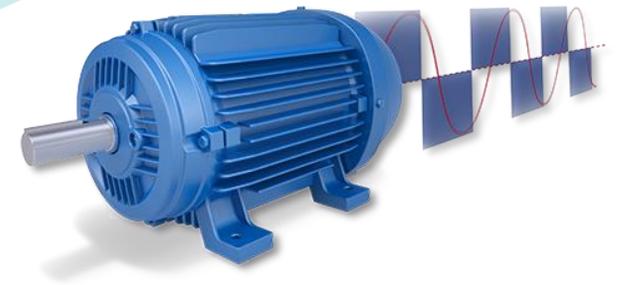


# eDrive : Comment accélérer les essais et optimiser le rendement énergétique de vos futurs systèmes d'entraînement électrique

**HBK France**

Nicolas DI POL

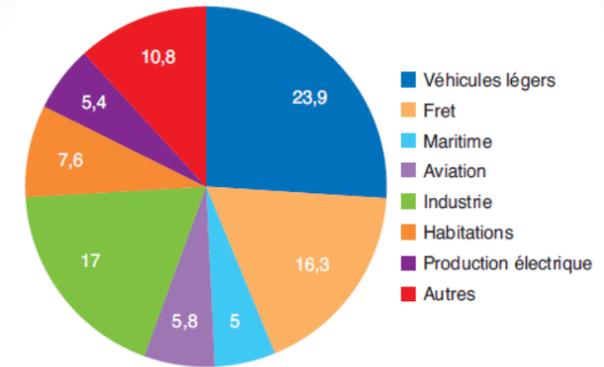
# Contextes de développement de systèmes d'entraînement électrique



# L'aspect environnemental

- Le Plan Climat incite les consommateurs et les industriels à réduire leurs émissions de gaz à effet de serre.
- Présent depuis 1859, le Plan Climat, cèle le destin du moteur à combustion interne pour 2040.
- Avec 24%, le parc automobiles est l'un des principaux émetteurs de gaz et de polluants atmosphériques.
- A cause de l'urbanisation, le nombre de véhicules augmente d'année en année.
- L'évolution des réglementations anti-pollution, force les constructeurs à adapter et faire évoluer les technologies des motorisations pour proposer des moyens de transport plus propres et plus économes.
- L'UE impose aux constructeurs des seuils d'émissions de CO2 de plus en plus contraignants, en 2021 elle imposera de commercialiser une flotte de véhicules émettant moins de 95g CO2/km en moyenne, sous peine de devoir s'acquitter de taxes conséquentes.

93 % de l'énergie utilisée dans les transports provient du pétrole.



Source : AIE, 2016

Répartition de l'utilisation du pétrole par grands secteurs en Mb/j



# L'aspect politique

- L'affaire Volkswagen, aussi appelée «dieseldgate», est un scandale industriel et sanitaire. Plus de 11 millions de véhicules truqués, une affaire sans précédent.
- Le scandale a coûté au constructeur jusqu'à présent 30 milliards d'euros en rappels de véhicules et procédures judiciaires.
- Chasse aux sorcières, durcissement des normes anti-pollution, fin de la fiscalité avantageuse sur le diesel, fin annoncée du moteur à combustion sont les effets politiques de cette affaire.
- Chute des ventes du diesel par méfiance des consommateurs au profit des moteurs à essence émettant plus de CO<sub>2</sub>, pousse les constructeur automobile à recourir à des technologies de propulsion électriques voir hybrides pour répondre au futur normes anti-pollution extrêmement contraignante pour un véhicule purement thermique.

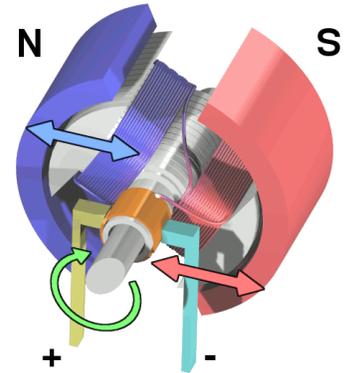


Das Problem.



