

AFSCET

Res-Systemica

Revue Française de Systémique
Fondée par Evelyne Andreewsky

Volume 11, septembre 2014
L'Ago-Antagonisme Aujourd'hui,
en Hommage à Elie Bernard-Weil.

Res-Systemica, volume 11, article 09

Sur les travaux mathématiques
d'Elie Bernard-Weil

François Dubois

Sur les travaux mathématiques d'Elie Bernard-Weil

François Dubois ^{a,b}

^a *Association Française de Science des Systèmes Cybernétiques, Cognitifs et Techniques
ENSAM, 151 Bd de l'Hôpital, Paris 13ème, France.*

^b *Professeur de Mathématiques
Conservatoire National des Arts et Métiers, Paris, France.
francois.dubois@math.u-psud.fr*

25 août 2014 ¹

Résumé. Nous proposons de suivre l'évolution de la pensée mathématique d'Elie Bernard-Weil depuis ses premiers travaux de médecine jusqu'au développement de la théorie des systèmes ago-antagonistes. Nous abordons le contenu de l'un de ses articles où les problématiques principales sont exposées et illustrées.

Mots-clés : régulation, ago-antagonisme.

Classification AMS : 37M05, 92B05.

¹ Cette contribution fait suite à un exposé de même titre proposé lors des journées 2014 de l'AFSCET au Moulin d'Andé les 31 mai et premier juin 2014.

Introduction

Lors de son intervention au colloque “Artisans de la Paix”, en 2005-2006², Elie Bernard-Weil est présenté de la façon suivante³:

Elie Bernard-Weil, endocrinologue et psychiatre. Le schéma dynamique de la science des systèmes qu’il a créé, a été l’objet premier de sa recherche : la bipolarité de tous les systèmes biologiques et la possibilité de les corriger par des bipolarités thérapeutiques. Ce qui veut dire qu’il s’est engagé dès l’Internat dans l’étude de ce qu’il a appelé plus tard les systèmes ago-antagonistes. Ancien Chef de clinique à la Faculté, il a travaillé au confluent de la clinique, de l’expérimentation, de la biomathématique et de l’épistémologie, ce qui l’a amené à définir les principes des thérapeutiques “paradoxaes” et à en proposer quelques exemples. Il est aussi Docteur ès Sciences en mathématiques, a été nommé Professeur au Collège hospitalier Pitié-Salpêtrière et élu Président d’Honneur du Comité “Systémique et Cognition” de l’AFCET, lieu de la confrontation des disciplines les plus diverses.

- Nous voulons dans cette communication insister sur ses travaux mathématiques et montrer qu’il a proposé très tôt des modèles mathématiques tout à fait pertinents pour l’étude de la régulation des systèmes vivants. Nous ne voulons pas donner à cette communication un caractère trop formel et n’avons pas hésité à faire figurer des illustrations, comme les deux photographies d’Elie présentées aux figures 1 et 2.



Figure 1. Photo d’Elie Bernard-Weil transmise par Mme Huguette Weil.

² voir par exemple la page <http://www.artisans-de-paix.org/fr/non-modele-et-pensee-ago-antagoniste-une-alterite-fructueuse-dans-la-tradition-hebraique>.

³ voir la page http://www.globalarmenianheritage-adic.fr/fr/breligion/centres_artisanspaix.htm.



Figure 2. Elie au Moulin d'Andé en mai 2006 (photo de l'auteur).

- Dans une première partie, nous présentons les travaux scientifiques d'Elie Bernard-Weil menés au cours du vingtième siècle. Puis nous entrons dans le détail de l'un d'entre eux afin de mettre en évidence la notion de "couple ago-antagoniste". La troisième partie présente brièvement les derniers travaux d'Elie. Quelques photos prises au Moulin d'Andé lors des journées annuelles de l'AFSCET terminent cette contribution.

1) Quelques travaux d'Elie Bernard-Weil

Nous ne cherchons pas ici à donner une bibliographie exhaustive de l'ensemble des travaux, scientifiques ou non d'Elie Bernard-Weil. Nous voulons simplement, en suivant la liste de ses publications, montrer que petit à petit, il met en œuvre une approche fondée sur la modélisation mathématique.

Les premiers travaux d'Elie au début des années soixante sont de nature fondamentalement médicale : "Métabolisme de l'eau dans les traumatismes du crâne : aspects neuro-endocriniens et base du traitement hormonal" [1], "Preoperative Hormonal Treatment In Cases Of Cerebral Tumor" [2], "Inappropriate secretion of antidiuretic hormone without corresponding hyponatraemia in cerebral pathology: Therapeutic implications" [3]. Ses travaux sont reconnus au plus haut niveau par la communauté scientifique avec la publication dans "The Lancet" en 1967 [4] de l'article "Evaluation of an antidiuretic effect in Cancer".

