

## CONTEXTE

Le positionnement différentiel en temps réel (RTK) est la technique de positionnement GNSS en temps réel la plus utilisée actuellement. De précision centimétrique, elle s'est largement développée en particulier avec la mise en place des réseaux RTK (N-RTK).

La principale faiblesse de ce mode de positionnement par GNSS est la nécessité de disposer d'une ou plusieurs stations de référence, de préférence proche, pour une précision optimale. D'un autre côté, le positionnement ponctuel précis par GPS (PPP), apparu dans les milieux scientifiques dans les années 1990, s'est largement développé au cours des années 2000. Il présente l'avantage de fournir une position en mode absolu, c'est-à-dire calculée indépendamment de toute station de référence.

## OBJECTIFS

### Évaluation du PPP temps réel RTX de Trimble (Real Time eXtended)

Critères testés :

- Initialisation de la solution.
- Performances en positionnement statique.
- Performances en positionnement dynamique.

## MÉTHODOLOGIE

Quatre type de positionnement GPS sont considérés (2 en temps réel, 2 en temps différé ; 2 absolus, 2 différentiels).

### RTX

- Récepteur SPS855.
- Antenne Antcom.
- Calcul temps réel RTX Trimble.
- Positions à 1 s ou 30 s.
- Positions exprimées en ITRF08 puis ramenées en RGF93.

### PPP

- Récepteur SPS855.
- Antenne Antcom.
- Post-traitement : calcul PPP sous Gipsy-Oasis 6.4 (IERS 2013, ambiguïtés entières).
- Positions à 1 s ou 30 s.
- Positions exprimées en ITRF08 puis ramenées en RGF93.

### RTK

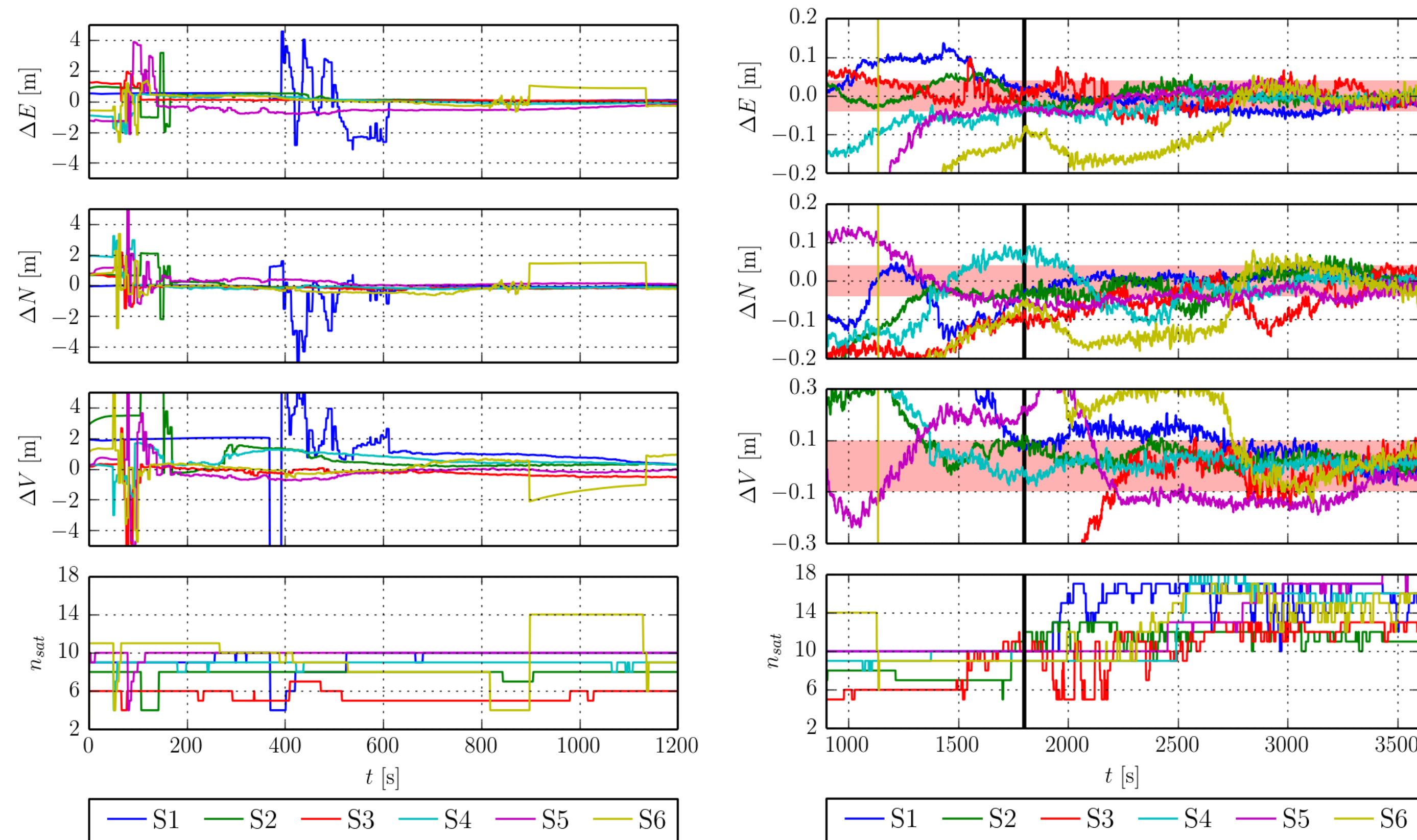
- Proflex 500.
- Antenne Magellan MAG111406.
- Calcul temps réel N-RTK (Teria).
- Positions à 1 s ou 30 s.
- Positions exprimées en RGF93, ramenées au niveau de l'antenne RTX Trimbe en post-traitement.

