

Revue d'anthropologie des connaissances

15-2 | 2021

Rencontres entre STS et philosophie des sciences et des techniques

Dossier thématique

Phénoménotechnique et systèmes expérimentaux dans la compréhension de la pratique scientifique

Le cas de la Cellule Vivante

*Phenomenotechnics and Experimental Systems on the Understanding the Scientific Practice: the Case of Living Cell**Fenomenotecnia y Sistemas Experimentales en la comprensión de la práctica científica: el caso de la Célula Viviente*

JUAN CARLOS GALLEGO-GÓMEZ ET GERMÁN GUERRERO-PINO

Traduction de Tomás Pereira Ginet-Jaquemet

<https://doi.org/10.4000/rac.22887>

Résumés

Français English Español

Cet article a pour objet de préciser la conception des systèmes expérimentaux chez Hans-Jörg Rheinberger dans le cadre de la phénoménotechnique telle que conçue par Bachelard afin de montrer son utilité pour l'analyse et la compréhension d'un cas particulier, à savoir l'émergence de la « cellule vivante » en tant qu'objet épistémologique dans la biologie cellulaire contemporaine depuis l'origine, avec la théorie cellulaire, la cytologie et la biochimie (Bechtel, 2006), jusqu'à ses développements plus récents fondés sur l'imagerie de cellules vivantes (ICV). La notion de système expérimental inclut des objets épistémologiques ou scientifiques, des conditions expérimentales ainsi que des conjonctures, des hybridations et bifurcations. La conception de système expérimental chez Rheinberger est une caractérisation fine de la science contemporaine qui permet de saisir un élément central de l'activité de recherche, l'émergence de l'objet épistémologique-scientifique (la cellule vivante) co-généré à l'intérieur d'un espace qui se situe entre la représentation et le graphème (une trace expérimentale qui produit des signifiants) au sein d'un système expérimental appelé ICV. Enfin, dans le contexte des récentes études sociales des sciences et technologies (STS), nous cherchons à montrer qu'il est possible d'intégrer les réflexions philosophiques et l'étude de la pratique scientifique en laboratoire, pratique souvent absente dans les travaux en cours en philosophie des sciences.

The present work has the objective to precise the conception of the Experimental Systems (ES) of Rheinberger, within the context of phenomenotechnics of Bachelard by showing after its utility on the analysis and understanding of a particular case, like is the rise of the epistemic-scientific object "living cell" in Contemporary Cell Biology (CCB). In order to get such comprehension this study begins from the origins with Cellular Theory (CT), Cytology and Biochemistry (Bechtel, 2006), until to arrive to the most recent developments based in Live Cell Imaging (LCI). The notion of ES of Rheinberger is a finer characterization of the real science because it articulates a central element to the research activity, specifically with our case study the emerging of epistemic-scientific object (living cell), which is co-generated between a space of representation and the graphemes (experimental traces with signifiers), all together within an ES called Live Cell Imaging. Finally, in the context of the recent STS works, we search showing how is possible to integrate some philosophical reflections with scientific practice, and how it is occurring in the laboratory, which it is absent in many works in philosophy of science.

El presente artículo tiene por objetivo precisar la concepción de los sistemas experimentales de Rheinberger, dentro del contexto del concepto de fenomenotecnia de Bachelard, para después mostrar su utilidad en el análisis y comprensión de un caso particular, como es la emergencia del objeto epistémico «célula viviente» en la Biología Celular Contemporánea. En este último caso, se parte de sus orígenes, con la teoría celular, la citología y la bioquímica (Bechtel, 2006), hasta llegar a sus más recientes desarrollos basados en imagenología de células vivas. En relación con la noción de sistema experimental, se plantea que estos incluyen objetos epistémicos o científicos y condiciones experimentales, así como coyunturas, hibridaciones y bifurcaciones (Rheinberger, 2011). La concepción de sistema experimental de Rheinberger, es una caracterización más fina de la ciencia contemporánea que atrapa un elemento central de la actividad investigativa, el surgimiento del objeto científico-epistémico (célula viviente) co-generado entre un espacio de representación y un grafema (un rastro experimental que deja significantes), dentro de un sistema experimental llamado imagenología de células vivas. Finalmente, en el contexto de los recientes trabajos en estudios CTS, también se busca mostrar cómo es posible integrar las reflexiones filosóficas con la práctica científica, como sucede realmente en el laboratorio, que está bastante ausente en los actuales trabajos sobre filosofía de la ciencia.



Ce site utilise des cookies et vous donne le contrôle sur ceux que vous souhaitez activer

que, système expérimental, imagerie, cellule vivante, biologie cellulaire, philosophie, études sociales des sciences et STS (Hans-Jörg)

que, experimental system, imaging, living cell, cell biology, philosophy, science and technology studies (STS),

que, sistema experimental, imagen, célula viva, biología celular, filosofía, estudios sociales de la ciencia y la filosofía (Hans-Jörg)

la représentation que nous avons formé d'un processus invisible et de la forme de sa translation à des effets visibles ». François Jacob, *La Statue intérieure*.

Introduction

- 1 En ce nouveau millénaire, l'étude du processus dynamique en imagerie de cellules vivantes (ICV) est le produit d'une longue tradition de recherche et son éclaircissement s'adapte parfaitement à l'épigraphie (Campbell, 1989) du prix Nobel François Jacob ci-dessus.
- 2 Une révision rapide des plus récents travaux historiques et philosophiques en biologie cellulaire contemporaine (BCC) ou en biologie moléculaire (BM) (Bechtel, 2006 ; Harris, 1999 ; Morange, 1998 ; Rheinberger, 1997a) fait apparaître quelques traits communs avec d'autres disciplines biologiques et de sciences physiques. Ces textes sont plus proches des STS et du tournant pratique post-positiviste de la philosophie des sciences, contrairement aux travaux portant sur l'histoire et la philosophie de la théorie évolutive (Weber, 2004) ou sur la physique où priment les recherches plus centrées sur les théories.
- 3 Bien que le tournant pratique des sciences soit souvent situé autour des années 1980, de plus anciens précédents existent comme remarqué par Buchdahl (1965) :

...nous n'aurons plus la tentation de regarder les réussites scientifiques du passé du simple point de vue des sciences actuelles dans les manuels scolaires ; il serait surtout intéressant de les considérer en termes de problématiques, d'idées et de soubassements technologiques de leur époque.

- 4 Par ailleurs, bien que Ian Hacking (1983) soit communément reconnu comme le pionnier du tournant pratique des sciences, c'est Robert Ackermann qui qualifia de « nouvel expérimentalisme » les discussions philosophiques centrées sur le rôle joué par les expériences et les instruments dans les sciences, cherchant à surmonter les inconvénients posés par l'empirisme logique et faire ainsi l'impasse sur le scepticisme des constructivistes sociaux (Ackermann, 1985, 1989). Les nouveaux expérimentalistes (Boon, 2015) mettent l'accent sur les expériences et les instruments de la pratique scientifique, postulat central pour éviter, entre autres, les problèmes découlant de la sous-détermination de la théorie par l'expérience, du poids théorique de l'observation et du scepticisme extrême émanant du constructivisme social.
- 5 Les STS, autant que les nouveaux expérimentalistes, soutiennent que l'objectivité scientifique est un produit historique (Daston & Galison, 2007), provenant de communautés épistémiques socialement situées (Knorr-Cetina, 2009) et que la connaissance scientifique est une construction, de telle sorte que, si nous prenons en compte les derniers développements de la philosophie des sciences fondés sur les pratiques (Martínez & Huang, 2015), il est urgent de considérer à sa juste valeur ce que ces recherches ont montré au cours des dernières décennies.
- 6 Dans *La formation de l'esprit scientifique*, Bachelard (1993) soutient que « rien n'est donné, tout est construit ». L'auteur employait davantage le terme « réalisation » (Rheinberger, 2010b), très proche de « réification ». Bien qu'il n'existe pas de dichotomie tranchée entre théorie et expérience – mais plutôt une sorte d'amalgame qui serait à l'origine de la production de la connaissance scientifique –, le terme « théorème réifié » (Rheinberger, 2010a) est le néologisme désignant cette fusion.
- 7 Alors que de nombreuses études en philosophie des sciences – considérant à leur juste valeur le tournant pratique et le nouvel expérimentalisme – mettent l'accent sur leur détachement par rapport à la philosophie des sciences dominée par les théories, les arguments invoqués conduisent à des explications dans la veine du conceptualisme (centrés sur les théories). Bien que la pratique scientifique soit reconnue comme un facteur clé, ces études font fi des données de ce qui constitue la « vie expérimentale », comme il a été rappelé par Shapin et Schaffer (2005). Les travaux philosophico-historiographiques de Weber, Bechtel et Rheinberger, mentionnés précédemment, constituent une exception dans les sciences de la vie notamment, où la recherche n'est pas dominée par les théories :

elle est menée – comme l'affirme Rheinberger (2010a) – entre les frontières du connu et de l'inconnu à travers la construction de systèmes expérimentaux qui donnent naissance aux 'choses épistémiques', mais plutôt dominée par le choix de systèmes expérimentaux : 'L'idéal est de construire un arrangement expérimental robuste d'instruments, de procédés chimiques, de structures physiques et de matériaux biologiques afin de produire un réseau d'expériences'.

- 8 Des études supplémentaires portant sur les pratiques scientifiques en laboratoire sont nécessaires car des processus intéressants doivent encore être articulés dans la recherche philosophique. C'est pourquoi nous nous cantonnons dans la présente étude à une période historique récente (1990 – 2010) de la biologie et de la recherche biomédicale, période à la fois novatrice et largement étudiée (Landecker, 2009). Ainsi, suivant l'exemple de Bechtel et Rheinberger, nous servons-nous des données des deux dernières décennies dans le développement de la BCC qui a conduit à la création de l'ICV, une pratique scientifique où confluent des chercheurs venant de différents domaines des STS.
- 9 Par ailleurs, comme nous voulons le montrer dans ce travail, l'histoire de l'ICV peut être mieux analysée en partant du présupposé que les systèmes expérimentaux (SE) s'assemblent de façon différentielle et convergent vers la constitution (conjoncture) de l'objet épistémico-scientifique. L'étude historique de l'ICV, en suivant les SE, offre une autre perspective sur l'histoire et sur la philosophie des sciences biologiques car il s'agit de montrer comment deux traditions (structuraliste et fonctionnaliste), vieilles de plusieurs siècles, ont fini par confluer en un processus d'hybridation qui a fait émerger un nouvel objet épistémico-scientifique : la cellule vivante.
- 10 La cellule vivante a été le présupposé ontologique avec lequel les chercheurs ont travaillé pendant des années depuis 1830. De nos jours, grâce au SE inédit de l'ICV, on dispose d'une observation étendue du phénomène vivant. En effet, il est possible d'enregistrer des événements au niveau moléculaire, dont le détail de la dynamique est modélisée mathématiquement, comme jamais auparavant. Ainsi, espérons-nous que ce travail sera en mesure d'offrir des outils issus de la philosophie et de l'histoire à partir de la méthodologie de Rheinberger permettant de comprendre d'une manière différente comment les phénomènes en laboratoire sont construits et pourquoi il est souvent affirmé que les expériences ont une vie propre, ce qui est le cas de l'ICV.



