



**HAL**  
open science

## **SIMAD - Simulations, instrumentations et matériaux pour les applications dosimétriques**

Rapport Hcéres

► **To cite this version:**

Rapport d'évaluation d'une entité de recherche. SIMAD - Simulations, instrumentations et matériaux pour les applications dosimétriques. 2015, Université Toulouse 3 - Paul Sabatier - UPS. hceres-02034194

**HAL Id: hceres-02034194**

**<https://hal-hceres.archives-ouvertes.fr/hceres-02034194>**

Submitted on 20 Feb 2019

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

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

# HCERES

Haut conseil de l'évaluation de la recherche  
et de l'enseignement supérieur

Entités de recherche

Évaluation du HCERES sur l'unité  
interdisciplinaire :

Simulations, Instrumentation et Matériaux pour les  
Applications Dosimétriques

SIMAD

sous tutelle des  
établissements et organismes :

Université Paul Sabatier – Toulouse 3 - UPS

# HCERES

Haut conseil de l'évaluation de la recherche  
et de l'enseignement supérieur

Entités de recherche

*Pour le HCERES,<sup>1</sup>*

Didier HOUSSIN, président

*Au nom du comité d'experts,<sup>2</sup>*

Patrick MARTIGNE, président du comité

---

En vertu du décret n°2014-1365 du 14 novembre 2014,

<sup>1</sup> Le président du HCERES "contresigne les rapports d'évaluation établis par les comités d'experts et signés par leur président." (Article 8, alinéa 5)

<sup>2</sup> Les rapports d'évaluation "sont signés par le président du comité". (Article 11, alinéa 2)

# Rapport d'évaluation

Ce rapport est le résultat de l'évaluation du comité d'experts dont la composition est précisée ci-dessous.

Les appréciations qu'il contient sont l'expression de la délibération indépendante et collégiale de ce comité.

Nom de l'unité :	Simulations, Instrumentation et Matériaux pour les Applications Dosimétriques
Acronyme de l'unité :	SIMAD
Label demandé :	
N° actuel :	LU 50
Nom du directeur (en 2014-2015) :	M. Olivier CASELLES
Nom du porteur de projet (2016-2020) :	M. Eric GONNEAU

## Membres du comité d'experts

Président :	M. Patrick MARTIGNE, Institut de Recherche Biomédicale des Armées, Brétigny-sur-Orge
Experts :	M. Jean-Marc FONTBONNE, CNRS, Caen M. David SARRUT, CNRS, Lyon M <sup>me</sup> Marine SORET, Hôpital d'Instruction des Armées, Val-de-Grâce, Paris

### Délégué(e)s scientifiques représentants du HCERES :

M. Bernard DASTUGUE  
M<sup>me</sup> Véronique DONZEAU-GOUGE

### Représentant des établissements et organismes tutelles de l'unité :

M. Alexis VALENTIN, Université Paul Sabatier

## 1 • Introduction

### Historique et localisation géographique de l'unité

L'unité SIMAD (Simulations, Instrumentation et Matériaux pour les Applications Dosimétriques) est une évolution d'entités existantes et parfois ancrées sur le campus toulousain depuis plus de 40 ans, comme le DEA de Physique Radiologique de l'université Paul Sabatier (UPS) de Toulouse créé quelques années après le Centre de Physique Atomique. Cet enseignement, toujours dispensé au sein du parcours Radiophysique Médicale du master EEA (Electronique, Electrotechnique, Automatique) spécialité SIA (Signal, Imagerie et Applications), est assorti d'une recherche dans ce domaine d'interface entre les sciences du vivant et la physique, au profit de l'aérospatiale et désormais d'une recherche translationnelle davantage axée sur des applications médicales. Ce potentiel de transfert de compétences issues du domaine de l'aéronautique vers le monde de la santé est d'ailleurs un axe fort de l'environnement toulousain.

