes qui les considèrent comme des chimistes de seconde zone.<sup>33</sup> De manière générale, l'affirmation de la biologie moléculaire a rendu les autres domaines de la biologie beaucoup moins visibles, notamment aux yeux des autorités politiques.<sup>34</sup>

## Contexte économique et politique du développement de la biologie fonctionnelle

La domination de la biologie fonctionnelle a aussi des causes extrascientifiques. Le critère de *rationalité* sur lequel repose l'identification du degré élevé de *scientificité* de cette dernière n'est pas sans rappeler l'importance de la notion pour les sciences économiques. En effet, les technologies du génie génétique ont joué un rôle fondamental dans le développement du capitalisme pharmaceutique.<sup>35</sup> De la découverte de la double hélice de l'ADN en 1953 à celle de l'ADN recombinant en 1974, les biotechnologies, puis les sciences de la vie, ont acquis une place centrale dans l'innovation industrielle.<sup>36</sup> Au tournant du XX<sup>e</sup> siècle, les sciences du vivant et les biotechnologies sont au cœur du renforcement des pôles Santé des groupes pharmaceutiques<sup>37</sup> comme de la régulation politique en matière de santé publique.<sup>38</sup> Ainsi les liens traditionnellement étroits entre la chimie et l'industrie, notamment par le recours aux techniques de synthèse qui avaient permis une phase d'industrialisation de la recherche pharmaceutique dès l'après-guerre, se voient concurrencés par un nouveau régime d'innovation qui renvoie directement à la définition de l'*économie de la connaissance*<sup>39</sup> caractérisée par l'essor des *start-up* financées par le capital-risque et consacrées à la recherche, un recours massif à la création de droits de propriété intellectuelle sur les produits et les procédés de fabrication et sur l'externalisation des pôles de recherche et développement.<sup>40</sup>

Si ces aspects ont largement été abordés par la littérature suisse et internationale, les transformations dans l'organisation académique de la discipline font curieusement défaut. La Suisse est l'un des premiers pays à voir la biologie moléculaire se développer, après les États-Unis. Son processus d'institutionnalisation est très bien documenté notamment pour le cas suisse, qu'il s'agisse des condi-

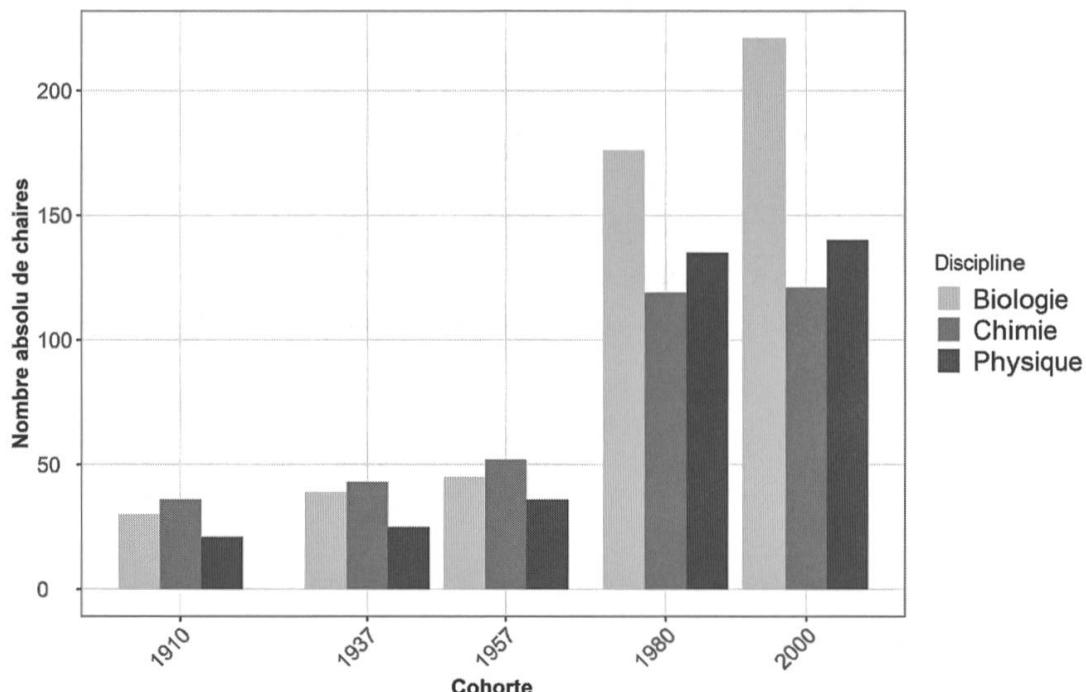
tions conflictuelles de son émergence, de son affirmation comme une *américanisation* de la recherche bioscientifique, de l'étendue de son influence à d'autres domaines et de son rôle crucial dans le développement des sciences de la vie.<sup>41</sup> Au-delà cependant, l'inscription de l'essor de la biologie fonctionnelle dans une histoire plus générale de la biologie reste encore à faire.<sup>42</sup>

L'objectif de cette contribution est ainsi d'apporter quelques éléments d'une cartographie historique des transformations institutionnelles de la discipline. Premièrement, elle examine la place prise par la nouvelle biologie dans les universités suisses et la proportion dans laquelle elle confirme un mouvement de consécration symbolique sur le plan institutionnel. Deuxièmement, elle cherche à comprendre la manière dont l'importance des autres sous-disciplines de la biologie a évolué au long du XX<sup>e</sup> siècle. L'ascension de la nouvelle biologie est abordée selon trois dimensions: l'évolution de sa représentativité scientifique<sup>43</sup> selon la répartition des chaires professorales dans les universités suisses (1910–2000), les moyens économiques<sup>44</sup> dont elle dispose au travers des financements octroyés par le FNS de 1976 à 2005, et son pouvoir organisationnel et politique<sup>45</sup> au travers des fonctions de recteurs·trices des universités (1910–2000).

