



EPREUVE ECRITE CONCOURS n°2017-IR-CE-02 IFSTTAR-COSYS- Laboratoire SII

Durée : 3h
Date : 30 juin 2017

PARTIE 1 "Les fondamentaux de la discipline" (15 points)

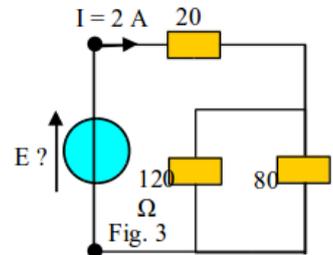
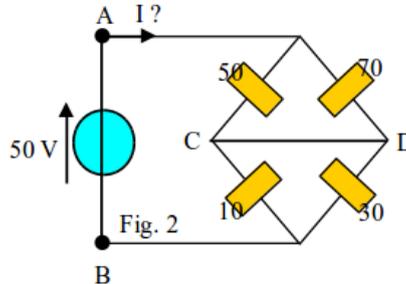
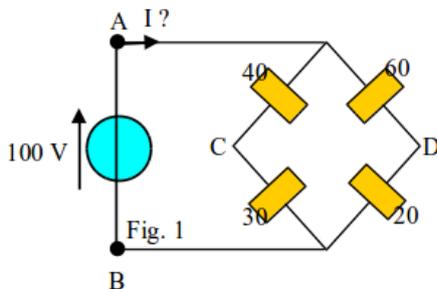
1.1 Fondamentaux en Électronique (4 points)

1.1.1 Généralités

- a) Donner la relation de la tension au courant aux bornes d'une résistance R , d'un condensateur C , d'une inductance L
- b) Donner la loi d'ohm complète dans un conducteur linéique en régime alternatif tenant compte de sa résistance, sa conductance et de son inductance :
- c) Décomposer la résistance R dans un conducteur linéique de longueur L et section S et en rappeler les grandeurs physiques

1.1.2 Résistances équivalentes

Dans les circuits résistifs ci-dessous, déterminer l'information manquante (I ou E) signalée par "?". Toutes les valeurs de résistances (représentées par des rectangles) sont en ohms.



1.1.3 Phénomènes de résonance

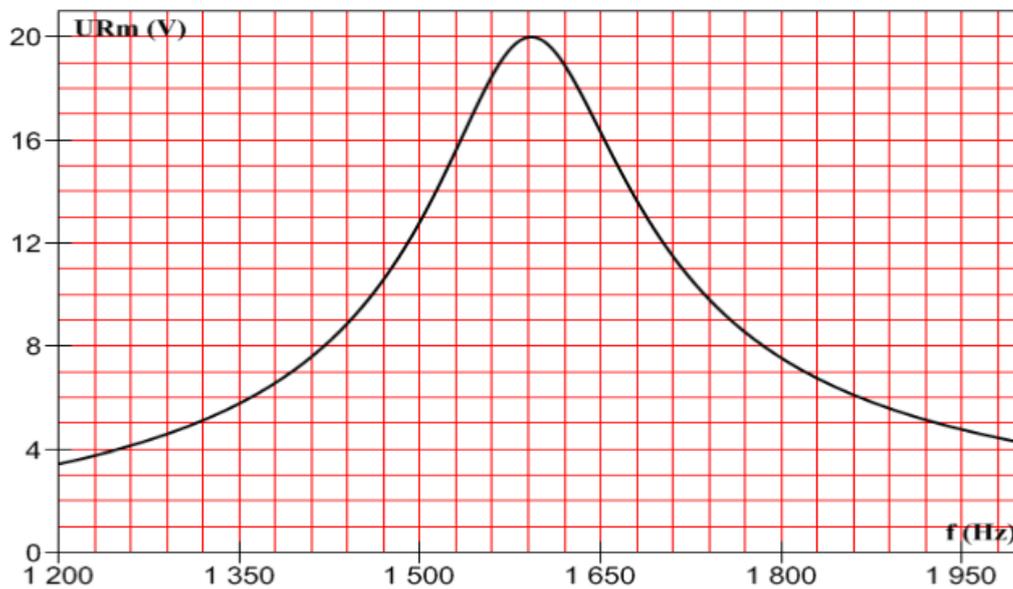
On alimente un circuit **RLC série** avec un générateur de tension délivrant une tension sinusoïdale $u(t)$ d'amplitude **constante** $U_m = 20$ V quelle que soit la fréquence utilisée. On mesure à

l'oscilloscope l'amplitude U_{Rm} de la tension $u_R(t)$ aux bornes de la résistance R en fonction de la fréquence f du GBF. On donne $L = 10 \text{ mH}$.

