

AVERTISSEMENT

Cette thèse d'exercice est le fruit d'un travail approuvé par le jury de soutenance et réalisé dans le but d'obtenir le diplôme d'Etat de docteur en médecine. Ce document est mis à disposition de l'ensemble de la communauté universitaire élargie.

Il est soumis à la propriété intellectuelle de l'auteur. Ceci implique une obligation de citation et de référencement lors de l'utilisation de ce document.

D'autre part, toute contrefaçon, plagiat, reproduction illicite encourt toute poursuite pénale.

Code de la Propriété Intellectuelle. Articles L 122.4

Code de la Propriété Intellectuelle. Articles L 335.2-L 335.10

UNIVERSITÉ PARIS DESCARTES
Faculté de Médecine PARIS DESCARTES

Année 2018

N° 110

THÈSE
POUR LE DIPLÔME D'ÉTAT
DE
DOCTEUR EN MÉDECINE

Évaluation par un « jeu sérieux » d'une formation aux
gestes de premiers secours chez des collégiens

Présentée et soutenue publiquement
le 21 juin 2018

Par

Victoire DESSAILLY

Née le 6 mai 1987 à Paris (75)

Dirigée par M. Le Docteur Stéphane Gaudry, PH

Jury :

Mme Le Professeur Catherine Paugam-Burtz, PU-PHPrésidente

M. Le Professeur Patrick Plaisance, PU-PH

M. Le Professeur Alexandre Mignon, PU-PH

Mme Le Docteur Fabienne Fieux, PH



REMERCIEMENTS

Merci au Dr Stéphane Gaudry, qui a cru en moi, m'a guidée, écoutée, soutenue, et motivée pendant toutes ces années, et qui reste toujours incroyablement disponible malgré le temps et les responsabilités.

Merci au Dr Patrick Brun, qui nous a ouvert les portes des forums Giga la Vie, avec sympathie et bienveillance.

Merci aux Pr Alexandre Mignon et Antoine Tesnière, qui m'ont accueillie les bras ouverts à Ilumens, pour ce projet de thèse puis pour une année de Master 2. Merci à l'ancienne équipe d'Ilumens, notamment Emeline, Sylviane, et Guillaume, qui m'ont aidée à utiliser leurs ressources dans le laboratoire et au-delà !

Merci aux externes du service de Médecine Intensive et Réanimation de l'hôpital Louis Mourier, qui nous ont suivis dans cette aventure avec enthousiasme.

Merci au Pr Catherine Paugam, au Dr Fabienne Fieux et au Dr Agnès Bonnet, pour leur exemple. Grâce à elles, j'ai compris qu'il est possible d'être à la fois un médecin compétent et une maman investie.

Merci à mes parents, mon frère, et toute ma famille, pour leur foi indéfectible en ma capacité d'arriver sans encombre du premier jour de la P1 jusqu'à la soutenance de cette thèse : l'expérience a montré que vous aviez raison !

Merci à Claire et Blandine: les études de médecine avec vous, c'était vraiment vraiment chouette.

Et bien sûr, merci à mon mari Jona : t'épouser a été la meilleure décision que j'aie prise de ma vie. Je t'aime !

TABLE DES MATIERES

TABLE DES MATIERES	3
CONFLITS D'INTERET	4
ABREVIATIONS	5
INTRODUCTION.....	6
De l'importance de la réanimation par les témoins.....	6
La place des enfants	7
L'apport des <i>jeux sérieux</i>	8
Objectif de l'étude	8
MATERIEL ET METHODES	9
Conception de l'étude.....	9
Critères d'inclusion	9
Randomisation.....	9
Formation à la réanimation cardio pulmonaire	10
Présentation théorique	10
Formation pratique	11
Evaluation.....	12
Critères de jugement.....	14
Critère de jugement principal	14
Critères de jugement secondaires	14
Analyse statistique.....	15
RESULTATS	16
Population.....	16
Critère de jugement principal	17
Critères de jugement secondaires	18
DISCUSSION	19
CONCLUSION	21
REFERENCES.....	22
ANNEXES	25
Annexe 1 : les forums « Giga la Vie »	25
Annexe 2 : présentation PowerPoint utilisée pour la formation.....	27

CONFLITS D'INTERET

J'ai réalisé un stage de Master 2 dans le laboratoire de simulation Ilumens, co-créateur du logiciel *Staying Alive* ®, entre Octobre 2015 et Mars 2016, et ai donc perçu une indemnité de stage de l'Université Paris Descartes, à ce titre, pendant cette période.

Le laboratoire Laerdal Medical nous a généreusement offert 50 mini-mannequins pour réaliser notre étude.

ABREVIATIONS

DAE = Défibrillateur Automatisé Externe

RCP = Réanimation Cardiopulmonaire

MCE = Massage Cardiaque Externe

INTRODUCTION

De l'importance de la réanimation par les témoins

En France, l'arrêt cardiaque extrahospitalier est responsable de 50000 morts par an [1]. La réanimation cardiopulmonaire (RCP) et la mise en route immédiate des services médicaux d'urgence sont des déterminants cruciaux de la survie après un arrêt cardiaque extrahospitalier [2].

Les recommandations internationales soulignent l'importance des témoins dans les premiers maillons de la « chaîne de survie » (appel à l'aide – RCP – défibrillation – prise en charge médicalisée) [3]. En effet, l'augmentation du taux de réanimation cardio-pulmonaire par les témoins est associée à une diminution de la mortalité, [4–6], mais aussi à une diminution des séquelles neurologiques à long terme, d'autant plus qu'un choc électrique externe aura été réalisé[7].

Suite à ces constats, les recommandations indiquent que tous les citoyens devraient être formés aux gestes de premiers secours et que cette formation devrait être évaluée [3]. Il a en effet été montré précédemment que les campagnes de sensibilisation du grand public peuvent permettre de réduire jusqu'à 16% la mortalité par arrêt cardiaque[8]. En France, depuis 10 ans, ce sujet a pris une place importante, en particulier sur la scène politique, comme en témoigne la campagne de sensibilisation du grand public « appeler-masser-défibriller » qui a fait suite au décret n° 2007-705 du 4 mai 2007 autorisant l'utilisation des défibrillateurs automatisés externes par le grand public[9]. Cependant, la réanimation cardio-pulmonaire par les témoins ne paraît pas encore optimale lorsque nous nous comparons à d'autres pays européens. En effet, dans l'agglomération parisienne, les arrêts cardiaques extrahospitaliers surviennent en présence de témoins dans 80% des cas, mais la RCP n'est réalisée que dans 45% des cas seulement [10].

