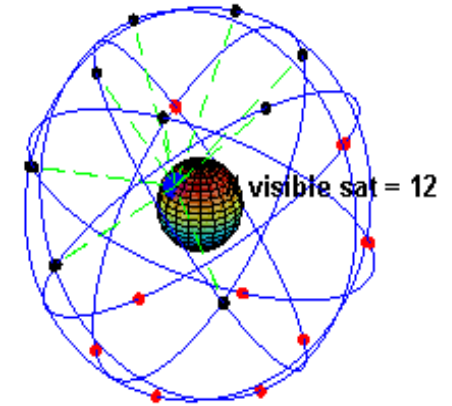




Localisation – traçabilité – robotique

Nouvelles technologies en agriculture

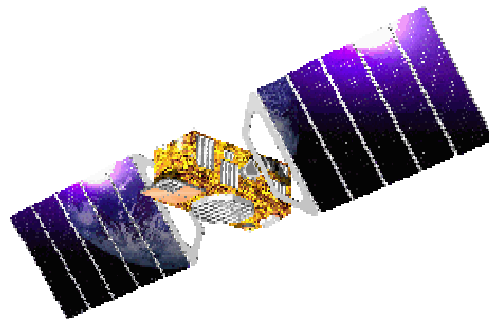
Emmanuel Hugo – Daniel Boffety –
Michel Berducat

8 décembre 2010

Pour mieux
affirmer
ses missions,
le Cemagref
devient Irstea



www.irstea.fr

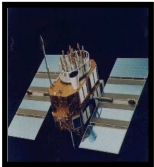


Le système GPS

La constellation en place



31 satellites utilisés (chiffres 2010)



11 Satellites opérationnels : Bloc IIA



20 Satellites opérationnels : Blocs IIR (nouvelle génération)

Historique de la localisation par satellites : Projets militaires



TRANSIT : création du NNSS (Navy Navigation Satellite System)

TIMATION : TIME navigATION en 72 (US Navy)

621B : modulation par code pseudo aléatoire (US Air Force)

→ NAVSTAR GPS : commencé en 73 (fini en 79) 4 satellites en 78

Les différents systèmes GPS

GPS, DGPS, RTK ...



GPS :

Global Positioning System

Décamétrique

DGPS :

Differential GPS

Métrique

CP-DGPS :

Carrier Phase GPS

Centimétrique

RTK-GPS :

Real Time Kinematic GPS

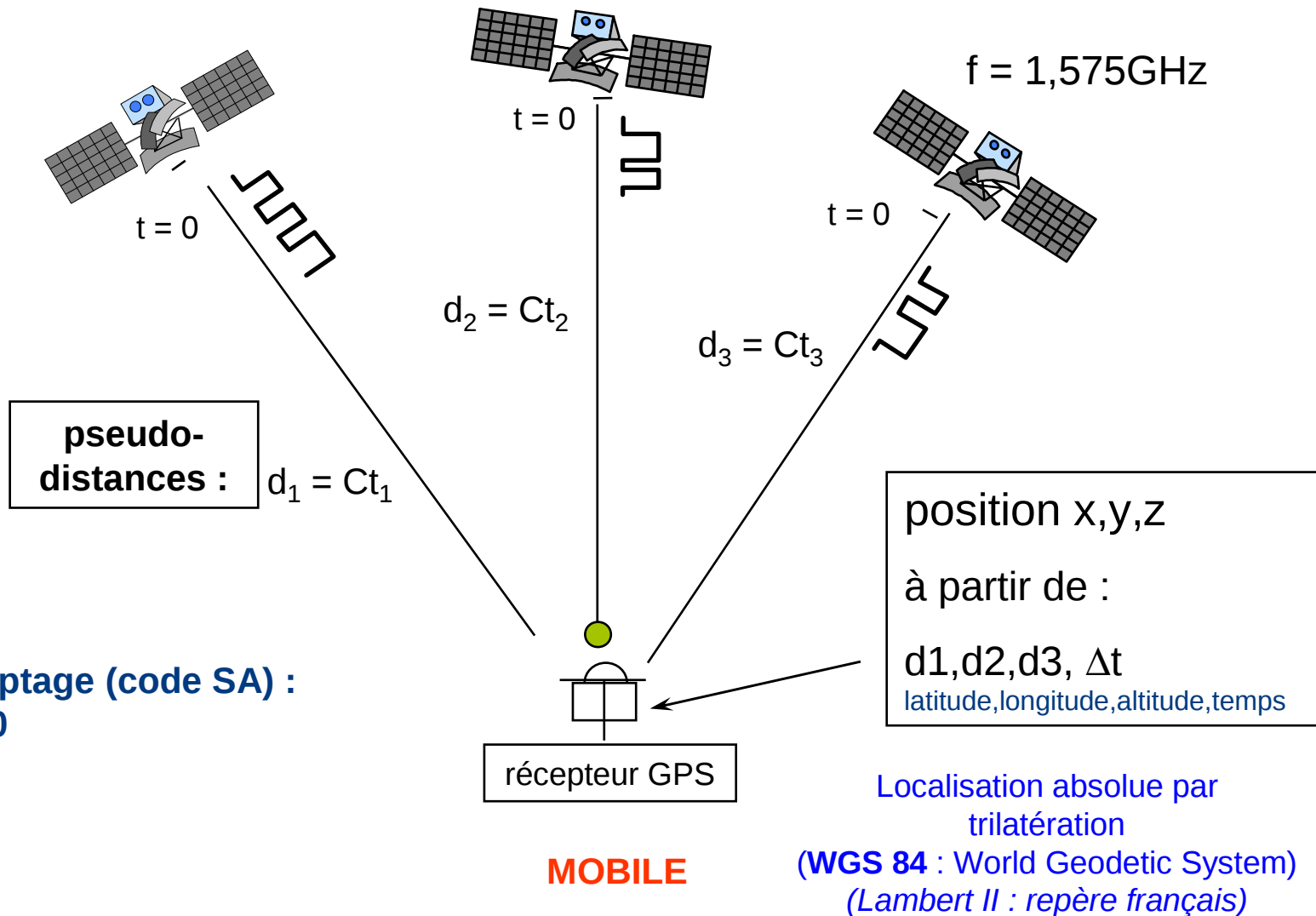
Centimétrique

GLONASS :

Système Russe (GLObal Navigation Satellite System)

Le GPS en mode direct ou Standard

(code C/A : Coarse Acquisition)



Arrêt cryptage (code SA) :
1/05/2000



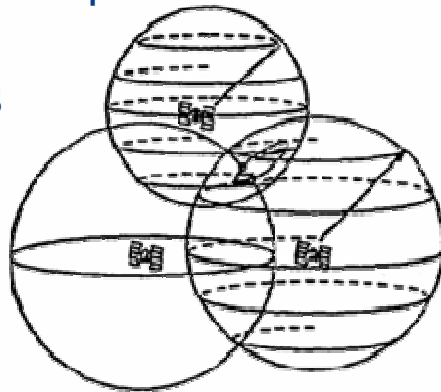
Principe de la trilatération ou intersection spatiale

1 satellite



Le lieu géométrique d'une mesure de distance sur un satellite est une sphère.

3 satellites

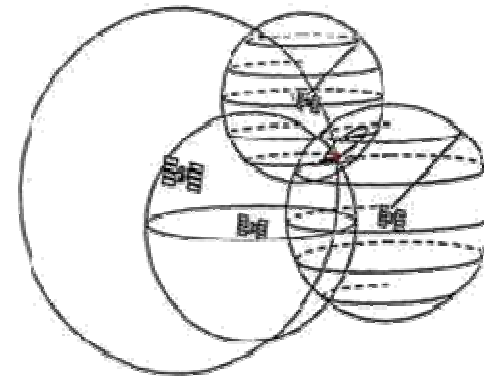
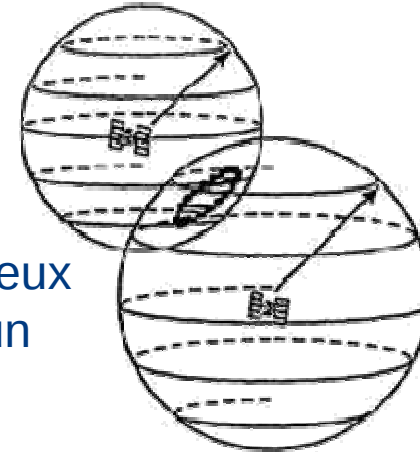


irstea

L'intersection de trois sphères est deux points

2 satellites

L'intersection de deux sphères est un cercle.

