

# LE LIVRE BLANC

## LA SYNCHRONISATION HORAIRE SÉCURISÉE



**TALENTS PARTAGÉS**  
**DES EXPERTS FRANÇAIS DU TEMPS/FRÉQUENCE**

# SOMMAIRE

- 2 **01** L'ÉVOLUTION DE LA PRODUCTION DU TEMPS
- 10 **02** L'ÉVOLUTION DE LA SYNCHRONISATION HORAIRE
- 16 **03** L'ÉVOLUTION DE LA DIFFUSION DE L'HEURE
- 26 **04** LE PROJET SCPTIME®
- 52 **05** LES PARTENAIRES SCPTIME®



# PRÉFACE

Chers lecteurs,

Depuis le XVIII<sup>e</sup> siècle, les horlogers ont permis l'éclosion des échanges commerciaux, puis les physiciens se sont appliqués à domestiquer la mesure du temps dans des précisions scientifiquement intéressantes.

La France est le berceau technologique mondial du Temps/Fréquence, d'autant que le SYRTE (Observatoire de Paris, CNRS, UPMC, LNE) délivre l'heure légale construite à partir d'une réalisation de l'échelle de temps internationale UTC (Temps Universel Coordonné).

Dans les nouvelles organisations digitales, la synchronisation horaire permet non seulement de distribuer l'heure aux horloges mais également de synchroniser les machines et objets connectés sans se soucier des distances avec des précisions pouvant atteindre jusqu'à quelques nanosecondes selon les applications.

Si la production d'un temps de très haute précision est parfaitement maîtrisée par les Observatoires de Paris et de Besançon, le défi technologique actuel est de maîtriser la sécurité et la traçabilité de la date et de l'heure jusqu'à l'utilisateur final et ainsi de lutter contre les cyberattaques brouillant ou leurrant le message horaire.

## **La cyber-sécurité du temps ..... un nouveau challenge.**

En 2013, Maurice GORGY réunit les laboratoires français et les industriels du Temps/Fréquence autour d'un projet ambitieux : SCPTIME®.

Ce projet collaboratif de recherche a été approuvé par le Commissariat Général à l'Investissement (CGI), dans le cadre du Programme Investissements d'Avenir, et signé par le Premier Ministre le 2 juin 2014, il est accompagné financièrement par BPI France (grands projets collaboratifs) et labellisé Minalogic.

Ce livre blanc a été rédigé avec nos partenaires académiques et industriels SCPTIME®.

Il se compose de deux parties :

- la **première** explique l'évolution des échelles de temps
- la **seconde** fournit les éléments de sécurité et de traçabilité du projet SCPTIME®.

**Pour permettre à chacun de comprendre les enjeux liés à la sécurité et la traçabilité du temps dans l'économie numérique d'aujourd'hui.**

Bonne lecture.

Faites nous parvenir vos commentaires sur l'adresse : [info@scptime.com](mailto:info@scptime.com)

Nicolas GORGY  
Chef de file SCPTIME®  
et l'équipe GORGY TIMING

# 01

---



## LA PRODUCTION DU TEMPS

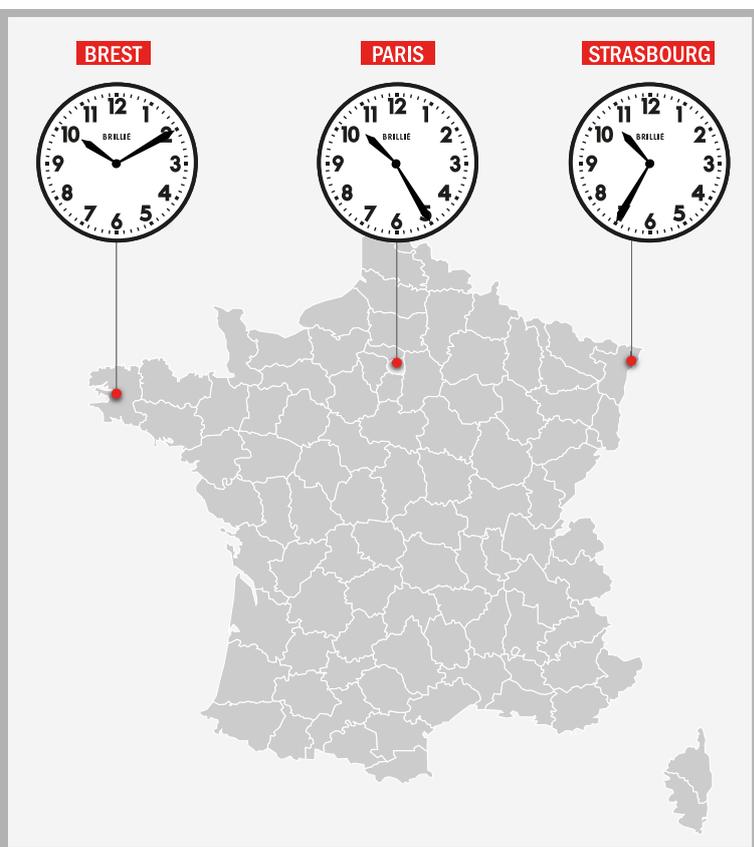
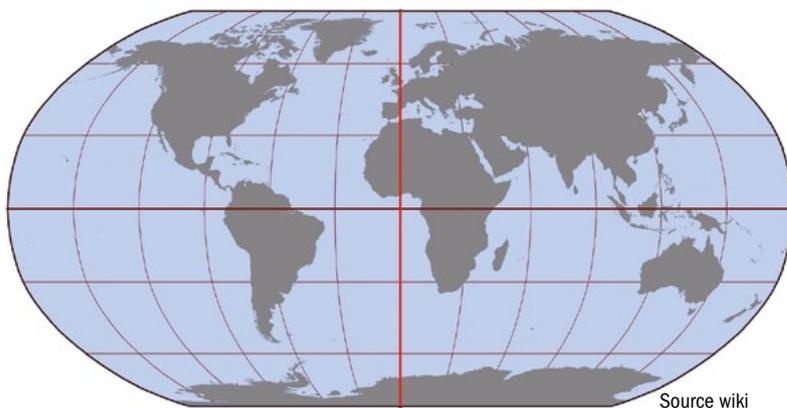
Maintenant, que le Temps est universellement connu, on constate que la précision de la propagation du Temps a augmenté constamment avec un facteur de 10 tous les 10 ans, pour atteindre  $10^{-18}$ .

# L'ÉVOLUTION DE LA PRODUCTION DU TEMPS

## 1875, l'heure de Greenwich Mean Time (GMT).

Le Congrès géographique international propose que les horaires ferroviaires du monde soient établis à partir d'un seul méridien. En 1882, Greenwich est adopté par les Etats-Unis.

La conférence de Rome de 1883 divise le globe en 24 fuseaux de 15° de longitude, l'heure légale est instituée en fonction de celle du méridien axial de chaque fuseau. La conférence de Washington de 1884 adopte le méridien de Greenwich comme méridien de référence. Le Greenwich Mean Time (GMT) est rapidement reconnu par de nombreux pays non signataires de cette conférence.



## 1912, le Bureau International de l'Heure (BIH).

Le BIH installé à l'Observatoire de Paris a pour mission de déterminer les paramètres qui définissent l'orientation de la Terre pour les analyses de stations d'observation.

**La volonté politique d'imposer une heure légale est atteinte, il reste à l'harmoniser sur tout le territoire.**

Cela commence dans les grandes villes françaises, qui pour la plupart, ont encore deux heures, celle de Paris et la leur, avec parfois, des différences de quelques minutes entre deux villes françaises situées à quelques kilomètres l'une de l'autre.

## 1929, une horloge à pression constante.

Cette horloge de haute précision développée par le fabricant français Leroy est installée dans une salle souterraine creusée à 5 mètres sous la bibliothèque de l'Observatoire de Besançon afin de garantir une température stable.

Elle participe avec d'autres Observatoires à la constitution d'un réseau du temps.

## 1956, le Temps Universel (TU).

Le Comité International des Poids et Mesures (CIPM) propose la nouvelle définition de la seconde dite "secondes éphémérides". On définit ainsi le Temps Universel (TU) comme le temps solaire moyen de Greenwich augmenté de 12 heures : lorsqu'il est midi TU, il est 0 heure GMT. Basée sur la rotation de la Terre, sa mesure est effectuée en observant chaque jour le passage d'étoiles hors du système solaire. Ceci apporte une précision de l'ordre de la microseconde. **La durée d'une seconde est la fraction d'1/86400 du jour solaire terrestre moyen.** Cette durée est proche de la période moyenne du battement normal du cœur humain au repos. En France, l'heure légale est obtenue en rajoutant 2 heures en été et 1 en hiver à l'heure TU.

**Mais rapidement les astronomes remarquent que le TU n'est pas assez précis.**

La rotation de la Terre est assujettie à de trop nombreux phénomènes imprévisibles : marées, ouragans, éloignement de la lune, etc. Les astronomes retiennent le mouvement orbital de la Terre autour du Soleil comme nouvelle échelle de temps. La notion de Temps Éphémérides (TE) est mise en place afin de tenir compte des imperfections de la rotation de la Terre. L'observation de la longitude du Soleil dans le ciel au cours de l'année telle qu'elle a été adoptée en 1952 par l'Union astronomique internationale est proposée.



Horloge de haute précision Leroy

## 1967, la définition de la seconde.

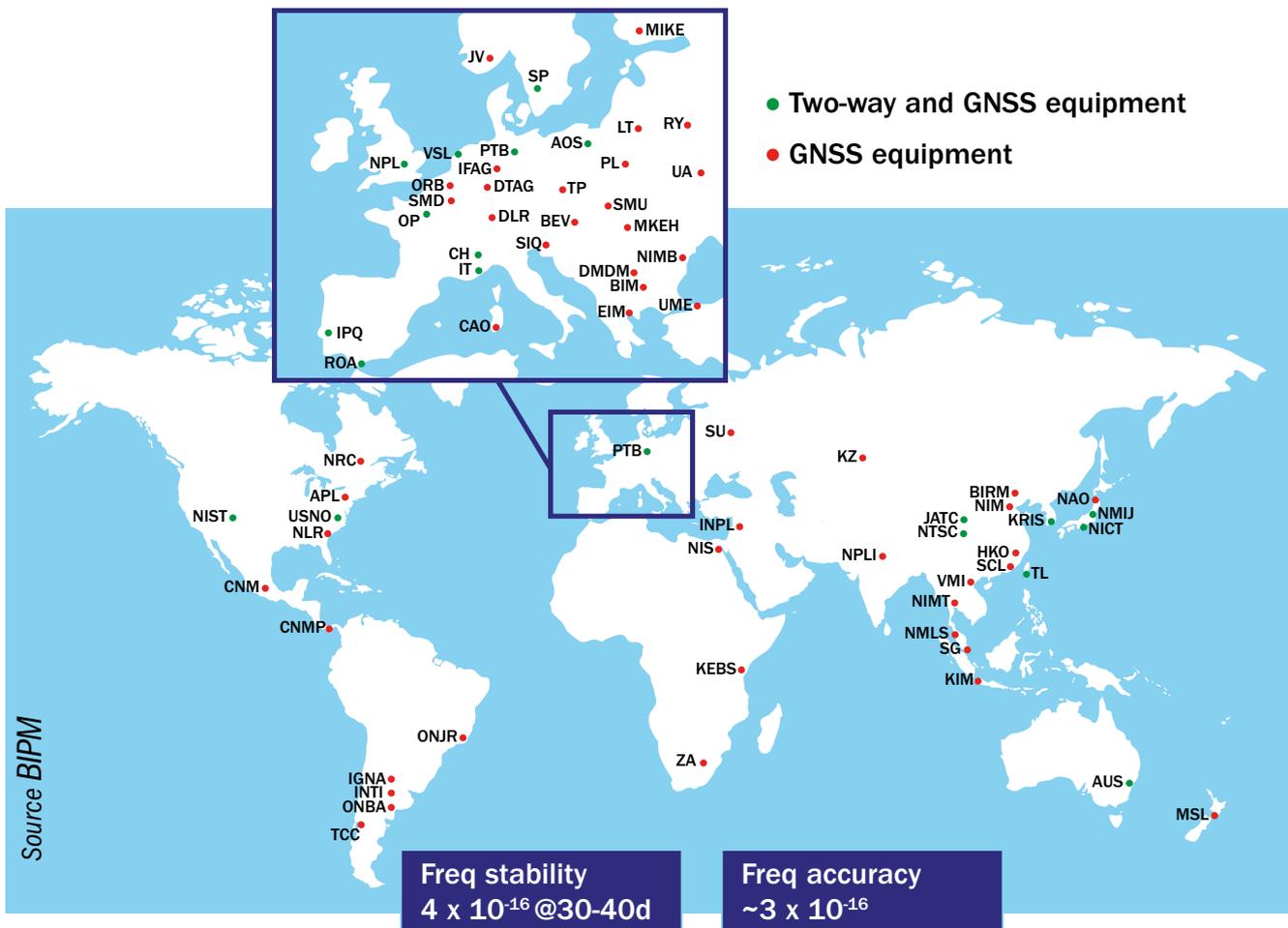
Lors de la treizième Conférence Générale des Poids et Mesures, la seconde est définie comme "la durée de 9 192 631 770 périodes de la radiation correspondant à la transition entre les niveaux hyperfins  $F=3$  et  $F=4$  de l'état fondamental  $6S_{1/2}$  de l'atome de césium 133". Cet atome possède un isotope extrêmement stable permettant de définir une oscillation parfaite.

**Ceci signifie que la division d'une seconde grâce à la stabilité du césium 133 permet une exactitude jamais atteinte avec le temps défini par l'astronomie.**

Lorsqu'un des électrons change de niveau d'énergie, il produit des oscillations d'une stabilité remarquable, absolument identiques partout dans le monde et totalement indéfectibles.

## 1971, le Temps Atomique International (TIA).

Echelle de temps "papier" construite par le BIPM à partir des comparaisons de 400 horloges atomiques commerciales (70 laboratoires) + exactitude et stabilité long terme assurées par des horloges ultrastables de laboratoire.



La 14<sup>ème</sup> Conférence Générale des Poids et Mesures (CGPM) a décidé que le Temps Atomique International est la coordonnée de repérage temporel établie sur la base des indications d'horloges atomiques fonctionnant dans divers établissements conformément à la définition de la seconde, unité de temps au système international d'unités. C'est le Bureau International des Poids et Mesures (BIPM basé à Sèvres en France) qui est en charge du calcul du Temps Atomique International (TAI). Cet organisme collecte les données d'environ 400

horloges réparties dans 70 laboratoires dans le monde. Le calcul du TAI est effectué à l'aide d'un algorithme qui effectue une moyenne pondérée des lectures des horloges atomiques. La finalité est d'obtenir une très bonne stabilité à long terme. L'exactitude de l'échelle de temps est assurée par des comparaisons régulières entre ces horloges atomiques réparties dans le monde.

## 1997, le Temps Universel Coordonné (UTC).

**Le temps peut dorénavant être absolument le même partout dans le monde.**

Le comité international confirme que cette définition se réfère à un atome de césium de référence au repos et à une température de 0 Kelvin.

La seconde est divisée en 1010 périodes avec l'atome de césium. Il reste maintenant à faire en sorte que les laboratoires qui possèdent de telles horloges soient reliés entre eux (aujourd'hui par des signaux échangés via des satellites) pour vérifier ensemble l'exactitude de l'heure internationale ou Temps Atomique International (TAI). Le temps moyen dérive légèrement par rapport à cet étalon absolu. Ainsi, dans la nuit du 30 juin au 1<sup>er</sup> juillet ou celle du 31 décembre au 1<sup>er</sup> janvier, quand ceci est nécessaire,

une correction d'une seconde est effectuée à la demande du Service international de la rotation terrestre et de système de référence (IERS) qui remplace depuis 1987 le BIH. C'est le Temps Universel Coordonné (UTC), ainsi depuis 1970, il a fallu ajouter 36 secondes au temps universel (TU). Le dernier ajustement de la "seconde intercalaire" a été effectué dans la nuit du 31 décembre au 1<sup>er</sup> janvier 2017 à 2 heures du matin.

**Seuls les UTC(k) construits par des organismes ayant signé le MRA (Mutual Recognition Arrangement) peuvent participer au raccordement métrologiquement traçable et certifiable à l' UTC.**

## 2014, les fontaines atomiques.

En France, à l'Observatoire de Paris, le laboratoire Systèmes de référence Temps-Espace **SYRTE** travaille sur plusieurs concepts d'horloges à atomes refroidis par laser. Le Français Claude Cohen-Tannoudji (prix Nobel de physique 1997) démontre, dès les années 1980, qu'il est possible de refroidir les atomes en les soumettant à un rayonnement laser.

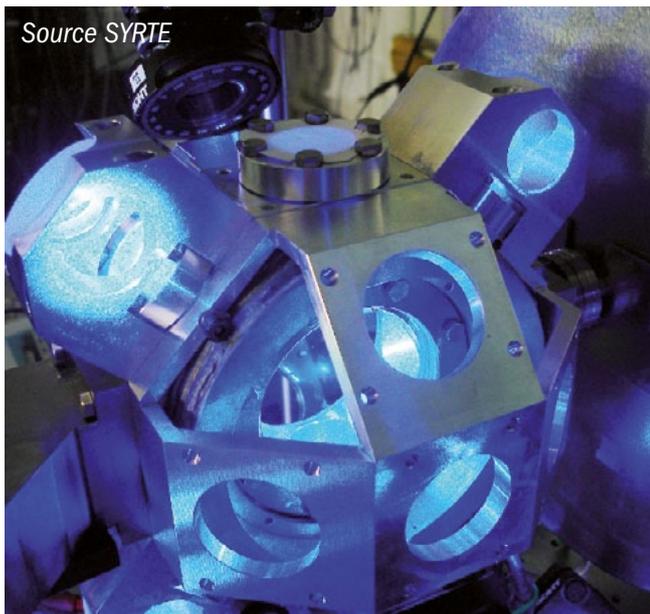
**L'exactitude des "fontaines à atomes froids" est de  $10^{-16}$ , ce qui correspond à une variation d'une seconde pour 300 millions d'années.** De nombreux laboratoires se dotent d'horloges de ce genre. Le SYRTE a développé et mis au point trois fontaines à atomes froids.

**Depuis 50 ans, la seconde est la durée de 9.192.631.770 périodes de la radiation correspondant à la transition entre les deux niveaux hyperfins de l'état fondamental de l'atome de Césium 133.**

La définition de la seconde au niveau international est établi par le Bureau International des Poids et Mesures basé à Sèvres, FRANCE.



Source SYRTE



## 2016, l'horloge optique au strontium.

### Vers une redéfinition de la seconde

En France, le SYRTE a mis au point deux horloges optiques à atomes neutres ( $10^{-18}$ ).

Celles-ci surpassent en précision et stabilité les fontaines atomiques Césium.

Une radiation du domaine optique a une fréquence 100 000 fois plus élevée que celle du Césium 133.

Cette première mondiale est une étape importante et devrait permettre à l'horizon 2026 une redéfinition de la seconde au niveau international.

## 2017, la production de l'heure par une horloge primaire.

Dans le cadre du projet SCPTIME®, Muquans développe une horloge primaire de très haute performance nommée MuClock. Cette horloge est destinée à équiper des Laboratoires métrologiques, des établissements dans le transport ferroviaire et aérien, des équipements militaires et spatiaux.

La MuClock est la première horloge atomique commerciale au monde basée sur une technologie de rupture en exploitant les résultats de physique quantique relatifs au refroidissement d'atomes par laser. Cette technologie a été développée en étroite collaboration avec le Laboratoire SYRTE de l'Observatoire de Paris. Elle repose sur l'interrogation d'un nuage d'atomes de rubidium préalablement refroidi à une température de quelques  $\mu\text{K}$ , extrêmement proche du zéro absolu. Ceci permet à la MuClock d'atteindre des performances sans équivalent sur le marché du Temps/Fréquence, en terme de stabilité et d'exactitude.

Les performances accessibles avec cette solution :

Stabilité court terme	$3 \cdot 10^{-13}$ à 1 s
Stabilité long terme	$1 \cdot 10^{-15}$
Exactitude	$< 5 \cdot 10^{-15}$
Gamme de température	22-28 °C



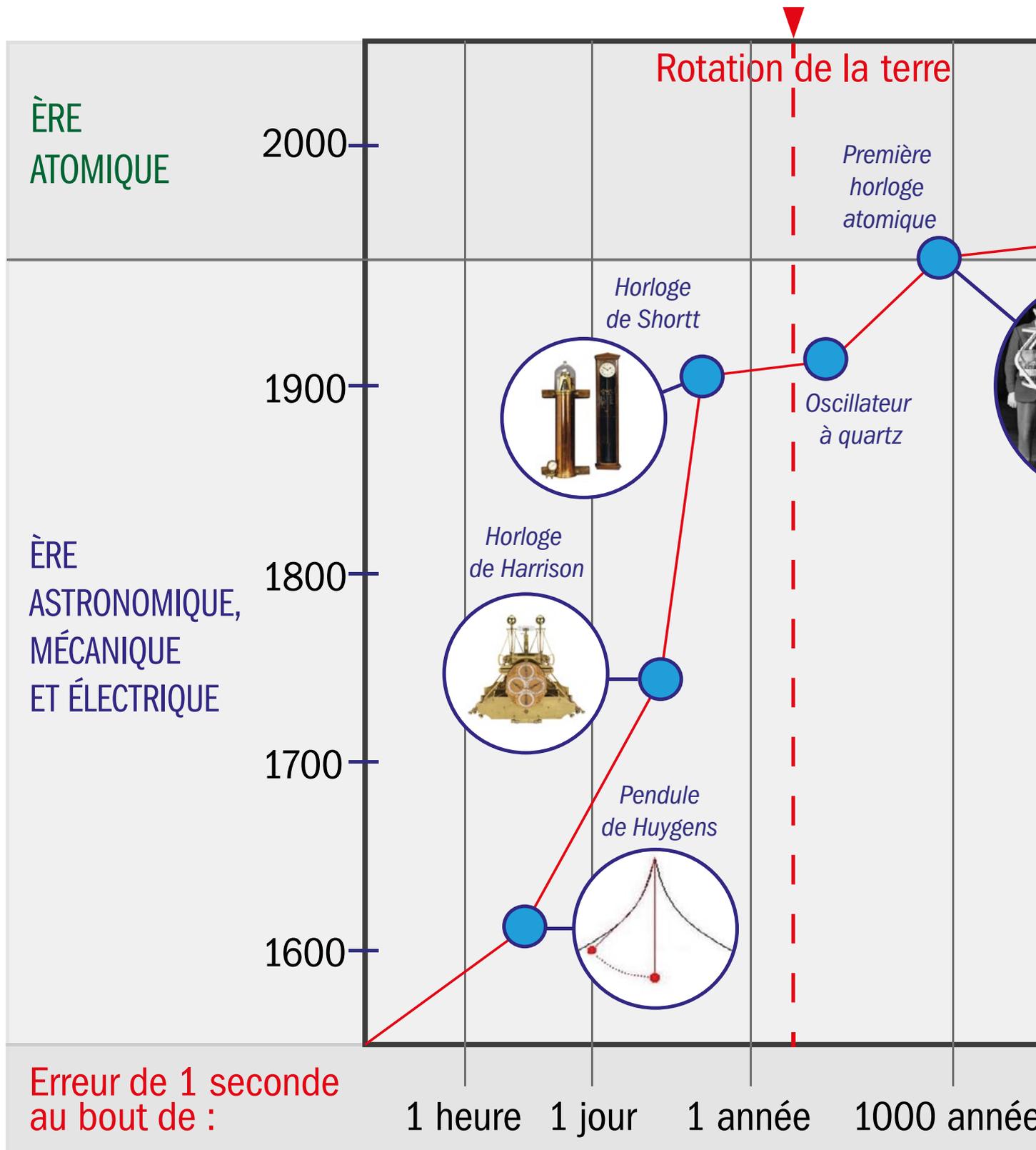
Horloge atomique MuClock

**L'heure UTC est la référence mondiale du temps.**

# LA MÉTROLOGIE, LA PRODUCTION DU TEMPS :

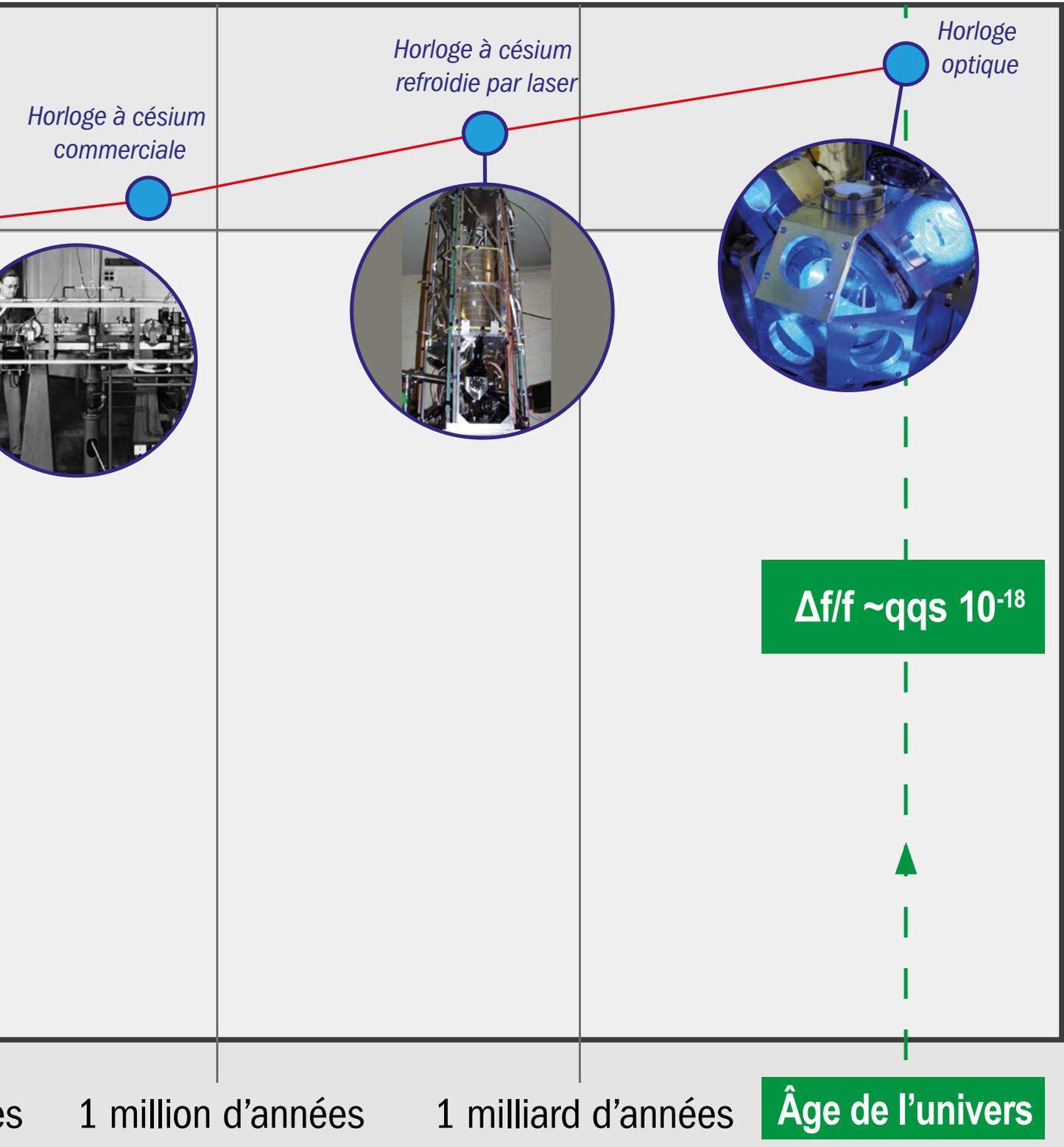
Ce schéma met en évidence l'évolution des technologies et de leur précision.

