

**ACADÉMIE EUROPÉENNE INTERDISCIPLINAIRE DES SCIENCES (AEIS)
ANNÉE INTERNATIONALE DES SCIENCES FONDAMENTALES POUR LE
DÉVELOPPEMENT DURABLE
(IYBSSD 2022-2023)**



**Colloque AEIS-2023
INTERDÉPENDANCE, PANDÉMIES
et CHANGEMENT CLIMATIQUE**

<https://aeis-2023.sciencesconf.org/>

Jeudi 23 et vendredi 24 novembre 2023

Amphithéâtre Hermite- Institut Henri Poincaré
11 rue Pierre et Marie Curie- 75005 Paris

<https://www.ihp.fr/fr/agenda/interdependance-pandemies-et-changement-climatique>

LISTE DES RÉSUMÉS dans l'ordre du Programme Prévisionnel

N° Date horaire	Auteur Résumé/Abstract
<p align="center">1 Jeudi 23 novembre 9h25-10h SESSION 1</p>	<p align="center">Patrick BERCHE Académie Nationale de Médecine Pr Biologie Hôpital Necker Enfants malades, ancien Directeur Institut Pasteur Lille</p> <p><i>"Les Pandémies virales dans un monde à risque »</i></p> <p>Depuis le 20^{ème} siècle nous avons été confrontés à plusieurs pandémies virales avec des conséquences majeures sur l'organisation et la vie quotidienne de nos sociétés. La grippe espagnole de 1918 reste encore dans nos esprits avec ses millions de morts. La variole qui avait sévi depuis l'antiquité a été maîtrisée et éliminée en 1980 grâce à une campagne de vaccination coordonnée par l'OMS. Nous avons aussi à déplorer l'épidémie de SIDA et les épidémies silencieuses dues aux virus B et C de l'hépatite qui affectent chaque année des millions de patients. Le 21^{ème} siècle a aussi été le témoin de l'épidémie de COVID-19 avec ses 20 millions de morts qui a été partiellement endiguée par des vaccins très innovants. Nous pourrions nous attendre à d'autres crises car nous vivons dans un monde à haut risque qui comprend des interactions plus fréquentes avec des réservoirs d'animaux porteurs de virus inconnus, une croissance démographique rapide marquée par une urbanisation avec des mégapoles, un réchauffement climatique qui modifie les écosystèmes, un flux massif d'air qui facilite grandement la diffusion des virus. Qui plus est, il y a un accroissement de la fragilité des populations lié à des pandémies silencieuses et non communicables telles que le diabète, l'obésité ou l'hypertension. Le concept de syndémie nous apprend que les maladies ne sont pas indépendantes mais qu'elles évoluent en synergie et que les futures pandémies devront être traitées globalement, non seulement du point de vue du traitement et de la prévention de nouveaux pathogènes mais aussi en prenant en compte les facteurs socio-économiques, psychologiques comportementaux et environnementaux.</p>

ACADÉMIE EUROPÉENNE INTERDISCIPLINAIRE DES SCIENCES (AEIS)
ANNÉE INTERNATIONALE DES SCIENCES FONDAMENTALES POUR LE
DÉVELOPPEMENT DURABLE
(IYBSSD 2022-2023)

“Contemporary viral pandemics in a world at risk”

Since the 20th century, we have faced several viral pandemics with major consequences on the organization and the daily life of our societies. The Spanish flu of 1918 still remains in our minds with its millions of deaths. Smallpox, which had been raging since the Antiquity, was brought under control and eliminated in 1980 by a vaccination campaign coordinated by the WHO. We also have to deplore the AIDS epidemic and the silent epidemics due to the hepatitis B and C viruses affecting millions of patients each year. The 21st century has also witnessed the Covid-19 epidemic with its 20 million deaths, partly contained by highly innovative vaccines. We might expect other crises because we live in a high-risk world, including more frequent interactions with animal reservoirs carrying unknown viruses, rapid demographic growth marked by massive urbanization with megacities, global warming that modifies ecosystems, massive air traffic that greatly facilitates the spread of viruses. In addition, there is an increase in the susceptibility of populations linked to silent non-communicable pandemics, as diabetes, obesity or hypertension. The concept of syndemic teaches us that diseases are not independent but act in synergy, and that future pandemics must be addressed globally, not only on the view of treatment and prevention of new pathogens and but also by taking into account socio-economic, psychological, behavioral and environmental factors.

2

**Jeudi 23
novembre
10h10-10h45
SESSION 1**

Bruno CANARD

Directeur de Recherche CNRS
Laboratoire Architecture et fonction des macromolécules biologiques
(Unité mixte CNRS/Aix-Marseille Université)

« Virus pandémiques : les défis de l'anticipation scientifique »

Depuis plus de vingt ans, des chercheurs alertaient sur le risque croissant de pandémies dues à des virus émergents. En un parallèle saisissant avec le changement climatique, un ensemble de facteurs humains a rendu de plus en plus probable la pandémie due au SARS-CoV-2, puis échoué à la contrôler à cause de notre ignorance scientifique, et de défaillances systémiques -longuement annoncées- qui ont résulté en une confusion délétère au sein de la société.

Jamais le rôle de la recherche fondamentale en biologie n'a été aussi crucial et visible au jour le jour, en première ligne médiatique, pendant si longtemps. Où en sommes-nous trois ans après ? Qui sont ces virus pandémiques ? Peut-on préparer à l'avance des contre-mesures ? Quels sont les moyens que peut nous fournir les sciences pour anticiper, pour être préparés à une pandémie ? Quelles expériences faut-il faire – ou pas ? Comment accorder les temporalités politiques et scientifiques ?

“Pandemic viruses: the challenges of scientific anticipation”

For more than twenty years, researchers have been warning of the growing risk of pandemics due to emerging viruses. In a striking parallel to climate change, a set of human factors made the SARS-CoV-2 pandemic increasingly likely, then failed to control it due to our scientific ignorance and long-announced systemic failures. - which resulted in harmful confusion within society. Never has the role of fundamental research in biology been so crucial and visible on a day-to-day basis, on the front line of the media, for so long.

Where are we three years later? Who are these pandemic viruses? Can countermeasures be prepared in advance? What are the means that science can provide us with to anticipate, to be prepared for a pandemic? What experiments should we do – or not? How to reconcile political and scientific temporalities?