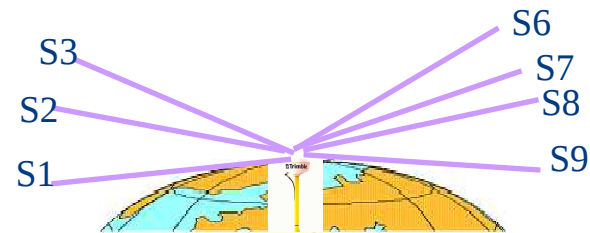
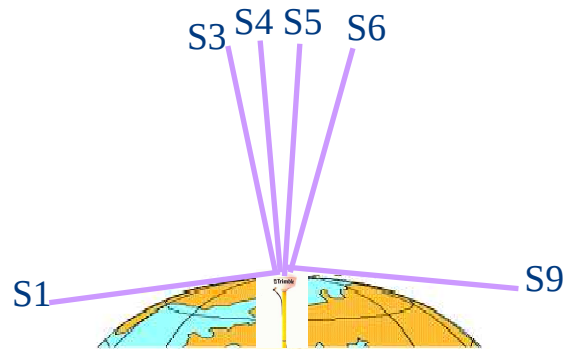
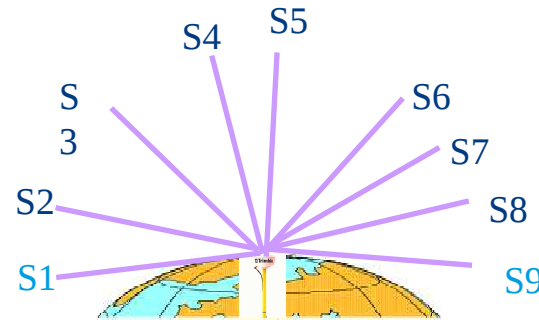


4 satellites sont nécessaires pour connaître la position en longitude, latitude et altitude

Les sources d'erreur

Elles sont dues :

- à la traversée de la ionosphère (50 à 1000 km), troposphère (7 à 14 km),
- à la position des satellites sur l'horizon (éphémérides) : le PDOP (dilution géométrique de la position)
- aux multi-trajets
- à la précision des horloges,
- à la qualité des récepteurs GPS.



Le GPS différentiel

code C/A

Principe

Un deuxième récepteur placé sur un point fixe connu : station de base

- les mesures des pseudorange sont comparées aux distances théoriques satellites/position connue

- erreurs en distance sur les pseudorange de chaque satellite
- vitesse d'évolution de l'erreur

2 techniques

Post-processing

- enregistrement sur la base des corrections
- enregistrement des positions sur le mobile

correction en temps différé des positions

Temps réel

- envoi par voie hertzienne, par satellite, aux mobiles

le mobile corrige ses positions
(MODEM sur le mobile)

précision : 0,5 à 1 m

standard du marché : **FORMAT : RINEX**

précision : 1 à 5 m

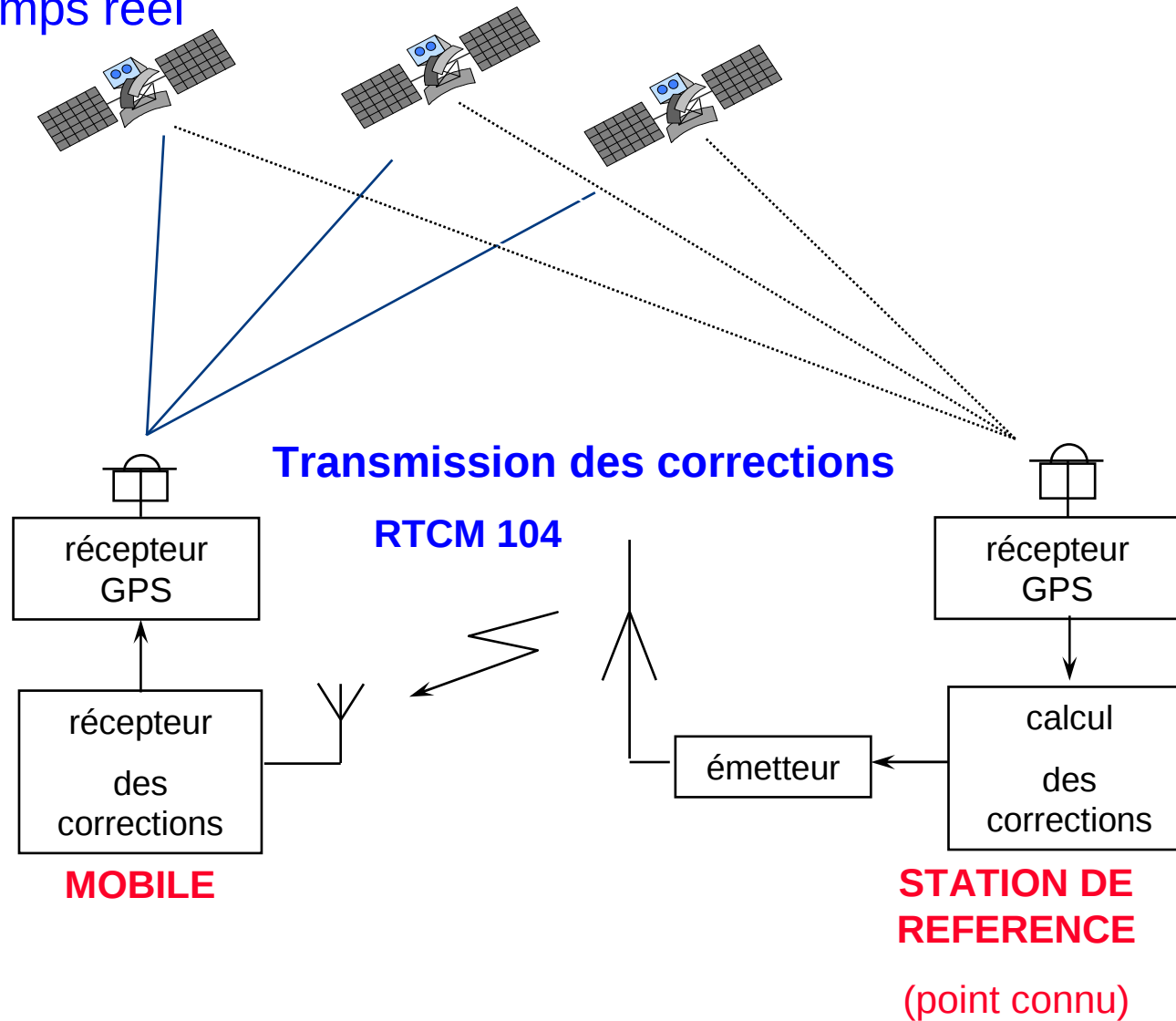
RTCM - SC - 104

norme d'élaboration et de transmission des corrections
(domaine maritime)

