

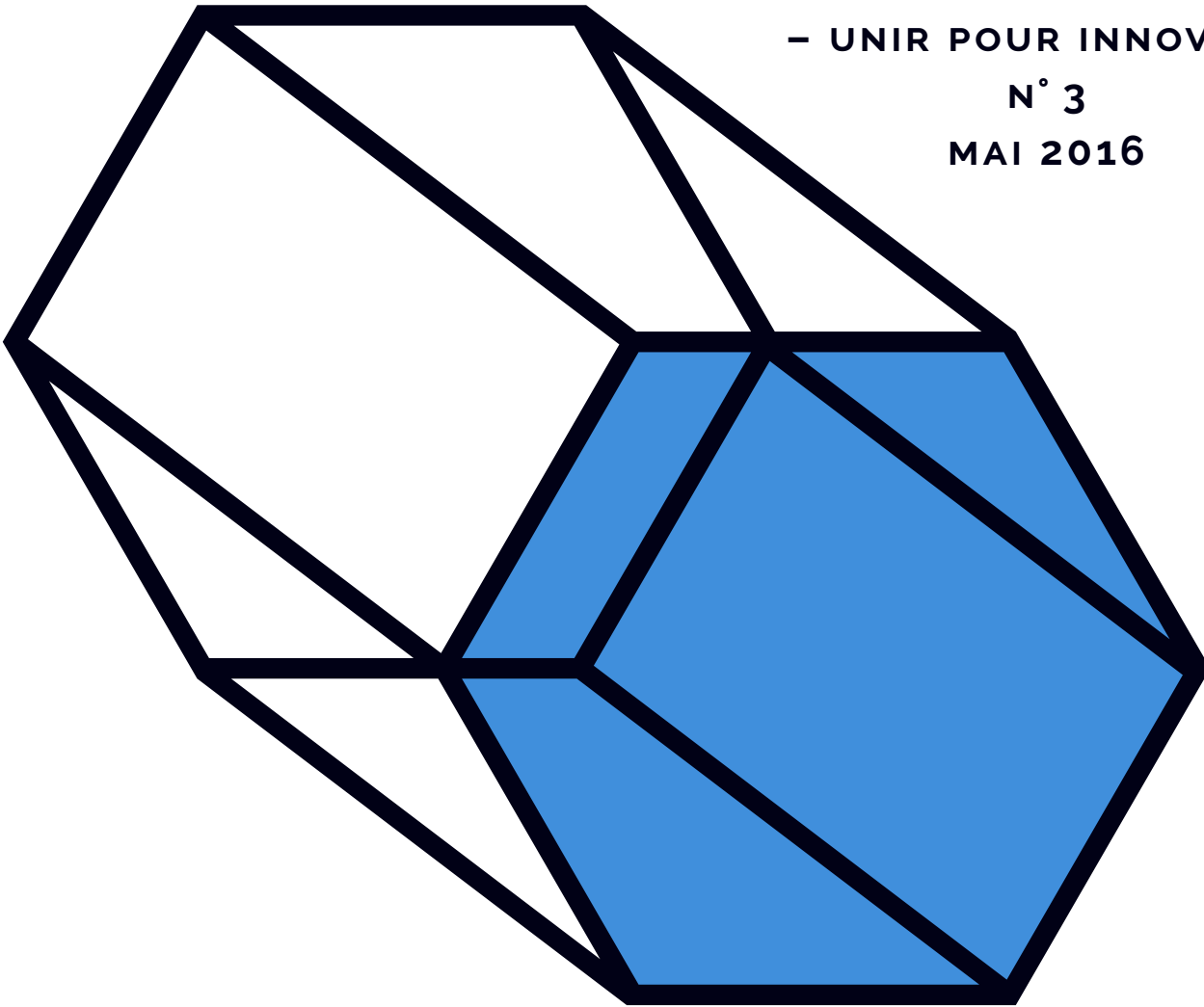


# PRISME

– UNIR POUR INNOVER –

N° 3

MAI 2016



Biologie intégrative, imagerie, santé, environnement ; Sciences humaines & sociales ; Sciences & technologies. L'activité de recherche de l'université de Caen Normandie est fondée sur trois pôles pluridisciplinaires qui fédèrent les domaines de compétences, accompagnent le développement de programmes de recherche et encouragent la transversalité des approches.



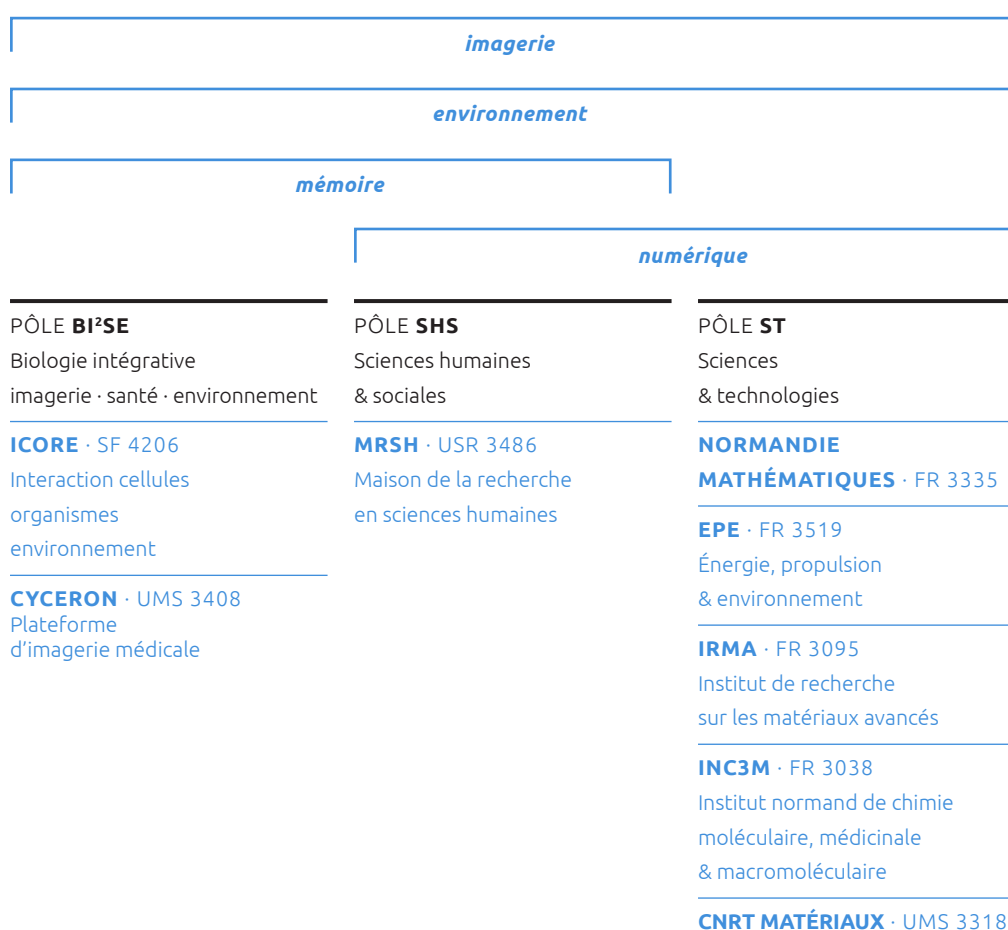
# TROIS PÔLES POUR UNE STRATÉGIE D'EXCELLENCE

Porteurs d'innovation et de dynamique d'excellence, les trois pôles contribuent à organiser les relations entre les unités de recherche, plateformes fédératives, écoles doctorales et pôles de compétitivité. Ils se fondent en effet sur des structures qui sont autant d'outils de mutualisation et de développement de la recherche. La collaboration entre les acteurs de la recherche se voit ainsi renforcée, en particulier dans les domaines partagés de l'environnement, l'imagerie, le numérique et la mémoire. Le potentiel de recherche de l'université de Caen Normandie s'appuie sur des coopérations scientifiques avec le GANIL, la plateforme d'imagerie CYCERON, le CHU, et le Centre régional de lutte contre le cancer François Baclesse. Ces partenariats, témoignages d'un ancrage dans le tissu territorial, favorisent le développement de programmes de recherche et de projets d'excellence tels que le projet ARCHADE, particulièrement innovant pour le traitement du cancer par radiothérapie.