### DD

- Récepteur SPS855.
- Antenne Antcom.
- Post-traitement : calcul différentiel sous RTKlib 1.4.3.
- Positions à 1 s ou 30 s.
- Positions exprimées en RGF93 à partir des stations BRST et GUIP (RGP).

## INITIALISATION

- 6 sessions d'1 h pour différentes configurations de satellites.
- Utilisation du RTX seul.



Convergence des solutions pour les 4 méthodes (début et fin de session).

| S | Date  | Début | Fin   | $N_{sat}$ | $\sigma_E$ [cm] | $\sigma_N$ [cm] | $\sigma_U$ [cm] |
|---|-------|-------|-------|-----------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 1 | 24/11 | 12:40 | 13:40 | 4/17      | 1,7             | 1,5             | 6,0             |
| 2 | 24/11 | 13:42 | 14:42 | 4/13      | 1,8             | 3,3             | 2,8             |
| 3 | 24/11 | 14:40 | 15:45 | 4/14      | 2,9             | 4,3             | 15,3            |
| 4 | 27/11 | 07:26 | 08:26 | 4/18      | 2,0             | 4,1             | 2,5             |
| 5 | 02/12 | 09:00 | 10:00 | 4/18      | 2,3             | 1,8             | 14,1            |
| 6 | 02/12 | 10:04 | 11:04 | 4/17      | 7,4             | 7,9             | 18,7            |

Répétitivités après initialisation théorique (30 min.).

