





SYSTEME D'ACQUISITION MULTIVOIE POUR LES APPLICATIONS DE CONTROLE SANTÉ DES STRUCTURES PAR METHODES ULTRASONORES

SPECIFICATION TECHNIQUE DE BESOIN

	Rédacteur	Vérificateur	Approbateur
Fonction Nom	Ingénieur de recherche EIRAS, Jesus	Chef d'unité ROCHE, Jean-Michel	
Visa			

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

HISTORIQUE

Version Révision	Date de mise en application	Cause et/ou nature de l'évolution
1.0	05/05/25	Création

SOMMAIRE

1	OBJET.....	4
2	DOCUMENTS APPLICABLES ET DE RÉFÉRENCE	4
3	DÉFINITIONS ET ABRÉVIATIONS	4
3.1	DEFINITIONS.....	4
3.2	ABREVIATIONS	4
4	PRESENTATION DE L'EQUIPEMENT	5
5	EXIGENCES	5
5.1	EXIGENCES TECHNIQUES ET FONCTIONNELLES	5
5.2	EXIGENCES D'INTERFACES	6
6	CONTRAINTES LOGISTIQUES ET DE MISE EN ŒUVRE.....	6
7	PRESTATIONS SUPPLEMENTAIRES EVENTUELLES (CHIFFRAGE OBLIGATOIRE (O))....	6
8	VERIFICATIONS ET EPREUVES DE RECEPTION.....	7
9	CONTRAINTES ENVIRONNEMENTALES.....	7
	ANNEXE A - MATRICE D'EXIGENCE	8

1 OBJET

Cette demande d'acquisition répond au besoin du laboratoire CND&SHM du DMAS (Département Matériaux et Structures) de l'ONERA de se doter d'un « Système Ultrasonore Multivoie (SUM) » permettant, entre autres, l'inspection et suivi des structures par diverses méthodes ultrasonores. Deux modes de fonctionnement sont visés : le mode « actif » qui correspond à la génération/réception de signaux ultrasonores à partir d'un réseau distribué de capteurs mono éléments (*sparse array*) et le mode « passif » correspondant à une surveillance acoustique.

Ces modes opératoires visent plusieurs applications :

- ✓ Suivi de l'état de santé par méthode ultrasonore d'une structure équipée de capteurs mono-éléments (e.g. plaques, réservoirs cryogéniques, panneaux raidis),
- ✓ Détection et localisation de défauts dans les structures par méthode ultrasonore.
- ✓ Caractérisation des propriétés élastiques des matériaux par méthode ultrasonore.
- ✓ Suivi par méthode ultrasonore des procédés d'élaboration, des essais mécaniques, etc.

Le présent document décrit les spécifications fonctionnelles, techniques, opérationnelles et d'interface du Système Ultrasonore Multivoie qui fait l'objet de la présente demande.

2 DOCUMENTS APPLICABLES ET DE RÉFÉRENCE

Documents applicables :

[DA1] EN 61010-1 : 2010 *Règles de sécurité pour appareils électriques de mesure, de régulation et de laboratoire*

3 DÉFINITIONS ET ABRÉVIATIONS

3.1 DÉFINITIONS

Fréquence d'échantillonnage des signaux. (*sampling rate*). - Nombre d'échantillons par unité de temps exprimé en Hertz (ou Samples/s)

Bande de fréquence. (*Frequency band*). – Gamme de fréquences des ondes d'émission et réception ultrasonores

Résolution verticale. - Résolution numérique du convertisseur

Mémoire tampon par voie. – Capacité de stockage temporaire pour les données acquises sur chaque voie

Précision de la base de temps - Exactitude de l'intervalle de temps entre deux échantillons.

3.2 ABRÉVIATIONS

BNC	Connectique de câble coaxial type Bayonet Neill–Concelman
CM	Contrainte de mise en œuvre, d'utilisation et de maintenance
DMAS	Département Matériaux et Structures
ET	Exigence technique et fonctionnelle

EI	Exigence d'interface
LEMO	Connectique propriétaire LEMO ® type <i>push-pull</i>
SAV	Service après-vente
SMA	Connectique de câble coaxial type <i>SubMiniature Version A</i>
STB	Spécification Technique de Besoin
SUM	Système Ultrasonore Multivoie
PSE	Prestation Supplémentaire Eventuelle
(M)	Niveau d'exigence modulable, flexible, associée à une fonction non-indispensable
(P)	Niveau d'exigence primordial associé à une fonction indispensable pour répondre au besoin

4 PRESENTATION DE L'EQUIPEMENT

Globalement, l'équipement est constitué de deux ensembles :

- (1) Le Système Ultrasonore Multivoie : avec les voies de génération et de réception des ondes ultrasonores
- (2) Le PC pour le pilotage du système et l'acquisition des enregistrements (PSE)

