

**Caractérisation vibratoire d'un moteur diesel
de Mercedes 220D avec et sans système Pantone**

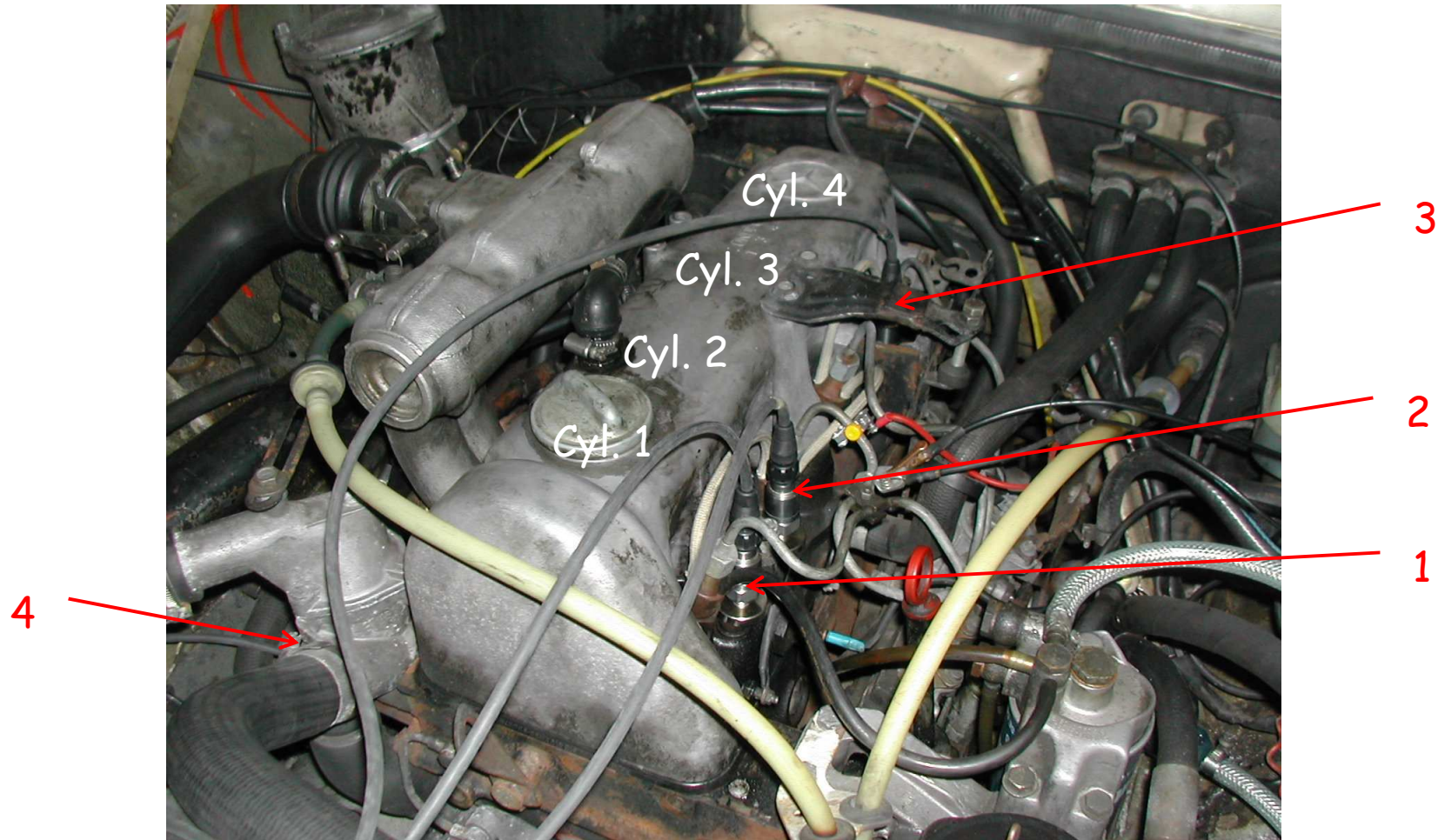
- Essais du 7 mars 2007 -

Les essais

Nous traitons ici les signaux acquis au cours des essais 2 et 5

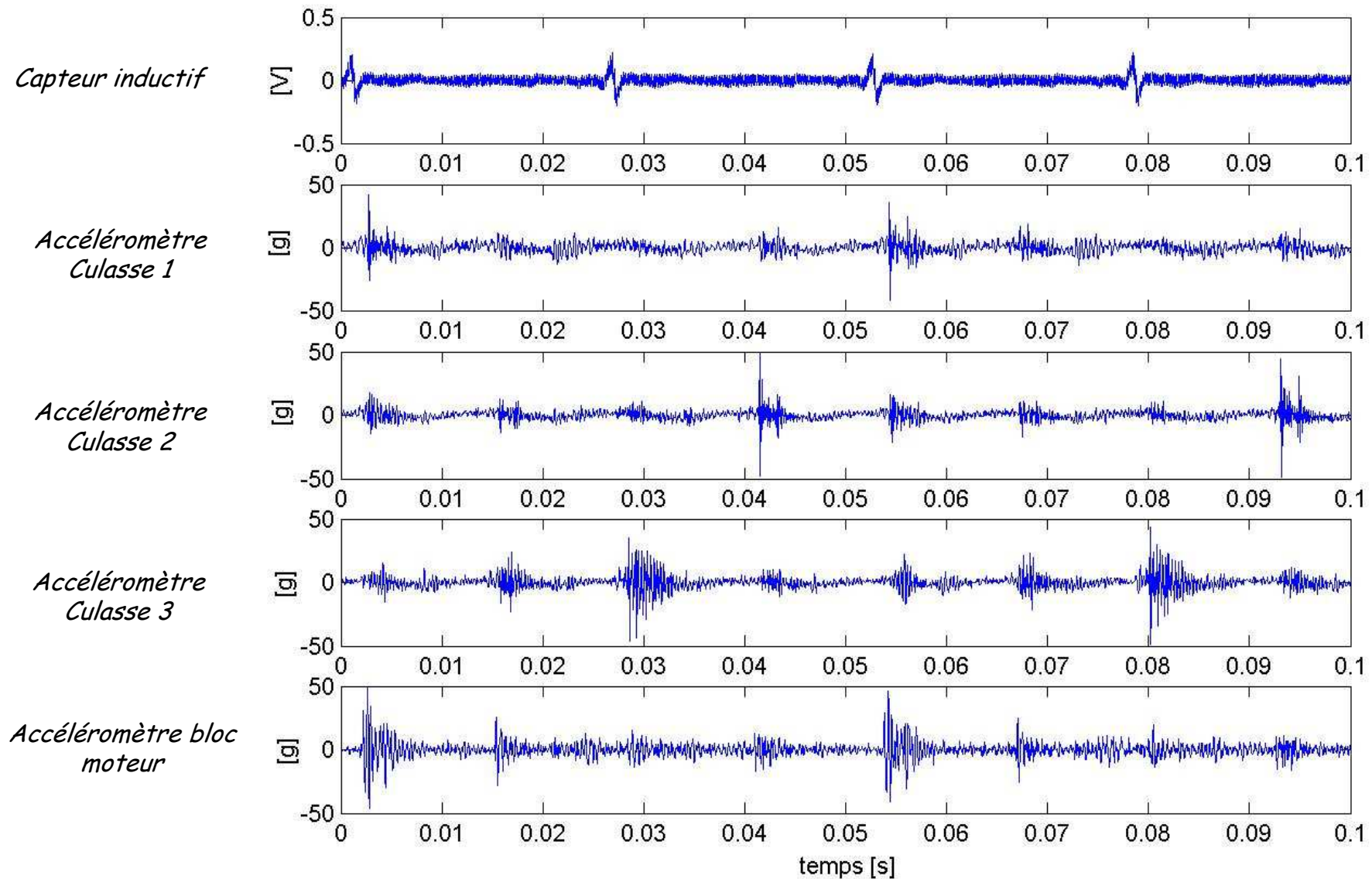
N° essai	Configuration	Charge	N (tr/min)	Puissance roues (kW)	Conso. Spé. (g/MJ)
2	Sans pantone avec ligne d'échappement d'origine	100 %	2330	20,0	93,5
5	Avec pantone	100 %	2330	20,0	61,3

Emplacements des capteurs



Trois capteurs accélérométriques sont placés sur les vis de fixation de la culasse. Ils sont respectivement situés au-dessus des cylindres 1, 2 et 4. Un quatrième accéléromètre est placé sur une nervure du bloc moteur en face du cylindre 1. Enfin, un capteur inductif est fixé au niveau de la couronne de démarrage.