a) Faites un schéma du montage en indiquant par des flèches la position des **voies 1** et **2** de l'oscilloscope sur ce schéma qui permettent de visualiser $u(t)$ et $u_R(t)$ respectivement.

b) Donner l'impédance complexe \underline{Z} du circuit puis son module Z . En déduire l'amplitude du courant (soit I_m) et de la tension aux bornes de R (soit U_{Rm}) en fonction de ω . Pour quelle valeur f_0 de la fréquence, l'amplitude du courant passe-t-elle par le maximum I_{m0} ? Que vaut U_{Rm} à f_0 (soit U_{Rm0}) ?

On fait varier la fréquence et on relève point par point les valeurs (U_{Rm}, f) dans un tableau puis on trace la courbe correspondante. On obtient le graphe suivant :



c) A

partir de la courbe, calculer :

La fréquence de résonance f_0 du circuit

La valeur du condensateur C

La bande passante du circuit $\Delta f = f_2 - f_1$ où f_1 et f_2 représentent les fréquences de coupures basse et haute du circuit respectivement

Le facteur de qualité Q et la résistance R

1.1.4 Amplificateurs Opérationnels

On désire réaliser un amplificateur **inverseur** ayant une amplification en tension $A_v = -20$ et dont la résistance d'entrée R_e soit de $20 \text{ k}\Omega$.

a) Proposer un montage simple utilisant un AO idéal et deux résistances pour réaliser cet amplificateur puis déterminer son amplification A_v en fonction des résistances

b) Calculer les valeurs des deux résistances

c) Proposer le montage d'un AO idéal en **additionneur** (inverseur ou non) de deux signaux d'entrée.

1.2 Fondamentaux en Traitement de signal et Mathématique (3 points) :

1.2.1 Transformées de Fourier

Donner la définition (expression mathématique) de la transformée de Fourier ?

Donner les transformées de Fourier des fonctions ci-dessous :

a) $x(t) = \delta(t)$

b) $x(t) = \text{rect}_T(t) = \begin{cases} 1 & \text{si } t \in \left[-\frac{T}{2}, \frac{T}{2}\right] \\ 0 & \text{ailleurs} \end{cases}$

c) $x(t) = \cos(2\pi f_0 t)$

1.2.2 Calcul Matriciel :

On définit les deux matrices suivantes :

$$A = \begin{pmatrix} 1 & -2 \\ 8 & 3 \end{pmatrix}$$

et

$$B = \begin{pmatrix} 1 & -2 & 5 \\ 8 & 3 & 2 \\ 2 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

- Calculer le déterminant de A et de B ?
- A et B sont-elles inversibles ?
- Si oui, donner les expressions des matrices inverses ?

1.2.3 Fréquence d'échantillonnage :

On note f_e la fréquence d'échantillonnage. On souhaite numériser le signal analogique $x(t)$. Ce signal possède une bande de fréquence comprise entre 100 MHz et 3GHz. Quelle doit être la fréquence d'échantillonnage minimale ?

1.3 Fondamentaux en Informatique et Automatisation (3 points)

1.3.1 Modéliser par un simple automate à état fini la fonction "détection d'un double click-bouton" (de 2 secondes) sur un système programmable à processeur proposant (entre autres) une entrée GPIO branchée sur un Bouton Poussoir et un Timer. Ces 2 périphériques générant des interruptions dans le programme à concevoir.

1.3.2 Donner le modèle UML des principaux éléments objets des fichiers sources fournis (CTcpIpServer.h et .cpp)

1.3.3 Langages et algorithmie

- a) Citer 2 **natures** de langages informatiques différents
- b) Citer 4 **langages** informatiques différents:
 - dont 2 langages linéaires classiques
 - dont 2 langages orientés objet
 - Citer et décrire en 1 ou 2 lignes au moins quatre des principales caractéristiques ou avantages de la programmation orientée objet
- c) Traduire une fonction en un **algorithme**
 - une fonction demandant de saisir un chiffre entre 1 et 10 avec seulement 3 chances de se tromper
 - le factoriel de n : $n!$ (utilisant la récursivité)

