

LE BRACELET MEDICAL CONNECTE

Le but de ce travail, de préférence, en totale autonomie, est de vous familiariser avec la mise en œuvre et la réalisation du projet en deuxième année de bts. Ce travail est à mener suite à un cahier des charges imposé par un donneur d'ordres (chef d'entreprise).

Il s'agit de fournir en fin de mini-projet (ou de projet, en deuxième année) une carte électronique et un rapport répondant au cahier des charges comportant tous les essais, les tests, le schéma, le typon, les relevés de mesure et d'oscilloscope et les codes qui ont permis de programmer le microcontrôleur utilisé.

Les projets, proposés par le chef d'entreprise en lien avec le professeur, sont toujours d'actualité : existants déjà ou à améliorer.

Le travail se fait toujours en équipe et un chef d'équipe doit être désigné.

Le travail commence toujours, pour chaque étudiant, par :

- La prise de connaissance du mini projet (ou projet) proposé à travers le cahier des charges
- Faire des recherches bibliographiques nécessaires sur des travaux publiés qui touchent de près ou de loin au cahier des charges
- La recherche de composants pouvant répondre au cahier des charges.
- Le choix de l'environnement du microcontrôleur et toutes les justifications de ce choix

Des rendez-vous réguliers, appelés « revues de projet » sont programmés pour rendre compte à votre professeur de l'état d'avancement de vos travaux.

La première revue de projet consiste à présenter le système existant, les évolutions voulues par le donneur d'ordre, le planning prévu et les premières cartes mentales (Mindview) et fonctionnelles (Magicdraw). Cela nécessite donc de prendre en main ces 2 applications installées sur vos ordinateurs.

1 Présentation et situation du projet dans son environnement

Les apports de la science dans le domaine médical sont bien connus; elle contribue, entre autres, à une bonne compréhension du corps humain.

Au niveau diagnostic, on peut constater le remarquable développement de l'imagerie médicale, qu'elle se base sur les rayons X comme la traditionnelle radiologie, le scanner, ou sur des techniques comme l'imagerie par résonance magnétique (IRM).

La radiothérapie ne date pas d'hier mais elle aussi connaît actuellement d'étonnants développements liés précisément à la puissance de localisation des tumeurs par imagerie mais aussi à la maîtrise des faisceaux en intensité et en direction.

De nos jours, le traitement des cancers s'appuie fortement, entre autres traitements possibles, sur la radiothérapie.

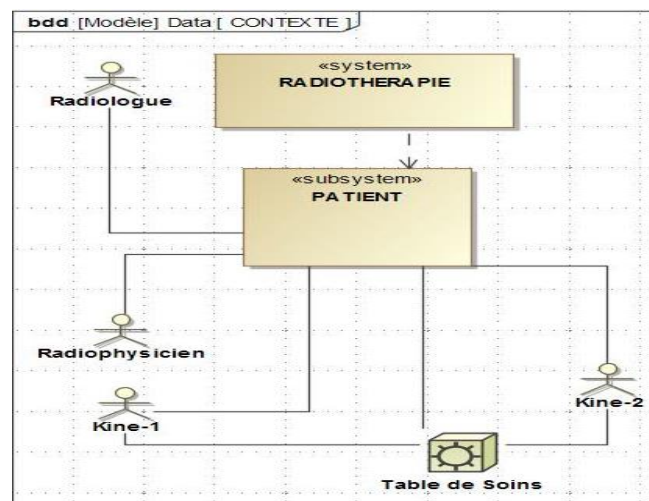
À Rennes, le centre Eugène Marquis s'est équipé, en 2015, d'un matériel de radiothérapie, le VERSA HD, capable de délivrer de très fortes doses et diminuer le nombre de séances pour traiter un cancer. Le Versa HD est capable de délivrer, avec une précision infra millimétrique, de très fortes radiations.

Son avantage : traiter des tumeurs plus efficacement avec beaucoup moins de séances qui sont elles-mêmes beaucoup moins longues. Sans douleur pour le patient avec un confort, encore perfectible, mais accru par rapport aux anciennes machines.

Moins le patient passe de temps sur la machine, moins il a de risque de bouger.

Plus les tumeurs sont petites, plus il est fondamental de positionner le patient au millimètre près.

Ce positionnement est rendu possible grâce à un système de contention stéréotaxique en carbone (radio-transparent, en bleu sur la photo) qui ne gêne pas le traitement.



