

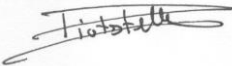





FOURNITURE D'UN SYSTEME D'ACQUISITION ET D'ANALYSE DYNAMIQUE POUR
L'INSTRUMENTATION ACOUSTIQUE DU BANC B2A AU DMPE

SPECIFICATION TECHNIQUE DE BESOIN

	Rédacteur	Vérificateurs		Approbateur
Fonction	Technicienne	Ingénieur de Recherche	RU STAT	DD DMPE
Nom	D. SEBBANE	F. MERY	E. PIOT	J. ANTHOINE
Visa				

GEN-F24-3 (GEN-SCI-003)

HISTORIQUE

Version Révision	Date de mise en application	Cause et/ou nature de l'évolution
1.0	23/05/2023	Création

SOMMAIRE

1	OBJET.....	4
2	DOMAINE D'APPLICATION.....	4
3	DOCUMENTS APPLICABLES ET DE RÉFÉRENCE	4
4	DEFINITIONS ET ABREVIATIONS	4
4.1	DEFINITIONS.....	4
4.2	ABREVIATIONS.....	4
5	PRESENTATION DU PRODUIT.....	5
5.1	MISSION.....	5
5.2	PRESENTATION FONCTIONNELLE.....	5
6	EXIGENCES	7
6.1	EXIGENCES FONCTIONNELLES	7
6.1.1	Nombre de voies de mesures	7
6.1.2	Interfaçage.....	7
6.1.3	Type de voie et conditionnement capteurs.....	7
6.1.4	Connectivité.....	8
6.1.5	Principales caractéristiques des performances attendues sur les voies dynamiques	8
6.1.6	Principales caractéristiques des performances attendues sur les voies statiques	8
6.1.7	Principales caractéristiques des performances attendues sur les voies de sortie analogique	8
6.1.8	Filtres numériques	9
6.1.9	Acquisition sur mode « trigger ».....	9
6.2	EXIGENCES D'INTERFACES	9
6.2.1	Configuration d'acquisition.....	9
6.2.2	Déclenchement de l'acquisition.....	10
6.2.3	Pendant l'acquisition.....	10
6.2.4	Après l'acquisition.....	11
6.2.5	Cas d'erreur.....	11
6.3	EXIGENCES OPERATIONNELLES	11
6.3.1	Exigences sur la durée de vie	11
6.3.2	Assistance	11
7	CONTRAINTES IMPOSEES	12
7.1	CONTRAINTES D'ENVIRONNEMENT	12
7.1.1	Contraintes de l'environnement sur le produit.....	12
7.2	CONTRAINTES DE CONCEPTION ET DE REALISATION	12
7.2.1	Spécifications, normes et standards	12
7.3	CONTRAINTES LOGISTIQUES ET DE MISE EN ŒUVRE	12
8	VERIFICATIONS ET EPREUVES DE RECEPTION.....	12
	ANNEXE A - TITRE	14

1 OBJET

Au sein du DMPE, le banc B2A permet la caractérisation aérodynamique, thermique et acoustique de liners en présence d'écoulement via des systèmes d'acquisition dédiés à la mesure acoustique. Les récentes modifications apportées à la veine d'essais nous obligent à repenser nos procédures de mesures et à s'équiper d'un système d'acquisition plus conséquent.

Ce document décrit les spécifications fonctionnelles, opérationnelles et d'interface du système d'acquisition et d'analyse dynamique et statique que le DMPE doit acquérir afin d'assurer l'instrumentation acoustique de la nouvelle configuration du banc B2A.

2 DOMAINE D'APPLICATION

Ce document définit un certain nombre d'exigences et performances qui seront utilisées comme critères de sélection lors de la consultation qui sera lancée sur la plateforme des achats de l'Etat (PLACE).

3 DOCUMENTS APPLICABLES ET DE RÉFÉRENCE

Documents applicables :

[DA1]	Directive basse tension	2014/35/UE
[DA2]	Directive Compatibilité électromagnétique	2014/30/UE
[DA3]	Directive RoHS2	2011/65/UE

Documents de référence :

[DR1]	Matrice d'Exigences système d'acquisition dynamique B2A.	DMPE-STAT-STB-001- ME-1.0
-------	--	------------------------------

4 DEFINITIONS ET ABREVIATIONS

4.1 DEFINITIONS

Acquisition dynamique : nous appelons acquisition dynamique toute acquisition de signaux dont le taux d'échantillonnage est supérieur à 10 Ech/s.