Ainsi, en 2006 est créé par M. Guy FLOUZAT le Laboratoire d'Études et de Recherches en Imagerie Spatiale et Médicale (LERISM, LU 48), fusion de deux unités existantes, avec notamment le Pr. Dominique VINCENSINI qui sera à l'origine du développement des gels. Mais le décès de trois chercheurs-clés du laboratoire comme l'évolution des unités de recherche avec la constitution de l'Oncopôle sur l'ancien site d'AZF, entraîne en 2010 la séparation des activités, celles relatives au traitement de l'image (domaine spatial) revenant à l'IRIT (Institut de Recherche en Informatique de Toulouse), et les thématiques liées à la dosimétrie et à l'environnement biomédical permettant l'année suivante la création du Laboratoire Universitaire SIMAD (LU 50).

L'acronyme SIMAD est à lui seul explicite avec la volonté de construire un laboratoire de recherche en physique médicale centré sur des thématiques proches de la dosimétrie et permettant un transfert technologique aisé dans le domaine très particulier des gels dosimétriques 3D. Ceci a conduit naturellement au double rattachement de cette unité à la Faculté des Sciences et de l'Ingénierie et à la Faculté de Médecine de Rangueil, même si les centres d'intérêt concernent d'une façon générale le domaine de la santé.

En 2012, le projet de rapprochement avec une équipe du CRCT (Centre de Recherche en Cancérologie de Toulouse) devait donner une nouvelle dimension au SIMAD, mais les thématiques de modélisation informatique, trop éloignées de l'axe retenu par l'équipe, comme d'autres considérations plus 'politiques' n'ont pas permis ce rapprochement.

La localisation de l'unité SIMAD est duale : les bureaux de la direction sont à l'université Paul Sabatier de Toulouse, sur la rive droite de la Garonne, et les laboratoires sont proches de l'Oncopôle, sur la rive gauche du fleuve. Par ailleurs, deux des quatre chimistes enseignent à Castres (DUT de Chimie) et viennent spécialement à Toulouse pour mener leurs recherches.

Rattaché à l'École Doctorale GEET (ED 323, Génie Électrique, Électronique et Télécommunications) de l'Université Paul SABATIER, le SIMAD a été avalisé par le Conseil Scientifique de l'UPS le 7 avril 2011 (LU 50) avec un rattachement double à la faculté de Médecine Rangueil (rattachement principal) et à la Faculté des Sciences et de l'Ingénierie.

### Équipe de direction

Le directeur de ce laboratoire est M. Olivier CASELLES, physicien médical à l'Institut Universitaire du Cancer de Toulouse site Oncopole. Il est assisté d'un co-directeur, M. Eric GONNEAU, porteur du projet global du SIMAD (développement de fantômes actifs fournissant une information dosimétrique).

### Nomenclature HCERES

ST5 Sciences pour l'ingénieur

SV1 Biologie, Santé

## Effectifs de l'unité

Effectifs de l'unité	Nombre au 30/06/2014	Nombre au 01/01/2016
<b>N1</b> : Enseignants-chercheurs titulaires et assimilés	4	4
<b>N2</b> : Chercheurs des EPST ou EPIC titulaires et assimilés		
<b>N3</b> : Autres personnels titulaires (n'ayant pas d'obligation de recherche)	4	4
<b>N4</b> : Autres enseignants-chercheurs (PREM, ECC, etc.)		
<b>N5</b> : Autres chercheurs (DREM, Post-doctorants, visiteurs etc.)	1	1
<b>N6</b> : Autres personnels contractuels (n'ayant pas d'obligation de recherche)	2	2
<b>TOTAL N1 à N6</b>	<b>11</b>	<b>11</b>

Effectifs de l'unité	Nombre au 30/06/2014	Nombre au 01/01/2016
Doctorants	3	
Thèses soutenues	1	
Post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité		
Nombre d'HDR soutenues		
Personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	4	4

## 2 • Appréciation sur l'unité interdisciplinaire

### Avis global sur l'unité interdisciplinaire

L'entité SIMAD (Simulations, Instrumentation et Matériaux pour les Applications Dosimétriques) est un laboratoire dépendant de l'École Doctorale GEET (Génie électrique, électronique, télécommunications) de l'Université Paul Sabatier (UPS) de Toulouse. Suite à la perte récente de chercheurs et à la priorisation de certaines thématiques au vu de l'évolution du pôle régional en Cancérologie, cette unité est l'objet d'une réflexion afin de :

- i) se réorganiser de façon efficiente et assurer une transmission des savoir-faire ;
- ii) se focaliser sur des axes scientifiques et techniques porteurs d'avenir ;
- iii) envisager un regroupement avec d'autres unités locales et/ou un renforcement des collaborations avec des unités nationales du domaine, notamment dans le domaine biomédical.