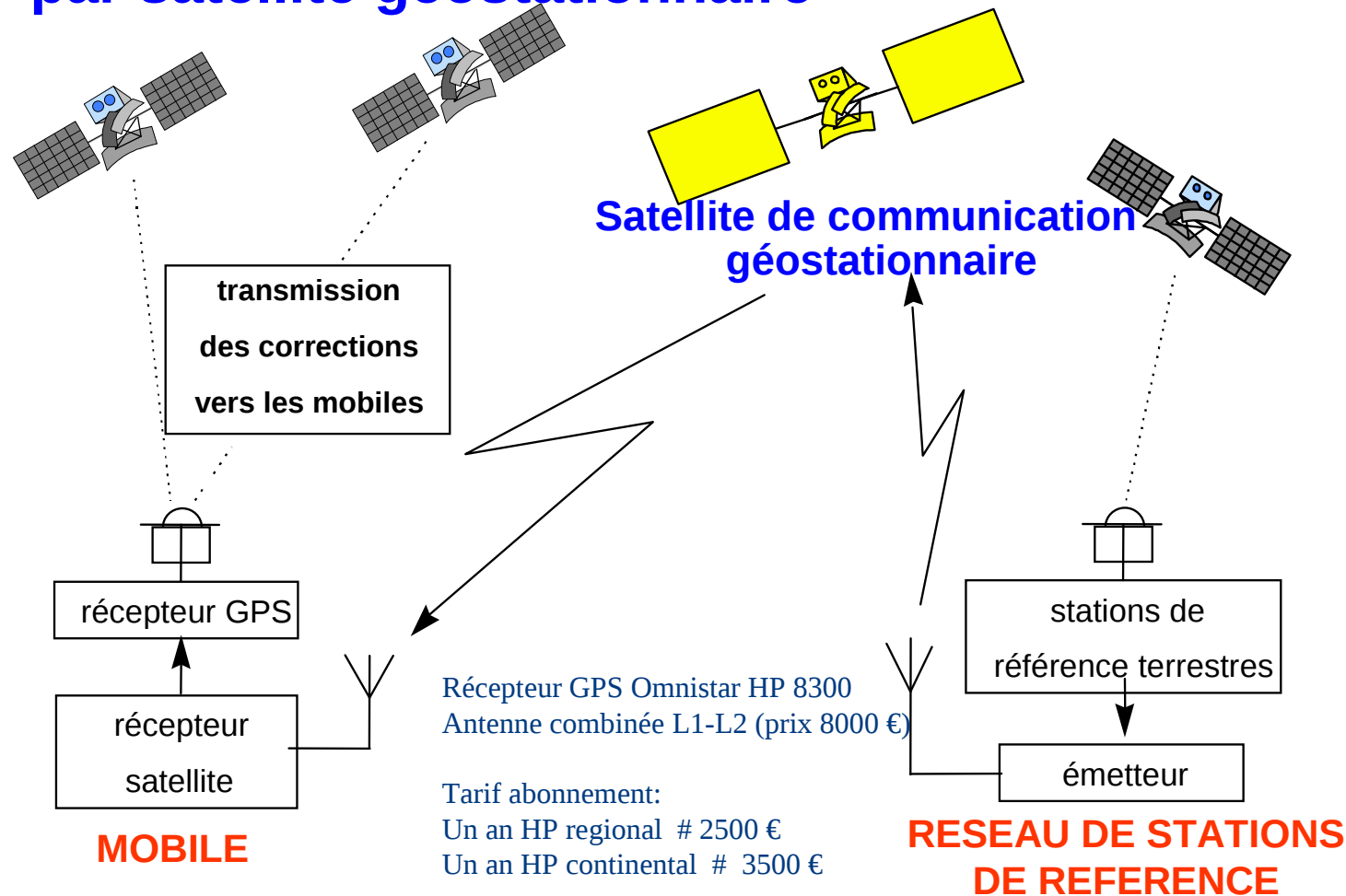


Le GPS en mode différentiel

en temps réel



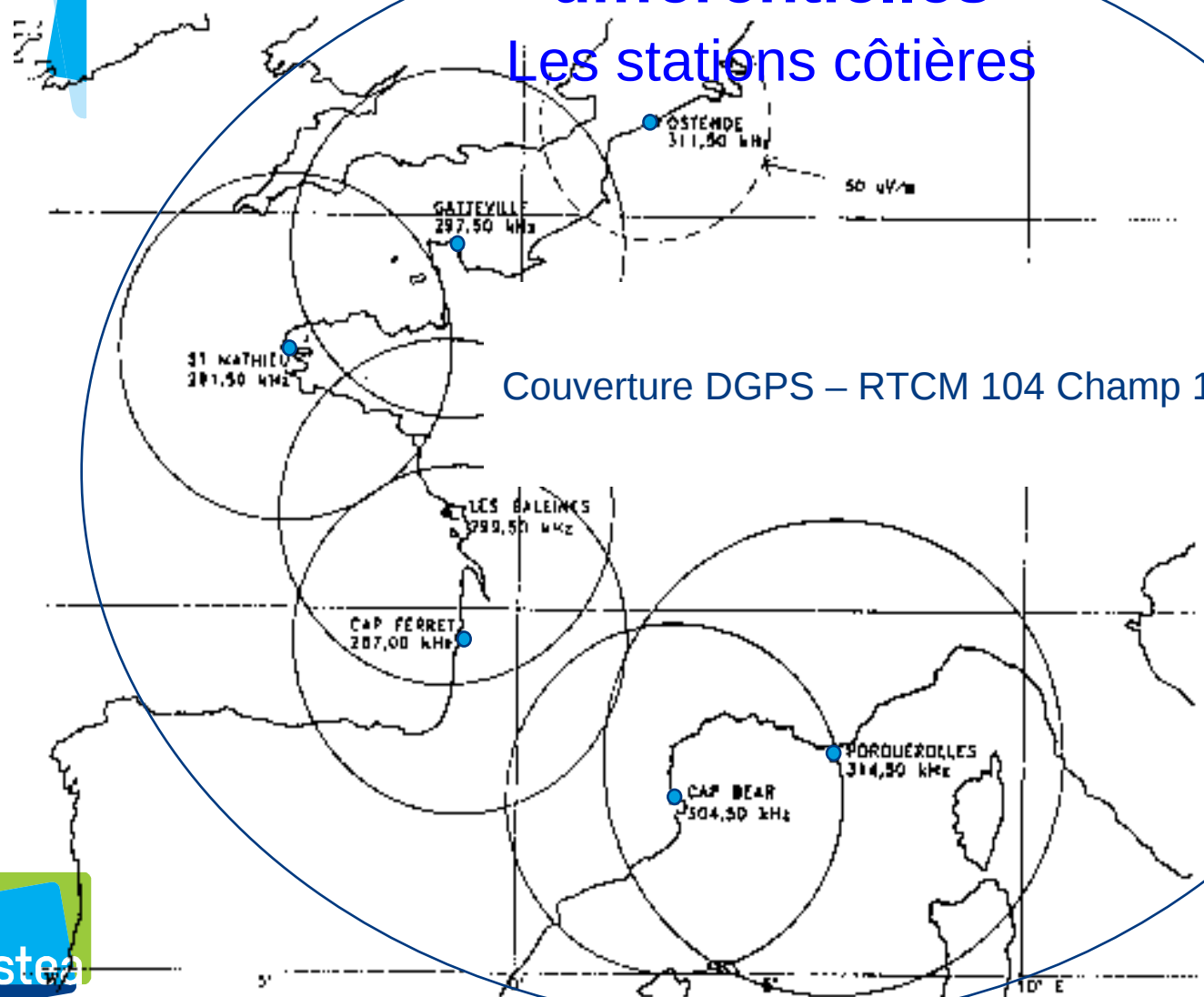
Transmissions des corrections différentielles par satellite géostationnaire



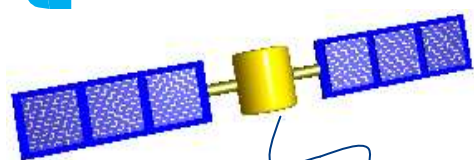
Services de corrections différentielles

Les stations côtières

10



Le système CP-DGPS



- L1=1575.42 MHz
- ⇒ $\lambda=19$ cm
- N : ambiguïté entière
- ϕ : phase mesurable (degrés)

$$d = \left(N + \frac{\Phi}{360}\right)\lambda$$

Envoi de 2 fréquences :
 L1 : 1,57542 GHz (modulé en BPSK par des codes pseudo aléatoires C/A Clear/Acquisition civil (1,023MHz))
 L2 : 1,22760 GHz (modulé en BPSK par des codes P (Précis crypté), militaire (10,23MHz))