# L'entraînement par moteur électrique, solution d'avenir?

- Son faible encombrement, son haut rendement énergétique supérieur à 90% comparé aux 40% du moteur à combustion interne, son silence, un couple important disponible à tout moment même à vitesse très faible voir nul, son faible entretien sont les principaux atouts du moteur électrique.
- Bien qu'il ne soit pas possible à ce jour de dire quelle source d'énergie va alimenter le moteur électrique (batteries, pile à combustible, gaz, hydrogène...) on peut se permettre de dire qu'il y a de très fortes chances que la propulsion ou l'aide à la propulsion se fera certainement par un moteur électrique car c'est le meilleur candidat en comparaison aux solutions classiques existantes à nos jours.
- Il existe différentes technologies de moteurs électrique : asynchrone ou synchrone. Le moteur synchrone offrant un meilleur rapport/couple il est privilégié mais les deux technologies restent présentes sur le marché.
- Le moteur électrique est réversible ce qui lui confère un atout majeur quand il s'agit de récupérer de l'énergie



# Définitions

- **BEV** = Battery Electric Vehicle  
→ 100% pure batteries
- **PHEV** = Plug-in Hybrid Electric Vehicle  
→ Motorisation thermique conventionnelle soutenu par de l'électrique rechargeable, fonctionne en pure électrique sur environ 50kms
- **HEV** = Hybrid Electric Vehicle  
→ comme PHEV mais n'est pas rechargeable, nécessite l'utilisation du moteur thermique pour recharger.
- **ICE** = Internal Combustion Engine
- **HFCV** = Hydrogen Fuel Cell Vehicle
- **EPT** = Electric Power Testing