1.4 Fondamentaux en Embarqué et Drivers Linux (3 points)

- a) Décrire en 1 à 3 lignes le principe de cross compilation ?
- b) Citer les 3 principales familles de drivers Linux et spécifier en 1 ligne à quelles natures de *devices* elles correspondent
- c) Dessiner une représentation simple du positionnement des drivers dans un OS Embarqué de type Linux
- d) Décrire le rôle des drivers dans un systèmes embarqués : 1 à 5 lignes
- e) Citer et décrire les 5 principales fonctions d'un driver Linux et en décrire leur rôle en 1 ou 2 lignes
- f) Citer 4 primitives en langage C, utilisable uniquement dans le Kernel Space

1.5 Fondamentaux sur les Réseaux et protocoles (2 points)

- a) Citer un protocole de communication *wireless* pour chacune des exigences suivantes:
 - Dédié à l'internet des objets (faible consommation / longue portée)
 - Haut débit
- b) Citer 4 déclinaisons physiques différentes du protocole logique IP
- c) Citer 3 topologies de réseaux
- d) Représenter, dans l'ordre logique, au moins 4 couches du modèle OSI
- e) Analyser le résultat de la commande linux *netstat* suivante et indiquer les différents protocoles et ports ouverts

```
root@pegase2:/lcp# netstat -a
Active Internet connections (servers and established)
Proto Recv-Q Send-Q Local Address           Foreign Address         State
tcp    0      0 *:ssh                   *:                       LISTEN
tcp    0      0 localhost:4000          *:                       LISTEN
tcp    0      0 10.141.208.78:40966    128.204.215.111:http   TIME_WAIT
tcp6   0      0 [::]:ssh                [::]:*                  LISTEN
```

PARTIE 2 "Maîtrise techniques et études de cas" (20 points)

Exercice 1 : Méthode d'évaluation non destructive ultrasonore : méthode impact echo (4 points)

Introduction

La méthode impact-écho a été développée au National Institute of Standards (États-Unis) et à l'université Cornell (États-Unis) au milieu des années 1980. Cette méthode repose sur l'analyse fréquentielle de la réponse d'une structure soumise à un choc. La méthode impact-écho est bien adaptée à la mesure d'épaisseur de dalles et à la recherche de délaminages ou, plus généralement, à la détection de contrastes d'impédance mécanique comme en présence d'une délamination sub-horizontale.

Le dispositif d'émission consiste en une source impulsionnelle (choc avec une bille métallique au bout d'une tige) ; un traducteur à pointe, à contact sec et large bande, est utilisé en réception. La surface de béton est impactée à côté du récepteur et le module de la transformée de Fourier, $|FFT|$, du signal reçu est calculé (figure 1a).

Dans une dalle de grande dimension, d'épaisseur e , avec VP la vitesse de propagation des ondes de compression, la valeur de la fréquence f_{S1} (figure 1b) correspondant au maximum de $|FFT|$ est égale à :

$$f_{S1} = \beta \cdot \frac{VP}{2.e}$$

La valeur de β a été fixée à 0.96 par les développeurs de la technique. Des travaux ultérieurs montrent que :

- la propagation des ondes des Lamb régit le phénomène de résonance observé et que f_{S1} correspond à une fréquence où le mode symétrique $S1$ a une vitesse de groupe nulle.
- le coefficient β est fonction du coefficient de Poisson.
- si, en plus de la fréquence f_{S1} , la fréquence f_{A2} qui correspond à une vitesse de groupe nulle pour le mode antisymétrique $A2$ est mesurée, alors il est possible de remonter à une valeur du coefficient de Poisson. La méthode impact echo peut être étendue à la caractérisation mécanique du béton quand la géométrie est connue et si f_{S1} et f_{A2} sont exploitables.

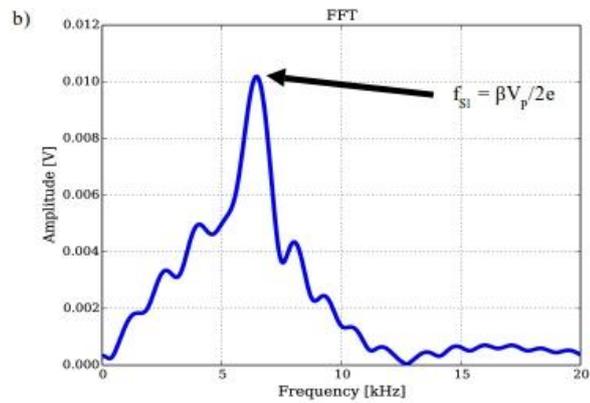
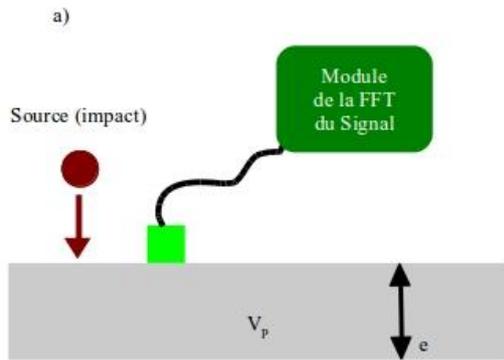