Acquisition des signaux

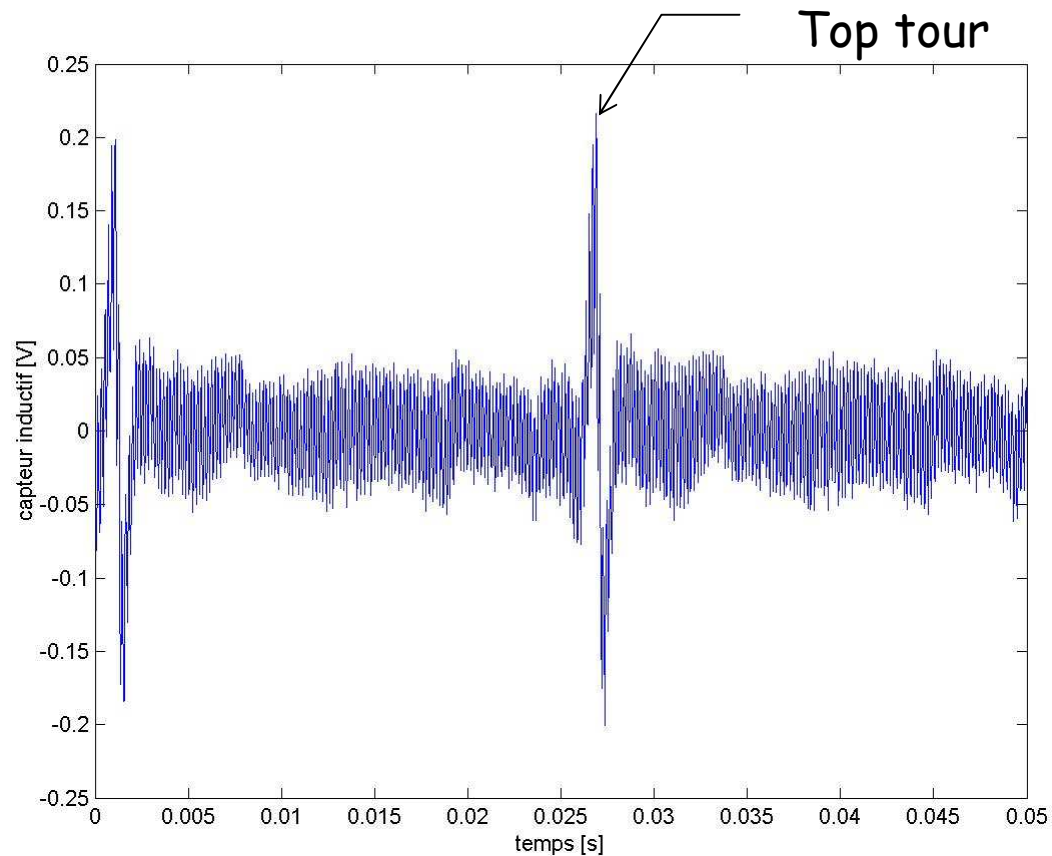


Chaîne d'acquisition OROS, résolution dynamique 24 bits, acquisitions temporelles, fréquence d'échantillonnage 25,6 Hz, 40 s d'enregistrement

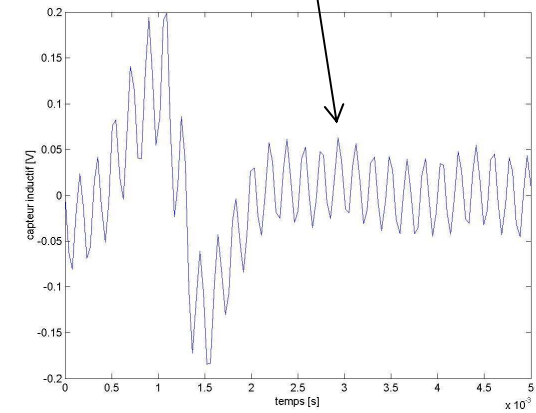
Traitement des signaux issus du capteur inductif

A partir du signal du capteur inductif, nous estimons la vitesse de rotation instantanée de l'arbre moteur. Nous re-échantillons cette vitesse dans le domaine angulaire et calculons la moyenne synchrone au cycle moteur représentative des variations de vitesse moyennes dans le cycle.

Signal issu du capteur inductif (1/2)