En amont, avant le début du traitement, deux radio-kinésithérapeutes effectuent une simulation pour délimiter soigneusement la région à irradier, prendre une photo du patient, tracer des repères et préparer le moule du système de contention.

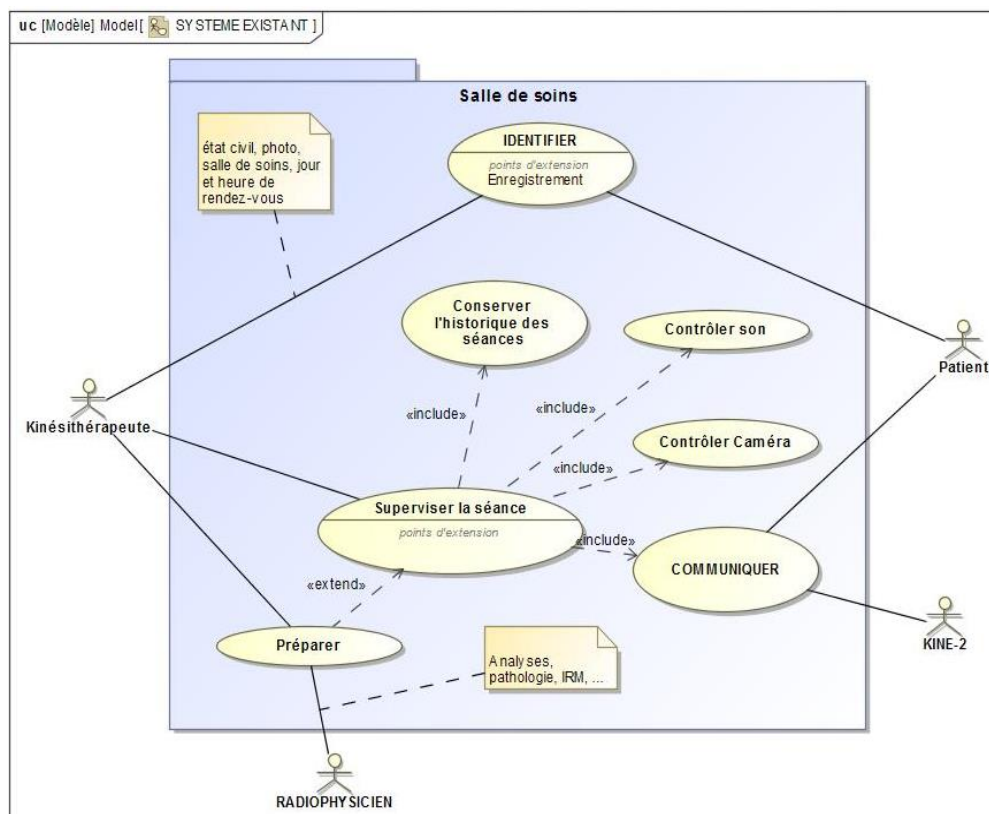
Le positionnement du patient, dans la salle de traitement, dépend du type de cancer traité, de la zone à traiter, de sa morphologie et des recommandations du radio-physicien. Ce dernier établit, en se basant sur les différentes analyses, radiographies, diagnostics, ... un protocole médical contenant, en particulier, le nombre de séances, l'intensité et la dose de rayonnement.

Ce système, comme le montre le diagramme ci-dessus, nécessite la présence de deux radio-kinésithérapeutes qui positionnent le patient sur la table de soins

1.3 Système existant

Actuellement:

- Le patient est maintenu « immobile » uniquement grâce au système de contention
- La communication, lorsqu'elle est nécessaire, entre le radio-kinésithérapeute dans le poste de contrôle et le patient et le second radio-kinésithérapeute, est assurée par une caméra fixée au plafond de la salle où se trouve la table de soins et un microphone suspendu au plafond de cette même salle.
- Le radio-kinésithérapeute-1 fait les réglages nécessaires sur la table et positionne correctement le système de contention.
- Le second kinésithérapeute fait un contrôle visuel et valide la conformité des réglages du radio-kinésithérapeute 1.
- Les 2 radio-kinésithérapeutes, de leur Poste de Contrôle et de Commande, mettent en œuvre le protocole prévu par le radio-physicien : intensité et durée de l'irradiation.
- La mesure du niveau de radiations environnant (rayonnements utile et résiduel) est effectuée mensuellement par un technicien qui se déplace avec du matériel dédié à cette mesure.
- Enfin, l'identification de la personne se fait uniquement sur la présentation du patient d'une fiche cartonnée sur laquelle figurent les éléments de son état civil, la salle de traitement, sa photo et les rendez-vous, jours et heures, prévus dans la semaine