EVALUATION OF AN ANTIDIURETIC EFFECT IN CANCER

E. BERNARD-WEIL

M.D. Paris

ASSISTANT IN MEDICINE

GILBERT-DREYFUS

M.D. Paris

PROFESSOR OF MEDICINE

M. DAVID

M.D. Paris

PROFESSOR OF NEUROSURGERY

M. SACHS

M.D. Paris

ASSISTANT IN NEUROSURGERY

J. SEBAOUN

M.D. Paris

ASSISTANT PROFESSOR OF MEDICINE

*From the Medical and Neurosurgical Clinics,
Hôpital de la Pitié, Paris*

Figure 3. *Fac-simile* du début de l'article d'Elie (et collaborateurs) dans le journal "The Lancet".

Puis on voit apparaître à la fin des années soixante dans les titres de ses articles la notion de couplage et de recherche de causes multiples, comme dans "Association ACTH-ocytocine dans le traitement de l'œdème cérébral des accidents vasculaires et des traumatismes crâniens" [5], "Effets d'une association vasopressine-corticoïdes chez des malades porteurs d'astrocytome malin ou de métastases cérébrales : Etude évolutive par les méthodes complémentaires" [6], "Inhibition by cortisol of the favorable effect of lysine-vasopressin on the growth of HeLa Cell cultures" [7], "Traitement Complémentaire Endocrinien des Tumeurs Cérébrales" [8].

Une référence explicite aux mathématiques est introduite dès 1970 avec "A mathematical model for the study of adrenal postpituitary interrelationships: Its use in the correction of an antagonistic imbalance" [9]. Mais Elie n'oublie pas qu'il est médecin et l'article suivant "Clinical Effects of Combined Vasopressin - Corticosteroid Therapy in Patients with Recurrent Grade III Astrocytomas" [10], montre les applications médicales du paradigme qu'il est en train de mettre en place, avec cette idée constante que c'est l'association de deux médicaments qui donne des effets positifs, comme dans "Association between Vasopressin and Corticosteroids in the Palliative Treatment of Advanced Breast Cancer" [11].

En 1975, Elie introduit l'expression "couple ago-antagoniste" dans le titre d'un de ses articles "Analogical Study of a Model for the regulation of Ago-Antagonistic Couples. Application to Adrenal-Postpituitary Interrelationships" [12], et il fait explicitement référence

à la simulation numérique dans la contribution “Computer analog simulation of a model for the regulation of ago-antagonistic couples” BWDC78. Noter que le mathématicien Yves Cherruault⁴ est co-auteur de cette dernière publication.

En 1979, Elie Bernard-Weil soutient une thèse d’Etat en Mathématiques [14]. Son intitulé “Formalisation et contrôle du système endocrinien surréno posthypophysaire par le modèle mathématique de la régulation des couples ago-antagonistes” est un savant équilibre entre l’érudition médicale et sa vision des systèmes dynamiques *via* les couples ago-antagonistes. Il m’avait dit un jour au Conseil d’Etat (de mémoire !) que le président du jury était Jacques-Louis Lions⁵. Cette reconnaissance de son travail par la communauté mathématique Française permet à Elie de co-diriger le travail scientifique de jeunes mathématiciens, comme Françoise Santi [16, 17] ou Aly Abdalla [22].

Au début des années 1980, Elie a conçu une famille de modèles mathématiques à partir de la notion de système dynamique et d’équations différentielles. Pour les applications, ce type de modèle relève aussi de la “dynamique des systèmes” (développée par les équipes du MIT aux Etats Unis). Les articles suivants d’Elie posent la question générale de tous ces modèles : l’équation différentielle qui définit le modèle est-elle correcte si on compare les résultats simulés aux observations ? Elie a ainsi proposé les contributions suivantes : “Justification d’un modèle agoantagoniste” [15], “ Lack Of Response To A Drug: A System Theory Approach” [18], “A general model for the simulation of balance, imbalance and control by agonistic antagonistic biological couples” [19], “Evaluation of

⁴ Yves Cherruault (1937-2010) a soutenu une thèse de troisième cycle en 1963 sous la double direction de l’informaticien Jacques Arzac et du mathématicien Jacques-Louis Lions, puis une thèse d’Etat avec les mêmes directeurs en 1966. Il a été directeur du laboratoire “Medimat” de l’Université Paris 6 dans les années 1990. Il a dirigé plus de 75 thèses et a publié plus de 200 articles dans diverses revues internationales. Il est l’auteur de nombreux ouvrages, dont *Biomathématiques* (Collection Que-sais-je ?, P.U.F. n° 2052, 1983) et *Modèles et méthodes mathématiques pour les sciences du vivant* (P.U.F., 1998).