La précision de la propagation du temps augmente constamment avec un **facteur 10 tous les 10 ans**.



# UNE LONGUE HISTOIRE ...

Source SYRTE partenaire SCPTIME®



# 02

---



## LA SYNCHRONISATION HORAIRE

La synchronisation horaire par radio ou satellitaire permet le maintien d'une haute précision des bases de temps à quartz.

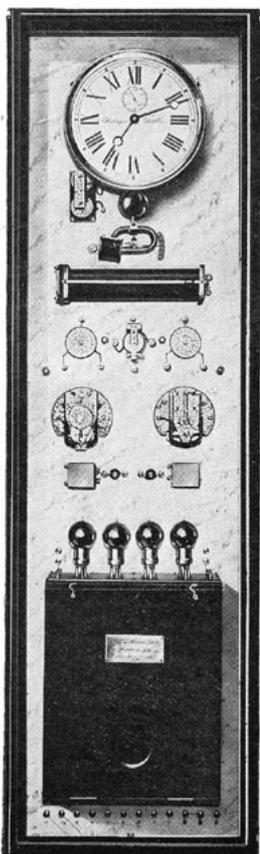
Elle évite ainsi la dérive des horloges ou appareils sur le long terme.

# L'ÉVOLUTION DE LA SYNCHRONISATION HORAIRE

La base de temps à quartz des horloges mères, des centrales horaires, des serveurs de temps doit être synchronisée sur des sources extérieures provenant d'émetteurs de signaux horaires hertziens. Cette synchronisation évite la dérive dans le temps de son oscillateur interne et augmente sa performance en précision sur le long terme.

## 1910, la synchronisation sur un émetteur radio.

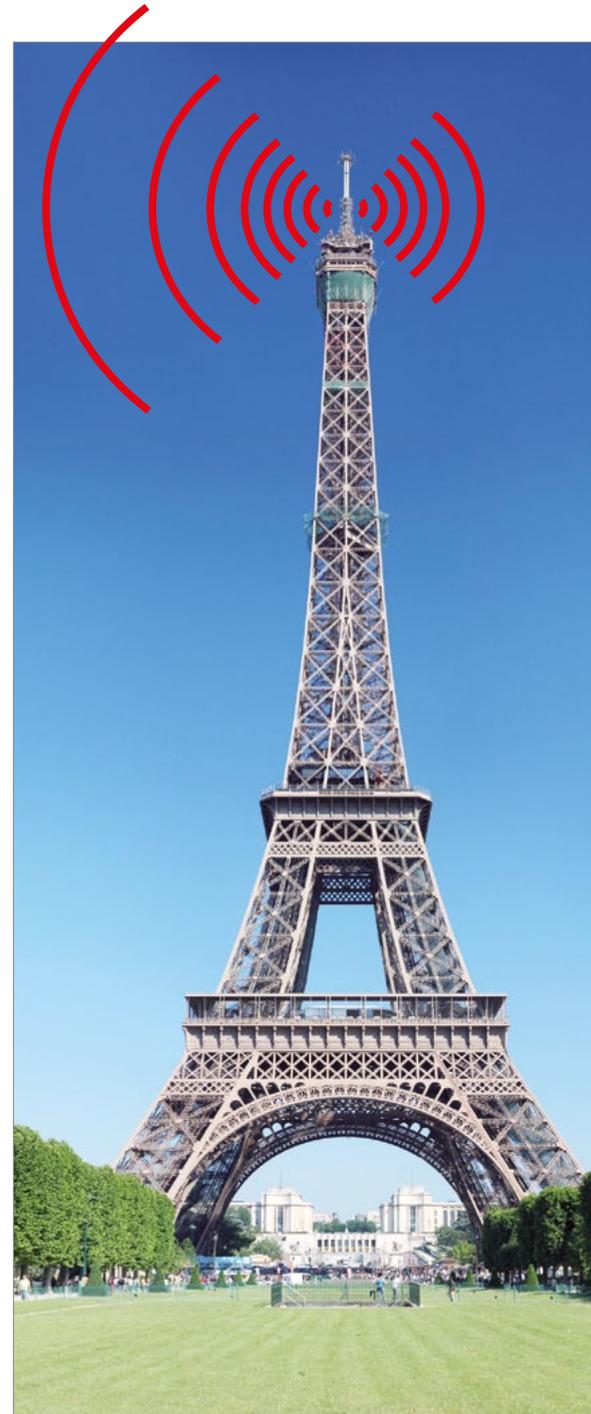
Le premier service mondial régulier de diffusion de signaux horaires par ondes hertziennes à destination des marins est mis en place sur la Tour Eiffel. Soucieux d'augmenter la performance de son installation militaire expérimentale, le capitaine Ferrié accepte et installe en 1908 une antenne orientée perpendiculairement à la Seine. Elle permettra à l'armée de communiquer durant la Première Guerre mondiale. Parallèlement, différentes expériences contribuent à la mise en place du réseau français radiotélégraphique. Les émetteurs de télégraphie sans fil augmentent en puissance, et en 1910, les premiers signaux horaires émis ont une portée de 2 600 mètres sur 115 kHz. La puissance augmente encore, elle est par exemple de 150 kW en 1917, les signaux sont entendus à 8 000 mètres. C'est toutefois le commandant Camille Tissot qui, dès les débuts de la TSF, propose de diffuser à des horaires fixes de signaux horaires provenant de l'Observatoire de Besançon afin de permettre aux marins de calculer leur position en pleine mer.



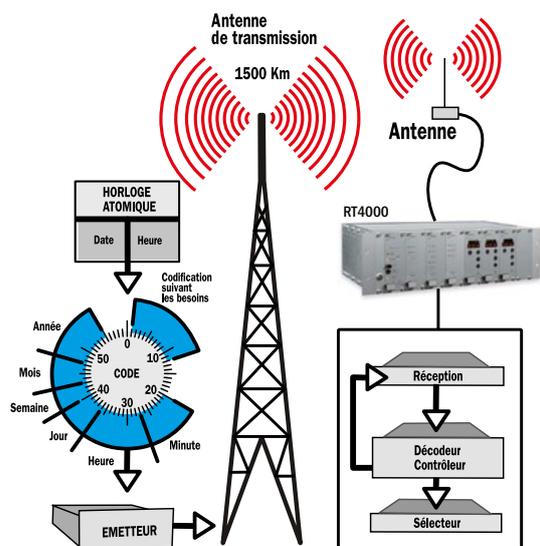
Le régulateur à balancier Brillié® synchronisé sur la TSF.

Brillié® conçoit et fabrique un amplificateur qui règle automatiquement la précision de ses régulateurs à balancier par **les signaux horaires T.S.F** (Télégraphie Sans Fil).

Cette synchronisation hertzienne permet un recalage de l'heure plusieurs fois par jour, et évite les remises à l'heure manuelles.



*Brillié® est une marque de la société GORGY TIMING.*



Principe d'une radio-synchronisation

### En 1931, l'émetteur de Prangins (Suisse).

Il diffuse par radio un signal indiquant l'heure légale suisse, sous la responsabilité de l'Institut fédéral de métrologie METAS. Ce signal horaire codé module en télégraphie une porteuse de 75 kHz. Le signal pouvait être capté jusqu'à une distance d'environ 1 500 kilomètres de Prangins. L'émetteur cesse d'émettre en 2011, le bâtiment est démoli.

### En 1938, l'émetteur France Inter (France).

L'émetteur d'Allouis dans le Cher diffuse le signal horaire "France Inter" sur la même porteuse que les programmes grandes ondes de France Inter. Après avoir été utilisé puis dynamité par les Allemands pendant la Seconde Guerre Mondiale, l'émetteur est reconstruit et mis en service par la Société française de radioélectricité le 19 octobre 1952.

### En 1950, l'émetteur MSF (Angleterre).

Le système anglais de transmission de l'heure par ondes radio se trouve à Rugby (Angleterre) 60kHz. La portée du signal horaire est d'environ 1500 km.

### En 1959, l'émetteur DCF77 (Allemagne).

Le système de transmission de l'heure légale allemande par ondes radio a été mis en service à l'initiative du gouvernement par la Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB). Son émetteur est situé à Mainflingen, près de Francfort-sur-le-Main. Il possède une horloge atomique au césium offrant une heure de très haute précision avec un écart théorique d'une seconde d'erreur pour un million d'années. L'information est émise en grandes ondes par un émetteur dont la portée est de 1 500 km et donc recevable dans plusieurs pays d'Europe.

### En 1994, l'émetteur France Inter (France).

La puissance de l'émetteur d'Allouis est portée à 2 000 kW en 1994. Ce système de radio synchronisation est calé sur les horloges atomiques fournies par le Laboratoire National de Métrologie LNE-SYRTE de l'Observatoire de Paris. Une redondance de l'Observatoire de Besançon est accessible aux propriétaires de récepteurs spécifiques sur la fréquence 162 kHz.

Plusieurs médias annoncent l'arrêt de l'émetteur d'Allouis pour fin 2017. Il est souhaitable pour notre métier du Temps que l'émetteur France Inter continue d'émettre les signaux horaires jusqu'à fin 2018.

Emetteurs France Inter



#### D'autres émetteurs dans le monde émettent également

des signaux horaires par exemple :

- JJY au Japon à Kyushu 60 Khz
- WWVB aux Etats Unis Colorado 2,5 MHz
- BPM en Chine à XI'an 2,5 MHz

## En 1995, la synchronisation sur une constellation satellitaire.

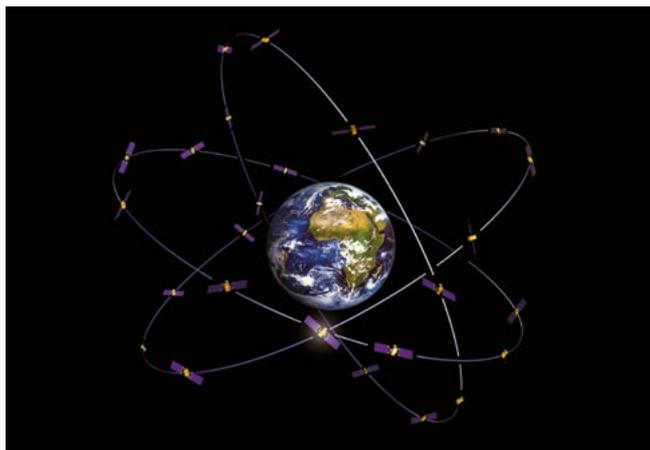


### En 1995, le système GPS américain.

Il est pleinement opérationnel avec une constellation de 24 satellites. D'après les spécifications du système GPS, le transfert de temps atteint une précision inférieure à 40 ns dans 95 % des cas avec une valeur typique de 12 ns. Aujourd'hui, la constellation est constituée de 31 satellites.

### En 1996, le système GLONASS russe.

Il devient, lui aussi, opérationnel. Cependant celui-ci connaît de nombreux problèmes techniques. Ce n'est seulement qu'en 2011 qu'il redevient opérationnel et que sa précision est améliorée.



La constellation Galileo sera constituée de 30 satellites (dont 3 en réserve) répartis sur 3 plans orbitaux inclinés de 56° par rapport au plan équatorial. © CNES

### En 2015, le système Beidou chinois.

Il couvre la partie asiatique avec une quinzaine de satellites en orbite, son déploiement final est prévu en 2020 pour une couverture mondiale avec une trentaine de satellites.

Les performances à terme de BEIDOU seront comparables aux trois autres systèmes mondiaux opérationnels (GPS et GLONASS) ou en cours de déploiement (GALILEO).

### En 2016, la constellation Européenne GALILEO.

Elle a commencé à fournir ses premiers services avec 18 satellites géostationnaires.

GALILEO compte se distinguer de ses concurrents par une plus grande précision du signal horaire et une plus grande robustesse avec ses 20 stations terrestres civiles déjà réparties autour du globe.

GALILEO est un dispositif civil de l'Agence Spatiale Européenne (ESA) à la différence des GPS, GLONASS qui restent des dispositifs militaires, un vrai avantage stratégique à l'international.

D'ici 2020, la constellation GALILEO sera complète avec 30 satellites couvrant ainsi l'ensemble du globe terrestre.

**Le GPS n'est pas une source UTC donc non reconnue comme une heure traçable.**

## En 2016, la synchronisation temporelle mixée à la syntonisation (fréquence).

La plupart des serveurs de temps du marché de la synchronisation horaire sont calés sur les signaux horaires hertziens provenant des satellites GPS.

Aujourd'hui, les utilisateurs exigeants souhaitent s'affranchir de la dépendance liée à la synchronisation sur la constellation des satellites GPS contrôlée à 100% sur le plan technique par les militaires américains.

La synchronisation horaire est un des paramètres de la cyber-sécurité. Les attaques des systèmes de synchronisation hertziens (radio ou satellitaires) par brouillage ou leurrage peuvent être à l'origine d'incidents ou d'accidents dans le monde du transport ferroviaire et avionique ainsi que dans les transactions bancaires (Trading Haute Fréquence).

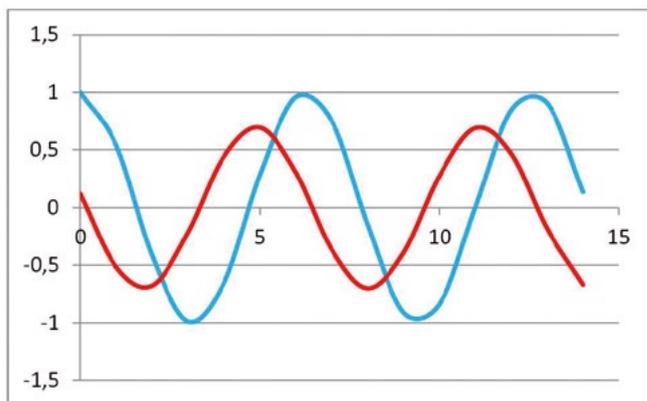
La solution sécuritaire proposée par GORGY TIMING a été d'interfacer les serveurs de temps à source horaire fiable et connue, par exemple à l'heure UTC de l'horloge atomique d'un Observatoire.

Le mixage d'une synchronisation temporelle (donnant le message horaire complet) asservie à une syntonisation (fréquence de très haute stabilité) offre une très haute précision à l'horloge interne du serveur portant celle-ci à quelques nanosecondes. **Ce mixage garantit une haute protection contre les cyberattaques.**

L'oscillateur de la base de temps du serveur est soit un micro-oscillateur césium, soit un rubidium pour maintenir cette haute précision en mode "holdover".

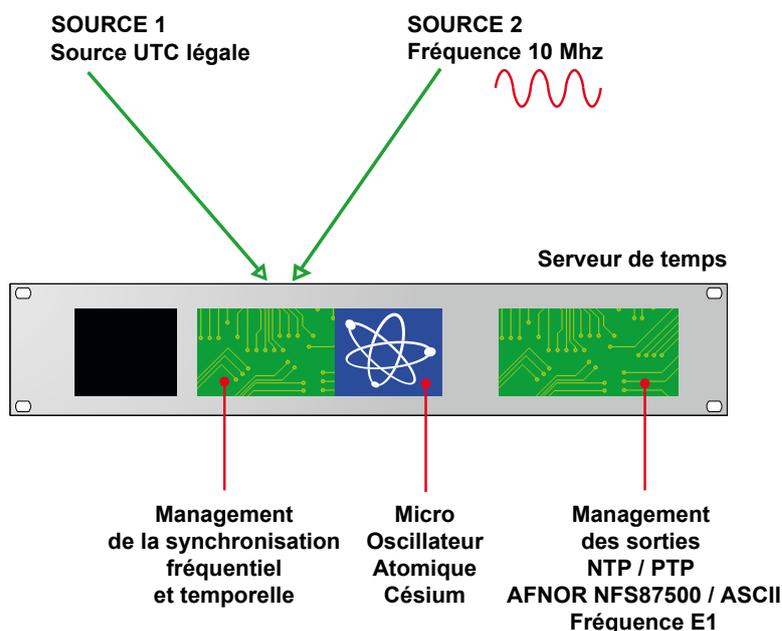
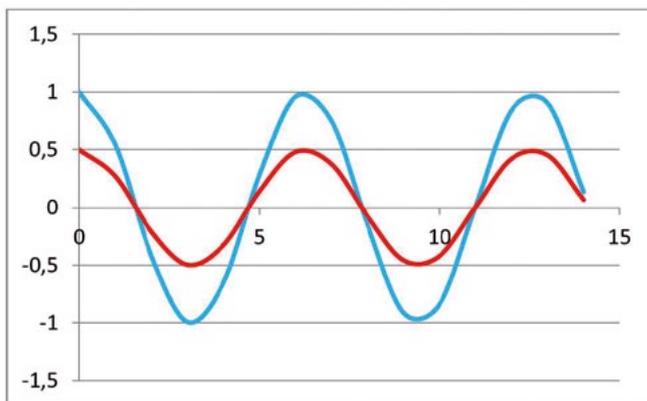
**Syntonisation sur une fréquence**

Avec un signal fréquentiel 10 MHz base de temps de l'horloge recevra 10 000 signaux par seconde.



Signaux déphasés

Signaux en phase, syntonisés



## En 2017, la synchronisation sécurisée par arbitrage.

Généralement, les serveurs de temps se contentent de capter l'heure sur un des systèmes satellitaires GNSS. Cette heure émise est de haute précision mais le message horaire reçu par ondes hertziennes peut être brouillé ou plus grave "leurré" par des attaquants motivés.

Un module d'arbitrage a été développé et breveté par GORGY TIMING. Il permet de comparer et de contrôler plusieurs sources d'entrées de synchronisation choisies en fonction des applications, la sécurité du message horaire émis étant prioritaire sur la précision.

Les deux sources 1 et 2 de synchronisation d'entrée proviennent soit :

- des satellites GNSS (Galileo, GPS, Glonass, Beidou)
- des protocoles (NTP<sup>GT</sup>, PTP, White Rabbit)

La source 3 de l'horloge interne du serveur de temps est équipée soit :

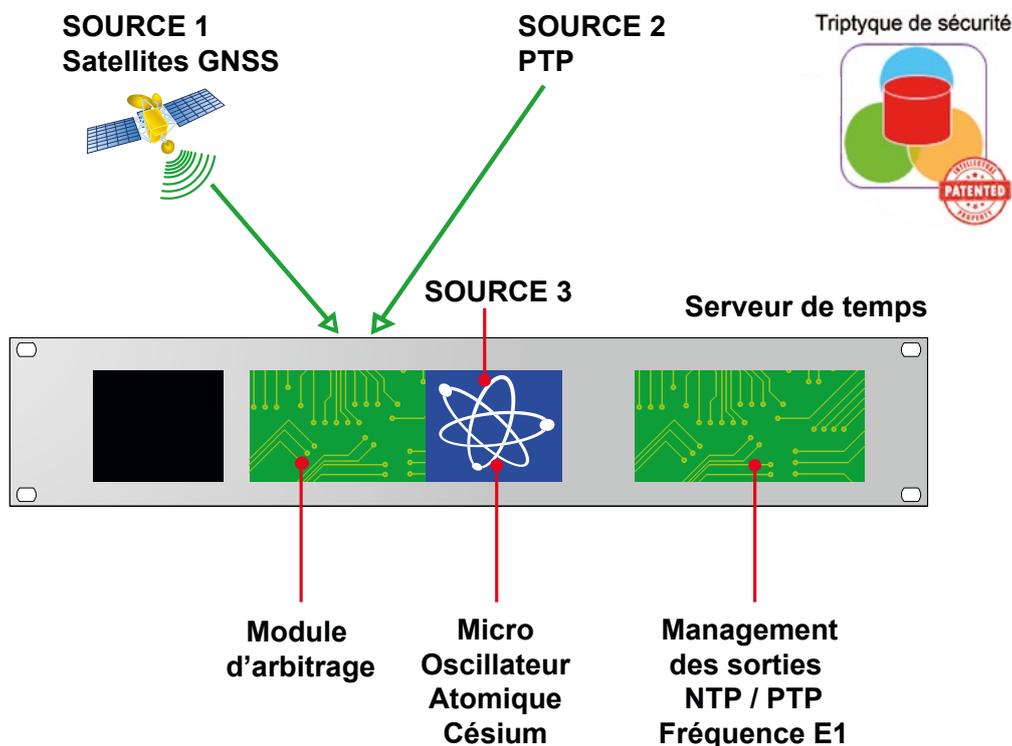
- d'un oscillateur à quartz OCXO (Thermostaté)
- d'un micro oscillateur atomique césium.

Si les sources 1 et 2 sont en accord, l'oscillateur est asservi par cette référence de temps commune.

Si les deux sources d'entrée sont en désaccord, la performance du micro-oscillateur césium joue son rôle d'arbitre en qualifiant la bonne source et en rejetant celle dont la fréquence dérape.

Le choix des 3 sources détermine la précision du serveur de temps.

Cette précision peut varier de la milliseconde à quelques nanosecondes en fonction des applications : Industries, militaires, bancaires, télécoms, énergie, transports ferroviaires ou avioniques.



