



HAL
open science

Zaccaria Trèves (1869 – 1911) et la science de la fatigue. La biographie intellectuelle comme outil pour l’histoire épistémologique

Saraceno Marco

► To cite this version:

Saraceno Marco. Zaccaria Trèves (1869 – 1911) et la science de la fatigue. La biographie intellectuelle comme outil pour l’histoire épistémologique. Thierry Arnal, Corine Maitte, Thierry Pillon, Didier Terrier (dir.). Le corps au travail. Performance, discipline, fatigue., New Digital Frontiers S.r.L, 2021, Economic History Frameworks, 978-88-99487-94-2. hal-03529742

HAL Id: hal-03529742

<https://hal.univ-reims.fr/hal-03529742>

Submitted on 8 Sep 2022

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L’archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d’enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

**Zaccaria Trèves (1869 – 1911) et la science de la fatigue.
La biographie intellectuelle comme outil pour l'histoire épistémologique.**

Cet article sera consacré à retracer la biographie intellectuelle de Zaccaria Trèves, physiologiste italien qui joua un rôle central dans l'histoire épistémologique de la catégorie de fatigue, mais qui est encore peu connu dans l'historiographie internationale. Bien qu'un de ses textes, paru en 1905 dans *l'Année Psychologique*, soit souvent cité dans les recherches historiques sur la « science du travail »¹, l'ensemble de son œuvre et de sa biographie sont presque absolument méconnues. Or, la trajectoire de ce physiologiste est particulièrement intéressante pour suivre différentes ramifications tout à la fois disciplinaires, épistémologiques et idéologiques de la « science de la fatigue ». Formé à la physiologie du muscle par Angelo Mosso à l'université de Turin, il se tourne progressivement vers la psychologie, pour diriger à la fin de sa courte vie, l'un des premiers laboratoires de pédagogie expérimentale européens à Milan.

Une seule recherche à notre connaissance a été consacrée spécifiquement à l'élève de Mosso. Cette étude de Roberta Passione est une lecture comparatiste des approches de Zaccaria Trèves et d'un autre physiologiste de l'école turinoise, Luigi Mariano Patrizi.² L'article insiste notamment sur les divergentes conceptions de l'activité professionnelle entre les deux auteurs. Tout en poursuivant l'analyse de Passione sur la physiologie du travail de Trèves, notre recherche adoptera un cadre différent. Nous souhaitons dans le cadre de ce papier sortir d'une démarche classique de l'histoire de la « science de la fatigue » qui aplatit celle-ci à l'émergence d'une psycho-physiologie du travail. Notre article suit donc dans l'ensemble de la biographie de Trèves le rôle de la catégorie de fatigue comme fil conducteur d'entreprises intellectuelles et scientifiques différentes qui, dans leur unité biographique, font émerger l'idée d'une nouvelle façon de faire « science ». Ainsi nous illustrerons dans un premier chapitre la manière dans laquelle nous concevons la biographie intellectuelle dans le cadre d'une histoire épistémologique de la catégorie de fatigue. Nous présenterons par la suite les premières recherches sur la fatigue du physiologiste pour revenir sur sa critique de l'ergographe, instrument de mesure conçu par son maître Angelo Mosso. Cet aspect de la biographie de Trèves et indéniablement le mieux connu par l'historiographie, mais encore une fois il a été interprété comme une simple dimension de sa « physiologie du travail ». Nous montrerons dans les deux dernières parties que son travail empirique sur l'ergographe s'inscrit dans une plus large réflexion sur les rapports socio-anthropologiques entre production individuelle de l'effort, gestion sociale et valorisation culturelle de celui-ci.

La biographie intellectuelle et l'histoire épistémologique de la « science de la fatigue »

¹ Trèves 1905.

² Passione 2001. Elle est également l'autrice d'une histoire de la psychologie du travail italienne dans laquelle est largement question e Trèves : Passione 2012.

La catégorie scientifique de fatigue a fait l'objet dans les deux dernières décennies d'une profonde attention de la part des historiens.³ La dimension fortement évocatrice de cette notion de sens commun et le rôle central qu'elle joua dans le débat scientifique de la « fin de siècle » ont en effet attiré l'attention de différents chercheurs qui ont abordé la question de points de vue divers. Pour rendre compte de la dimension pluri-forme, des aspects de cette histoire, François Vatin, dans l'un de ses essais, a repris en exergue une formule de Pierre Bougart qui affirmait non sans humour que les « recherches sur la fatigue n'épuisent pas le sujet ».⁴

Si dans une certaine mesure on peut parler véritablement d'une « science de la fatigue », entre la fin du XIXe et le début du XXe siècle, d'autre part celle-ci apparaît comme un domaine aux frontières floues ; englobant tout à la fois la médecine, la physiologie, la psychologie expérimentales ou encore la sociologie industrielle. De même les racines idéologiques de cette science sont plurielles et parfois contradictoires : elles vont de l'hygiénisme réformateur aux revendications socialistes de réduction du temps de travail en passant par les imaginaires eugénistes prônant l'apparition d'un homme « nouveau » plus résistant. Il s'agit également d'un savoir à la fois 'transnational', pleinement inscrit dans les échanges internationaux que connaît la science au début du XXe siècle, et profondément ancré dans les enjeux socio-économiques et sanitaires des États-nations qui organisent leurs systèmes de prévoyance sur des bases « rationnelles ».

Dans ce cadre, il paraît difficile de définir une science de la fatigue comme un espace disciplinaire structuré. Souvent celle-ci a été pensée comme une dimension de l'application de la psychophysiologie au travail industriel, réduisant ainsi la question de la fatigue à celle de la gestion du corps à l'atelier. Or, si autour de 1900 la problématique du surmenage et de la limite du « juste effort » est sans aucun doute un catalyseur, la question de la fatigue se révèle néanmoins plus transversale. L'école, le sport, les évolutions de styles de vie sont autant de thèmes qui sont abordés par cette catégorie. Or, rares sont les recherches historiques qui ont rendu compte de cette pluralité sans l'appréhender de manière réductionniste, c'est-à-dire en ramenant à nouveau l'école, le terrain de sport, les espaces urbains ou les nouveaux lieux de villégiature par exemple, à l'atelier industriel. Une approche attentive à la complexité de cette transversalité de la notion de fatigue nécessiterait en effet de sortir à la fois des frontières des histoires des disciplines scientifiques, et de celles de l'histoire sociale qui a souvent reproduit la division « en branche » de la sociologie. Autrement dit, une histoire de la science de la fatigue impliquerait de faire dialoguer histoire de la physiologie, histoire de la psychologie, histoire de la sociologie, mais également histoire du sport, histoire du travail et histoire de l'éducation.

³ A la suite de la recherche séminale de Rabinbach 1992 ; nombreuse recherches se sont penchés sur les différentes ramifications de cette histoire en l'abordant de points de vue épistémologique, (Vatin 1999 ; Saraceno 2018) ; de sociologie de la science (Lecoœur 2018), de sociologie du travail (Loriol 2000) ou encore d'anthropologie historique (Brain 2015) pour ne citer que quelques titres.

⁴ Vatin 1999.