⁵ Selon la page Wikipedia qui lui est consacrée (http://fr.wikipedia.org/wiki/Jacques-Louis_Lions), Jacques-Louis Lions (1928-2001) est un mathématicien français, membre de l’Académie des sciences. Il fut maître de conférences puis professeur à la Faculté des sciences de Nancy (1954-1963), professeur à la Faculté des sciences de Paris (1963-1972), professeur d’analyse numérique à l’Ecole polytechnique (1966-1986) et enfin professeur au collège de France (1973-1998). Ses travaux portèrent essentiellement sur la théorie des équations aux dérivées partielles et leurs applications, et notamment sur des problèmes variationnels, la théorie du contrôle et des systèmes d’inéquations aux dérivées partielles. On peut rajouter qu’il a soutenu sa thèse d’Etat en 1954 sous la direction de Laurent Schwartz. De plus, selon le “Mathematics Genealogy Project”, il a eu plus de 45 élèves qui sont devenus eux-mêmes mathématiciens et a plus de 2100 “descendants”. Pour la petite histoire, l’auteur de cet article est l’un des “descendants” de Jacques-Louis Lions de niveau deux.

the addition to corticoids of a growth factor (vasopressin) in the palliative therapy of malignant brain tumors” [20], “Is it possible to equilibrate the different “levels” of an imbalanced biological system by acting upon one of them only? Example of the agonistic antagonistic networks” [21].

Dans les années 1990, Elie consacre de nombreux articles à expliquer ses idées. Les couples ago-antagonistes se généralisent en “stratégies bilatérales” : “Agonistic antagonistic systemics: An introduction to bilateral-and paradoxically unilateral-strategies” [23]. Les thèmes de ses travaux s’étendent petit à petit : “The Presence Of Norbert Wiener in Both Order Cybernetics” [24], “Homeostatic control of imbalanced strange attractors without asking to a change in chaotic dynamics” [25], “Does help to decision in biology help to decision in human sciences? An approach to bipolar strategies” [26].

2) Un exemple de couple ago-antagoniste

Dans cette partie, nous voulons évoquer un exemple de travail mathématique mené par Elie. Nous n’entrerons pas ici dans les “détails mathématiques” des divers modèles. Le lecteur mathématicien peut se reporter aux travaux originaux d’Elie proposés en référence de cette contribution.

Nous suivons son exposé dans le premiers article [12] où l’expression “couple ago-antagoniste” apparaît (article en anglais...). Le fac-cimilé de la page de titre de l’article est présenté à la figure 4. Les équations différentielles du modèle sont décrites Figure 5 et le schéma fonctionnel exposé Figure 6. Le réglage analogique de la loi de commande est exposé à la figure 7.

**Analogical Study of a Model for the Regulation of
Ago-Antagonistic Couples. Application
to Adrenal-Postpituitary Interrelationships**

E. BERNARD-WEIL, M. DUVELLEROY

AND

J. DROULEZ

*Neurosurgical Clinic, Hôpital de la Pitié, 75013 Paris, and
Laboratory of Biophysics, Hôpital Fernand-Widal, 75011 Paris, France*

Communicated by R. Lattès

Figure 4. E. Bernard-Weil, M. Duvelleroy, J. Droulez [12].

MATHEMATICAL MODEL AND FUNDAMENTALS OF SIMULATION

The mathematical model which gave rise to the simulation processes was the following one:

$$\begin{aligned} \frac{dx}{dt} &= k_1(x-y) + k_2(x-y)^2 + c_1(x+y-m) + c_2(x+y-m)^2, \\ \frac{dy}{dt} &= k_3(x-y) + k_4(x-y)^2 + c_3(x+y-m) + c_4(x+y-m)^2, \end{aligned} \quad (1)$$

with $k_1, k_2, k_3, k_4, c_1, c_2, c_3, c_4$ and m constants. It was in fact a combination of two previously studied models, one corresponding to the so-called "cross" regulation system [control of $(x-y)$], the other to the so-called "parallel" regulation system [control of $(x+y-m)$]:

Figure 5. Dynamique des systèmes du couple ago-antagoniste (x, y) . Les équations différentielles qui pilotent l'évolution dans le temps de ces variables sont non-linéaires et dépendent d'un certain nombre de paramètres qui restent à déterminer *via* un recalage avec les observations.

