

EVALUATION DES ACTIVITÉS TEMPS-FREQUENCE

SOURCES ET OSCILLATEURS - TRANSFERT, COMPARAISON ET METROLOGIE DES FREQUENCES -

PHYSIQUE ET SPECTROSCOPIE - LASERS

SENSEURS ET CAPTEURS

TIME TRANSFER, TIME SYNCHRONIZATION, TIME DISSEMINATION, TIME STAMPING

EVOLUTIONS DES BESOINS & TECHNOLOGIES TIMING COMPLEMENTAIRES

CONTEXTE ET RESUME

..... mais de favoriser l'éclosion et le transfert université Industries.

.....

L'avenir des, et demandera des actions de visibilité, de justification d'utilité spécifique et de besoin de financement dédié et spécifique. Les rapports d'évaluationportent sur leurs une marque double : ouverture vers l'international - principalement Europe- et orientée vers l'application, et excellence scientifique même si on intègre des actions du « plan » en vogue actuellement.

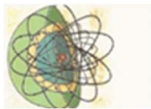
Le propos de cette étude est alors de contribuer à faire reconnaître le rôle majeur de l'évolution du numérique en France et en Europe, de réussir à pérenniser les investissements.

Le domaine temps-fréquence couvert par les aspects Temps-Fréquence est vaste. Il couvre les domaines des sources de fréquences, d'oscillateurs, de physique et spectroscopie et de laser, les capteurs et senseurs fréquentiels ; le temps, la métrologie, la diffusion et la dissémination du temps et sa métrologie, etc, etc....certaines de ces application sont de haut niveau scientifique de haut niveau et certaines présentent un vaste champ d'applications industrielles et commerciales, produits et services....

Les technologies mises en œuvre dans le domaine des Temps-Fréquences sont tout aussi variées, depuis les objets sur tranche de Silicium, les techniques des matériaux piézoélectriques pour BAW et SAW, la physique quantique, l'optique -spectroscopie, la manipulation des états,...- , le rayonnement RF, la relativité, la physique spatiale, l'ultra-rapide.

Les actions soutenues par ont porté principalement sur des aspects fréquence (technologies sources, mesures, transferts et comparaisons de fréquence, stabilité,...), sur les sources de fréquence (lasers, cavités, SAW, BAW et oscillateurs), et sur des aspects spectroscopie, mais également sur la génération, le transfert et la diffusion du temps. Dans notre communauté on appelle souvent horloge atomique ce qui – physique – est une source de fréquence.

Si les utilisateurs ont besoin de la fréquence d'un signal périodique (oscillateur, OL pour modulation de fréquence, capteurs ou senseurs fréquentiels -accéléromètres , gyro...-, et horloges), l'évolution d'une civilisation de plus en plus digitale oriente les utilisateurs de plus en plus vers l'exposition à la variable temps.



On ne parle plus de filtre VHF-FM pour dans les plans fréquences de radio-communication 10.7MHz, 21.4 MHz, (il y a certes toujours des filtres d'antenne), mais de conversion directe en bande de base en électronique rapide et de SDR, Software Defined Radio...

On le verra plus en détail dans le § consacré aux besoins et à leur évolution dans le « Telecom, le responsable « Synchro » d'un des grands fournisseurs d'équipements pour l'armée écrit : « Timing needs are not more stringent in 5G, but are more critical ».

Ce préambule pour introduire le fait que l'interaction de la communauté technologique avec l'ensemble du monde environnant porte principalement sur le temps, et sur le paramètre et cette finalité qui est proposé le plus par des vendeurs à des utilisateurs.

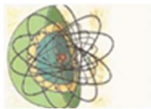
C'est sur ce paramètre timing qu'on renforcera notre visibilité, pour les utilisateurs On n'oubliera bien sûr pas les interactions, les applications spectrales et scientifiques ainsi que les applications fréquence – sources, comparaison, métrologie, horlogerie, spectroscopie et capteurs-, mais celles-ci semblent mieux maîtrisées et plus développées actuellement en France. On trouve des sources de fréquence et des outils de métrologie pour le transfert et à la comparaison de fréquence, on trouve peu de génération et transfert de fréquence de métrologie du temps pour des exactitudes (précisions) meilleures que la ms, comme pour un industriel grenoblois et d'un industriel choletais.

Donc, si on essaie de bâtir un argumentaire pour pousser les utilisateurs vers les technologies « couche haute » requises, nous devons baser notre argumentaire sur les points de temps et transfert de temps, senseurs et capteurs, sur le marché de la localisation, positionnement et navigation, sans oublier le marché fréquence, métrologie, horlogerie,...