L'approche encyclopédique⁵ étant impossible dans le cadre d'un article, un des moyens pour chercher à dépasser ces difficultés à saisir l'histoire de la catégorie scientifique de fatigue dans ses complexes ramifications est celui de suivre la biographie de l'un des auteurs qui l'a investie. Ainsi la figure d'Angelo Mosso permet de passer de la physiologie du muscle aux réformes de l'éducation physique⁶, celle de Armand Imbert conduit à circuler entre la biomécanique et l'économie du travail⁷ ou encore celle de Jules Amar de la physiologie du travail à l'eugénisme raciste.⁸ Or, paradoxalement, malgré la mise en garde bourdieussienne⁹, la biographie a été au cœur du renouveau « sociologique » de l'histoire des sciences avec l'avènement des *Sciences Studies*, elle permettait en effet de mettre l'accent sur les « contextes »¹⁰ en sortant d'une histoire de la vérité telle que l'histoire épistémologique était comprise par ses détracteurs. Toutefois, dans le cas spécifique de cette « science sans objet » qui est celle de la fatigue, la biographie intellectuelle, en mettant la focale sur la science non pas comme discipline institutionnelle, mais comme entreprise de production de connaissance¹¹, permet de saisir des ramifications inattendues du travail scientifique sans devoir se prémunir du passage d'une branche de l'histoire à une autre. Autrement dit, elle conduit à prendre au sérieux l'idée d'un objet scientifique unitaire, fatigue, tel qu'il se constitue dans les décennies qui vont de 1880 à la Première Guerre mondiale, sans pour autant en faire un concept idéaliste. On est bien ici dans l'ambition de l'épistémologie historique : chercher la « matérialité des concepts » en évitant à la fois l'internisme rationaliste et l'externalisme relativiste.¹² D'une part, la biographie intellectuelle, en suivant la mobilisation de la catégorie de fatigue dans des entreprises scientifiques diverses, mais connectées par l'unité biographique, permet de saisir la force conceptuelle par laquelle cette catégorie s'est imposée aux sciences de la fin du XIXe siècle tout en évitant de la définir comme le résultat d'une découverte rationnelle. D'autre part, en ancrant l'usage de cette notion dans des contextes et des intuitions très précis — tels ceux qui caractérisent la trajectoire individuelle d'un savant —, la biographie permet de lier la mobilisation de la catégorie de fatigue à l'histoire sociale et culturelle tout en affirmant son rôle dans l'économie conceptuelle d'une entreprise scientifique.

En effet, bien que, dès les années 1920, la notion de fatigue sera renvoyée au sens commun¹³, à cheval entre le XIXe et le XXe siècle dans le cadre d'un paradigme énergétiste triomphant, elle semble s'imposer comme la clé d'entrée dans une science de l'homme générale conduisant à saisir la condition anthropologique au carrefour de sa dimension matérielle, psychologique et sociale. Ainsi, bien que

⁵ Cela est en effet l'ambition du *Dictionnaire de la fatigue* édité par Philippe Zawieja : « C'est en tout cas le pari du présent dictionnaire qui, en débordant très largement l'approche biomédicale pour mobiliser l'ensemble des sciences humaines et sociales, montre que le projet d'une science de la fatigue, auquel la médecine a, on l'a vu, dû renoncer, demeure possible et nécessaire ». Zawieja 2016, 9.

⁶ Saraceno 2011.

⁷ Le Bianic, Vatin 2007.

⁸ Monod, Monod 1979.

⁹ Bourdieu 1986.

¹⁰ Hankins 1979 ; Shapin, Thackray 1974.

¹¹ Kaeser 2003.

¹² Braunstein, Moya Dinez, Vagelli 2019.

¹³ Piéron 1924.

l'objet fatigue se révélera inconsistant, il permet à la science de la fin du XIXe siècle de réfléchir aux continuités entre différents *usages rationnels du corps*. En abordant la question ainsi, l'histoire de la science de la fatigue peut éclairer une transformation générale de l'activité corporelle dans la société de la deuxième révolution industrielle dans laquelle la « mesure de l'effort » — avec toute la polysémie de l'expression¹⁴ — joue un rôle central, en évitant néanmoins les dangers d'une surinterprétation de la place de la « rationalisation scientifique » dans ces mutations. On a en effet pensé la transversalité de cette science énergétique du corps dont la métrologie de la 'fatigue' est un pivot conceptuel comme la démonstration d'une « taylorisation » générale des corps de la « deuxième révolution industrielle ».¹⁵ Cela consisterait à penser la science de la fatigue exclusivement comme un outil de gouvernement sans autre unité que l'objectif de domination pratique des corps dans la société capitaliste sans prendre en compte l'entreprise spécifique de production de savoir qui la caractérise. L'histoire épistémologique insiste sur le fait que bien que la science soit évidemment tiraillée par des finalités autres que la connaissance, son travail conduit toujours à la production d'ontologies, au sens de nouveaux découpages du réel, et d'axiologies, au sens de nouveaux critères de jugements. Faire la science de la fatigue signifie donner une place à l'idée d'une expérience unitaire du corps en activité que l'on pourrait connaître et évaluer avec les mêmes concepts et avec les mêmes critères.

Nous souhaitons donc suivre dans la trajectoire de Trèves la façon dont la catégorie de fatigue permettait au début du XXe siècle de faire émerger un nouvel objet-objectif de la science qui peut être résumé par l'idée d'activité en tant qu'usage instrumental du corps. Celui-ci implique de penser la problématique de la « gestion de l'effort de soi » explorée par la psychophysiologie comme profondément imbriquée à celle de la « gestion de l'effort des autres » étudiée par les sciences sociales.

Les premières recherches sur les effets des narcotiques et des stimulateurs sur la fatigue

Né d'une famille juive à Turin, Trèves réalise des études en médecine s'orientant très rapidement sous l'impulsion de Mosso vers la physiologie expérimentale. Il obtient son doctorat en 1891, l'année de la publication de l'ouvrage de Mosso consacré à la fatigue.¹⁶ Dans cet ouvrage de vulgarisation, Mosso présente les recherches réalisées avec un instrument de sa conception, l'ergographe. Cet instrument avait été pensé par Angelo Mosso afin de mesurer en kilogrammètre le rythme d'épuisement du muscle fléchisseur du doigt. L'outil est composé d'une planche, sur laquelle est positionné l'avant-bras du sujet ; le bras est serré par un système de pinces, en laissant libre le doigt majeur, ce qui est censé permettre d'isoler l'activité de son muscle fléchisseur. À ce doigt est suspendu un poids, dont la corde est reliée à un levier qui meut un stylet placé devant le rouleau d'un kymographe. À chaque soulèvement,

¹⁴ La mesure de l'effort est tout à la fois une dimension de la rationalisation industrielle et un aspect de cette nouvelle « sensibilité du corps » que l'homme de la fin du XIXe siècle éprouve et pour la première fois cherche à contrôler, Vigarello 2014.

¹⁵ Voir par exemple l'interprétation de la proximité entre les catégories de la « science du travail » et de la « science du mouvant » comme une taylorisation de l'éducation physique : Gleyse 2006.

¹⁶ Mosso 1891.

l'instrument trace l'ampleur et la durée de la contraction. Au fur et à mesure, la hauteur des déplacements se réduit, pour devenir nulle lorsque l'inaction du muscle est totale. Les tracés de l'ergographe se présentent donc comme un enchaînement de segments de moins en moins hauts. En unissant les sommets de ces traits, on obtient des courbes décroissantes jusqu'à l'axe des abscisses (hauteur nulle)¹⁷.