**Ce mode de synchronisation permet une haute sécurité du message horaire jusqu'à l'utilisateur final.**

# 03

---

## LA DIFFUSION DE L'HEURE

---

Le transport du message horaire codé sur des câbles spécifiques ne correspond plus aux exigences du monde connecté d'aujourd'hui.

---

Le Network Time Protocol (NTP) est désormais le principal moyen de disséminer un message horaire à travers les réseaux informatiques.

# L'ÉVOLUTION DE LA DIFFUSION DE L'HEURE

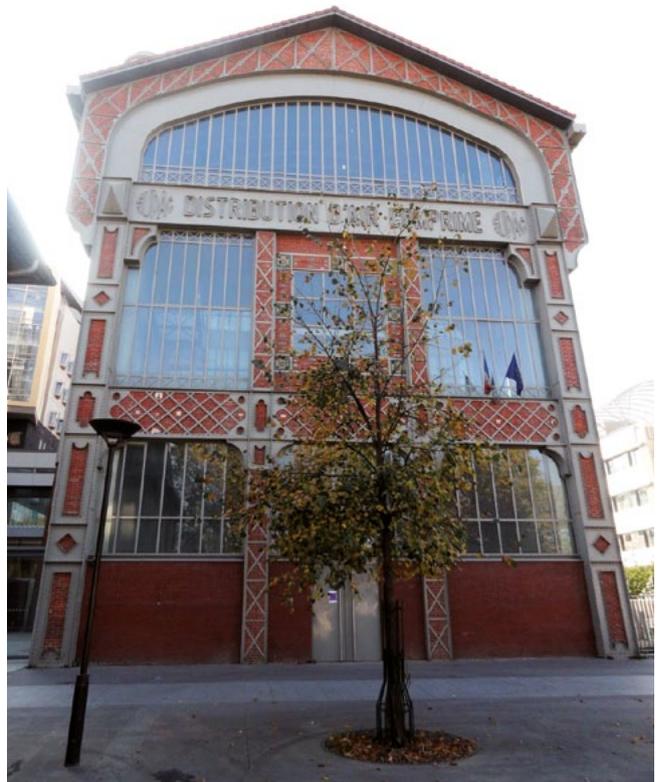
## 1879, la diffusion de l'heure pneumatique.

En 1879, la diffusion horaire à grande échelle est pneumatique. Victor Popp et Ernest Resch mettent au point ce système ingénieux.

Huit mille horloges sont progressivement installées à Paris et reliées entre elles par 50 kms de tuyaux qui passent dans les canalisations des égouts de la Ville de Paris.

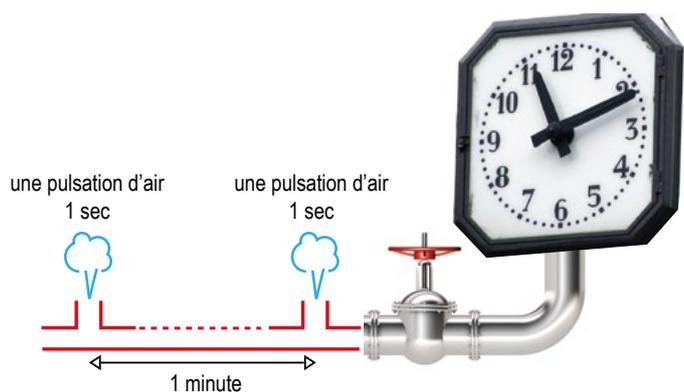
Une Centrale de production d'air comprimé "L'usine Pop" envoie une pulsation d'air toutes les minutes dans les tuyaux qui relient les horloges du réseau, celles-ci avancent toutes en même temps d'une minute.

L'Etat français finance ce concept innovant, ces horloges publiques et monumentales équipent les mairies, les commissariats de police, les écoles, les parcs et certaines rues de Paris.



Usine POPP de la Compagnie des horloges pneumatiques

Passage Verdeau, Paris IX<sup>ème</sup>

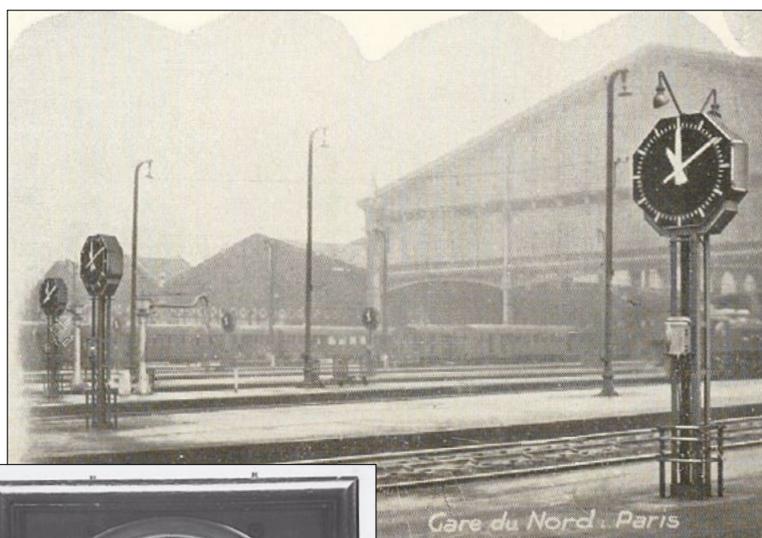


Horloge octogonale **Brillié**® de la Ville de Paris

## 1922, la diffusion de l'heure électrique impulsionnelle.

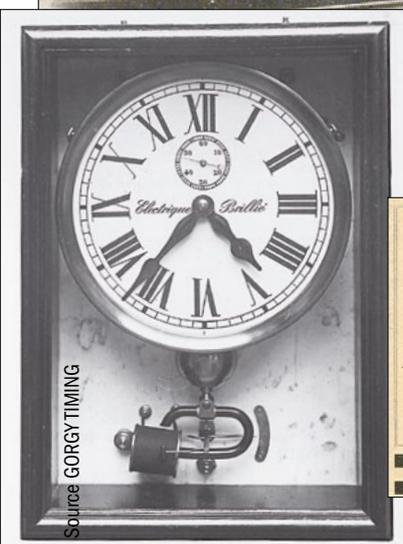
Les entreprises ont des horaires à respecter, des objectifs à tenir. Les transports, les trains, les avions, les bateaux doivent partir à l'heure. Il faut afficher une heure identique dans l'ensemble de leurs bâtiments.

En 1922, les Ateliers Brillié® Frères de Levallois Perret équipent la Société des Chemins de Fer de la région parisienne. Ils proposent à de nombreuses entreprises des



Gare du Nord, Paris

Horloges Brillié®  
Gare du nord, Paris



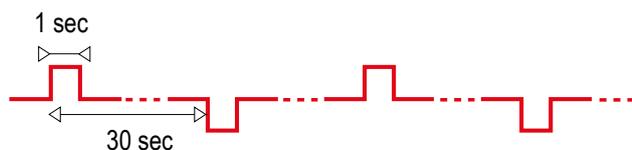
Source GORGY TIMING



Le régulateur à balancier Brillié®

régulateurs électriques performants. Leur fonctionnement est assuré par une impulsion électrique d'entretien du pendule qui est produite par l'attraction d'une bobine parcourue par un bref courant sur un aimant solidaire du pendule. Un contact, lié à la tige du pendule, envoie une impulsion électromagnétique qui doit avoir lieu légèrement avant le point mort. Sur certains modèles des contacts de synchronisation commandent à distance d'autres régulateurs dont les balanciers oscillent en synchronisme avec l'horloge-mère. Certains dispositifs proposent "la remise à l'heure ou réglage automatique par T S F (Télégraphie Sans Fil)". Le catalogue des Ateliers Brillié® Frères vers 1936 annonce : *"une distribution d'heure Brillié® présente sur les horloges mécaniques ordinaires les avantages suivants : Suppression de tout remontage, Indication de l'heure avec précision, Concordance rigoureuse entre les indications des différentes horloges. Mise à l'heure de toutes les horloges, en même temps, en agissant simplement sur l'horloge-régulateur. Les horloges-mères donnent l'heure avec une grande précision et leur marche est d'une bonne régularité. Un seul régulateur peut commander autant d'horloges secondaires que l'on souhaite par l'intermédiaire de contacts en envoyant toutes les demi-minutes un courant électrique dans la ligne sur laquelle sont connectées les réceptrices. Elles se trouvent donc toutes à la même heure qui est rigoureusement celle de l'horloge mère."* Le régulateur électrique Brillié® type 1565 rencontrera un grand succès en France ainsi qu'en Europe.

Une innovation marquante de la marque Brillié® est l'horloge mère appelée aussi régulateur à balancier. Elle commande un certain nombre de pendules réceptrices telles les grandes horloges des quais de gare, des mairies ou celles installées dans les usines. La particularité de ce régulateur est sa faible consommation électrique : une simple pile Féry était capable d'assurer le fonctionnement d'une installation horaire de plusieurs dizaines d'horloges branchées en série pendant plusieurs années.



Sortie impulsionnelle 1/2 minute pour piloter les horloges réceptrices branchées en série.

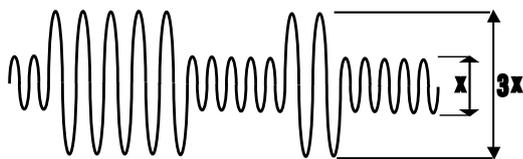
Cette horloge-mère autonome dérive de plusieurs minutes par semaine et devait être régulièrement remise à l'heure manuellement. En 1952, elle bénéficiera d'une synchronisation sur l'émetteur France Inter.

## 1976, la diffusion de l'heure par un code binaire 1000Hz.

GORGY TIMING réalise en première mondiale une nouvelle façon de diffuser l'heure avec un code horaire binaire spécifique 1000Hz permettant de piloter les 1200 nouvelles horloges numériques de Radio France Paris sur une simple paire téléphonique.

Ce code 1000Hz est dans la gamme de fréquences "audio", il ne perturbe pas les lignes environnantes, il est peu sensible aux parasites industriels.

La centrale horaire émet un message horaire complet (heure et date) chaque seconde pour les horloges réceptrices. Chaque circuit de ligne peut synchroniser plus de 250 horloges sur 40 kms sur une simple ligne téléphonique.



Code fréquence 1000 Hz.

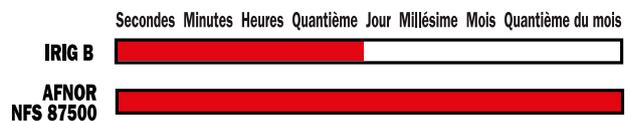
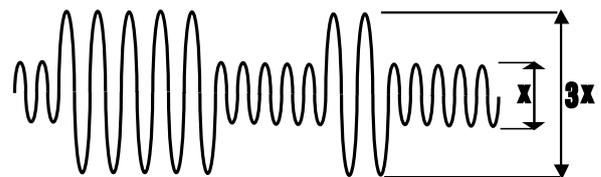


Centrale horaire  
Aéroport de Roissy

## 1985, la diffusion de l'heure par le code AFNOR NFS 87500.

GORGY TIMING travaille en collaboration avec les Bureaux d'études de la SNCF, de Radio France, des Aéroports de Paris et la CFHM pour définir un code horaire normalisé. Ensemble, ils optent en faveur du code déjà utilisé par GORGY TIMING pour synchroniser les horloges de Radio France. Celui-ci sera normalisé AFNOR NFS 87500 en 1987.

Il reste actuellement le code horaire le plus utilisé dans le marché international du transport (aéroports, chemins de fer, métros). Il est appelé couramment le "French code" par les militaires américains.



Centrale horaire modulaire.

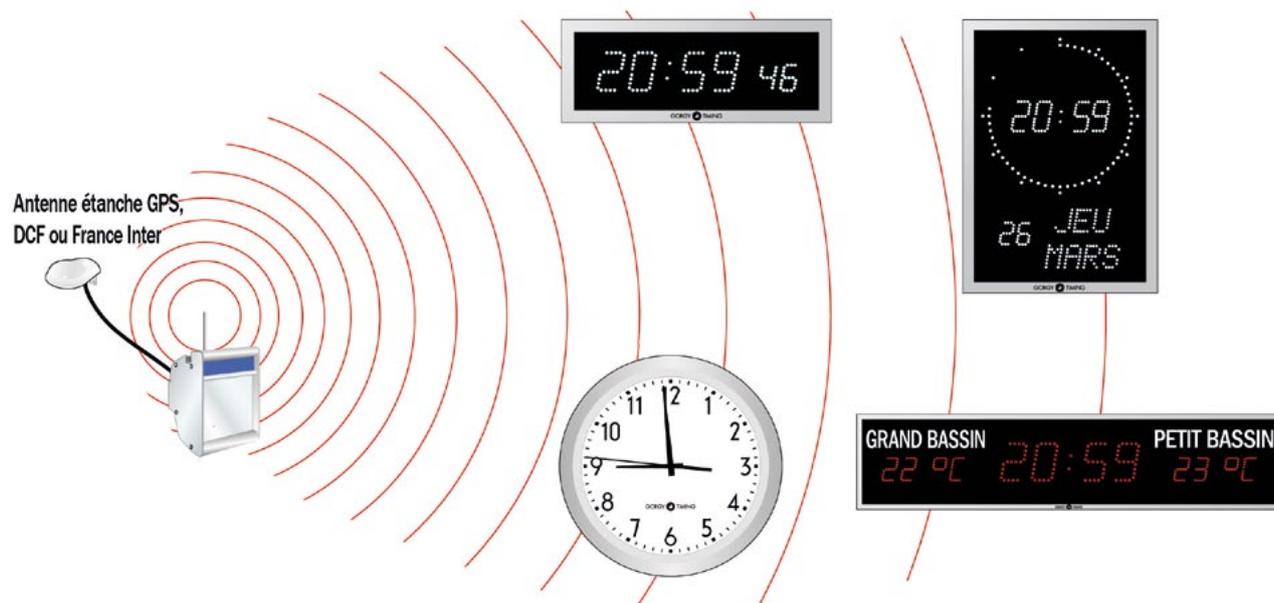


En 1993, GORGY TIMING conçoit et fabrique la première horloge analogique au design TGV élaborée avec les architectes de la SNCF. Elles sont pilotées par le code AFNOR NFS 87500 avec une remise à l'heure permanente.

## 1998, la diffusion de l'heure radio sans fil 869MHz.

Ce mode de diffusion de l'heure sans fil **unidirectionnel** permet de synchroniser des horloges sur une distance d'environ 250 mètres (au-delà prévoir des répéteurs).

La qualité du signal unidirectionnel est conditionnée par la structure du bâtiment.



## 2002, la diffusion de l'heure via NTP (Network Time Protocol).

Jusqu'à présent, la diffusion de l'heure consistait uniquement à afficher l'heure sur un cadran d'horloge ou à synchroniser un ordinateur avec un code série ASCII.

Cet univers est dépassé, l'âge de la synchronisation horaire sur les réseaux de communication (Ethernet, Internet et sans fil Wi-Fi) par le protocole informatique NTP est arrivé.

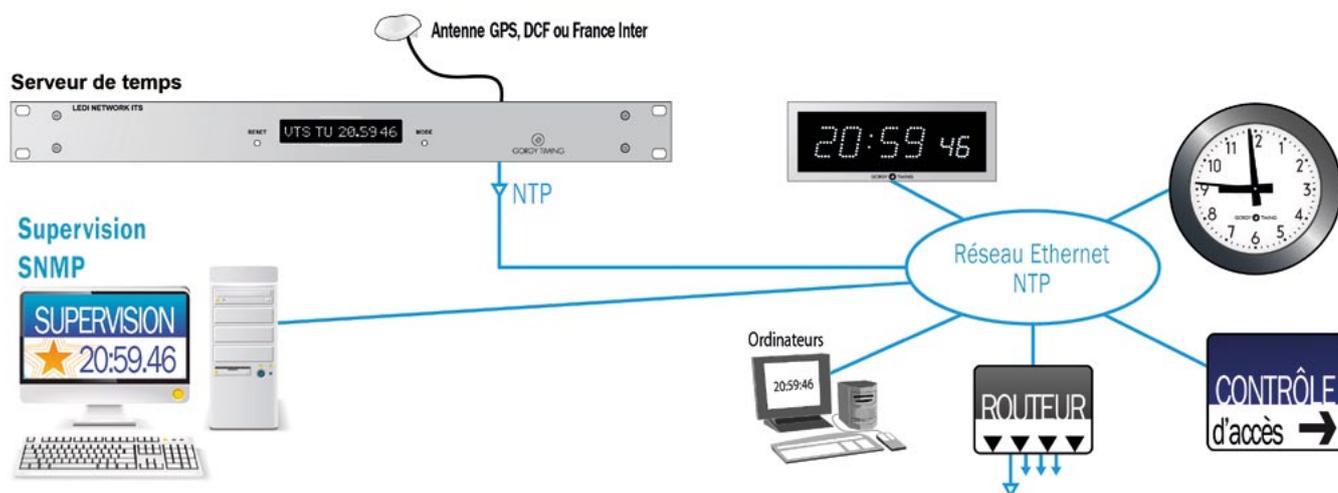
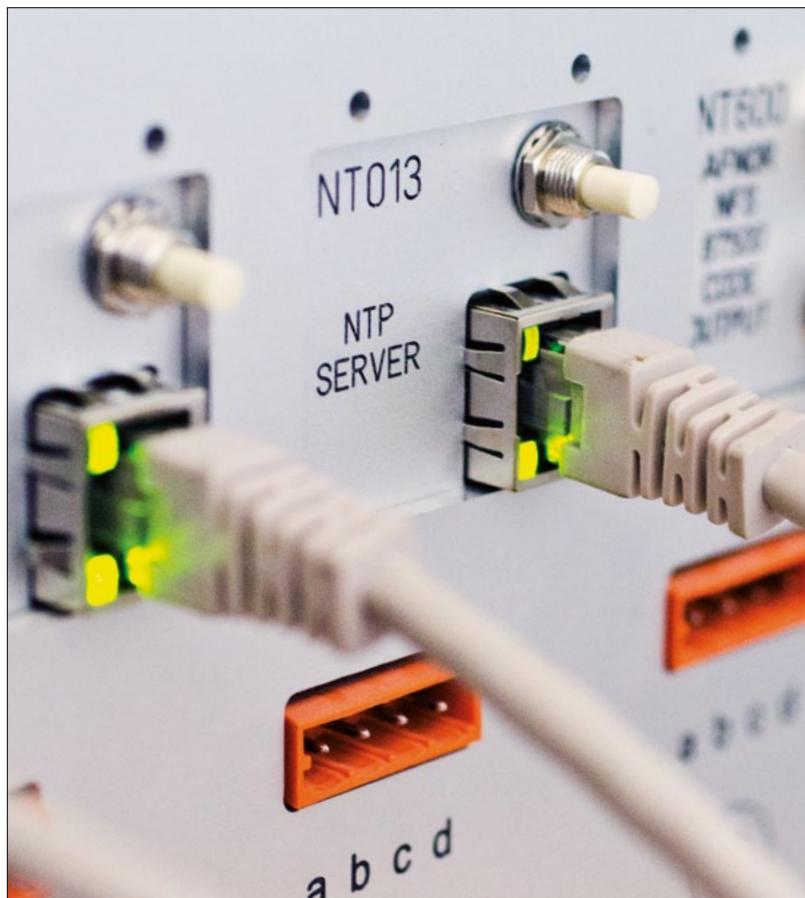
**Le protocole normalisé NTP (Network Time Protocol)** est de plus en plus utilisé en diffusion de l'heure, son message horaire bidirectionnel permet une traçabilité et une supervision à distance.

Son impact est profond et irréversible, la nature des échanges de synchronisation est plus vaste, la vitesse de circulation du message horaire est plus rapide et les distances ne sont plus un obstacle en utilisant les réseaux de communication.

Il permet de synchroniser les horloges, les produits informatiques et les objets connectés **sans interface** sur de grandes distances.

Il permet de dater les événements avec précision.

La synchronisation NTP, facile à mettre en oeuvre, correspond aujourd'hui à des installations horaires de petite et grande importance. L'utilisation du réseau informatique pour la transmission du message horaire permet de faire l'économie du tirage de câbles spécifiques.



## 2013, la diffusion de l'heure sans fil Wi-Fi/NTP<sup>GT</sup>.

Ce nouveau mode de diffusion sans fil **bidirectionnel** associe deux normes reconnues internationalement le Wi-Fi et le protocole NTP<sup>GT</sup>.

Elle assure une diffusion de l'heure dans des conditions de sécurité et de fiabilité élevées.

**Ce mode de diffusion sans fil remplace le mode sans fil 869 MHz pour deux raisons essentielles :**

- Éviter d'ajouter dans un bâtiment déjà équipé en Wi-Fi une pollution électromagnétique supplémentaire.
- Avoir un code **bidirectionnel** permettant une vraie supervision à distance de l'ensemble de l'installation horaire et une traçabilité des équipements informatiques connectés.

Comme chaque horloge possède sa propre adresse IP, il est possible de les superviser à distance individuellement.

Pour des installations allant de 5 à plusieurs milliers d'horloges, GORGY TIMING a développé un logiciel spécifique sur une tablette Android permettant un paramétrage automatique et instantané à distance de chaque horloge de la liste d'appareils horaires Wi-Fi détectés.

La mise en service simple et intuitive de toute l'installation ne prendra que quelques minutes à son utilisateur pour configurer une centaine d'horloges au lieu de quelques heures pour des horloges équipées de modules Wi-Fi classiques.



**Le protocole NTP / Wi-Fi bidirectionnel permet une traçabilité et une supervision du message horaire.**

## 2014, la diffusion de l'heure via PTP (Protocol Time Precision).

Le protocole temporel PTP a été développé par IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) pour la synchronisation d'horloges sur les réseaux locaux de type Ethernet.

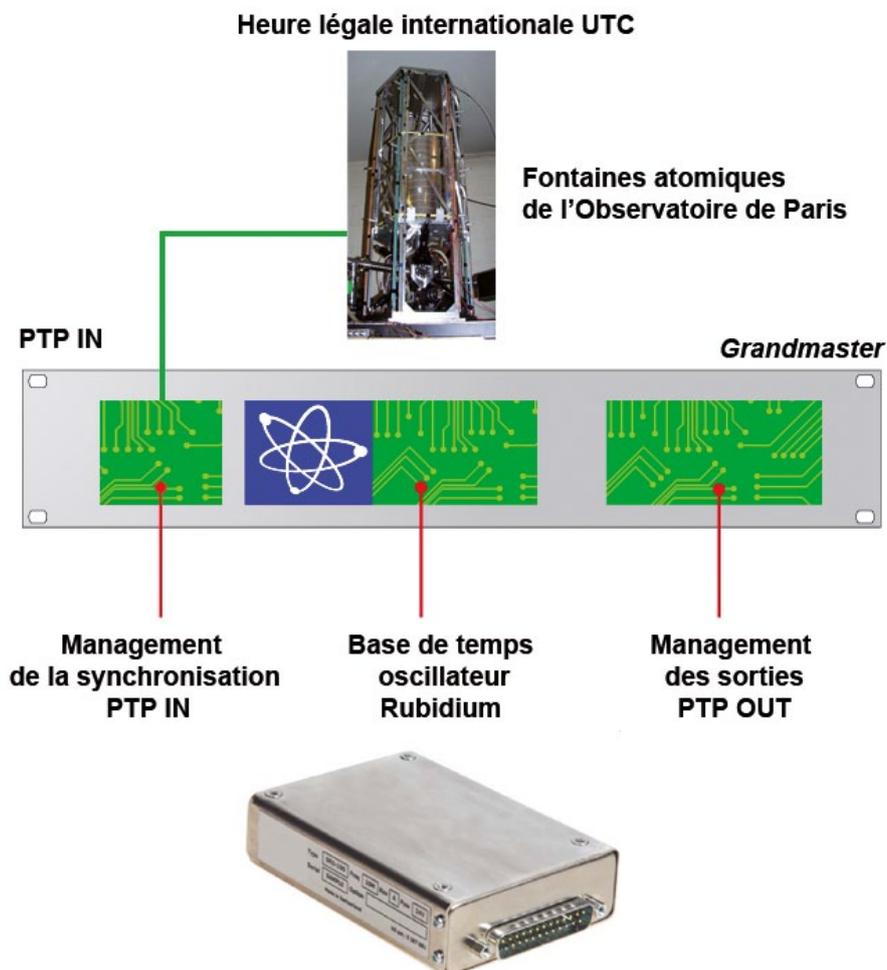
Le **Grandmaster PTP** un serveur de temps haut de gamme, destiné à produire et à diffuser le temps sécurisé **SCPTIME®**, est développé par **GORGY TIMING**.