Acquisition statique : nous appelons acquisition statique toute acquisition de signaux dont le taux d'échantillonnage est inférieur à 10 Ech/s.

Module mobile : dans la suite du document, nous appelons « module mobile » un sous-ensemble du système d'acquisition qui se sépare facilement du reste du système et est déplaçable dans d'autres locaux. Il n'y a pas lieu que ce module ait la capacité de fonctionner « *en embarqué* » dans un véhicule.

Module autonome : dans la suite du document, nous appelons « module autonome » un sous-ensemble du système d'acquisition ayant la capacité de former à son tour un second système d'acquisition utilisable dans d'autres locaux.

Système d'acquisition : dans la suite du document, nous appelons « système d'acquisition » le système qui est chargé de gérer le conditionnement, l'acquisition et la restitution des données.

4.2 ABREVIATIONS

B2A	Banc Aéro-thermo-Acoustique
BNC	Bayonet Neill Concelman connector
CAN	Convertisseur Analogique Numérique
CNA	Convertisseur Numérique Analogique
DMPE	Département Multi-Physiques pour l'Energétique
Ech/s	Echantillons par seconde

ENOB	Nombre effectif de bits
FFT	Fast Fourier Transform
IEPE	Integrated Electronic PiezoElectric
RIF	filtre à Réponse Impulsionnelle Finie (FIR en anglais)
STAT	Stabilité, Transition, contrôle Acoustique et Turbulence
TEDS	Transducer Electronic DataSheet

5 PRESENTATION DU PRODUIT

5.1 MISSION

Le système doit être en mesure d'effectuer des acquisitions dynamiques orientées mesures acoustiques et des acquisitions statiques, le tout réparti sur une cinquantaines de voies. Il sera aussi équipé de voies avec sortie analogique. L'ensemble sera constitué de plusieurs modules mobiles et autonomes¹. Ces modules permettront une répartition variable des voies d'acquisitions sur le banc B2A et ponctuellement sur d'autre bancs.

Les acquisitions seront pilotées via un logiciel installé sur un poste informatique portable compris dans l'offre. Le logiciel sera aussi déployé sur d'autre postes informatiques pour permettre des post-traitements par plusieurs opérateurs et pour répondre aux besoins ponctuels de mobilité sans mise à l'arrêt du banc B2A.

5.2 PRESENTATION FONCTIONNELLE

Afin de remplir la mission susmentionnée, deux sous-systèmes sont potentiellement identifiés :

1. Le sous-système de mesure, conditionnement, numérisation et acquisition comportant une cinquantaine de voies d'acquisitions compatibles avec les exigences de la mesure acoustique (acquisition dynamique, synchronisme des voies) mais aussi avec d'autres types de capteurs (PT100, thermocouple, ...).

L'ensemble sera constitué de plusieurs modules mobiles et autonomes :

- 3 ou 4 modules totalisant 40 voies d'acquisition dynamique avec 1 sortie analogique sur chacun des modules,
- 1 module constitué de 8 voies d'acquisition statique avec adaptateur thermocouple type K.

Ces modules permettront une répartition variable des voies d'acquisitions sur le banc B2A et ponctuellement sur d'autre bancs.

2. Le tout sera piloté via un logiciel installé sur un poste informatique portable et répondant entre autres aux besoins suivants :
 - configuration du système,
 - monitoring de type FFT en temps réel à des fins de surveillance,
 - analyse et post-traitement des données,
 - export des données et partage des données.

La licence devra permettre de déployer le logiciel sur plusieurs autres postes informatiques. Il devra être possible d'utiliser le logiciel simultanément sur autant de postes qu'il y a de modules (soit 4 ou 5).

La figure 1 illustre, à titre d'exemple, la structure envisageable.