La thèse de Trèves avait été justement réalisée en utilisant l'ergographe de son maître et portait sur l'analyse de la courbe de la fatigue chez le diabétique.¹⁸ Cette question de la courbe de la fatigue jouera un rôle essentiel dans l'évolution du travail et de la pensée du jeune physiologiste. En effet après avoir été embauché comme assistant de laboratoire à l'université de Turin par Mosso, il consacre l'ensemble de ses premières recherches à l'analyse des facteurs qui font varier la forme des tracés de l'ergographe. En 1894 il est recruté à Erlangen comme préparateur du physiologiste allemand, Isidor Rosenthal (1836-1915), ancien élève de du Bois Raymond et auteur d'un important traité de physiologie musculaire et nerveuse.¹⁹ Rosenthal avait rencontré Mosso à l'occasion du XI congrès international de médecine à Rome et à cette occasion il avait été convaincu d'embaucher des assistants italiens dans son laboratoire. Le premier fut justement Trèves et il sera par la suite remplacé par Alberico Benedicenti un autre élève de Mosso.²⁰ Rosenthal est en train de travailler durant ces années sur la mesure calorimétrique²¹ et plus généralement sur la physiologie respiratoire, des questions qui croisaient les problématiques énergétiques explorées par Mosso via l'ergographe. Par ailleurs Mosso était en train de commencer en ces années ses recherches sur la physiologie d'altitude dans lesquelles les mesures respiratoires jouaient un rôle central.²² Le recrutement de Trèves s'inscrit donc dans un échange scientifique international autour de la métrologie énergetiste.²³

Ainsi après le séjour en Allemagne, Trèves se concentre sur les effets des narcotiques et de l'asphyxie — question largement travaillée par Rosenthal²⁴— dans l'activité musculaire. Durant ces années d'assistantat, avant d'obtenir l'habilitation à l'enseignement à Turin, Trèves poursuit ainsi ces réflexions sur le rôle de l'empoisonnement dans le phénomène de la fatigue.²⁵ C'était en effet cette thématique à la frontière entre pharmacologie et physiologie qu'il avait explorée en travaillant sur la courbe de la fatigue des diabétiques, en essayant d'étudier la corrélation entre la variation du travail musculaire et celle du sucre éliminé. Mais en abordant la question de l'activité motrice dans les narcoses, Trèves se rapprochait de

¹⁷ Saraceno 2016.

¹⁸ La thèse a été détruite à l'occasion de l'incendie de la bibliothèque nationale de Turin en 1904. Scala 2015.

¹⁹ Rosenthal 1878.

²⁰ Ritter 2008.

²¹ Rosenthal 1897

²² Mosso 1898.

²³ Le fils d'Isidor Rosenthal lui-même Werner Rosenthal résidera dans le laboratoire de Mosso dans lequel réalisa des recherches sur les effets de la pression atmosphérique : Rosenthal 1896. Ce travail est justement cité par Mosso dans sa *Fisiologia dell'uomo sulle Alpi* et on trouve des notes de laboratoire de Rosenthal dans les archives de Mosso datant de la période de permanence de Trèves à Erlangen : Rosenthal 1895.

²⁴ Rosenthal 1864.

²⁵ Trèves 1894 ; Daddi, Trèves 1897.

problématiques psychophysiologiques. En effet, dans les articles et les mémoires qu'il soumet notamment à l'académie des sciences turinoise on voit progressivement émerger une réflexion sur les rapports entre l'activité musculaire et les modifications psychiques comme dans le cas de ses expériences sur la physiologie du sommeil.²⁶ Ces travaux le conduisent par la suite à étudier le rôle de l'effort volontaire dans la résistance à la fatigue et donc dans la forme de la courbe tracée par l'ergographe de Mosso.

La critique de l'ergographe

Entre 1898 et 1900 Trèves publie, dans la revue de Mosso *Archives Italiennes de Biologie*, un long article en trois livraisons qui établit une critique profonde des interprétations physiologiques de la courbe de l'ergographe.²⁷ Dans cet article, Trèves s'attaque au rôle de l'effort volontaire dans la variation du travail musculaire. Cette question était centrale dans le travail de Mosso dont le résultat principal se résumait à ceci « Soit que l'homme travaille avec les muscles, soit qu'il travaille avec le cerveau, la nature de la fatigue est toujours la même, parce qu'il n'existe qu'une force agissante : *la force nerveuse* ». ²⁸ Néanmoins Mosso n'avait pas développé une réflexion aboutie sur les caractéristiques de l'effort volontaire se limitant d'une certaine manière à le reconduire à des calculs énergétistes. Par la suite, malgré le fait que l'ergographe sera largement utilisé en psychologie, notamment par Wundt et ses élèves, Mosso délaissa le terrain de la psychophysiologie. Presque dix ans après la publication du livre consacré à la fatigue par Mosso l'article de Trèves représente donc explicitement une continuation du travail du maître. Dans ce texte, Trèves ne discute toutefois que très peu les recherches propres de Mosso et il s'inscrit plutôt dans les débats internationaux que l'utilisation de l'instrument avait soulevés.

Trèves commence par critiquer une découverte expérimentale de Charles Richet et André Broca.²⁹ Les deux physiologistes français affirmaient que lorsque le travail à l'ergographe s'accomplit avec un poids léger le corps épargne de l'énergie. Selon Trèves cette loi est fautive, puisqu'en travaillant avec un poids « sous-maximal », bien qu'on puisse continuer l'exercice plus longtemps, on réalise une quantité de travail plus faible et l'épargne d'énergie est donc indémontrable. Le physiologiste italien observe en effet que les courbes ergographiques n'apportent aucune information quant à la quantité maximale de travail qu'un muscle peut fournir. Or, sans cette donnée, tout calcul économique demeure impossible. Autrement dit, on ne peut pas déduire des lois sur le travail musculaire en partant seulement des baisses ou des augmentations de sa puissance si l'on ne connaît pas sa potentialité.

La démonstration de cette thèse est faite grâce à une recherche ergographique sur le travail du muscle gastrocnémien des lapins. Trèves détermine le poids avec lequel le muscle donne, en une seule contraction, un travail maximal avec une excitation maximale. Il montre en effet que tous les poids successifs ne

²⁶ Trèves 1896.

²⁷ Trèves 1898a, b et 1900. Voir également Trèves 1898c.

²⁸ Mosso 1904, 216.

²⁹ Richet, Broca 1898.

permettent pas de produire un travail supérieur et sont donc définis supra-maximaux. Il montre ensuite que dans les ergogrammes à travail maximal, après une phase de décroissance, pendant laquelle le muscle 'adapte' son effort à la valeur du poids, suit toujours une phase de travail constant qui peut durer plusieurs heures. Trèves observe que la hauteur maximale des soulèvements pendant cette phase constante ne change pas en appliquant un poids sous-maximal, ou en baissant le stimulus.

D'après Trèves, l'erreur de Richet et Brocca est due donc à une mauvaise interprétation des courbes ergographiques, selon laquelle la paralysie qui suit la décroissance progressive des hauteurs serait l'effet d'un épuisement énergétique. En réalité, Trèves montre qu'avec un poids supra-maximal l'ergographe trace exclusivement la phase décroissante d'un travail, celui d'adaptation, parce que la phase constante est rendue impossible en raison des conditions mécaniques d'exercice. Le poids se révèle trop lourd pour être toléré longtemps et il ne provoque pas un épuisement complet du muscle.