L'objectif est de valoriser les efforts de développement des thématiques choisies pour la prochaine période quinquennale (2016-2021), élément constitutif d'une visibilité et d'un rayonnement scientifiques meilleurs.

L'interdisciplinarité est un point fort de l'unité qui regroupe ainsi quatre radiophysiciens médicaux basés sur l'Oncopôle d'une part, et des enseignants-chercheurs d'autre part : un électronicien (basé à Toulouse, directeur de l'entité) et quatre chimistes (basés soit à l'IUT de Castres, soit à l'UPS de Toulouse) dont une spécialiste en électrochimie, domaine essentiel aux aspects qualitatifs des gels et prototypes réalisés. L'équipe est complétée par un ingénieur d'étude en CDD de 18 mois qui travaille principalement avec les chimistes.

Bien que la transversalité et la multidisciplinarité soient désormais le crédo de bon nombre de domaines ou de centres de recherche, peu d'entités parviennent à fonctionner selon un schéma de complémentarité des chercheurs les composant. Force est de constater que la constitution progressive de cette équipe SIMAD se révèle une bonne alchimie, au vu des résultats et des collaborations fructueuses, notamment avec le LNHB (Laboratoire National Henri Becquerel, CEA/DRT/List).

L'originalité de cette équipe est donc d'associer des enseignants-chercheurs (chimistes et électronicien) et des spécialistes de radiophysique médicale souhaitant poursuivre une activité de recherche en plus de leurs prérogatives au service de l'Oncopôle - regroupement des activités cancérologiques du CHU et du CLCC (centre de lutte contre le cancer) - Claudius Régaud. Toutefois, cette mixité thématique et statutaire de l'effectif pourrait constituer également une faiblesse, comme nous le verrons par la suite, que ce soit en termes de temps-recherche comme de transmission du savoir.

### Points forts et possibilités liées au contexte

L'existence du Pôle Compétitivité Cancer-Bio-Santé et l'histoire scientifique aéronautique de la région de Toulouse ont permis l'émergence de cette unité SIMAD malgré des difficultés liées à la perte de chercheurs et à la réorganisation nécessaire, tant thématique qu'humaine.

Le projet scientifique du SIMAD est extrêmement intéressant et vise une niche où beaucoup de possibilités sont ouvertes : le développement de fantômes équivalents tissus instrumentés, avec comme objectif la radioprotection des patients au travers d'une analyse fine de la dose reçue aux différents organes, tant en radiothérapie qu'en imagerie RX. La dosimétrie en radiophysique est généralement basée sur la simulation des interactions rayonnements-matière à partir d'une modélisation permettant fondamentalement de déterminer les doses de rayonnements absorbés par le patient, pour un traitement ou un examen clinique. Cette modélisation est généralement insuffisante pour deux raisons : elle nécessite des a priori sur la composition comme sur la déformation des milieux irradiés et elle suppose que la modélisation des interactions est correcte (aussi bien au niveau de la source, Générateur X ou LINAC, que dans le patient). Compte tenu des degrés de précision exigés, il est toujours utile (en radiographie), voire indispensable (en thérapie) de contrôler ces simulations au moyen d'instruments de mesure ; l'idéal est de disposer de fantômes instrumentés, ce qui est précisément le projet du SIMAD.

Parmi les points forts, notons tout d'abord la cohérence du projet vis-à-vis du besoin sociétal en termes de dosimétrie précise au sein d'organismes vivants - dont l'Homme en tant que patient -, par essence hétérogènes. Le développement de fantômes anthropomorphiques remplis de gels dosimétriques équivalents tissus est une avancée majeure par rapport aux fantômes pouvant accueillir quelques capteurs à des emplacements prédéterminés, actuellement disponibles sur le marché. La multiplicité des techniques et protocoles de radiothérapie externe, mais également la nécessité absolue d'améliorer la dosimétrie interne lors d'administration de radionucléides, sont autant de facteurs 'favorables' à l'essor d'une R&D dans le domaine du fantôme instrumenté à base de matériaux équivalents tissus.