Le pôle Biologie intégrative, imagerie, santé, environnement · BI<sup>2</sup>SE comprend 16 unités de recherche, regroupées au sein de la structure fédérative Interactions cellules organismes environnement · ICORE –SF 4206. La volonté de mutualiser les ressources et les moyens de recherche, de dynamiser les projets et de coordonner l'activité scientifique est à l'origine de la création d'ICORE en 2007. Acteur structurant de la recherche, la structure fédérative participe au renforcement des liens avec les entreprises privées. Elle regroupe 13 plateaux qui apportent un soutien technique tant à la communauté scientifique qu'aux industriels. Collection de cultures de microalgues, microscope électronique à balayage à effet de champ, chimiothèque, spectromètre de masse, compteur gamma pour tubes hémolyse, station de congélation... Ces équipements lourds sont répartis sur les campus 1 & 2.

Le pôle Sciences humaines & sociales · SHS s'appuie sur la Maison de la recherche en sciences humaines · MRSH, unité de service et de recherche de l'université, labellisée par le CNRS. La MRSH favorise les échanges disciplinaires entre les 19 unités de recherche en sciences sociales, humaines, juridiques et économiques qu'elle accueille. 500 enseignants, chercheurs, et ingénieurs se croisent sur ce site, encourageant ainsi la mise en réseau des acteurs de la recherche.

Le pôle Sciences & technologies · ST repose sur un partenariat étroit avec l'ENSICAEN et le Grand accélérateur national d'ions lourds · GANIL, l'un des quatre grands laboratoires au monde avec des faisceaux d'ions. L'activité scientifique est organisée autour de 8 unités de recherche et se décline en 2 axes : Ions, matières, énergie, matériaux · IMEM & Mathématiques, sciences de l'information · MSI.



LA RECHERCHE UNICAEN S'APPUIE SUR :

## 43 UNITÉS DE RECHERCHE

23 UNITÉS MIXTES DE RECHERCHE

associées au CNRS, à l'INSERM,  
à l'INRA, au CEA

20 ÉQUIPES D'ACCUEIL

## 5 STRUCTURES FÉDÉRATIVES DE RECHERCHE

4 FÉDÉRATIONS DE RECHERCHE · FR

1 STRUCTURE FÉDÉRATIVE · SF

## 2 UNITÉS MIXTES DE SERVICE · UMS

## 1 UNITÉ DE SERVICE ET DE RECHERCHE · USR

ÉCLAIRAGE



# FÉDÉRER LA RECHERCHE EN SCIENCES HUMAINES

Diffusion de la recherche, mise en commun des équipements, des savoirs et des compétences, développement de partenariats scientifiques en France et à l'international... Véritable fabrique de pensée et de productions pluridisciplinaires, la MRSH joue, depuis 20 ans, un rôle déterminant de structuration de la recherche en sciences humaines.

## LIEU DE RENCONTRES, DE COOPÉRATION & DE MISE EN ŒUVRE DE PROJETS TRANSVERSAUX

Sous tutelle du CNRS et de l'université de Caen Normandie, la Maison de la recherche en sciences humaines · MRSH soutient 19 unités de recherche d'UNICAEN en sciences humaines, juridiques, économiques et sociales dont 7 unités mixtes de recherche. Son identité se fonde sur 6 pôles pluridisciplinaires qui définissent durablement son activité scientifique. La MRSH s'inscrit dans un réseau de vingt-deux Maisons des sciences de l'homme, consacrant ainsi son rayonnement national. Chaque année, près de trente-cinq manifestations nationales et internationales sont organisées. « Mais chaque Maison porte une histoire différente » rappelle Pascal Buléon, directeur de la MRSH de Caen, soulignant ainsi son fort ancrage territorial, tant par ses collaborations et ses partenariats que par ses projets de recherche.

Les recherches sur l'acceptabilité du déploiement d'une filière hydrogène dans le département de la Manche ont notamment conduit à la signature d'un contrat de recherche entre le pôle Risques et Air liquide – une première, en sciences humaines et sociales, pour le groupe industriel français. Le déploiement de l'hydrogène comme dispositif énergétique n'est encore qu'au stade expérimental : la mise en place d'un processus de concertation, essentiel au développement de l'activité, est ainsi possible.

## L'INNOVATION TOURNÉE VERS LE NUMÉRIQUE

Les activités de réalité virtuelle ainsi que les plateformes techniques Document numérique et la Forge numérique confèrent à la MRSH une spécificité dans ce domaine. Cet élan s'est confirmé par des actions partagées avec des structures publiques ou semi-publiques et par des projets de diffusion de corpus littéraires et patrimoniaux. À cet égard, la MRSH porte NUMNIE, un des deux grands programmes du Contrat de Plan-État-Région · CPER. En collaboration étroite avec le Groupe de recherche en informatique, image, automatique et instrumentation de Caen · GREYC – UMR 6072, ce projet transversal associe les technologies numériques et l'édition pour la mise en valeur du patrimoine culturel écrit de Normandie. À la pointe de la recherche alliant numérique et sciences humaines et sociales, la MRSH est devenue centre de référence du Centre national de la recherche scientifique pour l'édition numérique des revues portant le label CNRS.

Récemment, les recherches menées par le Centre de recherche sur les droits fondamentaux et les évolutions du droit · CRDFED – EA 2132 ont permis l'aboutissement d'un important projet de valorisation et de diffusion scientifique, en collaboration avec le pôle Document numérique. Les minutes, en langue française, du procès de Nuremberg sont désormais accessibles sur le site internet [www.unicaen.fr/recherche/mrsh/crdfed/nuremberg/](http://www.unicaen.fr/recherche/mrsh/crdfed/nuremberg/) :

la recherche d'occurrences dans le texte est ainsi considérablement facilitée. Car si les documents ont été largement diffusés au lendemain du procès, leur exploitation a été rendue difficile par la quantité et la richesse du corpus. Les minutes du procès des criminels de guerre nazis, ce sont en effet 21 tomes relatant précisément les débats des 218 journées d'audience et des audiences préliminaires qui se sont déroulées entre novembre 1945 et octobre 1946. Progressivement mis à jour, le site offre un accès libre à un texte majeur : les principes du droit international ont été consacrés par le statut du tribunal militaire international de Nuremberg, auquel siégeaient les quatre puissances alliées occupant conjointement l'Allemagne d'après-guerre. Ce projet a été rendu possible grâce au travail de numérisation mené par l'association *L'Encyclopédie universelle des droits de l'homme*, qui a cédé l'usage non exclusif de la version numérisée à l'université de Caen Normandie.

## VALORISATION DU PATRIMOINE CULTUREL & SCIENTIFIQUE

La MRSH, c'est aussi un lieu de conservation du patrimoine. Le Centre de documentation s'est vu confier, en 2004, la bibliothèque historique du ministère de l'Agriculture. L'intégralité des 13 500 volumes datant de 1600 à 1960 est mise à disposition de tous. Le fonds ne fait pas seulement l'objet d'une politique de sauvegarde et de conservation, mais également de valorisation en direction du public scolaire, de la communauté scientifique internationale et plus largement du grand public. De même, la maquette du Plan de Rome est à l'origine de projets de sensibilisation au patrimoine culturel. Réalisé par l'architecte Paul Bigot, le plan-relief représentant la Rome antique au IV<sup>e</sup> siècle après J.-C. est exposé au cœur de la MRSH. « [...] Qu'il est agréable d'entrer dans une journée de travail en passant par la Rome de l'empereur Constantin... », souligne Robert Hérin, responsable du projet de la MRSH de Caen, dont il fut le premier directeur entre 1995 et 2001 (*Une architecture pour la recherche*. MRSH de Caen, 2015, p. 19).

Classé monument historique, cette maquette a inspiré un vaste projet de restitution virtuelle consacrant le lien entre patrimoine, recherche, et utilisation de nouvelles technologies. Le bâtiment construit en extension de la MRSH, qui accueille la salle de réalité virtuelle du CIREVE ainsi qu'un amphithéâtre de 150 places, marque une nouvelle phase de l'histoire de la Maison de la recherche. Et offre la promesse de nouveaux projets interdisciplinaires et pluridisciplinaires.