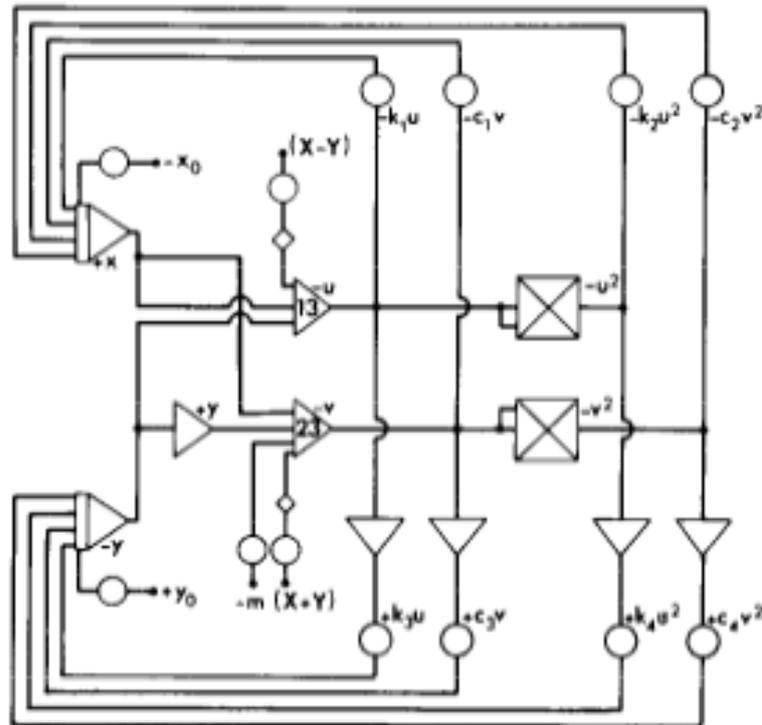


FIG. 1. Analog setup for Eq. (1).

Figure 6. Schéma fonctionnel de la mise en œuvre de la résolution du système différentiel. Cette représentation permet autant la conception d'une architecture analogique en vue de la simulation physique que la programmation informatique d'un schéma numérique de résolution approchée.

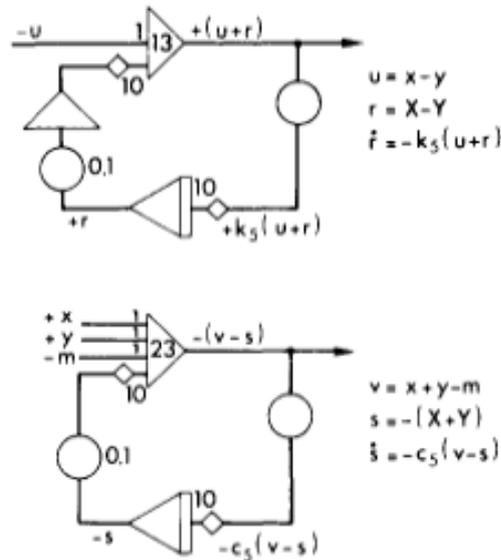


FIG. 3. Added analog setups for the self-correction of an imbalance ($x \neq y$ and/or $x + y - m \neq 0$). From r and s , it is possible to establish the values of $X(t)$ and $Y(t)$ which are the system inputs we must use to correct such an imbalance. The added setups would be then suppressed and X and Y produced with other appropriate setups (cf. text). Recall that the balance is not defined in these conditions by $x = y$ and $x + y - m = 0$, but by the Eqs. (5) and (6).

Figure 7. Réglage analogique de la loi de commande.

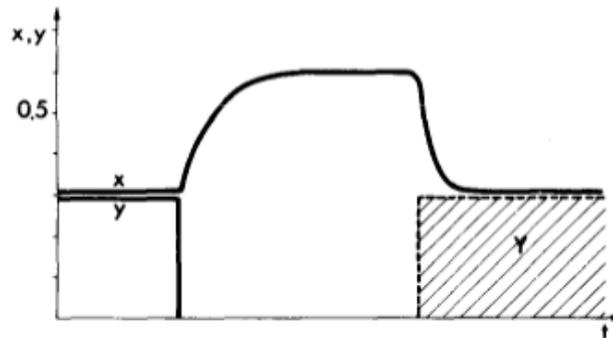


FIG. 5. Physiological model: after suppression of y (adrenalectomy), x (vasopressin) increases. The addition of Y (adrenocortical therapy) led x to return to its initial value.