## Une affirmation par le nombre: les chaires professorales

La création de chaires professorales est un indicateur fort de l'institutionnalisation d'une discipline, tout comme le sont les facultés et les instituts de recherche, les revues spécialisées et les sociétés disciplinaires.<sup>46</sup> La distribution des chaires permet d'apprécier l'importance relative des différentes sous-disciplines en matière d'allocation des ressources liées à l'enseignement, et donc le poids qui leur est globalement attribué dans les cursus de formation. Les intitulés des chaires professorales ont été identifiés au travers des *Almanachs des universités suisses* pour cinq dates: 1910, 1937, 1957, 1980 et 2000.<sup>47</sup> Pour chacune de ces dates, le nombre de chaires correspond au nombre de professeur·e·s ordinaires, extraordinaires et associé·e·s dans les universités et les écoles polytechniques fédérales (EPF). Ces dates sont comme cinq photographies qui illustrent l'état du paysage académique aux moments importants de l'histoire de la biologie. L'année 1910 est illustrative de la période du début du XX<sup>e</sup> siècle qui voit s'achever le processus de professionnalisation des grandes disciplines.<sup>48</sup> L'année 1937 marque le développement de la biochimie comme un premier mouvement de convergence des sciences naturelles vers une définition *rationaliste* du vivant.<sup>49</sup> L'année 1957 inaugure l'institutionnalisation progressive de la nouvelle biologie dans les universités suisses, l'année 1980 la période de son affirmation et l'année 2000 clôt ce demi-siècle de transformations<sup>50</sup> des sciences biologiques.<sup>51</sup> Le graphique 1

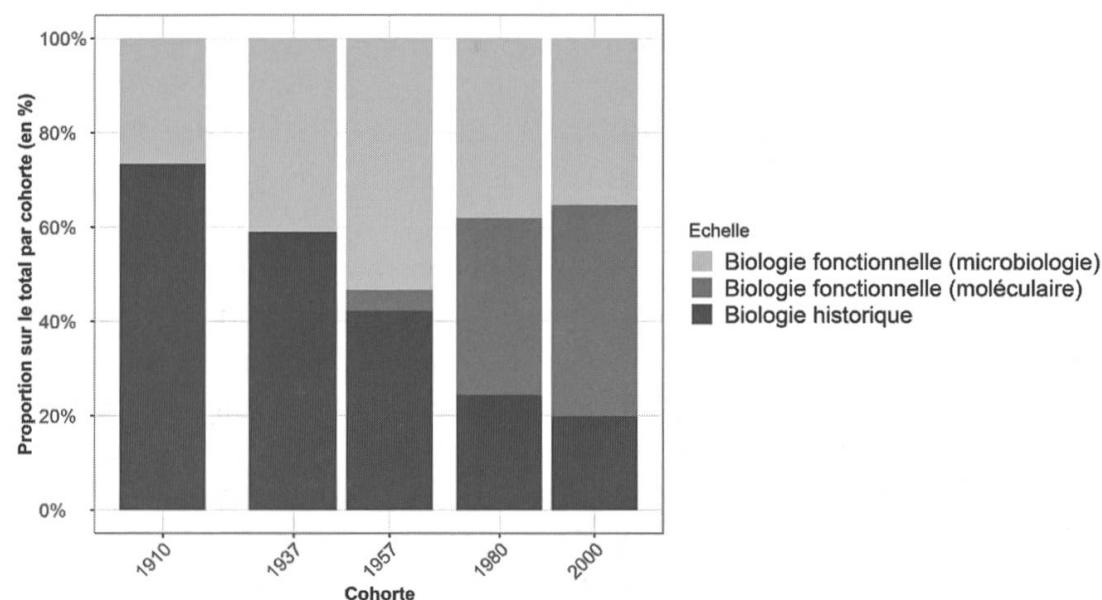
Graphique 1: *Nombre absolu de chaires par date pour la biologie, la chimie et la physique (1910–2000)*



Source: Base de données des élites suisses, [www2.unil.ch/elitessuisses](http://www2.unil.ch/elitessuisses) (4. 4. 2022).

ci-dessous indique le nombre de professeur·e·s de biologie pour les années 1910, 1937, 1957, 1980 et 2000. À titre comparatif, il indique également le nombre de professeur·e·s de chimie et de physique.

La tendance générale est clairement à l’augmentation du nombre de chaires, de façon très prononcée pour les deux dernières années observées (1980 et 2000). Le paysage académique suisse compte 30 chaires de biologie en 1910, 39 en 1937 et 45 en 1957. Observation par ailleurs généralisable à l’ensemble des disciplines du paysage académique suisse,<sup>52</sup> le nombre de professeur·e·s croît ensuite fortement (176 professeur·e·s en 1980 et 221 en 2000). En comparaison de la chimie et de la physique, le nombre de chaires de biologie augmente de manière beaucoup plus importante jusqu’en 2000, où le nombre de professeur·e·s de biologie est presque deux fois plus élevé que celui des professeur·e·s de chimie ( $n = 121$ ), alors que ces derniers·ères étaient les plus nombreux·ses jusqu’en 1957. Ce que l’on constate également, c’est que la période de création des premières chaires ne renvoie pas forcément à la période d’émergence des disciplines. Par exemple, si la biochimie se construit déjà dans les années 1930, la première chaire consacrée à la discipline n’est créée qu’en 1954, à la Faculté de médecine de l’Uni-

Graphique 2: *Distribution des chaires selon l'échelle (1910–2000)*

Source: Base de données des élites suisses, [www2.unil.ch/elitessuisses](http://www2.unil.ch/elitessuisses) (4. 4. 2022).

versité de Berne. Elle sera occupée par Hugo Aebi, un médecin suisse qui, après s’être formé à l’Université de Bâle, a effectué l’entier de sa carrière académique à Berne. La première chaire de biochimie en Faculté des sciences est créée en 1956 avec la nomination de Carl Martius, biochimiste allemand auparavant professeur à l’Université de Tübingen.