Par ailleurs, la recherche & développement sur les gels, notamment aqueux, avec parmi les objectifs principaux une diffusion maîtrisée voire nulle et une stabilité dans le temps en conditions d'irradiations répétées, ainsi que l'optimisation des paramètres d'IRM (temps de relaxation...), répond à une lacune capacitaire : nombre de centres de radiothérapie expérimentale ou de radiobiologie tentent en vain d'améliorer la qualité des gels ainsi que l'interprétation des images post-révélation. Un autre objectif est l'amélioration de la sensibilité aux faibles et moyennes énergies. Cet axe devrait logiquement déboucher sur des brevets et des publications internationales, ce d'autant que ce créneau a peu de concurrence en France et en Europe (principalement le laboratoire de l'Université de Gant en Belgique, Y. DE DEENE et C. BALDOCK travaillant pour leur part avec des gels polymères à base d'acrylique).

L'équipe ensuite qui, bien que limitée en termes d'ETP comme d'étudiants actuellement, reste soudée et extrêmement motivée pour poursuivre le développement de la modélisation selon différents matériaux et concepts (imprimante 3D...). Un véritable esprit d'équipe est perceptible lors des audits malgré l'aspect intergénérationnel, l'interdisciplinarité ou l'éloignement géographique, qui renforce ainsi la spécificité du SIMAD au sein du tissu universitaire avoisinant. La complémentarité des spécialités est remarquable : les chimistes développent différents gels (aqueux, polymères) tant à visée dosimétrique que matériaux équivalents tissus, l'électrochimiste apporte la 'caution qualité' par son expertise (interaction lumière-protéines etc.) et l'instrumentation, l'électronicien améliore

les capteurs dosimètres et initie l'activité d'impression 3D, et les médecins médicaux réalisent les irradiations comme les acquisitions IRM sur les appareils de l'Oncopôle.

La part et l'implication des enseignants-chercheurs, notamment au sein du M2 SIA, sont un facteur de recrutement d'étudiants non négligeable, niveau Master-2 ou doctorat. Bien que l'entité soit à mi-chemin avec le monde industriel et la valorisation technologique, cet ancrage universitaire doit demeurer dans l'avenir, la transmission des savoirs étant également un des défis à relever pour l'équipe en place.

Les collaborations actuelles démontrent s'il en est la très bonne qualité des avancées scientifiques et techniques de ce laboratoire.

Pour preuve, le partenariat avec le LNHB (CEA/DRT/List) avec deux projets, que les deux parties souhaitent prolonger afin de parvenir, entre autres, à un modèle économique viable en termes de métrologie de la dose pour les appareils de radiothérapie, en association avec le CLCC (Centre de Lutte Contre le Cancer) Jean Perrin de Clermont-Ferrand. L'amélioration des différents paramètres des gels dosimétriques comme de leur lecture par résonance magnétique nucléaire est un objectif ambitieux quoique réaliste au vu de la complémentarité des équipes participantes. Par ailleurs, miser sur la révélation de gels dosimétriques par IRM pourrait constituer un risque au vu du parc actuel et du délai de mise à disposition des machines en France, mais cette technologie aux coûts décroissants devrait bénéficier d'un plan d'équipement prochain ; cette approche est donc pertinente pour un horizon à cinq ou dix ans (développement, maturation, industrialisation des gels), et avec un marché potentiellement international.

Ainsi, l'intérêt d'une firme internationale comme General Electric Healthcare pour ce laboratoire et cette thématique signe là l'extrême pertinence du projet R&D du SIMAD. En effet, les travaux sur les gels dosimétriques de densité variable permettant à terme la création d'un fantôme anthropomorphe équivalent tissus intéressent l'entreprise G.E. Healthcare qui commercialise des appareils d'imagerie médicale souvent utilisés pour délimiter les zones à irradier (IRM, PET-scan...). Le modèle économique d'un service incluant une option de métrologie avec l'achat de dispositifs médicaux utilisant des rayonnements ionisants apparaît non seulement viable, mais deviendrait ainsi une prestation incontournable pour les fournisseurs de générateurs de rayonnements ionisants.