Ce développement a pu aboutir grâce au partenariat technique avec le SYRTE de l'Observatoire de Paris qui a permis de qualifier la haute stabilité du PTP en entrée sur les fontaines atomiques. Pour la sortie PTP, nous avons pu ajouter une couche supplémentaire de sécurité qui est essentielle face aux enjeux de cyber-sécurité avec l'expertise du LNE (Laboratoire National d'Essai).

La synchronisation d'entrée PTP permet d'avoir une haute stabilité de l'horloge interne du Grandmaster inférieure à 10 nanosecondes. La sortie PTP permet la synchronisation d'horloges ou objets connectés inférieure à la microseconde sur de longues distances via les réseaux de type Ethernet par une correction précise de la dérive et une compensation du délai de transmission. Le protocole PTP bidirectionnel permet la traçabilité et la certification du message horaire.

Le Grandmaster PTP est doté d'un oscillateur au rubidium lui assurant une haute précision de  $10^{-11}$  en mode "Hold over".

Il a été développé pour répondre aux exigences des Centres de contrôle aérien, des Radio/TV, des réseaux Telecom, des laboratoires métrologiques, des équipements militaires.



## 2017, la diffusion de l'heure certifiée Box NTP BiaTime®.

Ce serveur de temps professionnel a demandé plusieurs années de développement à GORGY TIMING pour en faire un produit de combat industriel lui permettant de prendre une position importante sur le marché international.



Le développement de la BOX NTP BiaTime® a pour objectif de diffuser un message horaire certifié et traçable provenant de l'heure légale d'un pays (en France, le SYRTE de l'Observatoire de Paris) jusqu'à l'utilisateur final avec une précision à la milliseconde quelle que soit la distance.

**Ce serveur de temps compact NTP<sup>GT</sup> permet d'offrir :**

- une facilité intuitive d'installation et d'utilisation pour les utilisateurs.
- une précision suffisante de quelques millisecondes.
- une traçabilité de l'information horaire via un Data Center ou Big Data.
- un paramétrage et une maintenance à distance.
- un protocole NTP<sup>GT</sup> sécurisé.
- un prix de vente s'adressant à une large clientèle.
- un produit international multilingue.

**La BiaTime® B s'adresse aux petits réseaux ou aux parties de réseaux décentralisés d'une vingtaine de matériels : Notaires, Assurances, Entreprises, Administrations, Écoles, Hôpitaux...**

## 2017, la diffusion de l'heure par un serveur de temps Grandmaster.

Ce serveur de temps Grandmaster de haute technologie travaille à l'échelle de la nanoseconde.

La précision de sa base de temps est assurée par un micro-oscillateur atomique au Césium.

Ce micro-oscillateur a été développé dans le cadre du projet collaboratif SCPTIME® par le Laboratoire Femto Besançon, Syrlinks et Tronics.

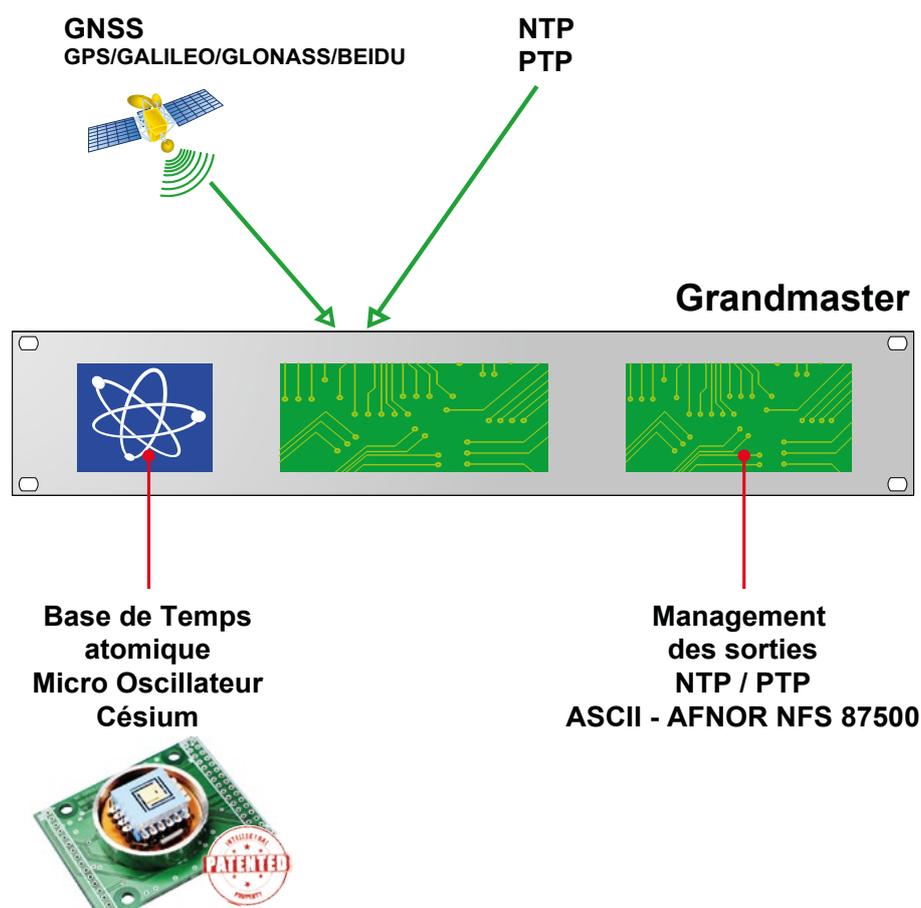
La précision de sa base de temps peut varier de la nanoseconde à la microseconde sur le long terme en fonction de la source de synchronisation utilisée.

En mode "hold over", ce micro-oscillateur permet de garantir la microseconde pendant 48 heures ou 100 microsecondes pendant 10 jours.

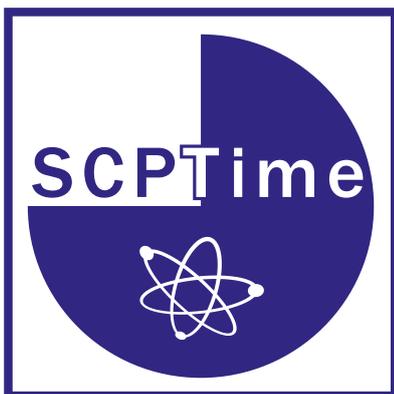
Ce serveur Grandmaster a été développé pour fonctionner dans un environnement difficile entre -25°C et +70°C.

Cet oscillateur centimétrique permet de regrouper cette technologie dans un rack compact 19"1U. Son faible encombrement lui confère un atout supplémentaire dans les marchés du Temps/Fréquence.

Ce serveur de temps convient aux applications ayant des exigences fortes de cybersécurité : les Salles de marché (Trading Haute Fréquence), les Centres de contrôle aérien, les laboratoires métrologiques, les réseaux Telecom(5G), les équipements militaires.



# 04



## LE PROJET SCPTime®

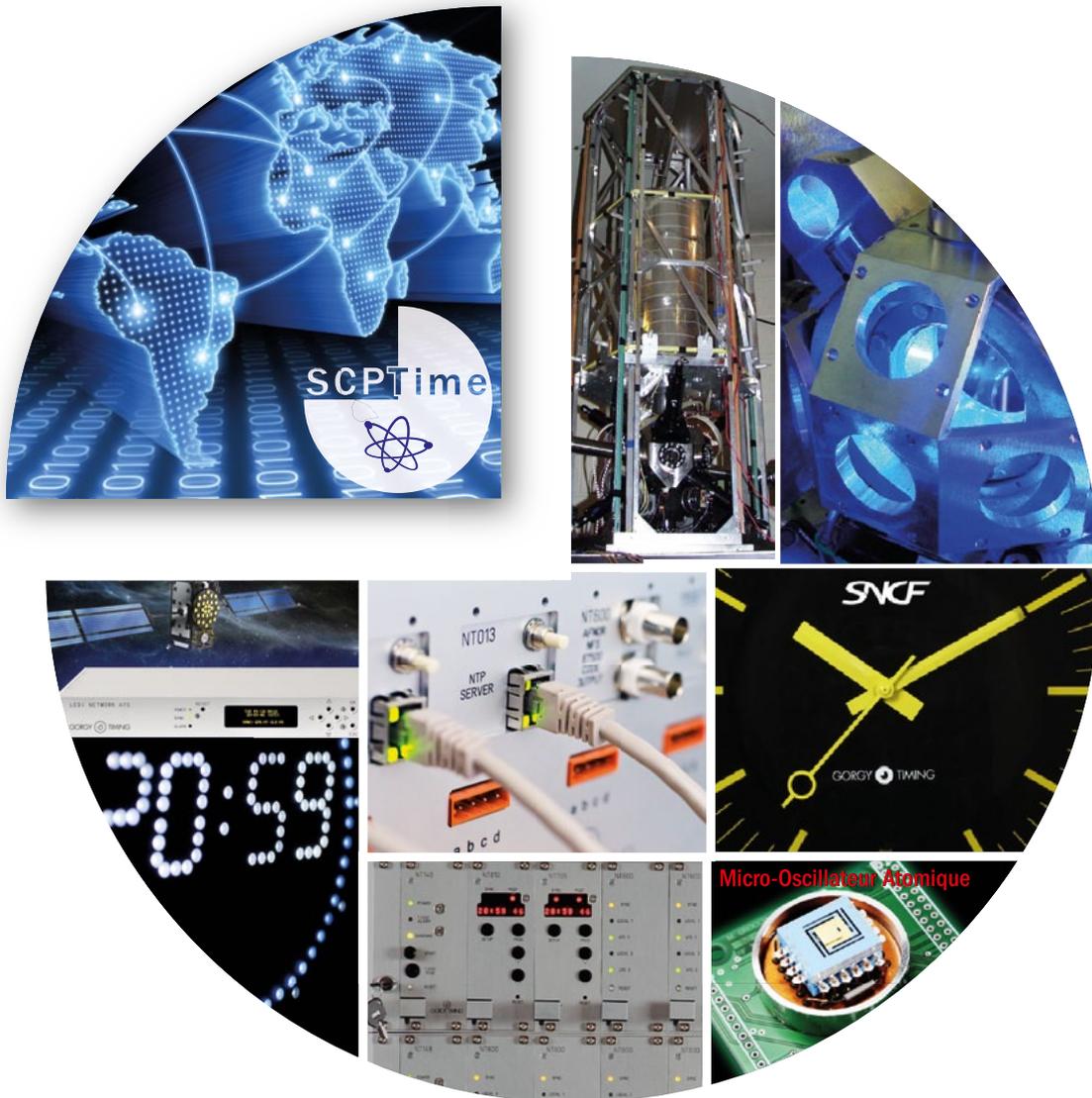
Le projet collaboratif SCPTime® vise à faire sortir le temps ultra-précis des Observatoires et Laboratoires métrologiques nationaux pour l'industrialiser et le diffuser avec un haut niveau de sécurité et de traçabilité sur de grandes distances jusqu'à l'utilisateur final.

Le but étant de le mettre en toute confiance au service de l'économie numérique.

Dans un monde où tout s'accélère  
où les objets se connectent...

# SCPTime®

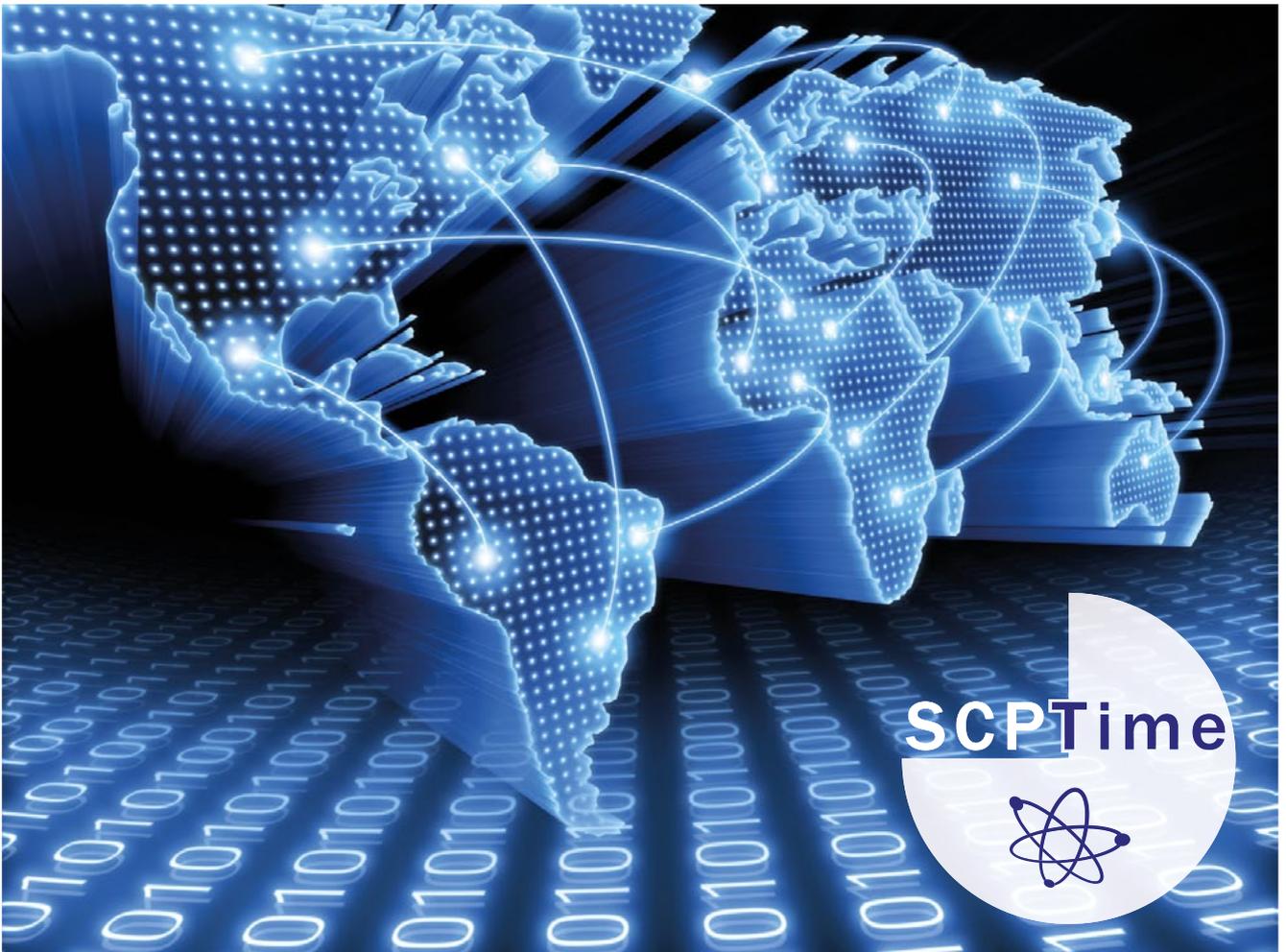
by GORGY TIMING



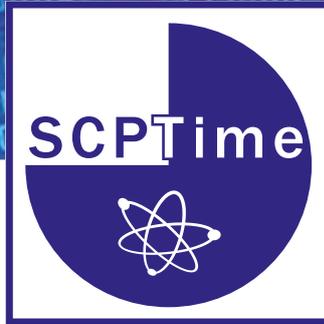
## Temps Sécurisé, Certifié, Précis et Traçable

L'évolution des technologies et de la cyber-sécurité au service  
de la synchronisation horaire

# SCPTime® PREMIER OPÉRATEUR DU TEMPS



**Une innovation collaborative  
des Experts Français  
du Temps/Fréquence**



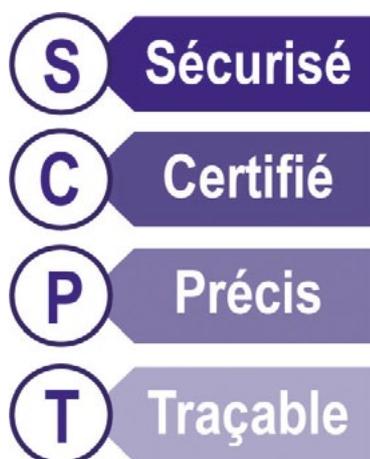
## SCPTIME<sup>®</sup> : POURQUOI?

- L'attraction du projet collaboratif SCPTIME<sup>®</sup>
- La cyber-sécurité dans l'économie numérique
- Les risques d'une synchronisation GNSS
- Les risques d'une synchronisation radio
- Les risques de la diffusion sans fil
- Les risques de la diffusion NTP
  
- Les réponses :
  - L'Architecture SCPTIME<sup>®</sup>
  - La Technologie SCPTIME<sup>®</sup>

# L'ATTRACTION DU PROJET COLLABORATIF SCPTIME®

Le temps dans le monde digital joue un rôle incontournable dans la cyber-sécurité et les environnements réglementaires. Ces exigences deviennent indispensables en matière de preuve de la bonne source et de son utilisation effective dans la synchronisation.

Les tendances réglementaires européennes et françaises vont s'étendre progressivement à l'ensemble des métiers. Cela implique de fournir les preuves que la synchronisation a été bien effectuée avec la bonne heure de référence (heure légale basée sur l'UTC) dans l'exactitude demandée selon les applications des utilisateurs (de la seconde à la nanoseconde). Le parcours de l'heure doit être traçable depuis sa source de production jusqu'à son point d'arrivée, et fournir un accusé de réception.



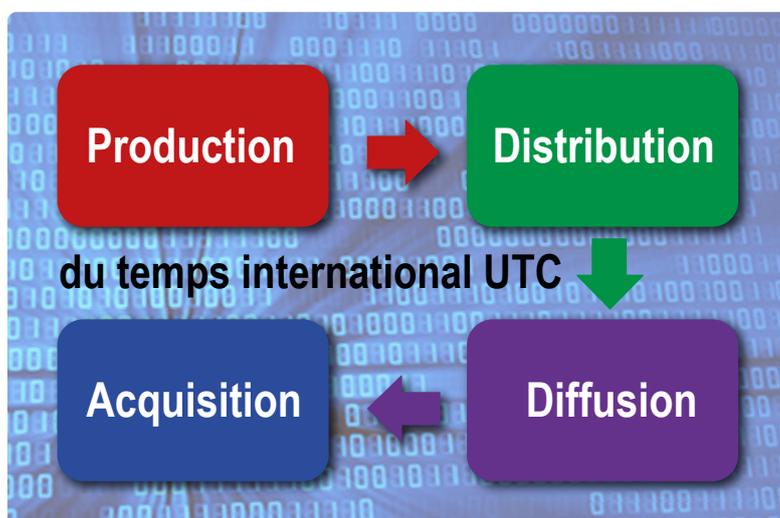
**SCPTIME®** s'adresse à tous les métiers utilisant l'informatique. Il peut en effet être calibré selon les attentes réelles des différentes utilisations du temps. Du notaire (utilisant la seconde certifiée) au trading haute fréquence (utilisant la microseconde certifiée). Tenant compte de l'accroissement des législations et des pratiques métier, le niveau de diffusion SCPTIME s'adapte à chaque communauté d'intérêt.

La croissance exponentielle des données à traiter, en particulier avec le développement des objets connectés, nécessite une datation exhaustive et fine. La reconstitution des transactions au fil du temps est indispensable. À travers son dispositif de BIG DATA, **SCPTIME®** a la capacité de reconstituer au fil du temps l'enchaînement chronologique des transactions spécifiques à chaque métier pour la période choisie.

**SCPTIME®** offre donc la traçabilité totale du temps et la sécurité associée pour fournir une heure précise et certifiée.

**SCPTIME®** dispose d'une version en réseau fermé : le temps de référence est alors fourni par une horloge atomique quantique industrielle innovante et calibré via une application multi-satellitaire.

**SCPTIME®** se caractérise par sa simplicité d'implémentation.



**SCPTIME®** garantit la sécurité et la traçabilité à travers un certificat (audité par un organisme accrédité) respectant le référentiel européen.

La mémorisation dans un SCPTIME® "Big Data" facilite les réponses juridiques et constitue des éléments de preuve. SCPTIME® est le premier dispositif mondial offrant une réponse complète au défi du temps dans le monde digital. Il est disponible pour différentes applications (entreprises, organismes gouvernementaux et non gouvernementaux) dès 2017.

# LA CYBER-SÉCURITÉ DANS L'ÉCONOMIE NUMÉRIQUE



Le concept SCPTime® est aujourd'hui un dispositif traçant le message horaire de la source UTC du temps jusqu'à l'utilisateur final. Mondialement, c'est le seul qui garantit à 100 % la continuité du signal horaire en mode bidirectionnel :

- en attestant l'origine l'UTC du temps de référence UTC
- en certifiant les transactions de synchronisation
- en fournissant une Traçabilité intégrale du chemin du message horaire sur de grandes distances
- en informant l'utilisateur final d'une interruption momentanée d'une performance insuffisante ou d'un dysfonctionnement de la synchronisation
- en commutant sur une micro horloge atomique interne en cas de dysfonctionnement de la synchronisation
- en offrant une exactitude certifiée allant de la sub-seconde à quelques nanosecondes en fonction des applications
- en dupliquant le même concept cyber-sécurisé dans chaque pays.

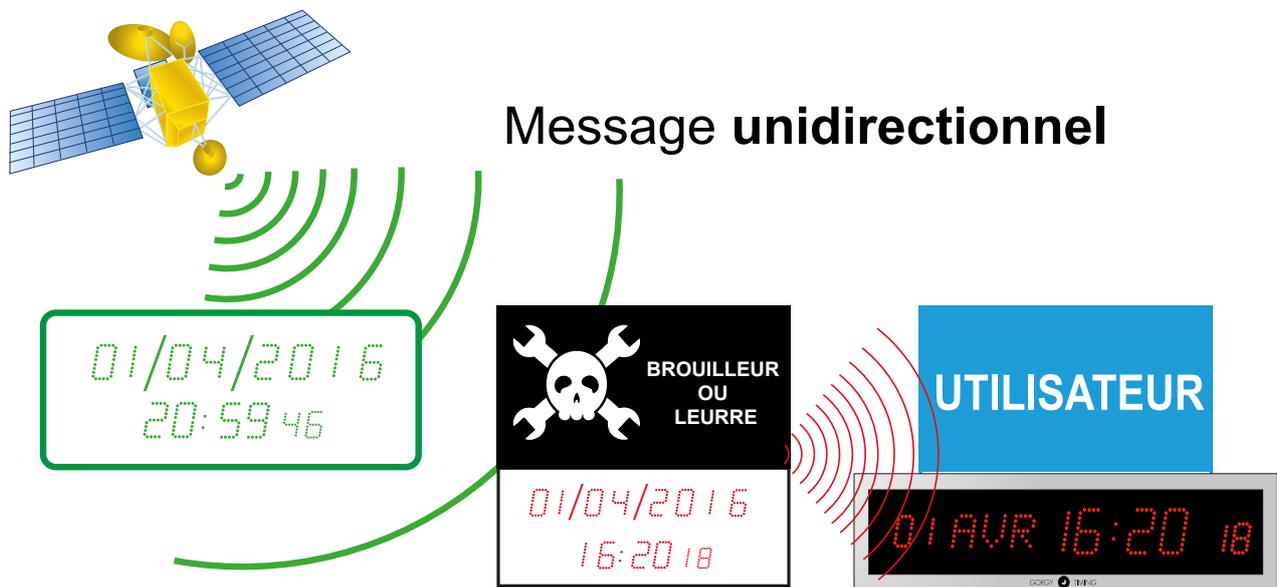
# LES RISQUES D'UNE SYNCHRONISATION GNSS

Les bases de temps (le plus souvent à quartz) des serveurs de temps doivent être recalées régulièrement par une source extérieure pour éviter une dérive dans le temps de l'horloge interne.