Lorsque l’on s’intéresse à la distribution des chaires de biologie en fonction des sous-disciplines, on constate que ce n’est qu’après 1957 que les professeur·e·s de biologie moléculaire deviennent nombreux·ses (deux professeur·e·s en 1957, 66 en 1980 et 99 en 2000). Dans le graphique 2 ci-dessous, elles sont regroupées en fonction des trois échelles mentionnées précédemment: biologie historique, microbiologie et biologie moléculaire. Cette classification a été effectuée sur la base des intitulés des chaires et l’étude approfondie des domaines de spécialisation des professeur·e·s.<sup>53</sup> L’expansion de la biologie moléculaire s’effectue principalement au détriment de la biologie historique qui, représentant 73,3% des chaires en 1910, ne compte plus que pour 19,9% en 2000. On constate aussi la présence d’un certain nombre de professeur·e·s de microbiologie dès le début du XX<sup>e</sup> siècle. En 1910, il s’agit de six professeur·e·s de bactériologie et d’hygiène, d’un professeur d’histologie et d’un autre de physiologie végétale. Le taux passe de 26,7% en 1910 ( $n = 8$ ) à 41% en 1937 ( $n = 16$ ) dont huit chaires en microbiologie (hygiène, parasitologie), mais aussi cinq en botanique et trois en zoologie.

En 1937, on trouve déjà un certain nombre d'enseignements de physiologie végétale, de génétique et d'embryologie à côté des enseignements de biologie générale (systématique, anatomie comparée, zoologie et botanique générale). Cette observation confirme non seulement l'ancrage historique d'une division épistémologique de la discipline, mais elle illustre aussi la propension des disciplines traditionnelles comme la zoologie et la botanique à intégrer des aspects microbiologiques.

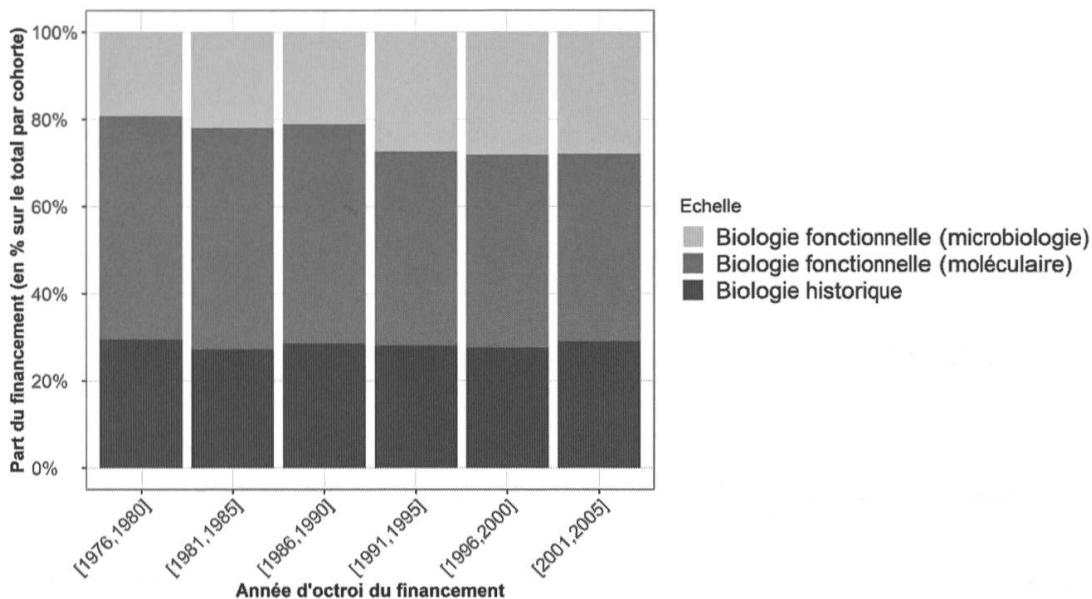
Ce sont les années 1960 qui marquent véritablement le début du déploiement institutionnel des chaires de la biologie moléculaire. C'est à ce moment que sont créées plusieurs sociétés spécialisées dans ce domaine de recherche. La Société suisse de biologie cellulaire et moléculaire est fondée en 1962, peu après la Société suisse de biochimie (1957) et juste avant les Sociétés suisses de physiologie végétale (1963) et de pharmacologie (1965).<sup>54</sup> Les deux premières chaires de biologie moléculaire en Suisse sont créées en 1963. À Genève, cette date coïncide avec la création par Édouard Kellenberger du premier institut de biologie moléculaire en Suisse.<sup>55</sup> Le premier professeur nommé est Alfred Tissières qui, après un premier doctorat en médecine à Lausanne (1946) et un second en biochimie obtenu à Cambridge (1951), mène une carrière internationale au California Institute of Technology de Pasadena, à Harvard, puis à l'Institut Pasteur de Paris, avant d'être nommé à Genève. Il y côtoiera notamment Édouard Kellenberger, qui occupe la chaire de biophysique de 1958 à 1970, avant d'être nommé professeur de microbiologie au Biozentrum (Université de Bâle) dont il est l'un des fondateurs. À l'École polytechnique fédérale de Zurich (EPFZ), la chaire de biologie moléculaire est attribuée non pas à un biologiste ou à un médecin, mais à un chimiste industriel. Robert Schwyzer a en effet effectué une grande partie de sa carrière dans l'industrie puisque, après son habilitation en chimie organique en 1951, il est engagé comme chef de groupe de recherche chez Ciba, avant d'en devenir le vice-directeur en 1960. La chaire intègre d'ailleurs explicitement une orientation vers la chimie avant d'être affiliée à l'institut de biologie moléculaire lors de sa création en 1967.<sup>56</sup>

En résumé, si l'année 1957 ne comptabilise que deux chaires représentantes de l'échelle moléculaire – les deux chaires de biochimie citées précédemment – la part qui lui est réservée s'accroît très significativement pour les années 1980 et 2000, au détriment principalement des chaires de biologie historique. Ces observations confirment le retournement de situation évoqué par les historien·ne·s des sciences et, notamment pour le cas suisse, d'un processus de suppression de la biologie de la diversité dans les universités suisses à partir des années 1950.<sup>57</sup> Cette dernière, largement dominante au début du siècle, devient beaucoup plus marginale dans les deux dernières décennies. Un dernier point à souligner est que ce ne sont pas les professeur·e·s de biologie moléculaire qui sont les plus

nombreux·ses, mais les professeur·e·s de biochimie. En 1980, on dénombre 46 chaires de biochimie et 20 chaires de biologie moléculaire et, en 2000, 58 chaires de biochimie et 41 chaires de biologie moléculaire. Preuve de la légitimité symbolique accordée à la nouvelle biologie, chacun des cinq pionniers mentionnés précédemment aura reçu au moins un prix scientifique majeur au cours de sa carrière. Édouard Kellenberger et Alfred Tissières reçoivent le Prix Marcel Benoist en 1966, Hugo Aebi le Prix Otto Nägeli (1972), Robert Schwyzer les Prix Werner (1957), Ruzicka (1959) et Otto Nägeli (1964) et Carl Marcius le Prix Otto Warburg de la société allemande de biochimie et de biologie moléculaire (1969).