## POSITIONNEMENT STATIQUE

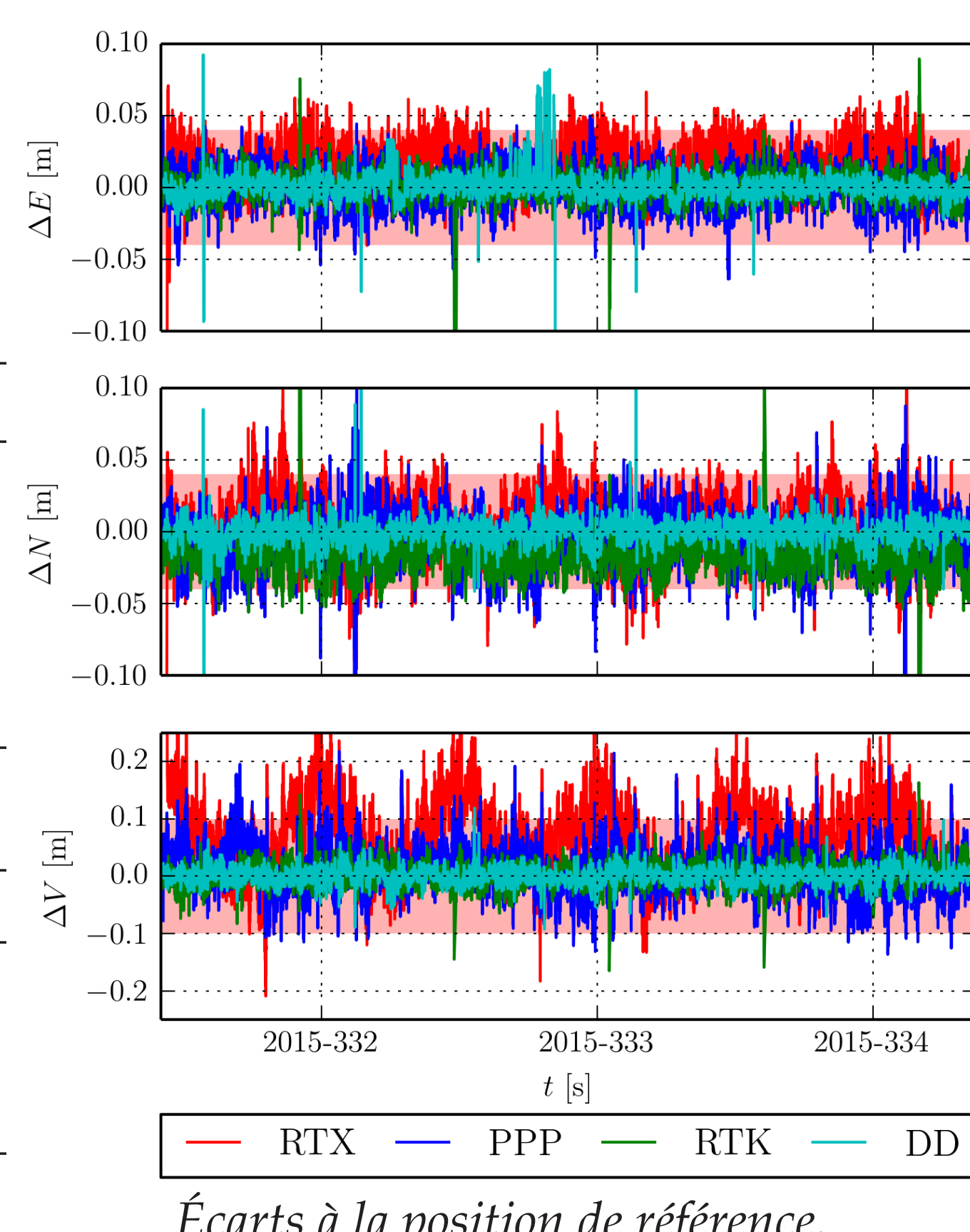
- Positions à 30 s calculées pendant 3 jours.
- Positions de référence issues du traitement DD.

|     | $\sigma_E$ [cm] | $\sigma_N$ [cm] | $\sigma_U$ [cm] |
|-----|-----------------|-----------------|-----------------|
| RTX | 3,2             | 2,2             | 6,8             |
| PPP | 1,3             | 1,6             | 2,1             |
| RTK | 1,3             | 1,8             | 4,2             |
| DD  | 0,8             | 1,2             | 1,4             |

Répétitivité sur la période.

|     | $\Delta E$ [cm] | $\Delta N$ [cm] | $\Delta U$ [cm] |
|-----|-----------------|-----------------|-----------------|
| RTX | $1,5 \pm 3,3$   | $0,1 \pm 2,3$   | $7,4 \pm 7,7$   |
| PPP | $0,0 \pm 1,6$   | $-1,8 \pm 1,9$  | $0,0 \pm 3,5$   |
| RTK | $-0,1 \pm 1,4$  | $0,7 \pm 1,9$   | $1,0 \pm 4,4$   |

Écarts par rapport au calcul DD.