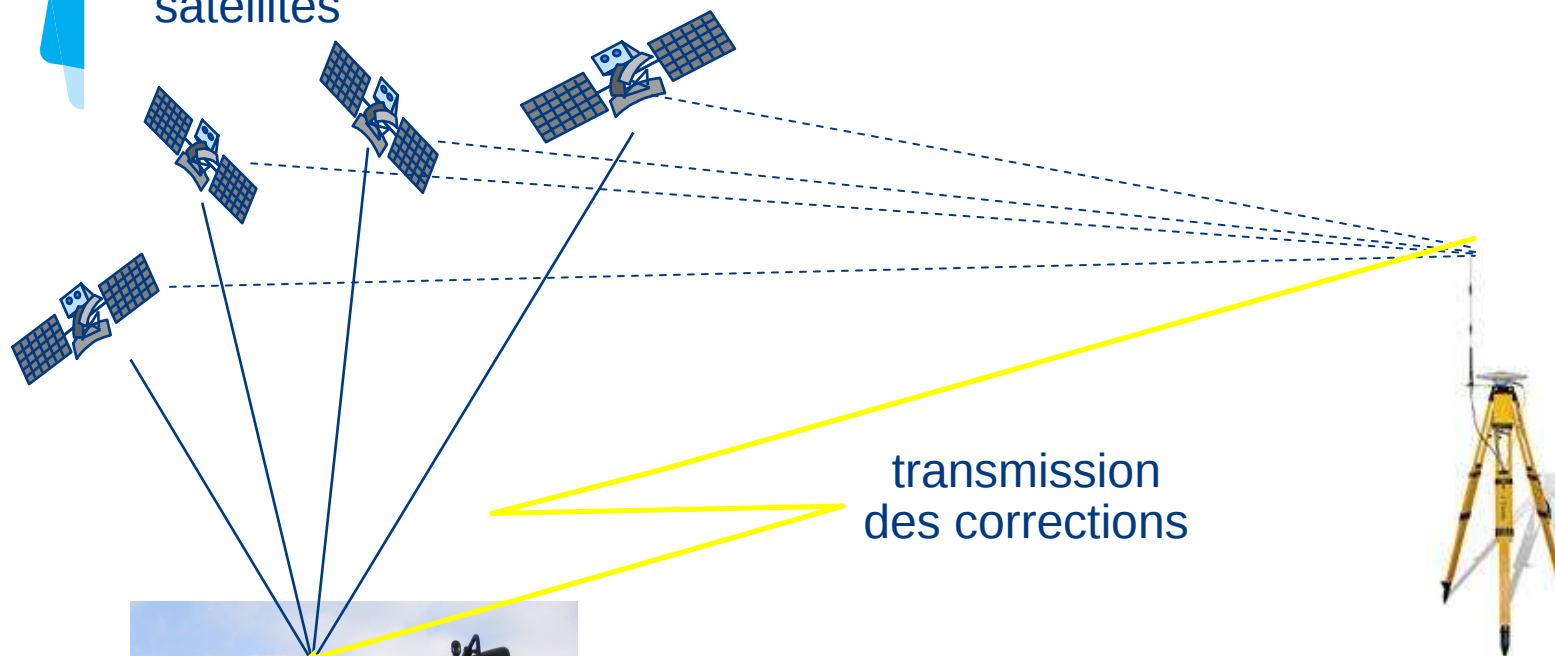
Les codes C/A et P sont eux-mêmes modulés à 50Hz

BPSK : Binary Phase Shift Keying

Récepteur
GPS

Systèmes RTK

satellites



transmission
des corrections

Précision annoncée d'environ 2 cm

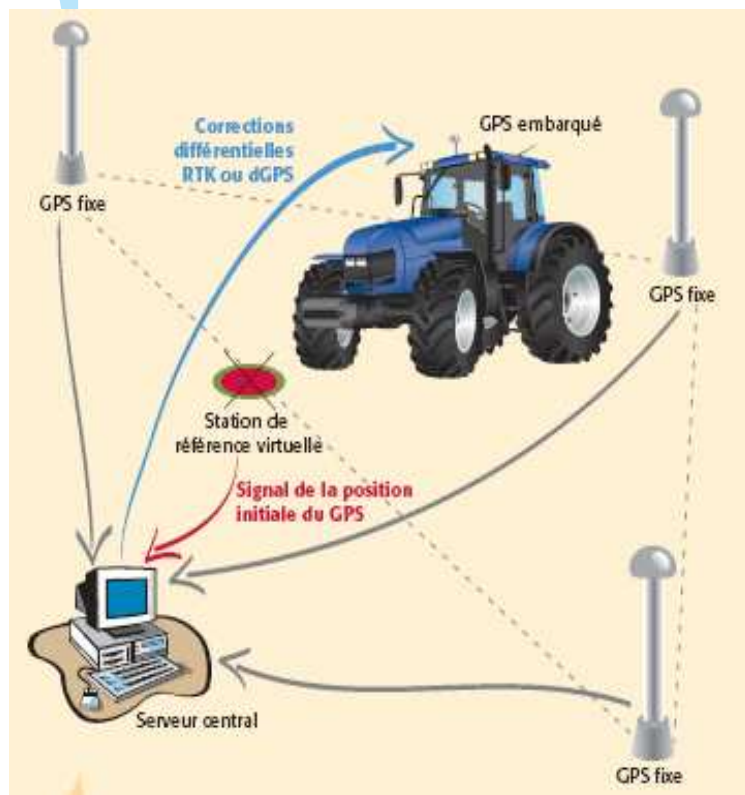
Limite :

- coût
- Rayon de 10 km



Source : ARVALIS Institut du végétal

Réseaux temps réel



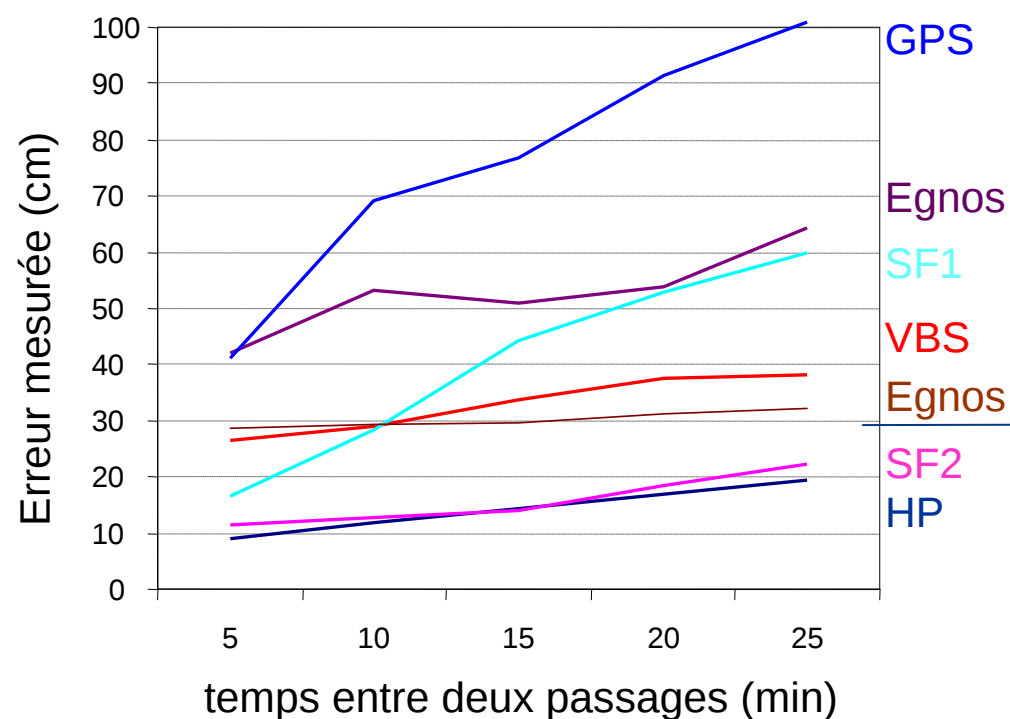
Objectif : avoir la précision du système RTK traditionnel sans le coût

Fonctionnement général

- Antenne 60-70 km
- Informations au serveur
- Vérification des données
- Calcul une correction
- L'envoi au mobile par GPRS ou Internet puis radio

La précision des dGPS

- En bonnes conditions satellitaires



Système d'aide au guidage
(épandage, ...)