La place des enfants

En 2011, l'American Heart Association (AHA) a publié une circulaire recommandant la formation systématique et obligatoire des élèves de collège/lycée à la RCP[11]. Plusieurs méthodes de formation des élèves à la RCP ont été développées, incluant théorie et pratique [12], utilisant le plus souvent des mannequins pour l'apprentissage du massage cardiaque externe (MCE) [13, 14].

Des études antérieures ont démontré que les enfants sont capables de réaliser des compressions thoraciques efficaces à partir de l'âge de 11 à 13 ans, selon leur poids et leur corpulence. Ils sont, de plus, très tôt capables d'appeler à l'aide et d'utiliser un défibrillateur automatisé externe [11]. Même si la formation à la RCP a été montrée faisable à une large échelle chez les enfants d'âge scolaire, [13, 14], cette formation n'a pas encore prouvé son efficacité.

Certaines études suggèrent qu'environ 100 000 vies par an dans le monde pourraient être sauvées si toute la population, et les enfants en particulier, était entraînée aux gestes de premiers secours [12, 15, 16]. Dans les pays où cette formation est obligatoire à l'école, la RCP est initiée par les témoins dans 60 à 75% des cas de mort subite, et le taux de survie après arrêt cardiaque extrahospitalier peut même être triplé [17].

En janvier 2015, l'OMS a apporté son soutien à la déclaration « Kids Save Life », un communiqué du Conseil Européen de Réanimation promouvant une formation basique de 2h à la réanimation cardio-pulmonaire chaque année à partir de l'âge de 12 ans pour tous les élèves des écoles du monde [16–19]

L'apport des jeux sérieux

Les logiciels de simulation 3D-temps réel, aussi appelés *jeux sérieux*, sont des jeux destinés à des usages autres que le divertissement: éducation, santé, publicité, formation professionnelle, etc... [20]. Depuis le début des années 2000, ce terme s'applique plutôt aux jeux vidéo sur tous types de supports (console, tablette, ordinateur), bien que les premiers jeux sérieux aient été des jeux de cartes ou de plateaux. En tant qu'outil pédagogique, les jeux sérieux ont *a priori* de nombreux avantages : utilisation de l'apprentissage par l'erreur, respect des différents rythmes d'apprentissage, interaction possible entre les élèves[21]. Il reste néanmoins difficile de déterminer précisément l'apport pédagogique des *jeux sérieux*.

Le développement des *jeux sérieux* comme supports éducatifs a apporté de nouveaux outils de formation dans plusieurs domaines de la santé [22, 23]. Certains de ces jeux ont été développés pour l'entraînement à la RCP des étudiants en médecine et non médicaux [24–26]. *Staying Alive*® (Ilumens-Dassault Systèmes) est un de ces “jeux”, qui permet aux citoyens français de s'entraîner à la RCP. Le jeu comporte deux scénarios équivalant à deux niveaux de difficulté croissante. Ce logiciel a été créé comme un outil d'entraînement, mais son déroulement permet de l'utiliser également comme outil d'évaluation des connaissances et compétences relatives à la RCP.

Objectif de l'étude

Nous avons réalisé une étude prospective, randomisée, contrôlée pour évaluer l'efficacité d'une séance de formation d'une heure à la réanimation cardio-pulmonaire pour des élèves de collège (âgés de 11 à 12 ans). L'évaluation des connaissances des élèves était réalisée au cours d'une séance de *jeu sérieux* sur le logiciel 3D-temps réel *Staying Alive*®.

MATERIEL ET METHODES

Conception de l'étude

Nous avons conduit cette étude prospective, multicentrique, entre Septembre 2014 et Juin 2015, dans cinq collèges des Hauts-de-Seine.

La mise en place d'une étude de ce type ne nécessite pas l'accord d'un comité d'éthique. Cependant, nous avons recueilli au préalable, pour chaque collège, l'accord du directeur d'établissement et de l'association des parents d'élèves. Les parents de tous les élèves concernés ont reçu une lettre d'information et avaient la possibilité de s'opposer à la participation de leur enfant à l'étude. Enfin, les élèves eux-mêmes avaient la possibilité de refuser de participer, à chaque étape du projet.

Critères d'inclusion

Nous avons inclus tous les élèves de 6^{ème} et 5^{ème} de cinq collèges des Hauts-de-Seine participant au forum « Giga la Vie » (cf. Annexe 1). Ce forum itinérant est un projet à l'intention des élèves de la 6^{ème} à la 3^{ème} dans le département des Hauts-de-Seine. Chaque année, les élèves participent, le temps d'une journée, à différents ateliers conduits par des professionnels : informations sur la drogue, les jeux vidéo, les maladies sexuellement transmissibles, la nutrition etc... Ces ateliers sont adaptés à leur âge et leur maturité. Les élèves inclus devaient avoir les capacités de comprendre et de participer à une formation sur l'arrêt cardiaque.

Randomisation

Nous avons utilisé une randomisation en cluster pour assigner les élèves des collèges inclus dans deux groupes : deux collèges dans le groupe « formation à la RCP », trois collèges dans le groupe « contrôle ».

Formation à la réanimation cardio pulmonaire

Présentation théorique

La formation avait lieu au sein des collèges, dans un espace dédié. Trente à soixante élèves (1 ou 2 classes) y participaient. La session était dirigée par un médecin réanimateur (interne – V. Dessailly- ou sénior – S. Gaudry), assisté de 3 étudiants hospitaliers qui supervisaient les exercices pratiques sur mini-mannequins. Les professeurs principaux étaient présents, ainsi que le professeur dont le cours était remplacé par la formation (en général le professeur d'éducation physique ou de biologie).

La première part de la formation était constituée par une présentation théorique sur l'arrêt cardiaque et la RCP. Etaient exposés une physiopathologie simplifiée du fonctionnement cardiaque normal et de la mort subite, les causes possibles de l'arrêt, et le principe de réversibilité de l'arrêt. Puis étaient présentée la chaîne de survie : la reconnaissance de l'arrêt cardiaque, l'appel des secours, le massage cardiaque exclusif, l'utilisation du défibrillateur automatisé externe.