¹ Selon la définition de ces termes telle que donnée au §4.1

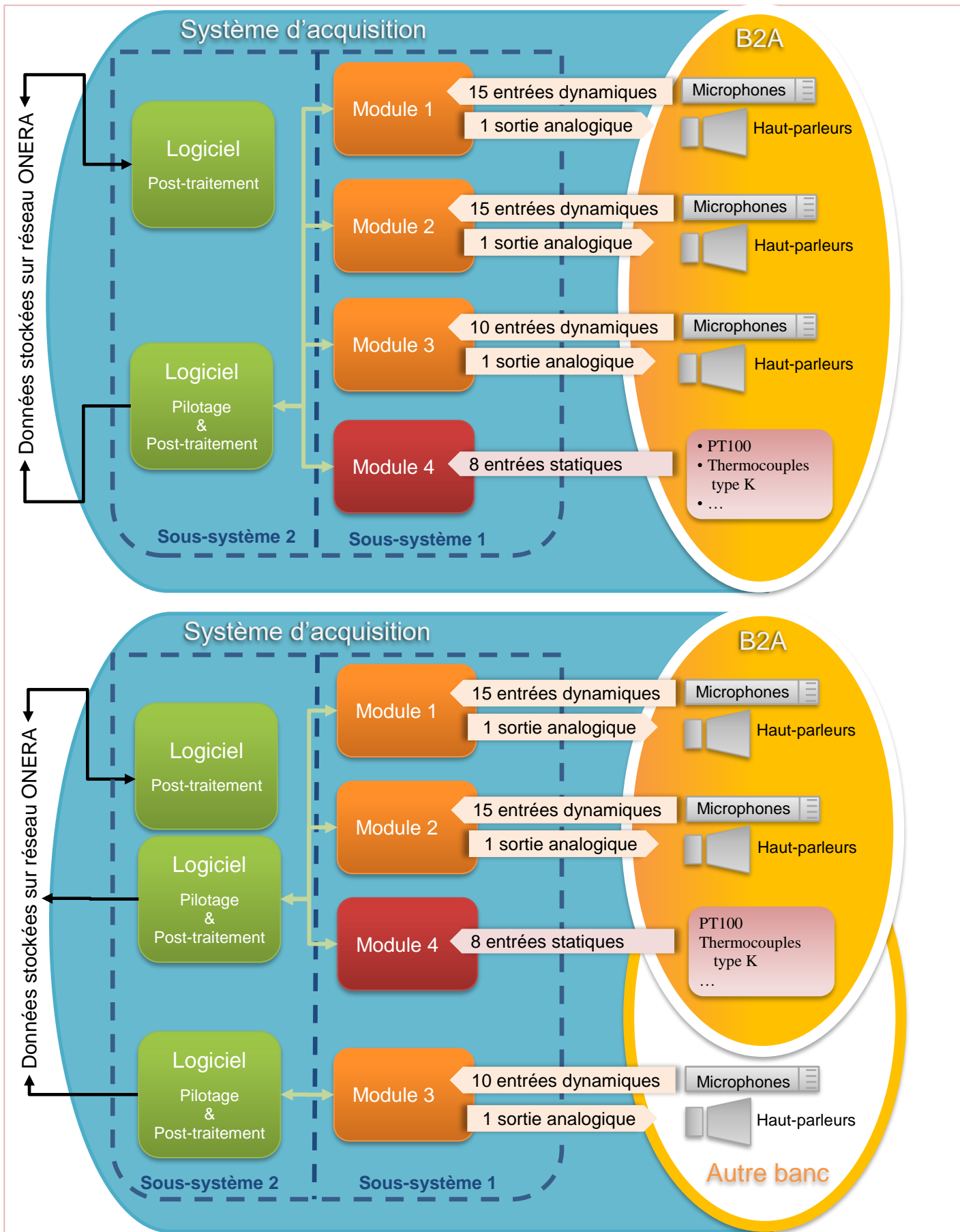


Figure 1 : potentielle structure du nouveau système d'acquisition.