Une autre collaboration est en cours avec l'entreprise General Electric Healthcare, le projet « Cohérence » qui vise au développement d'un produit commercialisé par cette société. L'objectif principal est de mettre au point un système de synchronisation respiratoire TEP (Tomographie par Emission de Positrons) et TDM (Tomodensitométrie X) basé sur des mesures spirométriques et le traitement du signal pour obtenir des données TEP/TDM corrigées des mouvements respiratoires. Un objet-test permettant de simuler ces mouvements respiratoires est également en cours de développement avec une autre entreprise partenaire de ce projet (ISP Systems, Vic-en-Bigorre). Il s'agit donc désormais d'un projet en maturation industrielle susceptible d'avoir des retombées positives pour le SIMAD en termes de valorisation.

### Points faibles et risques liés au contexte

Plusieurs points faibles ont été identifiés, et sont énumérés ci-dessous.

Parmi ceux-ci, la visibilité d'une petite unité (une dizaine de permanents et contractuels) est difficile à maintenir malgré des publications de haut niveau. Ce Laboratoire universitaire (LU 50) a bien entendu vocation à accueillir des étudiants, mais une réflexion devrait par ailleurs être menée pour aboutir, à terme, à une visibilité nationale ou supra-nationale (Équipe d'Accueil, label via l'intégration à une structure de taille conséquente ou déjà labellisée, etc.). Toutefois, le SIMAD doit au préalable bénéficier d'un délai raisonnable afin de démontrer la pertinence de l'axe de recherche retenu et de valoriser tout ou partie des développements en cours.

Il apparaît d'autre part que le temps consacré à la recherche par la plupart des personnels se fait non pas au détriment du temps consacré à l'enseignement ou à la physique médicale au bénéfice du patient, mais bien, semble-t-il, au rallongement du temps de travail. Si le statut d'enseignant-chercheur reste une garantie pour les chimistes afin de disposer de l'équivalent d'au moins une journée par semaine pour une activité de laboratoire, les médecins médicaux, en revanche, doivent obtenir l'aval de leur hiérarchie afin d'envisager une activité recherche significative ; ces derniers pourraient alors être mieux intégrés à la stratégie de recherche globale du laboratoire (rédaction protocoles, financements ...). Si la passion anime l'équipe et compense en partie l'impact sur la vie privée, il est un fait que la localisation de la partie administrative et de la partie expérimentale en un lieu unique ne peut nuire au fonctionnement du SIMAD, au contraire. Par ailleurs, l'entité a perdu le mi-temps administratif qui lui était consacré, préemptant d'autant le temps de recherche du directeur et/ou du co-directeur.

Dans le même esprit, il apparaît important sinon nécessaire de pérenniser des emplois afin d'assurer un travail expérimental de qualité sur la durée, une permanence au sein des laboratoires ainsi qu'une transmission des connaissances et savoir-faire indispensables à la continuation des activités du laboratoire et de l'expertise des séniors



dans ce domaine de recherche interdisciplinaire. Le SIMAD est à la pointe de la recherche en termes de gels dosimétriques stables et à diffusion quasi-nulle, et interprétables selon différents procédés (IRM, lecture optique ...) ; il possède des compétences rares qui risquent à terme de disparaître et qu'il est indispensable de transmettre ou de renforcer : chimie, électrochimie, électronique et instrumentation.

A ce titre, la multiplicité des pistes de R&D, si elle répond à un besoin d'évaluation dans différentes conditions (différentes énergies des rayonnements, irradiations uniques ou fractionnées, etc.), nécessitera sans doute de faire des choix à mi-parcours. Pas moins de cinq technologies de mesure différentes ont été recensées, ce qui constitue un challenge important pour un temps de recherche somme toute limité pour la grande majorité des chercheurs. De même, l'amélioration des paramètres gels passe par différentes pistes ; une priorisation des actions sera sans doute nécessaire afin d'aboutir, dans des délais raisonnables, à un fantôme intégré pour une application donnée.