Ce site utilise des cookies et vous donne le contrôle sur ceux que vous souhaitez activer

Technique et systèmes expérimentaux

Technique » fut introduit par Gaston Bachelard dans son article *Noumène et microphysique* (Bachelard, a science à la fin du XIXe siècle par opposition aux sciences dans les siècles précédents. Hans-Jörg utilise le terme « système expérimental » dans son livre *Toward a History of Epistemic Things: Test Tube* (Rheinberger, 1997a), en partie inspiré par le concept de Bachelard. Analysons chacun de ces sur décrire ensuite les rapports qu'ils entretiennent.

cept de phénoménotechnique, par opposition à celui de phénoménographie, comme suit :

le correspond alors à une nouménologie très différente de la phénoménographie dans laquelle l'empirisme antonner. Cette nouménologie explique une phénoménotechnique¹ par laquelle les phénomènes nouveaux it trouvés, mais inventés, construits de fond en comble (p. 24).

XIXe siècle, la microphysique ou la physique des particules, s'est chargée d'étudier la structure interne de la s percevons par nos sens. Elle avançait ou présumait l'existence de particules minuscules et de leurs eceptibles pour nos sens, sauf à travers des dispositifs expérimentaux et de mesure complexes, fondés sur et des développements expérimentaux et technologiques. À l'inverse, et de façon générale, la physique des

siècles précédents s'occupait des objets et des phénomènes de l'expérience quotidienne, dont la description, selon Bachelard, constitue la phénoménographie. Si nous acceptons, comme le fait l'empirisme scientifique, que ces objets et ces phénomènes ne nous sont pas seulement donnés, mais qu'ils existent par eux-mêmes, ils sont des noumènes (en termes kantien). La phénoménologie correspond, alors, à la nouménologie.

14 Or, la phénoménotechnique fait référence aux phénomènes microscopiques et atomiques, phénomènes qui ne nous sont pas donnés et qui ne se rencontrent pas directement dans la nature, mais qui sont « inventés, construits » dans des circonstances spéciales en laboratoire. La nouménologie, elle, désigne les entités et propriétés présumées par les scientifiques pour expliquer la phénoménotechnique. En somme, comme nous le rappelle Chimisso (2008), Bachelard considérait comme étrange la conception de la science selon laquelle elle porterait sur des « choses » qui existent indépendamment de notre connaissance. C'est pourquoi, au lieu de la réfuter philosophiquement, il a décidé de faire la psychanalyse de ces postulats. C'est à cela que renvoie le sous-titre de son livre *Contribution à une psychanalyse de la connaissance objective*.

15 Torreti (2012) insiste sur deux aspects du concept de phénoménotechnique : d'une part (c'est nous qui soulignons), « les objets de la connaissance scientifique – choses, propriétés, situations, processus – ne sont pas donnés mais constitués, articulés au sein du flux du devenir par notre pensée. En un mot : l'objectivité est un exploit, non une donnée » ; d'autre part, la racine du terme « phénomène », φαινόμενα, dans phénoménotechnique, signifie apparaître, se manifester, se rendre présent. C'est pourquoi, on ne saurait entendre par phénoménotechnique « ce qui apparaît à la conscience » – l'acception traditionnelle des philosophes – mais comme un événement ou un processus typifiable et reproductible, détaché du devenir – comme l'entendent les scientifiques. En résumé :

dans l'usage bachelardien, 'phénoménotechnique' signifie l'art savant de produire de nouveaux phénomènes, en faisant matériellement et manuellement ce qui a été conçu abstraitement – typiquement moyennant des modèles mathématiques – par l'intelligence (Torreti, 2012).

16 Le noumène est un concept fondamental dans la philosophie bachelardienne (Bachelard, 2004). « Noumène », *νοῦμενον* en grec, dans son acception la plus simple et la plus littérale désigne « ce qui est saisi par l'intelligence (νοῦς) » (Torreti, 2012). En outre, il n'existe ni point de départ ni fin discernable pour déterminer où commence le noumène et où commence le phénomène dans la notion de phénoménotechnique :

ce qui est perçu couramment comme donné dans le monde réel est plutôt quelque chose de fait, *produit d'un circuit matériel et discursif – en partie chose, en partie théorème* – que les philosophes des sciences devraient considérer sérieusement. Un tel schéma, à la fois matériel et discursif, est pour Bachelard *dialectiquement constitué*. (souligné par nous).

17 Par ailleurs, le postulat productiviste de Bachelard peut être résumé comme suit : « les connaissances sont des produits technico-épistémiques moulés sous la forme particulière de théorèmes incorporés » (Rheinberger, 2010a). Les objets des sciences ne sont ni immédiatement donnés ni des entités qui puissent être saisies directement ou sans médiation ; il s'agit toujours de produits élaborés par le travail scientifique préalable. Ainsi, un objet scientifique est-il un phénomène entraîné dans un processus de « rectification ». Il n'est pas constitué définitivement mais continue d'être un objet scientifique en raison de sa reconfiguration et rectification constante (Rheinberger, 2010a).

18 Les instruments scientifiques sont également déterminants car ils sont au cœur de l'assemblage épistémique des sciences modernes. En effet, ils incorporent la connaissance acquise et contribuent à produire l'objet en tant que technophénomène : « l'instrument n'est pas un appareil passif... mais un véritable théorème réifié » ; il représente l'existence matérielle d'un corpus de connaissances donné (Rheinberger, 2010a). Qui plus est, un concept ne peut être scientifique que lorsqu'il se transforme en ou devient une technique ; ou bien dès qu'il est porté par une technique qui le rend réel (« qui le réalise ») où l'objet même devient un agent du processus scientifique (Rheinberger, 2010a).

19 Alors que la démarche philosophico-historique de Rheinberger² découle de la philosophie continentale française et allemande (Husserl, Heidegger, Derrida, Foucault, Deleuze, Lacan entre autres) (Lenoir, 2010), le cœur de sa conception en tant que système expérimental (SE) et « chose épistémique » provient essentiellement de la philosophie de Bachelard et de son épistémologie historique (EH), notamment de sa compréhension des sciences contemporaines en tant que phénoménotechnique³. Or, nous pouvons avancer que, dans une certaine mesure, la démarche de Rheinberger est un prolongement de la démarche de Bachelard ; plus précisément, nous les entendons comme une caractérisation plus fine des sciences contemporaines que celle proposée par Bachelard. En d'autres termes, le concept de SE saisit un élément central de l'activité de recherche que Bachelard pose en termes de phénoménotechnique.

20 Rheinberger a suggéré que le système expérimental est composé de deux éléments indissociables mais discernables (Rheinberger, 1997a) : d'une part, des objets de recherche, objets scientifiques ou « choses épistémiques » ; d'autre part, les conditions expérimentales ou techniques que façonnent les objets scientifiques. Le premier élément peut prendre la forme d'entités matérielles ou de processus comme les réactions chimiques, les fonctions biologiques ou les réactions enzymatiques qui constituent les objets de recherche. Ces objets épistémiques présentent, en outre, une « ambiguïté irréductible » qui peut être paradoxale. En réalité, « les choses épistémiques comportent ce qui est encore inconnu » ou possèdent le statut précaire de choses absentes de la réalisation expérimentale (Rheinberger, 1997a). Le deuxième élément, les conditions expérimentales – contrairement à l'ambiguïté irréductible des objets épistémiques – tendent à être plutôt déterminées de manière caractéristique en fonction de standards de pureté et de précision. Elles contiennent doublement les objets scientifiques en ce qu'elles les incorporent tout en les limitant par cette même fusion.

21 Si nous reconnaissons qu'un SE est le noyau de la structure et la dynamique de l'activité scientifique, des conséquences épistémologiques et historiographiques importantes s'en dégageraient : la première étant que nous comprendrions comment ce qui est inconnu ou absent à être connu ; la seconde, qu'un tel résultat s'obtient par le biais d'un SE et non par des changements théoriques.



Ce site utilise des cookies et vous donne le contrôle sur ceux que vous souhaitez activer

Rheinberger explique que la notion de « système » indique qu'entre les éléments constitutifs de la culture a des connexions souples qui demandent à être étudiées en détail pour chaque contexte historique. Il y a « couplement » faible, selon l'expression de Ludwik Fleck (1986), et bidirectionnel. Ils existent soit aux éléments techniques et organiques à l'œuvre dans un SE, et diachroniquement par rapport à la – à-dire que l'existence d'un SE s'inscrit dans une trajectoire historique de recherche souvent limitée mais l'avantage du concept de SE réside dans la faculté de penser et de réunir des aspects essentiels, mais très du processus de recherche scientifique : les instruments et appareils de mesure, les assemblages types, les compétences nécessaires pour utiliser tout cela de manière significative, les objets de recherche rtant, les espaces dans lesquels tout est amené à interagir de façon productive et créative (Rheinberger,

e façon de concevoir les SE s'aligne avec celle de Pickering (1995, p. 7) et a l'avantage de la compléter. En pratique scientifique en termes performatifs (et non pas représentatifs) comme « un champ de pouvoirs, situées dans des captures "machiniques" de nature matérielle », de telle sorte que la question de la n se focalise plutôt sur l'aspect épistémique et ontologique dans la constitution de l'objet épistémique. 30), il s'agit de placer la représentation dans la pratique scientifique et ses contextes spécifiques de pair rche plutôt que de la comprendre dans un sens abstrait et mental, ce qui était autrefois la conception

24 Coopmans *et al.* (2014) vont plus loin en se fixant pour objectif « d'identifier les questions clés sur la représentation dans la pratique scientifique : les préoccupations, les composantes, les mécanismes ou caractéristiques animées qui éclairent et permettent de réfléchir sur les développements récents dans les STS » (Coopmans *et al.*, 2014, p. 4) ; et en considérant la représentation (même si elle est très proche du concept de visualisation) non pas de façon univoque mais à partir d'une grande diversité de pratiques scientifiques comprenant divers *scenarii* empiriques, analysés à travers le prisme de l'anthropologie, la sociologie, la philosophie, l'histoire et des champs interdisciplinaires. À ce propos, il convient de prendre en compte les réflexions de Rheinberger (1995, p. 5) sur la problématique de la représentation dans la recherche scientifique par rapport à la connaissance ordinaire, complétée par la façon dont il conçoit la construction de l'objet épistémique :

S'impliquer dans la production de choses épistémiques signifie s'impliquer dans la production potentiellement interminable de traces⁴, où le lieu de référence est toujours pris par une autre trace... Il n'y a pas de représentation sans une série de représentations... l'activité de la représentation scientifique doit être conçue comme un processus sans « référent » et sans « origine » (Rheinberger, 1995, p. 5).