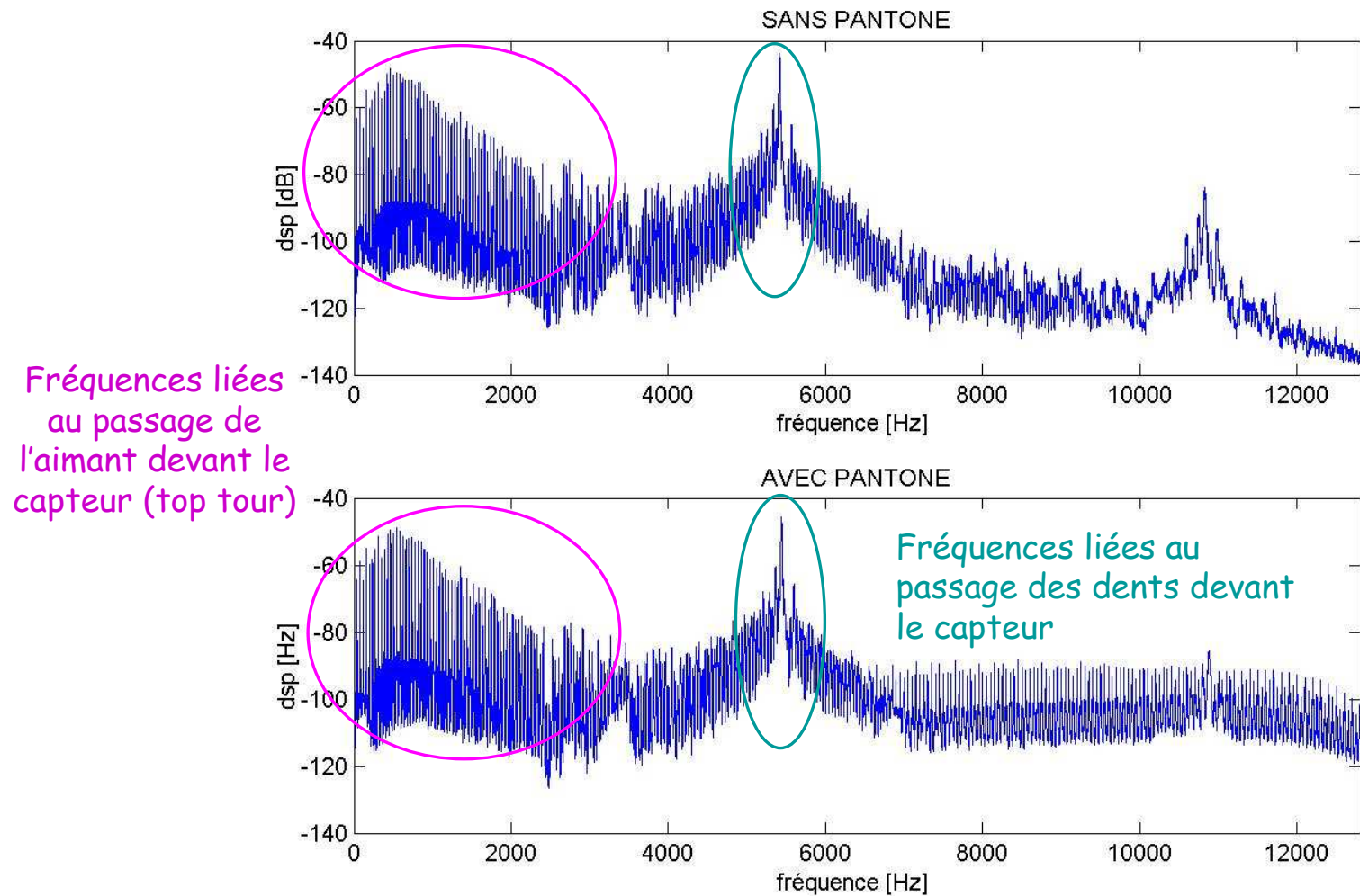
Sinusoïde



Signal issu du capteur inductif

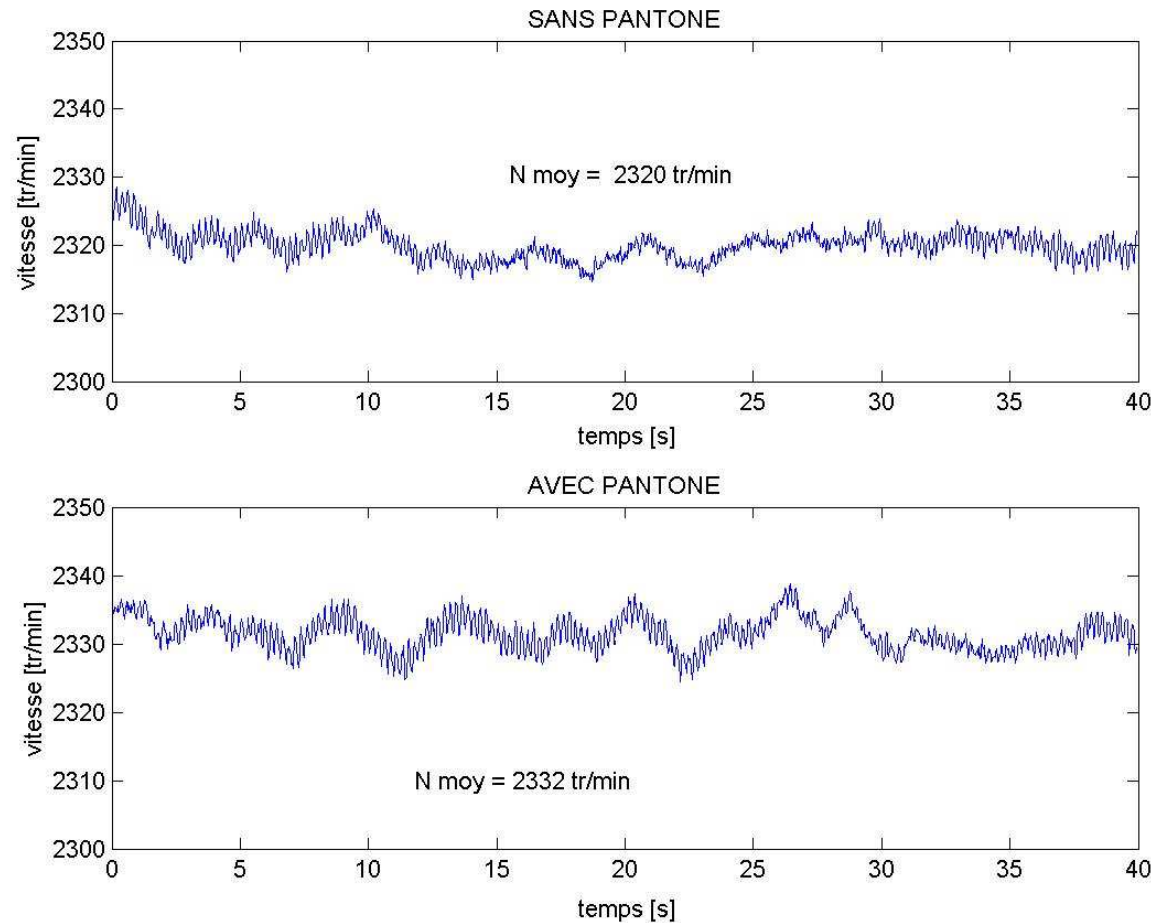
Le capteur inductif délivre un signal « sinusoïdal ». Chaque morceaux de sinusoïde correspond au passage d'une dent de la couronne de démarrage devant le capteur. Les variations de vitesse entraînent une modulation en fréquence de ce signal. L'aimant fixé sur l'une des dents permet de générer une impulsion de top tour.

Signal issu du capteur inductif (2/2)