Ce travail passe en revue l'ensemble des aspects temps-fréquence dans les infrastructures, systèmes et applications, et dans les outils de la métrologie, identifie les besoins actuels et futurs pour en dégager le périmètre d'interaction de la communauté temps fréquence avec les opérateurs publics et privés de ces domaines.

Ce document est destiné à servir de base aux analyses proposées, de l'exploitation qui pourra en être faite, des conclusions que l'on pourra tirer pour dégager des idées et propositions visant à engager des collaborations avec des utilisateurs et dégager des points de contacts dans divers organismes (Ministère de l'Industrie, Commission Européenne, pour dégager un consensus et des moyens susceptibles d'être mis en œuvre, comme l'initiative d'un acteur privilégié et plaque tournante des problématiques temps fréquence relevées dans ces applications, et agir avec et pour les acteurs, industriels et scientifiques, des domaines concernés).

Ce document donne une revue bibliographique sur ces différents aspects technologies et marchés, notamment sur les préoccupations Critical Infrastructure de l'Europe et les actions back-up GNSS en cours à l'échelle européenne.



PLAN DU TRAVAIL PROPOSE

- A- Introduction: FIRST-Tf et Temps-fréquence : Applications et Technologies
- B- P N T dans les Infrastructures Critiques
 - a. CI en Europe et US
 - b. Time sensitive CI
- C- GNSS : applications P N T, vulnérabilité et back up
 - a. Vulnérabilité et actions back up aux US
 - b. Vulnérabilité et back up en Europe (UK,...)
 - c. Vulnérabilités et actions back-up ROW
- D- Les activités et marchés Temps fréquence
 - a. Marché timing « classique »
 - i. Telecom
 - 1. Fixe line
 - 2. mobiles
 - ii. Data Center
 - iii. Energie
 - iv. Transport
 - b. Marché timing « en développement »
 - i. Fintech : HFT – High Frequency Trading
 - ii. Smart Grid
 - iii. Time stamping documents (legal)
 - iv. Time stamping (secure data..)
 - c. Marché Fréquence
 - i. Sources, oscillateurs, composants, technologie des fréquences
 - ii. Capteurs et senseurs fréquence : accéléromètre, gyromètres, température ;, pression, humidité, rayonnement, pollution, etc...
 - iii. Médical
 - iv. Physique et espace
 - d. Sécurité : nécessité, technologies, applications timing
- E- Interfaces industrielles possibles
 - a. Grands groupe « source et horloge »
 - b. PME source et horloge
 - c. Grands groupe « utilisateur »
 - d. Grands groupe « smart grid »
 - e. Acteurs Telecom et Data Center
 - f. Acteurs Transport (Mer, Rail, route,)
- F- Interfaces institutionnelles possibles
 - a. Europe
 - b. DCS
 - c. Industrie, transport, Économie, ...
- G- Actions
 - a. Lobbying industriel et institutionnel

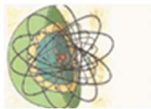


Figure 1 Time critical applications - graph Microsemi	12
Figure 2: stabilité time transfert LEO	15
Figure 3: RAN accès : FDD et TDD	18
Figure 4: parts de marches CLOUD des 5 leaders	25
Figure 5: protocole de redondance PRP et HSR dans les réseaux d'énergie, from 7sols	30
Figure 6: schéma d'application Timing en HFT High Frequency Trading	31
Figure 7:: PMU dans un reseau de transport (G) , m-PMU dans le reseau de distribution (D)	32
Figure 8: Smart Grid topologie schématique : la partie basse décrit l'aspect (communication)	33
Figure 9: role du PMU dans le reseau	34
Figure 10 : PMU bloc diagram – UTC reference requise à 1 µ	34
Figure 11: les différentes échelles de temps des réseaux d'énergie	35
Figure 12: time stamping - utilisation et validation du temps	39
Figure 13: processus de time stamping	39
Figure 14: reseau de transfert de données brute de données collectées, from AJ, Armasuisse,	40
Figure 15: diagramme taille de marché vs performance timing	42
Tableau 1: Scenarios de tests P	18
Tableau 2: MoE-3: Timing	18
Tableau 3: comparaison	19
Tableau 4: spécification	23
Tableau 5: protocole	29
Tableau 6: spécifications timing des éléments de réseaux d'énergie –	36