Figure 8. Evolution ago-antagoniste typique ; l'évolution couplée de la vasopressine et de l'adrénalectomie n'est pas du tout intuitive !

Des résultats du modèle sont proposés à la figure 8. Comme nous l'indiquons dans la légende, l'évolution jointe des deux variables couplées n'est pas du tout simple à deviner. C'est toute la force du modèle mathématique non trivial qui s'exprime par ce comportement. L'évolution des deux variables au cours du temps est évalué numériquement dans un cas pathologique à la figure 9. On peut aussi représenter (Figure 9, en bas à gauche) les

deux variables couplées dans le plan de phase. De nombreuses références bibliographiques (Figure 10) sont proposées. Nous avons pu ainsi de proche en proche identifier une grande partie des travaux d'Elie concernant la modélisation mathématique.

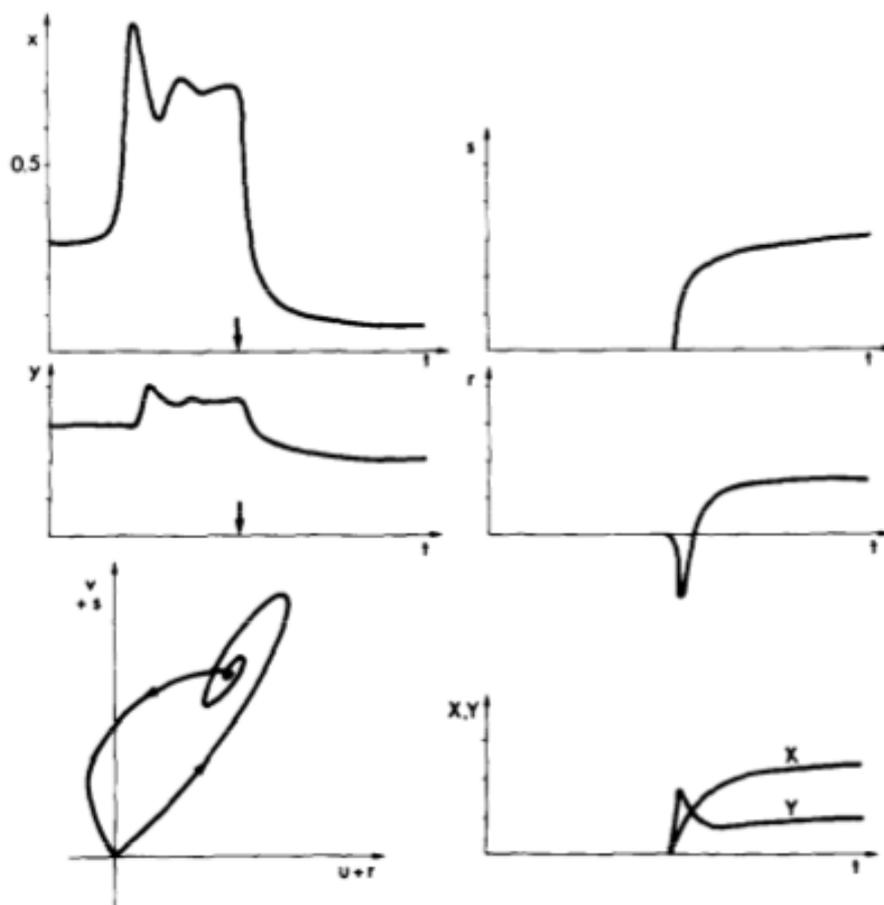


FIG. 12. Pathological model: the addition of corrective assemblies (cf. Fig. 3) permitted finding the values of $X(t)$ and $Y(t)$ which can counterbalance the effects of the disequilibrium shown in Fig. 11, according to Eq. (7). The assemblies begin to act at the time indicated by the arrow. Variations of x and y [and of $u+r$ and $v+s$ ($u=x-y$, $r=X-Y$, $v=x+y-m$, $s=X+Y$) in phase-plane representation] under the influence of these new inputs demonstrated that the desired results were obtained. Therapeutic implications of such a strategy have been explored.

Figure 9. Modèle pour une situation pathologique.