25 Rheinberger répond à la question de savoir ce que signifie le fait parler de SE en s'opposant à l'image de l'expérimentation rationaliste vue comme activité orientée par les théories, en disant qu'un scientifique expérimentaliste est plongé dans un système d'expériences qui n'est normalement pas bien défini et qui, en outre, ne produit pas de réponses. Un postulat également défendu par Fleck⁵ dans son ouvrage *Genesis and Development of a Scientific Fact* (1986, initialement publié en allemand en 1935) où il illustre cette nature dynamique et inachevée de l'expérimentation scientifique en soutenant que : « si une expérience de recherche était bien définie, il serait totalement inutile de la réaliser. Pour les assemblages expérimentaux bien définis, les résultats sont déjà connus d'avance ».

26 Dans ce même ordre d'idées, le postulat de Rheinberger (1997a) s'oppose à une longue tradition en philosophie des sciences selon laquelle les expériences étaient considérées comme quelque chose d'empirique, de singulier, de bien défini et immergé dans l'élaboration d'une théorie :

en règle générale, un chercheur ne travaille pas avec des expériences isolées par rapport à une théorie mais conçoit plutôt l'assemblage expérimental comme un tout, comme le produit de la connaissance qui n'est pas encore à sa disposition (Rheinberger, 1997a).

27 Par ailleurs, un SE n'est pas un dispositif disjonctif de confirmation ou d'infirmité d'hypothèses comme l'a proposé Popper car dans celui-ci les objets ou choses épistémiques sont créées, générées ou, plutôt, constituées. C'est pourquoi, il n'existe pas d'objets scientifiques préalables ou donnés, de même que les questions dans un projet de recherche ne sont pas définies d'avance⁶.

28 En résumé, un SE peut être considéré comme l'unité la plus petite et la plus complète du travail de recherche, désigné pour donner des réponses inconnues aux questions non encore clairement formulées par les chercheurs. Il ne s'agit pas d'un simple dispositif expérimental destiné à apporter des réponses mais d'un moyen pour matérialiser les questions que co-génèrent inextricablement les phénomènes ou entités matérielles et les concepts incorporés par Rheinberger (1997a).

29 Le SE ne peut non plus être considéré comme une forme de représentation scientifique, laquelle est plutôt comprise à l'intérieur du SE. En effet, comme le définit Rheinberger dans son vocabulaire, un SE est « l'unité de base de l'activité expérimentale qui combine des aspects locaux, techniques, instrumentaux, institutionnels, sociaux et épistémiques (1997a, p. 238) ». Pour échapper aux deux métaréçits (empirisme et rationalisme) apparaissant à l'époque des Lumières et leurs développements au XX^e siècle (comme la représentation scientifique), Rheinberger articule une conception innovante en accord avec la notion bachelardienne de théorème réifié et avec les approches du déconstructivisme de Derrida et Deleuze.

30 Pour Rheinberger, les objets épistémiques ou scientifiques, dont les caractéristiques inconnues sont la cible de la recherche expérimentale, sont surtout des articulations des graphèmes, lesquels pouvant être n'importe quel type de signifiant matériel (Rheinberger, 1997a, p. 238). Par conséquent, dans un SE apparaissent des traces qui sont des signifiants matériels produits expérimentalement. L'auteur appelle ce processus « l'inscription »⁷, c'est-à-dire la production de traces expérimentales avec l'aide des instruments scientifiques et d'autres dispositifs (1997a, p. 239).

31 Or, Rheinberger (1997a, p. 235) appelle « espace de représentation » le système coordonné où les objets scientifiques sont instanciés comme articulations de traces qui existent en relation étroite avec les graphèmes. Il précise, en outre, que « les graphèmes et les espaces de représentation n'existent pas indépendamment car ils s'engendrent mutuellement, de telle sorte qu'il n'est pas d'espace de représentation avant le graphème ». Ainsi, un « objet scientifique recherché dans la structure d'un système expérimental est[-il] articulé à partir des traces matérielles ou graphèmes d'un espace de représentation particulier » (Rheinberger, 1997a, p. 105). C'est pourquoi :

les articulations de graphèmes ou les systèmes de signification dans les limites d'une configuration expérimentale constituent les objets des sciences. Ceux-ci canalisent le bruit produit par l'assemblage de recherche et sont déplacés vers des traces supplémentaires, graphèmes, inscriptions ou marques (Rheinberger, 1997a, p. 106)

32 Autant dans son ouvrage de 1997 que dans un grand nombre de ses travaux, Rheinberger (1994, 1995, 1997b, 2011) établit un prolongement de la phénoménotéchnique de Bachelard en concevant le SE comme un processus dialectique inscrit dans un devenir historique. Avec des exemples spécifiques, il parvient à configurer trois façons par lesquelles les systèmes expérimentaux se modifient : reproductions, bifurcations et conjonctures. Dans ce qui suit, nous utiliserons de façon articulée cette façon de voir comment les SE et leur taxonomie changent, en nous appuyant sur des exemples en biologie cellulaire contemporaine (BCC) et en imagerie de cellules vivantes (ICV).



Ce site utilise des cookies et vous donne le contrôle sur ceux que vous souhaitez activer

cellules vivantes

réfendue découverte des cellules par Hooke au XV^e. siècle (Harris, 1999), en passant par l'origine et la cellulaire (TC) au XIX^e siècle, puis par les nouveaux développements à la fin du XX^e siècle, pour enfin re contemporaine en 1960 ouvrant la voie à l'ICV, nous proposons un parcours qui analyse plusieurs montrer quelques caractéristiques importantes à prendre en compte.

es changements conceptuels et techniques qui se sont produits, changements conformes aux postulats de exposés ci-dessus. Le concept de cellule, par exemple, même si l'on peut soutenir qu'il a existé depuis sa ert Hooke, ne faisait pas vraiment allusion à l'entité ontologique dont disposaient, presque cent cinquante s dans leur pratique expérimentale (Harris, 1999). Ainsi, la cellule est devenue objet scientifique (chose ue trajectoire historique de recherche que nous allons esquisser en soulignant quelques aspects que nous culer avec les SE de Rheinberger.

rger (1997a), nous voyons la pertinence des SE dans les débuts de l'histoire de la biologie cellulaire, en riques (entre parenthèses) à ses affirmations :

rosopes, méthodes de préservation, fixation, coloration des cellules, illustration d'observations) que les culiers – choses épistémiques selon ma terminologie – prennent de l'importance dans un champ étendu de

cultures épistémiques et pratiques (les cellules devinrent une entité reconnaissable par les pionniers de la théorie cellulaire du XIX^e siècle).

- 36 En effet, les premières observations microscopiques (1620 – 1750) présentent des artefacts optiques⁸ (aberrations chromatiques et sphériques) qui tenaient aux difficultés techniques comme la méconnaissance des méthodes de préservation, de fixation et de coloration des cellules, d'autant plus importantes que les découvertes étaient interprétées à partir des théories fibrillaire et globulaire. Nulle évidence donc que ces scientifiques observaient des cellules (Harris, 1999). À titre d'exemple, lorsque Robert Hooke décrivait ces « cellules », il faisait référence aux espaces vides dans les tranches de liège. Il n'observait pas de cellules car il avait confondu les vaisseaux conducteurs qui contiennent la sève avec les cellules (Brockliss, 1992).
- 37 À partir de 1620, avec les premières descriptions des cellules en 1790, selon la terminologie de Rheinberger, il n'existait pas à proprement parler de SE car on n'avait pas « réalisé » la cellule en tant qu'objet épistémico-scientifique produit de l'assemblage expérimental. Un tel SE n'existait pas car, avant 1790, les microscopistes n'avaient pas encore défini les conditions expérimentales, ce qui se reflétait dans le fait que certains chercheurs représentaient les fibres musculaires comme une succession allongée de globules ou un chapelet (Albarracín-Teulón, 1983), car ils adhéraient à la doctrine globulaire et non pas à la doctrine fibrillaire (Goss, 1937 ; Harris, 1999). Lorsqu'ils observaient des cellules, ils identifiaient des noyaux car les limites de la cellule n'étaient pas claires (la membrane cellulaire). Cette erreur a subsisté jusqu'au XIX^e siècle lorsque Dujardin (1835), Purkinje (1839) et von Mohl (1846) ont défini les contenus de la cellule et leur nomenclature (Harris, 1999) mais aussi grâce au progrès du polissage des verres pour microscope qui évitaient les aberrations chromatiques et sphériques, ce qui a permis de limiter largement la présence d'artefacts cellulaires.
- 38 C'est en 1792 que le physiologiste italien Stefano Gallini (1756-1836) décrit la « cellule » comme une structure individuelle dans son ouvrage *Saggio d'osservazioni concernenti li nuovi progressi della fisica del corpo umano*, attribué par Bruhn aux progrès dans la fabrication de verres et à l'examen soigneux des plus petits détails (Bruhn, 2011).
- 39 Dans les années 1830, une série de recherches convergentes permet d'établir les postulats fondamentaux de la théorie cellulaire (Mazzarello, 1999). Cette convergence de pratiques serait, selon Rheinberger, l'hybridation de SE car des conditions expérimentales et des objets épistémico-scientifiques, partiellement différents, provenant de divers domaines de la recherche (plantes et animaux) se sont croisés et ont conduit à la mise en place de la théorie cellulaire, ce qui a permis de consolider l'objet épistémico-scientifique (la cellule). Dans les pages qui suivent, nous examinons plus en détail ces faits historiques et leur articulation avec la théorie rheinbergerienne.