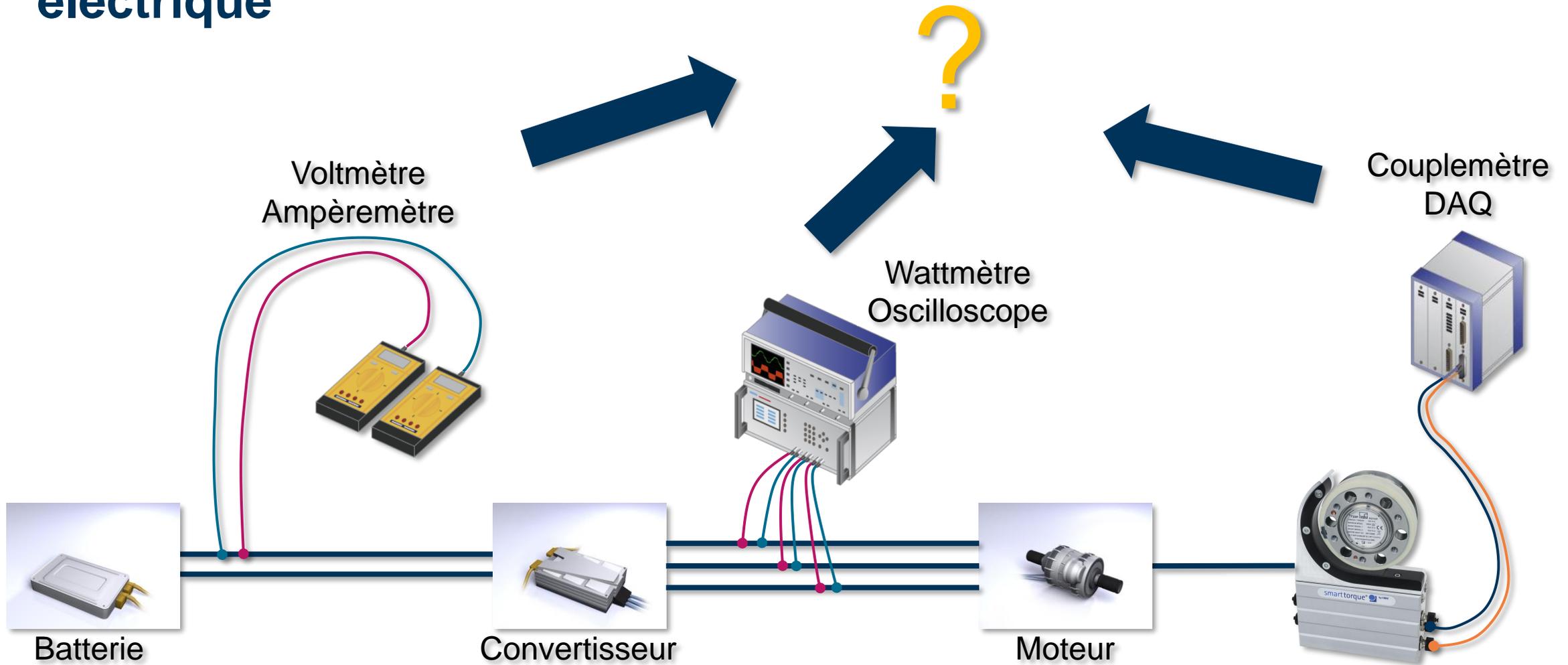


# Améliorer le rendement global

- Bien que le rendement du moteur électrique est supérieur à 90%, il reste des améliorations à apporter en terme de rendement global de la chaine complète incluant variateur de fréquence et la partie stockage/génération de la puissance électrique. (voir récupération d'énergie)
- Le rendement d'une chaine d'entraînement électrique a un impact direct sur l'autonomie. C'est l'équivalent de la consommation d'un véhicule à combustion interne. C'est l'un de argument commercial majeur lors de la commercialisation du véhicule final dans un marché très compétitif et en constante évolution.
- Certains choix technologiques ou modes de fonctionnement améliorant le rendement énergétique mais ont un effet néfaste sur l'agrément. (bruits, vibrations...)
- Afin de répondre aux attentes des constructeurs de chaines d'entraînement électrique, HBM avec son système eDrive, propose une solution unique sur le marché pour aider à mieux comprendre le comportement de leur produit avec de nombreuses fonctions réalisées en temps réel.
- HBM se positionne en tant que constructeur de chaines de mesure complète, du capteur (électrique et mécanique) au rapport d'essais, un seul interlocuteur à vos cotés.