### **Une consécration par les financements pour la recherche**

Une seconde dimension permettant de mesurer l'étendue de l'autorité symbolique de la nouvelle biologie est celle de la distribution des fonds publics pour l'encouragement à la recherche. En Suisse, le FNS est le premier organe public national entièrement dévoué au financement de l'activité scientifique et, de fait, une instance tout à fait centrale de la distribution des ressources symboliques et matérielles pour la recherche.<sup>58</sup> Lors de sa création en 1953, le FNS distingue 22 disciplines auxquelles les projets peuvent être affiliés lors d'une demande de financement, par exemple: biologie, chimie, physique ou médecine humaine.<sup>59</sup> En 1968, la biologie est divisée en sept sous-disciplines regroupées en une unique section appelée «biologie et chimie».<sup>60</sup> C'est en 1976 qu'apparaît la distinction entre *biologie générale* (biologie historique) et *sciences biologiques de base* (biologie fonctionnelle). Cette période qui fait directement suite à la découverte du génie génétique correspond à une phase d'expansion de la biologie moléculaire dans les universités avec une progression très marquée du nombre de professeur·e·s titularisé·e·s et la création de nouveaux centres de recherche.<sup>61</sup> En début de récession, les financements octroyés pour la recherche sont augmentés et le FNS met en place les *Programmes nationaux de recherche* (PNR) dans le but d'intensifier l'encouragement à la recherche orientée en vue de faire face aux besoins de la société.<sup>62</sup> Le FNS met à disposition une base de données appelée P3<sup>63</sup> qui contient diverses informations sur l'ensemble des projets financés depuis 1976, notamment les dates de commencement et de fin des projets, la discipline et le montant accordé. La part du nombre de projets financés pour la biologie I et la biologie II reste remarquablement stable de 1976 à 2005, autour de 30% des projets pour la première et de 70% pour la seconde. Le graphique 3 ci-après montre aussi un accroissement sensible des fonds octroyés pour la microbiologie à partir des années 1990.

Graphique 3: *Distribution des fonds octroyés selon l'échelle (1976–2005)*

Source: Base P3 du Fonds national suisse, <https://p3.snf.ch> (4. 4. 2022).

Depuis 1976 et la reconnaissance administrative de la division de la biologie en deux pôles, les fonds accordés à l'un et à l'autre varient assez faiblement. La biologie historique reçoit une part de financement oscillant entre 19,6% (1976–1980) et 22,6% (1995–2000). La part des fonds dévolue à la microbiologie, d'abord la plus faible, augmente à partir des années 1990, passant de 20,6% (1976–1980) à 30,6% (1995–2000). Malgré cette valorisation, elle reste bien en deçà des 46,8% à 59,8% des fonds pour la recherche attribués à la biologie moléculaire et à la biochimie. Il faut néanmoins constater qu'environ un tiers de l'activité de recherche en microbiologie est comptabilisé en tant que sciences médicales (478 projets), les deux tiers restants (1056 projets) étant rattachés aux sciences biologiques. Par conséquent, ils n'apparaissent pas dans le graphique. De manière générale, la distribution des financements pour la recherche semble confirmer la position dominante de la biologie fonctionnelle. Il est évident que l'affirmation de cette dernière s'est accompagnée d'un soutien conséquent de la part du FNS se traduisant par l'octroi d'une part massive du financement au détriment de la biologie historique. On retrouve par ailleurs ce surplus de *science* accordé à la nouvelle biologie dans les discours des responsables du FNS au tournant des années 1960, affirmant qu'un «laboratoire de biologie sans microscope électronique ou un laboratoire de chimie sans ultracentrifugeuse ne se conçoivent presque plus»<sup>64</sup> et, même si l'organisation n'est pas dirigiste,

qu'il «est indéniable que certains projets de recherche et certaines orientations semblent avoir plus d'avenir que d'autres et qu'il est beaucoup plus facile [...] de traiter plus libéralement les requêtes rentrant dans cette catégorie que celles qui lui semblent vagues et peut-être même peu scientifiques».<sup>65</sup> Dans la dernière partie, l'analyse des affiliations disciplinaires en lien avec les fonctions exécutives au sein des universités amène à nuancer en partie ces premières observations.

## **Le maintien de la biologie historique dans les fonctions exécutives des universités**

Si le nombre de chaires professorales et le montant des encouragements pour la recherche confirment l'acquisition par la biologie fonctionnelle d'un capital symbolique axé à la fois sur l'activité scientifique et l'enseignement, l'autorité académique d'une discipline se mesure aussi par la présence de ses représentant·e·s dans les fonctions exécutives des institutions académiques.<sup>66</sup> Dans la structure des universités suisses, ce sont les recteurs·trices qui occupent la position la plus élevée dans la hiérarchie du pouvoir académique. Ce pouvoir est lié non seulement à leur fonction au sommet de la hiérarchie des positions administratives des universités, mais aussi à la position qu'elles et ils occupent à l'interface des sphères académique et politique.<sup>67</sup> Au-delà de l'importance de la fonction dans le pilotage organisationnel et administratif des universités, les rectorats sont aussi en charge des relations avec les autorités publiques. Par ailleurs, ces derniers ont longtemps été nommés par le pouvoir politique, comme cela est toujours le cas des président·e·s des EPF.