Autoguidage, hydraulique ou volant
(semis, récolte grande largeur...)

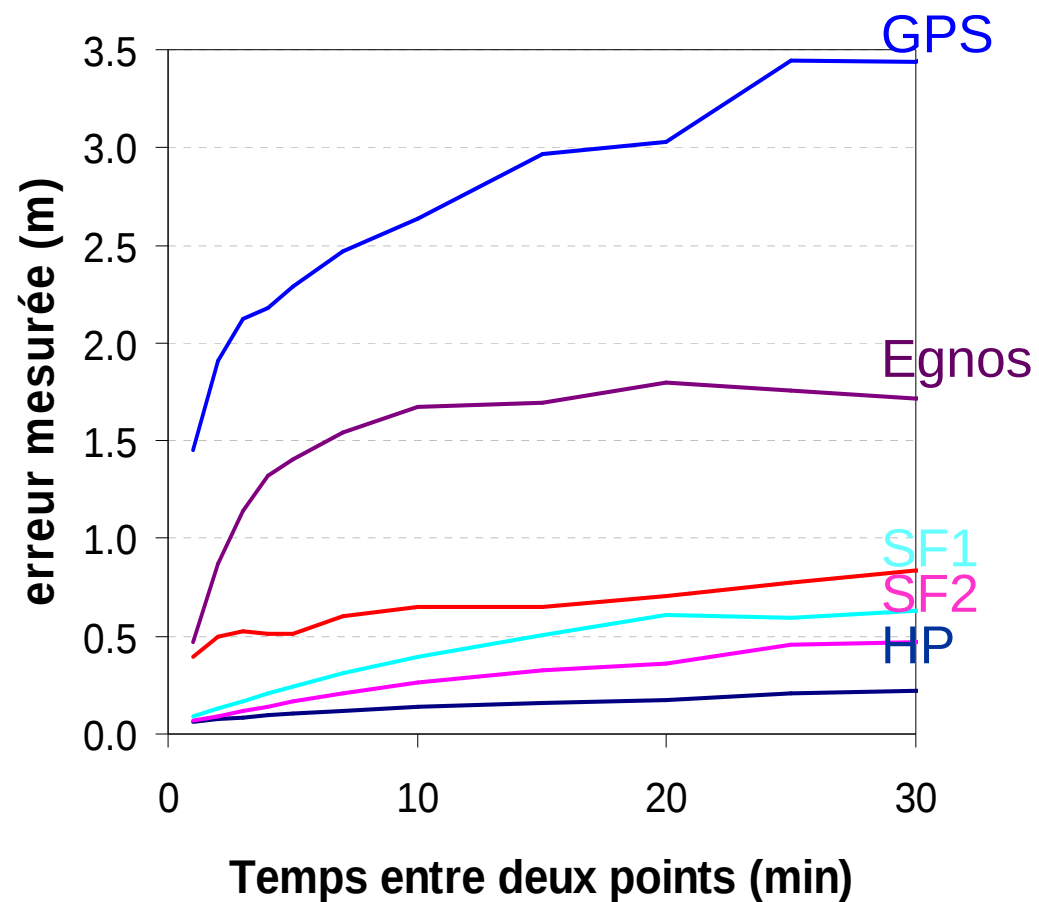


- L'erreur augmente avec le temps
- L'utilisation d'une correction augmente la précision de moitié

Source : ARVALIS Institut du végétal

La précision des dGPS

- En mauvaises conditions satellitaires

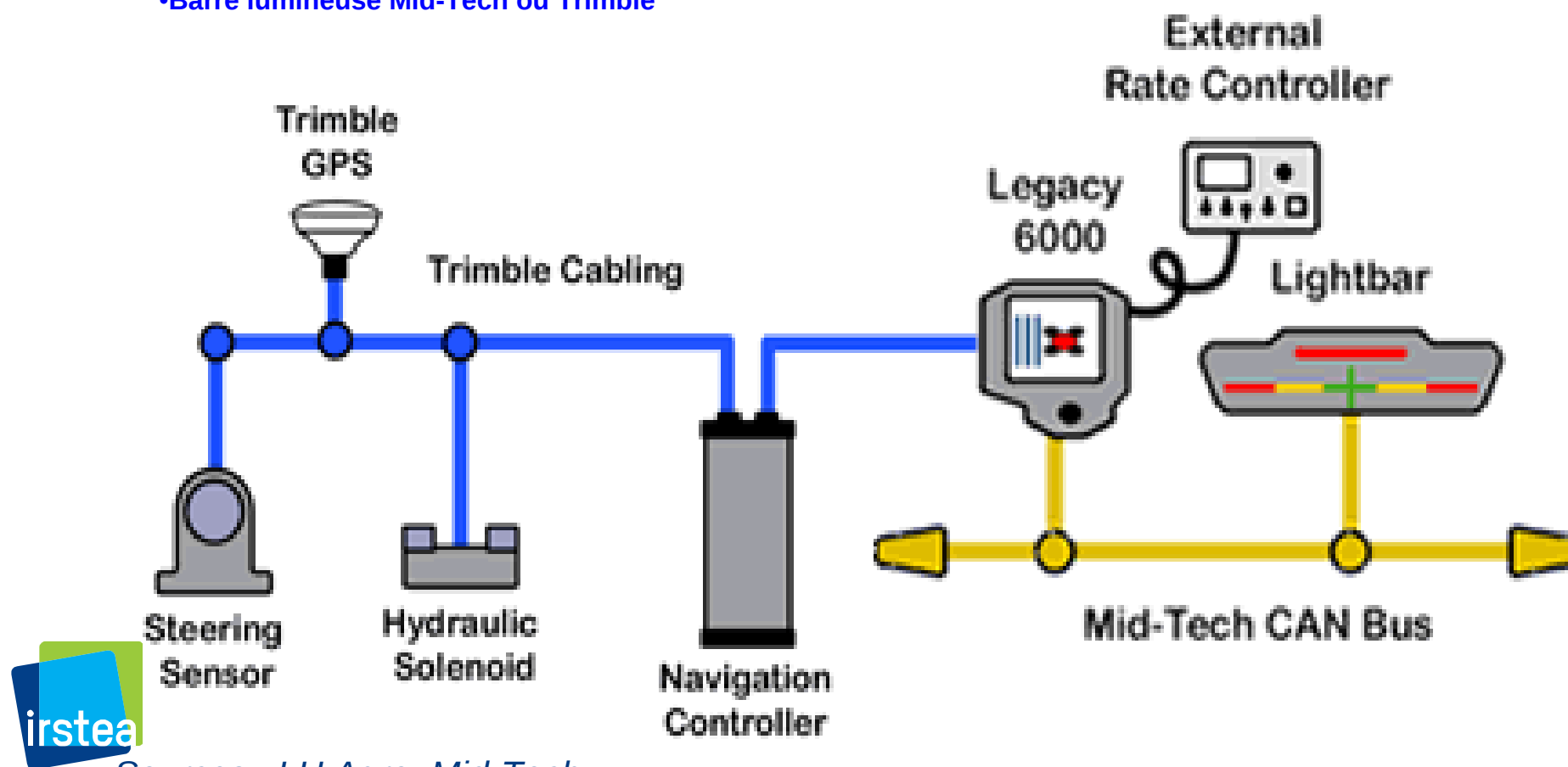


Source : ARVALIS Institut du végétal

Assistance à la conduite par GPS

«Mid-Tech ou Trimble Lightbar AutoPilot »