Ces recalages réguliers sur les satellites GNSS ou sur les émetteurs radio nationaux peuvent être à haut risque comme le montre les deux exemples ci-dessous :

**DATE et HEURE de référence :** 01/04/2016  
20:59:46

**A - Diffusion GNSS via GALILEO (Europe), GPS (USA),  
GLONASS (Russie), BEIDU (Chine) Couverture mondiale**

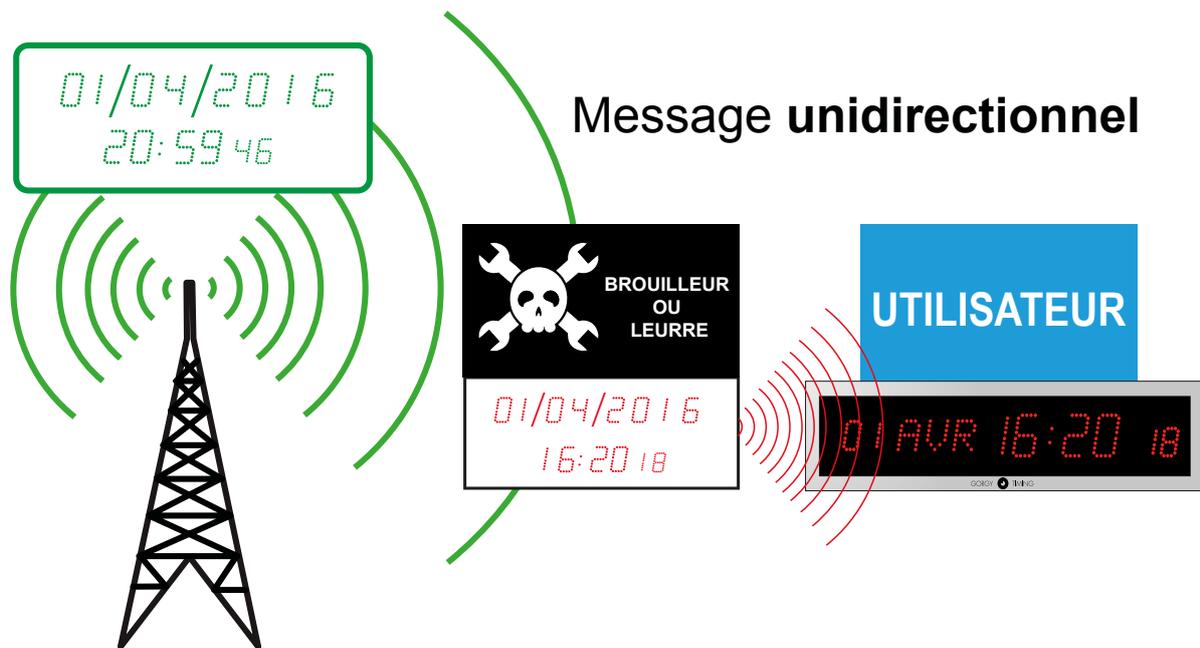


Les satellites Galileo (Europe), GPS (USA), Glonass (Russie), Beidu (Chine) émettent toutes les 12 minutes un message horaire complet de très haute précision pour synchroniser les serveurs de temps.

**Ce message horaire unidirectionnel n'est pas traçable, il peut être facilement brouillé ou plus grave "leurré" volontairement par un attaquant motivé.**

# LES RISQUES D'UNE SYNCHRONISATION RADIO

**B - Diffusion hertzienne traditionnelle par émetteurs horaires radio :**  
Allouis / DCF / MSF    Couverture mondiale

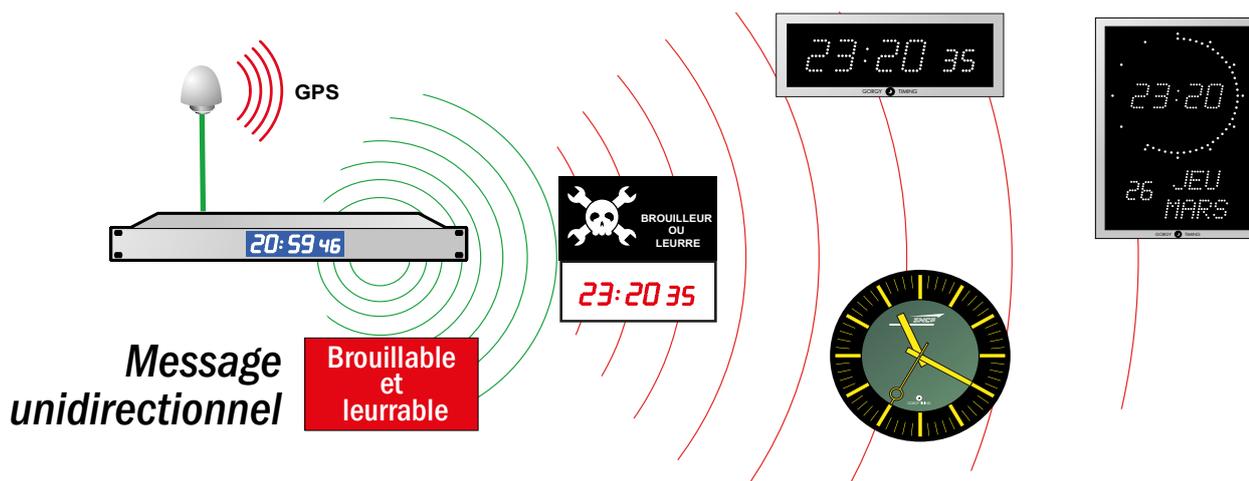


Les émetteurs radios d'Allouis (France), DCF (Allemagne), MSF (Angleterre) transmettent par ondes hertziennes chaque minute un message horaire unidirectionnel complet pour synchroniser les serveurs de temps.

**Ce message horaire unidirectionnel n'est pas traçable, il peut être brouillé ou plus grave "leurré" volontairement par un attaquant motivé.**

# LES RISQUES DE LA DIFFUSION SANS FIL

## Diffusion du message horaire sans fil 869 MHz

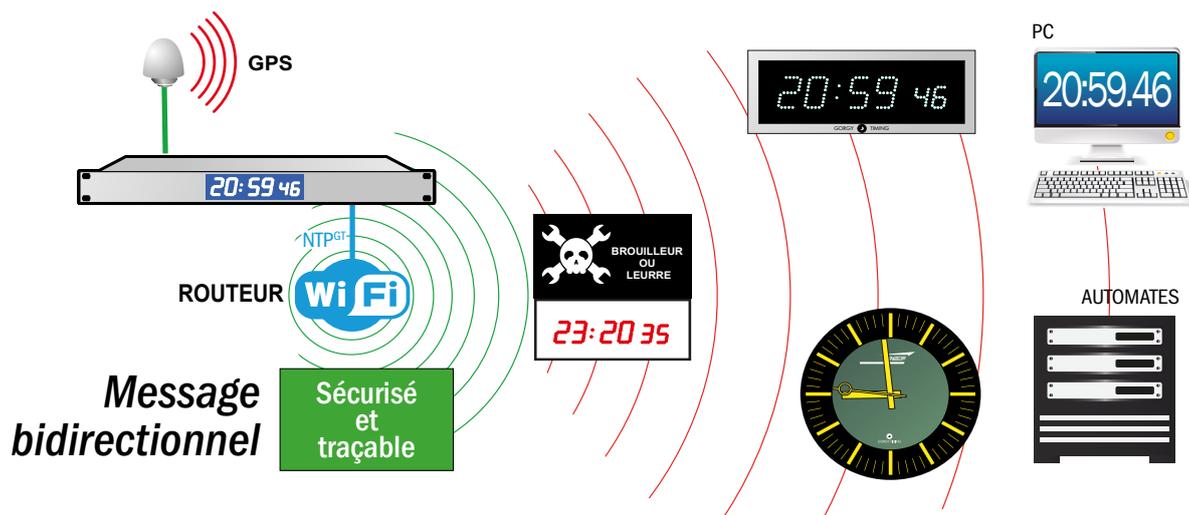


Ce mode de diffusion sans fil du message horaire permet de synchroniser dans un établissement un réseau d'horloges. Cette diffusion par ondes hertziennes permet d'économiser le tirage de câbles entre les horloges.

### Les risques d'une diffusion Unidirectionnelle

Ce mode de diffusion de l'heure en mode unidirectionnel ne permet pas de superviser, ni de tracer le message horaire d'origine. Lors d'une attaque par un attaquant motivé, les horloges seront décalées. La portée du signal 869MHz est faible environ 250 mètres, les répéteurs peuvent également être leurrés.

## Diffusion du message horaire sans fil Wi-Fi/NTP<sup>GT</sup>



Ce nouveau mode de diffusion de l'heure hertzienne via le protocole compatible **SCPTIME**<sup>®</sup> ready NTP<sup>GT</sup> par Wi-Fi permet de synchroniser un réseau d'horloges mais également l'ensemble du matériel informatique et les objets connectés d'une organisation.

Sa mise en œuvre et le paramétrage à distance des périphériques informatiques et des horloges sont largement facilités par l'utilisation d'une tablette Android.

Tous les appareils connectés sont supervisés et surveillés à distance.

### Les avantages d'une diffusion Bidirectionnelle

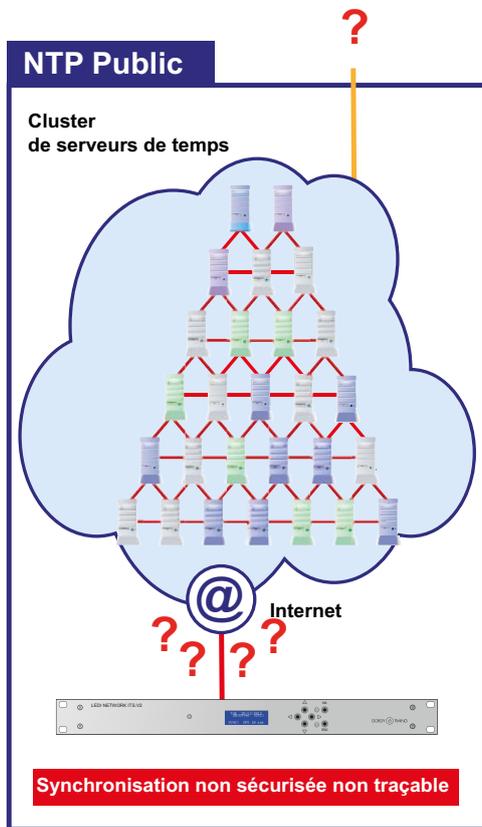
Ce mode de diffusion de l'heure en mode bidirectionnel permet de superviser, de tracer le message horaire d'origine.

Lors d'une attaque par un tiers malveillant, celle-ci sera détectée. Les périphériques connectés (horloges, PC, badgeuses...) fonctionneront en "hold-over" sur la précision de leurs bases de temps à quartz internes jusqu'au retour du message horaire correct.



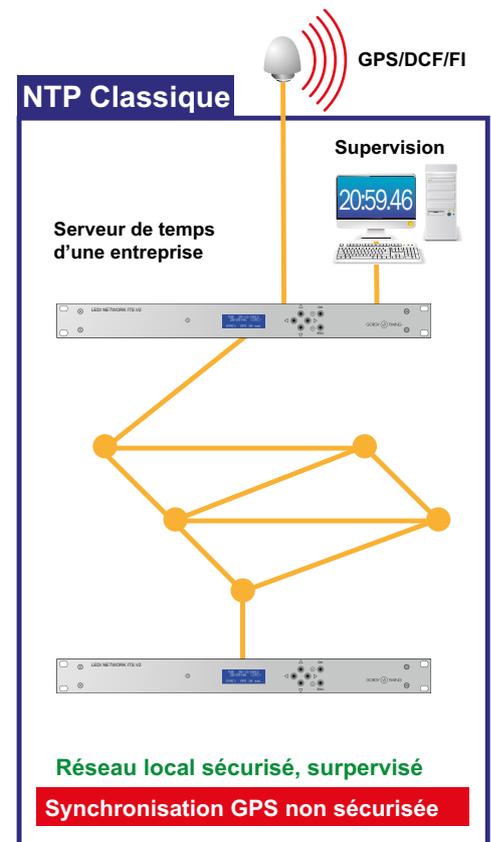
# LES RISQUES DE LA DIFFUSION NTP (Network Time Protocol)

Deux modes de synchronisation et de diffusion en NTP à risques :



## Le mode NTP "public"

La synchronisation sur un cluster de serveurs de temps NTP public présente un risque important. Ces grands clusters virtuels de plusieurs milliers de serveurs de temps répartis sur la planète permettent de se connecter facilement. Ceux-ci ne permettent pas d'apporter la preuve juridique de l'origine du temps car les serveurs aléatoires de diffusion du temps ne sont pas homologués.



## Le mode NTP "classique"

Dans un réseau local, le NTP est utilisé en 2 modes : broadcast ou client/serveur.

Dans le premier cas, l'information temps est unidirectionnelle donc non contrôlée.

Dans le deuxième cas, il y a un échange bidirectionnel entre les deux systèmes donc tracé et sécurisé.

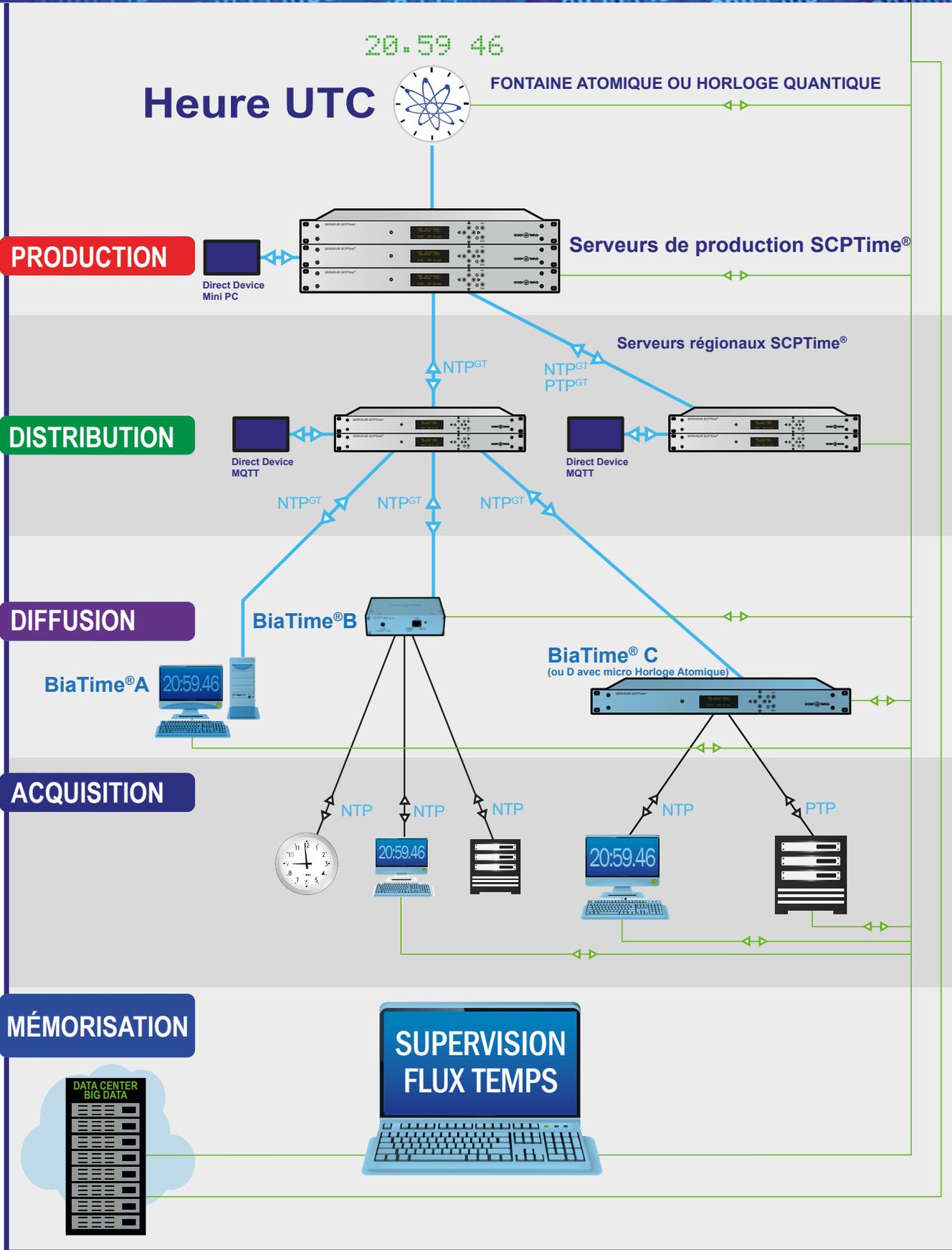
Dans les deux cas, les équipements font confiance au stratum 1 qui est généralement synchronisé sur GPS.

Ainsi une attaque sur le signal GPS introduit par effet cascade une erreur sur toute la chaîne de synchro jusqu'à l'équipement final.

— Canal local sécurisé  
— ))) Message horaire brouillable, leurable

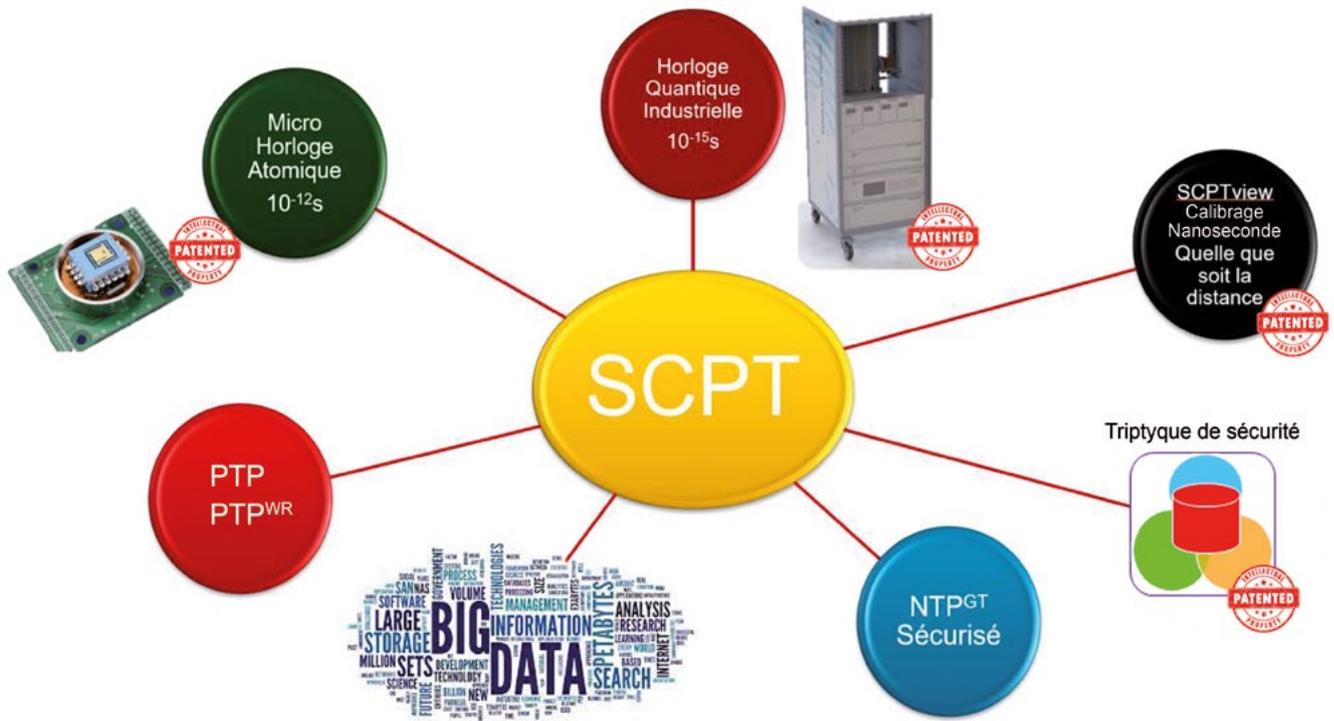
# LES RÉPONSES : L'ARCHITECTURE SCPTIME®

POUR UN PAYS OU UNE RÉGION



# LES RÉPONSES : LA TECHNOLOGIE SCPTime®

Le projet SCPTime® a permis de développer des technologies innovantes fédérées par le concept SCPT.



## L'horloge Quantique industrielle

En substitution de la production de temps depuis les fontaines atomiques, l'horloge quantique industrielle MuClock est développée pour assurer une source de production locale avec une précision de la gamme  $10^{-15}$  seconde qui permet à un utilisateur exigeant de travailler en réseau fermé à long terme ou pour un pays de s'équiper en toute indépendance de son propre dispositif de production de l'heure UTC.

## La micro-horloge atomique

La micro-horloge atomique au césium développée dans SCPTime® est intégrée dans les équipements BiaTime® et dans les serveurs de l'architecture réseau SCPTime® pour un fonctionnement en hold over très performant d'une part et d'autre part pour contribuer à la surveillance du temps en toute autonomie.

---

## Le Triptyque de sécurité

Le triptyque de sécurité permet de contrôler plusieurs sources d'entrée de synchronisation et d'assurer la sécurité du message horaire transmis. Les contradictions sont détectées par les technologies d'Arbitrage ou de Triptyque lors de la vérification des sources externes avec la référence interne.

Ces technologies permettent d'anticiper les problématiques à travers une réactivité exceptionnelle inférieure à la nanoseconde.

---

## Le SCPTview

Basé sur le principe du Common View, la technologie SCPTview permet une comparaison d'écart avec le temps UTC.

Il est co-développé par l'Observatoire de Besançon et Gorgy Timing, pour les applications **SCPTIME®** afin d'apporter un calibrage certifiant la conformité au Temps UTC, pour les applications **SCPTIME®**.

---

## Le protocole PTP

Le protocole de temps PTP est utilisé pour la synchronisation par le réseau pour ses hautes performances en local.

Le PTP utilisé est caractérisé au plus haut niveau par les Observatoires de Paris et Besançon.

Une version PTP<sup>WR</sup> (PTP White Rabbit) développée au CERN est également compatible avec **SCPTIME®**. Ce protocole permet d'allonger les distances.

---

## Le NTP<sup>GT</sup> = NTP sécurisé

Le NTP<sup>GT</sup> est compatible avec le standard NTP et possède en complément une couche de sécurité développée spécifiquement pour **SCPTIME®**. Le message horaire reçu est vérifié et n'est utilisé qu'en cas de validation.

---

## Les Big Data

De la production à l'utilisation du temps **SCPTIME®**, les données de temps sont remontées par le flux de supervision SCPTTrace®. Elles sont intégralement mémorisées et analysées en faisant appel aux technologies de type "NOSQL" et de "DataanalyseursSCPT".

Entre autres, les traitements s'assurent *a posteriori* du bon fonctionnement et permettent la reconstitution logique et juridique d'événements datés par le temps **SCPTIME®**, ainsi que la fourniture des attestations de conformité aux exigences légales ou métiers.

# HEURE INTERNATIONALE UTC

L'UTC (Universal Time Coordinated) est une échelle de temps adoptée comme base du temps international.

Le Temps universel coordonné UTC est élaboré par le BIPM (Bureau International des Poids et Mesures). C'est la résultante d'une comparaison de plus de 400 horloges atomiques réparties dans plus de 70 laboratoires métrologiques dans le monde.

Le Temps légal ou Heure légale d'un pays est défini à partir de la référence internationale du Temps universel coordonné (UTC) à laquelle est ajouté ou retranché un nombre d'heures selon le fuseau horaire.

À titre d'exemple, l'heure légale française est obtenue en ajoutant une heure à l'heure (UTC) et deux heures en période d'été.

Pour les pays où les horloges atomiques sont raccordées à l'échelle de temps UTC, SCPTIME® se synchronise à ces références métrologiques avec une précision variant de  $10^{-15}$  à  $10^{-18}$ .



*Horloge optique à atomes de strontium refroidis et piégés par laser du SYRTE  
(Copyright : A. Willaume/Observatoire de Paris)*



*Horloge quantique MuClock*

Pour les pays ne possédant pas d'horloge atomique, SCPTIME® proposera la fourniture d'une horloge quantique MuClock développée par Muquans dans le cadre du projet SCPTIME®.

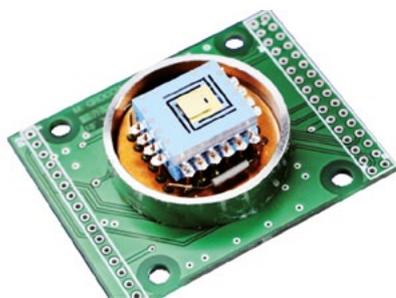
La MuClock sera étalonnée régulièrement via le SCPTView multi-satellitaire co-développé par le Laboratoire Temps/Fréquence de l'Observatoire de Besançon avec GORGY TIMING.

Le SCPTview permettra de vérifier et de recalibrer périodiquement et de façon aléatoire la MuClock pour maintenir l'exactitude de  $10^{-15}$  par son principe d'étalonnage multi-satellitaire avec les fontaines atomiques de l'Observatoire de référence.