Nous avons élaboré cette présentation théorique à l'aide des documents émis par le Ministère de l'Intérieur[27, 28] et conformément aux recommandations relatives à l'initiation du grand public aux gestes de premiers secours [29]. Les informations étaient adaptées à la maturité et à la sensibilité de jeunes enfants. Les élèves étaient encouragés à exprimer leur ressenti à tout moment et à poser des questions à la fin de la présentation. Cette première partie théorique était assistée par une présentation PowerPoint projetée dans la salle, afin de fournir un support visuel et de parfaire la reproductibilité de cette première partie (cf. Annexe 2).

Formation pratique

La seconde partie de la formation était consacrée à la pratique du massage cardiaque externe et à l'utilisation du DAE. Chaque enfant avait à disposition un mini-mannequin *MiniAnnePlus*® (Laerdal medical, Stavanger, Norvège). Les mannequins étaient adaptés à la force physique d'enfants de l'âge concerné. Après avoir observé le massage cardiaque effectué par l'instructeur, les élèves s'entraînaient pendant une quinzaine de minutes, sous la supervision de l'instructeur et des étudiants hospitaliers (Figure 1). Puis, à l'aide de DAE de simulation, les élèves apprenaient à utiliser l'appareil: allumage, placement des électrodes, délivrance du choc.



Figure 1 Pratique du massage cardiaque externe sur mini-mannequins

Nous avons choisi d'enseigner la réanimation cardiaque exclusive (sans insufflations) conformément aux recommandations du Ministère de l'Intérieur [29]. Cette orientation est encore discutée en Europe, malgré plusieurs études qui tendent à montrer une efficacité

équivalente voire supérieure de cette méthode de réanimation pratiquée par le grand public [30, 31].

Après cette période d'expérimentation, les élèves volontaires pouvaient participer à une petite session de simulation devant toute la classe. Le scénario prenait place dans le cadre d'un cours de sport. Un des élèves (joué par un étudiant hospitalier), était victime d'un arrêt cardiaque au cours d'une séance de course à pied. Les élèves participants devaient réagir "comme dans la vraie vie", jusqu'au massage cardiaque effectué sur un mannequin à côté de la victime et à l'utilisation du DAE (également sur le mannequin). Là aussi, les élèves étaient conviés à exprimer leurs émotions et leurs questions lors d'un court débriefing.

Evaluation

L'évaluation intervenait 2 à 3 mois après la formation, à l'occasion d'un forum « Giga la Vie ». Lors du forum, les élèves étaient libres de se déplacer d'atelier en atelier comme bon leur semblait. Le large choix d'activités (nutrition, addiction aux jeux vidéo, etc..) entraînait l'impossibilité pour chaque élève de participer à toutes les activités. Des élèves se présentaient donc régulièrement à « notre » stand, sans avoir connaissance du thème et des activités proposées.

Notre atelier était composé de 4 ordinateurs disposés dans un espace dédié, à l'abri des regards, et de telle sorte qu'un élève assis à une table ne puisse pas voir ni entendre ce qu'il se passait sur l'ordinateur de l'autre enfant. Chaque ordinateur était équipé du logiciel *Staying Alive*® (Ilumens- Dassault Systèmes). Le scénario choisi était celui de l'arrêt cardiaque d'un jeune homme dans un stade au cours d'un entraînement de football (Figure 2).

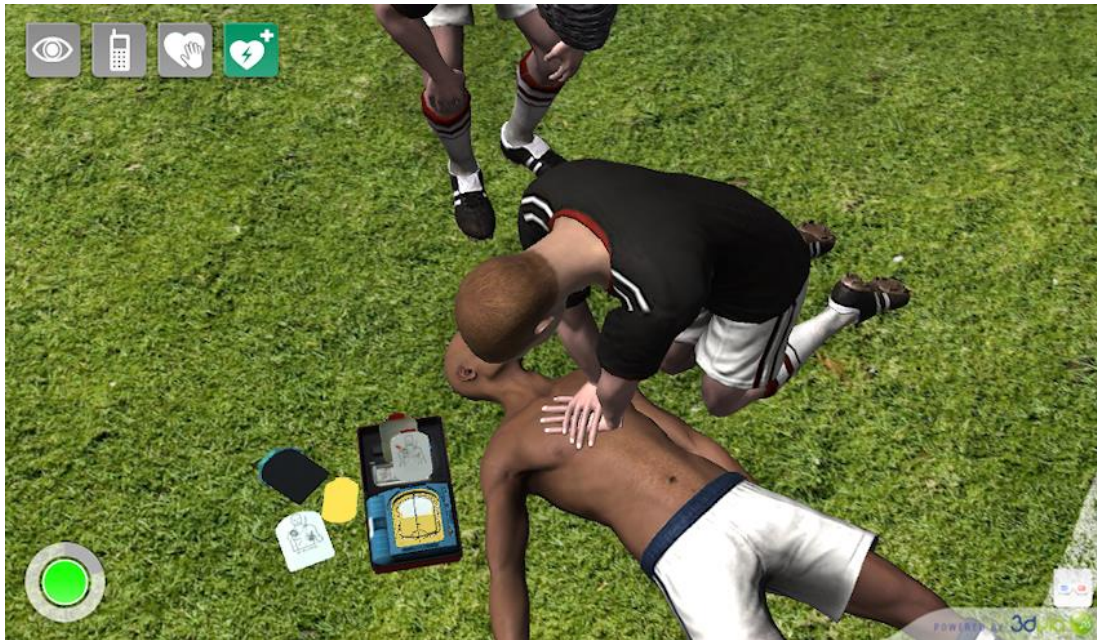


Figure 2 Capture d'écran de *Sating Alive* au moment du massage cardiaque externe

Tout au long de sa progression dans le jeu, chaque élève était observé et évalué par un étudiant en médecine (Figure 3) qui collectait les informations suivantes :

- Temps nécessaire pour accomplir chaque étape (appeler à l'aide, commencer les compressions thoraciques, utiliser le défibrillateur automatisé externe)
- Placement des mains pour les compressions thoraciques (4 positions possibles dans le scénario)
- Placement des électrodes du défibrillateur (4 emplacements possibles dans le scénario)

Si l'élève était bloqué pendant plus d'une minute à une étape, le superviseur l'aidait à terminer cette étape. A la fin du scénario, il était demandé à chaque élève le numéro à appeler dans cette situation. Les évaluateurs (étudiants hospitaliers) étaient en aveugle du groupe de randomisation.