- 3 E. Bernard-Weil and C. Da Lage, *Experientia* **24**, 1001 (1968).
- 4 E. Bernard-Weil and J. Mulletin, *Math. Biosci.* **8**, 181-189 (1970).
- 5 E. Bernard-Weil, *Steroid Lipids Res.* **3**, 24-29 (1972).
- 6 E. Bernard-Weil, J. Metzger and B. Pertuiset, *Sem. Hôp. Paris* **49**, 1687-1697 (1973).
- 7 E. Bernard-Weil and J. P. Pilleron, *Oncology* **28**, 492-508 (1973).
- 8 E. Bernard-Weil and J. Mulletin, Actes du VIIth Internatl. Congress Cybern. (Namur), 1973, p. 909.

Figure 10. Références bibliographiques antérieures

3) Travaux d'Elie Bernard-Weil au vingt et unième siècle

Dans les années 2000, Elie étend encore plus ses thèmes de recherche, et s'éloigne des mathématiques proprement dites. Il nous avait exprimé lors d'un conseil d'administration de l'AFSCET sa joie de voir ses idées publiées dans le journal *Complexity*. L'article "Transcendance, an essential concept for system and complexity sciences to spread out" [27] lui permet de dépasser le cadre strict de la science rationnelle.

ESSAYS & COMMENTARIES

Transcendance, an Essential Concept for System and Complexity Sciences to Spread Out

This article reports the advantages gained by Complexity and System Sciences when taking into account the concept of transcendence together with that of immanence. A special branch of systems science using the so-called model for the regulation of agonistic antagonistic couples allowed us to illustrate the interest of such considerations as well as to bring new solutions concerning the conceptualization of complexity and to propose control strategies for unbalanced complex systems based on this type of modeling.

Immanence at the Expense of Transcendence?

Quand aucune transcendance n'entre en jeu, le sentiment le plus secret et le plus poignant des hommes est le suivant: comment faire pour ne pas penser l'essentiel?—André Malraux (When no transcendence occurs, Man's most hidden and most poignant feeling is the following: how not to think of the essential?)

ELIE BERNARD-WEIL

After his specialization in Neurology and Endocrinology, Elie Bernard-Weil was appointed Professor at the Collège Hospitalier Pitié-Salpêtrière. Given his interest and engagement in therapies of a new kind using bipolar strategies, he integrated these methods in his subsequent biomathematical research work (leading to a Ph.D. in 1979) and in epistemological considerations around System Science, which led him to propose a transdisciplinary model. He is currently with the Fondation Adolphe de Rothschild, Paris.

INTRODUCTION

Science today, including system sciences, has as a general rule chosen the immanence concept at the expense of that of transcendence. A monism of the sort appears to be in opposition with the nature itself of system sciences. Have these sciences not been built from the notions of pairs or couples, for instance, the part-whole pair or tangled hierarchies? Nevertheless, a prevalent and common tendency is that of a materialist, immanentist and emergentist monism, which considers denial of all transcendence as a basic conquest of the human mind today. For instance, the fact that the system's evolution could be directed by the concept of a task to be performed, by what has been called a "blueprint" has generally been totally rejected: aleatory causality and unpredictable unfolding would be sufficient to explain these phenomena.

In this article, we will first recall some remarks concerning the concepts of self-organization and emergence, which remain a valid attainment, provided they are

Figure 11. Article dans *Complexity*, volume 6, p. 23-33, nov. 2000.

Les articles suivants sont des études de synthèse, comme “Approche des systèmes ago-antagonistes” [28], “Ago-Antagonistic Systems” [29]. Avec la création de l’AFSCET en 1998 et dans les années qui ont suivi, Elie a été l’animateur du groupe de travail sur les “stratégies paradoxales”⁶. Elie a été également très actif lors du congrès de l’Union Européenne de Systémique organisé par l’AFSCET à Paris en septembre 2005. Son atelier sur les systèmes ago-atagonistes lui permet de présenter son “non-modèle”. Nous pouvons attester d’au moins trois contributions, publiées dans *Res-Systemica*, revue de l’AFSCET : “Pas de gouvernance sans le contrepoids de la société civile. Un couple ago-antagoniste dont les inférences socio-politiques pourraient être décisives” [30], “Les impasses stratégiques de la science des systèmes en biomédecine et socio-économico-politique sont en partie liées à la diffusion insuffisante des stratégies bipolaires comme à la non reconnaissance du concept de non-modèle” [31], “Théorie et pratique du développement durable : de l’Egypte ancienne et des stoïciens grecs jusqu’à la science des systèmes ago-antagonistes” [32].