ACADÉMIE EUROPÉENNE INTERDISCIPLINAIRE DES SCIENCES (AEIS)
ANNÉE INTERNATIONALE DES SCIENCES FONDAMENTALES POUR LE
DÉVELOPPEMENT DURABLE
(IYBSSD 2022-2023)

3

Jeudi 23
novembre
11h10-11h45
SESSION 1

Eric BAPTESTE

Directeur de Recherche au CNRS
UMR 7138 – Evolution/ Adaptation, Intégration, Réticulation et Evolution
Institut de Biologie Paris-Seine
Sorbonne Université/ Campus Pierre et Marie Curie

« *Considérations de biologie évolutive*
sur l'interdépendance et la résilience dans le monde vivant »

Dans cet exposé, je commencerai par rappeler l'ubiquité des relations de dépendances voire d'interdépendances dans le monde vivant, puisqu'il y a des interactions partout en biologie. Je considérerai que face à ce constat, le travail d'un évolutionniste pourrait être de chercher à comprendre comment les interactions ont façonné le monde vivant. Je reviendrai sur quelques découvertes à ce sujet, parcourant l'histoire des premières cellules aux organismes contemporains, évoquant le transfert latéral de gènes, la vie des communautés microbiennes et les symbioses, brossant ainsi le portrait d'un monde où les organismes s'entrecroisent et se coconstruisent. Je rappellerai que ce qui est vrai à l'échelle des organismes est également vrai à une échelle plus réduite, puisque les organismes et les communautés en interactions sont-elles mêmes composées de réseaux d'interactions moléculaires dont je donnerai quelques exemples, en soulignant que la biologie des uns est parfois manipulée par celle des autres. Ces cas d'étude établiront que les interactions ont des conséquences directes sur la stabilité et le devenir d'un hôte, abordant finalement la question de la stabilité/de la dynamique/de la résilience des interactions et de leurs effets dans le monde vivant. Je proposerai une piste simple pour modéliser cette complexité au moyen de réseaux, capable d'étendre la théorie de l'évolution depuis une science de l'évolution des organismes et des espèces vers une théorie incluant jusqu'à l'évolution des écosystèmes et des communautés, avant de me questionner sur la possibilité d'étendre ce type de modèle pour penser la stabilité du réseau auquel notre espèce appartient.

“*An evolutionary biology viewpoint on the interdependence and resilience in the living world*”

In this talk, I will recall the ubiquity of dependency relationships, hinting at some interdependencies within the living world, because interactions are everywhere in biology. I will consider, that to face this complexity, an evolutionary biologist might try to understand how interactions shaped the living world. I will present some discoveries made on that front about early and contemporary microbial evolution, mentioning horizontal gene transfer, the communal lifestyle of microbes and symbioses, to conclude that organisms' fates are intertwined and involve co-construction and sometimes manipulative processes. I will also provide examples of interactions at the molecular level. Based on these case-studies, I will argue that interaction have direct consequences on the stability of evolving entities, before turning to the issue of the stability/dynamics and resilience of these interactions and of their effects in the living world. I will propose a simple network-based modeling for this complexity, able to expand the current evolutionary theory from a science of evolving organisms and species to a science including ecosystem and communities evolution. Finally, I will question whether this gives us directions to think about the stability of the network to which our own species belongs.

ACADÉMIE EUROPÉENNE INTERDISCIPLINAIRE DES SCIENCES (AEIS)
ANNÉE INTERNATIONALE DES SCIENCES FONDAMENTALES POUR LE
DÉVELOPPEMENT DURABLE
(IYBSSD 2022-2023)

<p style="text-align: center;">4 Jeudi 23 novembre 11h55-12h30 SESSION 1</p>	<p style="text-align: center;">Michaël GUEDJ Directeur de la biométrie, des sciences des données et de la décision chez Nanobiotix</p> <p style="text-align: center;">« Vers une médecine computationnelle de précision »</p> <p>Les Sciences Computationnelles (incluant l'Intelligence Artificielle) s'appuient sur une convergence de technologies offrant des synergies avec les technologies des Sciences de la Vie afin de capturer la valeur de données biomédicales massives sous la forme de modèles prédictifs et soutenant la prise de décision. Les algorithmes optimisent ainsi la découverte et le développement de médicaments en améliorant notre compréhension de l'hétérogénéité des maladies, en identifiant les voies moléculaires dérégulées, les cibles thérapeutiques et les médicaments candidats. Ce niveau de connaissances sans précédent concernant les spécificités des patients favorise l'émergence d'une Médecine Computationnelle de Précision permettant la conception de thérapies adaptées aux singularités de chaque patient en termes de physiologie et de caractéristiques de la maladie.</p> <p style="text-align: center;">« Toward a Computational Precision Medicine »</p> <p>Computational Sciences including Artificial Intelligence (AI) relies upon a convergence of technologies with further synergies with Life sciences technologies to capture the value of big biomedical data in the form of predictive models supporting decision-making. Algorithms enhance drug discovery and development by improving our understanding of disease heterogeneity, identifying dysregulated molecular pathways, therapeutic targets and drug candidates. This unprecedented level of knowledge on patient specificities is fostering the emergence of a Computational Precision Medicine allowing the design of therapies tailored to the singularities of individual patients in terms of their physiology and disease features.</p> <p>Mickaël Guedj has 20 years experience in the treatment of large-scale biomedical data to support drug discovery & development. With a special interest for understanding pathophysiological mechanisms, new therapeutic target identification and drug repurposing.</p>
<p style="text-align: center;">5 Jeudi 23 novembre 14h-14h35 SESSION 2</p>	<p style="text-align: center;">Michel SPIRO Membre de l'AEIS Président de l'Union Internationale de Physique Pure et Appliquée Président du Comité d'organisation de l'Année Internationale des Sciences Fondamentales pour un Développement Durable Président du Conseil de la Fondation CERN & Société</p> <p style="text-align: center;">« Sciences fondamentales et développement durable »</p> <p>Stimulées par la curiosité, les sciences fondamentales sont le fondement de l'éducation et le moteur des découvertes. Ces découvertes engendrent de nouvelles applications au service du développement durable et inclusif qui servira à son tour à alimenter la curiosité. C'est ce cercle vertueux que nous voulons promouvoir.</p> <p>Pour atteindre ce but, nous aurons besoin de tous : enseignants, chercheurs, entrepreneurs, décideurs et la société en général pour s'emparer des connaissances et les mettre au service d'un développement durable, équitable et inclusif.</p> <p>À l'issue de cette année internationale des sciences fondamentale pour un développement durable, une décennie de toutes les sciences et de toutes les connaissances serait maintenant nécessaire.</p>