Spectre fréquentiel du signal du capteur inductif

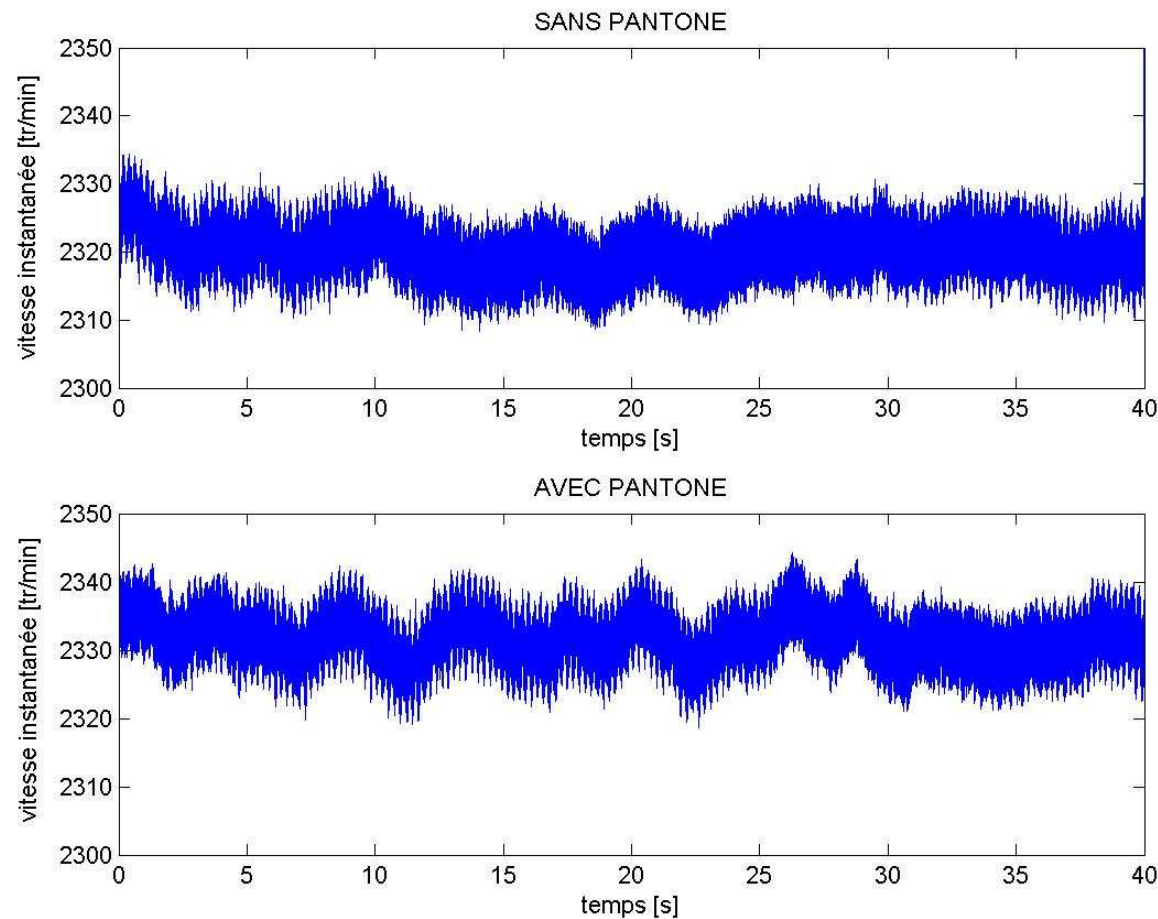
Vitesses de rotation top tour



vitesses instantanées de rotation estimées à partir des top tour

Ces vitesses ne permettent pas de suivre les variations de vitesse dans le tour puisque l'on utilise qu'une seule information de position par tour. Elles permettent néanmoins de suivre *globalement* l'évolution de la vitesse au cours des 40 s d'essais ($N_{\text{moy}}=2320$ et 2332 tr/min).

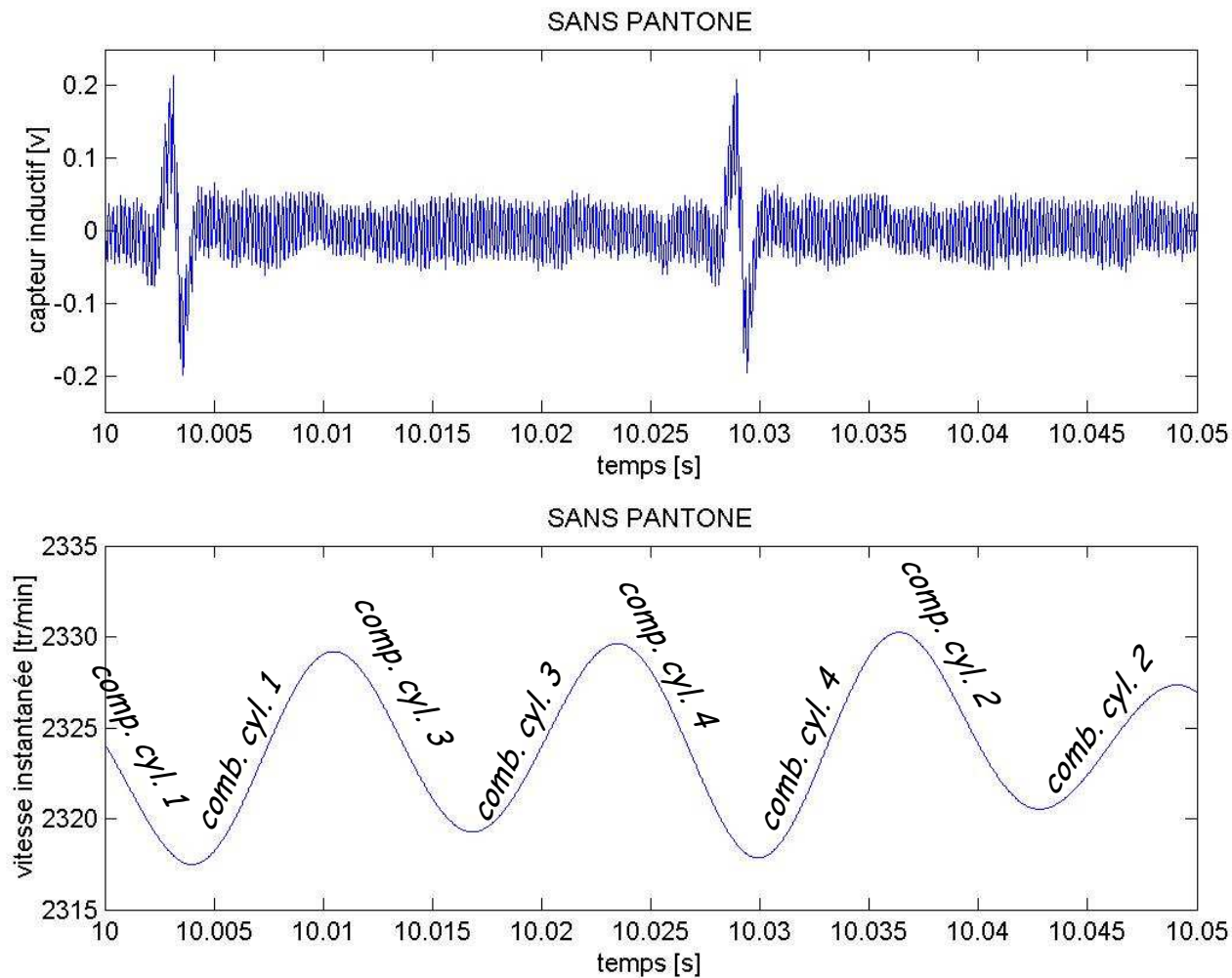
Vitesses instantanées de rotation (1/2)



Vitesses instantanées de rotation

Cette fois-ci, on exploite les 140 informations de position par tour (les 140 dents de la couronne de démarrage) ce qui permet de suivre les variations de vitesse dans le tour (voir diapositive suivante). Les dispersions de vitesse sont d'environ 1% quelque soit la configuration.

Vitesses instantanées de rotation (2/2)



Zoom sur la vitesse instantanée de rotation sans pantone

Sur un cycle moteur équivalent à deux tours de rotation, on retrouve bien les accélérations et décélérations dues aux combustions et compressions des quatre cylindres.

Re-échantillonnage angulaire : pourquoi ? (1/2)

Les signaux ont été échantillonnés dans le domaine temporel, c'est-à-dire à pas temporel constant ($1/25600$ s). Nous allons préalablement les re-échantillonner dans le domaine angulaire, c'est-à-dire à pas angulaire constant. Il est plus intéressant d'analyser les signaux dans le domaine angulaire puisque chaque évènement du cycle moteur se produit à un angle donné et non à un instant donné. Cette étape nous permettra par la suite d'effectuer une analyse « synchrone ». Cette dernière consiste à analyser les signaux par rapport au cycle de fonctionnement du moteur. Nous estimerons par exemple la moyenne synchrone. Pour cela, le signal est découpé en cycles puis ces cycles sont superposés et moyennés verticalement (voir figure ci-dessous). Le re-échantillonnage angulaire est impératif puisqu'il permet de sommer des échantillons cohérents entre eux (même position angulaire).