# PRODUCTION DU TEMPS SÉCURISÉ SCPTIME®

Le service de production du Temps SCPTIME® est situé au plus proche de la référence légale de chaque pays (en France le SYRTE de l'Observatoire de Paris).

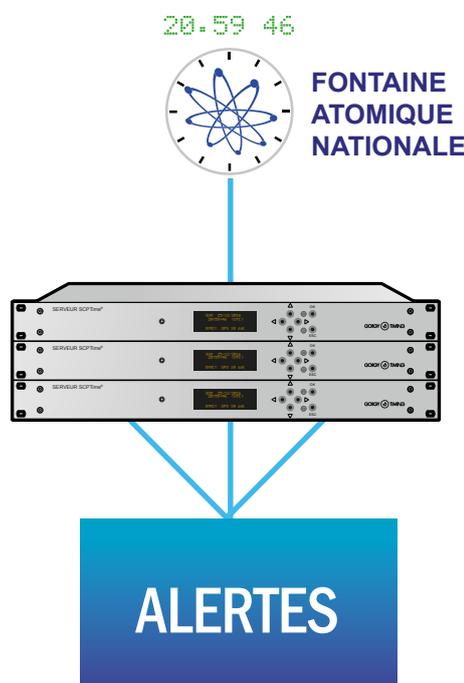
Le dispositif permet d'assurer la continuité et la sécurité de la production du temps légal. Pour cela, plusieurs serveurs de temps fonctionnent en redondance, ils sont équipés d'un micro-oscillateur atomique au césium.



Micro oscillateur atomique au Césium

Les opérations de synchronisation et de transmission du temps sont enregistrées et surveillées via une collecte et une analyse d'informations consolidées dans un système spécifique d'alertes.

Le service de production sécurisée transmet l'heure UTC aux différents serveurs régionaux de distribution SCPTIME®.



# DISTRIBUTION DU TEMPS SÉCURISÉ SCPTIME®

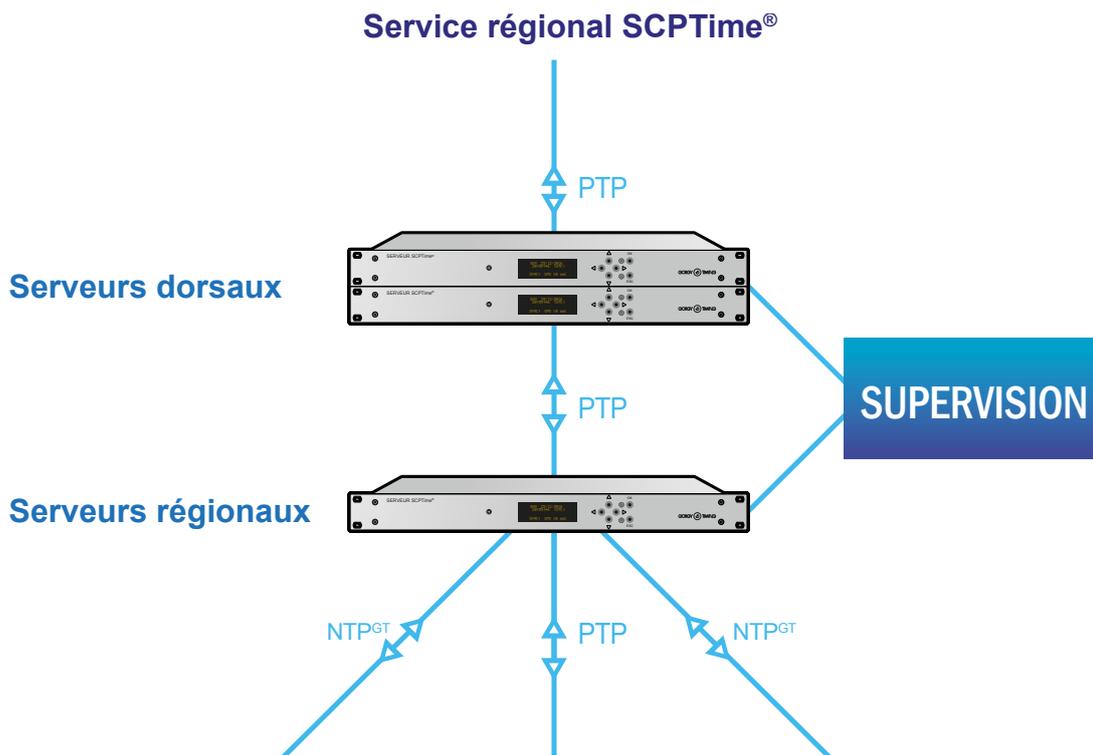
Le service de distribution du temps SCPTIME® est assuré par des serveurs de temps répartis géographiquement.

Chaque serveur reçoit l'information horaire en provenance du serveur de production et possède un micro-oscillateur atomique de haute stabilité qui lui garantit une autonomie pour la distribution d'heure en cas de perte de liaison. Les protocoles de temps PTP (ou NTP en mode dégradé) sont utilisés à cet effet.

Le serveur régional de distribution entre l'utilisateur et le réseau SCPTIME® communique via des relevés de synchronisation constituant la traçabilité de l'heure fournie au client.

Les différents services régionaux sont répartis en fonction de la prévalence en besoin de synchronisation des différents secteurs géographiques. Chacune de ces cellules est redimensionnable pour s'adapter à ces besoins.

Jusqu'à ce niveau de distribution, les liaisons "réseau" sont privées, ce qui assure l'intégrité des données échangées. En cas de sortie de distribution via des liaisons publiques, la sécurité est assurée par les dispositifs NTP<sup>GT</sup>.



# DIFFUSION DU TEMPS SCPTIME® (Tracé et Sécurisé)

## La diffusion du Temps bidirectionnelle BiaTime®

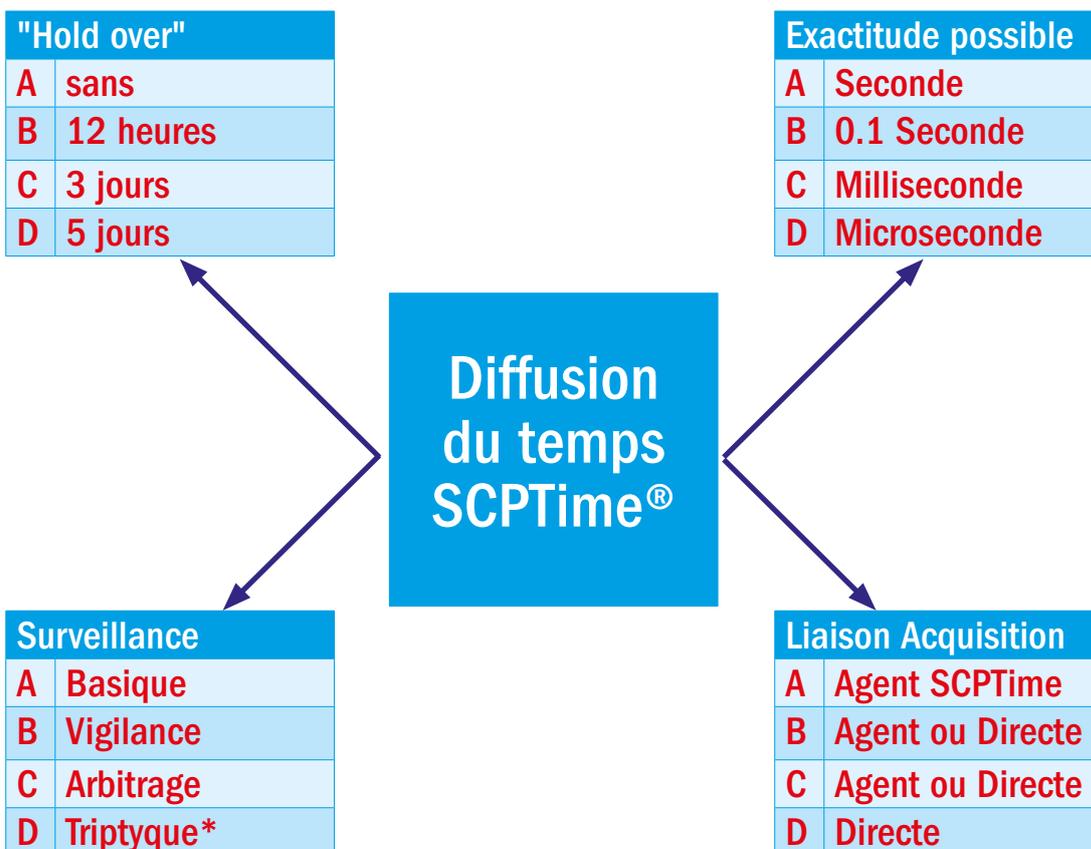
La technologie **BiaTime®** est utilisée pour couvrir la totalité du spectre temporel du monde digital et des lois et règlements associés.

La couverture est assurée par 4 niveaux **BiaTime®** (A, B, C et D), dans le respect scrupuleux des normes **SCPTIME®**, ce qui permet la délivrance d'une attestation avec certification de synchronisation à partir de la source de référence (heure légale, heure interne, heure internationale, etc.).

Précisons que la valeur ajoutée de la diffusion **SCPTIME®** est la certification de la surveillance et de la traçabilité du temps utilisé, grâce à ses dispositifs de sécurisation des protocoles horaires et d'analyse de données utilisant les techniques "Big Data".

Les relations entre les 4 modes de diffusion du temps bidirectionnelle **BiaTime®** et les matériels à synchroniser sont pré-affectées et tiennent compte des éléments impondérables comme par exemple les problèmes de latences. Un Agent **SCPTIME®** peut être installé pour calibrer la synchronisation de chacun des équipements de l'utilisateur.

Vision succincte des 4 niveaux **BiaTime®** :



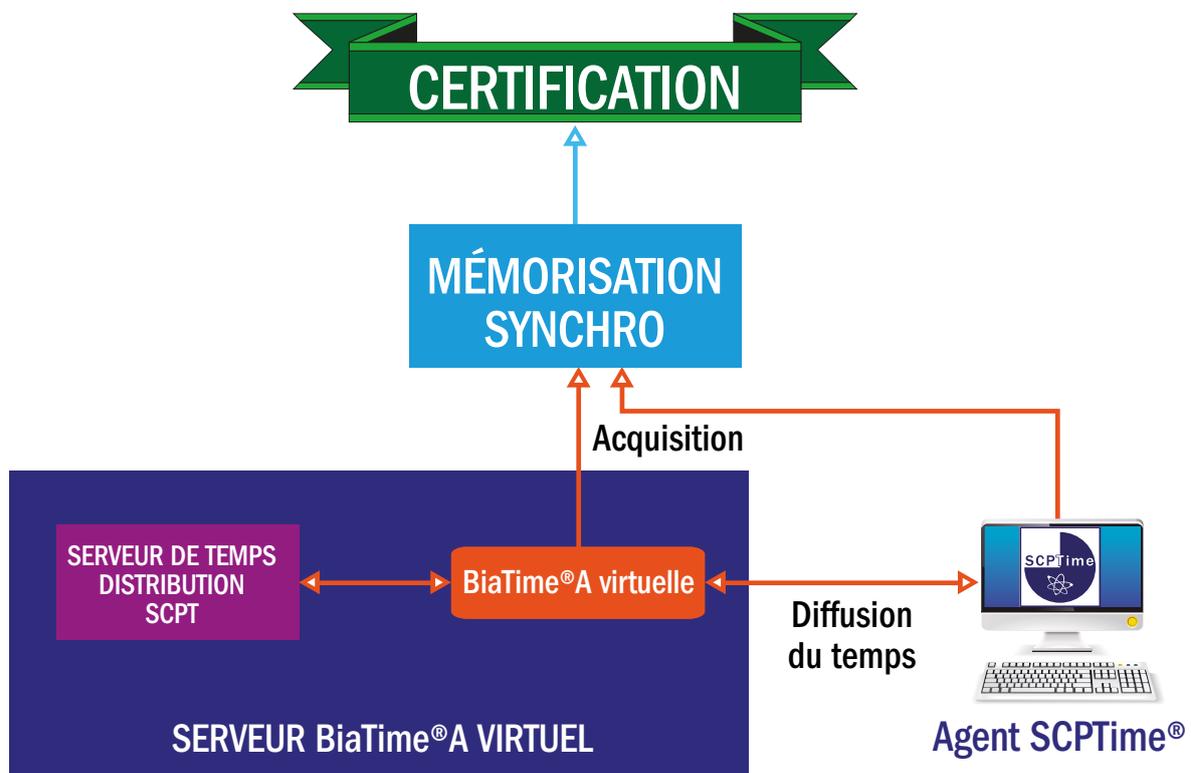
\*Brevet GORGY TIMING

La BiaTime® A est un Dispositif de diffusion du temps utilisant les technologies de la virtualisation pour diffuser la seconde UTC garantie. La diffusion de ce temps d'origine est accréditée par le seueur de temps régional du réseau SCPT.

Elle est accessible via le réseau internet grâce au téléchargement de l'Agent SCPT sur le matériel cible.

La traçabilité du T de SCPT est en effet assurée par le couple BiaTime® A et Agent. Elle permet la délivrance de l'attestation SCPT "class A".

Le schéma, ci-dessous explicite le principe de fonctionnement de la BiaTime® A qui permet de s'inscrire dans une approche cyber-sécurisée à travers le protocole NTP<sup>GT</sup> renforcée par l'Agent SCPT.



L'utilisation de ce mode de synchronisation nécessite une qualité de connexion et une bonne stabilité des accès Internet afin d'éviter des situations trop contrastées. La surveillance du temps indiquera les problèmes temporaires de qualité de synchronisation.

La BiaTime® A permet de répondre à ces difficultés en cas de récurrences des problèmes détectés.

L'Agent SCPT s'installe sur les matériels gérés par des OS habituels (Linux, Windows, Mac...). Si l'OS ne supporte pas l'Agent SCPT, alors la synchronisation doit se faire via une BiaTime® B ou C.

# BiaTime® B



La BiaTime® B est un Dispositif de diffusion du temps associant matériel, électronique numérique et informatique embarquée.

Elle est reliée via le réseau internet ou privé à la distribution de la source de temps UTC et fourni un service de synchronisation à 0.1 seconde certifiée.

La traçabilité concerne l'ensemble des matériels connectés à ce dispositif avec 2 types d'attestation :

- Attestation SCPT "Full" class B
- Attestation "Full Extend" class B

L'attestation "Full extend" certifie que la mise à jour de l'horloge est régulièrement pratiquée sur le matériel qui a effectué l'acquisition de l'heure auprès de la BiaTime® B. Cela nécessite la présence sur le matériel d'un Agent SCPT.

La BiaTime® B est un serveur de temps physique qui s'installe facilement au cœur des systèmes informatiques de petite taille ou des agences ou à l'intérieur d'un réseau.

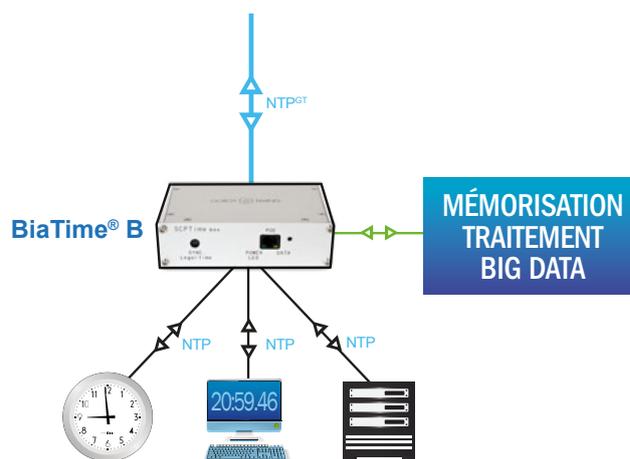
Sa conception et la compacité de son boîtier en aluminium lui assurent une très grande immunité aux parasites industriels.

La BiaTime® B fonctionne avec un oscillateur de type TCXO à une précision du centième de seconde, ce qui permet de garantir la précision de 0,1 seconde y compris en mode "Hold over" en cas d'impossibilité de connexion avec le serveur régional pendant une durée de 12 heures en mode garantie et 2 jours en mode dégradé.

Son architecture épurée abrite un système de vigilance pour surveiller les entrées et sorties logiques passant par un seul accès physique.

Le dialogue avec les matériels s'effectue à l'aide du protocole NTP qui peut être complété par le téléchargement d'un Agent SCPTime®.

La certification s'effectue sous forme d'attestations à partir de l'analyse des logs de synchronisation mémorisés régulièrement dans la base de données client, consultable par "Time Synchro dashboard".



La BiaTime® B s'adresse aux petits réseaux ou aux parties de réseaux décentralisés d'une vingtaine de matériels : Notaires, Assurances, Entreprises, Administrations, Écoles, Hôpitaux...



La BiaTime® C est un Dispositif de diffusion du temps associant matériel, électronique numérique et informatique embarquée.

Elle est reliée via le réseau internet ou privé à la distribution de la source de temps UTC et fournit un service de synchronisation à 1millième de seconde certifiée.

La traçabilité concerne l'ensemble des matériels connectés à ce dispositif avec 2 types d'attestation :

- Attestation SCPT "Full" class C
- Attestation "Full Extend" class C

L'attestation "Full extend" certifie que la mise à jour de l'horloge est régulièrement pratiquée sur le matériel qui a effectué l'acquisition de l'heure auprès de la BiaTime® C. Cela nécessite la présence sur le matériel d'un Agent SCPT.

La BiaTime® C permet donc de disposer d'un temps Sécurisé, Certifié et Tracé depuis son origine UTC pour effectuer la synchronisation régulière des équipements informatiques en utilisant un dialogue bidirectionnel avec accusé de bonne réception.

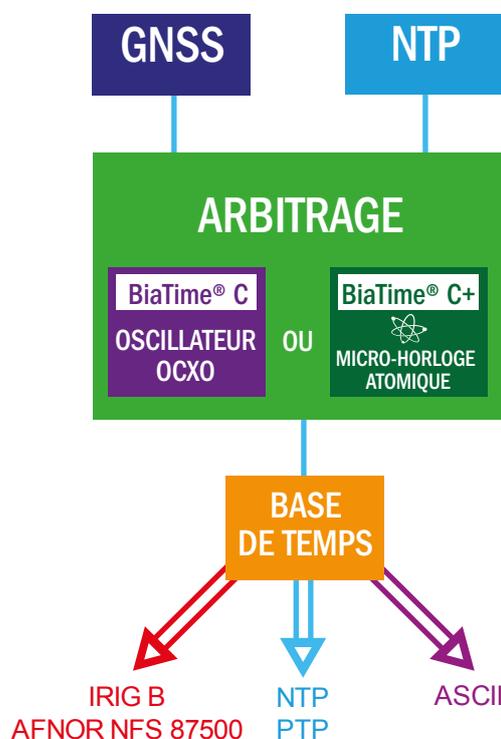
La BiaTime® C se place en effet au cœur des réseaux informatiques. Elle se présente sous forme de rack 19"1U et offre une exactitude UTC au millième de seconde.

Elle possède 2 entrées physiques et compare en permanence les 2 sources externes avec une référence interne. La surveillance s'effectue grâce à un logiciel d'arbitrage capable de valider le temps et de faire passer la BiaTime® en mode "Hold over" en cas de contradiction. En "Hold over", son horloge interne basée sur un quartz OCXO assure la fourniture du temps de référence de la synchronisation jusqu'à 3 jours avec garantie d'exactitude UTC au millième de seconde.

Pour une stabilité long terme en "Hold over" une version BiaTime® C+ est fournie avec une micro-horloge atomique avec "Hold over" sur 30 jours en maintenant la garantie d'exactitude UTC au millième de seconde.

La BiaTime® C s'adresse à des installations horaires : Grandes Entreprises, Administrations, Banques, Centres de secours, Transports ferroviaires, Radio/TV...

Schéma BiaTime® C et BiaTime® C+





La BiaTime® D est un dispositif de diffusion du temps associant matériel, électronique numérique et informatique embarquée qui apporte aux utilisateurs la certification que ses équipements ont :

- une garantie d'exactitude UTC à la microseconde grâce aux technologies du triptyque
- une autonomie de synchronisation conforme à l'UTC des horloges atomiques de référence
- une surveillance du temps utilisé
- une traçabilité des données de temps de l'ensemble de ses équipements connectés à la BiaTime D
- une attestation "Full" class D

Le BiaTime® D est un serveur de temps de très haute technologie travaillant à l'échelle de quelques nanosecondes. Le temps délivré est garanti à la microseconde. Elle embarque une micro-horloge atomique au césium pouvant supporter un environnement thermique difficile de -25°C à +70°C.

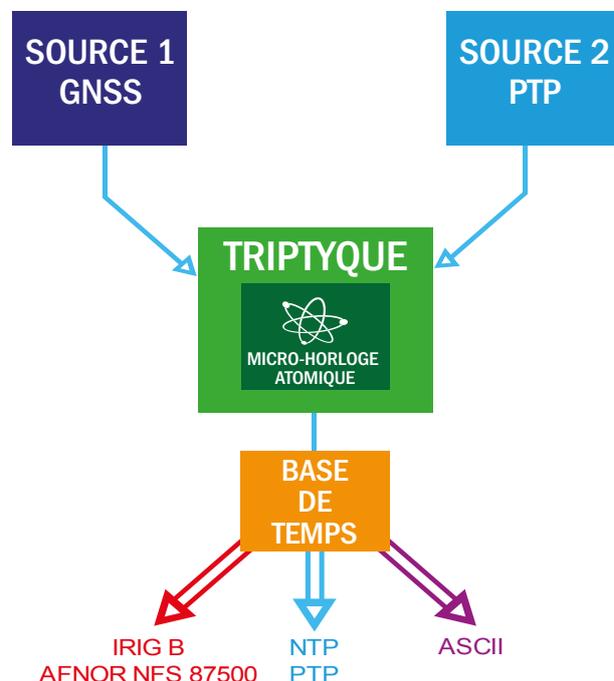
Elle possède 2 entrées physiques, le système "triptyque" compare en permanence les 2 sources externes et la source interne du temps (micro-horloge atomique), ce système breveté par Gorgy Timing décide de la délivrance du temps avec une réaction inférieure à 10 nanosecondes.

Le BiaTime® D a une autonomie "Hold over" permettant de garantir la microseconde pendant 48 heures et de travailler en mode dégradé (100 microsecondes) pendant 10 jours.

Le BiaTime® D convient pour les infrastructures nécessitant de travailler avec une granularité à l'échelle de la microseconde comme les activités de plateformes de Trading Haute Fréquence (THF) réglementées par la loi européenne MiFID II. D'autres exemples d'application sont les équipements nécessitant un temps de référence de quelques microsecondes : la gestion des basculements dans l'énergie, les réseaux Telecom (5G), et les exigences de la cyber-sécurité.

La BiaTime® D s'adresse à des installations horaires : Salles de marché (Trading Haute Fréquence), Centres de contrôle aérien, Marchés militaires, Laboratoires métrologiques...

Schéma BiaTime® D



# ACQUISITION ET MÉMORISATION

## Acquisition du temps SCPTIME®

Dans SCPTIME®, il existe une traçabilité complète de la production (source UTC origine), de la distribution et de la diffusion du temps.

SCPTIME® est totalement compatible avec les méthodes habituelles de mise à jour de l'horloge du matériel. Pour faciliter cette mise à jour (appelée Acquisition), on propose en téléchargement l'Agent SCPT.

Cet Agent est compatible avec les principaux OS (Linux, Windows, Mac...) ou se trouve en mode natif (en cours de déploiement) sur des OS propriétaires. Par exemple,

la Edge Box TM de Schneider Electric, les serveurs régionaux SCPTIME® de GORGY TIMING, les futurs équipements techniques de la SNCF).

L'Agent permet de s'assurer et d'étendre la certification à l'exécution de la synchronisation sur le matériel. En effet, dans sa demande de synchronisation, l'Agent SCPT indique l'éventail d'heures permettant de vérifier son niveau de "conformité (compliance)" à chaque synchronisation.

L'Agent SCPT propose également les fréquences de synchronisation et d'autres fonctionnalités suivant l'éditeur.

## Mémorisation des opérations

Le dispositif s'articule autour d'une plateforme d'opérations permettant de piloter l'ensemble des éléments de SCPTIME®, en particulier la supervision, la mémorisation, et la certification à destination de l'entreprise abonnée à SCPTIME®.

La plateforme émet également les autorisations de chargement des Agents SCPTIME® et abrite le Service Client.