ACADÉMIE EUROPÉENNE INTERDISCIPLINAIRE DES SCIENCES (AEIS)
ANNÉE INTERNATIONALE DES SCIENCES FONDAMENTALES POUR LE
DÉVELOPPEMENT DURABLE
(IYBSSD 2022-2023)

	<p style="text-align: center;"><i>« Fundamental Sciences and sustainable development »</i></p> <p>Stimulated by curiosity , fundamental sciences are the basis of education and the main driving driving force behind discoveries. These discoveries generate new applications to serve a sustainable and inclusive which in turn will contribute to feed curiosity. This is the virtuous circle we want to promote.</p> <p>In order to reach this purpose we will need everybody to collaborate: teachers, researchers, entrepreneurs, decision makers, and generally the whole society to seize the knowledge and to the benefit of a sustainable, equitable and inclusive development.</p> <p>At the end of this international year of fundamental sciences dedicated to a sustainable development, a decade of all sciences and knowledge should be necessary.</p>
<p style="text-align: center;">5</p> <p>Jeudi 23 novembre 14h45-15h20 SESSION 2</p>	<p style="text-align: center;">Daniel KROB Président du Centre d'Excellence Sur l'Architecture, le Management et l'Economie des Systèmes (CESAMES)</p> <p style="text-align: center;"><i>«Traitement de la crise du COVID-19 : vers une approche astucieuse basée sur les systèmes modélisés »</i></p> <p>La pandémie du COVID-19 a pris de nombreux états par surprise.et a déjà causé des millions d'infections et des centaines de milliers de décès à travers le monde. Elle a également mis en évidence une crise profonde dans la modélisation et une carence dans la conception des systèmes en ciblant principalement le court terme et en concevant seulement cet événement comme une crise sanitaire. Dans cet article, les auteurs de nombreux pays-clés impliqués dans le COVID-19 proposent un modèle basé sur des systèmes holistiques qui voient le problème sous l'angle d'une société humaine qui inclut l'environnement naturel , la population humaine, le système de santé, et le système économique. Nous modélisons théoriquement la crise en tant qu'un problème de contrôle de réaction (feedback) avec un délai , une contrôlabilité et une observabilité partielle. L'usage d'un modèle quantitatif de la population humaine nous permet de tester différentes hypothèses telles que le seuil de détection, le délai de réaction, la fraction infectée de la population, l'efficacité et la longueur des stratégies de confinement , et l'impact d'une levée plus précoce des restrictions de contacts social. Chaque scénario conceptuel est soumis à plus de 1000 simulations de de Monte-Carlo et il conduit ainsi à des résultats à la fois prévisibles et surprenants. Par exemple, nous démontrons à l'aide d'expériences informatiques que le maintien des politiques de strict confinement pendant plus de 60 jours peut en effet maintenir une létalité inférieure à 1% et procurer ainsi les meilleurs résultats sanitaires, mais causer des dommages économiques due à la perte d'emploi qui pourrait se révéler contreproductifs à long terme. Nous concluons en proposant une hiérarchisation du système d'information Commande Informatique un une Commande, un Contrôle et des Communications (C4) et de l'architecture d'entreprise (enterprise ?) pour le COVID-19 avec des mesures en temps réel des actes de contrôle pris à tous les niveaux.</p>

ACADÉMIE EUROPÉENNE INTERDISCIPLINAIRE DES SCIENCES (AEIS)
ANNÉE INTERNATIONALE DES SCIENCES FONDAMENTALES POUR LE
DÉVELOPPEMENT DURABLE
(IYBSSD 2022-2023)

“Handling the COVID-19 crisis: Toward an agile model-based systems approach”

The COVID-19 pandemic has caught many nations by surprise and has already caused millions of infections and hundreds of thousands of deaths worldwide. It has also exposed a deep crisis in modeling and exposed a lack of systems thinking by focusing mainly on only the short term and thinking of this event as only a health crisis. In this paper, authors from several of the key countries involved in COVID-19 propose a holistic systems model that views the problem from a perspective of human society including the natural environment, human population, health system, and economic system. We model the crisis theoretically as a feedback control problem with delay, and partial controllability and observability. Using a quantitative model of the human population allows us to test different assumptions such as detection threshold, delay to take action, fraction of the population infected, effectiveness and length of confinement strategies, and impact of earlier lifting of social distancing restrictions. Each conceptual scenario is subject to 1000+ Monte-Carlo simulations and yields both expected and surprising results. For example, we demonstrate through computational experiments that maintaining strict confinement policies for longer than 60 days may indeed be able to suppress lethality below 1% and yield the best health outcomes, but cause economic damages due to lost work that could turn out to be counterproductive in the long term. We conclude by proposing a hierarchical Computerized, Command, Control, and Communications (C4) information system and enterprise architecture for COVID-19 with real-time measurements and control actions taken at each level.

6

**Jeudi 23
novembre
15h45-16h20
SESSION 2**

Jean-Philippe BOUCHAUD

Professeur à l'École Normale Supérieure
Membre de l'Académie des Sciences

Président et directeur de la recherche de Capital Fund Management (CFM), Paris

" Crises économiques : un point de vue de physicien "

Comme l'écrivait P.W. Anderson en 1972 dans son article « More is different », le comportement de grandes assemblées d'individus (ou de molécules) ne peut pas être compris à partir de l'extrapolation du comportement d'individus (ou de molécules) isolé(e)s. Au contraire, des comportements complètement nouveaux, parfois spectaculaires et difficiles à anticiper, peuvent apparaître et nécessitent des idées et des méthodes nouvelles. L'objet de la physique statistique est précisément de tenter de comprendre ces phénomènes collectifs, qui n'appartiennent à aucun des constituants élémentaires sous-jacents.

En particulier, de petits changements au niveau individuel peuvent entraîner des effets dramatiques au niveau collectif. Plusieurs exemples simples seront discutés, qui démontrent la nécessité d'aller au-delà des modèles de l'économie classique, basés sur l'idée d'un « agent représentatif » (de surcroît rationnel), et pour lesquels seuls des événements exogènes peuvent conduire à des crises – alors que de nombreux phénomènes socio-économiques ou financiers semblent de nature endogène.