Figure 3 Elève en cours d'évaluation

Critères de jugement

Critère de jugement principal

Le critère de jugement principal était le temps total écoulé entre le début du jeu et la délivrance du premier choc électrique externe

Critères de jugement secondaires

Les critères de jugement secondaires étaient :

- Numéro d'urgence évoqué (15, 18 ou 112 étaient acceptés comme numéros corrects)
- Placement des mains pour les compressions thoraciques
- Placement des électrodes du défibrillateur

Analyse statistique

Les variables discontinues ont été décrites par leurs valeurs (pourcentage) et comparées en utilisant un test du Chi-2. La distribution des valeurs continues a été testée par un test de Kolgomorov-Smirnov. Les valeurs continues de distribution normale ont été décrites par leurs valeurs moyennes et leurs déviations standard et comparées en utilisant un test t de Student.

Les valeurs discontinues de distribution non-normale ont été décrites par leurs valeurs moyennes et interquartiles et comparées par un test de Mann-Whitney.

Pour le critère de jugement principal, nous n'avons pas uniquement comparé le temps total utilisé pour terminer le jeu, mais également la progression à travers les différentes étapes en utilisant une analyse de variance à 2 variables (ANOVA à 2 variables).

Une valeur de p inférieure à 0,05 était considérée comme indiquant une différence statistiquement significative.

RESULTATS

Population

Cinq collèges ont été inclus dans l'étude. Parmi eux, deux ont été randomisés dans le groupe « formation à la RCP » (nous les appellerons collèges A et B), avec 255 élèves formés au total. Les trois autres collèges (que nous appellerons collèges C, D et E) ont été randomisés dans le groupe « contrôle », soit un total de 489 élèves randomisés dans ce groupe.

Le jour de l'évaluation, 199 élèves ont été évalués, dont 72 appartenaient à un collège du groupe « formation à la RCP » (cf. Figure 4)

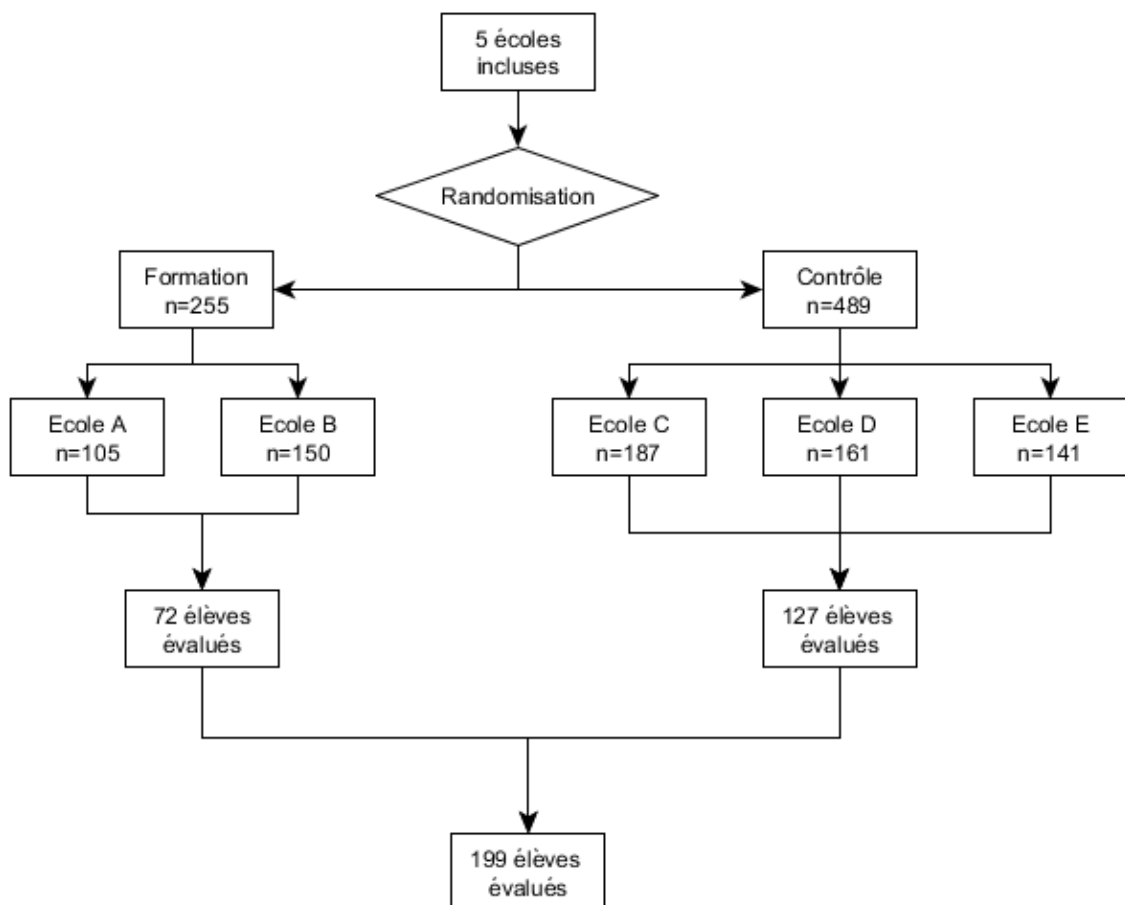


Figure 4 Diagramme de flux

Il n'y avait pas de différence significative d'âge, de répartition des sexes et de niveau scolaire entre les élèves des deux groupes (Tableau 1).

	Formés n=72	Non formés n=127	p
Age: années, médiane [IQR]	12 [11-12]	12 [11-12]	0.72
Niveau 6ème: n (%)	41 (57)	68 (53)	0.63
Niveau 5ème: n (%)	31 (43)	59 (47)	0.61
Filles: n (%)	35 (49)	66 (52)	0.64

Tableau 1 Caractéristiques des élèves évalués

Critère de jugement principal

Le temps total moyen nécessaire pour terminer le jeu était plus court dans le groupe « formation à la RCP » (169 (+/-28) secondes vs 185 (+/- 32) secondes, $p < 0.001$). La Figure 5 montre la progression dans le temps au fur et à mesure des différentes étapes du jeu (appeler à l'aide – massage cardiaque externe – choc électrique externe). La différence de temps entre les groupes s'accroissait au fur et à mesure du jeu.

