



Liberté • Égalité • Fraternité

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

MINISTÈRE DES ARMÉES
SERVICE DE SANTÉ DES ARMÉES



INSTITUT DE RECHERCHE BIOMEDICALE DES ARMEES

1, Place du Général Valérie André

B.P.73

91223 – BRETIGNY-SUR-ORGE



DIRECTION SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE

DIVISION SANTE DU MILITAIRE EN OPERATION

DEPARTEMENT ENVIRONNEMENTS OPERATIONNELS

UNITE PHYSIOLOGIE DE L'EXERCICE ET DES ACTIVITES EN CONDITIONS EXTREMES

PROGRAMME FONCTIONNEL INITIAL (PFI) RELATIF A LA CONCEPTION,
DEVELOPPEMENT ET MAINTENANCE D'UN SYSTEME D'ACQUISITION
DE DONNEES (CHAINE DE MESURES) POUR LA PLATEFORME
BIOCLIMATIQUE DE L'IRBA

DAF_2025_000464

PHASE 1 - CANDIDATURES

SOMMAIRE

1	ABREVIATIONS, SIGLES & ACRONYMES	3
2	INTRODUCTION	3
3	CONSTAT - BESOIN	3
4	OBJET.....	4
5	DESCRIPTION DU BESOIN – EXIGENCES GLOBALES	4
5.1	EXIGENCES GENERALES (EG-)	5
5.2	EXIGENCES LOGICIELS	6
5.3	EXIGENCES INTERFACES	7
5.4	AGENDA INDICATIF	8

1 Abréviations, sigles & acronymes

AECTP	Allied Environmental Conditions and Test Publications
DGA	Direction Générale de l'Armement
IRBA	Institut de Recherche Biomédicale des Armées
ECG	Electro-cardiogramme
EEG	Electro-encéphalogramme
EMG	Electro-myogramme
LADO3C	Logiciel actuel d'Acquisition de Données de la Chambre Climatique Chaude
PEACE	Physiologie de l'Exercice et Activités en Conditions Extrêmes
PFI	Programme Fonctionnel Initial
OS	Operating system
SSA	Service de Santé des Armées

2 Introduction

L'IRBA a pour mission de conduire au sein du service de santé des armées, des activités de recherche, d'expertise et d'instruction au bénéfice des forces armées, de la DGA, ainsi que d'organismes ou clients extérieurs au ministère des armées. Pour une partie de ces missions, il s'agit de répondre aux besoins des opérationnels, en matière de tolérance et de protection des sujets exposés à des environnements climatiques extrêmes.

Dans ce cadre, le service de santé des armées, via l'unité PEACE de l'IRBA, s'est doté d'une plateforme bioclimatique, capable de répondre aux problématiques suivantes :

- Activités de recherches, d'études et d'expertises pour la prévention des pathologies liées à la chaleur, au froid, à l'humidité et au vent,
- Évaluations physiologiques d'équipements de protection du combattant exposé au chaud, au froid, à l'humidité et au vent,
- Mise au point de protocoles rapides d'adaptation à la chaleur, au froid, à l'humidité et au vent,
- Modélisations aux réponses thermiques,
- Instruction ou entraînement des personnels soumis aux contraintes climatiques chaudes, froides, humides et venteuses.

La plateforme bioclimatique répond aux caractéristiques techniques qui permettent de reproduire des environnements climatiques extrêmes, représentatif des conditions climatiques de types A1-A2-A3-B1-B2-B3-C0 suivant la norme AECTP 230. Il s'agit d'un moyen unique en France, en termes de fonctionnalités et de spécificités liées aux expérimentations sur sujets humains.

En fonction du besoin expérience, cette plate-forme se voit doter de divers moyens de mesure et de monitoring. L'observation et le pilotage des mesures est réalisé dans le même secteur physique que le pilotage de la chambre (proximité directe).

3 Constat - Besoin

Au cours de son activité, l'unité PEACE a recours à plusieurs chaines de mesures qui permettent de recueillir des informations issues de divers mesurandes, que sont principalement les grandeurs environnementales et physiologiques d'une expérience. Ces informations sont des

données en sortie de la chambre climatique, de diverses centrales d'acquisition et de systèmes indépendants, qui sont autant de sources non cohérentes et non synchronisées.