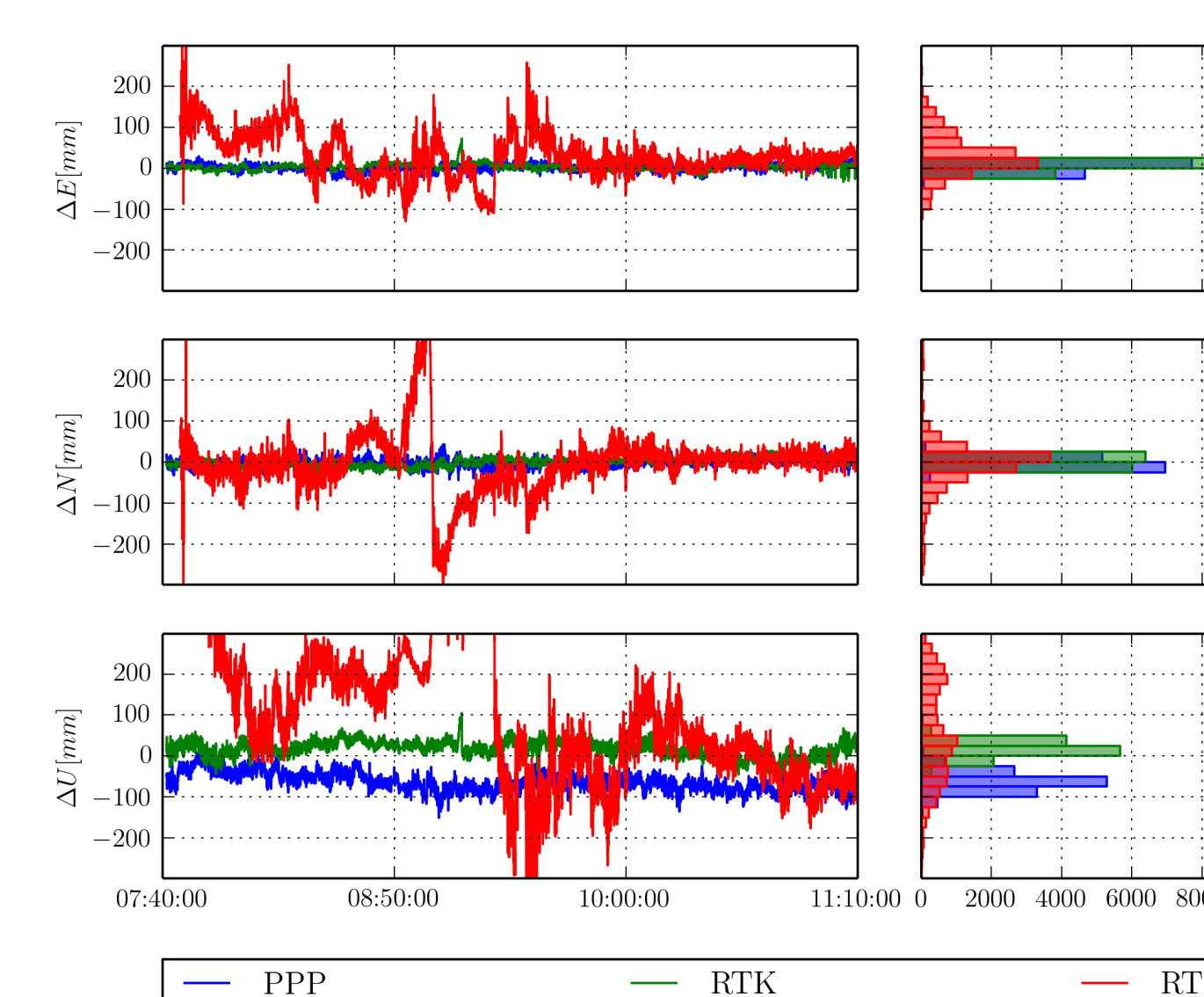


Écarts à la position de référence.