Figure 1 : Impact echo – a) schéma du dispositif de mesure b) module de la transformée de Fourier d'un signal mesuré au dessus d'une dalle de béton de 0,35m d'épaisseur

Question

3 signaux impact echo présentés dans la figure 4 ont été obtenus sur une dalle de béton comportant 3 épaisseurs (0.5 m, 0.35 m, 0.2 m). Dans ces trois épaisseurs sont insérés des vides sous la forme de tubes de PVC vides et de blocs de polystyrène (Figure 2). La vitesse de propagation des ondes de compression dans le béton de la dalle est égale à 4760 m/s. Les endroits où ont été possiblement enregistrés les signaux 1, 2 et 3 sont marqués d'une croix sur la figure 3 et sont notés A,B, ..., J. En quels points de la dalle ont été mesurés les signaux 1, 2 et 3 (figure 4). **Argumentez** chaque réponse d'une explication courte.

Nota : Il n'y a pas deux signaux pris au même endroit.



Figure 2 : photographie du coffrage de la dalle avant son remplissage de béton

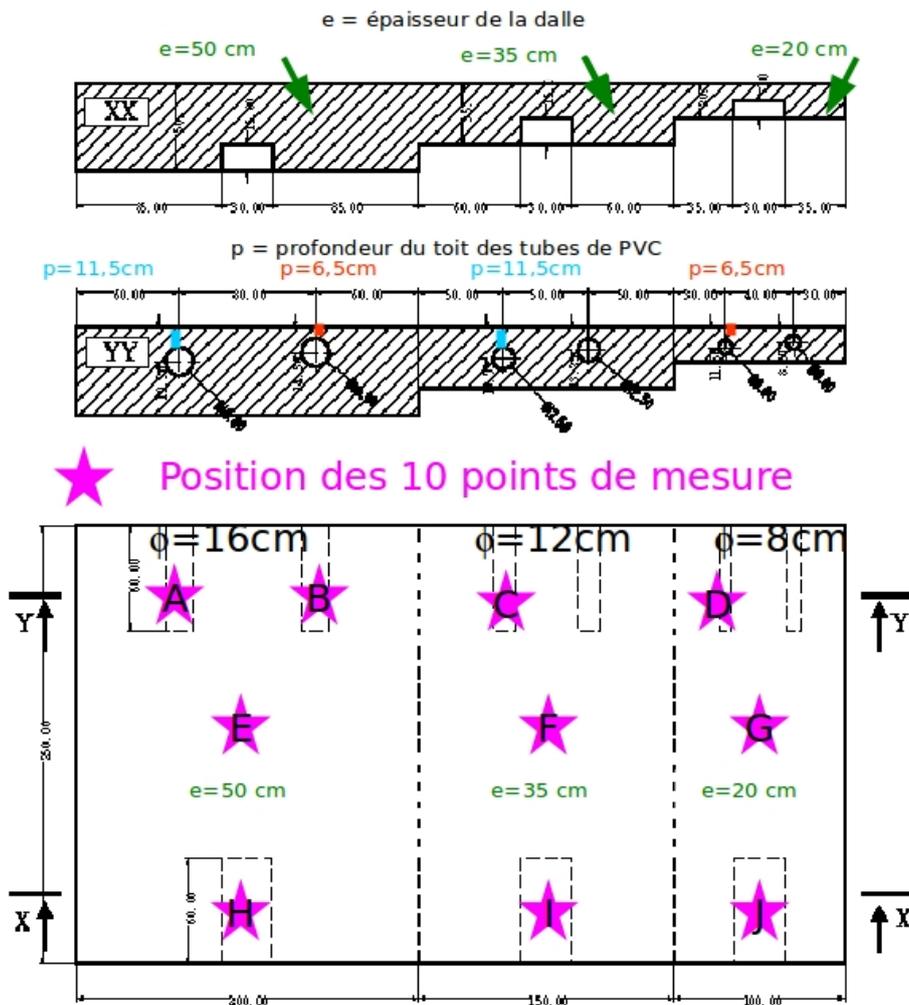


Figure 3 : Schéma de la dalle de béton et position possibles des signaux mesurés

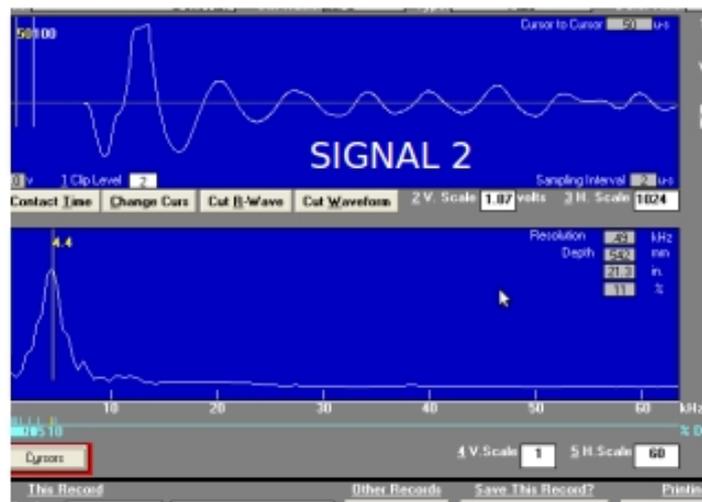
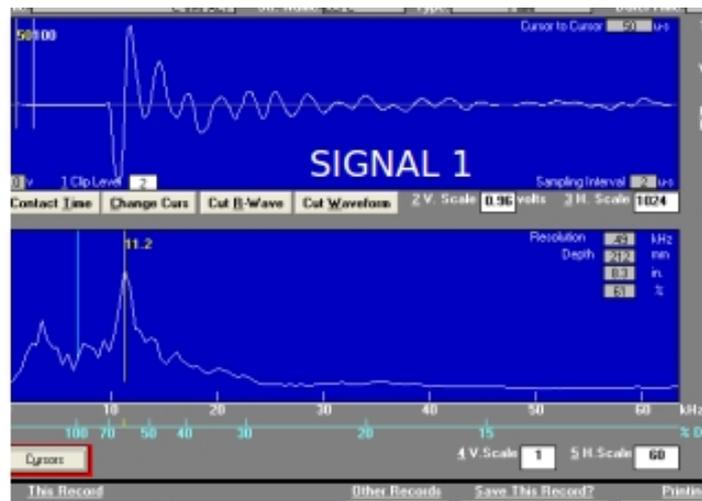


Figure 4 : 3 signaux mesurés

Exercice 2 : Proposer une architecture d'acquisition analogique/numérique multi voies adaptée à 1 situation donnée (3 points)

Votre laboratoire a pour objectif de développer un système d'acquisition synchrone de 32 voies analogiques. Une fois le processus d'acquisition démarré, le système doit acquérir et numériser ces 32 voies de façon parfaitement continue à la fréquence d'échantillonnage F (1 kHz) sur une résolution de 16 bits minimum. Pour plusieurs raisons, votre laboratoire vous impose de choisir