Dans le cas d'un travail volontaire, le poids maximal est le plus important que le muscle peut mécaniquement soulever puisque l'effort volontaire permet d'adapter l'intensité de la contraction au poids. Le poids maximal varie donc en fonction des conditions physiologiques des muscles, puisqu'après quelques soulèvements, un poids maximal devient supra-maximal. En variant les poids maximaux, on obtient donc un ergogramme composé d'une série de courbes descendantes jusqu'à parvenir à un poids que Trèves appelle *poids maximal minimum*, avec lequel l'ergographe trace une ligne droite. Trèves annule ainsi toute la sémiologie de l'ergographie, en montrant que la pente du tracé ergographique n'est rien d'autre que l'effet des conditions d'expérience. Ainsi, selon l'élève de Mosso, la découverte du travail constant :

correspond de très près à ce que l'expérience quotidienne nous enseigne ; jamais personne après avoir exécuté de forts travaux musculaires en parfaites conditions physiologiques, n'a été réduit au point de ne pouvoir plus avec les mêmes muscles fournir aucun travail ; et jamais on n'a observé, toujours en conditions physiologiques normales, que la moindre quantité de travail soit rendue impossible par épuisement de la volonté [...].³⁰

Ces conclusions contredisent les résultats obtenus par les physiologistes Charles Henry et Josepha Ioteyko qui par une étude mathématique de la courbe de la fatigue de Mosso étaient arrivés à la conclusion que la fatigue augmentait de manière directement proportionnelle à l'effort nerveux afin de protéger les centres nerveux d'un surmenage.³¹ Avec les recherches de Trèves, l'ergographie est débarrassée de son autoévidence graphique : si les courbes ne représentent plus le phénomène réel, elles ne peuvent sûrement pas exprimer une *équation générale*. La théorie de la fatigue comme fonction de défense n'est pas seulement niée : Trèves la renverse radicalement. Selon lui, l'organisme n'arrête pas de travailler pour protéger ses parties les plus vulnérables, mais il parvient au contraire à

³⁰ Treves 1898b, 32.

³¹ Henry, Ioteyko 1903.

dissimuler la progression de la fatigue pour maximiser l'effet utile. Autrement dit, si l'on *veut* accomplir un travail, on peut faire intervenir la volonté en continu, même lorsque les conditions physiologiques demandent de suspendre toute activité.³² Cela n'équivaut pas à nier l'existence d'une « économie naturelle », mais à la repenser à la lumière du caractère intentionnel de l'effet utile recherché.

Le corps, par conséquent, ne régule pas ses activités en fonction de la dépense énergétique et du risque physiologique auquel il s'expose. Au contraire, le corps-volonté organise son effort d'après sa perception de l'efficacité de son action pour la réalisation d'un but qu'il considère comme utile. Trèves critique ainsi les résultats expérimentaux de l'ergographie en leur opposant l'expérience quotidienne du travail : « si on suspend un travail intéressant, ce n'est pas à cause d'un sentiment intolérable d'effort, mais parce qu'on s'aperçoit que le travail qu'on exécute ne présente plus les qualités nécessaires et ne vaut pas l'effort qu'il nous coûte ». ³³ L'ergographe qui par l'analogie graphique de ses courbes avec l'expérience quotidienne de la fatigue, paraissait un instrument capable de reproduire dans des conditions expérimentalement contrôlables l'essence du travail humain, se révèle être juste un outil mesurant le rendement d'un exercice particulier. L'activité exécutée avec l'instrument de Mosso apparaît sans relation évidente avec l'expérience de gestion économique de l'effort que l'homme vit quotidiennement dans son activité de travail. La notion d'effort par laquelle Mosso et Ioteyko avaient essayé d'intégrer le travail volontaire à l'énergétisme, dans les textes de Trèves, émerge, en tant qu'action de régulation, comme la limite même de toute mesure strictement énergétiste du travail humain.

L'analyse psycho-sociologique des accidents de travail

Ces recherches vont faire connaître Trèves au niveau national et international. Son nom circule dans les grandes revues de physiologie et progressivement dans celles de psychologie. L'attention au stimulus volontaire le conduit en effet à s'orienter de manière progressive vers une réflexion d'ordre psycho-physiologique. Son expertise est par ailleurs de plus en plus sollicitée au niveau international afin de rendre compte de la dimension psychologique de l'effort. Il participera en ce sens au congrès d'hygiène de 1907 à Berlin en étant rapporteur sur la question du Surmenage du travail professionnel.³⁴ Dans sa communication, après avoir clarifié la différence entre fatigue physique et surmenage avec sa dimension affective et psychologique, il défend à côté du physiologie français Armand Imbert³⁵ la nécessité d'étudier ces questions non pas en laboratoire, mais dans l'exercice d'une activité professionnelle en prenant en compte la réalité économique et organisationnelle du travail. Deux ans plus tard à Rome au congrès sur les accidents de travail, Trèves est encore à côté de Imbert dans la session consacrée à *l'Évaluation de l'aptitude au travail avant et après l'accident*³⁶.

³² C'est justement cette possibilité du surmenage qui représente pour Trèves le danger social plus important du travail. Trèves 1907.

³³ Trèves 1905, 50

³⁴ Trèves 1907.

³⁵ Le Bianic, Vatin 2007.

³⁶ Saraceno 2016.

Dans ce cadre, en partant de son analyse de l'effort volontaire, Trèves souligne que pour définir le risque professionnel, il ne suffit pas de mesurer à l'ergographe l'aptitude de résistance à la fatigue des ouvriers afin d'évaluer leur prédisposition aux accidents ou leur valeur productive diminuée par une blessure.³⁷ En effet, précise Trèves, un individu blessé et employé avec un salaire au rendement peut continuer à fournir la même quantité de travail en augmentant l'effort pour obtenir sa rémunération. Dans ce cas, la mesure du rendement ne dévoilerait aucune baisse de la productivité, mais l'effort accru ferait augmenter la fatigue qui pourrait produire un accident plus grave ou une maladie. Dans cette perspective, Trèves se sert, comme le fera Imbert dans d'autres contextes,³⁸ des statistiques des accidents pour montrer que la fatigue s'accroît dans le temps sans que cela ait des répercussions immédiates sur la valeur professionnelle calculée en fonction de la quantité de production. Les statistiques permettent en effet de conclure que la fatigue accumulée n'atteint pas le rendement productif qui, grâce à la gestion de l'effort, peut se maintenir, mais l'habileté professionnelle qui dépend non seulement de la force physique, mais aussi des caractères de la personnalité psychique :

Les analyses les plus précises des résultats qui émergent dans les statistiques sur les accidents de travail confirment que les moyens de protection mécanique peuvent prévenir les grands accidents, mais ne suffisent pas pour empêcher l'augmentation continue de la fréquence des lésions légères comme celles qui dépendent essentiellement outre que de la résistance physique, de la perspicacité, des caractères de l'attention et des facteurs anthropologiques desquels résulte la valeur professionnelle (skill).³⁹

Ce n'est pas comme mesure du rendement individuel que l'étude de la fatigue intervient dans l'évaluation du risque professionnel, mais en tant qu'indicateur des conditions de travail. La fatigue ne dévoile pas, en effet, une inaptitude au travail, mais une dérégulation plus complexe du rapport entre activité organique et geste professionnel. Selon Trèves, l'étude de la fatigue, plutôt que de dépister les inaptes, doit donc permettre de « dévoiler les raisons économiques et sociales d'une baisse de la capacité productive ». La psychophysiologie de Trèves, en dépassant le réductionnisme énergétiste, aboutit à une définition du risque professionnel que l'on pourrait définir comme sociologique. En effet, l'évaluation de la baisse de l'efficacité productive d'un ouvrier, cause et résultat d'un accident, doit être toujours évaluée dans le contexte spécifique de l'activité professionnelle. Dans cette perspective, Zaccaria Trèves propose par exemple que le travailleur soit indemnisé dans les procès pour les accidents professionnels selon l'évaluation de la perte de son potentiel énergétique considéré non pas dans le cadre d'un calcul absolu, mais dans celui des relations professionnelles existantes :

³⁷ Trèves 1909.