Nous avons invité Elie au groupe de travail de l’AFSCET sur la “modélisation des systèmes complexes”, peu de temps après sa création en octobre 2007. Le 18 février 2008⁷, Elie Bernard-Weil présente au Conservatoire National des Arts et Métiers un exposé intitulé “Sur un modèle mathématique de régulation des systèmes ago-antagonistes”. Il ne nous a hélas pas laissé ses transparents.

4) Photos prises par l’auteur au Moulin d’Andé en juin 2008.



Figure 12. Elie Bernard-Weil au Moulin d’Andé en juin 2008.

⁶ Nous renvoyons le lecteur au site de l’AFSCET et en particulier à la page internet <http://www.afscet.asso.fr/grpeEBW.html>.

⁷ Nous renvoyons le lecteur à la page internet <http://www.afscet.asso.fr/msc/reunions.html>.

FRANÇOIS DUBOIS



Figure 13. De gauche à droite : Esther Dubois, Elie, Bernard Balcet.



Figure 14. De gauche à droite : Elie, Madame Huguette Weil, Micheline Cousture.

References

- [1] D. Petit-Dutaillis, E. Bernard-Weil. “Métabolisme de l'eau dans les traumatismes du crâne: aspects neuro-endocriniens et base du traitement hormonal”, *Minimally Invasive Neurosurgery*, volume 1, p. 196-209, 1959.
- [2] E. Bernard-Weil, M. David. “Preoperative Hormonal Treatment In Cases Of Cerebral Tumor”, *Journal of Neurosurgery*, volume 20, p.841-848, 1963.
- [3] E. Bernard-Weil, M. David, B. Pertuiset. “Inappropriate secretion of antidiuretic hormone without corresponding hyponatraemia in cerebral pathology: Therapeutic implications”, *Journal of the Neurological Sciences*, volume 3, p. 300-312, 1966.
- [4] E. Bernard-Weil, Gilbert-Dreyfus, M. David, M. Sachs, J. Sebaoun. “Evaluation of an antidiuretic effect in Cancer”, *The Lancet*, volume 290, p. 324-326, août 1967.
- [5] E. Bernard-Weil, M. David. “Association ACTH-ocytocine dans le traitement de l'œdème cérébral des accidents vasculaires et des traumatismes crâniens”, *European Neurology*, volume 154, p. 78-87, 1967.
- [6] E. Bernard-Weil, M. David, B. Pertuiset, J. F. Hirsch, H. Fischgold. “Effets d'une association vasopressine-corticoïdes chez des malades porteurs d'astrocytome malin ou de métastases cérébrales: Etude évolutive par les méthodes complémentaires”, *Minim Invasive Neurosurg*, volume 11, p. 189-199, 1968.
- [7] E. Bernard-Weil, C. Da Lage. “Inhibition by cortisol of the favorable effect of lysine-vasopressin on the growth of HeLa Cell cultures”, *Experientia*, volume 24, p. 1001, 1968.
- [8] E. Bernard-Weil. “Traitement Complémentaire Endocrinien des Tumeurs Cérébrales”, *Acta Oncologica*, volume 8, p. 126-133, 1969.
- [9] E. Bernard-Weil and J. Mulletin. “A mathematical model for the study of adrenal postpituitary interrelationships: Its use in the correction of an antagonistic imbalance”, *Mathematical Biosciences*, volume 8, p. 181-190, 1970.
- [10] E. Bernard-Weil, J. Landau-Ferey, D. Ancri, B. Pertuiset. “Clinical Effects of Combined Vasopressin - Corticosteroid Therapy in Patients with Recurrent Grade III Astrocytomas”, *Minim. Invasive Neurosurg.*, volume 15, p. 127-134, 1972.
- [11] E. Bernard-Weil, J.P. Pilleron. “Association between Vasopressin and Corticosteroids in the Palliative Treatment of Advanced Breast Cancer”, *Oncology*, volume 28, p. 492-508, 1973.
- [12] E. Bernard-Weil, M. Duvelleroy, J. Droulez. “Analogical Study of a Model for the regulation of Ago-Antagonistic Couples. Application to Adrenal-Postpituitary Interrelationships”, *Mathematical Biosciences*, volume 27, p. 333-348, 1975.