Conjonctures, hybridations et bifurcations

- 40 En plus de se reproduire dans les trajectoires historiques de recherche⁹, les SE doivent aussi pouvoir se différencier en permanence au cours de leurs cycles de reproduction. Dans son ouvrage *Conjunctures, Hybrids, Bifurcations, Experimental Cultures*, Rheinberger (1997a) amorce son chapitre en affirmant que si l'expérimentation a une « vie propre » – reprenant la célèbre phrase d'Hacking (1983) –, les SE n'existent pas seuls ; en général, ils viennent de multiples variantes présentent dans des domaines de recherche qui se recoupent et leur développement peut conduire à des conjonctures. Ces conjonctures ne sauraient être assimilées aux changements de paradigme, ni aux anomalies, pas plus qu'aux « découvertes » ou aux « heureuses trouvailles » (sérendipité) car elles sont plutôt des événements sans précédent qui pourraient conduire à de plus grandes réorganisations et recombinaisons entre certains espaces parcellaires de représentation d'un SE. Elles sont des points non prévus qui s'avèrent être des voies ouvertes du processus d'expérimentation scientifique.
- 41 La survenance inattendue du petit ARNm¹⁰ dans le SE de synthèse de protéines libres de cellules¹¹, comme composante du métabolisme de la synthèse, a produit un changement radical (conjoncture) d'un médiateur du métabolisme en un agent de transfert pour décoder l'information génétique de l'ADN vers l'ARN (Rheinberger, 1997a). Ce changement de nature, d'un événement biochimique (métabolique) à un événement de type informatif (moléculaire), a été pour Rheinberger un fait décisif dans les origines de la biologie moléculaire en tant que discipline différente de la biochimie. Ces faits ne viennent pas d'une prescription logique, ni même algorithmique ; leur production tient à la structure ouverte du processus de recherche. En résumé, le petit ARNm est pour Rheinberger la chose épistémique ou l'objet scientifique – c'est-à-dire un théorème réifié de Bachelard – qui a émergé d'un SE spécifique (le biosynthèse de protéines dans des extraits libres de cellules) où les conditions expérimentales ou techniques sont rigoureusement contrôlées¹².
- 42 Pour Rheinberger, il est crucial de comprendre comment un SE, qui répète tous les ans les mêmes essais, reproduisant les mêmes conditions contrôlées et les variables rigoureusement ajustées, peut être la scène dans laquelle émerge une conjoncture ou la chose épistémique. Ici, Rheinberger utilise les concepts derridiens de répétition, différence et « trace » – laquelle n'implique nécessairement ni empreinte ni marque, comme certains travaux le montrent¹³. Cela est expliqué très finement dans le chapitre 5 de son ouvrage *Reproduction and Difference* (Rheinberger, 1997a). Les SE une fois produits acquièrent graduellement des contours qui créent des résonances entre différentes représentations¹⁴ et produisent des signifiants maîtrisables composés de signaux stabilisés, constituant en même temps un espace pour l'émergence de choses non prévues. Cela implique que les SE, une fois stabilisés, doivent être déstabilisés, c'est-à-dire être disposés à produire des événements sans précédent en intégrant de nouvelles techniques, des instruments, des composés modèles et des dispositifs sémiotiques. Les SE doivent néanmoins être suffisamment fermés pour empêcher la rupture de leur cohérence reproductive (Rheinberger, 1997a).
- 43 Les événements dérivés des bords fractals ou des contours frangés des autres SE constituent la deuxième manière par laquelle les SE se modifient. De telles interfaces peuvent être créées entre deux ou plusieurs SE afin de produire des hybrides. L'hybridation entre le gaison de bactéries¹⁵ et répllication de phages) et le SE de Jacques Monod (synthèse d'enzymes induite) a 'ARNm, ce qui a conduit à de nouveaux assemblages d'expérimentation aux propriétés différentes



Ce site utilise des cookies et vous donne le contrôle sur ceux que vous souhaitez activer

lification des SE est la bifurcation qui se produit quand un système ancien produit deux lignées de SE qui blages constituant l'espace expérimental, non pas d'un simple groupe isolé de scientifiques mais d'une bifurcation a lieu lorsque le SE a acquis une certaine complexité qui permet aux chercheurs de traquer rgentes. Dans la plupart des cas, les SE descendants ou issus de bifucations liés pendant un tagent certains constituants matériels (Rheinberger, 1997a). Un bon exemple de bifurcation de SE est la rive de la physique traditionnelle du XIX^e siècle, bien qu'elles existent aujourd'hui comme deux disciplines tions sont utilisées à des fins spécifiques. Les ingénieurs utilisent au quotidien la mécanique newtonienne s interprétations quantiques sont utilisées, à leur tour, dans le collisionneur de hadrons.

Expérimentaux et imagerie de cellules vivantes

gies de maturation des SE sont à l'œuvre dans la consolidation de la biologie cellulaire comme discipline s techniques de préservation, de fixation et de coloration de spécimens (Baker, 1952). Ce domaine de

recherche, autrefois connu sous le nom de cytologie, a été rendu possible grâce à l'articulation de procédés physico-chimiques appliqués aux mondes animé et inanimé, créés par des scientifiques hautement qualifiés comme Erlich, Kölliker, Ranvier, Cajal, Golgi et Virchow (Mazzarello, 1999).

46 La biologie cellulaire contemporaine (BCC) vient de l'hybridation de deux SE (Bechtel, 2006) : d'une part, celui des cytologistes qui travaillent avec la microscopie électronique en transmission ; d'autre part, celui de recherche *in vitro* des biochimistes étudiant les réactions enzymatiques par le biais d'ultracentrifugeuses. La convergence ou l'hybridation des deux a fait surgir l'objet scientifique (la cellule) dans sa complexité puisque les cytologistes n'avaient pas la perspective fonctionnelle et que manquait aux biochimistes l'observation de la structure cellulaire, absente de leur approche fonctionnaliste.

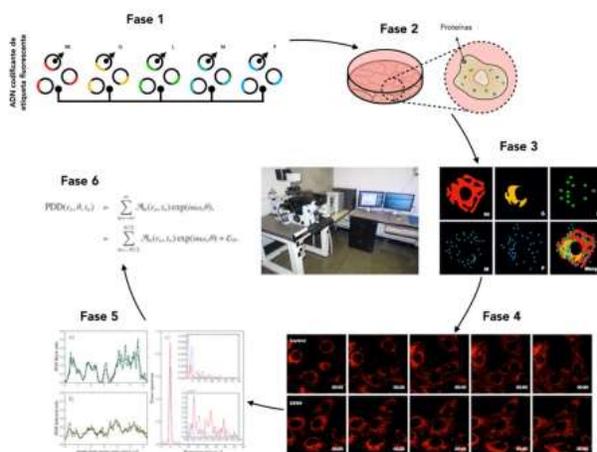
47 Détaillons à présent comment les SE peuvent aider à comprendre l'origine et le développement d'un SE (ICV) dans la BCC qui a eu un impact considérable au cours de ces deux dernières décennies. En quelques mots, le développement de la photographie, de la microcinématographie, de la microscopie à fluorescence, de la culture de cellules et de tissus au XIX^e et XX^e siècles a rendu possible l'observation de molécules dans les cellules et les organismes vivants de manière constante et sur de longues périodes (Coutu & Schroeder, 2013).

48 La fin du XIX^e siècle marque l'existence des premiers enregistrements d'imagerie du vivant réalisés par les embryologistes Charles Whitman, Edmund Wilson et E. G. Conklin qui observaient le développement d'un œuf fertilisé se transformant en un organisme complexe (Stent & Weisblat, 1981 ; Stern & Fraser, 2001). À cette même époque et quelques années avant l'invention de la cinématographie par les frères Lumière, le chercheur français Etienne-Jules Marey utilisait son pistolet chronophotographique pour étudier la physiologie et les mouvements des animaux. Il avait fondé l'Institut Marey pour fabriquer et standardiser les instruments dans le but de faire de la physiologie une science exacte (Landecker, 2006).

49 L'émergence de l'ICV à la fin du XX^e siècle était à l'origine la manifestation d'une théorie de la vie dominée par les gènes bien que centrée sur « la vie des protéines ». La pratique s'est affranchie d'une telle domination en encourageant l'avènement d'autres disciplines comme la biologie des systèmes (Landecker, 2012).

50 Voyons comment un film est réalisé en employant la méthodologie de l'ICV : une sonde fluorescente est insérée dans une cellule vivante (voir plus de détails sur la figure 1) ou dans un corps – en utilisant généralement le génie génétique pour insérer¹⁶ une séquence d'ADN codant la protéine fluorescente – de telle sorte que le corps ou la cellule même rend la sonde visible en microscopie à fluorescence avec ses protéines. Ensuite, des images numériques sont obtenues, résultat de l'observation de spécimens grâce à des microscopes hautement spécialisés, dotés d'un détecteur de lumière qui enregistre le mouvement des molécules dans le temps dans les cellules ou les corps (Landecker, 2012). L'image de la cellule ainsi produite à l'aide de cette technologie est un corps cellulaire rendu visible dans ses constituants moléculaires grâce à la fluorescence insérée par le biais du génie génétique (Hernández Cuellar *et al.*, 2020).

Figure 1. Comment un film par imagerie de cellules vivantes est-il réalisé ?¹⁷



Source : Cette image a été adaptée à partir de la publication précédente (Hernández Cuellar *et al.*, 2020). Image reproduite avec l'autorisation de la *Revista Colombiana de Química Farmacéutica* (Hernández Cuellar *et al.*, 2020).

51 L'ICV est devenu un outil constitutif et d'usage routinier dans la recherche biomédicale et dans les sciences de la vie (Papkovsky, 2010). Comment ce changement de prime importance s'est-il opéré ? Pour répondre à cette question, nous nous appuyons sur les travaux d'Hanna Landecker. Pour reprendre ses termes : « si nous pouvions parler en termes de modernisme biologique, cela reviendrait à évoquer la matérialité et la fixation du temps par rapport à la matière biologique » (Landecker, 2011). Autrement dit, sans la microcinématographie, les changements dans le monde cellulaire seraient si lents qu'il nous serait impossible de les observer. Pour Landecker, l'origine de l'ICV vient d'une lutte entre deux courants pour interpréter la réalité biologique (qui, de notre point de vue, recourent à différents SE) : d'un côté, une tradition, issue de l'étude anatomique de cadavres, privilégiant la structure, et dont on a ainsi que, plus tard, la cytologie¹⁹ ; d'un autre côté, une tradition privilégiant la fonction (la physiologie) qui recourait à la vivisection²⁰ (Schiller, 1967).



Ce site utilise des cookies et vous donne le contrôle sur ceux que vous souhaitez activer

colorées, offrent plus de détails visuels que celles qui peuvent être obtenues à partir de spécimens frais et qui ont pu être conservés pendant des mois et être réexaminés plusieurs fois (Landecker, 2009). La tradition des cytologistes a été hégémonique pendant plus d'un siècle dans la recherche biomédicale, ce qui a rendu les images plus physiologiques, fonctionnelles et dynamiques. C'est pourquoi, Landecker (2011) affirme que les microcinématographies et les films en accéléré ont conduit à une forme très spécifique de production d'un « monde cellulaire » : perspective spatiale à une perspective temporelle. Plus récemment, Landecker affirme²¹ :

« L'imagerie de cellules vivantes, telle que nous la connaissons aujourd'hui, n'a vraiment commencé qu'avec l'invention de la GFP (Green Fluorescent Protein) et de la microscopie confocale. Avant cela, l'imagerie utilisant des radio-isotopes était généralement privilégiée au cours d'analyse *pulse-chase*²², etc. La vidéomicroscopie a comblé l'écart historique entre le travail sur le vivant et l'ordinateur comme support temporel, plus « physiologique » parce qu'elle suivait les processus que les microcinématographies. La montée en puissance de l'informatique pour le traitement de données visuelles a été tout aussi importante ».