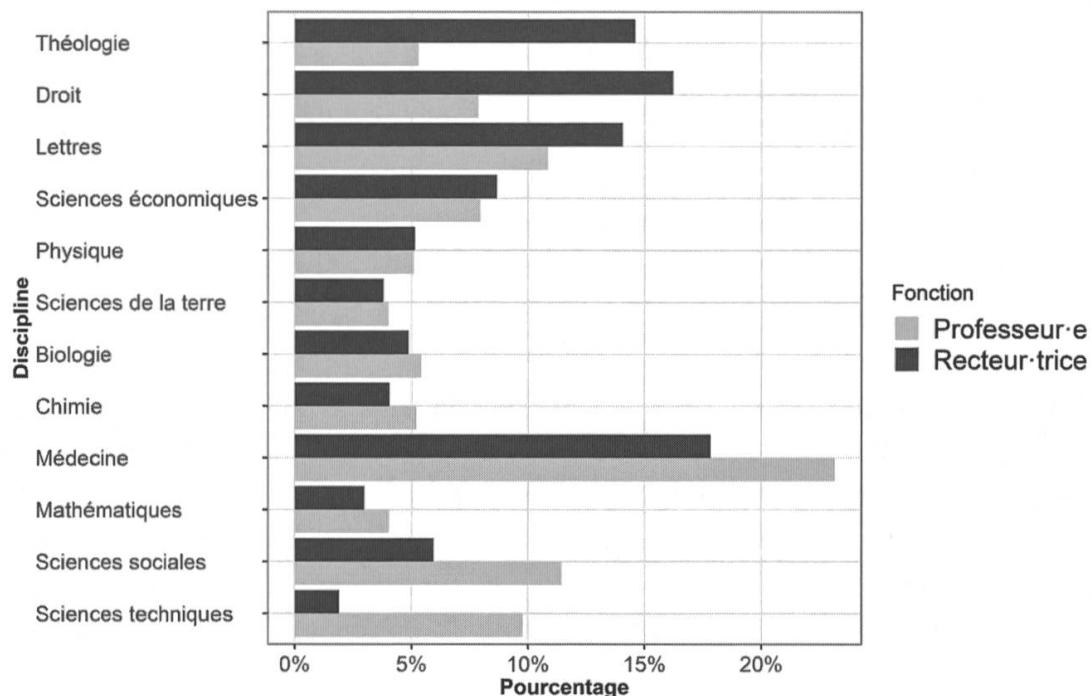
Entre 1911 et 2000, la Base de données des élites suisses dénombre 370 recteurs·trices des universités et président·e·s des EPF, dont 18 ont été professeur·e·s de biologie. La discipline qui totalise le plus grand nombre de recteurs·trices sur la période est la médecine avec 66 recteurs·trices. Viennent ensuite le droit (60), la théologie (54) et les lettres (52). On dénombre ensuite 32 recteurs·trices de sciences économiques, 22 de sciences sociales, 19 de physique, 15 de chimie, 14 de sciences de la terre, 11 de mathématiques et sept de sciences techniques. Pour mettre en perspective ces nombres absolus, il est nécessaire de les pondérer en fonction du poids relatif des différentes disciplines dans le paysage académique. Par exemple, si les recteurs·trices de médecine sont les plus nombreux·ses, c'est aussi le cas des professeur·e·s de médecine. Proportionnellement, peu de professeur·e·s de médecine deviennent recteurs·trices, même si leur nombre est important. Une manière élégante de prendre en compte cette dimension est de calculer un ratio entre le nombre de recteurs·trices et le nombre de professeur·e·s identifié·e·s dans la Base de données des élites suisses entre 1910 et 2000. Le gra-

phique 4 ci-dessous indique, pour chaque discipline, son poids en fonction du nombre de professeur·e·s et du nombre de recteurs·trices. Les disciplines sont ordonnées en fonction de la valeur du ratio entre nombre de professeur·e·s et nombre de recteurs·trices. Ainsi, plus une discipline compte un nombre élevé de recteurs·trices et un nombre faible de professeur·e·s, plus le ratio est élevé et plus la discipline se situe au haut du graphique.

Ainsi, on constate que la discipline avec le ratio le plus élevé entre nombre de recteurs·trices et nombre de professeur·e·s est la théologie. Viennent ensuite le droit, les lettres, les sciences économiques et la physique. La biologie, même si elle compte assez peu de recteurs·trices, possède un ratio moyen, car elle comprend également un nombre assez faible de professeur·e·s. Les disciplines qui présentent proportionnellement le moins de recteurs·trices par rapport au nombre de professeur·e·s sont la médecine, les mathématiques, les sciences sociales et les sciences techniques.

La question qui se pose ici est de savoir si la place dominante de la nouvelle biologie se confirme en termes de pouvoir académique. Autrement dit, de comprendre si sa légitimité scientifique se double d'un accès privilégié aux fonctions exécutives. Parmi les 18 recteurs·trices biologistes, on trouve neuf professeur·e·s de botanique, huit professeur·e·s de zoologie et un seul professeur de biologie moléculaire en la personne du Prix Nobel Werner Arber (1978), recteur de l'Université de Genève de 1986 à 1988. À nouveau, le compte des recteurs·trices biologistes exclut sept professeur·e·s de biologie en Faculté de médecine. Il s'agit de quatre professeur·e·s de microbiologie, de deux professeur·e·s de biochimie et d'un professeur de biologie cellulaire. En prenant en compte l'ensemble des 25 recteurs·trices biologistes, on dénombre seulement quatre recteurs·trices représentant·e·s de la nouvelle biologie. L'échelle moléculaire, si elle concentre un maximum de ressources scientifiques et matérielles, n'occupe que 16% des positions de pouvoir organisationnel et politique. Outre les professeur·e·s de microbiologie médicale, on compte huit recteurs·trices de biologie générale et neuf recteurs·trices de microbiologie. Comme évoqué précédemment dans la partie consacrée aux chaires professorales, les disciplines traditionnelles commencent à intégrer des aspects microbiologiques dès le début du XX<sup>e</sup> siècle. Cet aspect se vérifie ici pour la moitié de la zoologie et pour cinq botanistes sur neuf. Ces deux échelles se côtoient jusqu'en 1980, où les recteurs·trices de biologie moléculaire viennent se substituer aux recteurs·trices de microbiologie. Certain·e·s, à l'image d'Alfred Frey-Wyssling, président de l'EPFZ de 1967 à 1971, sont à considérer comme des précurseur·e·s de la biologie moléculaire. Par ailleurs, sept recteurs ont été récompensés par un prix d'envergure majeure, dont aucun n'est affilié à la biologie historique. Cet aspect renforce encore la distinction des deux pôles sur le plan de la reconnaissance scientifique. À côté du Prix

Graphique 4: Poids relatif des disciplines en fonction du nombre de professeur·e·s ( $n = 6934$ ) et de recteurs·trices ( $n = 370$ ) de 1910 à 2000



Si toutes les disciplines sont présentes dès le début du XIX<sup>e</sup> siècle, le graphique 4 présente des pourcentages moyens qui ne rendent pas compte des variations historiques dans la distribution des professeur·e·s et des recteurs·trices. Les nombres absolus des professeurs et des recteurs entre 1910 et 2000 pourront être trouvés dans Benz (voir note 53), 148–149.