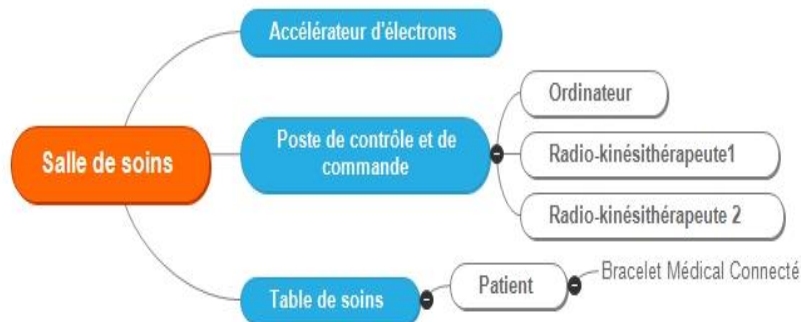


1.4 Cahier des charges – Expression du besoin

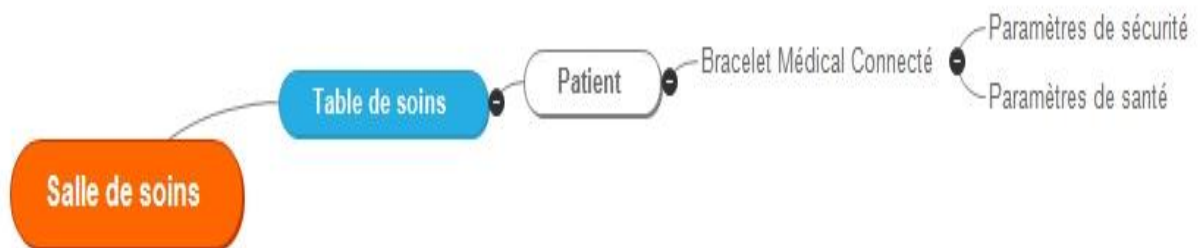
Dans le système Salle de Soins (SdS), on trouvera:

- L'accélérateur d'électrons
- Le Poste de Contrôle et de Commande (PCC)
- 2 radio-kinésithérapeutes
- La table de soins sur laquelle se trouve le patient équipé d'un bracelet médical connecté. Les équipements du bracelet médical connecté seront notés : EBMC

Carte mentale du cahier des charges



Pour plus de visibilité, le sous-système Equipements du Bracelet Médical Connecté (EBMC) est scindé en deux ensembles : paramètres de sécurité et paramètres de santé du patient.



1.4.1 Description des besoins du sous-système Poste de Contrôle et de Commande (PCC)

Dans le Poste de Contrôle et de Commande, pendant la séance d'irradiation du patient, se trouvent les 2 radio-kinésithérapeutes qui utilisent un ordinateur comprenant, entre autres, un logiciel permettant :

- De préparer la séance d'irradiation.
- De communiquer avec le patient
- De mettre en œuvre le traitement prévu.
- D'effectuer l'acquisition des mesures en temps réel.
- La mémorisation de l'historique des séances et des mesures acquises.
- De transmettre, après chaque séance, via une liaison internet, toutes les données acquises au service médical concerné.

1.4.2 Description des besoins du sous-système EBMC Paramètres de sécurité

La mesure de la distance patient-repères est indispensable. Quatre capteurs de position autour de la table de soins seront installés.

Le niveau de radiations environnant sera mesuré en temps réel pendant la séance.

Le radio-kinésithérapeute, dans la salle de soins, à partir de son pupitre de commande pourra :

- ajuster les capteurs de position disposés autour de la table de soins
- afficher en temps réel, pendant la séance, la fréquence cardiaque maximale du patient et le niveau de radiation

L'identification de la personne traitée est primordiale. Une reconnaissance faciale sera mise en œuvre.

Enfin, une carte SD permettra de mémoriser les grandeurs mesurées à chaque séance.