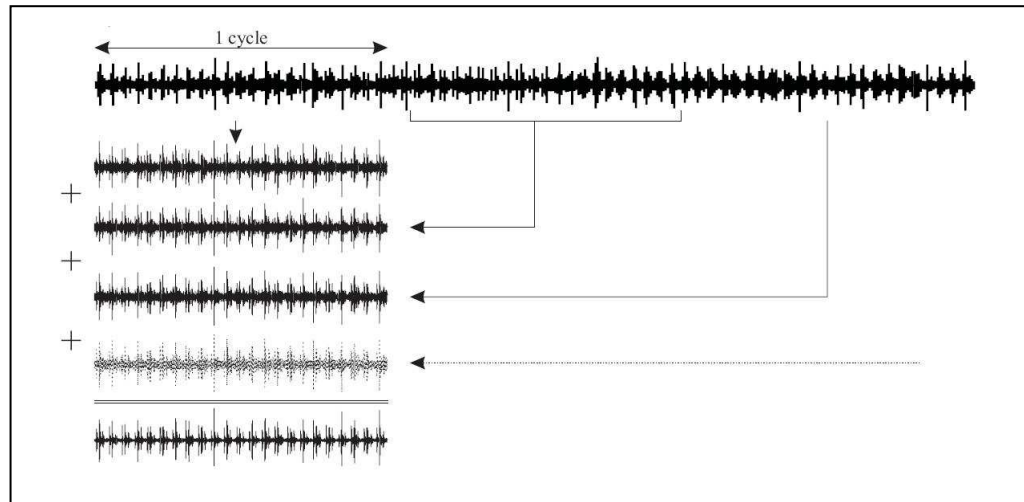
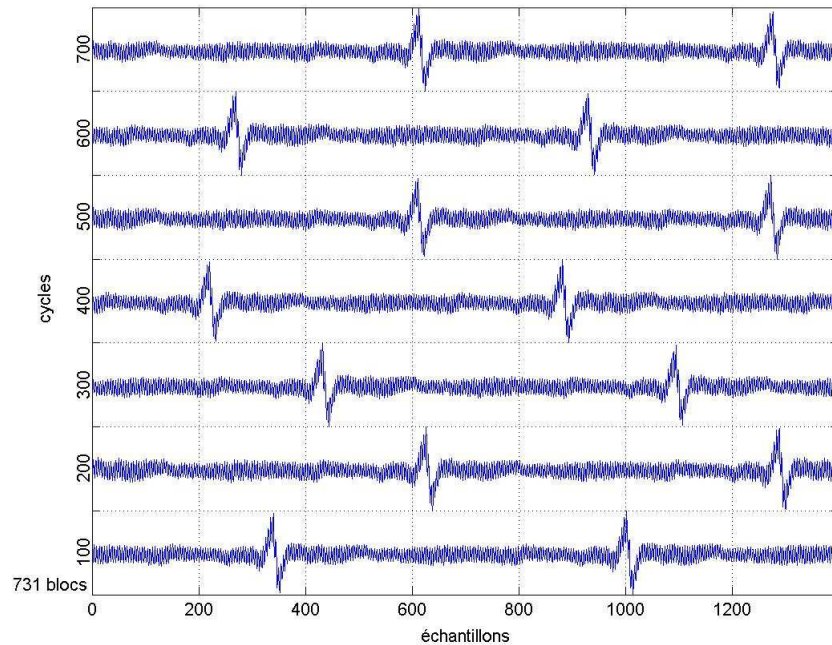
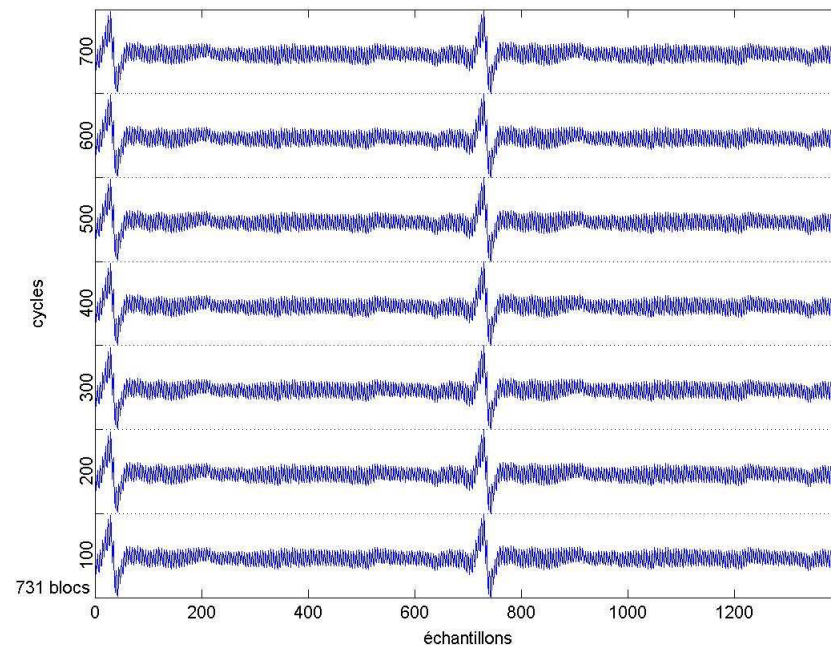


Illustration de l'estimation de la moyenne synchrone

Re-échantillonnage angulaire : pourquoi ? (2/2)



(a)

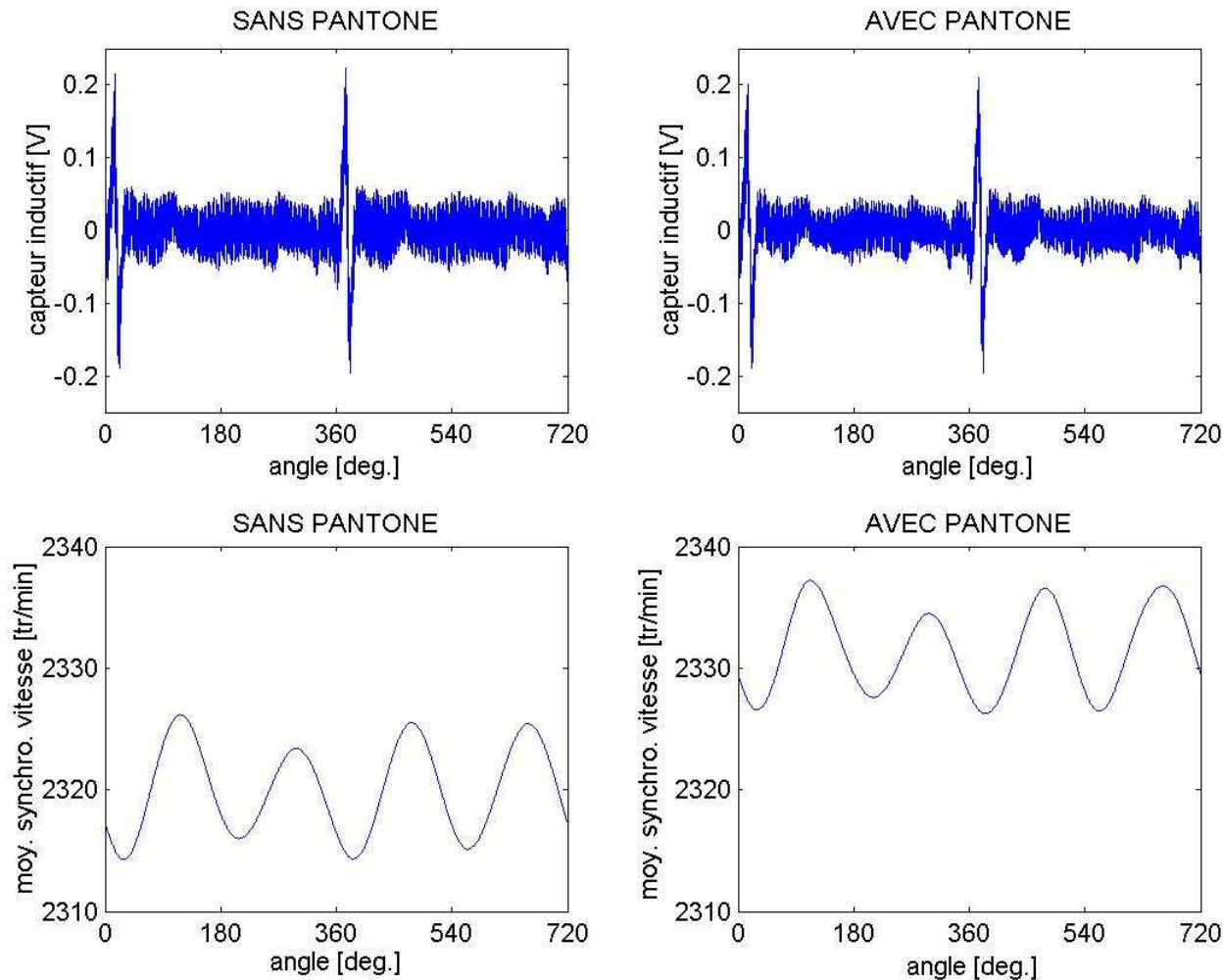


(b)

Découpage du signal issu du capteur inductif en cycles avant (a) et après (b) re-échantillonnage angulaire ; le signal comporte 731 cycles

Dans le second cas, les top tour coïncident puisqu'ils correspondent à une même position angulaire de l'arbre moteur (PMH combustion cylindre 1 ou cylindre 4).