Imagerie de cellules vivantes : hybridation de systèmes expérimentaux

- 53 Dans les paragraphes qui suivent, nous appliquerons la notion de SE de Rheinberger pour montrer que le développement de l'ICV n'a pas été guidé exclusivement par les théories et ne saurait être considéré comme une évolution scientifique explicable de manière rationaliste ou algorithmique. Il est important de préciser que notre position concernant l'ICV et les cellules ne présuppose pas de dichotomie objet-concept. Au contraire, nous adhérons aux notions de théorème réifié de Bachelard ou d'objet épistémico-scientifique de Rheinberger. Aussi, nous ne soutenons pas l'idée d'une coévolution entre le concept de cellule, sa représentation et son référent « réel ». Dans cette perspective, les aspects sociaux, culturels, institutionnels et même économiques sont manifestes dans les développements des SE de la plus récente biologie cellulaire. Rappelons que Rheinberger inclut ces aspects dans la définition de SE au-delà du simple assemblage expérimental en laboratoire si bien que notre postulat est compatible avec les études sociologiques classiques comme celle du phage lambda et de l'origine de la biologie moléculaire²³ où le flux de concepts et d'idées en accord avec les changements dans l'économie sociale rendaient compte des développements scientifiques (Mullins, 1972).
- 54 À la fin du XIXe siècle, deux traditions de recherche en biologie et en médecine, qui prétendaient comprendre le processus de la vie et des maladies, étaient suffisamment matures avec leurs pratiques scientifiques spécifiées en SE différenciés. La première, la tradition structuraliste, forte de plusieurs siècles d'histoire – particulièrement en cytologie – employait des « autopsies cellulaires » où le *locus* structurel était au centre de la problématique. Cette tradition morphologique a atteint un raffinement majeur avec la microscopie électronique en transmission et la diffraction de rayons X. La seconde est la tradition physiologique ou fonctionnelle, plus récente, s'intéressant à la vie et à l'étude des maladies à partir du *locus* fonctionnel ou d'une perspective dynamique.
- 55 Les deux traditions, avec leurs SE très différents et représentés par la cytologie et la biochimie, ont abouti à une hybridation en 1960 qui a donné lieu à la BCC (Bechtel, 2006). L'objet épistémique de la cytologie était alors la cellule en tant que structure, spécimen, photogramme congelé d'une réalité vivante obtenu par microscopie électronique, tandis que, pour la biochimie, l'objet épistémique était les fonctions cellulaires (études enzymatiques) isolées par ultracentrifugation. L'hybridation des SE de ces deux disciplines marque les origines de la BCC, comme le montre Bechtel (2006). Les *locus* structurel et fonctionnel sont fusionnés et la cellule cesse d'être cette *Terra incognita*. Nous voilà doté d'un nouvel objet épistémique : la cellule comme unité fonctionnelle et structurelle. Or, même si depuis 1830 la théorie cellulaire a énoncé une telle caractérisation (Mazzarello, 1999), nous montrerons que, dans ces SE antérieurs, une telle intégration n'existait pas.
- 56 Les recherches à l'aide de SE dynamiques et plus proches de la tradition physiologique ont poursuivi leur étude du processus vivant afin d'en rendre compte. Elles ont renforcé l'ICV comme hybridation de SE étrangers et particuliers²⁴ incluant les dispositifs, les instruments, les pratiques et les méthodologies, requis pour leurs travaux, provenant de la microcinématographie, la microscopie à fluorescence et la microscopie confocale. De ces trois derniers SE (microcinématographie, microscopie à fluorescence et microscopie confocale) naît l'ICV moyennant un processus d'hybridation, sans oublier qu'à son tour ces SE provenaient d'autres hybridations antérieures.
- 57 La microcinématographie provient de l'hybridation entre la cinématographie inventée par les frères Lumière et les développements de cultures de tissus et de cellules²⁵, comme acté historiquement par le pathologiste Ronald Canti en 1928 (Landecker, 2011). Par ailleurs, plusieurs champs vont produire la microscopie à fluorescence : la bioluminescence²⁶, la fluorescence naturelle de la méduse *Aequorea victoria* (Davenport & Nicol, 1955), la biochimie de la protéine fluorescente verte (Shimomura *et al.*, 1962), en plus du développement de multiples mutations de la *GFP* offrant une palette de couleurs ample (Haseloff, 1998) conjointement avec le développement des microscopes pour les repérer.
- 58 La microscopie confocale à balayage laser (MCBL) constitue la dernière contribution au développement de l'ICV, produit de l'hybridation des autres SE : « le grand succès de la résolution de la microscopie à fluorescence en imagerie dans les années 1980 couplée au développement des rayons laser a permis le sectionnement optique de spécimens cellulaires » (Amos & White, 2003). À l'orée du nouveau millénaire, les progrès dans les systèmes d'incubation de cellules vivantes, les dispositifs à transfert de charges²⁷ dans les caméras et de meilleures sondes fluorescentes évitant le travail dispendieux du clonage moléculaire, ainsi que d'autres contributions, ont conduit au développement de l'ICV (Hernández Cuellar *et al.*, 2020).
- 59 En résumé, à partir de trois SE distincts (la microcinématographie, la microscopie à fluorescence et la microscopie confocale), s'est produite une hybridation permettant l'émergence de l'ICV en favorisant l'intégration des deux traditions (structuralisme et fonctionnalisme), opposées des siècles durant dans l'appréhension de la cellule vivante.

Conclusions et perspectives

- 60 Cette étude met en lumière un changement qui a altéré la pratique et la perception, passant du statique vers le dynamique, en relation étroite aux SE. Robert Tsien²⁸, se faisant écho de l'esprit des critiques que les professionnels de la microcinématographie adressaient aux histologistes il y a un siècle, écrivait : « il manque aux séquences du génome les données spatiales et temporelles et, par conséquent, elles sont aussi utiles qu'un recensement ou qu'un annuaire téléphonique »²⁹ (Landecker, 2009 ; Zhang *et al.*, 2002).
- 61 Nous avons montré comment la re-conceptualisation de la phénoménotéchnique bachelardienne chez Rheinberger avec ses SE s'est avérée très utile pour montrer que, depuis les débuts des études cellulaires, cela fait plusieurs siècles, jusqu'au siècle dernier et au nouveau millénaire, l'origine et le développement de la biologie cellulaire ne peut être abordé en partant des postulats philosophiques et théoriques. C'est dans le processus d'émergence des objets scientifiques, dans la maturation, l'hybridation qu'il convient de chercher les récits explicatifs des évolutions scientifiques en biologie cellulaire. Nous auragera d'autres chercheurs « hybrides » (des philosophes à l'esprit scientifique et des scientifiques à l'esprit méthodologique rheinbergerienne-bachelardienne dans leurs domaines d'activité afin de mettre en difficulté à surmonter dans ce tournant pratique des sciences.
- 62 Le terme « phénoménotéchnologie cellulaire » proposé par Hanna Landecker, célèbre dans le milieu et classifié les phénomènes, par opposition à l'étude de mécanismes (Landecker, 2011). Concrètement, que « l'usage de tels compte-rendus empiriques, analogues aux lois phénoménologiques, peuvent favoriser l'analyse et la manipulation de systèmes biologiques complexes » (Scott *et al.*, 2010).
- 63 L'hybridation sur la BCC, Bechtel (2006) a utilisé l'identification de mécanismes comme présupposé ontologique. Cependant, nous avons montré que les scientifiques ne cherchent pas les mécanismes, mais qu'au lieu de cela, les chercheurs, les processus complexes et assemblés, qui, dans leur devenir historique, produisent des conjonctures, des hybridations et des bifurcations de SE. Ainsi, une perspective qui surgit de cette hybridation, inspirée du point de vue sur les SE de Rheinberger, démontre-t-elle que les SE, dans leur devenir, sont sous-jacents aux processus d'individuation que les scientifiques utilisent pour définir les entités qu'ils travaillent.
- 64 Dans la présente étude est que le SE en ICV tient son origine de l'hybridation d'autres SE, ce qui a permis de comprendre la cellule dans sa structure aussi bien que dans sa fonction, la *Terra incognita* évoquée par Duve



Ce site utilise des cookies et vous donne le contrôle sur ceux que vous souhaitez activer

(Bechtel, 2006) car on est parvenu à une compréhension jusqu'alors inaccessible : la cellule vivante comme un produit ou objet épistémique (un graphème articulatoire de significations) également co-généré dans un espace de représentation non existant préalablement. Cela implique, depuis la perspective des STS, que le SE n'est pas seulement un arrangement scientifique en laboratoire mais la confluence d'aspects locaux, techniques, instrumentaux, institutionnels, sociaux et épistémiques (Rheinberger, 1997b).

65 Ainsi, avons-nous montré que dans le domaine des STS et avec cette perspective éclairante (même si elle n'est pas exempte de certaines limitations herménéutiques), nous pouvons aller plus loin en surmontant les postulats traditionnels internalistes qui prétendaient encadrer la réalité par les théories. Qui plus est, de tels arguments internalistes sont fréquemment téléologiques (obéissant à une finalité), en ce sens qu'ils établissent une progression sur l'activité des chercheurs poursuivant des buts ou des objets, testant des hypothèses par le biais d'expérimentations (adéquation) pour arriver finalement à la consolidation des théories scientifiques.

66 Bien que le contexte de découverte ait été négligé par la philosophie des sciences plus traditionnelle (Steinle, 2006), notre étude de cas concernant l'ICV a montré que l'hétérogénéité des SE et les processus de maturation qu'ils traversent afin de produire d'autres systèmes par le biais des bifurcations, hybridations et conjonctures, finissent par configurer une diversité de possibles qui pourraient apporter des bénéfices théoriques importants aux STS, plus spécifiquement dans les possibilités qu'offre la phénoménotechnique.

67 En concevant la phénoménotechnique au-delà de l'épistémique, comme développé par Rheinberger, nous accédons à une philosophie, à une sociologie et à une anthropologie de l'expérimentation, notamment dans le contexte de la découverte, un terrain fertile comparé au contexte de justification, traditionnel et épuisé. Cependant, nous proposons de prendre de la distance par rapport à la dichotomie théorie-expérience puisque même si Steinle (2006) et d'autres universitaires misent sur la re-situation du contexte de découverte, ils continuent à se demander comment les situations épistémiques, l'activité expérimentale et les aspects socioculturels se rejoignent et se façonnent pour créer des concepts ou comment l'expérimentation scientifique « produit des concepts ».

68 Affirmer que les objets épistémico-scientifiques sont co-constitués conjointement avec l'espace de représentation, au sein d'un système expérimental dans sa conception la plus ample, est loin de constituer un pari sur le relativisme social comme établi dans les interpellations adressées aux STS. En ce sens, une option intéressante pourrait être le programme empirique du relativisme d'Harry Collins (1981) qui fait référence aux multiples interprétations fondées sur des données empiriques et qui éclairent l'enquête du relativisme dans une « conception expérimentale de la réalité ». L'explication des réalités « ne peut s'encadrer dans une théorie déjà existante car il existe une co-génération de l'objet épistémico-scientifique et de l'espace de représentation dans les SE ». Cela permet, en outre, d'ouvrir le débat ou de relancer la confrontation d'imaginaires au sein des pratiques scientifiques (comme c'est le cas de quelques études sur la représentation scientifique).