Il est donc nécessaire de disposer d'un système d'acquisition de données se plaçant en surcouche de ces divers systèmes et centrales afin de synchroniser et ré-échantillonner la donnée. Cette surcouche doit non seulement permettre la visualisation des signaux en cours d'expérience, mais aussi le stockage, le prétraitement puis l'exportation de la donnée sous forme d'un fichier après expérience.

A ce jour, afin de réaliser cette tâche, L'Unité PEACE utilise un système LADO3C développé il y a plus de 25 ans au CRSSA à Grenoble. Ce logiciel, développé par la société ICONÉ, a été mis à jour dans le cadre de l'ouverture de la plateforme bioclimatique de l'IRBA en 2020. S'il est actuellement fonctionnel, sa conception ancienne ne permet pas une utilisation scientifique satisfaisante :

- Pas de possibilité d'acquisition avec des fréquences d'échantillonnages variables et élevées (uniquement 0,1Hz): par exemple, impossibilité de suivi de certains signaux électrophysiologiques tels que ECG, EMG, EEG.
- L'affichage et l'interface ont besoin d'être repensés, notamment afin d'assurer une surveillance médicale efficace.
- Le logiciel est basé sur une gestion de base de données dont nous n'avons plus forcément l'utilité : cela génère une complexité non nécessaire.
- Adaptation difficile du produit aux besoins nouveaux.

Le présent besoin exprimé a pour objet de remplacer le système LADO3C par un système d'acquisition de données qui permettra le recueil, la visualisation, la synchronisation, le stockage et le prétraitement de l'ensemble des signaux issues des chaînes de mesures du laboratoire PEACE.

4 Objet

Dans la suite du document, on désigne par le terme de produit les composantes physiques et logicielle du système d'acquisition de donnée développé par le titulaire. Ce produit sera fourni avec des livrables (papier et numérique) et des prestations réalisées par le titulaire.

Le présent PFI s'inscrit dans une logique de dialogue compétitif et a pour but de présenter le besoin global en première approche. Sont définis notamment l'environnement dans lequel le système devra s'intégrer et les missions qui lui seront assignés.

Au cours du dialogue, le besoin sera affiné et mis à jour avec définition des niveaux de performance, d'une liste de livrables et un calendrier consolidé.

5 Description du besoin – Exigences globales

Les exigences présentées dans ce chapitre sont des exigences essentiellement fonctionnelles présentant macroscopiquement le besoin. Ce clausier sera affiné au fil du dialogue. Pour cette version préliminaire.

Actuellement, les exigences sont réparties en 3 catégories :

- Exigences Générales : EG-
- Exigences Logiciel : EL-
- Exigences Interfaces : EI-

5.1 Exigences Générales (EG-)

ID Exig.	Formulation de l'exigence
EG-1	Le produit disposera d'une partie physique (hardware) installée aux abords de la plateforme bioclimatique. Le titulaire fournira la partie physique du produit.
EG-2	<p>Le produit devra pouvoir s'interfacer avec un ensemble de systèmes définis dans les exigences interfaces (EI) et faire état de la connexion avec ces systèmes en amont. Pour se faire le produit disposera d'un nombre et de type de ports à déterminer ultérieurement.</p> <p>La quantité de systèmes connectés en même temps au produit devra aussi faire l'objet de discussion.</p>
EG-3	<p>L'utilisateur met en œuvre le produit via une station de travail muni d'un système d'exploitation (de préférence Windows). Il peut notamment accéder aux différents programmes nécessaires à la mise en œuvre du produit (acquisition, export, etc).</p> <p>Les modalités pratiques seront discutées (nombre d'écrans, OS etc).</p>
EG-4	La partie physique du produit disposera d'une protection électrique (type onduleur).
EG-5	Le produit disposera d'une mémoire type disque dur local afin de stocker entre autre son système d'exploitation, les différentes applications ainsi que les données des acquisitions.
EG-6	Le produit réalisera des sauvegardes de fichiers contenus dans la mémoire décrite dans EG-5 vers une mémoire long terme sécurisé (type NAS). Les modalités de sauvegarde (fréquence, automatique/à la main du client) et les caractéristiques du disques de sauvegarde long terme (taille, niveau de sécurisation) seront discutés au cours du dialogue compétitif.
EG-7	Les N dernières configurations successives du produit sont stockés localement sur le disque de sauvegarde long terme (N à discuter lors du dialogue compétitif). Le titulaire sauvegardera et conservera via un autre dispositif que l'installation locale, les configurations successives de son produit
EG-8	Lors du déploiement initial, d'une mise à jour ou d'une évolution, il sera obligatoire de tester une solution de nature matérielle ou logicielle. Dans la mesure du possible sur une plateforme de test, avant son déploiement partiel ou total pour vérifier l'absence de régression de service (via par exemple un environnement virtuel géré par un hyperviseur). Les résultats obtenus sont validés et communiqués au client.
EG-9	<p>Durant la phase de déploiement chez le client, le titulaire devra mettre en place un suivi des faits techniques.</p> <p>Ce suivi implique de pouvoir rapidement collecter les remarques et les remontées de bugs émises par le client et de pouvoir proposer dans un délai court des solutions implantables via par exemple des patchs réguliers (cf. EG-8, toute mise à jour sera testée dans des environnements parallèles avant passage en nouvelle version).</p> <p>Cette organisation suppose un lien privilégié, rapide et efficace entre le titulaire et le client (outil de partage d'écran, prise en main à distance, téléchargement des MaJ, etc...).</p> <p>Les candidats lors du dialogue compétitif exposeront leur stratégie pour cette phase de gestion des faits techniques (phase de débogage client).</p>
EG-10	Le titulaire proposera des formations à partir de la phase déploiement du produit chez le client. Ces formations pourront concerner différentes franges de la population utilisatrice (gestionnaires, utilisateurs, etc...)