- [13] E. Bernard-Weil, M. Duvelleroy, Y. Cherruault. “Computer analog simulation of a model for the regulation of ago-antagonistic couples”, *International Journal of Bio-Medical Computing*, volume 9, p. 191-213, 1978.
- [14] E. Bernard-Weil. “Formalisation et contrôle du système endocrinien surrénal posthypophysaire par le modèle mathématique de la régulation des couples ago-antagonistes”, *Thèse d’Etat es Sciences Mathématiques*, jury présidé par J.L. Lions, Université Paris 6, 1979.
- [15] P. Nelson and E. Bernard-Weil. “Justification d’un modèle agoantagoniste”, *Int. J. Biomed. Comput.*, volume 11, p. 145-162, 1980.
- [16] F. Santi. “Identification du modèle de régulation de couples ago-antagonistes dans le cadre du système endocrinien surreno-posthypophysaire”, *Thèse de troisième cycle*, Université Paris 6, 1982.
- [17] F. Santi, A. Guillez, Y. Cherruault, E. Bernard-Weil. “Formalization of Adrenal-Postpituitary Circadian Rhythms by the Model for the Regulation of Agonistic-Antagonistic Couples”, in *Rhythms in Biology and Other Fields of Application, Lecture Notes in Biomathematics*, volume 49, p. 85-91, 1983.
- [18] E. Bernard-Weil. “Lack Of Response To A Drug: A System Theory Approach”, *Kybernetes*, volume 14, p. 25-30, 1985.
- [19] E. Bernard-Weil. “A general model for the simulation of balance, imbalance and control by agonistic antagonistic biological couples”, *Mathemat. Modelling*, volume 7, p. 1587-1600, 1987.
- [20] E. Bernard-Weil. “Evaluation of the addition to corticoids of a growth factor (vasopressin) in the palliative therapy of malignant brain tumors”, *Neural. Res.*, volume 13, p. 94-101, 1991.
- [21] E. Bernard-Weil. “Is it possible to equilibrate the different “levels” of an imbalanced biological system by acting upon one of them only? Example of the agonistic antagonistic networks”, *Acta Biotheoretica*, volume 39, p. 271-285, 1991.
- [22] Aly Abdalla. “Modélisation de systèmes ago-antagonistes avec mémoire. Application dans le champ du couple endocrinien surrénal-posthypophysaire”, Thèse de doctorat en Sciences biologiques, INSA, Villeurbanne, 1992.
- [23] E. Bernard-Weil. “Agonistic antagonistic systemics: An introduction to bilateral-and paradoxically unilateral-strategies”, *Kybernetes*, volume 21, p. 47-66, 1992.
- [24] E. Bernard-Weil. “The Presence Of Norbert Wiener in Both Order Cybernetics”, *Kybernetes*, volume 23, p. 133-143, 1994.

- [25] E. Bernard-Weil. “Homeostasic control of imbalanced strange attractors without asking to a change in chaotic dynamics”, in *Advances in Intelligent Computing-IPMU'95*, B. Bouchon-Meunier and R.R. Yager, eds., Springer, Berlin, p. 483-492, 1995.
- [26] E. Bernard-Weil. “Does help to decision in biology help to decision in human sciences? An approach to bipolar strategies”, *Acta Biotheoretic*, volume 48, p. 243-257, 2000.
- [27] E. Bernard-Weil. “Transcendance, an essential concept for system and complexity sciences to spread out”, *Complexity*, volume 6, numéro 2, p. 23-35, nov. 2000.
- [28] E. Bernard-Weil. “Approche des systèmes ago-antagonistes”, *Techniques de l'Ingénieur*, référence AG1575, 10 avr. 2002.
- [29] E. Bernard-Weil. “Ago-Antagonistic Systems”, in *Quantum Mechanics, Mathematics, Cognition and Action. Proposals for a Formalized Epistemology*, “Fundamental Theories of Physics”, Kluwer, Amsterdam, New York, volume 129, Mioara Mugur-Schächter et Alwyn Merwe (eds), p. 325-348, 2002.
- [30] E. Bernard-Weil. “Pas de gouvernance sans le contrepoids de la société civile. Un couple ago-antagoniste dont les inférences socio-politiques pourraient être décisives”, *Res-Systemica*, volume 5, septembre 2005.
- [31] E. Bernard-Weil. “Les impasses stratégiques de la science des systèmes en biomédecine et socio-économico-politique sont en partie liées à la diffusion insuffisante des stratégies bipolaires comme à la non reconnaissance du concept de non-modèle”, *Res-Systemica*, volume 5, septembre 2005.
- [32] E. Bernard-Weil. “Théorie et pratique du développement durable : de l’Egypte ancienne et des stoïciens grecs jusqu’à la science des systèmes ago-antagonistes”, *Res-Systemica*, volume 5, septembre 2005.