#### ACQUISITION & TRAITEMENT DE DONNÉES STATISTIQUES :

##### LA PUDC ACCOMPAGNE LES CHERCHEURS

La Plateforme universitaire de données de Caen · PUDC est l'un des trois plateaux techniques de la MRSH labellisés par le Réseau national des Maisons des sciences de l'homme. La PUDC offre un appui tant méthodologique que technique aux doctorants, chercheurs et enseignants-chercheurs, pour élaborer un protocole d'enquête, choisir l'outil le plus adapté au projet de recherche et mettre en œuvre une analyse statistique. Elle propose notamment des formations individuelles ou en groupes aux logiciels de traitement et de recueil de données. Les données quantitatives et qualitatives issues des travaux sont archivées et diffusées selon les règles préalablement définies par le concepteur.

La PUDC s'inscrit dans la Très grande infrastructure de recherche PROGEDO (Production et Gestion des Données) qui assure la collecte, l'archivage, la documentation et l'accès des chercheurs à ces données. Actuellement, près de 1 100 jeux de données sont accessibles, facilitant ainsi l'accès aux grandes enquêtes et données statistiques intéressant les sciences humaines.

#### INNOVATION

## RECHERCHE & RÉALITÉ VIRTUELLE : CIREVE OUVRE LA VOIE

L'utilisation de dispositifs de réalité virtuelle s'est fortement développée durant ces vingt dernières années, s'imposant aujourd'hui dans de nombreuses disciplines de la recherche. La réalité virtuelle constitue en effet un nouveau paradigme d'expérimentation, ouvrant des horizons prometteurs. Le Centre interdisciplinaire de réalité virtuelle · CIREVE de l'université de Caen Normandie dispose d'un savoir-faire, de compétences et d'équipements uniques offrant de multiples perspectives aux équipes de recherche.

À l'université de Caen Normandie, l'activité de réalité virtuelle est menée depuis 1994 – année où ont été engagés de vastes travaux de modélisation numérique de la Rome antique au IV<sup>e</sup> siècle après J.-C. Le plan relief de Paul Bigot conservé à la MRSH de Caen, communément appelé « Plan de Rome », a inspiré ce projet de réalisation d'une maquette virtuelle entièrement interactive. Cette entreprise, aux objectifs tant scientifiques que pédagogiques, ouvre alors la voie aux usages de la réalité virtuelle au service de la recherche. C'est en 2006 qu'est créé le CIREVE afin de promouvoir l'utilisation de la réalité virtuelle dans tous les domaines de la recherche et afin de mutualiser les équipements et les compétences. Depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2012, ce plateau technique est rattaché à l'UFR Humanités & sciences sociales. Reconnu pour ses bonnes pratiques en matière de modélisation d'environnements virtuels, le CIREVE est membre du consortium 3D labellisé par la Très grande infrastructure de recherche · TGIR HUMA-NUM. La rigueur scientifique de la démarche du CIREVE et le respect des reconstitutions au plus près des connaissances incitent de nombreuses équipes de recherche à faire désormais appel à la réalité virtuelle.

#### RECONSTITUTION, IMMERSION, INTERACTION

En 2016 s'ouvre une nouvelle phase pour l'université de Caen Normandie : la mise en service de la salle de réalité virtuelle vient renforcer l'expertise du CIREVE. Les écrans de verre fabriqués en Suisse puis traités aux États-Unis ont été livrés et installés en décembre dernier. 10 mètres sur 3 mètres sur les longs côtés,

5 mètres sur 3 mètres sur le petit côté, une surface de projection de 290 m<sup>2</sup>... La toute nouvelle salle de réalité virtuelle n'a aucun équivalent en France. Un bâtiment a été spécifiquement construit en extension de la MRSH pour accueillir ces équipements de pointe ainsi qu'un amphithéâtre de 150 places équipé pour visualiser les expérimentations en temps réel.

La réalité virtuelle consiste à immerger un utilisateur dans un univers réel, disparu ou imaginaire reconstitué à l'aide d'images de synthèse. L'utilisateur évolue librement dans un environnement virtuel avec lequel il pourra interagir naturellement grâce à la reconnaissance de mouvement. Déambuler dans une représentation en trois dimensions, « saisir » un objet, déplacer son regard à 360°... La réalité virtuelle offre de multiples possibilités en proposant une mise en situation poussée au sein d'environnements reconstitués au plus près des conditions réelles. Quatre modes de navigation et de vision en environnement virtuel sont proposés : en déplacement réel dans l'espace, au moyen de lunettes stéréoscopiques et d'un système de capteurs infrarouges capturant les mouvements de la tête, au moyen d'un joystick, ou sur un tapis de marche.

Des scènes de la vie courante peuvent ainsi être recréées pour les besoins des chercheurs en neuropsychologie, informatique, sciences de l'éducation, littérature, histoire... Les films 3D, les visites interactives et les applications en réalité augmentée réalisés sur mesure permettront aux chercheurs de reconstituer des patrimoines disparus, d'analyser des comportements humains, de concevoir des outils, ou encore d'expérimenter des hypothèses.

Panthéon virtuel  
IV<sup>e</sup> siècle après J.-C.



Restitution virtuelle  
du temple de Vénus, Rome  
IV<sup>e</sup> siècle après J.-C.



### UNE TECHNOLOGIE DE POINTE AU SERVICE DE PROJETS PLURIDISCIPLINAIRES

La salle de réalité virtuelle offre désormais de nouvelles perspectives aux dix équipes de recherche regroupées autour du CIREVE. Et la promesse du développement de projets pluridisciplinaires. « Comprendre pourquoi les personnes âgées chutent, simuler des conduites en état d'ébriété ou de forte fatigue, décrypter les mouvements d'un sportif de haut niveau ou encore recréer un espace détruit : la réalité virtuelle intéresse une pluralité de domaines », souligne Philippe Fleury, directeur du CIREVE depuis 2006. Des enseignants-chercheurs, chercheurs et ingénieurs sont réunis autour du CIREVE dont l'activité scientifique est structurée autour de trois axes de recherche : représentation, expérimentation, création d'outils.

La restitution de la Rome antique, projet innovant et pionnier engagé dans les années 1990 par l'équipe « Plan de Rome » aujourd'hui intégré à l'Équipe de recherche sur les littératures, les imaginaires et la société · ERLIS – EA 4254, contribue à la mise en valeur du plan-relief de Paul Bigot. L'analyse rigoureuse des sources anciennes a permis la reconstitution d'un patrimoine ancien avec la plus grande fiabilité possible. La réalité virtuelle se révèle être un formidable outil de visualisation pour rendre accessible au plus grand nombre l'architecture et l'urbanisme du IV<sup>e</sup> siècle après J.-C. Les « Nocturnes du Plan de Rome », présentées par Sophie Madeleine, ingénieure de recherche en analyse de sources anciennes au CIREVE et Philippe Fleury, professeur de latin, sont l'occasion de découvrir les rues et les monuments de la Rome antique. Et chaque année, ce sont près de 3 000 scolaires qui profitent de visites guidées interactives lors des « Jeudis du Plan de Rome ».

Parmi les réalisations du CIREVE figure également la reconstitution virtuelle des espaces muséographiques du Mémorial de Caen, mise au point dans le cadre des travaux sur la mémoire des intentions – mémoire dite prospective – de l'équipe du Professeur Francis Eustache de l'UMR 1077 Neuropsychologie cognitive et neuroanatomie fonctionnelle de la mémoire humaine. Des expérimentations sont ainsi menées dans le cadre de situations proches de la réalité au cours desquelles les sujets se déplacent librement au gré de leurs propres intentions et d'intentions apprises antérieurement. Le mémorial virtuel est également mis à la disposition de l'EQUIPEX Matrice qui vise à étudier l'impact cognitif et émotionnel d'événements liés à la mémoire historique sur un échantillon de visiteurs du Mémorial de Caen.

La salle de réalité virtuelle dispose d'un tapis roulant avec retour de force. Un harnais est en cours de construction afin d'optimiser les conditions de sécurité. Ces équipements s'avèrent particulièrement propices aux études menées par le laboratoire Mobilités : attention, orientation & chronobiologie · COMETE – UMR-S 1075 sur les troubles de l'oreille interne. Comprendre les mécanismes de l'équilibre peut non seulement permettre de déceler des marqueurs de risque de chute et de maladies neurodégénératives mais également d'apporter des réponses et des solutions. La réalité virtuelle devient ainsi outil de diagnostic précoce et d'aide à la réhabilitation. La salle va prochainement recevoir une habilitation médicale pour permettre à des équipes de médecins de mener des expérimentations. Car le CIREVE aspire en effet à mettre la salle de réalité virtuelle à disposition de laboratoires, d'entreprises et d'organismes hors UNICAEN pour des projets de recherche scientifiques ou industriels.