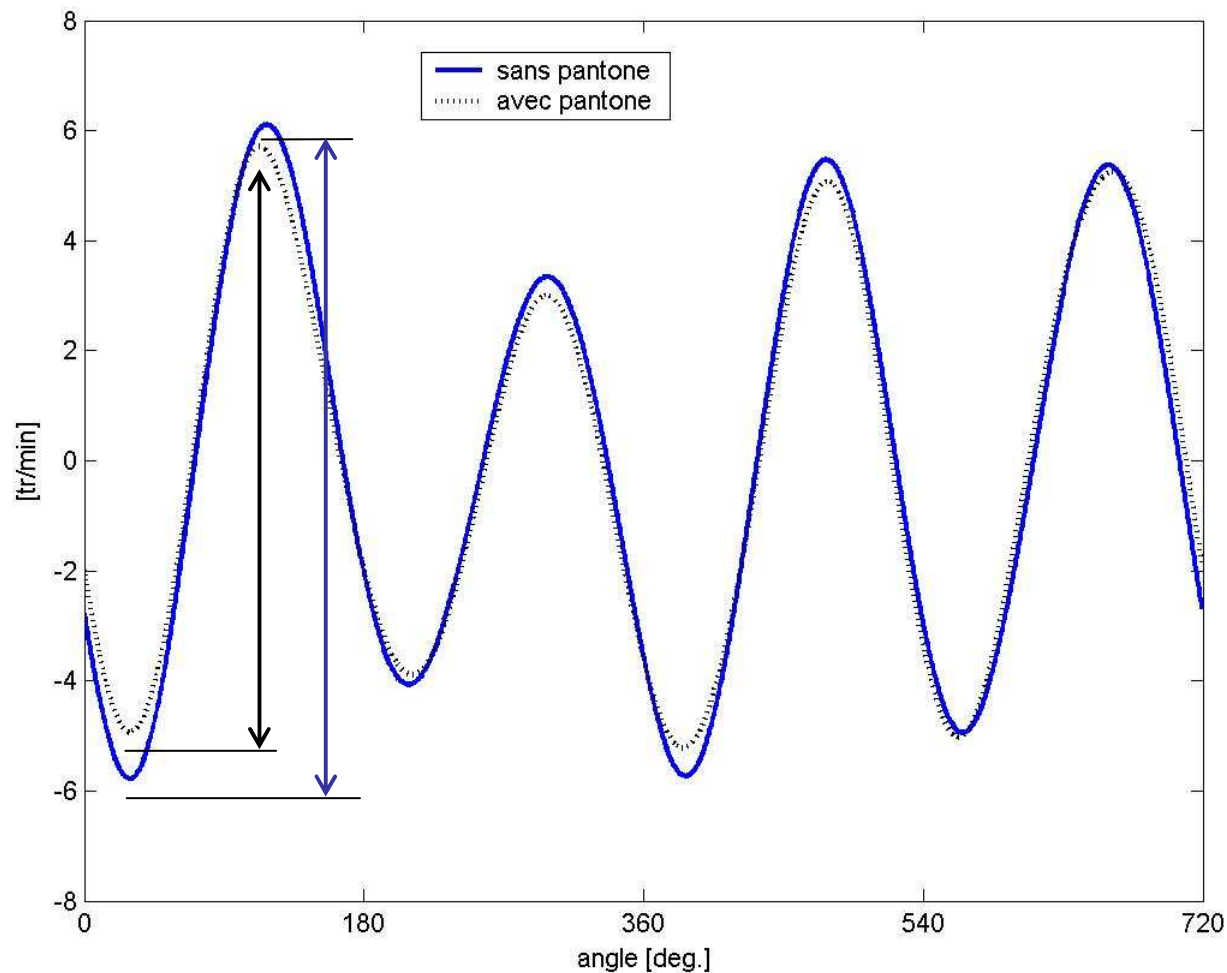
Moyennes synchrones vitesses instantanées (1/3)



Moyennes synchrones des vitesses instantanées sans / avec pantone

Ces moyennes synchrones sont représentatives des vitesses moyennes au cours du cycle. On constate que les allures de ces deux courbes sont très semblables à première vue.

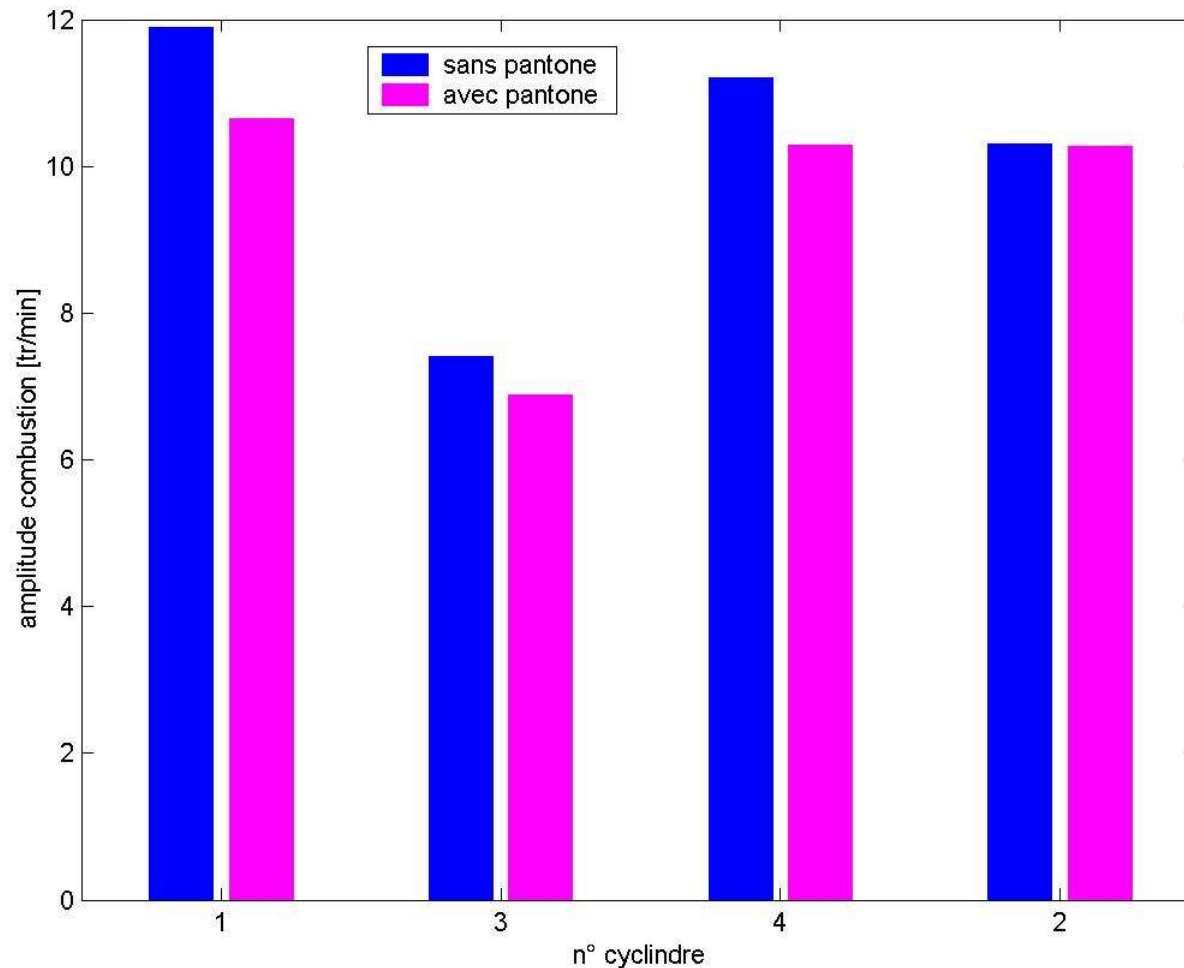
Moyennes synchrones vitesses instantanées (2/3)