- Contrôleur externe autre que Legacy 6000
- Barre lumineuse Mid-Tech ou Trimble



Sources : LH Agro, Mid-Tech

Guidage automatique par DGPS

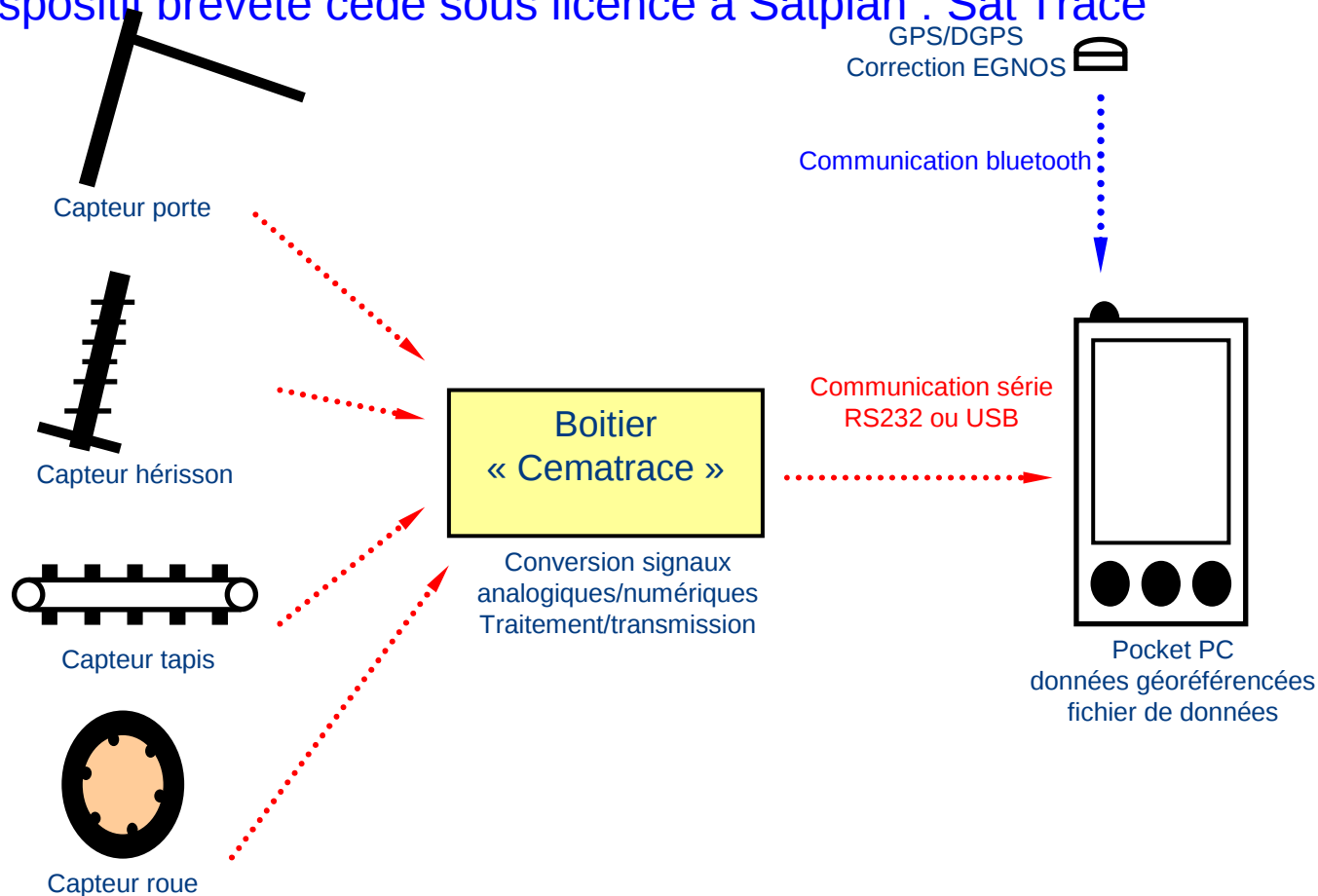


Motivations – exemples :

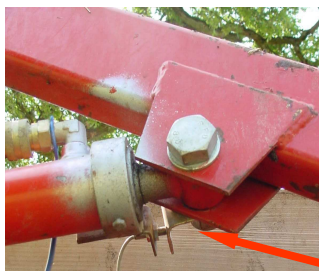
- Soulager l'agriculteur de l'opération de conduite
- Permettre de se consacrer pleinement à la surveillance de ses outils et à la qualité du travail agronomique réalisé
- Garantir une précision de travail optimale tout au long de la journée:
 - . minimiser zones de recouvrement
 - . soleil rasant, brouillard,...
- Supprimer la pose de jalons ou autres marqueurs dans le champ

Système d'acquisition bas coût appliqué au suivi des matériels d'épandage : Cematrace