# Les architectures de test d'un système d'entraînement électrique - EPT

# Architecture typique d'un test de chaine d'entrainement électrique

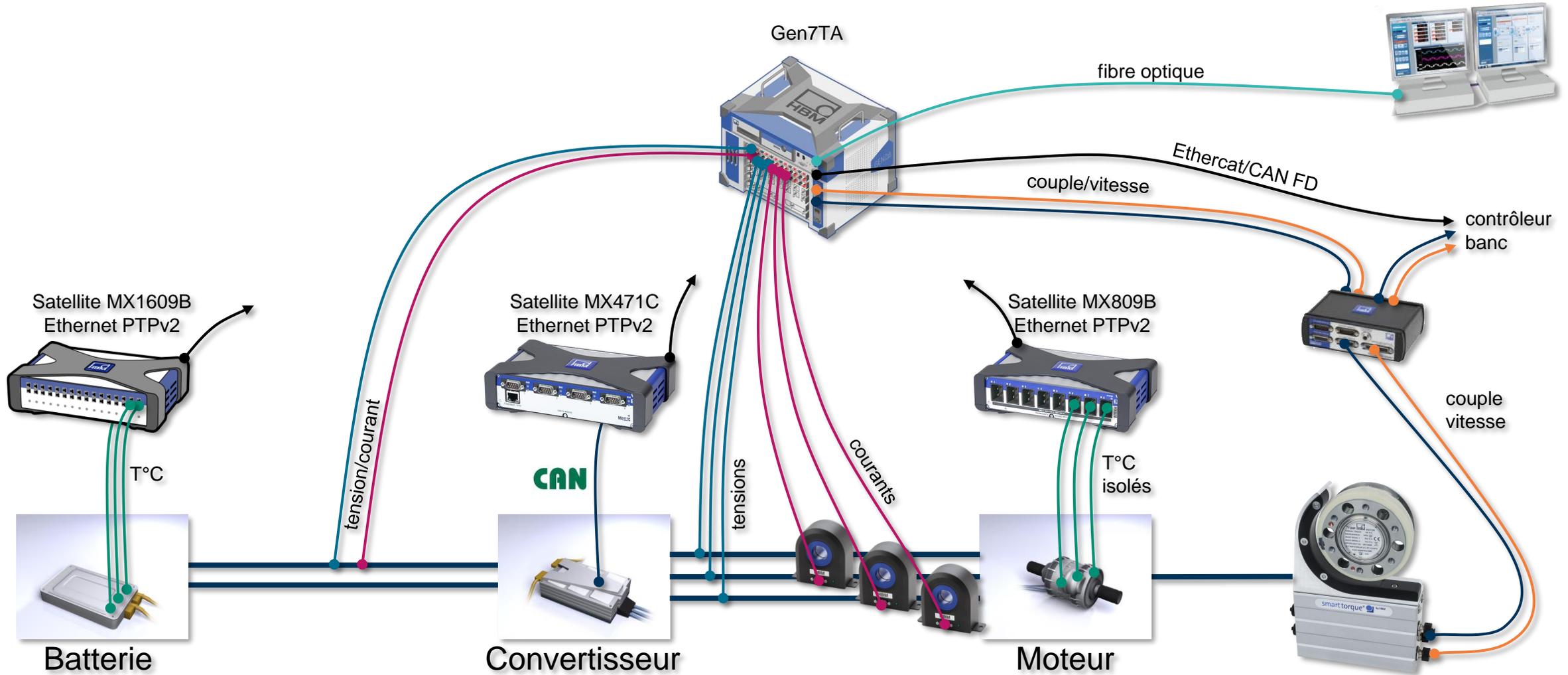


# Limite d'une architecture séparée

- Synchronisation des mesures ?
- Incertitudes de mesure liées aux différents instruments ?
- Incidence de l'opérateur sur le résultat de mesure ?
- Traçabilité ?
- Contrôle des valeurs indiqués par les instruments ?
- Répétabilité de la mesure ?
- Temps humain considérable pour faire une cartographie de rendement !

**→ Résultat du calcul de rendement très incertain !**

# Architecture centralisée et synchronisée avec eDrive



# Les avantages d'un système centralisé

- Synchronisation de toutes les voies de mesure
- Calcul en temps réel avec ressortie sur bus temps réel Ethercat
- Incertitudes de mesure maîtrisée, certificats d'étalonnage des capteurs en base de données
- Enregistrement de toutes les valeurs brutes à 2 MHz ainsi que tous les paramètres de l'essai
- Très grande profondeur de mémoire, plusieurs centaines de Go voir To.
- Toutes les formules de calcul accessibles, détaillées et modifiable à volonté par l'utilisateur
- IHM intuitif avec guide interactif pour le raccordement en fonction du scénario
- De nombreuses analyses en temps réel : vecteur spatial, dq0, taux de distorsion harmonique, ondulation de couple, crantage et bien plus...