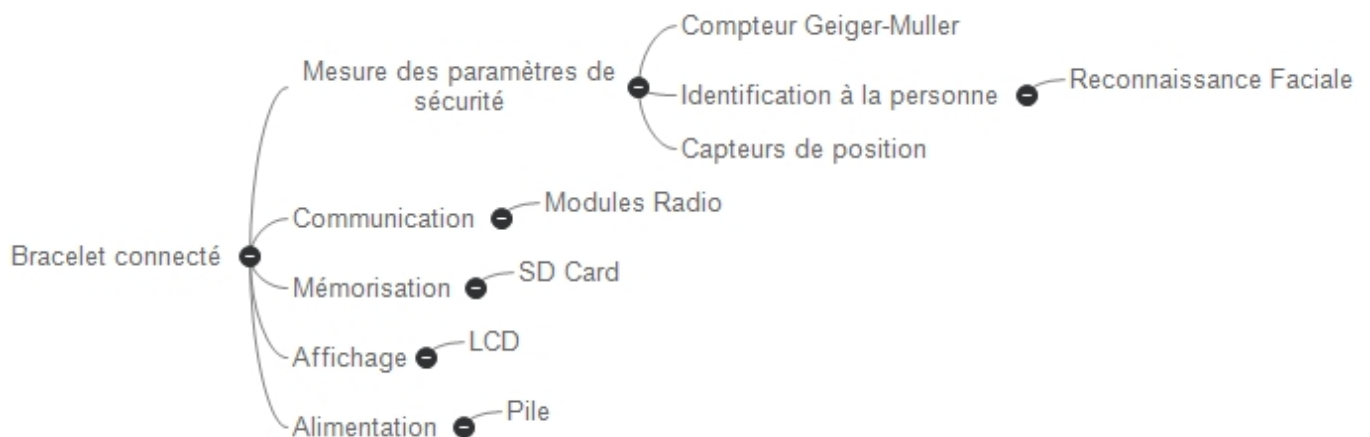
Le bracelet sera équipé d'un compteur Geiger-Muller, de capteurs de position, d'émetteurs-récepteurs, d'une carte SD, d'un afficheur, d'un module de reconnaissance faciale et d'une pile

Le second kinésithérapeute fait un contrôle visuel et valide la conformité des réglages conformément au protocole du radio-physicien.

L'historique des séances sera stocké dans l'ordinateur in situ et transmis aux différents services de l'hôpital responsables du suivi du patient

Il y aura donc :