Par ailleurs, les activités du SIMAD sont en grande partie supportées par la réponse à des appels à projets et des fonds extérieurs, européens ou nationaux, via la sollicitation d'autres organismes (LNHB par exemple). Si le financement extérieur devient de plus en plus prépondérant, il est cependant nécessaire d'assurer une certaine autonomie financière à l'entité, pourvoyeuse de brevets et d'une expertise largement valorisables à court et moyen terme. Or, il s'avère que la défense de la propriété intellectuelle est en soi une difficulté pour un laboratoire manquant de notoriété et de visibilité, ne serait-ce que par sa taille modeste. Le risque est grand de voir les découvertes et développements réalisés par le SIMAD préemptés par des entités tiers qui auraient le financement nécessaire à la brevetabilité alors qu'ils ne participent aux réalisations que pour une partie infime.

La collaboration avec le LNHB (CEA/DRT/LIST) est un moyen de contourner temporairement cette menace, sans toutefois résoudre totalement cet écueil. En effet, un EPIC (établissement public à caractère industriel et commercial) comme le Commissariat à l'Énergie Atomique et aux Énergies Alternatives a des règles de rentabilité propres afin d'assurer tout ou partie de son auto-financement. Il en est de même, bien entendu, pour les partenaires industriels ayant, par définition, une logique de « retour sur investissement ». Le SIMAD, au nom de l'université de Toulouse, doit avoir les moyens de conserver sa part de propriété intellectuelle sur les avancées technologiques et méthodologiques du fait de ses recherches.

Le ressourcement financier découle de cet état de fait, et bien que les technologies employées ne demandent pas d'investissement extrêmement coûteux si l'accès est possible en local (IRM...), l'adossement à un industriel comme General Electric (GE Healthcare) jouant un rôle de 'sponsor', comme l'accession ultérieure à une labellisation, permettraient d'acquérir une taille critique correspondant aux enjeux technologiques que s'est fixée la direction.

Toutefois, le SIMAD reste dépendant d'équipements d'imagerie externes, soit médicaux (IRM) hors des heures ouvrables 'patient', soit relativement éloignés (spectroscopie RMN, lecture optique...). Si le risque est mineur et la solution d'acquérir ses propres moyens d'imagerie utopique en soi, le rapprochement géographique comme des accords pérennes avec les détenteurs de telles structures apparaissent comme une solution incontournable à court terme. Dans le même esprit, disposer de hottes chimiques ou d'équipements de paillasse modernes apparaît incontournable à très court terme. Le projet envisagé de déménagement du laboratoire à l'ITAV (Institut des Technologies Avancées en Sciences du Vivant), au plus près de l'Oncopôle, semble là aussi une opportunité à ne pas négliger, comme cela sera expliqué ci-dessous.

Si l'on devait résumer les forces et faiblesses du SIMAD, une analyse SWOT révélerait les points suivants (non exhaustifs).

#### Pour les forces :

- une équipe pluridisciplinaire parfaitement adaptée au problème envisagé (chimie pour les matériaux, instrumentation pour les détecteurs, radiophysique pour l'objectif final et son évaluation) et presque dimensionnée pour avoir un effet percutant ;
- une volonté affichée de transition vers un programme scientifique de qualité constituant une niche potentiellement à forte valeur ajoutée ;
- une rupture de la « traditionnelle » activité des radiophysiciens vers un sujet important, sociétal, qui exige des réponses concrètes en termes d'avancées technologiques intégrées (fantômes biomimétiques, précision de la dosimétrie par gels radiosensibles, problème des faibles énergies et des doses cumulées, lecture facilitée et expertise délocalisée ...).

#### Pour les faiblesses :

- peu de temps de recherche (20 % pour l'ensemble du groupe, en l'absence de postes temps-plein d'ingénieurs de recherche, entre autres) ;

- un manque de forces en instrumentation : équipements à renouveler (chimie...), accès à de gros équipements - d'imagerie notamment (IRM médicale ou de recherche préclinique) - à pérenniser ;
- une faible visibilité dans la phase de création du nouveau projet de laboratoire ;
- un seul électronicien, directeur de l'entité de surcroît, une seule électrochimiste ;
- le rôle des radiophysiciens à préciser dans le futur (estimation de la dose, interactions avec partenaires...) avec un temps de recherche adapté et consenti par l'Oncopôle.