ACADÉMIE EUROPÉENNE INTERDISCIPLINAIRE DES SCIENCES (AEIS)
ANNÉE INTERNATIONALE DES SCIENCES FONDAMENTALES POUR LE
DÉVELOPPEMENT DURABLE
(IYBSSD 2022-2023)

	<p style="text-align: center;">« <i>Economic Crisis: a physicist's point of View</i> »</p> <p>As P.W. Anderson wrote in 1972 in his article "More is different", the behavior of large assemblies of individuals (or molecules) cannot be understood from the extrapolation of the behavior of isolated individuals (or molecules). On the contrary, completely new behaviors, sometimes spectacular and difficult to anticipate, can appear and require new ideas and methods. The object of statistical physics is precisely to attempt to understand these collective phenomena, which do not belong to any of the underlying elementary constituents.</p> <p>In particular, small changes at the individual level can lead to dramatic effects at the collective level. Several simple examples will be discussed, which demonstrate the need to go beyond the models of classical economics, based on the idea of a "representative agent" (moreover rational), and for which only exogenous events can lead to crises – while many socio-economic or financial phenomena seem endogenous in nature.</p>
<p style="text-align: center;">7</p> <p style="text-align: center;">Jeudi 23 novembre 16h30-17h05 SESSION 2</p>	<p style="text-align: center;">Isabelle ALVAREZ Ingénieur en Chef des Ponts, des Eaux et des Forêts Chercheuse au Laboratoire LISC de l'INRAE</p> <p style="text-align: center;"><i>" La théorie mathématique de la viabilité au service de la gestion durable : une vision différente de l'économie "</i></p> <p>La théorie mathématique de la viabilité (Aubin, 1991) étudie la compatibilité entre un système dynamique et un ensemble de contraintes. Ce formalisme permet de proposer des définitions pour les concepts liés à la durabilité et d'étudier les liens entre ces concepts, comme la robustesse et la résilience (Martin, 2004). Dans ce cadre il est possible d'éviter les arbitrages entre les préoccupations de court terme ou de long terme. Il permet aussi de prendre en compte simultanément plusieurs aspects de la durabilité. L'intérêt suscité par la théorie de la viabilité a entraîné des travaux en informatique pour rendre opérationnels les outils d'analyse proposés. C'est à l'heure actuelle, avec le changement de pratique qu'elle suggère, la principale limite à sa mise en œuvre. En effet, même si elle est rattachée au contrôle optimal, la théorie de la viabilité propose un changement de perspective par rapport à l'optimisation. Avant de se poser des questions en termes d'objectif à optimiser, on s'intéresse à la définition des états souhaitables et des moyens admissibles pour y maintenir le système étudié, ainsi qu'aux conséquences pour les évolutions possibles du système. Plusieurs exemples seront proposés pour expliquer l'intérêt de la démarche au-delà de la théorie mathématique.</p> <p style="text-align: center;"><i>“Mathematical Theory of viability for a sustainable management: a different view of economics”</i></p> <p>The mathematical viability theory (Aubin, 1991) offers concepts and methods that are suitable to study the compatibility between a dynamical system and constraints in the state space. It is particularly suitable to study the sustainability of socio-ecosystems. In this framework it is possible to study the links between concepts related to sustainability, such as robustness and resilience (Martin, 2004). It avoids the trade-off between short term and long-term considerations, and also between different features of sustainability. Related work in computer science has led to approximation algorithms with proved convergence, but the computation of viability kernel and regulation maps are still challenging. It is the main limitation to its implementation along with the change of vision it suggests. Actually, even if it is linked to optimal control, the mathematical viability theory proposes a change of perspective with respect to optimization. Before addressing questions in terms of objective function, it focuses on the definition of the set of desirable states and the admissible means to maintain the system in it, and studies the consequences for the possible evolution of the system. Several examples are discussed to show the interest of the approach beyond the mathematical theory.</p>

ACADÉMIE EUROPÉENNE INTERDISCIPLINAIRE DES SCIENCES (AEIS)
ANNÉE INTERNATIONALE DES SCIENCES FONDAMENTALES POUR LE
DÉVELOPPEMENT DURABLE
(IYBSSD 2022-2023)

8
vendredi
24 novembre
9h30-10h05
SESSION 3

Hervé LE TREUT

Membre de l'Académie des Sciences
Professeur à Sorbonne Université et
à l'École Polytechnique
Ancien directeur de l'Institut Pierre-Simon Laplace (IPSL)

« Des modèles climatiques aux évolutions environnementales : comment s'en saisir »

-Qu'est-ce que le climat ? -Comment le climat évolue ?

Le climat se définit comme la manière dont le système climatique se met en place. Il inclut l'atmosphère, la géosphère, l'hydrosphère, la biosphère. Le système climatique réel est très complexe et fait intervenir le rayonnement solaire et ses transformations énergétiques avec les composantes du système. Les concepts ont été élaborés par des scientifiques il y a très longtemps mais cela reste toujours très complexe aujourd'hui. La rotation de la terre joue aussi un rôle majeur.

Les événements de Heinrich et de Dansgaard-Oeschger sont des évolutions de températures extrêmement rapides enregistrées au Groenland au cours des 120000 dernières années et ces événements peuvent être impliqués dans le climat actuel.

Après les années de constat du changement climatique à partir des années 50, il se pose à présent la question de ce que l'on peut faire et quels sont les enjeux. On est dans un système climatique qui a évolué extrêmement rapidement depuis peu de temps.

Les émissions mondiales annuelles de CO₂ sont passées de 10 milliards de tonnes en 1960 à environ 40 milliards de tonnes en 2022.

Des scénarios ont été conçus après l'accord de Paris de 2015 pour déterminer des trajectoires de réduction d'émissions de CO₂ pour avoir une probabilité de 50% de limiter le réchauffement de l'atmosphère à 1,5°C. En fait il faudrait une réduction drastique en 30 ans d'environ 50% de ces émissions avec différents moyens comme la substitution technologique, la réduction de la demande énergétique, le stockage du CO₂. C'est un objectif difficile à atteindre.

Le changement climatique à l'échelle des territoires : le cas de l'Aquitaine :

On est confronté localement à des phénomènes extrêmement complexes touchant beaucoup de domaines et liés les uns aux autres. Hervé le Treut a réalisé des analyses dans le cadre d'Acclima Terra avec le soutien de la Région Aquitaine ; d'autres régions ont à présent entrepris une démarche similaire.