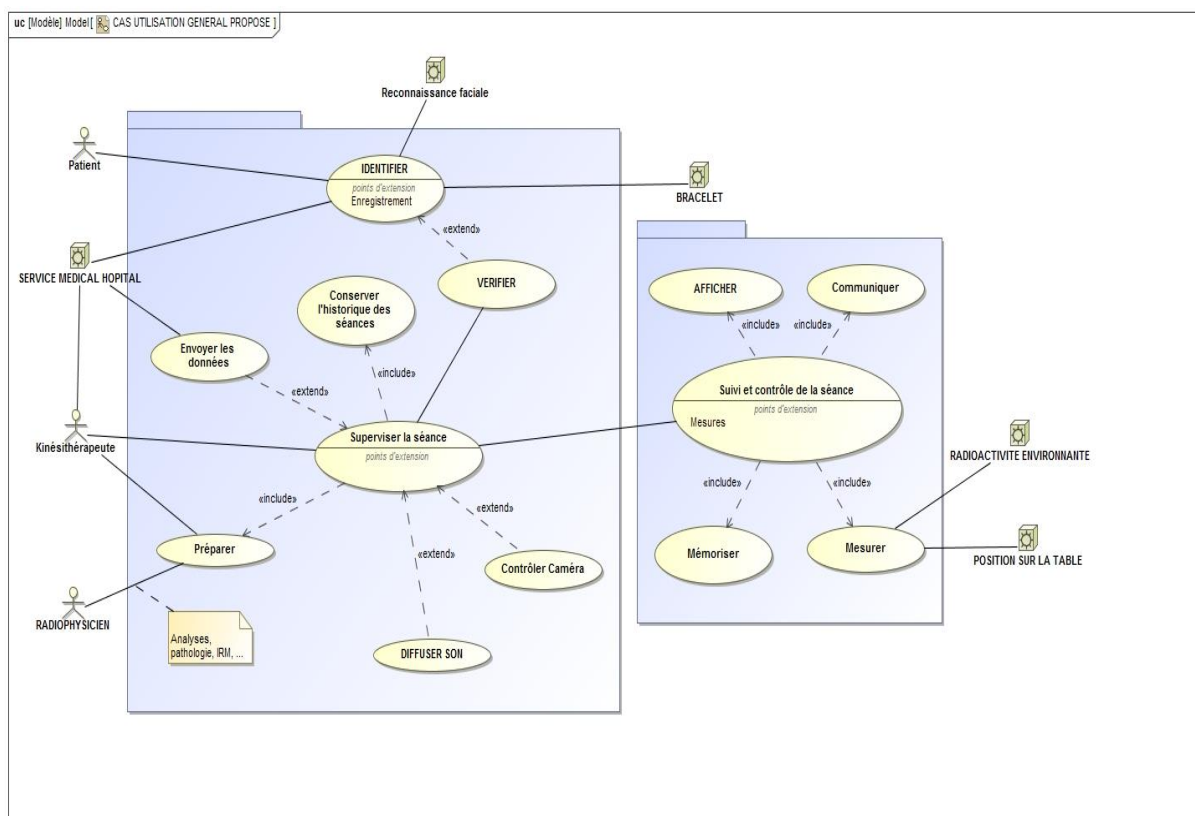
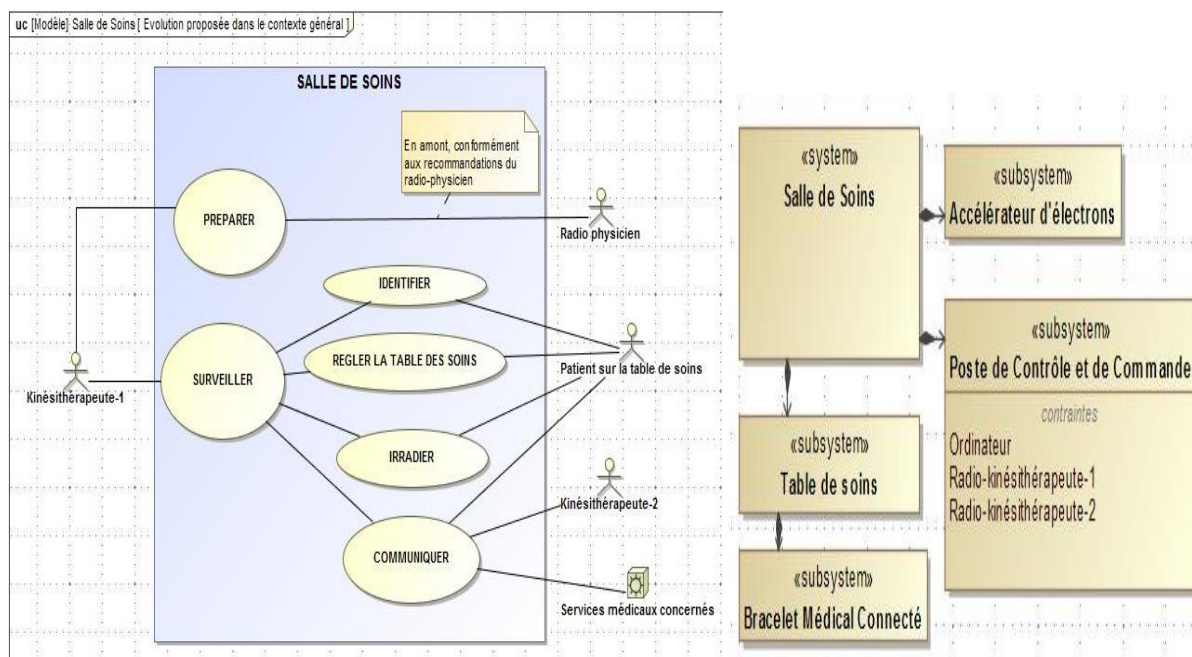
- 1 jeu d'émetteur-récepteur pour communiquer entre la table de soins et la station de contrôle de commande et de réglage du radio-kinésithérapeute
- et un affichage en temps réel des mesures acquises qui seront stockées dans la carte SD du bracelet



2 Spécifications

2.1 Diagrammes UML / SYSML

Les besoins du système Salle de Soins sont représentés par les diagrammes suivants :