³⁸ Imbert, Mestre 1904.

³⁹ Trèves 1909, 481. trad. fr. par nos soins.

Dans les procès d'indemnité pour les accidents, on doit prendre en compte les deux côtés du problème : l'aptitude à fournir un travail quel qu'il soit et l'aptitude à le fournir sous la forme et avec un avantage professionnel, c'est-à-dire avec cette large liberté d'utiliser les occasions de travail avec la capacité efficace de soutenir la concurrence dans le marché du travail et dans le cadre des professions ; quelque chose de similaire est en effet par quelques cas déjà reconnu dans certaines législations, dont l'allemande, où l'on admet pour quelque profession spéciale l'évaluation de l'importance de l'accident, non seulement en soi, c'est-à-dire en relation à un type d'ouvrier moyen hypothétique ; mais au contraire en rapport à la qualification de l'ouvrier, en prenant en compte la disposition au travail, l'attachement à sa résistance habituelle, aux conséquences d'ordre esthétique dues aux défigurations.⁴⁰

La définition de la valeur professionnelle comme expression de l'adaptation d'un individu à une profession particulière permet donc d'envisager une sorte de paradigme « différentiel » du « risque professionnel ». Il ne s'agit toutefois pas d'un « différentialisme » fondé exclusivement sur l'individualité des caractères biologiques, mais sur l'unicité de l'expérience professionnelle. En effet, comme l'écrit explicitement Trèves, les conditions sociales d'organisation du travail modifient la relation du sujet avec sa tâche, déterminant l'évolution de la fatigue et du risque professionnel. Dans cette perspective, les faits sociaux, comme les rapports salariaux, ne sont pas externes à l'évaluation physiologique, mais en représentent un élément fondamental. Comme dans le cas de l'étude expérimentale par ergographe, Trèves souligne que la mesure de la capacité de travail amoindrie par un accident ne peut se faire qu'en connaissant la valeur professionnelle maximale. Celle-ci n'est jamais évaluable de manière absolue, mais toujours comme le rapport entre la perception de l'effort et celle du résultat qui varient en fonction du rapport affectif, social, économique et même esthétique à son activité.

La critique du test d'intelligence

Trèves résume l'ensemble de sa physiologie du travail dans un opus qu'il publie en 1908 au sein du *Trattato di medicina sociale* de Angelo Celli et Augusto Tamburini.⁴¹ Cette publication représente par ailleurs un tournant dans sa brève carrière. Trèves répond en effet en 1907 à un appel à candidatures pour devenir le directeur du nouveau « Cabinet de pédagogie expérimentale » de Milan en décidant donc de quitter l'université pour rentrer dans une institution municipale à vocation sociale.⁴² Ce cabinet avait été pensé par le conseil municipal libéral à l'occasion de l'exposition universelle de 1906 afin de :

⁴⁰ *Ibidem*.

⁴¹ Trèves 1910a.

⁴² Redondi, 2008.

Aider les écoles élémentaires en examinant les enfants jugés déficients et en retard et en apportant la coopération nécessaire aux écoles spéciales, organiser des [...] cours de pédagogie expérimentale à l'intention des enseignants des écoles élémentaires de Milan pendant l'année scolaire [et] inscrits au cours de spécialisation à l'Académie scientifique et littéraire locale.⁴³

Le projet s'inscrit donc dans l'histoire de l'investissement du domaine de l'école de la part de la psychologie expérimentale, dont on trouve de nombreuses traces en Europe. D'ailleurs le choix de Trèves de quitter l'université au profit de l'institut milanais rappelle le fameux abandon en 1905 de la part d'Alfred Binet du laboratoire de la Sorbonne afin d'ouvrir celui de l'École de la Grange-aux-Belles.⁴⁴ Or, si l'expérience milanaise s'inscrit donc dans un renouveau international des questions pédagogiques, par rapport à d'autres exemples, il paraît particulièrement novateur. Il ne s'agit en effet ni d'une expérience privée comme celle de Binet, ni du prolongement d'une institution universitaire comme cela sera le cas de l'*Institut d'enseignement spécial — Laboratoire psychologique* de Ovide Decroly à Bruxelles voulu par la Société de Pédiatrie⁴⁵. Le cabinet de Milan est en effet pensé pour être tout à fait indépendant, ayant comme seule tutelle le conseil municipal. Il est le prolongement d'une initiative financée par la *Società Umanitaria* de Milan et organisée par le psychiatre Ugo Pizzoli comme une série de cours à l'adresse des maîtres d'école⁴⁶.

Devant la commission présidée par le prix Nobel Camillo Golgi, Trèves peut faire valoir ses années d'expérience à côté d'Angelo Mosso pour rassurer le conseil municipal qui voulait à tout prix orienter sur une base expérimentaliste le cabinet. En effet, afin de conserver le caractère municipal de l'institut et le rendre indépendant du ministère de l'Enseignement, le conseil avait décidé de l'attacher à l'Académie Scientifique-Littéraire dont la municipalité avait le contrôle. Toutefois les premiers promoteurs de l'initiative, en particulier le socialiste Luigi Majno, voyaient dans le lien avec cette institution « littéraire » le risque de l'abandon du positivisme au profit d'une conception philosophique de la pédagogie. Trèves, en tant que champion du positivisme turinois, paraissait donc le candidat idéal. D'ailleurs en continuité avec les souhaits de sa tutelle, le physiologiste changea immédiatement le nom de l'institution en passant de Cabinet de pédagogie à *Laboratorio civico di psicologia pura e applicata*.

Le projet de l'élève de Mosso est d'ouvrir l'application de la psychologie en dehors du seul domaine pédagogique et de positionner son laboratoire au centre d'un réseau municipal d'Institutions scientifiques et de prévoyance. Avant de prendre sa fonction de directeur du Laboratoire, Trèves qui cherchait à s'installer à Milan la ville de sa femme Ada Segre, avait déjà commencé à intégrer les cercles réformistes de la ville, en collaborant en particulier avec la Société humanitaire et avec l'union

⁴³ *Atti del Comune di Milano, 1906-1907*, Tip. Reggiani, Milano 1908, Parte I, Seduta 5 giugno 1907, p. 470, cité in Redondi 2008, 278.

⁴⁴ Ouvrier-Bonnaz 2011.

⁴⁵ Wagnon 2009.