L'adaptation est nécessaire et doit être liée à l'atténuation avec prise en compte des enjeux de biodiversité, des ressources en eau, etc. Comme moyen d'actions, il y a l'éducation et il y a un besoin d'écouter les personnes sur le terrain. Il faut mettre en œuvre la recherche et le suivi actif de l'environnement régional.

“From climate models to environmental changes: how to grasp it?”

What is the climate? How is the climate changing?

The climate is defined as the way in which the climate system is set up. It includes atmosphere, geosphere, hydrosphere and biosphere. The actual climate system is highly complex, and involves solar radiation and its energy transformations with components of the system. The concepts were developed by scientists a long very time ago but remain still very complex today . The Earth's rotation also plays a major role.

**ACADÉMIE EUROPÉENNE INTERDISCIPLINAIRE DES SCIENCES (AEIS)
ANNÉE INTERNATIONALE DES SCIENCES FONDAMENTALES POUR LE
DÉVELOPPEMENT DURABLE
(IYBSSD 2022-2023)**

	<p>The Henric and Dansgaard-Oeschger events are extremely rapid temperature's changes recorded in Greenland over the last 120.000 years and these events may be involved in current climate. After years of observing climate change from the 1950s onwards, the question now arises as what can be done about it and what is at stake. We are in a climate system that has evolved extremely rapidly in a short space of time.</p> <p>Annual global CO2 emissions have been risen from 10 billions tons in 1960 to around 40 billions tons in 2022.</p> <p>Scenarios were designed after the 2015 Paris Agreement to determine CO2 emission reduction trajectories to give us a 50% chance of limiting global warming to 1.5°C. In fact, it would take a drastic reduction of around 50% in these emissions over 30 years, using various means such as technological substitution, reduced energy demand and CO2 storage.</p> <p>Climate change on the territories scale: the case of Aquitaine</p> <p>At a local level, we are confronted with extremely complex phenomena that affect a wide range of interconnected areas. Hervé le Treut has carried out analyses as part of Acclima Terra with the support of the Aquitaine Region, and other regions have now taken similar steps.</p> <p>Adaptation is necessary and should be related to the reduction, having in mind the challenges of biodiversity, water resources, etc. The means of action include education, and there is a need to listen to local people. Research and active monitoring of the regional environment must be implemented.</p>
<p align="center">9 vendredi 24 novembre 10h15-10h50 SESSION 3</p>	<p align="center">Frank CARRE CEA - Directeur scientifique de la Direction de l'énergie nucléaire (2009-2019), puis de la Direction des énergies (2020-2021)</p> <p align="center"><i>«Atouts potentiels des nouveaux concepts de réacteurs nucléaires pour un développement durable »</i></p> <p>D'abord développée depuis les années 1960 pour renforcer la sécurité énergétique, l'énergie nucléaire est aujourd'hui reconnue internationalement comme l'un des leviers stratégiques de la lutte contre le changement climatique, au même titre que les énergies renouvelables, l'efficacité énergétique et les technologies de flexibilité. En témoigne l'estimation par l'AIE du besoin de porter à ~800 GWe la puissance installée dans le monde pour atteindre la neutralité carbone en 2050. Cependant, cette perspective dépend de progrès nécessaires sur les délais et les coûts de construction du nouveau nucléaire, sur l'harmonisation au plan international des exigences de sûreté, et sur la mise en œuvre de solutions durables pour la gestion des combustibles usés et la maîtrise des risques de prolifération.</p> <p>A ces visées pour les grands réacteurs de puissance (> 1000 MWe) s'ajoutent aujourd'hui les perspectives ouvertes par les petits réacteurs modulaires en matière de production multi-vecteurs (électricité, chaleur, eau potable, hydrogène, composés de synthèse pour les transports et l'industrie chimique...). Même si leurs conditions de déploiement restent à préciser et si la compétitivité économique de leur production énergétique reste à démontrer, ces petits réacteurs devraient pouvoir étendre, en les diversifiant, les contributions du nucléaire à la neutralité carbone.</p>

ACADÉMIE EUROPÉENNE INTERDISCIPLINAIRE DES SCIENCES (AEIS)
ANNÉE INTERNATIONALE DES SCIENCES FONDAMENTALES POUR LE
DÉVELOPPEMENT DURABLE
(IYBSSD 2022-2023)

Pour inscrire les apports de l'énergie nucléaire dans le long terme, il reste essentiel de poursuivre dans un cadre international les recherches sur les réacteurs à neutrons rapides, capables de valoriser complètement le potentiel énergétique de l'uranium et de minimiser les quantités de déchets à stocker en site géologique, en ouvrant le champ des technologies envisageables au-delà de la filière des réacteurs au sodium qui est aujourd'hui la plus aboutie.

D'autres types de réacteurs dépassant par certains aspects les performances des réacteurs à eau pourront étendre les contributions de l'énergie nucléaire à la neutralité carbone. Les réacteurs à haute température ($> 600^{\circ}\text{C}$) en particulier pourront compléter les apports du nucléaire à la décarbonation de l'industrie, à la production d'hydrogène et de carburants de synthèse durables, en plus de pouvoir produire une électricité décarbonée avec un haut rendement de conversion (et donc un moindre rejet de chaleur).

Enfin, déjà bien connues pour leurs apports au domaine médical (imagerie, radiothérapie, stérilisation...), les sciences et techniques nucléaires réservent bien d'autres contributions directes ou indirectes au soutien d'un développement durable, qu'il s'agisse de diagnostic environnemental, de conservation des aliments, de production d'eau potable, de techniques de recyclage ou de traitement de pollutions...

“Potential assets of new nuclear reactor designs for sustainable development”

First developed in the 1960s to strengthen energy security, nuclear energy is now internationally recognized as one of the strategic levers in the fight against climate change, along with renewable energies, energy efficiency and flexibility technologies. This is evidenced by the IEA's estimate of the need to increase installed capacity worldwide to ~ 800 GWe to achieve carbon neutrality by 2050. However, this perspective depends on necessary progress on the time and cost of building new nuclear power, on the international harmonization of safety requirements, and on the implementation of sustainable solutions for spent fuel management and proliferation risk control.

In addition to these goals for large power reactors (> 1000 MWe), there are now prospects for small modular reactors for multi-purpose production (electricity, heat, drinking water, hydrogen, synthetic compounds for the transport and chemical industries, etc.). Even if the conditions for their deployment remain to be defined and the economic competitiveness of their energy production remains to be demonstrated, these small reactors should be able to extend, by diversifying them, the contributions of nuclear power to carbon neutrality.