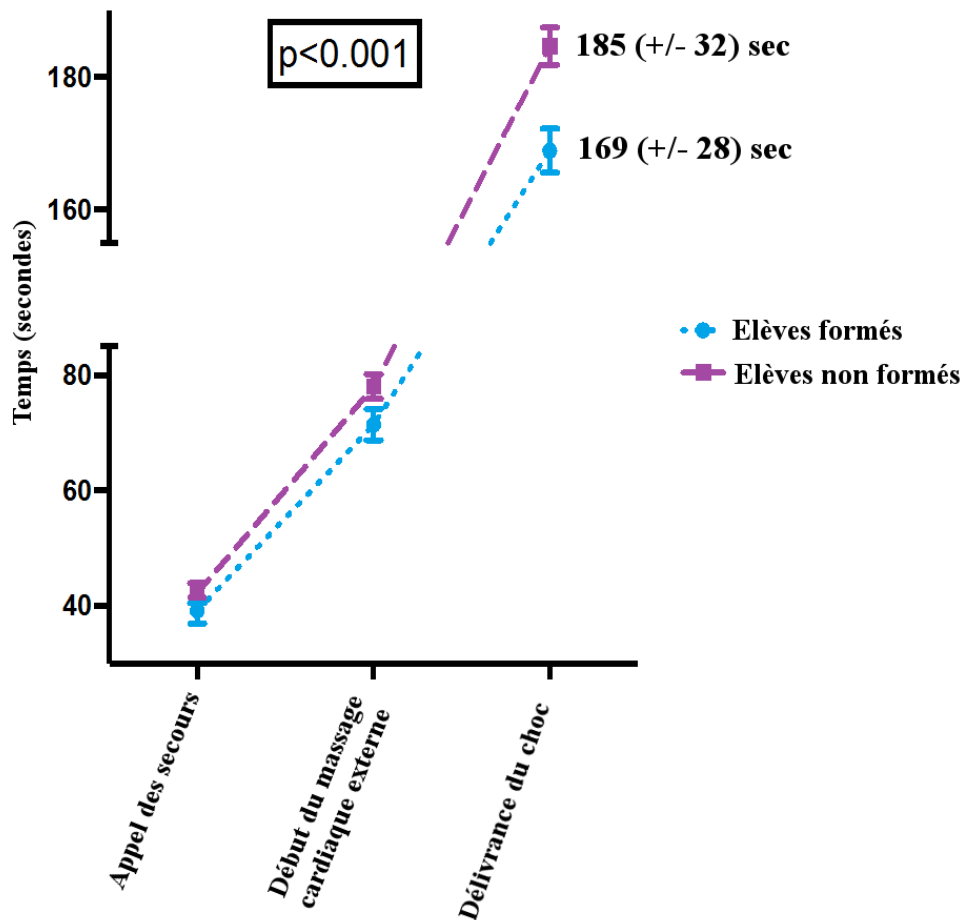


Figure 5 Temps moyen nécessaire pour compléter chaque étape du jeu

Critères de jugement secondaires

La connaissance d'un numéro de secours correct n'était pas différente entre les deux groupes (92% chez les élèves formés vs 86% chez les élèves non-formés, $p=0.24$). Le placement des mains au cours du massage cardiaque était meilleur dans le groupe « formation à la RCP » (92% vs 73%, $p=0.002$). Enfin, le placement des électrodes était meilleur chez les élèves formés (44% vs 10%, $p<0.001$).

DISCUSSION

Cette étude a montré l'efficacité d'une formation à la RCP assistée par mini-mannequins chez des élèves de 6^{ème} et de 5^{ème}. Les connaissances et la rapidité d'exécution ont été améliorées par cette formation.

De précédentes études avaient montré la faisabilité de ce genre de formation[32], et la satisfaction résultante chez les élèves formés [33], mais sans évaluation des connaissances et compétences acquises. Il s'agit cependant d'une évaluation à court terme sur un petit effectif. Une évaluation à long-terme devra compléter ce travail.

Le schéma de cette étude, utilisant un *jeu sérieux* pour évaluer l'efficacité de la formation chez les élèves, est innovant. Cet outil d'évaluation nous a semblé particulièrement simple à utiliser, notamment parce qu'il ne requiert qu'un ordinateur et un examinateur. Dans un futur proche, nous souhaitons automatiser l'évaluation en modifiant le logiciel *Staying Alive* ®, permettant ainsi une évaluation sans examinateur.

Nous avons axé notre intervention sur de jeunes élèves (autour de 12 ans) parce qu'ils peuvent facilement acquérir de nouvelles connaissances. De plus, cette population est connue pour disséminer efficacement les connaissances au sein de leurs familles [32]. Plus qu'apprendre des techniques de réanimation, ces sessions de formation attirent l'attention des enfants sur les valeurs sociales et l'assistance mutuelle. Cette thématique est développée dans de nouveaux supports telles que les applications sur l'arrêt cardiaque [34, 35].

Cette étude présente certaines limites. Il pourrait exister un biais de sélection dû au fait que nous avons randomisé des collèges au lieu de randomiser les élèves eux-mêmes. Malgré cela, tous les élèves étant scolarisés dans la même ville, il semble peu probable qu'il existe des différences importantes entre les 2 groupes de randomisation. Par ailleurs, nous n'avons pas

pu évaluer tous les élèves à cause de la durée du forum « Giga la Vie ». La limite la plus importante, fréquemment observée dans ce type d'étude, réside dans le manque d'évaluation pré-intervention.

La différence de temps total entre les deux groupes (critère de jugement principal) peut sembler relativement faible. Il faut néanmoins reconnaître que *Staying Alive* a été créé comme un outil de formation, et non d'évaluation. Ainsi, la séquence des différentes actions à réaliser est imposée par le jeu, ce qui empêche, par exemple, de débiter le massage cardiaque sans avoir appelé les secours. Les élèves du groupe « contrôle », habitués comme tous les enfants de leur âge à progresser dans un jeu vidéo, ont donc pu réaliser de bons scores sans avoir les connaissances nécessaires. De même, pour le placement des mains lors du massage cardiaque, ou celui des électrodes du défibrillateur, le choix était fermé entre plusieurs options, ce qui évitait les comportements aberrants et donnait des indices même aux enfants qui n'avaient aucune notion de RCP. Il est donc possible que l'habitude et l'aptitude à progresser dans un jeu vidéo soient entrées en compte dans la « réussite » du jeu, autant que les connaissances et compétences réelles sur la RCP.