⁴⁶ Pizzoli 1910.

féminine, organisés autour du couple Majno. En particulier il avait proposé des cours d'hygiène de travail domestique⁴⁷ et formé des jeunes femmes à « l'inspection d'usine ». ⁴⁸ Il avait également proposé d'ouvrir à ses frais un laboratoire de « physiologie populaire » au sein du Musée des sciences naturelle⁴⁹. Le laboratoire de psychologie est donc l'occasion de mettre la science au service du réformisme en tissant des liens avec des institutions comme la « Clinique du travail » de Luigi Devoto, l'institut des aveugles, l'hôpital des aliénés de Milan, le Bureau d'hygiène de la ville et l'institut national des sourds-muets. En continuité avec les développements généraux de la pédagogie scientifique, en effet, la question des arriérés est primordiale. Trèves s'intéresse donc au sens musculaire des aveugles⁵⁰, au temps de réaction des épileptiques, mais c'est principalement en étudiant les écoliers soupçonnés de retard mental et les écoliers sourds-muets que Trèves retrouve dans le nouveau contexte du laboratoire de psychologie ses réflexions sur la fatigue. En effet, dans la continuité de l'œuvre de Maria Montessori et Sante de Sanctis à Rome, Trèves travaille à l'ouverture d'un ensemble d'écoles « spéciales » pour « enfants anormaux éducatibles »⁵¹. Dans ce contexte il développe avec son assistant Umberto Saffiotti une critique détaillée de l'échelle métrique de l'intelligence d'Alfred Binet⁵².

L'échelle pensée par Alfred Binet et Théodore Simon⁵³ se proposait de distinguer les élèves selon leur « âge mental » en mesurant leur niveau « d'intelligence ». Celle-ci était définie comme la capacité d'adapter une réponse psychique à une tâche, donc comme une fonction tout à fait indépendante des connaissances possédées par les enfants.⁵⁴ Le test consiste en une série d'exercices regroupés par niveau à difficulté croissante. Le dernier groupe de questions auquel l'enfant donne des réponses correctes indique son « âge mental ». Pour étalonner le test, Binet l'avait fait passer à des élèves de même âge avec des niveaux d'instruction très divers. Le groupe d'épreuve que la « majorité » d'une classe d'âge réussissait était donc validé comme représentant une mesure de cet âge mental. Trèves et Saffiotti soulignent que cette notion de « majorité » était mal définie. En effet si le test est validé lorsque le 50,1 % des élèves réussit sans connaître la répartition entre ceux qui échouent et les autres en termes de niveau scolaire, on peut douter que le test mesure véritablement une intelligence « sans culture ». ⁵⁵ D'ailleurs ils répètent l'étalonnage en prenant comme critère de validation non la « majorité », mais, en s'inspirant des recherches de Otto Bobertag,⁵⁶ le 75 % des élèves. Ils arrivent par-delà à montrer que sur 24 épreuves, 16 sont attribués à des âges mentaux soit inférieurs soit le plus souvent supérieurs.

⁴⁷ Trèves 1904.

⁴⁸ Annoni 1905.

⁴⁹ Museo civico di storia naturale di Milano, *Archivio storico*, b. 53, doc. 1/14, cité in Redondi 2008, 278.

⁵⁰ Trèves, Novaglia 1909.

⁵¹ Trèves 1911.

⁵² Trèves, Saffiotti, 1911; Voir Intorella 2008 et Cerro 2019.

⁵³ Dans la vaste littérature consacrée à cet instrument idéaltype de la psychométrie du début du XXe siècle voir : Nicolas Andrieu 2005.

⁵⁴ Binet 1904.

⁵⁵ Saffiotti, Trèves 1910.

⁵⁶ Bobertag 1909.

Cela conduit les deux psychophysiologistes Italiens à des conclusions plus radicales concernant la validité du test de Binet. En effet, bien que le test soit pensé pour être réalisé sans connaissance particulière, il ressemble grandement à une série de tâches scolaires. Il paraissait évident à Trèves qu'un enfant habitué à ce type d'exercice pouvait les réaliser avec moins de fatigue. Ainsi, le test ne prenait pas en compte la variabilité du travail dont les enfants sont effectivement capables à différents moments de leur scolarisation. Trèves et Saffiotti, s'aperçurent ainsi que les résultats des élèves au test ne dépendaient pas seulement de leur âge, mais aussi de la classe qu'ils fréquentaient. Cela paraît évident, puisqu'en passant d'une classe à une autre on n'apprend pas seulement plus de notions, mais on affine également la capacité de travail. Autrement dit, un élève de troisième, indépendamment de son « intelligence », a forcément acquis une capacité de travail intellectuel différente de celle d'un élève de seconde ou de quatrième. En effet en partageant les écoliers en 3 groupes en fonction de leur niveau scolaire : « précoces », « réguliers », « redoublants », Trèves et Saffiotti montrent que les précoces scolaires sont toujours des précoces mentaux et que les redoublants sont toujours en retard sur leur âge. Les deux savants arrivent ainsi à contester explicitement la distribution « normale » de l'âge mental que Henry Goddard avait soutenu.⁵⁷

Les conclusions de la recherche conduisent donc Trèves à une conception de l'intelligence différente par rapport à celle de Binet. Alors que pour ce dernier l'intelligence était une faculté spontanée de raisonnement, pour le psycho-physiologiste italien elle dépend grandement de la « tonalité sentimentale et volitive de l'activité mentale »⁵⁸ :

Qu'est-ce donc que cette intelligence sans culture que l'échelle prétend atteindre ? Y a-t-il une intelligence qui se développe par soi-même en dehors de toute influence extérieure ? Si le développement de l'intelligence, au contraire, est soumis à des facteurs extérieurs, si ce développement, chez les enfants, est guidé par l'intervention de l'éducation et de l'instruction nous ne pourrions pas certainement mesurer l'intelligence pure. L'intelligence, comme expression suprême de toute la personnalité physio-psychologique d'un individu, démontre, en fin de compte, la capacité d'adaptation de cet individu à la vie sociale. Chez les enfants, l'intelligence n'exprime donc que la capacité de leur adaptation au travail scolaire : nos tests ne peuvent mesurer que par approximation cette capacité d'adaptation et toute méthode quelconque qui se borne à ce but ne peut avoir qu'une valeur pédagogique et non exclusivement ni absolument psychologique.⁵⁹

⁵⁷ Goddard 1910.

⁵⁸ Saffiotti 1916, 14.

⁵⁹ Saffiotti 1911, 339-340. L'article signé par l'assistant de Trèves, est publié peu après la mort prématurée du physiologiste italien.

Le test de Binet chercherait dans cette optique à mesurer une capacité de travail pensée comme adaptation à un milieu dont il serait paradoxalement question de s'isoler. La contradiction est patente : soit le test s'appuie sur les évaluations scolaires, expliquant ainsi l'intelligence comme le résultat d'une formation culturelle spécifique ; soit il mesure l'intelligence en la séparant de toute influence externe, ce qui la rend de fait sans contenu et donc insaisissable. La boutade de Binet selon laquelle l'intelligence serait ce que son test mesure illustre le problème dans toute son urgence. Si le rendement au travail, plutôt que d'être le résultat d'une faculté déterminée ou d'une énergie mesurable, était le fruit d'une réponse à chaque fois nouvelle de la volonté, comment pourrait-on alors le mesurer ? Il est intéressant de remarquer que d'un point de vue épistémologique la critique du test de Binet a la même forme que celle que Trèves avait portée à l'ergographe : pour mesurer la quantité de travail, il faut connaître la charge maximale du travail réalisable volontairement.