In order to ensure the long-term contribution of nuclear energy, it remains essential to continue research on fast neutron reactors within an international framework, capable of fully exploiting the energy potential of uranium and minimizing the quantities of waste to be stored in geological sites, by opening up the field of conceivable technologies beyond sodium reactors, which are currently the most successful.

Other types of reactors that go beyond the performance of water reactors in some respects could extend the contributions of nuclear energy to carbon neutrality. In particular, high-temperature reactors ($> 600^{\circ}\text{C}$) could complement the contributions of nuclear energy to the decarbonization of industry, to the production of hydrogen and sustainable synthetic fuels, in addition to being able to produce decarbonized electricity with a high conversion efficiency (and therefore less heat rejection).

Finally, already well known for their contributions to the medical field (imaging, radiotherapy, sterilization...), nuclear sciences and techniques have many other direct or indirect contributions to make in support of sustainable development, whether in environmental diagnostics, food preservation, drinking water production, recycling techniques or pollution treatment...

ACADÉMIE EUROPÉENNE INTERDISCIPLINAIRE DES SCIENCES (AEIS)
ANNÉE INTERNATIONALE DES SCIENCES FONDAMENTALES POUR LE
DÉVELOPPEMENT DURABLE
(IYBSSD 2022-2023)

10

vendredi
24 novembre
11h15-11h50
SESSION 3

Gérard MOUROU

*Professeur Membre du Haut collège École Polytechnique
Membre de l'US National Academy of Engineering
Prix Nobel de Physique 2018*

" La science de la lumière extrême et la société "

Les pulsions Laser ultra intenses (Ultra Intense Laser Pulses) engendrées par la technique d'Amplification de l'Impulsion comprimée (Chirped Pulse Amplification) CPA, en concomitance avec le développement des matériaux Laser de fluence élevée ont ouvert un tout nouveau domaine de l'optique.

Les intensités du champ électromagnétique produites par ces techniques au-delà de 1018 W/cm² mènent à un mouvement relativiste de l'électron. La méthode du CPA est réexaminée et l'essor futur de la technique Laser en vue d'atteindre la puissance du zettawatt fait l'objet d'une discussion.

Les Applications des champs optiques de force relativiste sont étudiées. En contraste avec le régime non relativiste, les champs sont capables de déplacer la matière plus efficacement, y compris le mouvement en vue de la modulation non-linéaire de la propagation du laser et de la génération harmonique multiple et du couplage fort avec la matière et les autres champs tels que les radiations de fréquence élevée.

Nombre d'applications sont examinées, la cible étant la fission restreinte par une énergie Laser à impulsion courte et les sources de particules énergétiques, électrons, protons, neutrons, etc... Le couplage du champ Laser intense avec la matière a aussi des implications pour une énergie nucléaire abondante et propre, l'étude des énergies très élevées en astrophysique, telle que l'énergie ultra-élevée des rayons cosmiques avec des énergies supérieures à 1020 eV. Les champs Laser peuvent être suffisamment intenses pour produire au laboratoire des relativistes généraux via le Principe d'Équivalence. Qui plus est, pour des champs voisins de la valeur de Schwinger, des effets non-linéaires dans le vide sont attendus.

"Extreme Light Science and Society"

Ultra intense laser pulses generated by the technique of chirped pulse amplification CPA along with the development of high-fluence laser materials has opened up an entirely new field of optics.

The electromagnetic field intensities produced by these techniques, in excess of 1018 W/cm², lead to relativistic electron motion. The CPA method is reviewed, and the future growth of laser technique is discussed to reach zettawatt power.

Applications of relativistic-strength optical fields are surveyed. In contrast to the nonrelativistic regime, the fields are capable of moving matter more effectively, including motion in the direction of laser propagation nonlinear modulation and multiple harmonic generation, and strong coupling to matter and other fields, such as high-frequency radiation".

A number of applications are reviewed, confined fission target by short-pulsed laser energy and potential sources of energetic particles, electrons, protons, neutron, etc... The coupling of an intense laser field to matter also has implications for abundant and clean nuclear energy, the study of the highest energies in astrophysics, such as ultrahigh-energy cosmic rays, with energies in excess of 1020 eV. The laser fields can be intense enough to produce general relativistic effects via the equivalence principle" to be produced in the laboratory. Furthermore, for fields close to the Schwinger value, nonlinear effects in vacuum are expected.

**ACADÉMIE EUROPÉENNE INTERDISCIPLINAIRE DES SCIENCES (AEIS)
ANNÉE INTERNATIONALE DES SCIENCES FONDAMENTALES POUR LE
DÉVELOPPEMENT DURABLE
(IYBSSD 2022-2023)**

**11
Vendredi 24
novembre
12h-12h35
SESSION 3**

Jean-Louis BOBIN

Membre de l'AEIS
Professeur émérite (Sorbonne Universités ex-P6)

« *En quête du Graal : la fusion thermonucléaire contrôlée* »

Après avoir présenté quelques bases physiques de la fusion nucléaire, l'essentiel de l'exposé sera consacré au confinement magnétique et plus précisément aux machines appelées tokamaks. Elles ont fait l'objet de vastes programmes de recherches lancés vers 1970 en même temps que se développaient les lasers multifaisceaux pour le confinement inertiel. On attend vers la fin de la présente décennie les premiers résultats significatifs du projet international ITER, un tokamak, initié en 1985. Après plus d'un demi-siècle de recherches et de développement, la preuve n'est toujours pas apportée d'une énergie de fusion supérieure à l'énergie investie par quelque procédé que ce soit. Il faudra encore de longs délais avant d'envisager une exploitation industrielle : un autre demi-siècle peut être.

« *In search of the Grail: Thermonuclear fusion under control* »

Some physical basis of nuclear fusion will be presented first. Most of the talk will be devoted to magnetic confinement, more precisely to the devices dubbed tokamaks. Large research programs aiming at bigger and bigger systems started ca 1970 as did the development of multi beam lasers for inertial confinement fusion. Significant results from the international ITER project (initiated in 1985) are expected by the end of the present decade. More than half a century of research and development did not produce any evidence of a fusion energy larger than the invested energy. It is still a long way before considering a commercial reactor. Another fifty years might be needed.