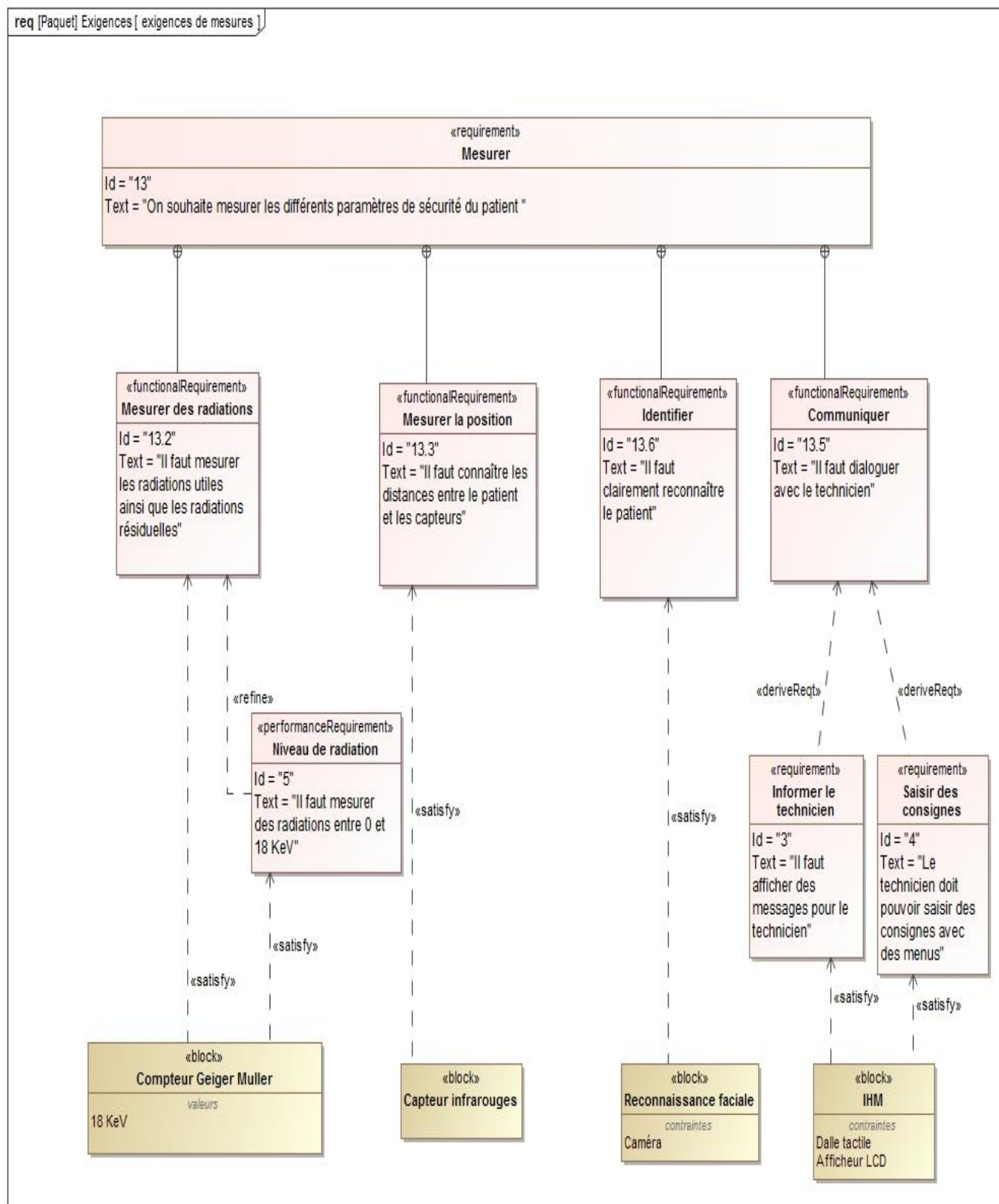


2.2 Contraintes de réalisation

Les contraintes et exigences sont centralisées sur les différents diagrammes. Ces diagrammes ne sont pas exhaustifs et peuvent être enrichis.

Le cahier de recettes peut être bâti en se servant des différents diagrammes qui résument ce qui est attendu du client durant l'exploitation du système.