La salle de réalité virtuelle permet au Centre d'études sport et actions motrices CESAMS – EA 4260 de s'intéresser au geste sportif : il s'agit ainsi de recréer des situations proches de celles vécues sur les terrains afin de comprendre la décomposition des mouvements du sportif de haut niveau, améliorer les qualités d'anticipation et de réaction ou encore de rééduquer les sportifs blessés.

Autres réalisations du CIREVE, *le Panthéon virtuel* et *L'université de Caen avant les flammes*, deux applications en réalité augmentée librement téléchargeables sur tablettes et smartphone Android. Développée dans le cadre des cérémonies du 70<sup>e</sup> anniversaire du Débarquement, l'application *L'université de Caen avant les flammes* redonne vie à l'ancienne université située en centre-ville, avant les terribles bombardements de juillet 1944. Elle offre la possibilité, à l'aide d'un plan, de visualiser l'extérieur du bâtiment, de circuler dans la cour intérieure, et de parcourir les rues qui l'entourent. Des photographies et des textes explicatifs complètent ce dispositif désormais proposée par l'office de tourisme de la ville de Caen. Un projet de mobilier urbain dit « intelligent », exploitant une autre application du CIREVE, *la Place de la République de Caen en 1936*, en partenariat avec la ville de Caen et l'association Cadomus, est actuellement en phase de test.

Renforcer le lien entre recherche et nouvelles technologies, développer des projets innovants, organiser des rencontres scientifiques, s'ouvrir sur le monde privé, accueillir des chercheurs du monde entier, mener des actions de valorisation vers le grand public... Ces nouveaux équipements de pointe offrent l'opportunité à l'université de Caen Normandie de s'affirmer comme un véritable pôle d'excellence en matière de réalité virtuelle.

AGENDA

20 MAI

**VALORISER SA PRODUCTION SCIENTIFIQUE EN LIGNE : DROITS ET OBLIGATIONS DU CHERCHEUR**

Première matinée d'étude  
des formations doctorales UNICAEN  
@ nicole.ogier@unicaen.fr  
> UNICAEN | campus 1 | bât. D | amphi. Demolombe

27 MAI

**CLÔTURE DE L'APPEL À PROJETS FÊTE DE LA SCIENCE 2016**

@ g.dupuy@relais-sciences.org

1-3 JUIN

**XXVII<sup>e</sup> RENCONTRES ARITHMÉTIQUES DE CAEN**

Colloque international organisé par le Laboratoire de mathématiques Nicolas Oresme · LMNO – UMR 6139  
@ tuan.ngodac@unicaen.fr  
> UNICAEN | campus 2 | bât. Sciences 3

6-7 JUIN

**QUANTUM GROUPS FROM COMBINATORICS TO ANALYSIS**

Colloque international organisé par le Laboratoire de mathématiques Nicolas Oresme · LMNO – UMR 6139  
@ roland.vergnieux@unicaen.fr  
> UNICAEN | campus 2

7-9 JUIN

**AVEC LEFORT, APRÈS LEFORT : PRENDRE EN CHARGE L'EXPÉRIENCE DE NOTRE TEMPS**

Colloque international organisé par le Centre d'étude et de recherche sur les risques et les vulnérabilités CERREV – EA 3918  
@ sylvain.pasquier@unicaen.fr  
> UNICAEN | campus 1 | bât. F | amphi. MRSH

8-12 JUIN

**ÉCRIRE À L'OMBRE DES CATHÉDRALES. PRATIQUES DE L'ÉCRIT EN MILIEU CATHÉDRAL (ESPACE ANGLO-NORMAND ET FRANCE DE L'OUEST, XI<sup>e</sup>-XIII<sup>e</sup> SIÈCLES)**

Colloque international organisé par le Centre de recherches archéologiques et historiques anciennes et médiévales CRAHAM – UMR 6273  
@ gregory.combalbert@unicaen.fr  
> Centre culturel international de Cerisy-la-Salle (50)

10 JUIN

**LA RÉFORME DE L'ASILE MISE EN ŒUVRE**

Colloque international organisé par le Centre de recherche sur les droits fondamentaux et les évolutions du droit CRDFED – EA 2132  
@ esther.camus@unicaen.fr

15-17 JUIN

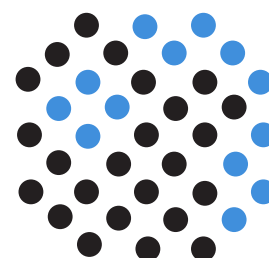
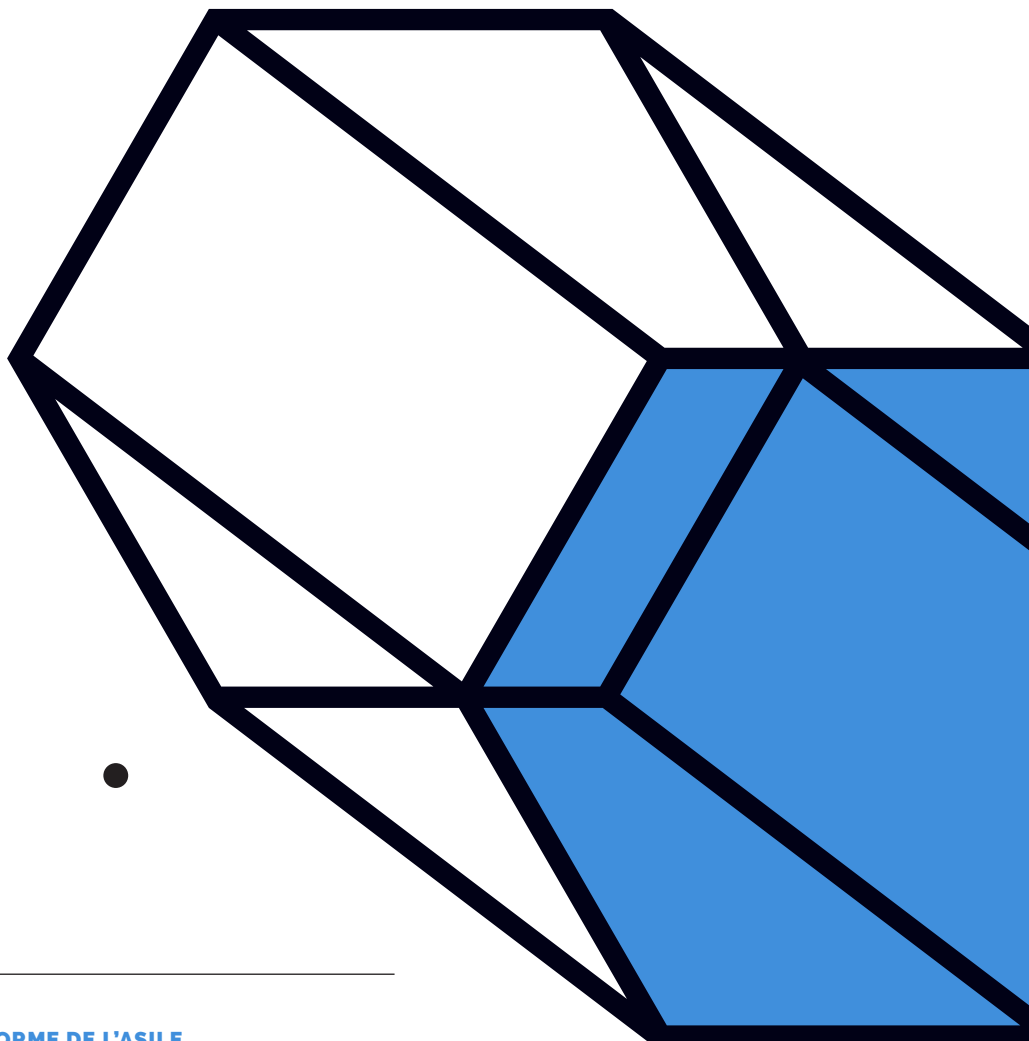
**CHRONOS 12 12<sup>th</sup> INTERNATIONAL CONFERENCE ON ACTIONALITY, TENSE, ASPECT, MODALITY/EVIDENTIALITY**

