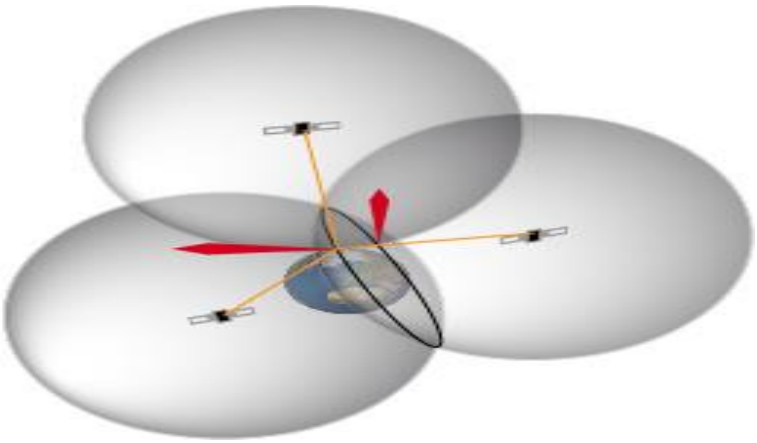
لتحديد موقع، يجب أن يعرف نظام التموضع العالمي الوقت بالتحديد! [1]

بقلم : دانيال برونشتاين Daniel Brunstein [2]

ترجمة الطالبتين : سمـــــــاح حمزاوي

فاطمة الزهراء بولنوار



نظام التموضع العالمي

لدى نظام التموضع العالمي (GPS)[3] –شأنه شأن أنظمة الملاحة الفضائية الأخرى (مثل غاليليو Galileo، غلوناس Glonass، إلخ.)– مجموعة من الأقمار الصناعية التي تدور حول الأرض. يرسل كل منها موجة كهرومغناطسية تنتشر بسرعة الضوء.

ومن خلال معرفة لحظة العبور وسرعة الموجة، نستنتج المسافة الفاصلة بين جهاز الاستقبال والقمر الصناعي. يكون الجهاز المستقبل في مكان معيّن على سطح كرة نصف قطرها هو المسافة السابقة الذكر. وتتكرر ذات العملية لقمرين صناعيين آخرين. سيكون موضع الجهاز المستقبل هو نقطة من نقطتي تقاطع الكرات الثلاث. ولما كانت إحدى هاتين النقطتين تتحرك بسرعة غير واقعية بالنسبة للكائنات الموجودة على سطح الأرض، فإننا سنستخلص بأن جهاز الاستقبال يقع في موضع النقطة الثانية.

وهكذا، لا نحتاج سوى إلى معرفة المسافات التي تفصلنا عن الأقمار الصناعية الثلاثة ليتم تحديد موقعنا على الأرض. يستند تقدير المسافة إلى قياس أزمنة العبور. وهذا يتطلب مزامنة مثالية لساعات

---

[1] العنوان الأصلي للمقالة : POUR DONNER UNE POSITION, MON GPS DOIT SAVOIR L'HEURE QU'IL EST !
موقعها الإلكتروني : http://www.breves-de-maths.fr/mon-gps-doit-savoir-heure

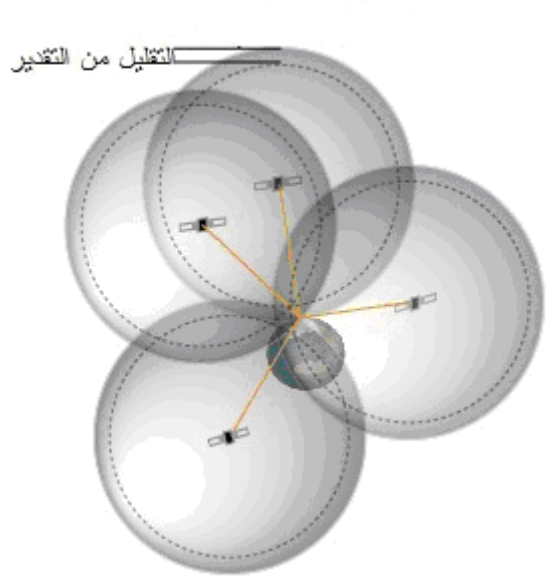
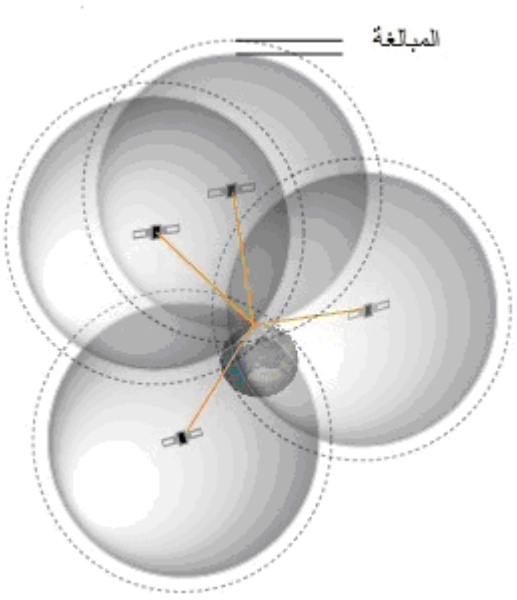
[2] صفحته المهنية : https://www.lgp.cnrs.fr/spip/spip.php?article63
مختبر جغرافية الفيزياء (LGP)، انظر : https://www.lgp.cnrs.fr/spip