6 EXIGENCES

Cette section ainsi que la suivante listent les exigences impératives (I), de performance minimale (M) ou de performance souhaitable (S) qui seront utilisées comme critères de sélection lors de la consultation qui sera lancée sur la plateforme des achats de l'Etat (PLACE). La valorisation d'un dépassement des performances identifiées comme minimales (M) s'appliquera sous forme de notation bonus selon une échelle au prorata. Les exigences identifiées comme souhaitables (S) sont associées à un coefficient de pondération qui exprime leur degré de priorité. Ces coefficients sont indiqués dans la matrice d'exigences [DR1] liée à ce document. Chaque exigence listée ci-après est référencée de façon à pouvoir être facilement retrouvée dans la matrice d'exigences.

6.1 EXIGENCES FONCTIONNELLES

6.1.1 Nombre de voies de mesures

- [E-01] (M) Le système d'acquisition doit posséder au moins 40 voies d'acquisitions dynamiques.
- [E-02] (M) Les voies d'acquisitions dynamiques doivent être distribuées sur au moins 3 modules **mobiles et autonomes**². Le système devra être modulaire de manière à pouvoir être utilisé par sous-ensembles autonomes.
- [E-03] (M) Le système d'acquisition doit posséder 1 module **mobile et autonome**² d'au moins 8 voies de mesures statiques.
- [E-04] (I) Chaque module, dynamique et statique, doit posséder 1 sortie analogique.
- [E-05] (I) Le système doit pouvoir évoluer vers un plus grand nombre de voie sans pénalité sur ses performances et fonctionnalités.

6.1.2 Interfaçage

- [E-06] (M) La distance entre le poste de pilotage et les modules d'acquisition doit pouvoir s'étendre sur 1.5 mètres.
- [E-07] (S) La distance entre le poste de pilotage et les modules d'acquisition doit pouvoir s'étendre sur 10 mètres.
- [E-08] (I) Lorsque l'ensemble des modules sont connectés le système doit agir comme un unique système.
- [E-09] (S) La connectivité d'un module à l'autre doit permettre une distribution des modules au plus proche des capteurs. Compter une distance de 2 mètres entre modules.

6.1.3 Type de voie et conditionnement capteurs

- [E-10] (I) Les voies dynamiques doivent supporter les capteurs suivants :
 - Capteurs acoustiques IEPE (microphones, accéléromètres),
 - microphone préamplifié (le conditionnement pour les microphones polarisés 200 V sera **externe**),
 - accéléromètre charge préconditionné avec convertisseur **externe** charge/IEPE,
 - tension directe (sans conditionnement).
- [E-11] (I) Les voies IEPE doivent proposer une alimentation de 4mA et 8mA.
- [E-12] (I) Les voies statiques doivent supporter les capteurs suivants :
 - PT100,

² Selon la définition de ces termes telle que donnée au §4.1

- thermocouple,
- tension directe (sans conditionnement),
- thermistance.

[E-13] (I) Le système doit permettre la lecture de l'électronique TEDS.

[E-14] (I) La lecture de l'électronique TEDS doit pouvoir être désactivée.

6.1.4 Connectivité

[E-15] (I) Les panneaux des modules dynamiques doivent être équipés de connecteurs BNC.

[E-16] (I) Le panneau du module statique doit être équipé de connecteurs permettant une permutation des capteurs susmentionnés à la référence [E-12]. Des adaptateurs pourront être proposés à cette fin. Dans ce cas, seuls les adaptateurs thermocouple type K seront compris dans la proposition. Les adaptateurs PT100 et thermistance feront l'objet de prestations supplémentaires éventuelles (PSE)

[E-17] (I) Les sorties analogiques doivent être équipées de connecteurs BNC.

6.1.5 Principales caractéristiques des performances attendues sur les voies dynamiques

[E-18] (S) La fréquence d'échantillonnage doit pouvoir atteindre 100 kHz.

[E-19] (I) Les CAN ne doivent pas être multiplexés : chaque voie d'acquisition possède son propre CAN.

[E-20] (M) Les CAN doivent être a minima résolus sur 20 ENOB.

[E-21] (I) Les CAN doivent posséder des filtres anti-repliement analogiques.

[E-22] (I) Lors d'une acquisition, des cadences différentes doivent pouvoir être appliquées sur chacune des voies.