Malgré la critique profonde de son test Binet accueillera dans l'*Année Psychologique* les résultats des recherches de Trèves. Celui-ci à la fin de sa vie était en effet en train de s'imposer comme la figure tutélaire de la pédagogie scientifique en Italie devant des figures comme Sante de Sanctis ou Giulio Cesare Ferrari qui connaîtront une reconnaissance scientifique bien plus importante. C'est en effet Trèves qui est nommé en 1909 membre italien du comité exécutif des congrès internationaux de pédagogie sous la présidence de Binet lui-même⁶⁰. Les recherches de Trèves sur l'échelle métrique seront continuées par son assistant Saffiotti⁶¹ qui se déplacera à Rome dans l'institut d'anthropologie de Giuseppe Sergi. Après la mort de Trèves, le laboratoire de Milan sera dirigé par Casimiro Doniselli qui le guidera principalement vers l'orientation et la sélection professionnelle.⁶² D'autre part, après avoir longtemps hésité en rentrant même en conflit avec Trèves⁶³, le conseil municipal de Milan donnera une dernière reconnaissance au physiologiste en consacrant en 1915 de façon posthume une école « spéciale à son nom ».⁶⁴

Conclusions

La brève carrière de Zaccaria Trèves tronquée par la tuberculose en 1911 est particulièrement représentative de la richesse de la notion de fatigue pour la science positive de l'homme, à cheval entre le XIXe et le XXe siècle. En étudiant la fatigue comme manifestation à la fois physiologique et perceptive de l'effort volontaire, Trèves peut en effet se pencher tout à la fois sur les problèmes hygiéniques, sociaux et économiques de l'organisation sociale. Du moment où la fatigue est le résultat du rapport entre l'effort volontaire et la perception du but réalisé, la question de sa gestion touche toute activité humaine. En passant de la physiologie du travail à la psychologie des écoliers, Trèves révèle la même impasse épistémologique, à savoir l'impossibilité de mesurer l'activité humaine sans

⁶⁰ Ferrari 1910. Voir également : Treves 1910b.

⁶¹ Saffiotti 1916.

⁶² Butti 2016.

⁶³ Redondi 2008.

⁶⁴ Albertini 1915.

prendre en compte les processus sociaux et psychologiques par lesquels l'on donne une valeur à cette activité. Ainsi, de même que l'on ne peut mesurer le travail en faisant abstraction des conditions de sa réalisation et de sa rémunération, de même on ne peut mesurer l'intelligence ou le travail intellectuel en faisant abstraction de l'organisation concrète de l'enseignement. La réflexion de la science pure et l'application pratique de ses conclusions dans l'espace social ne peuvent donc plus être pensées comme deux moments distincts du travail scientifique. On se trouve plutôt face à une circularité : la science par ses mesures influence en effet les jugements par lesquels la société façonne les activités qui sont l'objet des observations scientifiques mêmes.

Bibliographie

- Albertini, A. 1915. *La cura medico- pedagogica degli alunni anormali psichici e la Scuola Z. Trèves di Milano*. Milano : Tip. Agnelli.
- Annoni, C. 1905. « Vogliamo le ispettrici di fabbrica ». *Unione Femminile* 2.
- Binet, A. 1904 « Méthodes nouvelles pour le diagnostic du niveau intellectuel des anormaux ». *L'année psychologique* 11 : 191-244.
- Bobertag, O. 1909. « A. Binet's Arbeiten über die intellektuelle Entwicklung der Schulkinde ». *Zeitschrift für angewandte Psychologie* 3 : 230-259.
- Bourdieu, P. 1986. « L'illusion biographique ». *Actes de la recherche en sciences sociales* 62-3 :69-72.
- Brain, R. M. 2015. *The Pulse of Modernism: Physiological Aesthetics in Fin-de-Siècle Europe*. Spokane: University of Washington Press.
- Braunstein, J.-F., Moya Dinez, I., Vagelli, M. 2019. « Qu'est-ce que l'épistémologie historique ? Des 'échantillons' plutôt que des 'manifestes' ». In *L'épistémologie historique : Histoire et méthodes*, dir. J.-F. Braunstein, I. Moya Dinez, M. Vagelli. Paris : Éditions de la Sorbonne. 5-11.
- Butti, N. 2016. « Casimiro Doniselli e l'Istituto civico di psicologia: »una storia milanese quasi dimenticata ». *Storia in Lombardia XXXVI* (1) : 25-56
- Cerro, G. 2019. « La réception de l'expérimentalisme de Binet en Italie ». *Recherches & éducatives*. HS : en ligne.
- Daddi, L., Trèves, Z. 1897. « Observations sur l'asphyxie lente ». *Archives Italiennes de Biologie* 28 : 408-443.
- Ferrari, G. C. 1910. « Comitati internazionali di psicologia pedagogica e di pedologia ». *Rivista di psicologia* 6 : 188-190.
- Gleyse, J. 2006. « La taylorisation comme modèle universel. Fin du XIXe siècle-1960 ». In *Archéologie de l'éducation physique au 20ème siècle en France*, Id. Paris : Harmattan. 53-82.
- Goddard ,H. H. 1910. « Four Hundred Feeble-Minded Children Classified by the Binet Method ». *Journal of Psychopathology* 15 (1-2) : 17-30.
- Hankins ,Th. L. 1979. « In defence of biography : the use of biography in the history of science ». *History of Science* 17 : 1-16.
- Henry, C, Ioteyko, J. 1903. « Sur l'équation générale des courbes de fatigue ». *Comptes rendus de l'Académie des Sciences* 136 (24 août) : 441-444