[3] انظر https://en.wikipedia.org/wiki/Global_Positioning_System

الأقمار الصناعية مع ساعة جهاز الاستقبال. وعندما لا تكون ساعة جهاز استقبال نظام التموضع العالمي دقيقة فإن دقة تحديد الموضع ستكون سيئة جداً. ذلك أن الموجة تنتشر بسرعة الضوء، وعليه يؤدي التأخير أو التقديم بمدة 1 ميكرو ثانية إلى ارتكاب خطأ في المسافة يناهز 300 متر.

إن الساعات الوحيدة التي يمكن أن تحقق الدقة اللازمة في تحديد المواقع بشكل جيّد هي الساعات الذريّة[4]. غير أن وزن هذه الساعات وتكلفتها... جعلت اللجوء إليها، منذ تصميم نظام التموضع العالمي، حلا لا يتماشى مع أهداف نظام ملاحة خفيف الوزن وغير مكلف. ومن ثمّ، ظهرت براعة مبتكري نظام التموضع العالمي في اللجوء إلى قمر صناعي رابع لمزامنة ساعة جهاز الاستقبال مع الساعات الأخرى.

فإذا تقدّمت ساعة جهاز الاستقبال، ستكون أزمنة العبور أطول، وستترتب عن ذلك مبالغة في تقدير المسافات. لذلك، سيكون جهاز الاستقبال موجودا في مساحة مثلثية الشكل. وللمزامنة، سيقوم جهاز الاستقبال بتأخير ساعته لتصغير مساحة المثلث. أما إذا كانت ساعة جهاز الاستقبال متأخرة، فسينجم عن ذلك تقدير يقلّل طول المسافات، ولذا سيجد المُستقْبِل نفسه خارج الكرات الوهمية. ففي هذه الحالة، تعمل المزامنة على تقديم ساعة جهاز الاستقبال إلى أن يكون المستقبِل في موضع نقطة تقاطع الكرات. وفي معظم الوضعيات، يتلقى جهاز الاستقبال إشارات من أكثر من أربعة أقمار صناعية، مما يحسن من جودة المزامنة وتحديد المواقع.

الساعة متأخرة : المسافات أقصر من الواقع	**الساعة متقدّمة : المسافات أطول من الواقع**
	
عندما لا تكون ساعة جهاز استقبال نظام التموضع العالمي دقيقة بشكل مثالي، تسوء دقة تحديد الموضع بشكل كبير	

[4] انظر : https://en.wikipedia.org/wiki/Atomic_clock

تلك هي الأسباب التي تجعل جهاز استقبال نظام التموضع العالمي –الذي لا يزيد حجمه على حجم اليد– قادرا على تحديد الوقت بدقة ساعة ذرية.

للاستزادة :

- مزامنة جهاز استقبال نظام التموضع العالمي :
http://ressources.univ-lemans.fr/AccesLibre/UM/Pedago/physique/02/divers/gps1.html
- كوكبة نظام التموضع العالمي :
http://ressources.univ-lemans.fr/AccesLibre/UM/Pedago/physique/02/divers/gps2.html
- نظام التموضع العالمي الأمريكي: https://www.gps.gov/systems/augmentations/french.php
- نظام غاليلو Galileo الأوروبي :
http://www.esa.int/Applications/Navigation/Galileo/What_is_Galileo

مصدر الصور : Daniel Brunstein – figures 1 & 2