EG-11	Le titulaire proposera une maintenance sous forme de contrat renouvelable (période annuelle, de 2 ans jusqu'à 5 ans par exemple). La phase de maintenance commencera à l'issue de la réception du produit en version 1.0 (post phase de déploiement/beta-testing chez le client).
-------	---

5.2 Exigences Logiciels

ID Exig.	Formulation de l'exigence
EL-1	Le produit est composé d'une partie logicielle (software). Cette partie peut consister en autant de programmes et applications que nécessaire. Les fonctionnalités (préparation de l'expérience, acquisition, exportation) peuvent même être pris en charge par des applications distinctes exécutables depuis l'OS.
EL-2	L'architecture logicielle sera discutée et fera l'objet à terme d'un livrable spécifique la présentant.
EL-3	La mise en œuvre des programmes composant la partie logicielle doit être aisée et accessible par toute la population utilisatrice.
EL-4	<p>Les fonctions principales du produit sont :</p> <ul style="list-style-type: none"> - La connexion en filaire à l'ensemble des systèmes amont définis dans les exigences EI ci-après: Il reçoit les signaux de sortie (analogiques ou numériques) et parvient à les exploiter (nécessite d'obtenir les protocoles de communication pour les systèmes amont renvoyant du numérique). - L'exploitation de ces signaux: Cela consiste en la mise en réseau, la synchronisation temporelle, l'accès en temps réel, la visualisation des signaux mais aussi l'obtention en temps réel d'information les concernant. Il sera possible de générer des voies calculées à partir des voies mesurées. - L'enregistrement, le traitement et l'exportation des données issues des signaux.
EL-5	Le produit proposera et mettra en place de lui-même une arborescence fichier de type projet/expérimentation/acquisition
EL-6	<p>La phase préparation d'acquisition correspond à la phase antérieure à la réception des signaux.</p> <p>En phase de préparation d'acquisition, il sera possible :</p> <ul style="list-style-type: none"> - De remplir des fiches sujet comportant diverses informations biométriques (référence sujet, âge, poids, taille, relevé adipométrique, etc...). Certains champs pourront être fixes et d'autres personnalisables (cette personnalisation sera à définir: menu déroulant, champs pour texte, etc...). Toutes ces informations devront pouvoir être exportées et/ou liées (d'une manière à définir) aux exports de l'expérience qui s'y rapporte, - De sélectionner pour chaque système (chambre, centrales et autres) les voies de mesures retenues pour une acquisition. Cette sélection devra