[E-23] (M) La bande passante doit pouvoir atteindre 50 kHz.

[E-24] (M) La dynamique de mesure doit être supérieure à 140 dB.

[E-25] (S) Le rapport signal sur bruit doit être supérieur à 130 dB.

[E-26] (I) Les voies d'acquisition doivent être démarrées en même temps ($<0.1\mu\text{s}$), synchrone à moins de $0,1\mu\text{s}$ entre voies.

[E-27] (I) Sur la bande passante [0 Hz ; 50 kHz], les voies doivent être synchrones en phase et inférieure à $\pm 2^\circ$ pour un signal de 50 kHz.

6.1.6 Principales caractéristiques des performances attendues sur les voies statiques

[E-28] (M) Les CAN doivent être a minima résolus sur 14 ENOB.

[E-29] (S) La fréquence d'échantillonnage doit pouvoir atteindre 100 kHz.

6.1.7 Principales caractéristiques des performances attendues sur les voies de sortie analogique

[E-30] (M) Les CNA doivent être a minima résolus sur 14 ENOB.

[E-31] (M) La bande passante doit pouvoir atteindre 50 kHz.

6.1.8 Filtres numériques

- [E-32] (I) Le système doit être capable d'effectuer le **filtrage numérique en temps réel** de l'ensemble des voies d'acquisition.
- [E-33] (I) Les filtres numériques seront des filtres à réponse impulsionnelle finie (FIR).
- [E-34] (I) Les filtres numériques doivent être modulables par l'opérateur.
- [E-35] (I) Chaque voie doit pouvoir être traitée avec un filtre différent.

6.1.9 Acquisition sur mode « trigger »

- [E-36] (I) Les acquisitions doivent pouvoir être déclenchées par un signal physique externe de déclenchement.
- [E-37] (S) Le temps de déclenchement doit être caractérisé et inférieur à 1 μ s.

6.2 EXIGENCES D'INTERFACES

Ce chapitre énumère les exigences relatives au logiciel de pilotage des acquisitions. En plus des fonctionnalités proposées par le logiciel, une attention particulière sera portée à l'aspect ergonomique de celui-ci. Toutefois l'ergonomie ne doit pas porter préjudice au haut niveau de technicité attendue.

- [E-38] (S) Le logiciel comportera des modules dédiés à différentes techniques de mesures acoustiques (i.e. intensimétrie, antennerie, directivité, temps de réverbération...).
- [E-39] (S) Le logiciel comportera des modules dédiés à la vibro-acoustique (analyse modale).
- [E-40] (I) Le logiciel devra être pérenne pendant 5 années selon les évolutions et mises à jour du système d'exploitation.
- [E-41] (S) Une pérennité logiciel de 10 ans selon les évolutions et mises à jour du système d'exploitation est souhaitée.
- [E-42] (I) Les mises à jour seront téléchargeables gratuitement pendant les 5 années suivant l'achat.
- [E-43] (S) Les mises à jour seront toujours téléchargeables gratuitement.
- [E-44] (I) L'offre mentionnera clairement avec quel type de profil utilisateur il est possible d'utiliser le logiciel (i.e. profils d'utilisateurs pourvus ou pas de droit administrateur).
- [E-45] (I) Un poste informatique portable sera fourni avec le logiciel installé et fonctionnel.
- [E-46] (I) Le système d'acquisition étant sécable, le logiciel doit pouvoir être déployé sur plusieurs postes informatiques.
- [E-47] (I) Les licences doivent permettre une utilisation simultanée du logiciel sur autant de postes informatiques qu'il y a de module (soit 4 ou 5 postes).

6.2.1 Configuration d'acquisition

- [E-48] (I) Un logiciel de pilotage des acquisitions, d'analyse FFT et de post-traitement doit être fourni avec le système.
- [E-49] (I) Le logiciel doit permettre de configurer une acquisition :
 - choix de la fréquence d'échantillonnage,
 - choix du filtre numérique RIF : pente, fréquence de coupure
 - choix du nombre d'échantillons.
- [E-50] (I) Le logiciel doit proposer un outil de calibration des microphones et des accéléromètres.