parmi les Convertisseurs suivant dont les datasheets sont données en Annexe. En revanche, le choix du processeur et de l'architecture qui pilotera l'acquisition est laissée à votre entière appréciation tout en utilisant le minimum de ports d'entrées/sortie (CS, SPI, UART, GPIO, CLCK, TIMER, ...) pour piloter le convertisseur.

- TI ADS1278
- ADS5484
- ADS833x
- AD5530

Choisir et justifier le choix des convertisseurs retenu et non retenus pour votre solution. Proposer un **schéma logique très simple** représentant la relation système à processeur / CAN(s) répondant au Cahier des charges évoqué ci-dessus (principaux signaux de contrôle).

Exercice 3 : Modéliser une architecture embarquée Producteur / Consommateur (3 points)

Lors du développement de systèmes de mesures embarqués, le principe "Producteur / Consommateur" de données est souvent implémenté.

- Décrire en 3 à 10 lignes maximum le principe Producteur / Consommateur et en justifier sa raison d'être
- Représenter de façon très synthétique son fonctionnement et sous la forme qui vous convient (textuel, schéma bloc, UML...) en représentant les blocs d'un système d'acquisition dont :
 - un module d'acquisition de données associé à un capteur
 - de la mémoire
 - un moyen de communication radio

Exercice 4 : Comprendre et compléter un driver sous Linux Embarqué (3 points)

Décrire la façon typique permettant sous Linux la lecture bloquante d'un port physique (GPIO, SPI, UART, Captur,...) et la détection des interruptions matérielles pour un fonctionnement nominal du processeur c'est à dire sans *pooling* continu du port en question. Dans la réponse, différencier les actions qui relèvent du *user-space* du *kernel-space*.