ACADÉMIE EUROPÉENNE INTERDISCIPLINAIRE DES SCIENCES (AEIS)
ANNÉE INTERNATIONALE DES SCIENCES FONDAMENTALES POUR LE
DÉVELOPPEMENT DURABLE
(IYBSSD 2022-2023)

12
vendredi
24 novembre
14h-14h35
SESSION 4

Anne BURBAN

Membre AEIS

Inspectrice générale honoraire de l'éducation, des sports et de la recherche (groupe de mathématiques)
Personnalité qualifiée au Conseil supérieur des programmes du Ministère de l'Éducation Nationale

« *L'enseignement de l'interdisciplinarité dans le système scolaire français* »

Nous nous proposons, dans cette conférence, de présenter la prise en compte de l'interdisciplinarité dans l'enseignement des sciences à l'École (de l'école élémentaire aux classes préparatoires). Différents dispositifs interdisciplinaires sont décrits en termes de contenus, de modalités pédagogiques et d'organisation. Les enjeux qu'ils constituent pour la formation des élèves sont mis en lumière, mais aussi les difficultés de mise en œuvre qu'ils connaissent, les questions qu'ils soulèvent en matière d'organisation au sein des établissements et de formation des enseignants, et les risques qu'ils peuvent comporter pour une discipline comme les mathématiques, souvent perçue comme mise au service des autres sciences. Une focale particulière est portée sur deux dispositifs interdisciplinaires : l'enseignement scientifique au cycle terminal du lycée général, mis en place en 2020 et dont le programme a été revu en 2023, et les TIPE en classes préparatoires, qui perdurent depuis 1995.

« *Teaching interdisciplinarity in the French school system* »

The aim of this conference is to present the consideration of interdisciplinarity in science teaching at school (from elementary school to preparatory classes). Various interdisciplinary schemes are described in terms of content, teaching methods and organization. The challenges they represent for student training are highlighted, as are the difficulties they present in implementation, the questions they raise in terms of organization within schools and teacher training, and the risks they may entail for a discipline like mathematics, often perceived as being at the service of other sciences. Particular attention is paid to two interdisciplinary schemes: science teaching in the terminal cycle of the general lycée, introduced in 2020 and whose program was revised in 2023, and the TIPE in preparatory classes, which are in place since 1995.

ACADÉMIE EUROPÉENNE INTERDISCIPLINAIRE DES SCIENCES (AEIS)
ANNÉE INTERNATIONALE DES SCIENCES FONDAMENTALES POUR LE
DÉVELOPPEMENT DURABLE
(IYBSSD 2022-2023)

Vendredi
24 novembre
14h45-15h20
SESSION 4

Muriel FRISCH

Professeure des Universités Sciences de l'éducation et de la formation
INSPE/Université de Reims Champagne-Ardenne
Directrice du laboratoire Cérep
(Centre d'étude et de recherches sur les emplois et les professionnalisations EA 4692)/

« Développer une posture de recherche dans les métiers de l'humain et en intelligence collective : émergences, cheminements et constructions de savoirs »

Le confinement dû à la pandémie du Covid 19 a eu au moins deux effets directs sur l'acte même de formation-apprentissage : l'explosion du recours au numérique de façon parfois expresse et la nécessité de concevoir des formations dites hybrides pour les professionnels de l'éducation, de la formation, de la recherche qui ont fait une très (voire trop) grande place à la relation désincarnée (Frisch, 2022). Les médiations scientifiques représentent un enjeu fort à l'heure où l'on attend de la recherche une articulation plus étroite avec des questions sociales, scientifiques et professionnelles. Or ces dernières années, nous avons été souvent confrontées à une lecture réductrice du/des rapport(s) au(x) savoir(s), et des savoirs ; à des résistances fortes pour travailler des formes d'interdisciplinarité, de complexité dues peut-être à des cadres de travail non pensés en intelligence collective et à des rencontres qui ne tiennent pas compte des savoirs et des pratiques sociales didactisés, ne permettant pas d'éprouver les innovations social, politique ou professionnel (Frisch, 2020).

Comment dans ce contexte maintenir une forme de complexité, une articulation entre recherche, formation et professionnalisation ? Comment maintenir des formes d'analyse permettant de conceptualiser le réel de l'activité sans renoncer à la formation de l'esprit critique et à « l'efficacité réflexive » (Frisch, 2016). Comment en même temps garantir un avenir scientifique des recherches en didactiques ?

Nos travaux contribuent à la définition d'une pratique de recherche dans les champs de l'éducation et de la formation qui vise l'accompagnement des individus dans l'émergence de savoirs nouveaux pour leur propre développement. Leur originalité consiste à proposer une conception actualisée de la didactique et des modèles dynamiques promouvant du mouvement, des cheminements, des constructions (2020). Ils s'inscrivent dans l'héritage d'une épistémologie constructiviste (Frisch, 2018) telle qu'a pu la caractériser Jean-Pierre Astolfi, didacticien des sciences (1992, 2008). A la suite de Legroux (1981) et Monteil (1985), Astolfi contrastait trois concepts information, connaissance et savoir trop souvent tenus disait-il pour synonymes. A l'heure des Big datas, et, de l'intelligence artificielle, l'enjeu n'est-il pas aussi celui de la construction de savoirs ?

Ils s'inscrivent également dans l'héritage d'une optique multiréférentielle inspirée d'Ardoino (1993) et un décloisonnement des disciplines, en édifiant un champ de recherches nouveau celui des recherches en didactique de l'information-documentation.

L'Information-Documentation est vectrice de médiations et contribue à des constructions de savoirs par les pratiques de recherche. Avec les évolutions numériques et des webs (du web sémantique au web social) tout fait trace. Cela révèle des nouvelles formes de l'activité humaine et par là-même aussi info-documentaire.

Nous avons au cours de notre parcours articulé plusieurs champs de recherche : celui de la didactique de l'information-documentation, celui des didactiques et celui des métiers de l'humain.

Dans une perspective compréhensive, éthique et transformatrice nous cherchons à rendre explicite le sens que les individus donnent à leurs actions avec des concepts innovants tels que : « contre-

ACADÉMIE EUROPÉENNE INTERDISCIPLINAIRE DES SCIENCES (AEIS)
ANNÉE INTERNATIONALE DES SCIENCES FONDAMENTALES POUR LE
DÉVELOPPEMENT DURABLE
(IYBSSD 2022-2023)

transposition », « captation didactique », « efficacité réflexive » (Frisch, 2016) pour travailler en recherche et en formation ; à relier la recherche aux dimensions des activités professionnelles réelles. Nous mettons en œuvre un travail en intelligence collective (Frisch, M., NDI, S.-J., Paragot, J.-M., Pfeffer-Meyer, V., 2020), co-disciplinaire avec différentes catégories socio-professionnelles dans les métiers de l'humain¹ (médecine, santé-infirmiers, éducation, formation et cadres...).