Il est également à noter que le jeu ne permet évidemment pas d'évaluer complètement les compétences techniques telles que le massage cardiaque externe. La position des mains sur le thorax et la fréquence de massage étaient évalués par le jeu, mais pas la profondeur des compressions ni l'existence d'un temps suffisant de décompression, qui sont des critères importants pour l'efficacité du MCE.

Notre étude a donc permis de tester l'utilisation d'un jeu sérieux comme méthode d'évaluation après une formation conventionnelle à la RCP. Cet outil nous a semblé simple d'utilisation, et relativement performant. Son efficacité serait évidemment améliorée par l'utilisation d'un jeu spécialement développé à but d'évaluation.

CONCLUSION

Une formation d'une heure à la réanimation cardio-pulmonaire assistée par mini-mannequins a permis d'améliorer significativement les connaissances et compétences de jeunes collégiens, évaluées à l'aide d'un jeu sérieux.

REFERENCES

- [1] Gräsner J-T, Lefering R, Koster RW, Masterson S, Böttiger BW, Herlitz J, et al. EuReCa ONE—27 Nations, ONE Europe, ONE Registry. *Resuscitation* 2016;105:188–95.
- [2] Sasson C, Rogers MAM, Dahl J, Kellermann AL. Predictors of Survival From Out-of-Hospital Cardiac Arrest A Systematic Review and Meta-Analysis. *Circ Cardiovasc Qual Outcomes* 2010;3:63–81.
- [3] Nolan JP, Soar J, Zideman DA, Biarent D, Bossaert LL, Deakin C, et al. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2010 Section 1. Executive summary. *Resuscitation* 2010;81:1219–76.
- [4] Iwami T, Kitamura T, Kiyohara K, Kawamura T. Dissemination of Chest Compression-Only Cardiopulmonary Resuscitation and Survival After Out-of-Hospital Cardiac Arrest. *Circulation* 2015;132:415–22.
- [5] Hasselqvist-Ax I, Herlitz J, Svensson L. Early CPR in Out-of-Hospital Cardiac Arrest. *N Engl J Med* 2015;373:1573–4.
- [6] Malta Hansen C, Kragholm K, Pearson DA, Tyson C, Monk L, Myers B, et al. Association of Bystander and First-Responder Intervention With Survival After Out-of-Hospital Cardiac Arrest in North Carolina, 2010-2013. *JAMA* 2015;314:255–64.
- [7] Kragholm K, Wissenberg M, Mortensen RN, Hansen SM, Malta Hansen C, Thorsteinsson K, et al. Bystander Efforts and 1-Year Outcomes in Out-of-Hospital Cardiac Arrest. *N Engl J Med* 2017;376:1737–47.
- [8] Nehme Z, Andrew E, Bernard S, Patsamanis H, Cameron P, Bray JE, et al. Impact of a public awareness campaign on out-of-hospital cardiac arrest incidence and mortality rates. *Eur Heart J* 2017;38:1666–73.
- [9] Ministère de la Santé. Décret no 2007-705 du 4 mai 2007 relatif à l'utilisation des défibrillateurs automatisés externes par des personnes non médecins et modifiant le code de la santé publique (dispositions réglementaires). 2007.
- [10] Bougouin W, Lamhaut L, Marijon E, Jost D, Dumas F, Deye N, et al. Characteristics and prognosis of sudden cardiac death in Greater Paris: population-based approach from the Paris Sudden Death Expertise Center (Paris-SDEC). *Intensive Care Med* 2014;40:846–54.
- [11] Cave DM, Aufderheide TP, Beeson J, Ellison A, Gregory A, Hazinski MF, et al. Importance and implementation of training in cardiopulmonary resuscitation and automated external defibrillation in schools: a science advisory from the American Heart Association. *Circulation* 2011;123:691–706.
- [12] Plant N, Taylor K. How best to teach CPR to schoolchildren: a systematic review. *Resuscitation* 2013;84:415–21.

- [13] Lorem T, Palm A, Wik L. Impact of a self-instruction CPR kit on 7th graders' and adults' skills and CPR performance. *Resuscitation* 2008;79:103–8.
- [14] Nielsen AM, Henriksen MJV, Isbye DL, Lippert FK, Rasmussen LS. Acquisition and retention of basic life support skills in an untrained population using a personal resuscitation manikin and video self-instruction (VSI). *Resuscitation* 2010;81:1156–60.
- [15] Bohn A, Van Aken H, Lukas RP, Weber T, Breckwoldt J. Schoolchildren as lifesavers in Europe - training in cardiopulmonary resuscitation for children. *Best Pract Res Clin Anaesthesiol* 2013;27:387–96.
- [16] Böttiger BW, Van Aken H. Training children in cardiopulmonary resuscitation worldwide. *Lancet Lond Engl* 2015;385:2353.
- [17] Bohn A, Lukas RP, Breckwoldt J, Böttiger BW, Van Aken H. “Kids save lives”: why schoolchildren should train in cardiopulmonary resuscitation. *Curr Opin Crit Care* 2015;21:220–5.
- [18] Beck S, Meier-Klages V, Michaelis M, Sehner S, Harendza S, Zöllner C, et al. Teaching school children basic life support improves teaching and basic life support skills of medical students: A randomised, controlled trial. *Resuscitation* 2016;108:1–7.
- [19] Wissenberg M, Lippert FK, Folke F, Weeke P, Hansen CM, Christensen EF, et al. Association of national initiatives to improve cardiac arrest management with rates of bystander intervention and patient survival after out-of-hospital cardiac arrest. *JAMA* 2013;310:1377–84.
- [20] David Michael and Sande Chen. *Serious Games: Games That Educate, Train, et Inform*. Cengage Learning PTR 2011.
- [21] Djaouti D. Serious Games pour l'éducation : utiliser, créer, faire créer ? *Tréma* 2016;51–64.
- [22] Graafland M, Schraagen JM, Schijven MP. Systematic review of serious games for medical education and surgical skills training. *Br J Surg* 2012;99:1322–30.
- [23] Wiecha J, Heyden R, Sternthal E, Merialdi M. Learning in a virtual world: experience with using second life for medical education. *J Med Internet Res* 2010;12:e1.
- [24] Creutzfeldt J, Hedman L, Felländer-Tsai L. Effects of pre-training using serious game technology on CPR performance--an exploratory quasi-experimental transfer study. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med* 2012;20:79.
- [25] Boada I, Rodriguez-Benitez A, Garcia-Gonzalez JM, Olivet J, Carreras V, Sbert M. Using a serious game to complement CPR instruction in a nurse faculty. *Comput Methods Programs Biomed* 2015;122:282–91.
- [26] Khanal P, Vankipuram A, Ashby A, Vankipuram M, Gupta A, Drumm-Gurnee D, et al. Collaborative virtual reality based advanced cardiac life support training simulator using virtual reality principles. *J Biomed Inform* 2014;51:49–59.