5 EXIGENCES

5.1 EXIGENCES TECHNIQUES ET FONCTIONNELLES

- [EF_01] 64 (ou plus) voies en émission (voies de sortie) **(P)**.
- [EF_02] Emission indépendante pour chacune des voies **(P)**.
- [EF_03] 64 (ou plus) voies en réception (voies d'entrée). Réception simultanée **(P)**.
- [EF_04] Connectiques coaxiales de type LEMO, BNC ou SMA pour chacune des voies **(P)**.
- [EF_05] Possibilité d'interchanger le mode opératoire entre voies mono-élément (LEMO, BNC, SMA ou similaire pour chaque une des voies) vers des capteurs type phase array (via un adaptateur hardware) au connectique I-PEX ou similaire **(M)**.
- [EF_06] Génération arbitraire d'ondes indépendantes pour chaque voie en émission **(P)**.
- [EF_07] Voltage d'émission variable et ayant jusqu'à minimum 150V **(P)**
- [EF_08] Protection contre les surtensions **(P)**.
- [EF_09] Bande de fréquence en réception (*Frequency band*) : de 50kHz (ou inférieure à 50kHz) et jusqu'à 1MHz (ou fréquence plus élevée) **(P)**.
- [EF_10] Fréquence d'échantillonnage (*sampling rate*) réglable et au moins égale à 10MHz **(P)**.
- [EF_11] Filtres (high pass, low pass, ou band pass) et gains réglables en réception **(P)**.
- [EF_12] Résolution verticale hardware 12 bit minimum **(P)**.
- [EF_13] Mémoire tampon par voie minimum 32MB **(P)**.
- [EF_14] Interface et communication entre le PC de pilotage et le SUM conforme à un protocole défini (USB 3.0, PCI Express 3.0, ou similaire) **(P)**.

- [EF_15]** Alimentation électrique compatible avec le secteur européen standard, 230 V, 50 Hz **(P)**.
- [EF_16]** Le système SUM doit être conforme aux normes de sécurité *EN 61010-1* : 2010 Règles de sécurité pour appareils électriques de mesurage, de régulation et de **laboratoire (P)**.

5.2 EXIGENCES D'INTERFACES

- [EI_01]** Le logiciel d'exploitation doit permettre la communication avec le système SUM (ce qui inclut les versions de firmware et les drivers adéquates) à travers un logiciel de pilotage dédié ou par le biais d'un langage de programmation script Matlab ou Python **(P)**.
- [EI_02]** Si le format est propriétaire, des bibliothèques facilitant la lecture sous Python ou Matlab/Octave devront être fournies **(P)**.
- [EI_03]** Le logiciel doit permettre, entre autres, le paramétrage des acquisitions (fréquence d'échantillonnage, niveaux et types de déclenchement, etc.) et de génération de signaux (amplitude, forme d'onde arbitraire) sur toutes les voies. Le logiciel permettra la sauvegarde des signaux et de toute donnée relative aux acquisitions (séquence des voies, etc.) **(P)**
- [EI_04]** Mise à jour des drivers et *firmware* **(P)**. Possibilité de mise à jour manuelle ou automatisée (en ligne) des drivers et du *firmware*.

6 CONTRAINTES LOGISTIQUES ET DE MISE EN ŒUVRE

- [CM_01]** La livraison du SMU est prévue sur le site de Châtillon de l'ONERA. Aucune contrainte particulière d'installation ou d'aménagement n'est à noter. **(P)**
- [CM_02]** Garantie constructeur hardware minimum 1 an (à compter de la réception). **(P)**
- [CM_03]** Service après-vente (SAV) et maintenance : les conditions de service après-vente et de maintenance du système devront être clairement précisées, incluant notamment les modalités de garantie, les procédures de maintenance préventive et corrective, ainsi que les contacts de support technique **(P)**.
- CM_06]** Fourniture d'un manuel d'utilisation et d'entretien **(P)** en format électronique et, éventuellement, papier.
- [CM_07]** Fourniture de la version française de ce manuel **(M)**

7 PRESTATIONS SUPPLEMENTAIRES EVENTUELLES (CHIFFRAGE OBLIGATOIRE (O))

- [PSE_01]** Eventuellement, le prestataire proposera en complément, un PC de pilotage associé au SUM avec le(s) logiciel(s) installé(s). Ce PC sera dimensionné aux performances du SUM et dont les spécifications minimales attendues sont les suivantes :

Système d'exploitation Windows 64bits.
Cartes et ports nécessaires à la communication avec le SUM
1 port Giga Ethernet dédié à la connexion au réseau
1 port USB 3.0

8 VERIFICATIONS ET EPREUVES DE RECEPTION

Les recettes font l'objet d'un cahier de recette renseigné par le prestataire.

Les essais de recette se font exclusivement à l'ONERA après installation. Tout accessoire nécessaire au bon fonctionnement du SUM sont livrés dans les locaux définis au paragraphe 6. Le fonctionnement de chaque élément est vérifié dans le cadre d'essais courts mais représentatifs. Seront notamment vérifiés :

- ✓ Le bon fonctionnement dans la configuration nominale du SUM:
 - Vérification de l'émission et réception des signaux pour toutes les voies à l'aide de capteurs ultrasonores (fournis par l'ONERA), des options de déclenchement et synchronisation externe (le cas échéant)
 - Vérification du bon fonctionnement du logiciel de pilotage et d'acquisition.
- ✓ Les niveaux de performances (fréquence d'échantillonnage, mémoire, voltage d'excitation)

9 CONTRAINTES ENVIRONNEMENTALES

Le fournisseur s'engage à concevoir, produire et maintenir le système multivoie en privilégiant des composants électroniques durables et 100 % traçables, avec justificatifs à fournir sur demande, tout en respectant les normes environnementales et sociales en vigueur. Il veillera à garantir qu'au moins 30 % des composants sont issus de filières conformes aux réglementations environnementales applicables (RoHS, REACH, DEEE).