69 Le processus de maturation du SE (bifurcation, hybridation et conjoncture) pourrait rendre compte de l'intégration de traditions scientifiques comme nous l'avons vu dans le cas de la microcinématographie, de la microscopie à fluorescence et de la microscopie confocale. Néanmoins, il pourrait expliquer aussi d'autres phénomènes de disciplines séparées pendant le processus de maturation du SE. Un exemple est la recherche dans le domaine de la plasticité cellulaire, dont la découverte originelle remonte à 1712 et qui débouche sur une trajectoire totalement divergente du principal courant de recherche sur la différenciation cellulaire pendant plusieurs décennies (Kraft & Rubin, 2016).

70 La contribution théorique de ce travail résonne avec la gracieuse conception latourienne des « mobiles immuables » (Latour, 2011). Les dispositifs d'inscription engendrent des produits qui sont transportables mais non changeants, se reportant à l'hétérogénéité des représentations avec lesquelles les scientifiques travaillent et non pas aux « objets naturels ». Une équation, une figure, une image ou une table par exemple, peuvent voyager sans changement entre plusieurs laboratoires.

71 Dans le cas de l'ICV, il faut développer une notion différente de ces « mobiles immuables », car les cellules vivantes avec leurs organites subcellulaires fluorescents constituent l'objet même de travail ; même s'il est altéré, manipulé ou pénétré comme le diraient Lynch et Woolgar (1990)³⁰. Dans l'ICV, un phénomène particulier est produit en raison de sa trajectoire historique en lien avec la préservation, la fixation et la coloration des spécimens anatomiques et histologiques. Rheinberger (2007) le remarque à juste titre, les exemplaires ou les spécimens sont des représentations en soi ; ils ne sont pas des représentations indépendantes de l'objet représenté : pièces anatomiques, lames histologiques de musées conservées depuis plusieurs décennies ou plantes préservées dans un herbier.

72 Par conséquent, les cellules vivantes à organites fluorescents du nouveau SE ne sont pas des spécimens préservés, pas plus que leur représentation. Ils constituent les objets épistémico-scientifiques de la nouvelle biologie cellulaire. Les vidéos issues de l'ICV, à l'instar de Latour, seraient aussi un autre type de mobile immuable car ils accomplissent leur fonction essentielle au sein de communautés scientifiques dans lesquelles les chercheurs travaillent. Cependant, nous pourrions ajouter à ce terme l'épithète « dynamique » pour désigner que l'ICV en tant que nouveau SE a surgi à partir de l'an 2000, produit les « mobiles immuables dynamiques ».

73 Les mobiles immuables sont moins importants pour ce qu'ils représentent que pour la manière dont ils opèrent ; ils fixent des événements transitoires pour les rendre plus durables, leur permettant ainsi de se déplacer dans l'espace et dans le temps (les rendant disponibles en plusieurs endroits) (Rheinberger, 1997a, p. 106).

74 Ce qui est signifiant de la représentation en tant qu'inscription est que les choses peuvent être re-présentées en dehors de leur contexte originel et local et insérées dans d'autres contextes, permettant ainsi que ce qui compte est la représentation. De ce fait, les inscriptions ne sont pas de simples abstractions ; elles sont des purifications durables et mobiles, capables de rétro-agir dans d'autres articulations graphématiques à leur tour, notamment dans des contextes différents de leurs contextes d'origine (Rheinberger, 1997a, p. 106).

75 Rheinberger affirme qu'à l'intérieur d'un SE un espace de représentation est établi en produisant des choses qui, autrement, n'auraient pas pu être saisies comme objets d'action épistémique. Par exemple, des représentations biochimiques spécifiques produisent un espace extracellulaire de réactions ayant lieu à l'intérieur de la cellule. En même temps, on s'interroge sur ce qui est à l'origine de ces représentations : les en affirmant que nous pouvons le savoir seulement par l'usage de modèles. Dès lors, la nature peut être : et scientifique – comme modèle.



Ce site utilise des cookies et vous donne le contrôle sur ceux que vous souhaitez activer

ment à la tradition scientifique, Rheinberger considère que la nature n'est pas un référent pour une sique et une menace d'intrusion constante. Selon ses termes, « on ne doit pas contaminer une expérience inberger, 1997a, p. 109).

ocessus sociaux faisant partie intégrante de la co-construction des outils, des travaux et de ce qui est herche, ce qui inclut la construction de problématiques traitables. Soulignons aussi que ces processus se ien que nous puissions les séparer de façon analytique, cela n'est pas le cas dans la pratique. Ces processus ue, les idées, les institutions et le tissu social, dans la conception des « sciences comme pratique » et non tionnelle de changements scientifiques en tant que concepts maintenus à travers le temps (« les sciences rke & Fujimura, 1992).

ement de la recherche scientifique autant qu'il le limite car, dans la construction de la problématique ilation et l'articulation active de plusieurs facteurs impliqués dans la recherche. De ce fait, il faut connaître ; et les ressources intégrées dans la construction des travaux de recherche ainsi que les difficultés et les ercheurs ont dû faire face pour obtenir et préserver les matériaux de recherche physiologiques du siècle nibles – des organismes vivants et des spécimens frais – ont souvent déterminé ce qui pouvait ou non se lables du SE ont modifié le rythme et la trajectoire de la recherche, mais les problématiques mêmes ont ériaux disponibles et non pas par les technologies ou les théories (Clarke & Fujimura, 1992).

- Guay, A. & Pradeu, T. (2015). *Individuals Across the Sciences*. In *Individuals Across the Sciences*. Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780199382514.001.0001>
DOI : 10.1093/acprof:oso/9780199382514.001.0001
- Hackett, E. J. (2005). Essential Tensions: Identity, Control, and Risk in Research. *Social Studies of Science*, 35(5), 787–826. <https://doi.org/10.1177/0306312705056045>
DOI : 10.1177/0306312705056045
- Hacking, I. (1983). *Representing and Intervening: Introductory Topics in the Philosophy of Natural Science*. Cambridge, UK: Cambridge University Press. <https://doi.org/10.2307/2215864>
DOI : 10.2307/2215864
- Harris, H. (1999). *The birth of the cell*. New Haven and London: Yale University Press. https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=Henry+Harris+1999+The+birth+of+the+cell+harris&btnG=
- Hernández Cuellar, C. E., Castrillón-Martínez, E. & Gallego-Gómez, J. C. (2020). Descubrimiento de fármacos basado en imagenología de células vivas. *Revista Colombiana de Ciencias Químico-Farmacéuticas*, 49(1), 114–136. <https://doi.org/10.15446/rcci.49n1.87026>
DOI : 10.15446/rcci.49n1.87026
- Knorr-Cetina, K. (2009). *Epistemic cultures: how the sciences make knowledge*. Boston: Harvard University Press. <https://doi.org/10.5860/choice.37-0887>
DOI : 10.5860/choice.37-0887
- Kraft, A. & Rubin, B. P. (2016). Changing cells: An analysis of the concept of plasticity in the context of cellular differentiation. *BioSocieties*, 11(4), 497–525. <https://doi.org/10.1057/s41292-016-0027-y>
DOI : 10.1057/s41292-016-0027-y
- Landecker, H. (2006). Microcinematography and the history of science and film. *ISIS*, 97(1), 121–132. <https://doi.org/10.1086/501105>
DOI : 10.1086/501105
- Landecker, H. (2009). Seeing things: From microcinematography to live cell imaging. *Nature Methods*, 6(10), 707–709. <https://doi.org/10.1038/nmeth1009-707>
DOI : 10.1038/nmeth1009-707
- Landecker, H. (2011). Creeping, drinking, dying: The cinematic portal and the microscopic world of the twentieth-century cell. *Science in Context*, 24(3), 381–416. <https://doi.org/10.1017/S0269889711000160>
DOI : 10.1017/S0269889711000160
- Landecker, H. (2012). The life of movement: From microcinematography to live-cell imaging. *Journal of Visual Culture*, 11(3), 378–399. <https://doi.org/10.1177/1470412912455622>
DOI : 10.1177/1470412912455622
- Latour, B. (2011). Drawing Things Together. In M. Dodge, R. Kitchin & C. Perkins (Eds). *The Map Reader: Theories of Mapping Practice and Cartographic Representation* (pp. 65–72). John Wiley and Sons. <https://doi.org/10.1002/9780470979587.ch9>
DOI : 10.1002/9780470979587.ch9
- Latour, B. & Woolgar, S. (1979) *Laboratory Life: the Social Construction of Scientific Facts*. Los Angeles, London: Sage.
DOI : 10.1515/9781400820412
- Lenoir, T. (2010). Epistemology Historized. Making Epistemic Things. Foreword. In H.J. Rheinberger. *An epistemology of the concrete: Twentieth-century histories of life* (pp. xi–xx). Durham: Duke University Press. https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=Lenoir%2C+T.+%282010%29.+Epistemology+Historized.+Making+Epistemic+Things.+&btnG=
- Love, A. C. (2018). Individuation, Individuality, and Experimental Practice in Developmental Biology. In O. Bueno, R.-L. Chen & M. Fagan (Ed.). *Individuation, process, and scientific practices* (pp. 1–32). Oxford: Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/oso/9780190636814.003.0008>
DOI : 10.1093/oso/9780190636814.003.0008
- Lynch, M. & Woolgar, S. (Ed.) (1990). *Representation in Scientific Practice*. Cambridge, MA: The MIT Press. <https://mitpress.mit.edu/books/representation-scientific-practice>
- Martínez, S.F. & Huang, X. (2015). *Hacia una filosofía de las prácticas científicas*. Instituto de Investigaciones Filosóficas, UNAM and Bonilla Artigas Editores. https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=Martínez%2C+S.+F.%2C+%26+Huang%2C+X.+%282015%29.+Hacia+una+filosofía+de+las+prácticas+científicas&btnG=
- Mazzarello, P. (1999). A unifying concept: the history of cell theory. *Nature Cell Biology*, 13, E13–E15. <https://doi.org/10.1038/8964>
DOI : 10.1038/8964
- Morange, M. (1998). *A history of molecular biology*. Boston: Harvard University Press. <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=Qe93vz5ZLVsC&oi=fnd&pg=PA1&dq=A+history+of+molecular+biology+michael+morange+2000&ots=vw5NcD6e1&sig=IDeZTO7HdsCg7hktZvToJbVWP8>
DOI : 10.1002/9780470015902.a0003079.pub3
- Mullins, N. C. (1972). The development of a scientific specialty: The phage group and the origins of molecular biology. *Minerva*, 10(1), 51–82. <https://doi.org/10.1007/BF01881390>
DOI : 10.1007/BF01881390
- Papkovsky, D. (2010). *Live Cell Imaging - Methods and Protocols*. Boston: Harvard University Press. <https://doi.org/10.1007/978-1-60761-404-3>
DOI : 10.1007/978-1-60761-404-3
- Pickering, A. (1995). *The Mangle of Practice: Time, Agency, and Science*. Chicago: The University of Chicago Press. <https://doi.org/10.2307/3106908>
DOI : 10.2307/3106908
- Rheinberger, H.-J. (1994). Experimental Systems: Historiality, Narration, and Deconstruction. *Science in Context*, 7(1), 65–81. http://blog.wbkolleg.unibe.ch/wp-content/uploads/Rheinberger_ExperimentalSystems.pdf
- Rheinberger, H.-J. (1995). From microsomes to ribosomes: “Strategies” of “representation”. *Journal of the History of Biology*, 28(1), 49–89. <https://doi.org/10.1007/BF01061246>
DOI : 10.1007/BF01061246
- Rheinberger, H.-J. (1997). Experimental complexity in biology: Some epistemological and historical remarks. *Philosophy of Science*, 64(4 suppl. 1), S245–S254. <https://doi.org/10.1086/392604>
DOI : 10.1086/392604
- ... and a history of epistemic things: synthesizing proteins in the test tube*. Stanford: Stanford University Press.
- ... araciones: Representaciones de sí mismas. In E. Suárez Díaz (ed.). *Variedad infinita. Ciencia y representación. Un filosófico* (pp. 319–335). Mexico: Editorial Limusa. <https://books.google.es/books?%26amp;oi=fnd&pg=PA319&dq=Rheinberger,+H.+2007+Preparaciones:+Representaciones+de+sí+mismas&ots=05X2MA4IAv&sig=6cMwXoNG9mpxhRgzDgOfD7l>
- ... 1 Epistemology of the Concrete: Twentieth-century histories of life. In H.-J. Rheinberger & J. Dumit (Eds). *An urham: Duke University Press. https://doi.org/10.1515/9780822391333*
- ... *Historicizing Epistemology. An Essay*. Stanford University Press. <https://doi.org/10.1515/9780804774208>
- ... sistency from the perspective of an experimental systems approach to the sciences and their epistemic objects. <https://doi.org/10.1590/s0100-60452011000100014>
000100014
- ... ernard and vivisection. *OWO Journal of the History of Medicine and Allied Sciences*, 22(3), 246–260. <https://doi.org/10.16216656>
6
- ... *Life? The Physical Aspect of the Living Cell*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- ... Mateescu, E. M., Zhang, Z. & Hwa, T. (2010). Interdependence of cell growth and gene expression: Origins and 7), 1099–1102. <https://doi.org/10.1126/science.1192588>