Nos visées sont au cœur de productions réalisées par l'intelligence collective, d'une approche fine de l'interdépendance avec d'autres pays qui se joue dans nos réseaux et nos recherches menées avec d'autres pays. Nos démarches et nos méthodes permettent de développer un nouveau modèle en éducation en articulant recherche-formation-métiers de l'humain sur des territoires qui peuvent devenir apprenants à certaines conditions.²

Nous attirerons l'attention de l'auditoire sur plusieurs types de résultats de recherche : élaboration de nos propres modèles explicatifs, proposition de définitions renouvelées de la didactique, conception de dispositifs pour construire et développer de la professionnalité avec la recherche, émergence de concepts.

Trois orientations seront étayées d'un point de vue des sciences de l'éducation et de la formation et dans une optique multiréférentielle, complexe, interdisciplinaire et décloisonnée :

- La question de l'intégration de l'information-Documentation conçue comme activité complexe et discipline de recherche reliée aux pratiques d'éducation et de formation : « former à » et « par la recherche » ;
- La construction d'un dispositif original et innovant IDEKI « Didactiques et Métiers de l'humain »³ et qui s'est déployé dans une forme de complexité ;
- Des émergences de savoirs avec des réseaux d'acteurs au travail et en recherche. En particulier avec le développement de la réflexivité professionnelle dans les professions de l'adresse à l'Humain. Ces entrées qui peuvent être conçues comme des points d'ancrage pour penser l'action et la théorie, pour concevoir des changements entre productions spontanées et savoirs construits.

"Developing a research posture in the human and collective intelligence professions: emergences, paths and knowledge constructions"

The confinement caused by the Covid 19 pandemic has had at least two direct effects on the very act of training-learning: the explosion in the use of digital technology, sometimes expressly, and the need to design so-called hybrid training courses for professionals in education, training and research, which have given a very large (or even too large) place to the disembodied relationship (Frisch, 2022). Scientific mediation represents a major challenge at a time when research is expected to be more closely linked to social, scientific and professional issues. However, in recent years, we have often been confronted with a reductive reading of the relationship(s) to knowledge(s), and of knowledge; with strong resistance to working on forms of interdisciplinarity and complexity, perhaps due to working frameworks that are not thought out in terms of collective intelligence, and to encounters that do not take into account didactic knowledge and social practices, and that do not allow for the testing of social, political or professional innovations (Frisch, 2020).

How can we maintain a form of complexity in this context, an articulation between research, training and professionalisation? How can we maintain forms of analysis that allow us to conceptualise the

¹ Paragot, formateur clinicien, articule depuis 2009 l'expression « métier de l'humain » et celle de « métiers impossibles » notamment en référence aux travaux de Fain, Cifali, Enriquez, Cournut (1987).

² Rapport de recherche Projet de recherche « EvalNut&s : Nutrition et Sensorialité », convention de recherche entre l'URCA et le Cérep et la Maison de la Nutrition de Reims.

³ <https://ideki.org/> Concepteurs Frisch, Paragot et le réseau IDEKI

ACADÉMIE EUROPÉENNE INTERDISCIPLINAIRE DES SCIENCES (AEIS)
ANNÉE INTERNATIONALE DES SCIENCES FONDAMENTALES POUR LE
DÉVELOPPEMENT DURABLE
(IYBSSD 2022-2023)

reality of the activity without giving up on the training of critical thinking and "reflective efficiency" (Frisch, 2016). At the same time, how can we guarantee a scientific future for didactic research?

Our work contributes to the definition of a research practice in the fields of education and training that aims to accompany individuals in the emergence of new knowledge for their own development. Their originality consists in proposing an updated conception of didactics and dynamic models promoting movement, pathways and constructions (2020). They are part of the heritage of a constructivist epistemology (Frisch, 2018) as characterised by Jean-Pierre Astolfi, a science didactician (1992, 2008). Following Legroux (1981) and Monteil (1985), Astolfi contrasted three concepts: « information, connaissance et savoir », which he said were too often considered synonymous. At a time of Big Data and artificial intelligence, is the issue not also that of the construction of knowledge?

They are also part of the heritage of a multi-referential approach inspired by Ardoino (1993) and a decompartmentalisation of disciplines, by building a new field of research, that of research into the didactics of information-documentation.

Information-Documentation is a vector of mediation and contributes to the construction of knowledge through research practices. With digital and web developments (from the semantic web to the social web), everything makes its mark. This reveals new forms of human activity and thus also of information-documentation.

In the course of our work, we have articulated several fields of research: that of the didactics of information-documentation, that of didactics and that of the human professions.

From a comprehensive, ethical and transformative perspective, we seek to make explicit the meaning that individuals give to their actions with innovative concepts such as: "counter-transposition", "didactic capture", "reflexive effectiveness" (Frisch, 2016) to work in research and training; to link research to the dimensions of real professional activities. We implement a collective intelligence work (Frisch, M., NDI, S.-J., Paragot, J.-M., Pfeffer-Meyer, V., 2020), co-disciplinary with different socio-professional categories in the human professions¹ (medicine, health-nursing, education, training and management...).

Our aims are at the heart of productions achieved through collective intelligence, a fine-tuned approach to interdependence with other countries which is played out in our networks and our research carried out with other countries. Our approaches and methods enable us to develop a new model in education by linking research-training-human resources in territories that can become learning places under certain conditions. ²

We will draw the audience's attention to several types of research results: elaboration of our own explanatory models, proposal of renewed definitions of didactics, design of devices to build and develop professionalism with research, emergence of concepts.

Three orientations will be supported from an educational and training science perspective and from a multi-referential, complex, interdisciplinary and decompartmentalised perspective:

- The question of integrating information-documentation as a complex activity and research discipline linked to education and training practices: "training for" and "through research";
- The construction of an original and innovative IDEKI device "Didactics and Human Trades"³ and which was deployed in a form of complexity;
- The emergence of knowledge with networks of actors at work and in research. In particular, with the development of professional reflexivity in the professions dealing with human beings. These entries can be conceived as anchor points for thinking about action and theory, for designing changes between spontaneous productions and constructed knowledge.