- [E-51] (I) L'outil de calibration doit entre autres permettre l'utilisation d'étalon usuel pour les capteurs acoustiques et vibratoires (pistonphone, calibrateur microphonique...).
- [E-52] (I) Le système doit retourner la sensibilité des capteurs étalonnés.
- [E-53] (I) Les caractéristiques de l'étalon pourront être renseignées par l'utilisateur.
- [E-54] (I) Le logiciel doit permettre de paramétrer l'analyseur FFT (fenêtres, moyennes, recouvrement, ...).
- [E-55] (M) La liste des fenêtres doit au minimum contenir les propositions suivantes :
- Hanning,
 - Hamming,
 - Flat top.
- [E-56] (I) les fonctions suivantes de traitement du signal doivent être disponibles :
- Transformée de Fourier,
 - Autocorrélation, Intercorrélation,
 - Autospectre, Interspectre,
 - Cohérence,
 - Représentation temps fréquence.
- [E-57] (S) Le logiciel doit être suffisamment ouvert pour pouvoir accueillir une programmation. L'objectif serait par exemple d'étendre et/ou personnaliser les fonctionnalités de post-traitement.

6.2.2 Déclenchement de l'acquisition

- [E-58] (I) Le logiciel doit permettre de déclencher manuellement une acquisition.
- [E-59] (I) L'acquisition doit pouvoir être déclenchée par un signal physique externe (Trigg).
- [E-60] (I) Plusieurs type de déclenchements doivent-être proposés : sur front montant, sur front descendant, avec temporisation.

6.2.3 Pendant l'acquisition

- [E-61] (I) Le logiciel doit permettre de visualiser en temps réel dans le domaine temporel et fréquentiel une acquisition sur une ou plusieurs voies. Les fonctions de traitement du signal citées en [E-56] seront accessibles lors de la visualisation temps réel.
- [E-62] (I) La visualisation temps réel ne doit pas impacter les mesures en cours.
- [E-63] (I) Le système doit pouvoir laisser la main à l'utilisateur pour des visualisations temps réel alors que le système est en train d'acquérir, sans que ses caractéristiques en soient dégradées.
- [E-64] (I) Les graphiques de visualisation doivent contenir :
- des curseurs avec lecture des valeurs pointées,
 - les axes doivent être nommés et les unités doivent y figurer.
- [E-65] (I) Les graphiques doivent être modulaires :
- l'utilisateur doit pouvoir choisir les unités à afficher,
 - des changements d'échelle doivent être réalisables facilement.
- [E-66] (S) L'interface doit contenir un vue mètre (ou autre outil) permettant de prévenir l'opérateur d'éventuelle saturation.

- [E-67] (S) L'interface doit contenir un indicateur d'avancement de l'acquisition (ex. nombre de blocs FFT, barre de défilement...).
- [E-68] (I) Le logiciel doit permettre d'arrêter une acquisition en cours.

6.2.4 Après l'acquisition

- [E-69] (I) Le logiciel doit permettre de sauvegarder les signaux temporels des acquisitions en local et sur le réseau ONERA.
- [E-70] (I) Le logiciel doit proposer un nommage automatique des fichiers d'acquisition.
- [E-71] (I) Le logiciel doit permettre une personnalisation du nommage automatique des fichiers d'acquisition.
- [E-72] (I) La nommage automatique doit pouvoir se désactiver.
- [E-73] (I) Les données d'acquisitions doivent être exportables de quatre façons :
- automatiquement après chaque acquisition,
 - manuellement après chaque acquisition,
 - automatiquement après un lot d'une centaine d'acquisitions,
 - manuellement après un lot d'une centaine d'acquisitions.
- [E-74] (I) Les exports manuels doivent être faciles et rapides : la multi-sélection d'une centaine d'acquisitions à exporter doit être possible.
- [E-75] (I) Le logiciel doit proposer plusieurs formats ouverts d'export de données.
- [E-76] (M) Le logiciel doit au moins proposer l'export aux formats ASCII, CSV et HDF5.
- [E-77] (I) Le logiciel doit permettre d'exporter aussi bien les données temporelles que les fonctions de traitement du signal susmentionnées au point [E-56].