Ce site utilise des cookies et vous donne le contrôle sur ceux que vous souhaitez activer

- Shapin, S. & Schaffer, S. (2005). *El Leviathan y la bomba de vacío. Hobbes, Boyle y la vida experimental*. Quilmes: Editorial de la Universidad Nacional de Quilmes.
- Shimomura, O., Johnson, F. H. & Saiga, Y. (1962). Extraction, purification and properties of aequorin, a bioluminescent. *Journal of Cellular and Comparative Physiology*, 59, 223–239. <https://doi.org/10.1002/jcp.1030590302>
DOI : 10.1002/jcp.1030590302
- Steinle, F. (2006). Concept Formation and the Limits of Justification: “Discovering” the Two Electricities. In J. Schickore & F. Steinle (Eds). *Revisiting Discovery and Justification. Historical and philosophical perspectives on the context distinction* (pp. 183–195). Springer. https://doi.org/10.1007/1-4020-4251-5_11
DOI : 10.1007/1-4020-4251-5_11
- Stent, G. S. (1968). That was the molecular biology that was. *Science*, 160(3826), 390–395. <https://doi.org/10.1126/science.160.3826.390>
DOI : 10.1126/science.160.3826.390
- Stent, G. S. & Weisblat, D. A. (1981). Cell lineage in the development of the leech nervous system. *Trends in Neurosciences*, 4(C), 251–255. [https://doi.org/10.1016/0166-2236\(81\)90079-5](https://doi.org/10.1016/0166-2236(81)90079-5)
DOI : 10.1016/0166-2236(81)90079-5
- Stern, C. D. & Fraser, S. E. (2001). Tracing the lineage of tracing cell lineages. *Nature Cell Biology*, 3(9). <https://doi.org/10.1038/nbo901-e216>
DOI : 10.1038/nbo901-e216
- Torretti, R. (2012). Fenomenotecnia y conceptualización en la epistemología de Gaston Bachelard. *Theoria*, 73, 97–114. https://www.pdcnet.org/theoria/content/theoria_2012_0027_0001_0097_0114
DOI : 10.1387/theoria.1955
- Weber, M. (2004). *Philosophy of experimental biology*. Cambridge, UK: Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511498596>
DOI : 10.1017/CBO9780511498596
- Zhang, J., Campbell, R. E., Ting, A. Y. & Tsien, R. Y. (2002). Creating new fluorescent probes for cell biology. *Nature Reviews Molecular Cell Biology*, 3(12), 906–918. <https://doi.org/10.1038/nrm976>
DOI : 10.1038/nrm976

Notes

- 1 Terme utilisé en espagnol et employé par les universitaires hispanophones (Gómez Mata, 2013). Cependant, nous préférons le terme phénoménotechne, qui correspond à la traduction de Torretti (2012) de l'original en français. Torretti fait une analyse étymologique du terme en montrant que la racine grecque « technie », très utilisée par les langues modernes, correspond à « τέχνη », qui signifie adresse manuelle, adresse pratique ou art savant ; et que le suffixe « -technie » est d'usage généralisé dans d'autres acceptions telles que « pyrotechnie » ou « électrotechnie ».
- 2 Rheinberger (1997a) explique comment, entre 1945 et 1965, un groupe de biochimistes et d'oncologues dirigés par Paul Zamecnik a développé un système expérimental pour synthétiser des protéines dans un tube à essai qui s'est avéré décisif par la suite aux origines de la biologie moléculaire (BM). Ce travail de Rheinberger a eu un impact considérable dix ans après la publication de son ouvrage *Toward...*, car il a touché des domaines tels que la sociologie, l'anthropologie, l'économie et la littérature, au-delà de l'histoire et de la philosophie des sciences auxquelles il s'adressait (Lenoir, 2010).
- 3 Le travail historique et philosophique de Bachelard fut vivement critiqué à la fin des années 1970, lorsque les études sur les sciences, sous l'influence de Bruno Latour, ont utilisé la notion de « technoscience » et qu'un intérêt sans précédent pour le « faire science » est apparu (Rheinberger, 2010b). Pourtant, les critiques portaient surtout sur *La formation de l'esprit scientifique*, ouvrage dans lequel Bachelard affirme que les obstacles épistémologiques doivent être surmontés afin de passer d'une pensée préscientifique à une pensée proprement scientifique, privilégiant la seconde à la première.
- 4 Rheinberger utilise cette conception de la trace développée à partir du déconstructivisme de Derrida (1978) et Deleuze (2002). Pour lui, une trace est « un signifiant expérimentalement produit qui arrive à être une partie d'un objet scientifique » (Rheinberger, 1997, p. 246).
- 5 Contemporain de Popper et oublié pendant longtemps, il s'agit d'un auteur qui nous renvoie à Rheinberger et qui a attiré notre attention sur le façonnage des pratiques scientifiques dans la recherche biomédicale au XX^e siècle.
- 6 Rheinberger emploie des anecdotes ou des archives historiques de grands chercheurs qui ont souligné l'importance de l'expérimentation comme il l'entend lui-même. En biologie moléculaire, il y a le ciel de Hershey – « il s'agit de parvenir à une expérience qui fonctionne et qui continue de le faire tout le temps » – et l'affirmation de François Jacob : « en biologie, tout étude commence avec le choix d'un système ». Rheinberger fait aussi mention au travail de Goethe (édition de 1973) sur les expériences optiques pour sa théorie des couleurs qui porte le titre révélateur *L'expérience comme médiateur entre l'objet et le sujet*. Friedrich Kittler, en 1800, appelle *Aufschreibesystem* (un système d'enregistrement) l'acte des scientifiques de suivre « chaque expérience individuelle à travers ses variations, cela est la tâche réelle du chercheur scientifique ». Alfred Hershey et Martha Chase ont mis en place un système expérimental élégant et simple avec des bactériophages (des virus infectant des bactéries) en vue de démontrer empiriquement – en utilisant un marquage isotopique différentiel – que la matière héréditaire se trouve dans l'acide désoxyribonucléique et non pas dans les protéines. Cela constitue un des exemples historiques des origines de la biologie moléculaire dans les années d'après-guerre qui fait un usage non militaire de la radioactivité. Par ailleurs, François Jacob et Jacques Monod, dans une série d'élégants essais, ont posé la régulation de l'expression des gènes (l'opéron Lac) à travers le système expérimental des bactéries. Ils montraient comment les substances du milieu de culture peuvent « allumer ou éteindre » des gènes en fonction des besoins métaboliques des bactéries. En effet, l'opéron Lac serait une chose épistémologique ou un objet scientifique d'après Rheinberger comme nous le montrerons plus loin.
- 7 Cette notion d'inscription vient de Latour et Woolgar (1979) qui ont montré comment les faits scientifiques (à la fois l'objet et sa connaissance) se constituent à travers un processus d'inscription de toutes sortes, de circulation, de combinaison et de transformation de ces inscriptions pour produire de nouvelles inscriptions jusqu'à la consolidation du fait.
- 8 Élément observé lors d'une recherche ou d'une expérience scientifique qui n'est pas présent naturellement mais qui se produit à la suite de la procédure de préparation ou de recherche (<https://www.lexico.com/definition/artefact> Oxford Dictionary).
- 9 Bien que Rheinberger ne s'étend pas sur ce terme, il l'utilise pour rendre compte de longues périodes durant lesquelles on peut reconnaître l'existence de SE solides et cohérents, aux conditions expérimentales ou techniques particulières et où des objets épistémologiques spécifiques se réalisent. Pour une étude de cas, les biochimistes ont utilisé un SE pour synthétiser des protéines dans un tube à essai. Il contenait des extraits cellulaires avec tous les enzymes en fonctionnement, l'information biologique contenue dans l'ARNm – acide ribonucléique messager – s'ajoutait aux ribosomes, et lorsqu'ils commençaient à travailler à 37°C, le SE produisait de nouvelles protéines qui provenaient des instructions des messagers. Les objets épistémologiques ou scientifiques de ce SE seraient les ARNm, ribosomes et surtout les protéines synthétisées *in vitro*. Il s'agit de choses ou objets ar, au quotidien, on les retrouve uniquement au sein de ces SE avec ses conditions techniques rigoureusement de par leur formation et expérience, sont capables de manipuler de manière appropriée.