- [27] Ministère de l'Intérieur. Les gestes qui sauvent, document pédagogique à l'usage des formateurs. 2014.
- [28] Arrêté du 6 novembre 2009 relatif à l'initiation des personnes non médecins à l'utilisation des défibrillateurs automatisés externes.
- [29] Ministère de l'intérieur, de l'outre-mer et des collectivités territoriales. Recommandations de la Direction de la Sécurité Civile relatives à l'initiation du grand public à la prise en charge de l'arrêt cardiaque et à l'utilisation de dfibrillateurs automatisés externes. 2010.
- [30] Cardiopulmonary resuscitation by bystanders with chest compression only (SOS-KANTO): an observational study. *The Lancet* 2007;369:920–6.
- [31] Nikolaou NI, Arntz H-R, Bellou A, Beygui F, Bossaert LL, Cariou A, et al. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2015 Section 8. Initial management of acute coronary syndromes. *Resuscitation* 2015;95:264–77.
- [32] Isbye DL, Rasmussen LS, Ringsted C, Lippert FK. Disseminating cardiopulmonary resuscitation training by distributing 35,000 personal manikins among school children. *Circulation* 2007;116:1380–5.
- [33] Sánchez B, Algarte R, Valdelvira I, Fernandez-Dorado F, Quintana S, Geeraerts T, et al. Training in trains: an educational program to teach bystander CPR : A LIFE-PRIORITY Foundation initiative. *Intensive Care Med* 2015;41:1361–2.
- [34] Ringh M, Rosenqvist M, Hollenberg J, Jonsson M, Fredman D, Nordberg P, et al. Mobile-phone dispatch of laypersons for CPR in out-of-hospital cardiac arrest. *N Engl J Med* 2015;372:2316–25.
- [35] Uray T, Lunzer A, Ochsenhofer A, Thanikkel L, Zingerle R, Lillie P, et al. Feasibility of life-supporting first-aid (LSFA) training as a mandatory subject in primary schools. *Resuscitation* 2003;59:211–20.
- [36] Creutzfeldt J, Hedman L, Heinrichs L, Youngblood P, Felländer-Tsai L. Cardiopulmonary resuscitation training in high school using avatars in virtual worlds: an international feasibility study. *J Med Internet Res* 2013;15:e9.
- [37] Adams SA. Use of “serious health games” in health care: a review. *Stud Health Technol Inform* 2010;157:160–6.
- [38] Zyda M. From visual simulation to virtual reality to games. *Computer* 2005;38:25–32.
- [39] Stokes BG. Videogames have changed: time to consider “Serious Games”? *Dev Educ J* 2005;11:12.
- [40] Graafland M, Dankbaar M, Mert A, Lagro J, De Wit-Zuurendonk L, Schuit S, et al. How to systematically assess serious games applied to health care. *JMIR Serious Games* 2014;2:e11.

ANNEXES

Annexe 1 : les forums « Giga la Vie »



L'Institut des Hauts-de-Seine, association loi 1901 créée en 1994, développe des programmes éducatifs et préventifs dans le département 92, en partenariat avec la CPAM, la DDASS, et l'Inspection académique. Environ 30 000 personnes par an participent ainsi à des « forums » destinés aux collégiens (Giga la Vie), aux personnes âgées (Giga Séniors) et aux femmes (Femmes sans Frontières).

Le forum itinérant « Giga la Vie », créés en 1994, s'adresse aux adolescents. Il conduit des actions d'éducation dans les domaines de la santé (sida, sexualité, nutrition, hygiène corporelle et bucco-dentaire), du dépistage (dentaire, cardio-vasculaire, gynécologique, auditif et visuel), des actions de prévention contre la délinquance et les comportements à risque (toxicomanies, dopage, errance des jeunes, prévention du suicide et de la prostitution).



Le forum se déplace de ville en ville dans tout le département des Hauts-de-Seine. Il permet chaque année à plus de 15 000 collégiens (collégiens des classes de 6^{ème} à la 3^{ème} et quelques classes de 2^{nde} de lycées techniques) et jeunes handicapés de bénéficier de dépistages gratuits et d'entretiens personnalisés avec un personnel encadrant de plus de 250 personnes composées de médecins, infirmières, puéricultrices, chirurgiens-dentistes, psychologues, policiers, gendarmes et animateurs issus d'associations spécialisées.

Le forum est installé dans un gymnase pour 1 ou 2 jours. Environ 40 stands sont installés, avec du matériel éducatif ludique, des vidéos, des jeux, des affiches et des brochures éditées spécialement.



Les équipes de l'Institut des Hauts-de-Seine poursuivent cette action éducative tout au long de l'année grâce à différents partenaires et associations (Le Nid, SOS amitié, Action innocence etc...).