Colloque international organisé par le Centre de recherche inter-langues sur la signification en contexte CRISCO – EA 4255  
@ pierre.larrivee@unicaen.fr  
liliane.docquiert@unicaen.fr  
> UNICAEN | campus 1 | bât. M | amphi. Rouelle

27-30 JUIN

**7<sup>th</sup> INTERNATIONAL MEETING ON ATOMIC AND MOLECULAR PHYSICS AND CHEMISTRY · IMAMPC**

Colloque international organisé par le Centre de recherche sur les ions, les matériaux & la photonique CIMAP – UMR 6252  
@ julie.douady@ensicaen.fr  
> université du Havre





# PRISME

– UNIR POUR INNOVER –

N° 3

MAI 2016

27 JUIN – 2 JUILLET

## 17<sup>e</sup> CONFÉRENCE INTERNATIONALE SUR LES NOMBRES DE FIBONACCI ET LEURS APPLICATIONS

Congrès international organisé par le Département  
de Mathématiques et le Laboratoire de mathématiques  
Nicolas Oresme · LMNO – UMR 6139

@ christian.ballot@unicaen.fr

> UNICAEN | campus 2 | bât. Sciences 3 | amphi 57

6–8 JUILLET

## 52<sup>e</sup> RENCONTRES INTERNATIONALES DE CHIMIE THÉRAPEUTIQUE · RICT 2016

Colloque international organisé par le Centre  
d'études et de recherche sur le médicament  
de Normandie · CERMN – EA 4258

@ patrick.dallemagne@unicaen.fr

> Centre des congrès de Caen

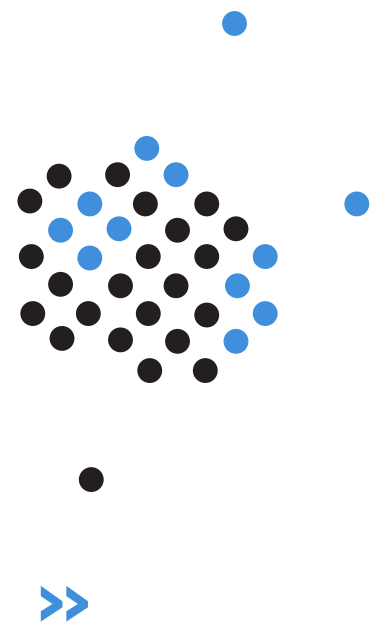
27 JUIN – 2 JUILLET

## SPECTROSCOPIES VIBRATIONNELLES POUR LA CATALYSE 2016 SPECTROCAT 2016

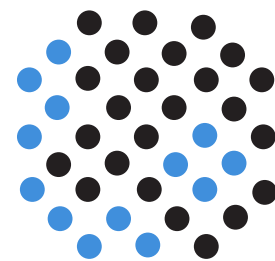
Colloque international organisé par le Laboratoire  
catalyse & spectrochimie · LCS – UMR 6506

@ alexandre.vimont@ensicaen.fr

> UNICAEN | campus 2 | CNRT Matériaux



# CHIMIO- -RÉSISTANCE



La recherche en cancérologie a considérablement amélioré la connaissance des facteurs susceptibles d'influer sur l'évolution des cancers. La caractérisation du type de cancer reste une étape essentielle pour prévoir son agressivité, sa réponse au traitement et les risques de récurrence. Les chercheurs de l'UMR UNICAEN - INSERM BIOTICLA se mobilisent pour l'amélioration de la prise en charge des cancers de l'ovaire – de l'identification de facteurs prédictifs de la réponse au traitement à la validation de nouveaux outils thérapeutiques adaptés aux patientes chimiorésistantes.

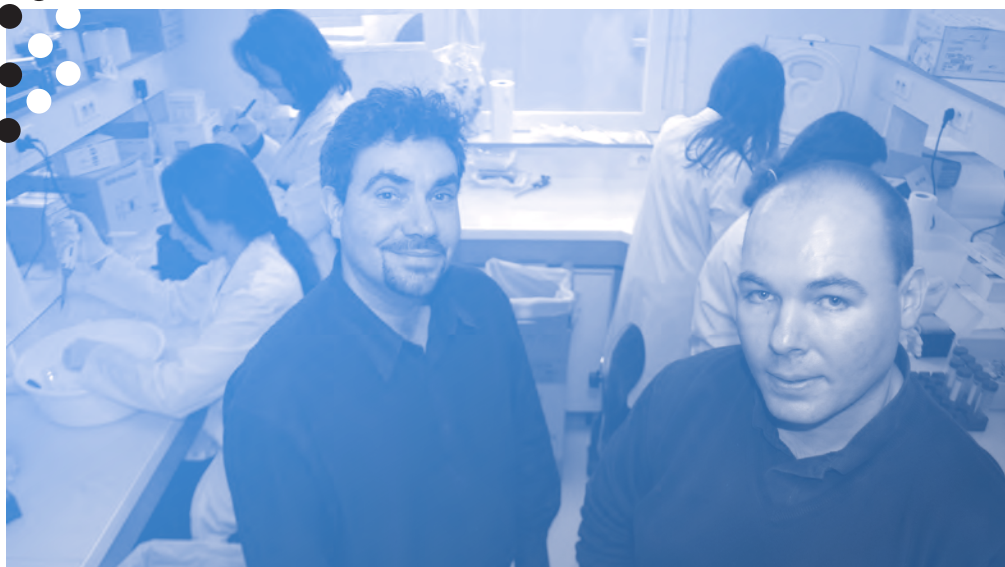
L'unité de recherche Biologie et thérapies innovantes des cancers localement agressifs · BIOTICLA – UMR-S 1199 est plus particulièrement spécialisée dans la prise en charge des cancers de l'ovaire – un cancer qui a la particularité d'être diagnostiqué tardivement, les symptômes ne se manifestant souvent qu'à un stade avancé. Les cancers de l'ovaire sont responsables de plus de 3 500 décès par an – un nombre qui reste stable, malgré l'introduction de nouveaux traitements et l'évolution des protocoles. Les recherches menées par BIOTICLA s'articulent autour de la résistance aux traitements conventionnels : il s'agit d'identifier des biomarqueurs prédictifs de la réponse à la chimiothérapie ou aux traitements innovants et de développer de nouvelles stratégies thérapeutiques pour surmonter la chimiorésistance.

L'enjeu est ainsi d'orienter la décision thérapeutique vers les traitements les plus adaptés à chaque situation et d'aboutir à une prise en charge personnalisée des patientes.

Les travaux de l'unité de recherche ont démontré le rôle que jouent les protéines Bcl-xL et Mcl-1 dans la protection des cellules cancéreuses contre la mort cellulaire (apoptose). Il convient désormais de développer les outils pharmacologiques utilisables en clinique pour inhiber et provoquer la mort des cellules cancéreuses résistantes à la chimiothérapie conventionnelle. Au cœur des recherches menées par BIOTICLA figurent également les micro-ARN. L'amélioration de leur connaissance pourrait notamment offrir la promesse de nouveaux biomarqueurs – certains pourront être détectés après une simple

prise de sang –, et de la définition de nouvelles cibles thérapeutiques.

L'unité BIOTICLA a été labellisée par l'Institut national de la santé et de la recherche médicale · INSERM en 2015, portant à 23 le nombre d'unités mixtes de recherche UNICAEN. Sous tutelle de l'université de Caen Normandie et de l'INSERM, en partenariat avec le Centre de lutte contre le cancer François Baclesse · CLCC, BIOTICLA est composé d'une trentaine de chercheurs, enseignants-chercheurs, médecins, pharmaciens biologistes, ingénieurs, techniciens et doctorants. La recherche en cancérologie ne peut en effet parvenir à des résultats probants sans une coordination des efforts et une mutualisation des moyens. Accueillie dans les locaux du CLCC François Baclesse, l'unité BIOTICLA s'associe étroitement aux travaux de l'unité de recherche clinique, du Département de bio-pathologie et des services de soin. Membre de la structure fédérative ICORE – SF 4206, BIOTICLA accueille des équipements de pointe dont le plateau Impedancell, plateau de mesure de l'activité cellulaire en temps réel par impédancemétrie – un équipement unique en Europe. Un Centre de ressources biologiques entièrement dédié aux cancers de l'ovaire · OVARESSOURCES a récemment été constitué (tumeurs, sang, ascite, urine) pour faciliter la réalisation des projets de recherche translationnelle. Un essai clinique issu des travaux de l'unité est actuellement en cours, et deux études de recherche biomédicale ont ainsi été réalisées en partenariat avec les équipes cliniques du CLCC François Baclesse, consacrant ainsi les liens entre recherche fondamentale et recherche clinique.