Ce site utilise des cookies et vous donne le contrôle sur ceux que vous souhaitez activer

éique, différent chimiquement et fonctionnellement de l'ADN (acide désoxyribonucléique). Il est responsable, on complexes et de différents types d'ARN (ARNm, messenger ; ARNr, ribosomique et ARNt, de transfert, pour n'en réalisation du génome composé d'ADN ou de l'accomplissement de ses fonctions phénotypiques en interaction avec

lules qui ont été triturées mécaniquement jusqu'à obtenir leurs composantes les plus infimes et, par conséquent, mbranes ou tout autre élément permettant de les considérer comme des « cellules ». Dans de tels extraits libres de structurales et fonctionnelles (enzymes), nécessaires pour réduire expérimentalement certaines fonctions vitales dans

chapters 4 (*Establishing an In Vitro System of Protein Synthesis, 1949-1952*), 6 (*Defining Fractions*), 8 (*The 4-1956*) et 10 (*Toward Molecular Biology: The Emergence of Soluble RNA, 1955-1958*), présentant les périodes ont été établis.

x textes et articles philosophiques citant le travail de Rheinberger négligent les descriptions historiographiques et 10) qui traitent, notamment, de la pratique scientifique. Bien qu'ils utilisent l'ouvrage de Rheinberger pour proposer sophie des sciences, de tels travaux sont vidés de l'expérimentation proprement dite, malgré le point d'attention es que les scientifiques eux-mêmes relaient. Ce n'est pas le cas des STS qui ont consacré des années à étudier la boratoires de physique et de biologie moléculaire, voir par exemple, les études de Knorr-Cetina (2009) et d'Hackett

14 Rheinberger explique cela de manière plus détaillée dans le chapitre 7 de son ouvrage *Spaces of Representation*. Bien que reconnaissant les traditions empiriste et rationaliste, il n'adopte aucun de ces postulats dichotomiques. Il renvoie la fonction de la représentation au niveau de la pratique scientifique en montrant qu'elle provient des matérialités du laboratoire. D'ailleurs, dégagé des disjonctions théorie-réalité et objet-sujet, il cherchera une alternative à ce phénomène dans les graphèmes et les inscriptions derridiennes où les espaces de représentation sont raccordés à la signification par les objets épistémiques.

15 Transfert d'ADN qui nécessite contact et appariement entre les bactéries.

16 « Si les choses épistémiques ne déploient pas intrinsèquement de traces enregistrables qui les transforment en machines, qui arrivent elles-mêmes à être productives, des traceurs sont introduits : marqueurs, coloration fluorescente, pigments et tout autre technique créant des inscriptions » (Rheinberger, 1997, pp. 110–111a).

17 Le procédé est décrit de manière plus détaillée dans Hernández Cuellar *et al.* (2020). Dans la première étape, nous trouvons les plasmides (véhicules qui transportent des fragments d'ADN ou de gènes) qui contiennent les gènes dans leurs différentes versions (couleurs) codant les protéines fluorescentes localisées dans les compartiments cellulaires (réticulum endoplasmique, RE ; appareil de Golgi, G ; lysosomes, L ; mitochondries, M ; peroxysomes, P) provenant de méduses, de coraux et autres organismes évoluant dans les fonds marins dépourvus de lumière. Ces organismes utilisent les rayonnements invisibles du spectre à plus haute énergie (U.V. : ultraviolets). Pour les rendre visibles, il est nécessaire d'interposer des filtres U.V sur le trajet de la lumière du microscope. La deuxième étape consiste en l'insertion des gènes dans les cellules en culture. Pour ce faire, plusieurs méthodes provenant des SE de la virologie ou de la BM sont utilisées. Un jour plus tard, les gènes étrangers insérés dans les cellules sont exprimés en protéines qui, étant fluorescentes, deviennent visibles au microscope (troisième étape). C'est également lors de la troisième étape que l'expression différentielle des protéines, par compartiments cellulaires, est schématisée car ces protéines ont des séquences de localisation qui les dirigent vers certains endroits de la cellule. Pendant la quatrième étape, l'expression réelle des protéines à l'intérieur de la cellule – dans le cas spécifique de la mitochondrie (Cardona-Gomez *et al.*, 2016) – est différente dans les cellules infectées avec le virus de la dengue (VDEN) par rapport à celles non infectées. L'image de la quatrième étape n'est qu'un ensemble de photogrammes à partir de vidéos consultables sur les liens suivants :

- Vidéo 1: cellules non infectées : <https://revistas.unal.edu.co/index.php/rccquifa/article/view/87026/75271>
- Vidéo 2: cellules infectées par la dengue : <https://revistas.unal.edu.co/index.php/rccquifa/article/view/87026/75273>

Lors de la cinquième étape, grâce aux enregistrements de la distribution de pixels obtenus à partir des images des photogrammes de la vidéo, un graphique est produit afin d'illustrer le comportement du phénomène. Enfin, la sixième étape concerne la modélisation mathématique pour décrire la distribution dynamique des mitochondries dans les cellules non infectées par rapport aux cellules infectées avec le virus de la dengue. Le virus n'étant pas coloré, on obtient uniquement des informations relatives à la distribution des mitochondries.

18 Étude de tissus composés de milliers de cellules.

19 Étude de cellules mortes, fixées et colorées utilisant la microscopie photonique.

20 La vivisection est l'étude d'animaux vivants largement utilisée et diffusée par l'École française de physiologie expérimentale, dirigée par François Magendie et son disciple Claude Bernard.

21 Correspondance personnelle de Hanna Landecker par courriel (14 août 2020) : « Live cell imaging as we know it today really did not get underway until the invention of GFP and confocal microscopy - Before then, imaging with radiation was done usually by stills - pulse-chase experiments and so on. Video microscopy was what filled the historical space in-between film-based work and the computer as the time-based medium, but it was much more "physiological" in the sense that it was following the things that the cameras could "see". The development of the computing capacity to deal with the visual data was also important ».

22 Méthode d'étude reposant sur l'incubation de cellules dans un milieu de culture contenant un précurseur marqué (*pulse*), puis dans un milieu « froid », c'est-à-dire contenant le même précurseur mais non marqué (*chase*). Le marquage utilisé est souvent radioactif.

23 Parmi les biologistes moléculaires des années 1990 et des débuts du nouveau millénaire, deux textes constituent le credo historique de la communauté scientifique : le premier est l'ouvrage de Stent (1968) portant pratiquement le même titre que l'article paru ultérieurement et que nous citons plus haut (Mullins, 1972) ; le deuxième est l'étude de Schrödinger, intitulée *What is life?* (1944).

24 Il est important de préciser qu'il ne s'agit pas d'une programmation téléologique ; les chercheurs et les communautés épistémiques ne tentent pas d'hybrider leurs SE respectifs. Il s'agit plutôt de la dynamique propre des SE et de leur schémas matériel-discursifs, ce qui les amène à coopérer et à partager des espaces de représentations dont émergent les nouveaux objets épistémiques.

25 Le médecin et philosophe français Alexis Carrel a eu un rôle primordial dans ces développements (Landecker, 2011), mais qui ne pourront être examinés dans ce travail.

26 Découverte par Raphaël Dubois en 1885-1858, comme il a été reconnu par le prix Nobel Shimomura en 1962.

27 CCD: Charge-Coupled-Device.

28 Il a partagé le prix Nobel de chimie en 2008 avec Chalfie et Shimomura pour la découverte et le développement de la protéine fluorescente verte.

29 Il est important de contextualiser en précisant qu'au début du nouveau millénaire et à la fin du siècle précédent, la recherche biomédicale a été centrée sur les gènes (avec une approche clairement structurelle ; « une fois qu'on arrive à connaître la séquence, on va connaître la fonction », phrase qui résume de telles convictions) et les scientifiques de la biologie moléculaire le plus reconnus faisaient des affirmations péjoratives sur l'imagerie cellulaire. Tsien observe un sentiment de malaise entre deux styles de pensée et de recherche ressenti dans la vie quotidienne des communautés scientifiques.

30 Ils affirment textuellement : « Il ne suffit pas de représenter l'objet ; celui-ci doit être percé et exposé par une manipulation active de son organisation », ce qui est la meilleure façon d'expliquer l'obtention d'une ligne cellulaire recombinante et fluorescente dans ses organites subcellulaires.

Table des illustrations

Titre	Figure 1. Comment un film par imagerie de cellules vivantes est-il réalisé ? ¹⁷
Crédits	Source : Cette image a été adaptée à partir de la publication précédente (Hernández Cuellar <i>et al.</i> , 2020). Image reproduite avec l'autorisation de la <i>Revista Colombiana de Química Farmacéutica</i> (Hernández Cuellar <i>et al.</i> , 2020).
URL	http://journals.openedition.org/rac/docannexe/image/22887/img-1.jpg
Fichier	image/jpeg, 256k



Ce site utilise des cookies et vous donne le contrôle sur ceux que vous souhaitez activer

Germán Guerrero-Pino, « Phénoménotecnique et systèmes expérimentaux dans la compréhension de la pratique *logie des connaissances* [En ligne], 15-2 | 2021, mis en ligne le 01 juin 2021, consulté le 11 janvier 2025. URL : [ic/22887](https://doi.org/10.4000/rac.22887) ; DOI : <https://doi.org/10.4000/rac.22887>

rsité del Valle (1997), Docteur en Biologie Moléculaire de l'Université Autonome de Madrid (2003), étudiant en alle. Professeur titulaire et Directeur du groupe de recherche Médecine moléculaire et translation à la Faculté de quía, Medellín, Colombie.
001-7453-2569

, Cra. 51 D No. 62-29. Bâtiment Manuel Uribe Ángel, salle 303, 050010 Medellín (Colombie).
.edu.co

Germán Guerrero-Pino

Diplômé en Physique et Mathématiques (1980), titulaire d'un Master en Enseignement de la Physique de l'Université Pédagogique Nationale (1988), d'un Master en Philosophie de l'Université pontificale javeriana (1998) et Docteur en Philosophie de l'Université Complutense de Madrid (2003).
Professeur Titulaire et Directeur du groupe de recherche « Épistémè : Philosophie et Science », Faculté de Sciences humaines, Département de Philosophie, Université del Valle, Cali, Colombie.
ORCID : <https://orcid.org/0000-0002-4990-4794>

Adresse : Campus Meléndez, Calle 13 # 100-00, 76001 Cali (Colombie)
Courriel : [german.guerrero\[at\]correounivalle.edu.co](mailto:german.guerrero[at]correounivalle.edu.co)

Traducteur

Tomás Pereira Ginet-Jaquemet

Droits d'auteur

Le texte seul est utilisable sous licence CC BY-NC-ND 4.0. Les autres éléments (illustrations, fichiers annexes importés) sont « Tous droits réservés », sauf mention contraire.



Ce site utilise des cookies et vous donne le contrôle sur ceux que vous souhaitez activer