Source: Base de données des élites suisses, [www2.unil.ch/elitessuisses](http://www2.unil.ch/elitessuisses) (4. 4. 2022).

Nobel Werner Arber mentionné précédemment, quatre ont été lauréats du Prix Marcel Benoist, l'un des prix scientifiques suisses les plus prestigieux toutes disciplines confondues, également considéré comme le *Prix Nobel suisse*:<sup>68</sup> Friedrich Baltzer (1939), Robert Matthey (1944), Alfred Frey-Wyssling (1949) et Ernst Hadorn (1954). Hugo Aebi a reçu le Prix Otto Nägeli (1972) et Bernard Fulpius (Prix Friedrich Miescher 1977), deux récompenses majeures dans les domaines de la médecine et de la biochimie.

## Conclusion

Si l'histoire de la biologie moléculaire et de son succès a été largement couverte, en Suisse comme ailleurs, ce n'est pas le cas de la biologie dans son ensemble. L'objectif poursuivi a donc été de réinscrire le mouvement d'affirmation de la biologie moléculaire dans le contexte des autres sous-disciplines analytiquement regroupées en trois échelles: l'échelle moléculaire, l'échelle micro et l'échelle macro. L'analyse de la distribution de chaires professorales au long du XX<sup>e</sup> siècle, tout comme des fonds d'encouragement à la recherche, confirme un essor très important de la nouvelle biologie. En revanche, il ne se manifeste pas par un accès privilégié aux fonctions exécutives des universités, puisque les rectorats restent majoritairement occupés par des professeur·e·s de biologie historique et de microbiologie. Dans leur ensemble, ces observations partagent le constat d'une ascension de la biologie moléculaire au détriment de la biologie historique en termes de nombre et d'obtention de fonds pour la recherche. Elles montrent aussi le maintien de cette dernière qui, malgré un recul du nombre de chaires avec le temps, parvient à maintenir son taux de financement de même que ses représentant·e·s dans les positions de pouvoir organisationnel et politique.

Finalement, il semble que la rhétorique de *rationalisation* de la biologie invoquant la plus-value de *scientificité*, spécifiquement de la biologie moléculaire par rapport à la biologie historique, contribue fortement au prestige qui lui est accordé au sein de la sphère académique, mais également par les pouvoirs politiques et économiques. Elle s'arrange aussi parfaitement avec les principes rhétoriques de la nouvelle économie de la connaissance comme un modèle de valorisation du savoir scientifique pour redéfinir un nouveau mode de production de la *bonne* manière d'étudier le vivant.<sup>69</sup> Ce contexte a certainement été déterminant dans l'essor de la biologie moléculaire et de son énorme potentiel en termes de valorisation industrielle des résultats de la recherche, mais aussi dans la disqualification de la biologie historique. Même s'ils sont encore peu nombreux, les travaux récents menés notamment dans le domaine de l'épigénétique montrent comment le renouveau de la biologie qu'elle préfigure en matière d'ouverture à l'environnement et à l'écologie est en fait beaucoup plus ancien.<sup>70</sup> Ainsi, on retrouverait les racines d'une *nouvelle* biologie historique dans les années 1930, exactement comme la biochimie, point de départ de l'essor de la nouvelle biologie moléculaire. La *molecularisation* de la biologie serait plus une parenthèse dans l'histoire de la discipline qu'une colonisation de la biologie par une vision *réductionniste* et centrée sur le gène. Finalement, les formes les plus récentes de cette discipline montante, notamment en Suisse, comporteraient des aspects des deux épistémologies: organique et moléculaire.<sup>71</sup> Ici encore, interroger le cas suisse s'avère particulièrement intéressant. L'essor de la biologie moléculaire ne

se borne pas aux frontières nationales, même si la Suisse a été pionnière. Cette nouvelle biologie se généralise à l'ensemble des champs scientifiques avec des effets qui se ressentent encore aujourd'hui.<sup>72</sup> La Suisse a largement contribué à cet essor en tant que lieu de circulation des personnes et des idées de la *révolution du gène*,<sup>73</sup> de l'émergence de la biologie à l'institutionnalisation de la biologie moléculaire, puis des sciences de la vie au XXI<sup>e</sup> siècle.