Les chercheurs de BIOTICLA, unité de recherche dirigée par Laurent Poulain et Christophe Denoyelle, s'attachent à améliorer la prise en charge thérapeutique personnalisée des cancers de l'ovaire.  
© Jessica Périssé



# HADRONTHÉRAPIE

## NOUVELLE ARME

### CONTRE LE CANCER

Technique innovante de radiothérapie, l'hadronthérapie constitue une avancée majeure dans le traitement des cancers. Parce qu'elle cible les cellules cancéreuses plus directement et plus efficacement, l'hadronthérapie offre un espoir aux patients dont les tumeurs résistent aux traitements conventionnels. Le projet REC - HADRON, labellisé Équipement d'excellence · EQUIPEX, aboutira prochainement à l'ouverture à Caen du centre ARCHADE, le premier centre européen de recherche, de développement et de traitement par hadronthérapie.



Le GIP Cyceron coordonne l'ÉQUIPEX REC-HADRON qui aboutira à la création du centre ARCHADE.

#### LES ATOUTS DE L'HADRONTHÉRAPIE

385 000 nouveaux cas de cancers ont été diagnostiqués en France métropolitaine en 2015. Stratégie thérapeutique de lutte contre le cancer, la prise en charge par radiothérapie concerne chaque année plus de 180 000 patients. Certains cancers s'avèrent toutefois plus difficiles à traiter du fait de la radio-résistance, de la localisation ou de l'agressivité de la tumeur.

L'hadronthérapie s'appuie sur des faisceaux de particules appelées hadrons – le plus souvent protons ou ions carbone. Contrairement aux rayons X classiques, les hadrons se caractérisent par leur grande précision : ils irradient directement les cellules cancéreuses avec une diffusion latérale minimale. Il est dès lors possible de délivrer une dose relativement forte sans craindre d'exposer les tissus sains environnants, a fortiori lorsqu'il s'agit d'organes vitaux. En France, l'hadronthérapie par protons, ou protonthérapie, est pratiquée à l'Institut Curie à Orsay et au Centre Antoine Lacassagne de Nice depuis le début des années 1990. Les centres d'hadronthérapie par ions carbone sont, en revanche,

rares, le procédé étant encore à un stade expérimental. Les expérimentations effectuées en Allemagne, en Autriche et au Japon ont révélé des résultats prometteurs : l'hadronthérapie offre de nouvelles pistes d'amélioration pour le traitement du cancer par radiothérapie.

#### ARCHADE : UN CENTRE DE RECHERCHE ET DÉVELOPPEMENT SUR L'HADRONTHÉRAPIE

UNICAEN est, aux côtés de l'ENSICAEN, le Centre hospitalier universitaire · CHU et le Centre de lutte contre le cancer François Baclesse · CLCC, membre fondateur de l'association ARCHADE. Derrière cet acronyme se cache l'*Advanced resources center for hadrontherapy in Europe*, un centre de recherche de pointe pour le développement de traitements contre le cancer par hadronthérapie.

Coordonné par le GIP Cyceron, l'EQUIPEX REC-HADRON a bénéficié de 1,28 million d'euros dans le cadre du programme national Investissements d'avenir. Et d'une forte mobilisation des différents acteurs institutionnels, universitaires

et économiques locaux, dont la Région, qui a apporté un important soutien financier à la construction des infrastructures. Les travaux ont débuté fin novembre 2015. Le bâtiment de 2 000 m<sup>2</sup> abritera un centre de recherche et un cyclotron supraconducteur – le premier au monde à pouvoir accélérer non seulement des protons mais également des ions carbone à des fins thérapeutiques.

Parce que la technique pose de multiples questions d'ordre technologique, physique, biologique et clinique, le centre ARCHADE se distinguera plus particulièrement par sa spécialisation sur la recherche fondamentale et appliquée. Améliorer les protocoles de soins nécessite de mesurer l'efficacité biologique des faisceaux de protons et d'ions carbone par rapport aux rayons X ou encore d'appréhender leurs effets sur les tissus vivants, sains et tumoraux. De fait, de nombreuses équipes de recherche en matériaux, physique, cancérologie et radiobiologie sont plus particulièrement investies dans le projet : Imagerie et stratégies thérapeutiques des pathologies cérébrales et tumorales · ISTCT – UMR 6301, Laboratoire de physique corpusculaire · LPC – UMR 6534, Centre de recherche sur les ions, les matériaux et la photonique · CIMAP – UMR 6252, Laboratoire d'accueil en radiobiologie avec les ions accélérés · LARIA.

Construit à proximité du GANIL, centre de référence en matière de physique nucléaire, ARCHADE s'inscrit dans un écosystème regroupant des institutions de pointe en matière de physique nucléaire fondamentale, imagerie médicale, radiobiologie, ou encore neurosciences. Caen dispose d'atouts considérables pour devenir un pôle européen de référence dans le domaine de la lutte contre le cancer.

RENCONTRE



# CURB – POUR UNE RECHERCHE PRÉCLINIQUE EN NORMANDIE

Parce que les contraintes de la recherche en santé humaine et vétérinaire nécessitent toujours des expérimentations précliniques chez l'animal, le Centre universitaire de ressources biologiques · CURB joue un rôle essentiel pour répondre aux besoins de l'enseignement et la recherche. Animalerie centrale multi-espèces, plateformes d'expérimentation préclinique, cellule du bien-être animal et de l'éthique, prestations de services techniques et scientifiques... Depuis 2009, le CURB remplit diverses missions de soutien pour les unités de recherche et industriels souhaitant réaliser des expérimentations *in vivo* pour le développement de leurs molécules ou de leurs dispositifs médicaux.

## UN SERVICE STRUCTURANT & FÉDÉRATEUR

La création du CURB répond à la nécessité de centraliser les compétences, les équipements et les moyens relatifs à la production d'animaux à des fins scientifiques, tout en assurant un hébergement de haute qualité au regard des réglementations en vigueur. Benoît Haelewyn, directeur du Centre universitaire, exerce des missions de conseil auprès du président de l'UNICAEN pour l'éthique et le bien-être animal. À cet égard, le CURB accueillera prochainement le siège du Comité d'éthique régional Caen-Rouen-Le Havre CENOMEXA, structure régulatrice et de réflexion essentielle à la réalisation d'expérimentations *in vivo*.

Dix personnes apportent aujourd'hui un soutien technique à treize équipes de recherche regroupées autour du Centre universitaire. Principalement spécialisées en neurosciences et en cancérologie, ces équipes représentent près de 110 utilisateurs. Sous l'impulsion du CURB et de Sérine protéases & physiopathologie de l'unité neurovasculaire UMR-S 919 a été fondée, en 2012, la plateforme Experimental stroke research platform · ESRP, plateforme préclinique d'étude des accidents vasculaires cérébraux unique en France et labellisée IBISA\*. ESRP, dirigée par Cyrille Orset, affiche aujourd'hui 100 % de ses contrats de prestations de service

hors région Normandie. Le succès d'ESRP a servi d'exemple pour développer d'autres projets dont le CURB est également gestionnaire : un plateau d'évaluation comportementale et de tests de dispositifs médicaux (BRP · Behavioral research platform, dirigé par Thomas Freret) développé avec le Groupe mémoire & plasticité comportementale · GMPC – EA 4259 et un plateau de recherche sur les modèles précliniques en cancérologie (ONCOModels, dirigé par Samuel Valable) récemment développé avec CYCERON et les unités de recherche locales en cancérologie, en particulier le laboratoire Imagerie & stratégies thérapeutiques des pathologies cérébrales & tumorales · ISTCT – UMR 6301. Le Centre universitaire de ressources biologiques est un véritable « support pour faire fructifier les savoir-faire développés par les équipes de recherche » assure son directeur.