6.2.5 Cas d'erreur

- [E-78] (I) En cas de plantage logiciel celui-ci doit pouvoir être réinitialisé sans perte des données précédemment acquises.
- [E-79] (I) En cas de plantage PC celui-ci doit pouvoir être redémarré sans perte des données précédemment acquises.

6.3 **EXIGENCES OPERATIONNELLES**

6.3.1 Exigences sur la durée de vie

- [E-80] (I) Le système et ses accessoires doivent être garantis pièces, main d'œuvre et déplacement pour une durée minimale de 1 an.
- [E-81] (I) La durée de vie souhaitée du système est de 20 ans : pendant cette période le fournisseur assure la disponibilité de pièces de rechange.
- [E-82] (I) Pour des raisons de garantie de fonctionnement opérationnel, il est demandé de fournir les codes sources et le dossier technique de conception. En cas de refus, ces codes sources et ce dossier technique peuvent être déposé chez un tiers

6.3.2 Assistance

- [E-83] (I) Un service d'assistance téléphonique doit être fourni.

- [E-84] (I) Un retour du fournisseur est indispensable sur les messages d'erreurs logiciel qui lui seront communiqués.
- [E-85] (I) Un interlocuteur (ou service) chez le fournisseur sera identifié clairement. En cas de changement d'interlocuteur un nouveau contact sera communiqué rapidement.

7 CONTRAINTES IMPOSEES

7.1 CONTRAINTES D'ENVIRONNEMENT

7.1.1 Contraintes de l'environnement sur le produit

- [E-86] (I) Le système d'acquisition doit être compatible avec la norme du réseau électrique domestique en Europe (220-230V, 50Hz).
- [E-87] (I) Le système d'acquisition doit pouvoir fonctionner normalement dans un environnement dont la température est comprise dans la gamme [10°C, 50°C].

7.2 CONTRAINTES DE CONCEPTION ET DE REALISATION

7.2.1 Spécifications, normes et standards

- [E-88] (I) Le système d'acquisition doit respecter les directives basse tension [DA1].
- [E-89] (I) Le système d'acquisition doit respecter les directives compatibilité électromagnétique [DA2].
- [E-90] (I) Le système d'acquisition doit respecter les directives RoHS2 [DA3].

7.3 CONTRAINTES LOGISTIQUES ET DE MISE EN ŒUVRE

- [E-91] (I) Le système d'acquisition sera installé sur site et son fonctionnement validé par le fournisseur.
- [E-92] (I) Une formation à l'utilisation du système d'acquisition sera organisée par le fournisseur dans nos locaux.
- [E-93] (I) Une documentation technique comprenant le Manuel Utilisateur sera fournie en français (si disponible) et en anglais.
- [E-94] (I) Le fournisseur devra lister clairement les prérequis techniques qu'un poste informatique devra respecter pour permettre le bon fonctionnement du système d'acquisition. Cette information permettra de déployer le logiciel sur d'autres postes informatiques en supplément du poste portable inclus dans l'offre.
- [E-95] (I) Le délai de livraison à la réception de la commande doit être précisé.

8 VERIFICATIONS ET EPREUVES DE RECEPTION

Lors de la phase de prospection il pourra être demandé aux prestataires d'apporter des éléments techniques. Des sessions de démonstration seront organisées sur site pour évaluer techniquement les systèmes répondant aux exigences impératives.

Les démonstrations se dérouleront comme suit :

- 1- Examen du matériel et de la documentation.
- 2- Instrumentation avec un capteur microphonique 200V conditionné, un capteur microphonique IEPE, une sonde microphonique « maison », et un thermocouple.

- 3- Etalonnage de tous les capteurs excepté le thermocouple. La sonde microphonique « maison » sera étalonnée par méthode de réciprocité en tube à impédance.
- 4- Paramétrage d'acquisition avec visualisation temporelle et fréquentielle.
- 5- Acquisition avec déclenchement manuel.
- 6- Export des données.
- 7- Acquisition avec déclenchement sur signal de tension avec front montant.
- 8- Export des données.
- 9- Acquisition avec déclenchement manuel et extinction du poste informatique en cours d'acquisition.

ANNEXE A - TITRE