Illustrer librement par un schéma, textuellement et/ou des exemples de code.

A titre illustratif, au sein du code source de driver GPIO joint, indiquer (en code ou par quelques mots de description) ce qu'il manque pour que l'appel bloquant à la fonction *read* du driver ne soit débloqué que sous interruption d'un GPIO.

Exercice 5 : Étude de cas managérial : (2 points)

Comme Ingénieur de Recherche, votre planning du moment est très chargé car depuis 1 mois vous devez aider deux chercheurs du Laboratoire à rédiger deux articles différents avec des *deadlines* courtes. Par ailleurs vous devez aussi veiller à la bonne exécution d'une manip d'essais mettant en œuvre des équipements prêtés et ne pouvant être décalée; au quotidien vous devez toujours assurer l'encadrement du personnel technique de votre équipe.

Un directeur de recherche du Laboratoire vous sollicite de façon autoritaire pour l'aider toute affaire cessante à rédiger un article dont vous possédez les données sources.

Comment gérez-vous cette situation en supposant que chaque personne qui vous sollicite revendique une légitimité à le faire ? Décrire un scénario éventuellement "à tiroir". (5 à 10 lignes).

Exercice 6 : Développer et exposer un recul/avis sur certains enjeux : (5 points)

- Quels sont les enjeux de la géolocalisation ? 3 à 10 lignes
- Quels sont les enjeux du big data ? 3 à 10 lignes
- Quels sont les enjeux de la transition énergétique en terme R&D en France et/ou Ifsttar ? 3 à 10 lignes
- Qu'est ce qu'est ou serait un capteur intelligent ? 3 à 10 lignes ou un schéma avec blocs fonctionnels

PARTIE 3 "Savoir-faire, connaissances générales..." (5 points)

3.1) Traduire le texte suivant du Français en Anglais

Dans le cadre de ses travaux de Recherche et Développement dans le domaine de l'instrumentation, le laboratoire SII d'IFSTTAR a mis au point une carte d'instrumentation générique sans-fil permettant de prototyper ou de développer rapidement des applications de contrôle de santé des structures : le système PEGASE (Plateforme Experte Générique pour Application Sans-fil Embarquées). Les contraintes de coûts et la vulnérabilité des systèmes d'instrumentation filaires ont conduit le laboratoire à étudier les protocoles de communication sans-fil viables y compris pour des réseaux à bases de nombreux capteurs et/ou nécessitant de nombreux échanges de données. La généricité et l'intelligence du système sont apportées par l'intégration d'un mini système d'exploitation) Linux qui permet une programmation standard du système relativement indépendante de ses ressources matérielles. Outre cette abstraction, l'article mettra l'accent sur les 2 avantages induits par l'intelligence embarqué : la réutilisabilité d'une part et la possible auto-reconfiguration du système in-situ ce qui, dans le domaine du Génie Civil, peut avoir des conséquences intéressantes en terme d'exploitation. Le problème de la synchronisation et de ses conséquences est abordé (Exemples: analyse modale, vibratoire ou propagation). Une solution originale est proposée par le biais d'une technique GPS faisant de PEGASE un système synchrone de manière absolue et à quelques microsecondes. L'article propose de visiter le positionnement de PEGASE, les solutions technologiques que le système présente (dont les aspects récupération d'énergie) et balaie quelques exemples d'implémentations opérationnelles du système à des situations de contrôle non destructif.

3.2) Management Méthodes de travail :

- a) Citer deux méthodes de travail de l'ingénieur et en décrire en 1 à 3 lignes chacune la force et la faiblesse
- b) Compléter et décrire les grandes étapes du cycle en V et commenter en une ligne maximum le rôle de chaque étape et rappeler les acteurs concernés (MOA/MOE)
- c) Citer quelques outils techniques de travail du responsable de projet

3.3) Questions de culture générale:

- a) Quel pays a activé l'article 50 du traité de Lisbonne ?
- b) Quel est le nom du programme de financement de la recherche et de l'innovation de l'Union Européenne pour la période 2014-2020 ?
- c) Quelles sont les trois fonctions publiques françaises ?
- d) Sur quoi se sont engagés l'ensemble des signataires de l'accord projet climat de Paris ?
- e) Citer un prix littéraire