Annexe 2 : présentation PowerPoint utilisée pour la formation

<p>Sauvons des vies!</p>  <p>Victoria DESSAÏLY Laboratoire Rumens</p>	<p>Le cœur: ça sert à quoi?</p> <p>Le cœur est une grosse pompe.</p> <p>Il envoie le sang dans les organes pour leur apporter l'oxygène nécessaire à leur fonctionnement.</p> <p>Il envoie le sang utilisé dans les poumons pour récupérer de nouveau de l'oxygène.</p>	<p>L'arrêt cardiaque, qu'est-ce que c'est?</p> <p>Le cœur s'arrête de battre de façon... subite.</p>
<p>Pourquoi le cœur s'arrête?</p>  <p>Parce qu'il est trop vieux... et ça on ne peut rien y faire!</p>  <p>Parce qu'il est malade tout d'un coup... et ça peut s'arranger!</p>	<p>... et alors?</p> <p>Tous les organes sont privés de l'oxygène indispensable à leur fonctionnement, et petit à petit tous meurent!</p> <p>En quelques minutes, ils atteignent un stade de dégradation incompatible avec la vie.</p>	<p>Qu'est-ce qu'on peut faire?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Reconnaître quand quelqu'un fait un arrêt cardiaque en face de nous 2. Mettre en place la « chaîne de survie » 3. Apprendre aux gens autour de nous à faire pareil
<p>1) Reconnaître un arrêt cardiaque</p> <p>3 signes typiques:</p> <ul style="list-style-type: none"> - la personne s'effondre par terre - elle ne répond plus - elle ne respire plus ou respire bizarrement 	<p>2) La chaîne de survie</p>  <p>Doit être mise en place: LE PLUS VITE POSSIBLE</p>	<p>Appeler les secours 15</p> <p>Appeler le 15 Immédiatement</p> <p>C'est la première chose à faire</p> <p>« Allô, je suis à tel endroit, quelqu'un a fait un arrêt cardiaque » ne pas raccrocher tant qu'on ne vous l'a pas dit</p>
<p>Commencer le massage cardiaque</p>  <p>Objectif faire circuler le sang à la place du cœur pour apporter de l'oxygène aux organes</p>	<p>Commencer le massage cardiaque</p>  <p>Zone d'appui Talon de la main entre les deux seins</p>	<p>Commencer le massage cardiaque</p>  <p>100 compressions par minute « musique StayingAlive »</p> <p>NE PAS S'ARRÊTER DE MASSER tant que les secours ne sont pas arrivés</p>

Définir le cœur



Aller chercher un défibrillateur
ou
envoyer quelqu'un le chercher
car il ne faut pas arrêter le
massage cardiaque

13

Le défibrillateur on le trouve où?



Signalé dans tous les lieux publics
par ce logo

14

Comment ça marche?

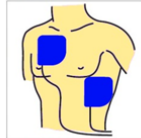
Le défibrillateur automatique externe (DAE)
envoie une **décharge d'électricité** dans le cœur
pour le « rephaser »

15

1) Appuyer sur le bouton vert « On »



2) Mettre les patches sur le thorax selon les dessins



3) Faire ce qu'il nous dit!

Le défibrillateur peut nous dire:

« **Choc électrique recommandé.**
Eloignez-vous du patient
Appuyez maintenant sur le **bouton clignotant
rouge** »



ATTENTION!

- Pendant le **CHOC**, c'est le seul moment où on doit arrêter le massage cardiaque
- Sinon : **NE PAS ARRETER LE MASSAGE CARDIAQUE**



19

Et après !



20

ON RESUME

APPELER LE 15



MASSAGE CARDIAQUE



DEFIBRILLER



21

Des questions?



Et maintenant
... place à la pratique!

La technique



- mains l'une sur l'autre
- doigts croisés
- bras tendus
- on appuie entre les deux seins
- le plus fort possible
- au rythme de « Staying Alive »

Évaluation par un *jeu sérieux* d'une formation d'une heure à la réanimation cardiopulmonaire pour des collégiens

Contexte : L'appel des secours et l'initiation d'une réanimation cardiopulmonaire (RCP) précoce sont déterminants pour la survie des victimes d'arrêts cardiaques. Tous les citoyens, en particulier les élèves du secondaire, devraient y être formés. **Objectif :** Evaluer l'efficacité d'une formation à la RCP au collège grâce à un *jeu sérieux*. **Méthode :** 2 collèges sur les 5 inclus ont été randomisés dans le groupe « formation à la RCP ». Les élèves de 6^{ème} et 5^{ème} de ces collèges ont reçu une formation théorique et pratique à la RCP. 3 mois après, les élèves des 5 collèges ont été évalués grâce à un *jeu sérieux* reproduisant une situation d'arrêt cardiaque (*Staying Alive*®, ILUMENS-Dassault Systèmes). Le critère de jugement principal était le temps nécessaire pour terminer le jeu (délai arrêt cardiaque - délivrance du choc électrique). Les critères de jugement secondaires étaient: la connaissance d'un numéro d'urgence, le placement des mains durant le massage cardiaque, le placement des électrodes du défibrillateur. **Résultats :** Parmi les 199 élèves évalués, 72 avaient été formés. Le temps nécessaire pour terminer le jeu était plus court dans le groupe formé (169 (+/- 28) vs 185 (+/- 32) secondes ; $p < 0,001$). Le placement des mains pour le massage cardiaque était plus souvent correct dans le groupe formé. Les électrodes du DAE étaient plus fréquemment bien placées dans le groupe formé. **Discussion/Conclusion :** Une formation d'une heure à la RCP améliore significativement les performances de jeunes enfants lors d'une simulation 3D temps-réel reproduisant un scénario de mort subite.

Mots clés : réanimation cardio-pulmonaire - jeu sérieux - éducation

Serious-game evaluation of a one-hour cardiopulmonary resuscitation training for secondary school students

Background/aims: Cardiopulmonary resuscitation and immediate activation of emergency medical services are crucial determinants of survival after cardiac-arrest. All citizens, including secondary school students should be taught how to perform cardiopulmonary resuscitation (CPR). We conducted a case-control study to evaluate the efficacy of a one-hour CPR training. **Material and methods:** 2 schools (out of 5 included) were randomized to receive a one-hour CPR-training session. The session contained a theoretical lecture and a practical training. 3 months later, both trained and non-trained students were assessed using a *serious game* reproducing real-life cardiac arrest situation (3D real-time simulation software *Staying Alive*®, ILUMENS-Dassault Systèmes). Primary outcome was the time spent to complete the game (onset of cardiac arrest to shock delivery). Secondary outcomes included knowledge of emergency call, hand placement during chest compressions and defibrillator's electrodes placement. **Results and discussion:** Among 199 students assessed on the *serious game*, 72 had been trained. The total game completion time was 169 (+/-28) seconds in the trained group versus 185 (+/-32) seconds in the non-trained group ($p < 0.001$). Hands were more often properly placed during chest compression in the trained-group. Electrodes of automated external defibrillator were more often properly placed in the trained-group. **Conclusion:** A one-hour cardiopulmonary resuscitation training session improved significantly young students' performance during a 3D-real life simulation session.

Keywords : cardiopulmonary resuscitation – education – serious games

Université Paris Descartes
Faculté de Médecine Paris Descartes
15, rue de l'Ecole de Médecine
75270 Paris cedex 06