	<p>pouvoir se faire à partir d'une interface graphique claire récapitulant par système l'intégralité des voies de mesures connues,</p> <ul style="list-style-type: none"> - D'avoir accès à un récapitulatif en temps réel des systèmes connectés au produit, - De tester la transmission de paquet de données par voies.
EL-7	<p>La phase d'acquisition commence dès que le système commence à recevoir et afficher des signaux.</p> <p>En phase d'acquisition, il sera possible :</p> <ul style="list-style-type: none"> - De créer/agencer/paramétrer/modifier des fenêtres de visualisation de signaux (possiblement dès la phase pré-acquisition), - De lancer stopper/reprendre des enregistrements, - Changer/ajouter des voies de mesures (mesurées, calculées), - Pour les signaux analogiques : affecter une unité à la voie et déterminer la sensibilité par diverses méthodes (dont un étalonnage à deux points), - Créer des marques personnalisables.
EL-8	<p>En phase post-acquisition, il sera possible :</p> <ul style="list-style-type: none"> - D'avoir accès à un récapitulatif des courbes enregistrés, - De traiter les courbes via une boîte à outils (mathématiques, filtres, réparation par interpolation, suppression, etc...), - D'exporter une sélection de courbes données.
EL-9	<p>Une attention particulière sera apportée à la stabilité du système pour toutes les phases d'utilisation des logiciels. Le taux de défaillance (plantage programme, perte de signaux, etc...) sera minimal. Si une défaillance survient le produit propose des solutions pour minimiser son impact (récupération de données, maintien de l'enregistrement expérience en cours, etc...).</p>
EL-10	<p>Le titulaire devra désigner en son sein un point de contact en matière de sécurité numérique, qui sera en charge de la liaison avec la chaîne de responsabilité SSI du maître d'ouvrage. Ce titulaire sera toujours identifiable pour tout le cycle de vie du produit (développement à maintien en condition opérationnelle)</p>
EL-11	<p>Pour des raisons essentiellement de sécurité, le SSA choisira lui-même l'anti-virus à déployer.</p>

5.3 Exigences Interfaces

Dans cette version, ces exigences traitent uniquement des interfaces entre le produit et ce qui se situe en amont (chaines d'acquisition). La partie aval (poste utilisateur/ interface graphique) sera développée dans les versions ultérieures.

ID Exig.	Formulation de l'exigence
EL-1	<p>Le produit devra pouvoir s'interfacer physiquement et logiciellement aux centrales d'acquisition suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Station ALMEMO 5690-2 de Ahlborn - Station POWERLAB 35 series et POWERLAB C de AD Instruments - Station T-RECEIVER de TEA

	<ul style="list-style-type: none"> - Station DAQ6510 de Keithley - Système Bodycap - Caméras thermiques IR FLIR - Système PERIMED - CPET COSMED - K5 COSMED - EMG/ EEG à définir - Système permettant la prise de pression artérielle
EI-2	<p>Le produit devra pouvoir s'interfacer avec les sorties analogiques suivantes (il s'agit principalement de sortie BNC) :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Appareil de mesure de la Saturation d'oxygène MASIMO radical 7 - Cycloergomètre type Excalibur - Tapis de course du caisson bioclimatique - Appareil de pression artérielle TANGO - ECG CASE - Système NOVA (pression artérielle) - Débitmètre spiromètre - Analyseur de gaz (type GA-200 de E-Worx ou GEMINI)
EI-3	<p>Le produit pourra se connecter à la chambre bioclimatique afin de récupérer certaines informations (périmètre à discuter). Cette connexion sera uniquement passive : le produit ne pourra pas envoyer de consignes à la chambre.</p>
EI-4	<p>Il sera possible d'interfacer au produit certains systèmes d'acquisition autonomes (exemple : capteurs MSR) afin de récupérer leurs données et de les synchroniser à un tableau de données issue d'une expérience.</p>
EI-5	<p>Si une des centrales citées en EI-1 réalise une mise à jour de son système, le titulaire devra pouvoir faire évoluer son produit afin de conserver sa connectivité physique et logicielle avec elles.</p>
EI-6	<p>Le produit devra posséder un potentiel d'évolutivité pour s'interfacer avec des centrales d'acquisition futures. Il devra par exemple être suffisamment modulaire en terme de nombre et de natures des ports. L'obtention des protocoles de communication auprès de la société détentrice de la centrale visée devra faire l'objet d'une discussion avec l'IRBA.</p>

5.4 Agenda indicatif

Ci-dessous une planification envisagée en première approche :

- Développement du produit avec revues d'avancement périodiques : estimation de 12 à 15 mois.
- Déploiement client et beta-testing : estimation de 15 à 18 mois.
- Validation du système, mis en service et formations définitives : environ 3 mois.