#### Pour les opportunités :

- les collaborations potentiellement nombreuses sur cette niche (LNHB, comme cela a déjà été commencé, mais d'autres équipes ont également ce genre de besoins aujourd'hui) ;
- le tissu recherche/industrie local toulousain, très favorable (Oncopôle, ITAV, SATT...).

#### Pour les menaces :

- un manque de soutien de la part de l'université qui doit être compensé par des CDD dont l'absence de pérennité met en danger l'avenir du SIMAD (et des compétences intrinsèques) à moyen terme ;
- une concurrence accrue dans un domaine de niche, où l'interdisciplinarité, des partenariats de qualité et l'esprit d'équipe doivent rester des atouts pour le SIMAD ;
- une niche non extensible, à moins de réfléchir à d'autres applications (civiles, militaires, rayonnements non ionisants ...) des gels dosimétriques.

### Recommandations

Le SIMAD a maintenant comme cœur de métier une thématique forte en termes de besoin sociétal, au potentiel évolutif et industrialisable : la radioprotection des patients. L'axe majeur de recherche se dessine fortement, et les chercheurs apparaissent soudés et motivés pour développer ce secteur très spécialisé qu'est le développement de fantômes dosimètres réalistes. Les personnels composant actuellement l'entité étant pour la plupart enseignants ou hospitaliers, le temps de recherche disponible est toutefois limité, et la pérennisation de postes d'ingénieurs recherche (par exemple) est une condition indispensable au fonctionnement optimisé de l'équipe comme à l'interactivité et au respect des contrats avec les partenaires scientifiques ou industriels.

Ainsi, un regroupement de l'équipe au sein de l'ITAV (Institut des Technologies Avancées en Sciences du Vivant), dans des locaux neufs permettant de concentrer l'ensemble des activités (administratif, direction, conception, réalisation, tests de qualité ...), apparaît comme une bonne solution pour donner à cette entité les moyens et le temps de prouver la pertinence de ses choix. Ce véritable incubateur et tremplin à la valorisation technologique qu'est l'ITAV pourrait être le point de départ de la réorganisation du SIMAD, avec le voisinage d'autres équipes de recherche et de start-up comme la proximité de l'Oncopôle, rendrait les échanges avec les cliniciens plus faciles et enrichissants.

Concomitamment, le regroupement géographique de l'équipe à l'ITAV représenterait certainement, avec l'aide d'un interlocuteur unique comme la Société d'accélération du transfert de technologies (SATT) de Toulouse - Toulouse Tech Transfer - par exemple, un atout pour des collaborations internationales, avec de grands groupes tels que General Electric Healthcare, pour ne citer que lui ; l'aide à la brevetabilité en serait potentiellement également facilitée. Durant l'évaluation HCERES, un mandat a d'ailleurs été signé, sous l'impulsion du SIMAD, entre la SATT et l'Institut Claudius Régaud afin de compléter la convention déjà signée entre la SATT et l'UPS en 2013 dans le cadre de la maturation du projet FANTOMIX. Des thèses en convention CIFRE devraient également être envisagées.

La multiplicité des pistes de développement devra rapidement aboutir à une stratégie de « Go/Nogo » en fonction d'objectifs clairs et de critères d'évaluation prédéterminés, avec des jalons réguliers afin de focaliser l'énergie de l'équipe vers une ou deux technologies seulement. Par ailleurs, l'intérêt de développer en parallèle deux thématiques bien distinctes (gels dosimétriques et fantômes équivalents tissus instrumentés) reste réel de par la complémentarité de l'approche, même si cela constitue indéniablement un risque à moyen terme en l'absence de renfort en personnel. La direction du SIMAD est consciente de ces priorisations à mener prochainement pour arriver à des résultats probants à l'horizon 2020. De fait, la publimétrie associant les différents acteurs du laboratoire devrait également s'en trouver dynamisée.