## POSITIONNEMENT DYNAMIQUE

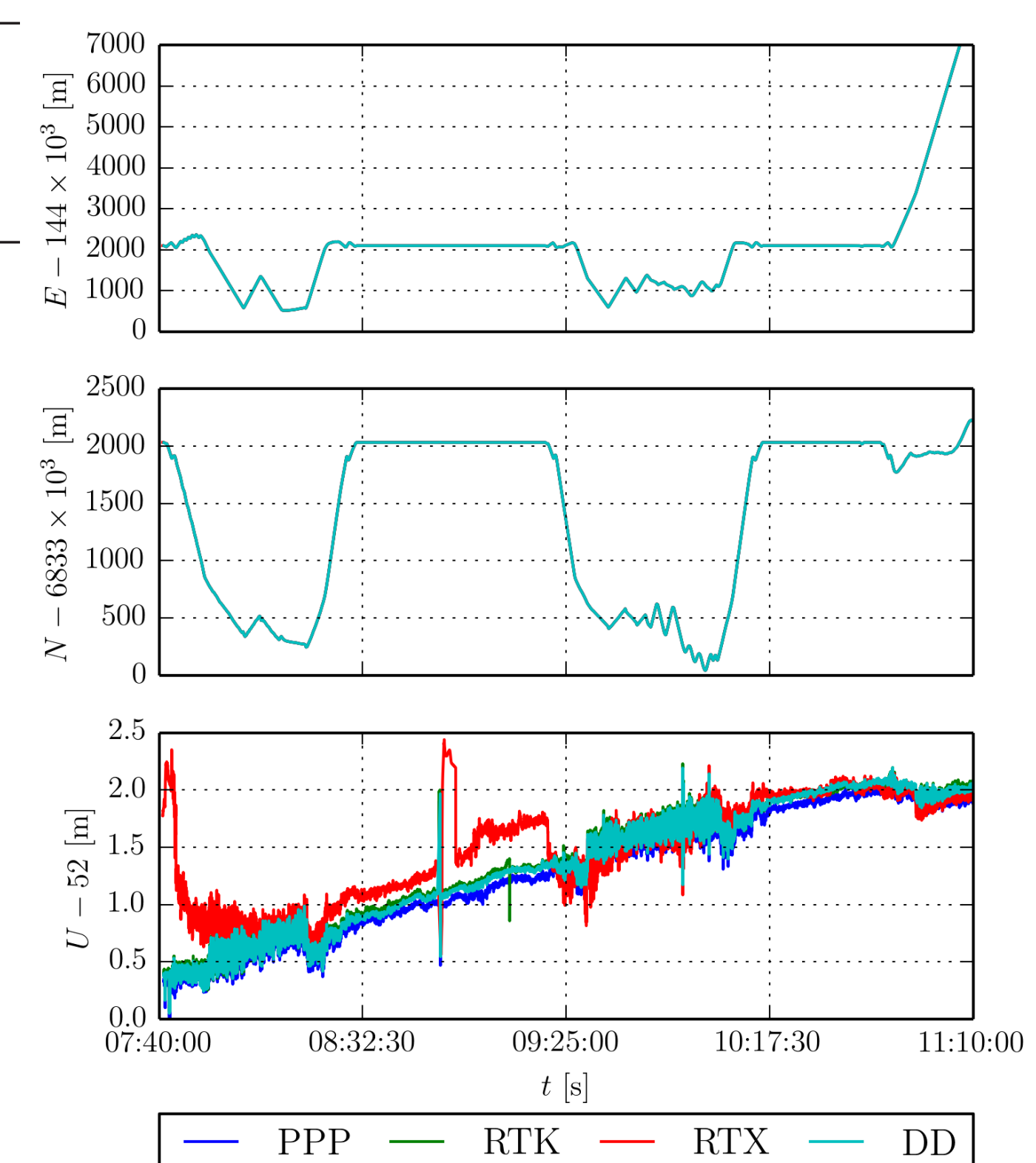


|     | $\Delta E$ [cm] | $\Delta N$ [cm] | $\Delta U$ [cm] |
|-----|-----------------|-----------------|-----------------|
| RTX | $3,2 \pm 5,7$   | $-0,3 \pm 7,5$  | $10,7 \pm 17,8$ |
| PPP | $0,3 \pm 0,8$   | $1,0 \pm 1,0$   | $1,7 \pm 1,9$   |
| RTK | $0,2 \pm 0,9$   | $-0,2 \pm 1,1$  | $-6,2 \pm 2,3$  |



Écarts par rapport au calcul DD.

- Levé hydrographique en rade de Brest (environnement dégagé et faible vitesse).
- Positions à 1 s.
- Positions de référence issues du traitement DD.



Positions instantanées par méthode.

## CONCLUSION

### Confirmation des spécifications annoncées.

- ☺ Durée de convergence confirmée, environ 30 min.
- ☺ Précisions confirmées (4 cm en horizontal, 10 cm en vertical).
- ☺ Mise en application simple.
- ☹ Convergence parfois allongée.
- ☹ Perte ponctuelle d'initialisation.
- ☹ Variations périodiques sur la verticale.
- ☹ Dégradation des précisions en levé dynamique.

Les auteurs tiennent à remercier :

- La société PrimeGPS pour la mise à disposition du système RTX.
- Le réseau Teria pour la mise à disposition d'un abonnement N-RTK.
- Pierre Simon (ENSTA Bretagne) pour son soutien technique et logistique.

Cette étude a été réalisée durant l'année scolaire 2015-2016 dans le cadre du projet de 3ème année du cycle Ingénieur de l'ENSTA Bretagne, spécialité "Hydrographie et Océanographie".