Le diagramme des exigences suivant concerne l'EBMC

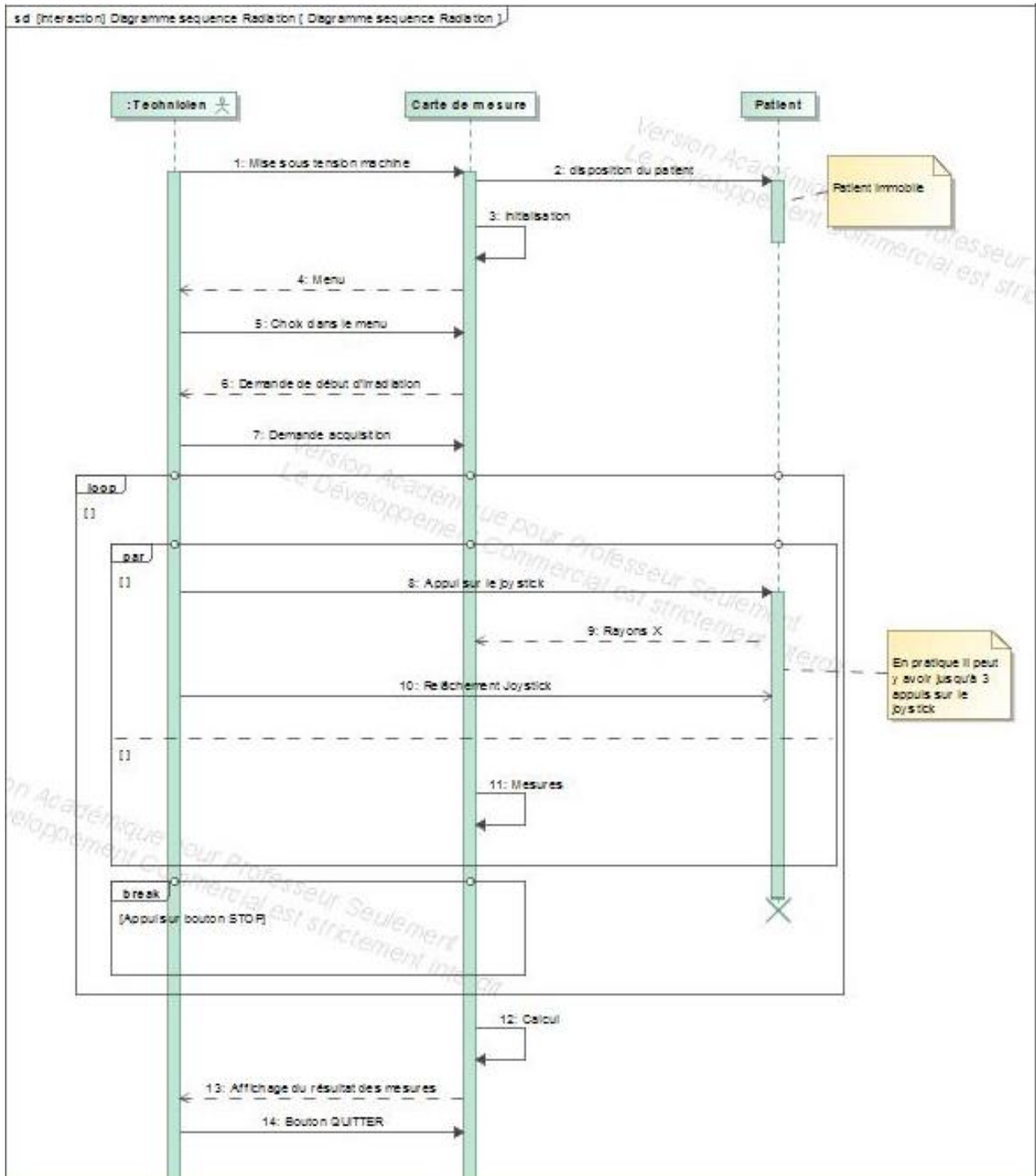


Durant son fonctionnement, le système peut se trouver dans un des trois états suivants :

- Préparation : état « avant irradiation »
- Séance: état « pendant irradiation »
- Récupération et exportation des données de la séance: état « après irradiation »








Le fonctionnement nominal du système, le plus courant, est décrit dans le diagramme de séquence ci-après.

Phase: "Pendant la séance"



2.3 Ressources mises à disposition des étudiants (logiciels / matériels / documents)

Quelques exemples de composants

 <p>Arduino</p>	 <p>Emetteur-récepteur ACP220</p>	 <p>Compteur Geiger-Muller</p>
 <p>Ecran tactile pour Raspberry</p>	 <p>Capteur de distance Sharp GP2Y0A02YK</p>	 <p>Radiation logger</p>
	 <p>Carte SD</p>	