**→ Bien plus qu'un simple wattmètre, un réel outil d'investigation!**

# Les composants clés pour effectuer un test de système d'entraînement électrique - EPT



# Couplemètre T12HP



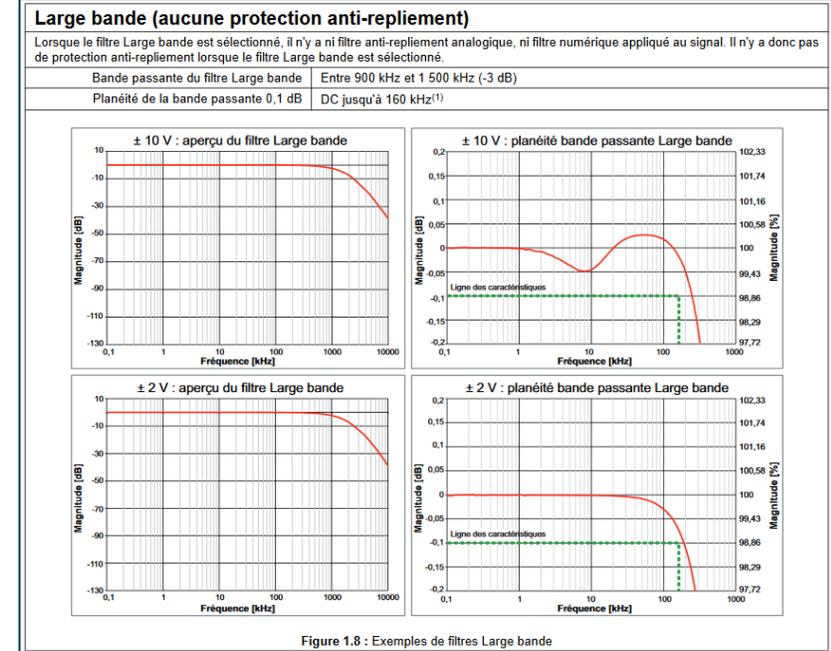
- Classe de précision « extrême » de 0,02%
- Vitesse de rotation jusqu'à 23.000 tr/min
- Compensation active de la température, TCO 0,005%/10K
- Entièrement numérique
- Transmission par fréquence
- Insensible aux bruits électriques
- Très grande raideur torsionnelle

**→ Plus précis n'existe pas!**

# Très grande précision de mesure



Exactitude de base pour l'alimentation							
Le GN610B est étalonné et contrôlé avec des entrées tension et courant de 53 Hz en utilisant des résistances de charge. Lors de l'étalonnage, les résistances de charge sont fixées à trois voies tension pour permettre la mesure du courant. Les caractéristiques indiquées correspondent à la charge de 2,5 Ω. Le fait d'utiliser la charge de 1,0 Ω ou 10,0 Ω donnera des plages de courant différentes, mais des résultats identiques.							
2,5 Ω	Étendues de charge	1,264 A DC	800 mA DC	400 mA DC	160 mA DC	80 mA DC	40 mA DC
0 - 100 Hz Onde sinusoïdale FC : 1,41 Cos phi : 1	Plages de charge	440 mA RMS	280 mA RMS	140 mA RMS	56 mA RMS	28 mA RMS	14 mA RMS
	Plages IT200	N/A	200 A RMS <sup>(1)</sup>	140 A RMS	56 A RMS	28 A RMS	14 A RMS
	Plages IT400	N/A	400 A RMS <sup>(1)</sup>	280 A RMS	112 A RMS	56 A RMS	28 A RMS
	Plages IT700	700 A RMS <sup>(1)</sup>	490 A RMS	245 A RMS	98 A RMS	49 A RMS	24,5 A RMS
Étendues de tension	Plages de tension	Typique	Typique	Typique	Typique	Typique	Typique
40 V DC	14,1 V RMS	0,02 % de la valeur + 0,05 % de la plage	0,02 % de la valeur + 0,05 % de la plage	0,02 % de la valeur + 0,05 % de la plage	0,02 % de la valeur + 0,1 % de la plage	0,02 % de la valeur + 0,1 % de la plage	0,02 % de la valeur + 0,15 % de la plage
100 V DC	35,3 V RMS	0,02 % de la valeur + 0,05 % de la plage	0,02 % de la valeur + 0,05 % de la plage	0,02 % de la valeur + 0,05 % de la plage	0,02 % de la valeur + 0,1 % de la plage	0,02 % de la valeur + 0,1 % de la plage	0,02 % de la valeur + 0,15 % de la plage
200 V DC	70,7 V RMS	0,02 % de la valeur + 0,05 % de la plage	0,02 % de la valeur + 0,05 % de la plage	0,02 % de la valeur + 0,05 % de la plage	0,02 % de la valeur + 0,1 % de la plage	0,02 % de la valeur + 0,1 % de la plage	0,02 % de la valeur + 0,15 % de la plage
400 V DC	141 V RMS	0,02 % de la valeur + 0,05 % de la plage	0,02 % de la valeur + 0,05 % de la plage	0,02 % de la valeur + 0,05 % de la plage	0,02 % de la valeur + 0,1 % de la plage	0,02 % de la valeur + 0,1 % de la plage	0,02 % de la valeur + 0,15 % de la plage
1 kV DC	353 V RMS	0,02 % de la valeur + 0,05 % de la plage	0,02 % de la valeur + 0,05 % de la plage	0,02 % de la valeur + 0,05 % de la plage	0,02 % de la valeur + 0,1 % de la plage	0,02 % de la valeur + 0,1 % de la plage	0,02 % de la valeur + 0,15 % de la plage
2 kV DC	707 V RMS	0,02 % de la valeur + 0,05 % de la plage	0,02 % de la valeur + 0,05 % de la plage	0,02 % de la valeur + 0,05 % de la plage	0,02 % de la valeur + 0,1 % de la plage	0,02 % de la valeur + 0,1 % de la plage	0,02 % de la valeur + 0,15 % de la plage