Le fournisseur devra garantir la réparabilité du système pendant une durée minimale de 5 ans après réception, notamment via le remplacement modulaire des voies en cas de défaillance, ainsi que la disponibilité des pièces de rechange pendant cette période.

De plus, le fournisseur s'engage à limiter l'empreinte énergétique lors de l'utilisation simultanée des voies, et à fournir des logiciels ouverts et documentés pour une exploitation responsable et collaborative du système.

ANNEXE A - MATRICE D'EXIGENCE

[EF_01]	64 (ou plus) voies en émission (voies de sortie) (P).	5
[EF_02]	Emission indépendante pour chacune des voies (P).	5
[EF_03]	64 (ou plus) voies en réception (voies d'entrée). Réception simultanée (P).	5
[EF_04]	Connectiques coaxiales de type LEMO, BNC ou SMA pour chacune des voies (P).	5
[EF_05]	Possibilité d'interchanger le mode opératoire entre voies mono-élément (LEMO, BNC, SMA ou similaire pour chaque une des voies) vers des capteurs type phase array (via un adaptateur hardware) au connectique I-PEX ou similaire (M).	5
[EF_06]	Génération arbitraire d'ondes indépendantes pour chaque voie en émission (P).	5
[EF_07]	Voltage d'émission variable et ayant jusqu'à minimum 150V (P)	5
[EF_08]	Protection contre les surtensions (P).	5
[EF_09]	Bande de fréquence en réception (Frequency band) : de 50kHz (ou inférieure à 50kHz) et jusqu'à 1MHz (ou fréquence plus élevée) (P).	5
[EF_10]	Fréquence d'échantillonnage (sampling rate) réglable et au moins égale à 10MHz (P).	5
[EF_11]	Filtres (high pass, low pass, ou band pass) et gains réglables en réception (P).	5
[EF_12]	Résolution verticale hardware 12 bit minimum (P).	5
[EF_13]	Mémoire tampon par voie minimum 32MB (P).	5
[EF_14]	Interface et communication entre le PC de pilotage et le SUM conforme à un protocole défini (USB 3.0, PCI Express 3.0, ou similaire) (P).	5
[EF_15]	Alimentation électrique compatible avec le secteur européen standard, 230 V, 50 Hz (P).	5
[EF_16]	Le système SUM doit être conforme aux normes de sécurité EN 61010-1:2010 Règles de sécurité pour appareils électriques de mesure, de régulation et de laboratoire (P).	6
[EI_01]	Le logiciel d'exploitation doit permettre la communication avec le système SUM (ce qui inclut les versions de firmware et les drivers adéquates) à travers un logiciel de pilotage dédié ou par le biais d'un langage de programmation script Matlab ou Python (P).	6
[EI_02]	Si le format est propriétaire, des bibliothèques facilitant la lecture sous Python ou Matlab/Octave devront être fournies (P).	6
[EI_03]	Le logiciel doit permettre, entre autres, le paramétrage des acquisitions (fréquence d'échantillonnage, niveaux et types de déclenchement, etc.) et de génération de signaux (amplitude, forme d'onde arbitraire) sur toutes les voies. Le logiciel permettra la sauvegarde des signaux et de toute donnée relative aux acquisitions (séquence des voies, etc.) (P).	6
[EI_04]	Mise à jour des drivers et firmware (P). Possibilité de mise à jour manuelle ou automatisée (en ligne) des drivers et du firmware.	6
[CM_02]		6

LISTE DES CONTRAINTES

[CM_01]	La livraison du SMU est prévue sur le site de Châtillon de l'ONERA. Aucune contrainte particulière d'installation ou d'aménagement n'est à noter. (P)	6
[CM_02]	Garantie constructeur hardware minimum 1 an (à compter de la réception). (P)	6
[CM_03]	Service après-vente (SAV) et maintenance : les conditions de service après-vente et de maintenance du système devront être clairement précisées, incluant notamment les modalités de garantie, les procédures de maintenance préventive et corrective, ainsi que les contacts de support technique (P).	6
[CM_06]	Fourniture d'un manuel d'utilisation et d'entretien (P) en format électronique et, éventuellement, papier.	6
[CM_07]	Fourniture de la version française de ce manuel (M)	6

LISTE DES PRESTATIONS SUPPLEMENTAIRES EVENTUELLES

[PSE_01]	Eventuellement, le prestataire proposera en complément, un PC de pilotage associé au SUM avec le(s) logiciel(s) installé(s). Ce PC sera dimensionné aux performances du SUM et dont les spécifications minimales attendues sont les suivantes :	6
----------	---	---