## UNE DYNAMIQUE DE SITE

Service commun de l'université de Caen Normandie, le CURB est situé sur le campus Jules Horowitz. Sa proximité avec la plateforme d'imagerie CYCERON et l'unité Support CYCERON – UMS 3408 dédiées majoritairement à la recherche biomédicale dans le domaine des neurosciences, favorise le renforcement des liens, pour une plus grande transversalité des approches et un décloisonnement de la

recherche. La dynamique est aujourd'hui en faveur d'un rapprochement des deux structures pour assurer un développement synergique au bénéfice d'une recherche de pointe et d'une zone de valorisation des savoir-faire clairement identifiée.

## TRANSFERT DE LA RECHERCHE ACADÉMIQUE VERS LES PLATEAUX TECHNIQUES... ET LA FORMATION

Le savoir-faire spécifique du CURB est valorisé dans différents masters UNICAEN et au travers d'un DU « Expérimentation animale appliquée à la recherche biomédicale » délivrée par l'Institut de biologie fondamentale appliquée · IBFA. Un master en « Management de l'expérimentation préclinique » est aujourd'hui en projet pour la rentrée universitaire 2017. L'objectif est de s'appuyer sur les spécificités et les compétences des laboratoires de l'université de Caen Normandie pour nourrir l'offre de formation. En partenariat avec le Centre de recherches en environnement côtier · CREC – UNICAEN, CYCERON, le Centre d'imagerie et de recherche sur les affections locomotrices équinées · CIRALE et l'École nationale vétérinaire d'Alfort, le master ambitionne d'aborder un large éventail de modèles et techniques d'expérimentations précliniques. Co-construit avec l'IAE Caen, cette formation en deux ans associera également des unités d'enseignement en management, proposant ainsi les compétences nécessaires pour intégrer ou fonder une entreprise.

La forte croissance du CURB, construite et consolidée avec et pour les unités de recherche locales, ne se dément pas. Entre prestation, conseil et formation, le Centre universitaire de ressources biologiques a su trouver sa place dans le paysage de la recherche et de l'innovation.

\* IBISA (Infrastructures en biologie, santé et agronomie) est un Groupement d'intérêt scientifique (GIS) dont la mission principale est de coordonner la politique nationale de labellisation et de soutien aux plates-formes et infrastructures en sciences du vivant.

RENCONTRE

SOPHIE RAOUS

chargée

de mission IRD2

# « L'INNOVATION DURABLE AU CŒUR DES TERRITOIRES »

Apporter un regard éclairé sur des problématiques de développement durable grâce à la recherche et l'innovation. Tel est l'objectif de l'Institut régional du développement durable · IRD2, créé en 2010 sous l'impulsion de la Région et de l'université de Caen Normandie.

## QUELLES SONT LES MISSIONS DE L'IRD2 ?

Dans une logique de décloisonnement, l'IRD2 met en lien les acteurs de la recherche et de l'enseignement supérieur avec les acteurs du territoire et de l'économie, qu'ils soient élus, gestionnaires d'espaces naturels, chefs d'entreprises, industriels ou encore administrateurs d'associations. L'objectif est en effet de valoriser les programmes de recherche et de formation susceptibles d'amener des éclairages aux problématiques rencontrées par les décideurs locaux normands. L'IRD2 accompagne les décideurs, favorise le montage de partenariats et valorise des innovations régionales : diverses actions sont ainsi menées pour encourager la création d'un réseau pluridisciplinaire d'acteurs.

## COMMENT L'IRD2 CONTRIBUE-T-IL AU DÉVELOPPEMENT D'UNE CONNAISSANCE TRANSVERSALE ET PARTAGÉE ?

Les intervenants de l'IRD2 comptent des chercheurs appartenant à des unités de recherche UNICAEN impliqués en particulier sur les thématiques de préservation de la biodiversité, de restauration écologique, de protection du littoral, de responsabilité sociétale des organisations, d'écoconception, d'aménagement du territoire ou encore du développement des énergies marines renouvelables. Le site internet de l'IRD2 propose notamment des portraits de chercheurs représentant autant de spécialistes en mesure d'identifier les choix les plus pertinents pour atteindre des objectifs de développement durable. La revue *Les Cahiers de l'IRD2* offre par ailleurs un éclairage complet sur ces questionnements soulevant des préoccupations sociales, économiques et écologiques. Les deux premiers numéros sur l'agroécologie et le littoral, proposés en libre téléchargement, ont été récemment publiés en décembre 2015 et janvier 2016.

## QUELLES ACTIONS MENEZ-VOUS ?

Parmi les actions de l'IRD2 figurent notamment les rencontres chercheurs dont les thèmes sont choisis par les adhérents et partenaires de l'IRD2 tous les deux ans. « Littoral et changement climatique : quels enjeux ? », « Diversification des pratiques pour une agriculture durable ? », « Relocalisation

de notre chaîne alimentaire : quel développement économique tangible ? », « Coopération et développement local », « Quels effets du manque de nature sur l'homme ? », « Territoires à énergies positives en Normandie »... Pour chacun de ces six axes de travail définis à l'issue d'une consultation des adhérents, l'IRD2 propose un accompagnement, pour le cycle 2015/2016, par :

- la tenue d'une réunion participative visant à affiner les attentes des décideurs locaux en lien avec le thème,
- l'identification de laboratoires de recherche et de formations de l'enseignement supérieur susceptibles d'amener des éclairages aux questionnements identifiés,
- le rapprochement entre les décideurs locaux et les structures de formation par l'organisation de rencontres,
- le financement et l'accompagnement de projets étudiants.

Le dispositif des rencontres chercheurs est l'occasion de valoriser des innovations régionales et d'échanger dans une démarche pluridisciplinaire.

Par ailleurs, depuis fin 2014, l'IRD2 développe, en partenariat avec l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (ADEME), le dispositif Terr'Innov. Labellisé AMI pour une économie circulaire en Normandie, ce dispositif a pour objectif de favoriser l'ancrage du concept d'économie circulaire dans les formations de l'enseignement supérieur. Les étudiants sont accompagnés pour concevoir et élaborer des solutions concrètes répondant à des préoccupations de décideurs normands en lien avec l'enjeu majeur que constitue la production de biens et de services tout en limitant la consommation et le gaspillage de nos ressources.

## EN QUOI CONSISTENT LES RENCONTRES NATIONALES ?

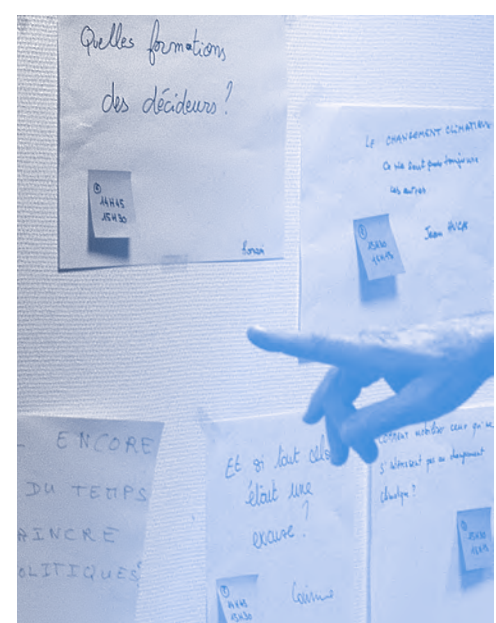
L'IRD2 organise des rencontres nationales autour d'une problématique d'actualité nationale ayant un enjeu régional particulier. Après « Les EMR et vous » en 2012 et « Sol contre tous » en 2014, la thématique de l'édition 2017 des rencontres nationales de l'IRD2 est « Biodiversité : une offre illimitée ? ». Ces projets, menés sur deux années, débutent par un diagnostic comprenant une série

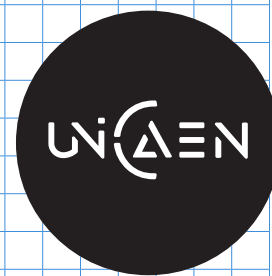
d'entretiens et de réunions participatives pour bien appréhender les enjeux régionaux en lien avec la thématique. Un temps fort réunissant des acteurs politiques, associatifs, techniques et scientifiques est organisé au terme de cette première phase pour présenter le cadre d'analyse, et échanger sur les opportunités d'évolution et les solutions à apporter. Une année est ensuite consacrée au développement d'applications concrètes visant à amener des réponses aux questionnements ayant émergé au cours de la phase de diagnostic. Dans le cadre de la troisième édition des rencontres nationales, cette première phase a débuté le 1<sup>er</sup> février avec une réunion sur les services écosystémiques – les services et les bénéfiques, rendus par la nature, qui contribuent aux activités humaines. Il s'agit de susciter un changement de regard sur la biodiversité en vue de passer d'une logique de protection, trop souvent perçue comme contraignante, à une logique de valorisation de la biodiversité.