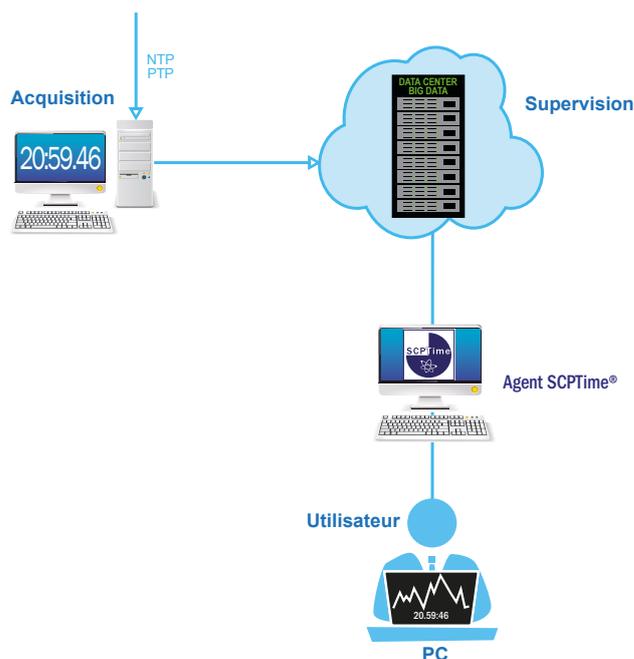
Il y a 2 niveaux de conduite des opérations. Celui qui consiste à veiller à la sécurité et à l'optimisation des flux de temps et celui responsable de l'analyse du fonctionnement. Cette analyse remonte les propositions d'actions au premier système et valide la partie certification.

## Une supervision sur mesure

Pour permettre la conduite des opérations, la totalité des transactions de synchronisation est mémorisée dans un dispositif "NOSQL" de type BigData.

Les datanalyseurs SCPT mettent en évidence le respect des exigences de bonnes pratiques de synchronisation suivant les règles métiers ou les lois et réglementations (par exemple MiFID II).

La restitution des différentes informations est mise à disposition de chaque client sous forme de dashboard autour de 2 axes : l'axe métier avec mise en évidence de la conformité et l'axe client focalisé sur le fonctionnement du dispositif SCPTIME®.



# CERTIFICATION

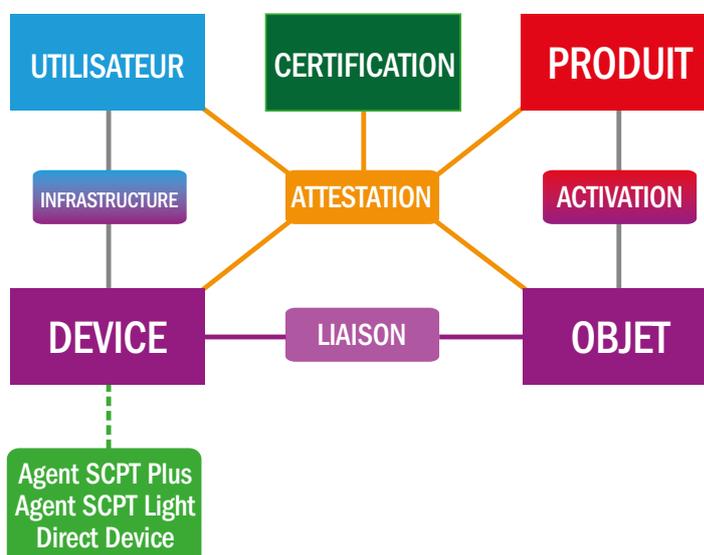
SCPTIME® assure une cyber-sécurité et une traçabilité complète du cheminement du temps, ce qui lui permet de disposer d'attestations de conformité au référentiel européen sur le temps.

L'obtention de la certification par un organisme accrédité (par exemple LNE) nécessite de disposer d'attestations de conformité des serveurs utilisés, des logiciels mis en œuvre et du service offert.



Source SealWeb

Cette complexité nécessite de suivre le déroulement des opérations à travers une base de données relationnelles ci-dessous :



Pour l'utilisateur final, les contraintes sont fortement allégées, SCPTIME® facilite l'obtention des attestations en prenant en charge cette complexité imposée par les prescriptions de la cyber-sécurité (cf recommandations de l'ANSSI).

De ce fait, les utilisateurs satisfaisant aux critères d'emploi de SCPTIME® bénéficient de différents certificats en fonction de la précision demandée ("classe d'exacti-

tude"), de la fréquence de synchronisation ("level of compliance"), du taux qualitatifs des mises à jour de l'horloge ("Success rate") et de l'utilisation de l'Agent SCPT ("Extend").

Cette certification européenne est un outil des dispositifs d'anticipation pour la protection juridique de type "anticlaim management" ou "Nachtragsmanagement".

# LES DEMANDES DES MÉTIERS

SCPTIME® est conforme aux normes en vigueur :

- **Légalité** : connexion sur une heure de référence UTC.
- **Sécurité** : heure bidirectionnelle traçable jusqu'à l'utilisateur final.
- **Exactitude** : précision certifiée adaptée à chaque métier de la subseconde à quelques nanosecondes.
- **Technologie** : élément de la cyber-sécurité.

Dominante recherchée par cible

	Légalité	Sécurité	Exactitude	Technologie
Industrie	● ● ●	● ● ●	● ●	● ● ● ●
Transport	● ● ●	● ● ● ●	● ●	● ● ●
Banque	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ●
Énergie	● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ●
Armée	● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●
Administration	● ● ● ●	● ● ● ●	●	● ●
Secours d'urgence	● ● ● ●	● ● ●	● ●	● ●
Assurance	● ● ● ●	● ● ●	● ●	●
Notaire	● ● ● ●	● ● ●	● ●	●
Justice	● ● ● ●	● ● ●	●	●
Surveillance	● ● ● ●	● ● ●	● ●	● ●
École	● ●	● ●	● ●	●
Hôpital	● ● ● ●	● ● ●	● ●	● ● ● ●
Particulier	● ● ●	● ● ●	●	●

# ABONNEMENTS SCPTime®

Caractéristiques	Critères	Abonnement BiaTime®A	Abonnement BiaTime®B	Abonnement BiaTime®C	Abonnement BiaTime®D
Synchronisation	NTP <sup>GT</sup> internet	✓	✓	✗	✗
	NTP <sup>GT</sup> lien direct	✗	✗	✓	✗
	PTP/SyncE/WR	✗	✗	✗	✓
Sécurité	Alerte	✓	✓	✓	✓
	Authenticité des données	✓	✓	✓	✓
	Hold-over	✗	✓	✓	✓
	Arbitrage	✗	✗	✓	✗
	Triptyque	✗	✗	✓	✓
Certification	Source heure légale	✓	✓	✓	✓
	Garantie de disponibilité	✓	✓	✓	✓
	Box BiaTime®B	✗	✓	✗	✗
	Serveur BiaTime®C	✗	✗	✓	✗
	Grand Master BiaTime®D	✗	✗	✗	✓
Exactitude	Seconde garantie	✓	✗	✗	✗
	0,1 seconde garantie	✗	✓	✗	✗
	milliseconde garantie	✗	✗	✓	✗
	microseconde garantie	✗	✗	✗	✓

Type	Synchronisation	Sécurité	Certification	Exactitude
Abonnement BiaTime®A	NTP <sup>GT</sup> internet	Alerte + authenticité des données	Source heure légale + Garantie de disponibilité de service	Seconde garantie
Abonnement BiaTime®B	NTP <sup>GT</sup> internet	Alerte + authenticité des données + Hold-over	Source heure légale + Box BiaTime®B + Garantie de disponibilité de service	0,1 seconde garantie
Abonnement BiaTime®C	NTP <sup>GT</sup> lien direct	Alerte + authenticité des données + Hold-over + Arbitrage	Source heure légale + Serveur BiaTime®C + Garantie de disponibilité de service	milliseconde garantie
Abonnement BiaTime®D	PTP/SyncE/WR	Alerte + authenticité des données + Hold-over + Triptyque	Source heure légale + Grand Master BiaTime®D + Garantie de disponibilité de service	microseconde garantie

# 05

## LES PARTENAIRES

SCPTIME®, un projet collaboratif ambitieux soutenu par bpifrance (PSPC), vise à construire une filière industrielle française du Temps/fréquence. Ce projet innovant à vocation internationale labellisé Minalogic Grenoble a été approuvé par le Comité de pilotage du programme des Investissements d'Avenir et signé par le Premier Ministre le 2 juin 2014.

SCPTIME® regroupe les experts français du Temps/Fréquence :

**LES LABORATOIRES SCIENTIFIQUES**



**LES PARTENAIRES DE L'USAGE**



**LES RÉALISATEURS INDUSTRIELS ET SERVICES**



**LES SOUTIENS**



**CHEF DE FILE** GORGY TIMING LA MARQUE DU TEMPS

L'Institut FEMTO-ST (Franche-Comté Electronique Mécanique Thermique et Optique - Sciences et Technologies) est une unité mixte de recherche associée au CNRS (UMR6174 CNRS-ENSMM-UFC-UTBM). Il fédère les scientifiques de la mécanique, de l'optique, de l'automatique, du Temps/Fréquence, de l'énergétique et de microsystèmes et nanosciences dans une démarche pluridisciplinaire nécessaire à une avancée significative dans le sens des microtechniques. Aujourd'hui, l'Institut compte environ 750 personnes et est structuré en sept départements. FEMTO-ST dispose d'une importante plate-forme de micro-technologies (MIMENTO) avec 865 m<sup>2</sup> de salle blanche, dotée d'un parc d'équipements de haute technologie ouvert à la fois à des partenaires académiques et industriels et faisant partie du réseau national RENATECH des grandes centrales de technologie. Le laboratoire coordonne le LabeX ACTION

(<http://www.labex-action.fr/>) sur des systèmes intelligents et est partenaire du LabeX FIRST-TF (<http://first-tf.fr/>), fédérant la communauté Temps/Fréquence française et travaillant sur les horloges atomiques miniatures et compactes. FEMTO-ST porte également l'EquipeX OSC-IMP qui est une plateforme de métrologie pour la caractérisation de la stabilité de fréquence court terme et bruit de phase de sources allant de la gamme RF à l'optique. Enfin, FEMTO-ST est partenaire du projet REFIMEVE (<http://www.refimeve.fr/>) visant à relier les laboratoires Temps/Fréquence français puis européens et assurer le transfert de signaux issus des meilleurs étalons atomiques par fibre optique. Le département Temps/Fréquence de FEMTO-ST est impliqué dans le LNE-LTFB, reconnu laboratoire secondaire du LNE. FEMTO-ST attache une grande importance au transfert et à la valorisation industrielle.

Les 2 équipes impliquées dans le projet SCPTIME sont :

**Équipe Oscillateurs-Horloges-Métrologie et Systèmes (OHMS), Dpt. TF.**

Les faits marquants récents de cette équipe sont le développement d'un oscillateur cryogénique saphir livré à

l'ESA. Il est disposé sur une station-sol en Argentine pour le suivi de sondes spatiales.

**Groupe Microsystèmes Opto-Electro-Mécaniques (MOEMS), Dpt. MN2S.**

Le groupe MOEMS concentre ses travaux sur la miniaturisation de systèmes optiques complexes, tels que des microscopes optiques, des modules physiques pour micro-horloges atomiques, par l'association des technologies de

fabrication sur silicium, le développement de composants microoptiques innovants et micro-actuateurs.

(<http://projects.femto-st.fr/MOEMS-Group/fr>)

Les compétences de FEMTO-ST concernent essentiellement la technologie de microcellule, l'optique, la métrologie Temps/Fréquence et la physique atomique.

**Contribution du FEMTO-ST à SCPTIME®**

À ce jour, FEMTO-ST dispose de plus de 10 ans d'expérience commune sur le domaine des micro-horloges atomiques CPT à vapeur de césium et reste identifié comme le leader Européen de ce domaine. La combinaison de l'expertise et la longue collaboration de deux équipes de FEMTO-ST constitue ainsi l'un des points forts du consortium SCPTIME® dans le développement de la micro-horloge atomique césium.



**Christophe GORECKI**  
 Directeur de recherche au CNRS, FEMTO-ST  
 Coordinateur local SCPTIME®

Le SYRTE (Systèmes de Référence Temps-Espace) situé à l'Observatoire de Paris, est une unité mixte de recherche (UMR 8630) du CNRS, de l'Observatoire de Paris et de l'Université Pierre & Marie Curie (Paris 6), avec le Laboratoire National de Métrologie et d'Essais comme établissement tutelle partenaire. Le SYRTE est un département de l'Observatoire de Paris.

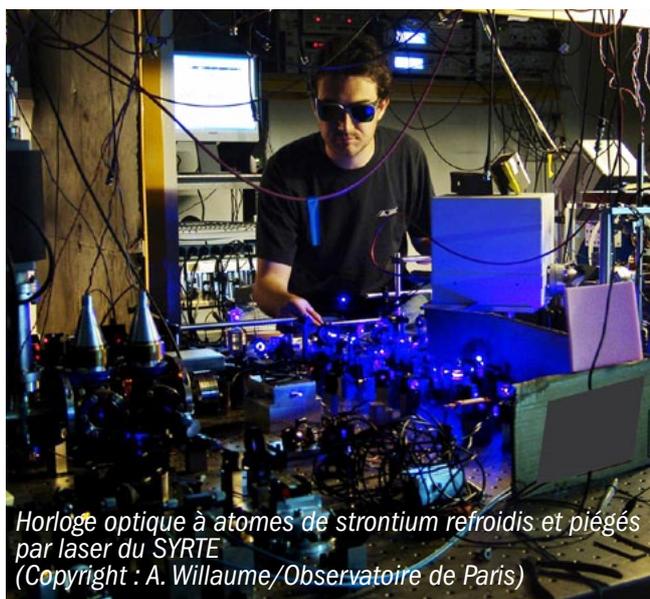
Alliant recherche fondamentale, recherche applicative et services scientifiques, le SYRTE se place aujourd'hui au premier rang international dans des champs disciplinaires variés : métrologie du temps et des fréquences, interférométrie atomique et capteurs inertiels, systèmes de référence célestes, rotation de la Terre, histoire des sciences. Le laboratoire valorise aussi son activité de recherche vers le monde socio-économique et vers la société : dépôts de brevets, partenariats avec l'industrie, missions de service public, formation, diffusion des savoirs.

Le SYRTE développe de nombreux instruments métrologiques tirant profit du caractère ondulatoire de la matière : horloges ultrastables à atomes refroidis parmi les meilleures au monde, horloges pour systèmes embarqués (GALILEO, station spatiale internationale, ...), capteurs inertiels (gyromètres, gravimètres, accéléromètres) mesurant les vitesses de rotation ou les accélérations avec une précision extrême. Il développe aussi des méthodes de

comparaison d'horloges à distance par satellites ou fibre optique dans le but d'améliorer la construction, la diffusion et le raccordement d'échelles de temps atomique.

Sous l'égide du LNE, le SYRTE est le laboratoire national de métrologie pour le domaine du temps et des fréquences avec la mission d'améliorer et de mettre à disposition les unités du SI dans ce domaine. À ce titre il est chargé de la construction et de la mise à disposition du temps légal français, qu'il construit à partir de l'échelle de temps UTC(OP), réalisée grâce aux fontaines à atomes froids du laboratoire et qui est parmi les meilleures réalisations au monde de l'échelle de temps internationale de référence UTC. Le SYRTE participe à des comparaisons et collaborations internationales afin d'assurer l'équivalence internationale de la métrologie française, dans le sens de l'Arrangement de Reconnaissance Mutuelle (MRA). Il assure aussi la traçabilité du premier niveau de la chaîne d'étalonnage vers les utilisateurs.

Le SYRTE est fortement impliqué dans différentes opérations du Programme Investissements d'Avenir, en assurant le pilotage du Laboratoire d'Excellence national FIRST-TF sur la métrologie Temps/Fréquence et ses applications, ainsi que le copilotage, avec le Laboratoire de Physique des Lasers, du réseau fibré métrologique REFIMEVE+.



Horloge optique à atomes de strontium refroidis et piégés par laser du SYRTE  
(Copyright : A. Willaume/Observatoire de Paris)

## Contribution du SYRTE à SCPTIME®

Les contributions du SYRTE au projet SCPTIME® se situent à différents niveaux :

- **Activités de R & D** : caractérisation et amélioration de la précision des techniques et protocoles de transfert de temps par fibre optique ;
- **Transfert de savoir-faire vers l'industrie** : horloge à atomes froids développée par Muquans à partir d'un concept inventé au SYRTE ;
- **Activités de service** : réalisation de la référence nationale de temps et mise à disposition de cette référence au système SCPTIME®.

Le (LTFB) Laboratoire Temps/Fréquence de Besançon regroupe les moyens et les compétences de deux laboratoires de l'Université de Franche-Comté, UTINAM et FEMTO-ST ; créé en 2008, il est également héritier du laboratoire Temps/Fréquences de l'ancien Observatoire de Besançon aujourd'hui "Observatoire des sciences de l'Univers Theta".

Ses moyens humains représentent typiquement 80 personnes dont 20 chercheurs et enseignants-chercheurs, 20 doctorants, 40 techniciens, ingénieurs et personnel administratifs.



## Recherche

Le LTFB assure au travers de ces deux laboratoires des activités de recherche dans diverses branches du domaine temps et fréquences, dont les plus représentatives sont :

- oscillateurs cryogéniques
- horloges optiques
- micro-horloges atomiques
- GNSS (GPS, Galileo)
- moyens de transfert de temps et de fréquences
- transferts de temps et fréquences sur fibre optique
- études théoriques, modélisation et caractérisation de la stabilité des oscillateurs

## Métrologie Temps et Fréquence

Le LTFB remplit des missions d'élaboration, de maintenance et de diffusion des références nationales et internationales de temps et de fréquences en collaboration étroite avec le SYRTE (Observatoire de Paris) qui assure au niveau national le lien avec le Bureau International des Poids et Mesures. Dans ce cadre, le LTFB est associé par contrat au LNE en tant qu'"institut désigné" selon le terme consacré par les instances de métrologie internationale (BIPM, EURAMET) pour mettre en œuvre les CMC (Calibration and Measurement Capabilities) nationales pour un certain

nombre de grandeurs métrologiques (fréquence, intervalle de temps, bruit de phase).

Ces engagements exigent des missions métrologiques du laboratoire qu'elles soient accomplies sous couvert d'une accréditation ISO/CEI 17025 : 2005 que le service assure avec le soutien d'un ingénieur qualité financé sur ressources propres. Cette association au LNE assure la reconnaissance internationale des missions métrologiques menées par le LTFB. Le service métrologique s'appuie sur une dizaine de personnels des deux laboratoires.

## Infrastructure

Le LTFB est implanté sur deux sites (le site historique de l'Observatoire et le site de l'ENS2M, école d'ingénieurs qui abritent le département TF du laboratoire FEMTO-ST) distants de quelques centaines de mètres.

Les deux sites sont reliés par des fibres optiques dédiées qui permettent la mutualisation des équipements lourds (masers à hydrogène, étalons à césium, oscillateurs cryogéniques).

## Perspectives 2015-2020

Le LTFB s'est investi en 2011/2012 dans trois PIA (Labex FIRST- TF, Equipex OscIMP, Equipex REFIMEVE) qui ont tous été couronnés de succès ; cette exceptionnelle réussite est une reconnaissance de l'excellence des travaux menés par la communauté Temps/Fréquence à Besançon au sein du LTFB.

Parmi les projets qui ont été suscités par la montée en puissance de la plateforme OscIMP, le projet **SCPTIME®** prévoit notamment la construction et la mise à disposition

d'une référence de temps ultra stable réplique de la référence nationale fabriquée par l'Observatoire de Paris UTC(OP). Les impératifs opérationnels d'une telle réalisation, ses implications quant à l'infrastructure technique sous-jacente et l'augmentation du périmètre accrédité pour l'inclusion de ces nouveaux équipements et fonctions constituent le principal défi à relever pour le service et le LTFB sur la période 2015-2020.

## Contribution du Laboratoire Temps/Fréquence à SCPTIME®

Le LTFB participe également dans **SCPTIME®** à la définition et la qualification des méthodes et protocoles de transfert de temps (vue commune GNSS, NTP, PTP, White Rabbit).

# LES LABORATOIRES SCIENTIFIQUES



Le Laboratoire National de métrologie et d'Essais (LNE), travaille à la croisée des chemins entre la science et l'industrie. Créé en 1901 en tant que laboratoire d'essais, il a acquis depuis de nombreuses années de l'expertise dans les domaines relatifs à la qualité et la sécurité des produits (pour les fabricants, distributeurs, autorités locales ou nationales, organisations de protection des consommateurs, services publics, instituts de recherche, etc.), et dans le domaine de la recherche, entre autres en métrologie.

Le LNE est un EPIC depuis 1978 (établissement public à caractère industriel et commercial), sous tutelle du ministère chargé de l'industrie. Le LNE procure des solutions techniques pour répondre aux besoins des industriels, pour assurer la conformité et la qualité des produits mis sur le marché. Acteur majeur en métrologie, il joue un rôle clé dans le domaine de la qualité des mesures, que ce soit en métrologie fondamentale, industrielle ou légale. Le LNE a aussi une activité importante dans le domaine des essais, de la formation et de la certification. Le LNE, c'est donc plus de 100 ans d'expérience en essais et en métrologie,



De gauche à droite :  
Lommatzsch Thomas ; Cayron Charles ; Nouel Yannick.

avec environ 800 collaborateurs, dont 50 % d'ingénieurs et docteurs. Basés sur plusieurs sites en France, le LNE a aussi des antennes à l'étranger (Etats-Unis et Honk Kong).

En 2005, le gouvernement français a donné au LNE l'entière responsabilité du pilotage du réseau national de la métrologie française (RNMF). Système distribué de 10 laboratoires de métrologie, dont celui du temps et fréquences, le LNE-SYRTE. Le LNE représente la France dans les instances européennes (EURAMET) et internationales (Convention du mètre).

## Contribution du LNE à SCPTIME®

Le LNE intervient au sein du consortium **SCPTIME®** afin de créer un référentiel de certification sur les solutions qui seront proposées. Un certificat garantit un haut niveau de conformité vis à vis d'un référentiel dans le but de donner confiance.

L'aspect certification du projet **SCPTIME®** est donc crucial car il permet de garantir le bon fonctionnement du système développé, à savoir le respect des caractéristiques promises au client final attesté par un organisme tiers et indépendant.

Le référentiel ne sera pas "propriétaire", c'est-à-dire que tout acteur répondant aux exigences de celui-ci pourra prétendre à la certification.

Le certificat public contiendra les exigences générales et techniques pour assurer à l'utilisateur que l'heure délivrée est :

- **Exacte** : le dispositif **SCPTIME®** doit être à même de délivrer une heure avec une incertitude donnée.
- **Tracée** : il doit être possible d'avoir l'assurance que l'heure délivrée est reliée à UTC pour les applications d'horodatage.
- **Sécurisée et surveillée** : le référentiel devra intégrer des exigences pour éviter au système d'être leurré et fraudable.

Différents scénarios et niveaux de certification seront développés avec comme base de départ la délivrance d'un certificat d'étalonnage où le dispositif est testé et comparé à l'étalon. Il sera également question d'une certification pouvant être étendue au processus de fabrication du dispositif garantissant ainsi que chacun des produits fabriqués répond au référentiel.

# LES PARTENAIRES DE L'USAGE

## Le groupe public ferroviaire, SNCF



Au sein du système de transport ferroviaire national, le Groupe Public Ferroviaire (GPF) est constitué depuis le 1er janvier 2015 de 3 établissements publics indissociables et solidaires : la SNCF (contrôle et pilotage stratégiques, cohérence économique, intégration industrielle et unité sociale), SNCF Réseau (gestionnaire d'infrastructure du réseau ferré national) et SNCF Mobilités (exploitation de services de transport ferroviaire).

### SNCF Réseau

L'ambition de SNCF Réseau est d'atteindre un niveau de performance encore plus élevé et d'équilibrer ses finances d'ici 2020. Elle s'appuie sur des équipes décentralisées en régions, et travaille en concertation avec les acteurs du système ferroviaire. Objectif stratégique partagé par tous : moderniser le réseau existant au profit des trains du quotidien.

#### Les missions de SNCF Réseau

- Entretien, moderniser et commercialiser l'accès au réseau ferré pour l'ensemble des entreprises ferroviaires de voyageurs et de marchandises.
- Garantir la sécurité et la performance des lignes du réseau français.
- Au quotidien, contribuer à la qualité, la régularité et au confort du service ferroviaire français.