Dispositif breveté cédé sous licence à Satplan : Sat'Trace



Les différents capteurs utilisés



Capteur de
porte



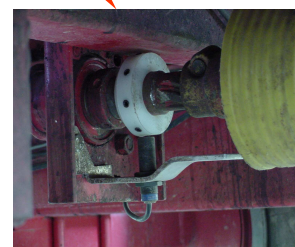
GPS socket
Bluetooth



PDA DELL Axim
3 en cabine



Capteur de
tapis

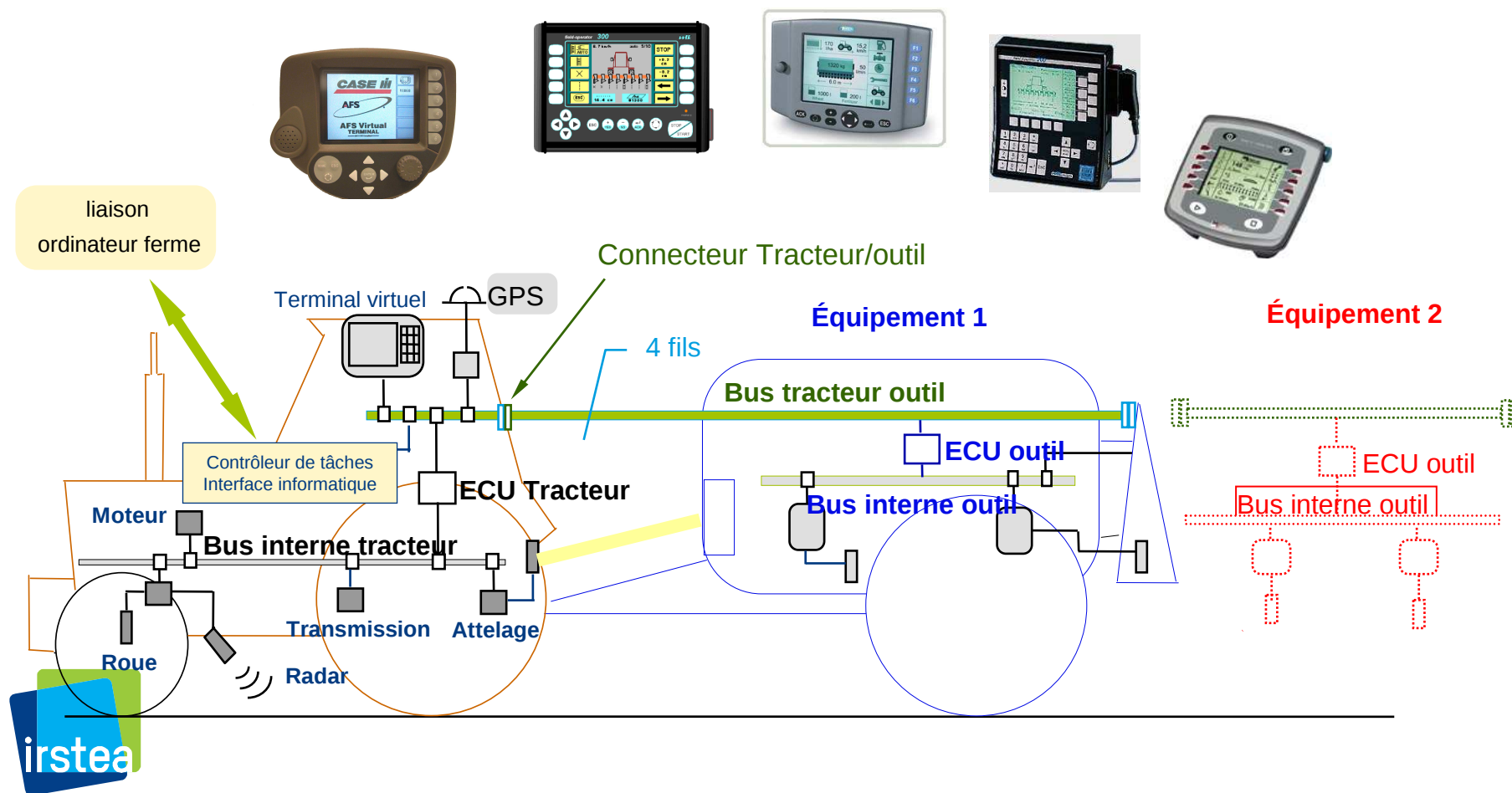


Capteur de
hérissos

Acquisition et communication d'informations

Evolution des agroéquipements mobiles

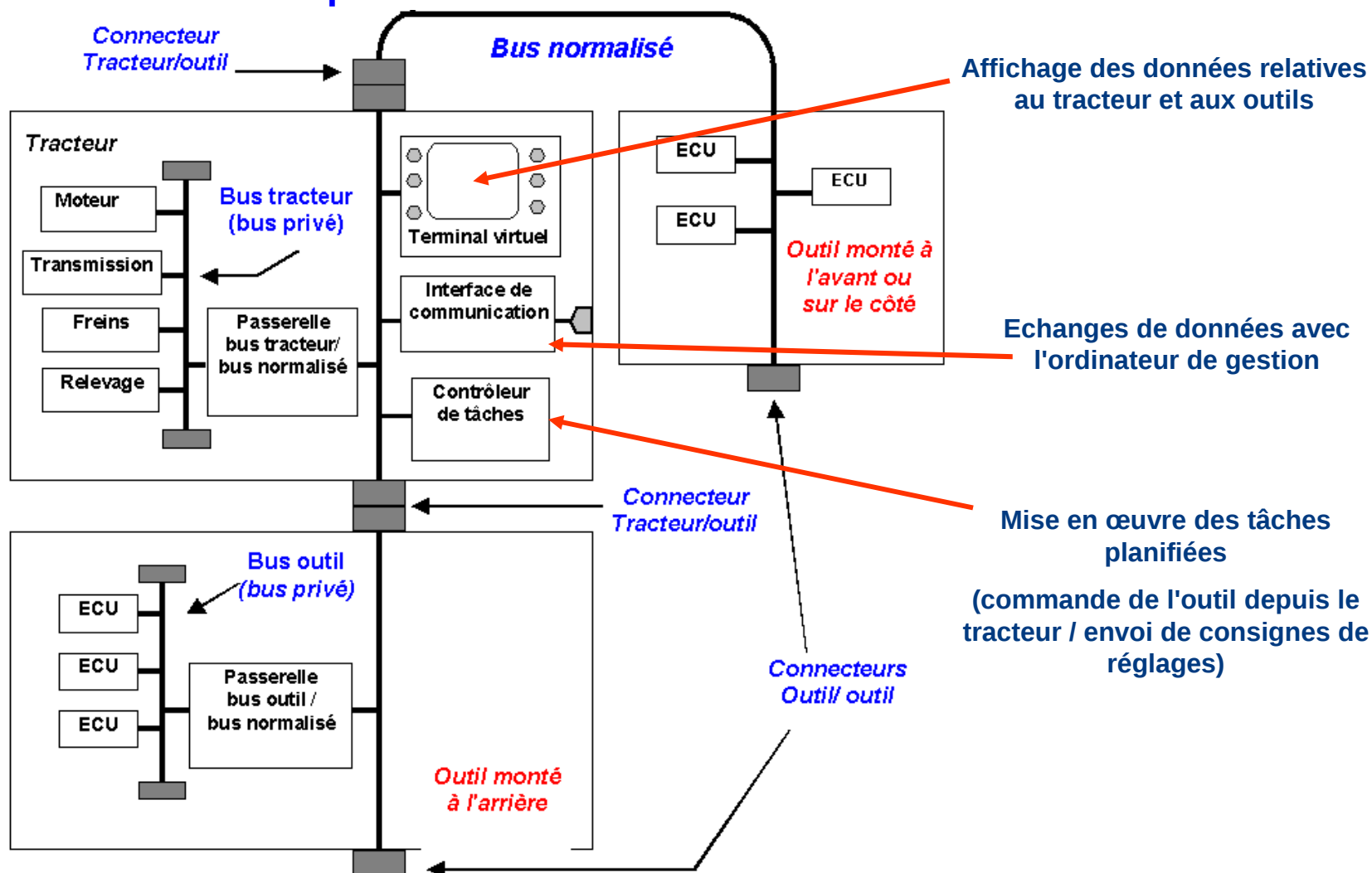
Liaison électronique tracteur-outil Evolution - Standardisation



Acquisition et communication d'informations

Evolution des agroéquipements mobiles

Liaison électronique tracteur-outil Bus CAN et normalisation



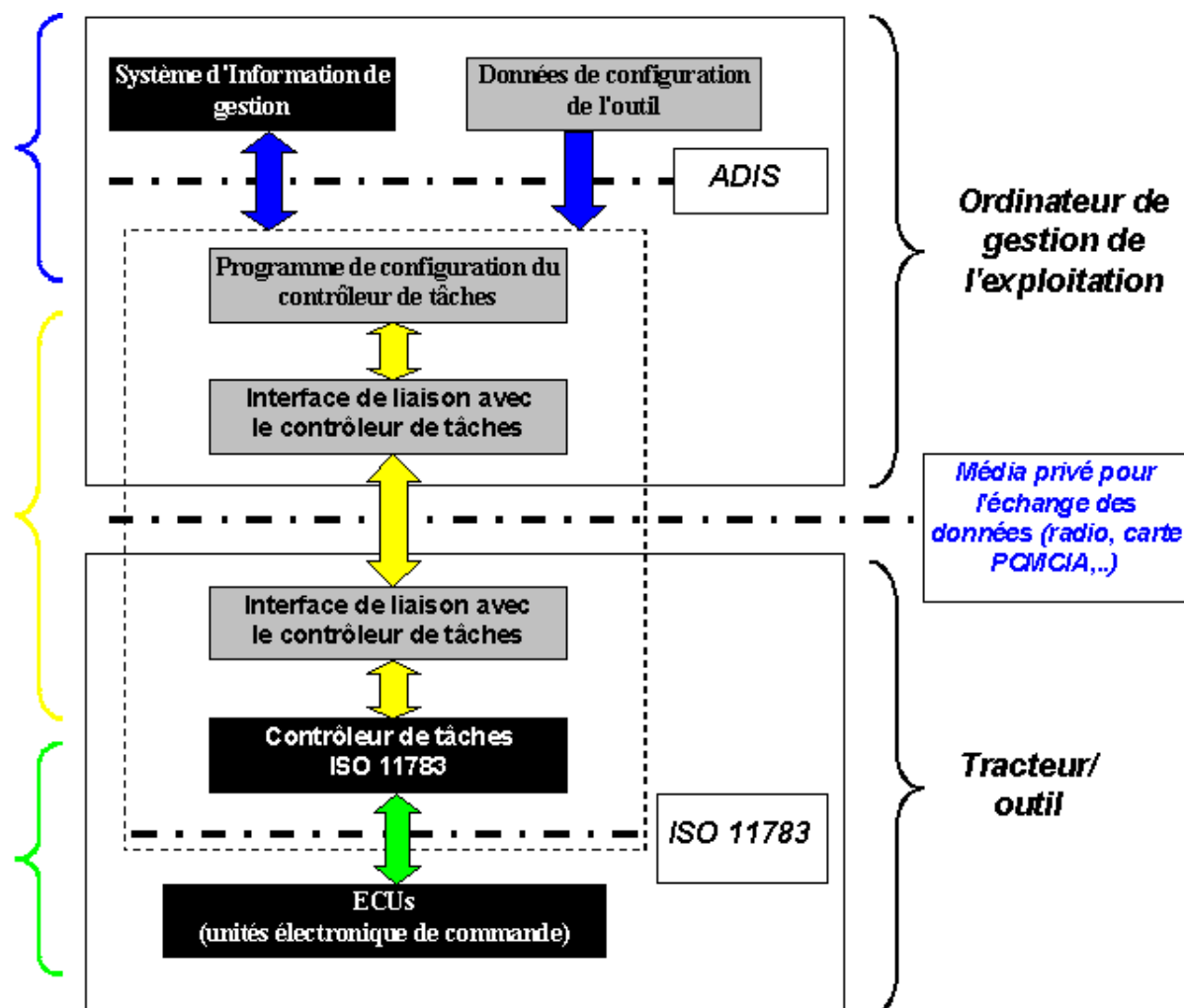
Acquisition et communication des informations