Superposition des moyennes synchrones centrées sans pantone en trait continu bleu et avec pantone en trait interrompu noir

Cette figure confirme notre précédente constatation. Les moyennes synchrones des vitesses instantanées sans et avec pantone sont très proches. On observe cependant une légère diminution des accélérations dues aux combustions en présence du pantone (voir diapositive suivante).

Moyennes synchrones vitesses instantanées (3/3)



Amplitudes des accélérations en phase de combustion

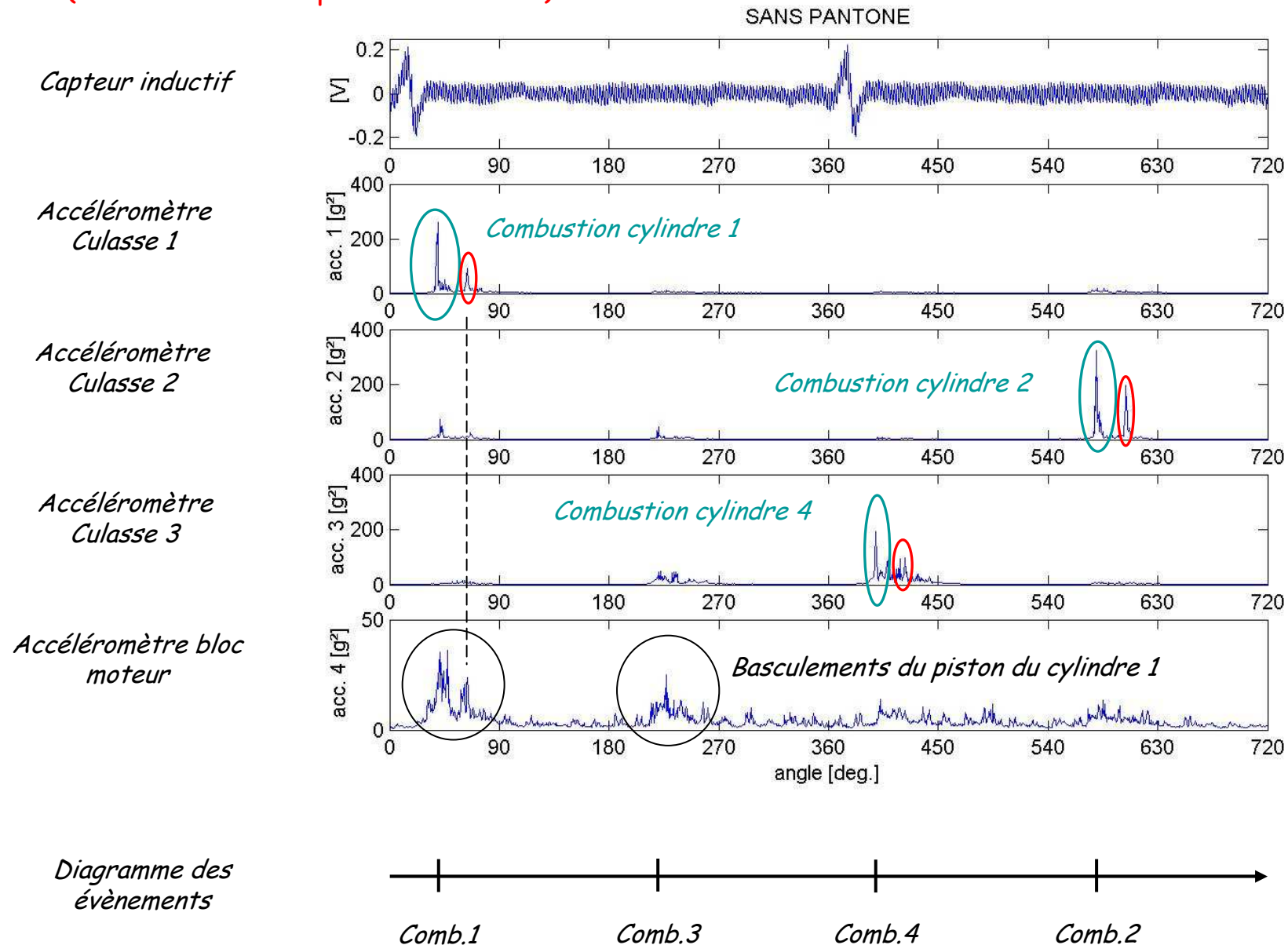
On note une légère diminution avec le système pantone au niveau des cylindres 1, 3 et 4 mais peu significative.

Traitement des signaux accélérométriques

Pour analyser les signaux accélérométriques, nous suivons une procédure à peu près similaire à celle du capteur inductif. Nous re-échantillons préalablement les signaux dans le domaine angulaire. Cette fois-ci, la moyenne synchrone porte peu d'information. En effet, les phénomènes observables à partir des capteurs vibratoires sont fortement aléatoires d'un cycle à un autre. Aussi, il est plus intéressant d'estimer la variance synchrone. Celle-ci est représentative des dispersions vibratoires sur le cycle à un angle donné.