À cet effet SNCF Réseau pilote deux plans stratégiques :

- un grand plan de modernisation demandé par l'État (plus de 2,5 Mds € et 1000 chantiers par an).
- le programme d'innovation et de sécurisation dans la maintenance, Vigirail (déploiement des nouvelles technologies pour la surveillance du réseau).

#### Le réseau en quelques chiffres

- 30 000 km de lignes, dont 2000 à grande vitesse et 800 km supplémentaires mis en service d'ici à 2017.
- 15 000 trains et 5 millions de voyageurs par jour en 2015.
- Plus de 6 milliards d'euros de chiffre d'affaires et 52 000 collaborateurs.
- Quelques 5 milliards d'euros pour la modernisation du réseau en France.

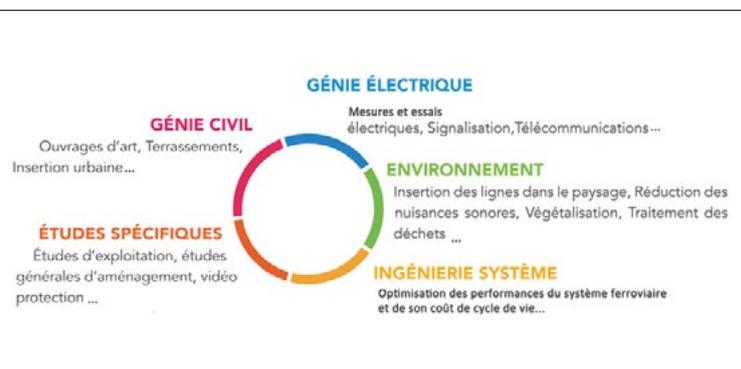
#### SNCF Réseau est composé de 4 métiers

- Maintenance & Travaux : sécurité opérationnelle, maintenance, entretien et renouvellement de l'infrastructure.
- Ingénierie & Projets : développement, ingénierie, aménagement et mise en valeur du réseau.
- Accès au Réseau : accès à l'infrastructure du réseau ferré national.
- Circulation : gestion opérationnelle des circulations.

#### Ingénierie et Projets (I & P) (Acteur principal de la SNCF pour SCPTIME®)

I&P intervient de la conception à la mise en œuvre des projets d'infrastructures ferroviaires.

Et détient une compétence unique : son expertise en matière d'intégration système, lui permettant de maîtriser le développement du réseau, du point de vue de la maintenance comme de l'exploitation.

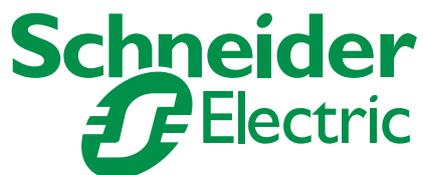


### SCPTIME® et SNCF Réseau

En tant que partenaire, la SNCF teste les prototypes SCPTIME® pour vérifier, confirmer et homologuer les moyens de synchronisation horaire afin de les étendre à terme sur l'ensemble du réseau ferroviaire français. L'enjeu est de garantir une heure synchronisée en tout point du réseau des équipements connectés tels que les aiguillages, la téléphonie cryptée, la vidéo-surveillance et l'horodatage des événements.

La SNCF utilise un réseau fermé et disposera donc de deux horloges quantiques comme source pour toutes ces applications. Une opération de calibrage régulière (a priori tous les 2 ans) vérifiera son alignement sur l'heure UTC. La mémorisation de tous les événements dans un système de type Big Data facilitera à tout moment la constitution de preuves.

Ce déploiement pour les services de traction électrique, de signalisation, et des réseaux de la SNCF en général, constitue une vitrine de l'apport en cyber-sécurité pour SCPTIME®.



Schneider Electric est un groupe industriel européen à dimension internationale, qui fabrique et propose des produits de gestion d'électricité, des automatismes et des solutions adaptées à ces métiers.

Le groupe a été créé en 1981 suite au changement des activités métallurgiques et sidérurgiques de Schneider et Cie. fondée en 1836.

À la date d'aujourd'hui, le groupe compte 160 000 collaborateurs, et un chiffre d'affaires de 26,6 milliards € avec une inversion de 4,8 % en R&D.

## Représentant SE dans le projet SCPTIME®



**Jorge ALVAREZ** Directeur Innovation des offres d'automatisme industriel basé au :  
Site Horizon - 1<sup>ère</sup> avenue - 8<sup>ème</sup> rue - Zone Industrielle  
06516 Carros.

**Rôle dans le projet :** prototypage des résultats des différentes recherches sur certains métiers liés à ses infrastructures industrielles en particulier les automates.

## Intérêt pour Schneider Electric du projet SCPTIME®

Dans les applications de demain, de plus en plus distribuées géographiquement, nous devons proposer des systèmes qui communiquent sur de très longues distances. SCPTIME® permet de synchroniser en toute sécurité des systèmes de suivi et de gestion de production **distants**.

Pour cela, nos clients ont besoin de dater les informations à la source avec une horloge synchronisée sur l'heure UTC et certifiée pour des besoins de traçabilité de production ou de remontée d'événements. La collecte de données doit respecter des réglementations et être datée sur la base d'une horloge homologuée et certifiée.

# LES RÉALISATEURS INDUSTRIELS ET SERVICES



GORGY  TIMING

L A M A R Q U E D U T E M P S

Depuis la création de l'entreprise, l'innovation est inscrite dans son ADN. Pour GORGY TIMING, l'important n'est pas de savoir ce qui se passe mais d'anticiper ce qui va se passer dans l'environnement de son métier de niche tiré aujourd'hui par les technologies des réseaux informatiques.

Sa forte implication dans les réseaux de la filière française du Temps/Fréquence et de l'écosystème technologique grenoblois induit une dynamique innovante au sein de GORGY TIMING. Elle permet l'échange d'expériences avec les Laboratoires universitaires, les Écoles d'ingénieurs et les Grands Groupes.

Grâce à une forte présence à l'international depuis sa création, GORGY TIMING réalise plus de la moitié de son chiffre d'affaires à l'international. Les équipes commerciales et techniques maîtrisent 7 langues et nos documentations sont éditées en Français, Chinois, Espagnol, Allemand, Anglais, Russe et Polonais.

L'entreprise est certifiée ISO 9001 et ISO 14001. Les produits GORGY TIMING s'appuient sur plusieurs brevets internationaux et répondent à des normes internationales dont le MIL STD (norme militaire) et le code OTAN Fa2xo.

GORGY TIMING est partenaire du LABEX FIRST TEMPS/FRÉQUENCE

GORGY TIMING est une PME familiale française créée en 1974 par Maurice GORGY, elle conçoit, fabrique et commercialise des solutions de diffusion de l'heure et de synchronisation horaire. L'entreprise est basée à La Mure près de Grenoble et occupe un bâtiment industriel de 3 500 m<sup>2</sup>. Son bureau d'étude dédié à la recherche et au développement du projet collaboratif SCPTIME® est situé à Europole à proximité de la Gare et de l'écosystème technologique de Grenoble.

Les valeurs de la marque éponyme sont transmises de génération en génération. Tout est mis en œuvre pour construire des relations durables et de proximité avec les clients et partenaires afin de pérenniser leurs investissements.

## GORGY TIMING Chef de file du consortium SCPTIME®

Le Premier Ministre, avec le Commissaire Général à l'Investissement d'Avenir, confirme GORGY TIMING comme Chef de file du Consortium SCPTIME®.

Ce projet innovant labellisé MINALOGIC est soutenu financièrement par BPI France pour la période 2014/2018.

Ce projet collaboratif regroupe l'ensemble des experts de la filière française du Temps/Fréquence dont la finalité est de diffuser une heure de référence internationale UTC hautement sécurisée et traçable jusqu'à l'utilisateur final pour répondre aux exigences du monde digital des objets connectés.



De gauche à droite : Nicolas, Monique, Amandine et Maurice GORGY.



**Muquans** est une PME française de haute technologie fondée en 2011. Établie à Talence en région Aquitaine, Muquans s'est spécialisée dans l'instrumentation de très haute performance et est la première société au monde à exploiter à l'échelle industrielle des résultats de physique quantique relatifs au refroidissement d'atomes par laser. Muquans conçoit, produit et commercialise plusieurs instruments scientifiques basés sur cette technologie de rupture :

- **Un gravimètre quantique absolu**, capable de mesurer la gravité avec une stabilité et une exactitude relatives proche de  $10^{-9}$ , destiné aux marchés de la géophysique.
- **Une horloge atomique de très haute performance**, offrant une stabilité long-terme et une exactitude relatives dans la gamme des  $10^{-15}$ , qui adressera différentes applications de métrologie Temps/Fréquence et de synchronisation de haute performance.

La société propose en outre toute une gamme de systèmes lasers très haute performance :

- Des lasers scientifiques offrant des fonctionnalités et performances uniques en matière de contrôle des propriétés spectrales, dédiées à différentes applications scientifiques.
- Différentes briques technologiques pour les réseaux de transfert de fréquence de très haute performance par lien optique fibré.

Muquans participe à la valorisation des activités



de recherche menées depuis plus de 15 ans par deux laboratoires du CNRS (laboratoires SYRTE à l'Observatoire de Paris, et LP2N à l'Institut d'Optique). La société a été créée par trois fondateurs : Arnaud Landragin et Philippe Bouyer, directeurs de recherche au CNRS agissant en qualité de conseillers scientifiques, et Bruno Desruelle, PDG de Muquans, bénéficiant d'une grande expérience dans l'industrie de haute technologie. Muquans compte aujourd'hui 21 salariés rassemblant des compétences très pointues dans de nombreux secteurs technologiques. La société Muquans est active dans plus de 20 pays dans le monde, et s'appuie sur plusieurs brevets.

## Contribution de Muquans à SCPTIME®

**Au sein du consortium SCPTIME®, Muquans tient un rôle de réalisateur industriel.**

L'horloge atomique MuClock constitue une référence de fréquence de très haute performance permettant de réaliser localement l'unité de temps (la seconde métrologique\*) en garantissant une exactitude et une stabilité long-terme à des niveaux de performance uniques sur le marché. L'horloge MuClock représente une référence de temps de points destinée à répondre aux

besoins d'horodatage les plus critiques. La MuClock permet de réaliser localement une échelle de temps dédiée, assurant ainsi la sécurité, la certification, et la traçabilité de l'heure.

Cette solution a été retenue par le consortium SCPTIME® pour la réalisation de l'horloge primaire du réseau de transfert de temps.

*\*La seconde est la durée de 9 192 631 770 périodes de la radiation correspondant à la transition entre les deux niveaux hyperfins de l'état fondamental de l'atome de césium 133.*

Syrlinks a été créée en juin 2011 par 4 cadres de TES Electronic Solutions. SYRLINKS est une PME indépendante au capital de 1 000 000 € dont le siège social est implanté à Cesson-Sévigné (près de Rennes). L'activité de la Société est issue de la société SOREP créée en 1978, devenue Thales Microelectronics en 2000, puis TES en décembre 2004, dont le cœur de métier historique était déjà de concevoir, développer et fabriquer des composants et modules radiofréquence et hyperfréquence pour les applications spatiales, défense et sécurité. Aujourd'hui portée par la croissance des marchés, SYRLINKS développe de nouvelles lignes de produits. Son département R&D multidisciplinaire et ses moyens de laboratoire performants lui permettent d'appréhender les projets complexes et d'en réduire les délais de réalisation.

SYRLINKS conçoit les architectures et développe des équipements répondant aux besoins spécifiques de ses clients, en termes d'étude et de production, et en parallèle commercialise une gamme de produits propres pour les domaines d'activités suivants :

#### Temps/Fréquence

- OCXO (Oven Controlled Xtal Oscillators) et VCO (Voltage Controlled Oscillator).
- Synthétiseurs de fréquence durcis.
- Micro-horloges atomiques.

#### Communication radiofréquence

- Produits de communication embarqués dans des satellites en orbite basse : Émetteur en bande X, Transciever



Prototype de carte électronique pour micro-horloge.

Télémesure/Télécommande en bande S, Émetteur en bande L.

- Développement de sous-fonctions RF/hyperfréquences et amplificateurs haut rendement.

#### Géolocalisation/Navigation

- Récepteur GNSS logiciel pour application spatiale.
- Balise Cospas-Sarsat & Argos.

Les solutions SYRLINKS associent technologie et fiabilité dans la perspective d'optimiser les performances et le niveau d'intégration des équipements destinés à être déployés dans des environnements sévères. 55 personnes travaillent dans cette nouvelle structure. Cet effectif couvre l'ensemble des métiers nécessaires au développement de produits spatiaux et de défense : qualité, électronique, microélectronique, radio et hyper fréquence, logiciel embarqué, traitement numérique du signal, mécanique. Un laboratoire de 350m<sup>2</sup> dédié permet de développer les équipements, d'intégrer puis de faire la recette des produits (petite série) dans les locaux de SYRLINKS. Par ailleurs, SYRLINKS conçoit des systèmes nécessitant le développement d'ASIC. Par exemple, SYRLINKS a développé un ASIC pour des balises de détresse ultra miniature, ou encore un ASIC pour un oscillateur à quartz thermostaté.

## Contribution de Syrlinks à SCPTIME®

Forte d'une expertise dans le domaine Temps/fréquence, Syrlinks s'est engagée au sein du consortium SCPTIME® pour imaginer puis produire une micro-horloge atomique.

Véritable gardien du temps au cœur de l'aspect Sécurité de l'architecture SCPTIME®, cette horloge permettra de garantir le bon fonctionnement du système en l'absence de signal GNSS fiable. Pour développer cette horloge, Syrlinks associera ses ingénieurs en électronique embarquée hardware et software ainsi que ses ingénieurs mécaniques et qualité. Syrlinks intégrera dans sa conception, le sous-ensemble produit par Tronics, également entreprise partenaire de SCPTIME®.

Guy Richard,  
PDG de Syrlinks.





Tronics Microsystems est un leader technologique reconnu dans le domaine des MEMS à haute valeur ajoutée (MEMS : dispositifs électromécaniques miniaturisés assurant une fonction de capteur et/ou d'actionneur).

S'adressant à des marchés en forte expansion du fait de la miniaturisation croissante des systèmes électroniques, la société fournit des produits sur-mesure ou standards notamment pour les secteurs de l'aéronautique, de la sécurité, du médical et de l'industrie (comme par exemple la synchronisation de réseaux).

Fondée en 1997, Tronics est située à Crolles, près de Grenoble (38) et à Dallas, Texas (Etats-Unis), et compte environ 100 collaborateurs, dont la plupart sont ingénieurs et scientifiques.

À l'issue d'une Offre Publique d'Achat conclue en janvier 2017, EPCOS AG, une société du Groupe TDK, détient désormais 74 pour cent du capital de Tronics. Tronics est une division du groupe "Temperature & Pressure Sensors" de TDK.

Sur son site de Crolles, près de Grenoble (38), Tronics développe depuis plusieurs années les briques technologiques qui sont au cœur de l'horloge atomique miniature. Tronics a ainsi mis en place la technologie de fabrication de cellules à vapeur atomique de césium dans sa salle blanche.

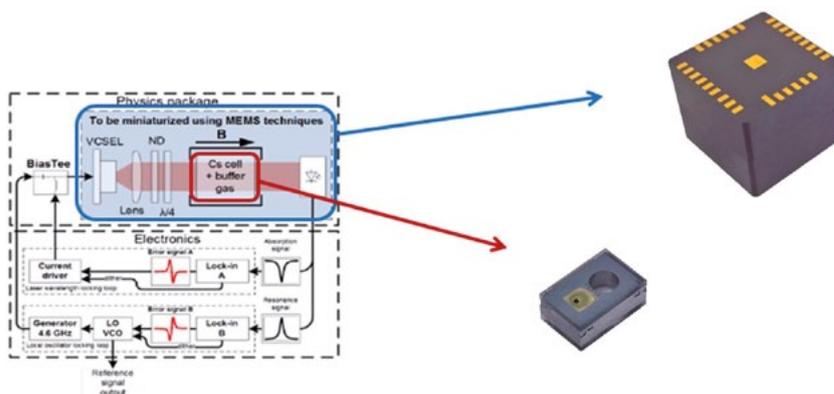
## Contribution de Tronics à SCPTIME®

Dans le cadre du projet SCPTIME®, Tronics conçoit et assemble sur sa ligne back-end les modules physiques complets intégrant la cellule mais aussi les autres éléments nécessaires au fonctionnement de l'horloge (cf. Figure 1).

À moyen terme, afin de répondre aux applications de synchronisation de réseaux ou d'autres applications en milieu GPS-denied, Tronics prévoit de fournir un module physique complet et testé assurant une stabilité à 1 jour de l'ordre de la micro seconde, pour un volume inférieur au cm<sup>3</sup> et une consommation inférieure à 50 mW.



**Figure 1 :** grâce à la technologie MEMS, un niveau poussé de miniaturisation peut être atteint afin d'intégrer l'ensemble des éléments nécessaires au fonctionnement de l'horloge : ci-contre la structure schématique de l'horloge, le boîtier contenant le module physique (15x15x13 mm), ainsi que la cellule à césium micro fabriquée (4,0x6,0x2,5 mm).





EOLAS, l'exigence digitale, eolas.fr

Eolas accompagne ses clients dans le monde digital d'aujourd'hui. Eolas s'engage avec exigence à concevoir, développer et opérer les solutions les plus efficaces.

Eolas assure cette exigence digitale grâce à ses compétences sur tout le spectre du web. Hébergeur, concepteur et développeur d'applications, webmarketeur, ces différents métiers se sont développés et ont grandi en construisant de fortes expertises et permet de fournir les prestations d'opérateur de services en ligne. Avec sa méthodologie BUILD & RUN unique, Eolas apporte un accompagnement à forte valeur ajoutée.

Eolas a été créée en 1991 à Grenoble par Gérard Dulac et a fourni ses premiers services Internet en 1995. En 2015, Eolas c'est 4500 clients, 144 salariés, 12 M€ de chiffre d'affaires. Eolas fait partie du groupe international Business & Decision depuis 2001 : consulting et intégration de systèmes, leader de la Business Intelligence et du CRM, acteur majeur de l'e-Business (businessdecision.fr).

Eolas fait partie de l'éco-système grenoblois et a une forte expérience en projets mutualisés de R&D : les projets

de recherche (8% du chiffre d'affaires) menés en partenariat avec des universitaires et des industriels l'amènent à développer des fonctionnalités innovantes autour de l'open data, du web temps réel, des objets connectés, de la recherche intuitive "pur facettes", de la recommandation automatisée...

Les expertises d'Eolas sont utilisées dans le secteur public et dans le secteur privé notamment dans la distribution.

Entreprise responsable, Eolas a créé un des premiers datacenters "green" en Europe. Sa conception et son exploitation sont le résultat d'experts mondiaux du cloud computing, de la gestion d'énergie, de l'automatisme et de la gestion du refroidissement. Il a été choisi pour héberger le nœud d'échange de trafic Internet (GIX) GrenobIX, ce qui garantit des temps de latence extrêmement faibles avec les opérateurs connectés. De plus, il bénéficie d'interconnexions avec d'autres DataCenter, permettant à EOLAS de fournir à ses clients des architectures de PRA / PCA multi-datacenters pérennes, performantes et assorties de SLA exigeants.

## Contribution de Eolas à SCPTIME®

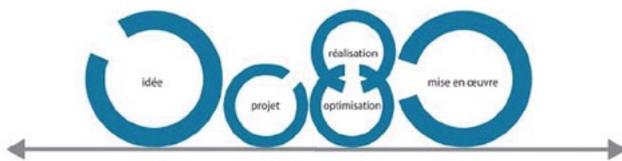
Eolas intervient au sein du consortium SCPTIME® sur trois axes essentiels :

- **Concevoir et opérer le service en ligne SCPTIME®.** Il s'agit d'assurer une qualité de services maîtrisée aux futurs usagers de SCPTIME®. Eolas développe la chaîne Abonnement-Support-Reporting du SLA (Service Level Agreement) et Reporting des flux Temps. Le système sera utilisable aussi bien dans des utilisations publiques que privées.
- **Apporter une expertise digitale.** Eolas apporte son expertise et ses infrastructures en réseau Internet, en e-commerce, en usager de services en ligne. Eolas utilise ses connaissances digitales les plus récentes développées dans des programmes de recherche mutualisés (Energetic, CtrlGreen, Datalyse) portant sur les objets connectés, l'automatisation de systèmes autonomes, le big data en temps réel, la datavisualisation, l'open data, les bases de données avec jointures temporelles.
- **Tester et développer l'usage d'un temps sûr au sein de datacenters.** Eolas teste SCPTIME® dans ses datacenters. Les objectifs sont multiples : utiliser et distribuer un temps sûr et à haute disponibilité tout en mettant en œuvre des processus de datation pour les différentes utilisations. L'enjeu est central : utiliser un temps de référence dans son Système d'Information et avoir un service de datation permettant de recourir aux outils de jointures temporelles.

## "Osez l'innovation"

Notre cœur de métier s'articule autour du lien entre Stratégie de développement et Innovation qui, pour Tyleos, sont les deux faces d'une même médaille, à savoir celle de la compétitivité dans le monde actuel.

Notre implication repose sur un savoir-faire qui va de la détection et qualification de l'idée jusqu'à la mise sur le marché effective, au travers d'une démarche visant à transformer l'idée en stratégie produit, à décliner celle-ci en mode projet (pour parvenir rapidement et efficacement aux objectifs visés en limitant les aspects structurels) et enfin à mettre en ordre de bataille production et marketing.



## Tyleos et SCPTIME®

Le projet collaboratif **SCPTIME®** est représentatif de l'émergence, du développement et de l'innovation en vecteur marché. L'**idée initiale** de Maurice GORGY en 2012, "il faut surveiller le GPS", a été dans un premier temps perçue quasiment comme un poisson d'avril, provoquant plus d'incompréhension que d'adhésion, sauf dans le petit monde des experts.

Une analyse de plausibilité a été réalisée permettant de définir **une stratégie produit** visant à remettre le temps dans l'économie numérique. Tyleos, qui était bien entendu dans la boucle lors de la phase précédente, a alors été chargée de monter **ce projet**, tant du point de vue technique que financier, avec recherche d'adhésion de partenaires de très haute qualité (industriels et universitaires).

Puis Tyleos a été mandatée par le Consortium afin d'accompagner les acteurs du projet et, pour ce faire, a donc mis en œuvre sa démarche de **Project Management** et son

Les interventions Tyleos se regroupent essentiellement autour des domaines suivant :

- La stratégie de développement avec une démarche non conventionnelle s'appuyant 1) sur le produit, 2) sur le produit – oui, 2 fois le produit – et 3) sur l'organisation, soit : le produit vu de l'intérieur (production, R&D, commercial, marketing, communication, ...).
- Le produit vu de l'extérieur (clients, fournisseurs, journalistes, institutionnels, ...).
- L'organisation en tant que seul vrai levier pour optimiser les différents flux.
- Les systèmes d'information dans toutes leurs dimensions, mais appréhendés selon le concept Tyleos de Production, Distribution et Consommation de l'information qui est particulièrement adapté à la métamorphose numérique au service de la compétitivité.
- Les grands projets collaboratifs multi-cibles et multi-ressources avec une véritable approche partenariale comprenant un Project Management dynamique et anticipatif (centré sur les objectifs et les acteurs) complété par une Animation Collaborative s'appuyant sur Tyleos Network.

**Animation Collaborative** qui permettent de faciliter l'atteinte des objectifs collectifs dans les meilleures conditions et, le cas échéant, d'épauler un partenaire par rapport à ses objectifs propres.

A ce stade, **SCPTIME®** est en train d'affiner son approche Produit-Marché dans une optique **Marché** de première maturité. D'ores et déjà, il a été démontré que les attentes sont réelles et importantes et qu'elles sont, de plus, renforcées par la montée des réglementations européennes concernant les pratiques de l'économie numérique.

L'avance prise ici par le Consortium est indéniable et le marché – ultime juge en la matière – va maintenant valider et valoriser l'innovation issue de l'idée particulièrement pertinente de Maurice GORGY.

Tyleos n'a donc pas encore fini sa Mission ....





# GORGY TIMING

L A M A R Q U E D U T E M P S

Quartier Beauregard - 38350 La Mure d'Isère (Grenoble France).

Tél : +33 476 30 48 20 Fax : +33 476 30 85 33

e.mail : [gorgy@gorgy-timing.fr](mailto:gorgy@gorgy-timing.fr) - [www.gorgy-timing.fr](http://www.gorgy-timing.fr)



FABRICANT FRANÇAIS