Echanges de données informatisés

Echanges
normalisés

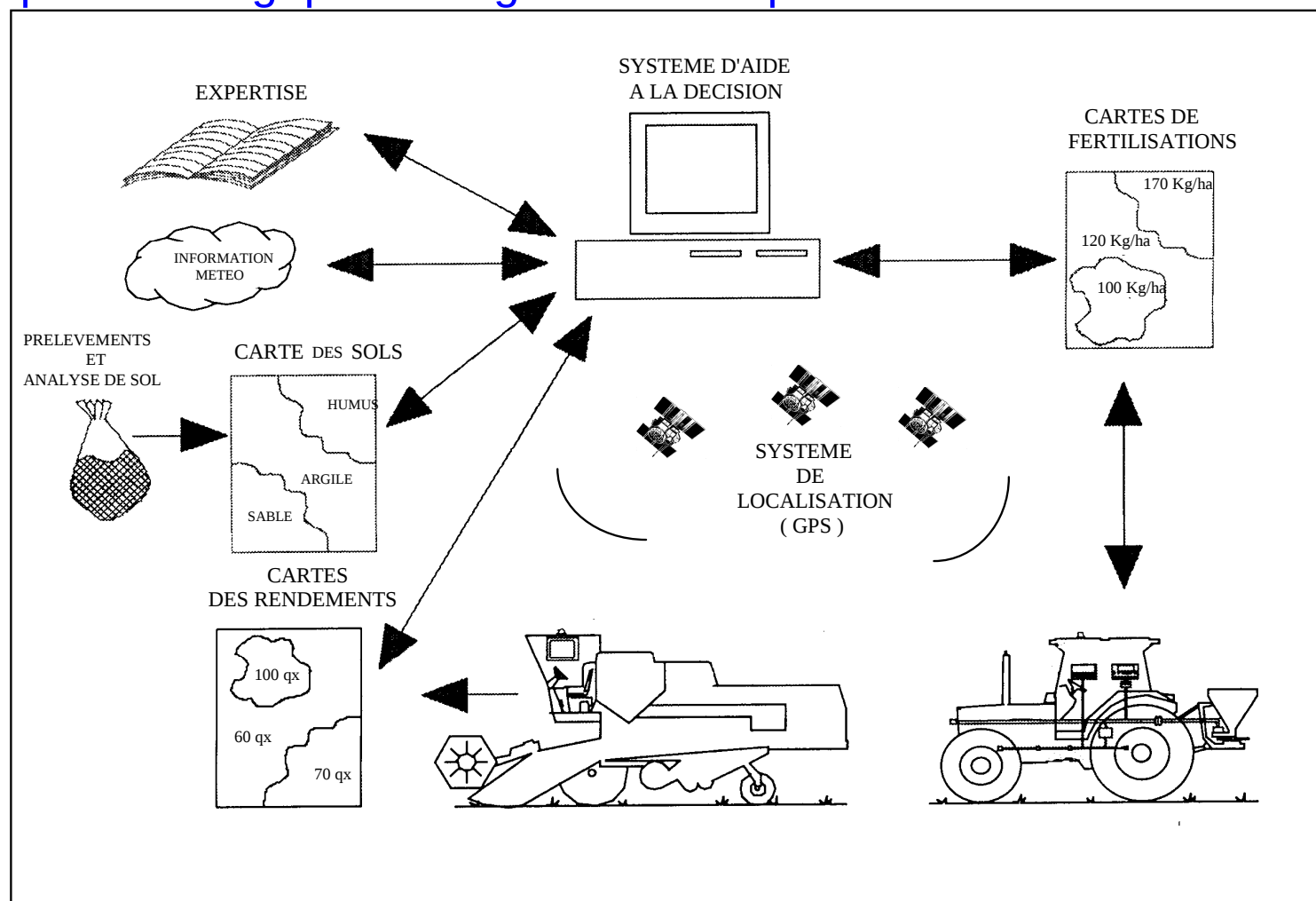
Echanges non
normalisés

Echanges
normalisés



Acquisition et communication d'informations

Concept technologique de l'agriculture de précision





Et la robotique!



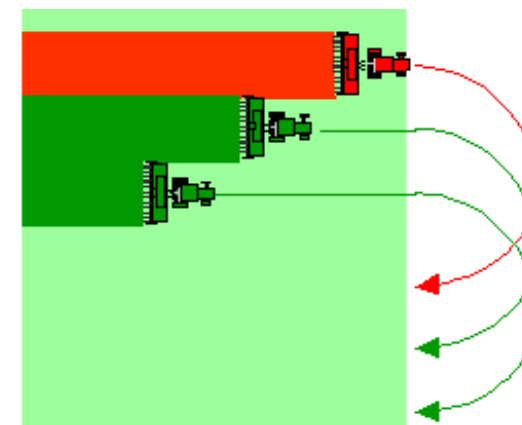
3^{ème} voie – Coopération de machines de taille moyenne



Concept

Machine leader avec un pilote

Machines «ailliers» en mode automatique

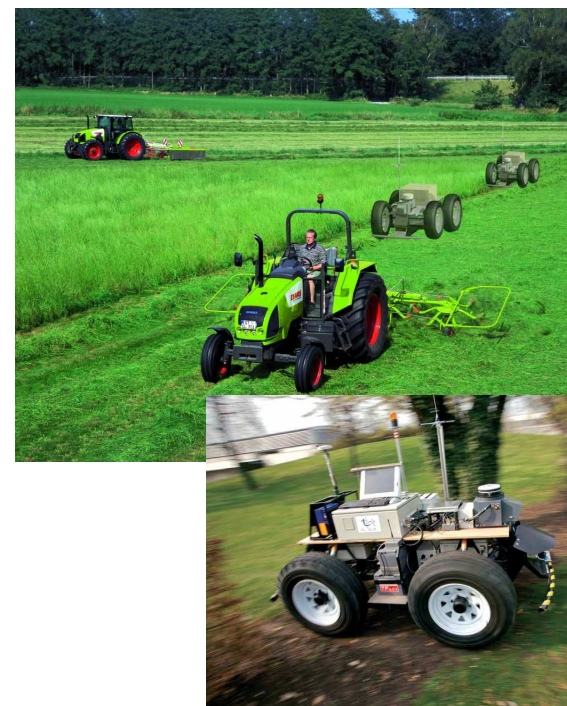


- haut degré de modularité
(possibilité de travailler seul ou en association)

3^{ème} voie – Coopération de machines de taille moyenne

Avantages :

- rendement de chantier compatible avec compétition mondiale
- possibilité de bénéficier plus facilement des retombées des futurs composants de l'automobile
- ...



Limitations :

- validation de la capacité d'un opérateur de surveiller plusieurs machines travaillant en groupe
- ...

Agritechnica 2011