### Notes

- 1 Arnaud Saint-Martin, *Science*, Paris 2020.
- 2 <https://scienctaskforce.ch> (12. 7. 2021).
- 3 Robert K. Merton, *The Sociology of Science. Theoretical and Empirical Investigations*, Chicago 1973.
- 4 Pierre Bourdieu, «L'histoire singulière de la raison scientifique», *Zilsel* 4 (2018), 281–317.
- 5 Jérôme Lamy, Arnaud Saint-Martin, «La raison a une histoire», *Zilsel* 2 (2018), 277; Pierre Bourdieu, «Le champ scientifique», *Actes de la recherche en sciences sociales* 2–3 (1976), 97.
- 6 Lamy, Saint-Martin (voir note 5), 276.
- 7 [www.nfp78.ch](http://www.nfp78.ch) (12. 7. 2021).
- 8 Maureen A. O'Malley, «What did Darwin say about Microbes, and How did Microbiology Respond?», *Trends in microbiology* 17 (2009), 341–347.
- 9 Jean-Paul Gaudillière, Caroline Izambert, Pierre-André Juven, *Pandémopolitique. Réinventer la santé en commun*, Paris 2021, 263.
- 10 Maurizio Meloni, *Political Biology. Science and Social Values in Human Heredity from Eugenics to Epigenetics*, Basingstoke 2016; Erik L. Peterson, *The Life Organic. The Theoretical Biology Club and the Roots of Epigenetics*, Pittsburgh 2017; Hans-Jörg Rheinberger, *An Epistemology of the Concrete. Twentieth-Century Histories of Life*, Duke 2010; Niklaus Stettler, *Natur erforschen. Perspektiven einer Kulturgeschichte der Biowissenschaften an Schweizer Universitäten 1945–1975*, Zurich 2002.
- 11 Ernst Mayr, «Cause and Effect in Biology», *Science* 134 (1961), 1501–1506; Samuel Alizon, *Évolution, écologie et pandémies. Faire dialoguer Pasteur et Darwin*, Paris 2020.
- 12 Mayr (voir note 11), 1502; Stettler (voir note 10).
- 13 Christophe Bonneuil, «Le siècle du gène», in Christophe Bonneuil, Dominique Pestre (éd.), *Le siècle des technosciences (depuis 1914)*, Paris 2015, 297–313; Yves Gingras, «Le champ scientifique», in Frédéric Lebaron, Gérard Auger (éd.), *Lectures de Bourdieu*, Paris 2012, 279–294; Bruno Strasser, *La fabrique d'une nouvelle science. La biologie moléculaire à l'âge atomique (1945–1964)*, Florence 2006.
- 14 Michel Morange, «Darwinisme et biologie moléculaire», in Thomas Heams, Philippe Hurneman, Guillaume Lecointre, Marc Silberstein (éd.), *Les mondes darwiniens. L'évolution de l'évolution*, vol. 1, Paris 2011, 381–394; Joshua Lederberg, «Pandemic as a Natural Evolutionary Phenomenon», *Social Research* 55 (1988), 343–359; Kevin N. Laland et al., «Cause and Effect in Biology Revisited. Is Mayr's Proximate-Ultimate Dichotomy still Useful?», *Science* 334 (2011), 1512–1516.
- 15 Bruno Strasser, Michael Bürgi, «L'histoire des sciences, une histoire à part entière?», *Revue suisse d'histoire* 55 (2005), 3–16; Christophe Bonneuil, Pierre-Benoît Joly, *Sciences, techniques et société*, Paris 2013; Stettler (voir note 10).
- 16 David Gugerli, Patrick Kupper, Daniel Speich, *Die Zukunftsmaschine. Konjunkturen der ETH Zürich*, Zurich 2010; François Gros, *Regard sur la biologie contemporaine*, Paris 1993; Bruno Strasser, «Totems de laboratoires, microscopes électroniques et réseaux scientifiques. L'émer-

- gence de la biologie moléculaire à Genève (1945–1960)», *Revue d'histoire des sciences* 55 (2002), 5–43; Martin Benninghoff, Raphaël Ramuz, Andrea Lutz, «La recherche biomédicale en Suisse. Espace social, discours et pratiques», *Document CSSI* 2, Berne 2014; Stettler (voir note 10).
- 17 Strasser (voir note 13).
- 18 Michel Morange, *Une histoire de la biologie*, Paris 2016.
- 19 Gros (voir note 16); Jean-Paul Gaudillière, *Inventer la biomédecine. La France, l'Amérique et la production des savoirs du vivant (1945–1965)*, Paris 2002.
- 20 Antoine Fleury, Frédéric Joye, *Les débuts de la politique de la recherche en Suisse. Histoire de la création du Fonds national suisse de la recherche scientifique 1934–1952*, Genève 2003; Benedetto Lepori, *La politique de la recherche en Suisse. Institutions, acteurs et dynamique historique*, Berne 2007.
- 21 Actes de la Société helvétique des sciences naturelles (1838–1977), *Annuaire de la Société helvétique des sciences naturelles* (1978–1987), *Annuaire/Académie suisse des sciences naturelles* (1988–2003). Disponibles en ligne sur *e-periodica.ch*.
- 22 FNS, *Rapport d'activité*, Berne 1976.
- 23 *Annuaire/Académie suisse des sciences naturelles*, 1988.
- 24 Pierre Bourdieu, *Science de la science et réflexivité*, Paris 2001, 104.
- 25 Morange (voir note 18), 188.
- 26 Gros (voir note 16); Morange (voir note 18), 163.
- 27 Samuel Alizon, Pierre-Olivier Méthot, «Reconciling Pasteur and Darwin to Control Infectious Diseases», *PLoS Biol* 16 (2018); Maureen A. O’Malley (voir note 8).
- 28 Strasser (voir note 16).
- 29 Jean-Paul Gaudillière, «Molecular biology in the French tradition? Redefining local traditions and disciplinary patterns», *Journal of the History of Biology* 26 (1993), 473–498; Strasser (voir note 13).
- 30 Gros (voir note 16), 73.
- 31 Jean-Philippe Leresche et al., *Gouverner les universités. L'exemple de la coordination Genève-Lausanne, 1990–2010*, Lausanne 2012; Strasser (voir note 13), 370.
- 32 Strasser (voir note 16); Gros (voir note 16), Gugerli, Kupper, Speich (voir note 16), 349; Benninghoff, Ramuz, Lutz (voir note 16).
- 33 Urs Hafner, «Réaliser le rêve ancien de l’alchimie», *Horizons* 89 (2011), 11; Michael Bürgi, «Pharma, Politik und Polypeptide. Die Institutionalisierung der Molekularbiologie in Zürich 1962–1971», *traverse* 12/3 (2005), 126–139.
- 34 Stettler (voir note 10); Lukas Straumann, *Nützliche Schädlinge. Angewandte Entomologie, chemische Industrie und Landwirtschaftspolitik in der Schweiz 1874–1952*, Zurich 2005.
- 35 Gaudillière, Izambert, Juven (voir note 9), 155–156; R. James Breiding, *Swiss Made. The Untold Story behind Switzerland’s Success*, Londres 2013, 298.
- 36 Carsten Reinhardt (éd.), *Chemical Sciences in the 20th Century. Bridging Boundaries*, Hoboken 2002; Alfred D. Chandler Jr., *Shaping the Industrial Century. The Remarkable Story of the Evolution on the Modern Chemical and Pharmaceutical Industries*, Cambridge 2005.
- 37 Bruno Strasser, «Biomedicine. Meanings, Assumptions, and Possible Futures», *Document CSSI*, Berne 2014, 16.
- 38 Michael Bürgi, Bruno Strasser, «Pharma in Transition. New Approaches to Drug Development at F. Hoffmann-La Roche & Co, 1960–1980», in Viviane Quirke, Judy Slinn (éd.), *Perspectives on Twentieth-Century Pharmaceuticals*, Oxford 2010, 391–432; Leresche et al. (voir note 31), 214.
- 39 Jean-Pierre Bouchez, «Autour de «l’économie du savoir». Ses composantes, ses dynamiques et ses enjeux», *Savoirs* 1 (2014), 9–45; Benoît Godin, «The Knowledge-based Economy. Conceptual Framework or Buzzword?», *The Journal of technology transfer* 31 (2006), 17–30.
- 40 Gaudillière, Izambert, Juven (voir note 9).
- 41 Stettler (voir note 10); Strasser (voir note 13); Gugerli, Kupper, Speich (voir note 16).