- Imbert, A., Mestre, A. 1904. « À propos de l'influence de la fatigue professionnelle sur la production des accidents du travail ». *Revue industrielle* 5 novembre : 449-450.
- Intorella, S. 2008. « Il contributo di Francesco Umberto Saffiotti allo studio dell'intelligenza ». In *Teorie e metodi della psicologia italiana: tendenze attuali*, dir. S. di Nuovo, G. Sprini. Milano : FrancoAngeli. 259-70.
- Kaeser, M.-A. 2003. « La science vécue. Les potentialités de la biographie en histoire des sciences ». *Revue d'Histoire des Sciences Humaines* 1 (8) : 139-160.
- Le Bianic, Th, Vatin, F. 2007. « Armand Imbert (1850-1922), la science du travail et la paix sociale ». *Travail et Emploi* 111 : 7-19.
- Lecoeur, G. 2018. *De la gestion des maux au "travail des mots" : contribution à une sociologie historique d'un répertoire sémantique des maux du travail - XVIIème siècle à nos jours*. Thèse en Sociologie. Conservatoire national des arts et métiers – CNAM.
- Loriol, M. 2000. *Le temps de la fatigue : la gestion sociale du mal-être au travail*. Paris : Economica
- Monod, H., Monod, J. 1979. « Jules Amar (1879-1935). A propos d'un centenaire ». *Histoire des sciences médicales* 13 (3) : 227-235
- Mosso, A. 1891. *La fatica*. Milano : Trèves.
- 1898. *Fisiologia dell'uomo sulle Alpi, studii fatti sul Monte Rosa*. Milano: Trèves.
 - 1904. *Les Exercices physiques et le développement intellectuel*. Paris : F. Alcan.
- Nicolas, S. Andrieu, B. dir. 2005. *La mesure de l'intelligence. Conférences à la Sorbonne à l'occasion du centenaire de l'échelle Binet-Simon (1904-2004)*. Paris : L'Harmattan.
- Ouvrier-Bonnaz, R. 2011, « Le laboratoire de pédagogie expérimentale de la Grange-aux-Belles ». *Recherches & éducations* 5 : 131-147.
- Passione, R. 2001. « Mente e lavoro : le prime ricerche in Italia fra laboratorio e officina ». *Nuncius* 16 : 211-35.
- 2012. *Le origini della psicologia del lavoro in Italia: nascita e declino di un'utopia liberale*. FrancoAngeli.
- Pièron, H. 1924. « Préface », *Les Tests de fatigue. Essai de critique théorique*. Paris : Baillière.
- Pizzoli, U. 1910. *Pedagogia scientifica*. Vallardi : Milano.
- Rabinbach, A. 1992. *The human motor: energy, fatigue, and the origins of modernity*. Berkley : University of California Press.
- Redondi, P. 2008. « Educare per la vita. L'Istituto civico di psicologia sperimentale ». In *Milano scientifica, 1875-1924, Volume 1*, dir. E. Canadelli, P. Zocchi. Milano : Sironi Editore. 277-303.
- Richet, C., Broca, A. 1898. « Expériences ergographiques pour mesurer la puissance d'un muscle en régime régulier ». *Comptes rendues de l'Académie des Sciences* 126 (4 janvier) : 485-488.
- Ritter M. 2008. *Isidor Rosenthal*, Erlangen : Palm und Enke Verlag.
- Rosenthal, I. 1864. « Studien über Athembewegungen ». *Arch. Anat. Physiol. wissenschaftl. Medic* : 456-477.
- 1878. *Les nerfs et les muscles*. Paris : Bibliothèque scientifique internationale.
 - 1897. « Calorimétrische Untersuchungen an Säugethieren ». *Archiv für Anatomie und Physiologie* 21 : 171-190.
- Rosenthal, W. 1895. 03.07.1895, Università di Torino, Biblioteca Angelo Mosso - *Cartella: [senza titolo]*

- 1896. « La diminution de la pression atmosphérique a-t-elle un effet sur les muscles et sur le système nerveux de la grenouille ? ». *Archives italienne de Biologie* 25 : 418-425

Saffiotti, F. U. 1911. « L'échelle métrique de l'intelligence de Binet-Simon modifiée selon la méthode ». *L'année psychologique* 28 : 339-340.

- 1916. *La misura dell'intelligenza nei fanciulli. Esame critico delle proposte finora fatte e contributo d'indagini personali*. Roma : Societa` Romana di Antropologia.

Saffiotti, F. U., Trèves, Z. 1910. *La scala metrica dell'intelligenza di Binet e Simon. Nota preventiva*. Milano : Laboratorio civico di psicologia pura e applicata.

- 1911. *La scala metrica dell'intelligenza di Binet e Simon. Esposizione critica*. Milano : Laboratorio civico di psicologia pura e applicata.

Saraceno, M. 2016. « L'expérimentation instrumentale et l'instrumentalisation de l'expérience. Succès et déclin de l'ergographe dans la représentation de l'expérience quotidienne du travail ». *A quoi servent les instruments scientifiques ? Réflexions et études de cas sur les rôles et fonctions de l'instrument dans la pratique scientifique*, dir. J. Fatet, Limoges : PULIM. 107-132., dir. J. Fatet. Limoges : PULIM. 107-132.

- 2011. « Notes pour une biographie intellectuelle : Angelo Mosso (1846-1910) ». *Bulletin de la Société Française d'Histoire des Sciences de l'Homme (SFHSH)* » 34 : 71-81.
- 2016. « Mesurer le risque par la fatigue : la psychophysiologie dans les débats sur l'indemnisation des accidents de travail ». In *Risques industriels, une histoire longue (fin XVIIe- fin XIXe siècle)* », dir. T. Le Roux. Rennes : PUR. 90-106.
- 2018. *Pourquoi les hommes se fatiguent-ils ?* Toulouse : Octarès.

Scala, D. 2015. « Zaccaria Trèves (1869 – 1911) », *Archivio storico della psicologia Italiana*, <https://www.aspi.unimib.it>, consulté le 13-09-2019.

Shapin, S., Thackray, A. 1974. « Prosopography as a research tool in history of science : the british scientific community 1700-1900 ». *History of Science* 12 : 1-28.

Trèves, Z. 1894. « Sull'azione fisiologica del ciantrimetilpiperideone : ricerche sperimentali ». *Atti della Reale Accademia delle Scienze* 39 : 164-172.

- 1896. « Observations sur les mouvements de l'œil chez les animaux durant la narcose ». *Archives Italiennes de Biologie* 23 : 438-452.
- 1898a. « Sur les lois du travail musculaire ». *Archives Italiennes de Biologie* 29 : 157-79.
- 1898b. « Sur les lois du travail musculaire ». *Archives Italiennes de Biologie* 30 : 1-34.
- 1898c. « Sulle leggi del lavoro muscolare ». *Archivio per le scienze mediche* 22 (20) : 373-410.
- 1900. « Sur les lois du travail musculaire ». *Archives Italiennes de Biologie* 33 : 87-117.
- 1904. *Lezioni di igiene domestica e sociale*. Pavia : Premiato Stabilimento tipo-litografico successori Marelli.
- 1905. « Le travail, la fatigue et l'effort ». *L'année psychologique* 12 (1) : 34-69.
- 1907. *Surmenage par suite du travail professionnel*. Torino : Tip. suc. Conte P.
- 1909, « Capacità dell'operaio al lavoro prima e dopo l'infortunio ». In *Atti del II. Congresso medico internazionale per gl'infortuni del lavoro*. Roma : Bertero. 465-481

- 1910a. *Fisiologia del lavoro*. Milano : Vallardi.
- 1910b. « Lettera a Giulio Cesare Ferrari, 4 Gennaio 1910 ». *Centro Aspi - Archivio storico della psicologia italiana dell'Università degli studi di Milano-Bicocca*
- 1911. « Sulle scuole speciali per i fanciulli deficienti ed anormali ». *Bollettino dell'Associazione per la cura medico-pedagogica dei fanciulli anormali e deficienti poveri* 6 (19).

Trèves, Z., Novaglia, L. 1909. *Osservazioni sul senso muscolare presso i ciechi*. Milano : Tip. Civelli.

Trèves, Z., Saffiotti, F. U. 1911. *La Scala metrica dell'intelligenza di Binet e Simon studiata nelle scuole elementari di Milano*. Milano : Stab. Civelli.

Vatin, F. 1999 *Le travail, sciences et société : essais d'épistémologie et de sociologie du travail*. Bruxelles : Éd. de l'Université de Bruxelles

Vigarello, G. 2014. *Le sentiment de soi*. Paris : Seuil.

Wagnon, S. 2009. *Ovide Decroly, le programme d'une école dans la vie*. Paris : Fabert.

Zawieja, P. 2016. « Avant-propos ». In *Dictionnaire de la fatigue*, dir. P. Zawieja. Genève : Librairie Droz. 7-11.

« Museo civico di storia naturale di Milano ». *Archivio storico*, b. 53, doc. 1/14,

« Seduta 5 giugno 1907 ». *Atti del Comune di Milano, 1906-1907*. Milano : Tip. Reggiani.