Variances synchrones accéléromètres 1, 2, 3, 4 sans pantone

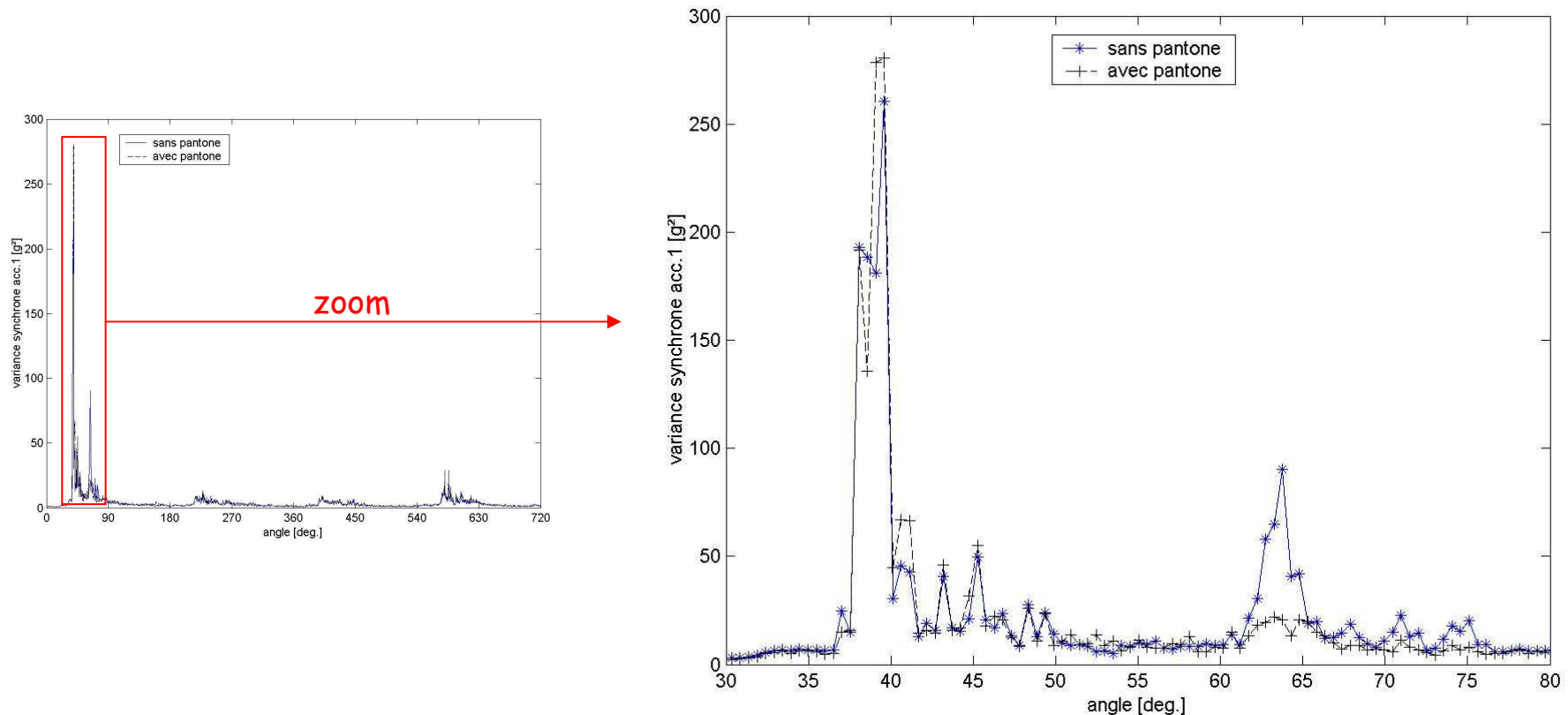
(Commentaires diapositive suivante)



Variances synchrones accéléromètres 1, 2, 3, 4 sans pantone

Les variances synchrones des signaux accélérométriques sont riches en information. Chaque capteur observe de manière privilégiée le cylindre à proximité duquel il est fixé. Ce phénomène est accru du fait de la forte charge appliquée au moteur. Ainsi, sur chaque variance synchrone apparaît un pic correspondant à la combustion du cylindre à proximité du capteur (bulles vertes). Les trois autres sont fortement atténuées. Chaque pic est suivi d'un second pic d'amplitude plus réduite environ 20/25° plus tard (bulles rouges). Il pourrait s'agir d'un choc généré par le basculement du piston (cognement du piston sur la chemise du cylindre). Cette hypothèse est confortée par le fait que sur le capteur 1, ce phénomène est en parfaite concordance avec un pic présent sur le capteur bloc moteur. Ce dernier mesure les vibrations perpendiculairement à la direction de translation du piston 1 et est donc particulièrement adapté pour observer ces phénomènes de basculement de piston.

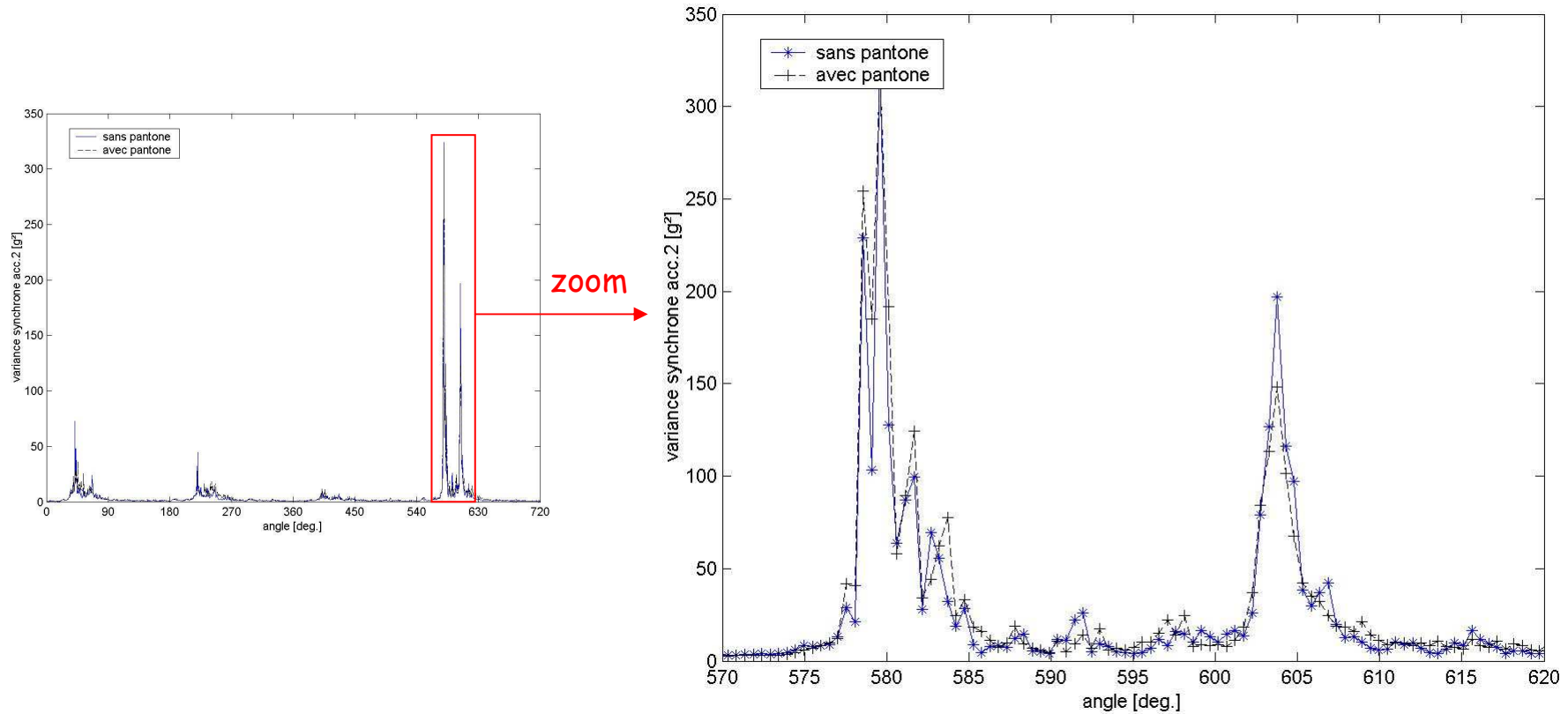
Variances synchrones accéléromètre 1 sans /avec pantone



Superposition des variances synchrones de l'accéléromètre 1 sans et avec système pantone

Si l'on observe peu de différences au niveau du premier pic correspondant aux chocs dus à la combustion du cylindre 1, on constate en revanche une disparition presque totale du deuxième pic pouvant correspondre aux chocs produit par le basculement du piston. Ce phénomène semble également apparaître au niveau du cylindre 2 même s'il est beaucoup moins flagrant.

Variances synchrones accéléromètre 2 sans /avec pantone



Superposition des variances synchrones de l'accéléromètre 2 sans et avec système pantone