- 42 Patrick Kupper, Bernhard Schär (éd.), *Les naturalistes. À la découverte de la Suisse et du monde, 1800–2015*, Baden 2015.
- 43 Pierre Bourdieu (voir note 4); Yves Gingras, *Sociologie des sciences*, Paris 2013.
- 44 Vincent Larivière et al., «Which Scientific Elites? On the Concentration of Research Funds, Publications and Citations», *Research Evaluation* 19 (2010), 45–53.
- 45 Dietmar Braun, «Regierungsmodelle und Machtstrukturen an Universitäten», in Erhard Stöltzing, Uwe Schimank (éd.), *Die Krise der Universitäten*, Wiesbaden 2001, 243–263; Pierre Bourdieu, *Homo Academicus*, Paris 1984.
- 46 Yves Gingras (voir note 13).
- 47 Ces dates correspondent aux années de référence de la Base de données des élites suisses (OBELIS). L'ensemble des informations et des sources concernant les chaires professorales, les professeurs et les recteurs sont consultables dans sa version online: [www2.unil.ch/elitessuisse/](http://www2.unil.ch/elitessuisse/).
- 48 Yves Gingras, *Histoire des sciences*, Paris 2018.
- 49 Gros (voir note 16); Reinhardt (voir note 36).
- 50 François Gros, *Mémoires scientifiques. Un demi-siècle de biologie*, Paris 2003.
- 51 Pierre Benz, Felix Bühlmann, André Mach, «The Transformation of Professors' Careers. Standardization, Hybridization, and Acceleration?», *Higher Education* 81 (2021), 967–985.
- 52 Franz Horvath, «Hochschulkarrieren im Wandel. Reproduktion, Professionalisierung und Internationalisierung des Schweizer Hochschulpersonals», in Ulrich Pfister, Brigitte Studer, Jakob Tanner, *Arbeit im Wandel*, Zurich 1996, 145–170; Thierry Rossier, Felix Bühlmann, André Mach, «The Rise of Professors of Economics and Business Studies in Switzerland», *Archives Européennes de Sociologie* 58 (2017), 295–326.
- 53 Pierre Benz, *Des sciences naturelles aux sciences de la vie. Changements et continuités des élites académiques de la biologie et de la chimie en Suisse au XX<sup>e</sup> siècle*, thèse de doctorat, Lausanne 2019; Stettler (voir note 10).
- 54 Actes de la Société helvétique des sciences naturelles pour les années correspondantes.
- 55 Strasser (voir note 13), 370.
- 56 Bürgi (voir note 33), 128.
- 57 Stettler (voir note 10).
- 58 Martin Benninghoff, Dietmar Braun, «Research Funding, Authority Relations, and Scientific Production in Switzerland», in Richard Whitley, Jochen Gläser, Lars Engwall (éd.), *Reconfiguring Knowledge Production*, Oxford 2010, 81–109; Fleury, Joye (voir note 20), 88.
- 59 FNS, *Rapport d'activité*, Berne 1955.
- 60 FNS, *Rapport d'activité*, Berne 1968.
- 61 Stettler (voir note 10), 161–162.
- 62 Martin Benninghoff, Jean-Philippe Leresche, *La recherche, affaire d'État. Enjeux et luttes d'une politique fédérale des sciences*, Lausanne 2003, 63.
- 63 [http://p3.snf.ch\\_\(21. 6. 2021\).](http://p3.snf.ch_(21. 6. 2021).)
- 64 Alexander von Muralt, «Sept ans de Fonds national», *Actes de la Société helvétique des sciences naturelles* 139 (1959), 27.
- 65 Ibid., 29.
- 66 Pierre Bourdieu, *Les usages sociaux de la science. Pour une sociologie clinique du champ scientifique*, Paris 1997; Bourdieu (voir note 45).
- 67 Felix Bühlmann, Thierry Rossier, Pierre Benz, «The Elite Placement Power of Professors of Law and Economic Sciences», in Olav Korsnes et al. (éd.), *New Directions in Elite Studies*, Londres 2018.
- 68 <https://marcel-benoist.ch/fr> (23. 11. 2021).
- 69 Michael Gibbons et al., *The New Production of Knowledge. The Dynamics of Science and Research in Contemporary Societies*, Londres 1994; Yves Gingras, «Les transformations de la production du savoir. De l'unité de connaissance à l'unité comptable», *Zilsel* 4 (2018), 139–152.

- 70 Meloni (voir note 10); Peterson (voir note 10).
- 71 Julien Larregue, Vincent Larivière, Philippe Mongeon, «On the Institutional and Intellectual Division of Labor in Epigenetics Research. A Scientometric Analysis», *Social Science Information* 59 (2020), 117–143; Luca Chiapperino, Francesco Panese, «On the Traces of the Biosocial. Historicizing «Plasticity» in Contemporary Epigenetics», *History of Science* 18 (2019), 3–44; Luca Chiapperino, «Environmental Enrichment. An Experiment in Biosocial Intervention», *BioSocieties* 23 (2019), 41–69.
- 72 Alizon (voir note 11); Bonneuil (voir note 13); Morange (voir note 18); Gaudillièvre (voir note 19).
- 73 Bürgi, Strasser (voir note 38).