À cet égard, l'IRD2 a développé en 2015, sous l'impulsion de la Région, un nouveau format d'intervention en proposant aux décideurs locaux des communes littorales de suivre un cycle d'orientation et d'aide à la décision sur la définition de leur stratégie d'adaptation aux changements côtiers. Ce nouveau format d'intervention a rencontré un vif succès sur le territoire. Porteur de la préfiguration de l'Observatoire bas-normand de la biodiversité, l'IRD2 a vu dans ce projet l'opportunité de fédérer les acteurs du territoire pour développer différentes actions allant vers un changement de regard sur la biodiversité, et sur les ressources naturelles au sens large.

Pour en savoir plus sur les actions de l'IRD2 : [www.ird2.org](http://www.ird2.org)

UNICAEN a accueilli les Assises régionales du Développement durable le 2 décembre 2015.





# JEU DE GO

## L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE S'IMPOSE

4 manches à 1. Le programme informatique AlphaGo développé par l'entreprise britannique Google DeepMind a largement dominé le champion de go sud-coréen Lee Sedol, détenteur de 18 titres internationaux. Entre les 9 et 15 mars 2016, plusieurs centaines de milliers de personnes ont suivi en direct les rencontres qui, bien au-delà du jeu, ont consacré une avancée majeure dans le champ de l'intelligence artificielle. Grégory Bonnet, Gaël Lejeune, Florent Madelaine et Antoine Widlocher, chercheurs au Groupe de recherche en informatique, image, automatique & instrumentation de Caen · GREYC – UMR 6072, reviennent sur cet événement au retentissement mondial.

### COMMENT ALPHAGO SE POSITIONNE-T-IL DANS L'HISTOIRE (RÉCENTE) DE L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE ?

Le jeu de go a connu des avancées tardives. Plus confidentiel que les échecs, il n'offrait pas en 1997 l'attrait publicitaire de la victoire du Deep Blue d'IBM contre Gary Kasparov. Il présente aussi une grande complexité combinatoire : des parties plus longues avec plus de coups possibles qu'aux échecs par un facteur de 5 à 10. En 1994, les meilleurs programmes de go perdaient contre des enfants leur laissant 15 coups d'avance. Une IA compétitive semblait un rêve lointain même si Bouzy et Victorri prédirent que « la programmation du [...] go passerait [...] par une analyse du fonctionnement cognitif de l'homme et du joueur de go »<sup>1</sup>. Dans ce contexte, la victoire d'AlphaGo est une prouesse technologique, combinaison astucieuse de méthodes existantes et fruit d'une décennie d'avancées fulgurantes.

Analyser un jeu implique d'explorer un arbre de possibilités, opération aisée pour le morpion où l'on peut établir une stratégie optimale. Pour des jeux plus nobles, l'exhaustivité n'est envisageable qu'en fin de partie. L'humain s'appuie sur l'expérience (ouvertures) et sur une évaluation via un faisceau d'indices (avantage matériel, influence des pièces) pour compenser les limites de sa vision à long terme. De même, un programme arrêtera l'analyse exhaustive à un certain horizon pour proposer une réponse dans un temps raisonnable en évaluant les positions avec des indices fournis par les humains.

Pour le go, les indices sont trop abstraits pour offrir une évaluation fiable. Ceci a longtemps limité les capacités des programmes et les chercheurs se sont concentrés sur des sous-problèmes : vie/mort d'un groupe (« tsumego ») ou fin de partie (« yose »). Rémy Coulom avec Crazy Stone a proposé de régler

l'évaluation par la simulation de nombreuses parties aléatoires avec la méthode de Monte Carlo Tree Search (MCTS)<sup>2</sup>. En 2008 avec MoGo, Olivier Teytaud biaise ces simulations pour orienter l'apprentissage vers de bons coups. MoGo est le premier à battre des maîtres humains mais sur des petits plateaux ou avec des handicaps<sup>3</sup>. L'avancée d'AlphaGo est d'avoir couplé MCTS à un apprentissage par réseau de neurones exploitant des millions de parties de maîtres. Pour évaluer un coup, il exploite à la fois MCTS et le résultat de cet apprentissage<sup>4</sup>. Ceci nécessite une très grande puissance de calcul pour la phase de jeu mais surtout pour la phase d'apprentissage. Pour battre le champion humain Lee Sedol, AlphaGo nécessite une puissance analogue à celle de 2 000 ordinateurs personnels.

### QUELLES LEÇONS EN TIRER SUR LA PORTÉE DE L'IA ET SON RAPPORT À L'HUMAIN ?

La victoire d'AlphaGo nous informe sur les rapports qu'entretiennent l'homme et la machine et surtout sur l'idée que l'on s'en fait, en particulier dans les médias. Si l'humain tolère mal de voir ses prérogatives menacées sur le terrain des jeux, il n'en reste pas moins que dans cet affrontement l'humain est partout. En effet, chaque coup d'AlphaGo est la quintessence de coups joués par des maîtres. Si quelques coups d'AlphaGo ont remis en question la manière même dont les maîtres envisagent ce jeu, il s'agit d'une défaite de l'humain contre une machine initiée et entraînée par lui.

Cette victoire mérite d'être tempérée par son cadre limité. Si la richesse combinatoire du go est indéniable, il ne s'agit que de pierres noires et blanches sur un plateau, un univers limité au regard de ceux où l'intelligence humaine évolue. Pensons

par exemple aux capacités humaines dans la production et l'interprétation de formes expressives, aux activités symboliques, spéculatives et contemplatives, éthiques ou esthétiques.

### COMMENT EXPLIQUER ALORS CE SENTIMENT DIFFUS QUE LA MACHINE TRIOMPHE SUR LE TERRAIN DE L'INTELLIGENCE ?

Il est probable que ce sentiment résulte d'une représentation anthropomorphique de traitements pourtant purement mécaniques. Les termes d'intelligence, de neurones, d'apprentissage masquent leur réalité strictement calculatoire et donnent l'illusion que les calculs reposent sur des capacités de même ordre que les opérations de pensée dont ils s'inspirent de façon schématique. La question inverse de la réduction de la pensée au calcul reste ouverte et s'il n'est pas interdit de croire à la mécanisation de la pensée, l'intelligence humaine résiste encore.

Enfin, la mise en scène du jeu est instructive. La machine y occupe une place d'homme, dans un face à face mettant les facultés des adversaires sur un même plan, intelligence contre intelligence, pour mieux masquer leurs différences et entretenir la confusion évoquée ci-dessus. Au-delà de la mise en scène du jeu et de la victoire, on peut s'étonner de la place soudain occupée par un jeu assez confidentiel en Occident. Le go a principalement été choisi pour sa valeur illustrative et symbolique. La victoire de la machine est à percevoir comme beaucoup plus générale, nous invitant à retenir qu'il y a là beaucoup d'intelligence et de puissance de calcul utilisables à d'autres fins.

1. *Go et Intelligence Artificielle*, Bouzy & Victorri, 1992 Bulletin de l'AFIA. (<http://www.mi.parisdescartes.fr/~bouzy/publications/AFIA92.article.pdf>) | 2. *Le jeu de go et la révolution de Monte Carlo* par Rémy Coulomb, 2009 interstices.info ([https://interstices.info/jcms/c\\_43860/le-jeu-de-go-et-la-revolution-de-monte-carlo](https://interstices.info/jcms/c_43860/le-jeu-de-go-et-la-revolution-de-monte-carlo)) | 3. *MoGo, maître du jeu de go ?* par Sylvain Gelly et al., 2007 interstices.info ([https://interstices.info/jcms/c\\_21056/mogo-maitre-du-jeu-de-go](https://interstices.info/jcms/c_21056/mogo-maitre-du-jeu-de-go)) | 4. *Intelligence artificielle et jeu de Go : comment Google a battu l'un des meilleurs joueurs de Go*. Vidéo de l'université de Nantes 2016. (<http://webtv.univ-nantes.fr/fiche/7966/intelligence-artificielle-et-jeu-de-go-comment-google-a-battu-l-un-des-meilleurs-joueurs-de-go>)