- Convertisseur SAR 18bits à 2MHz, 1Mhz de bande passante à -3dB
- Planéité de 0,1dB jusqu'à 160kHz

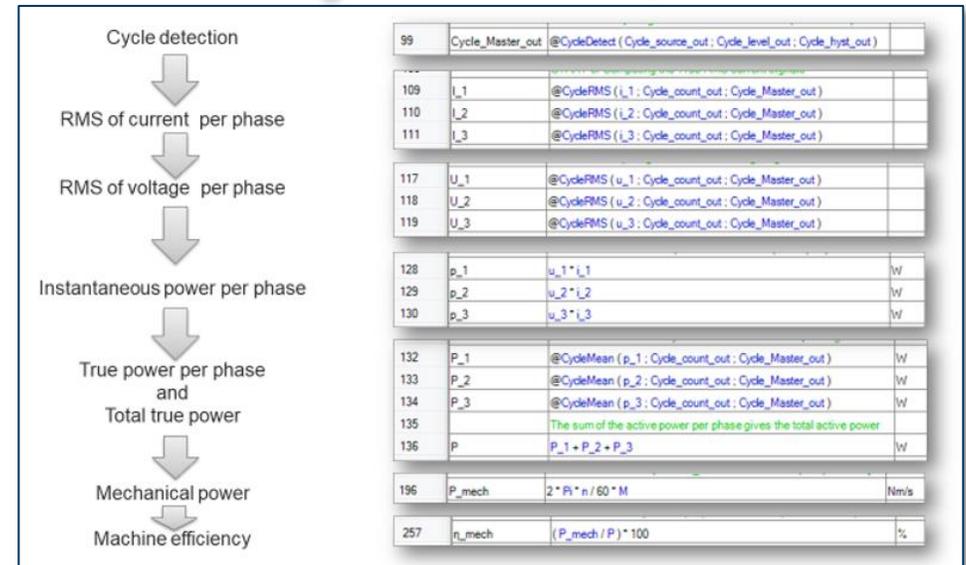
→ **Précision unique sur toute la gamme**

# Calcul temps réel par DSP programmable



Formules chargées dans  
Le DSP

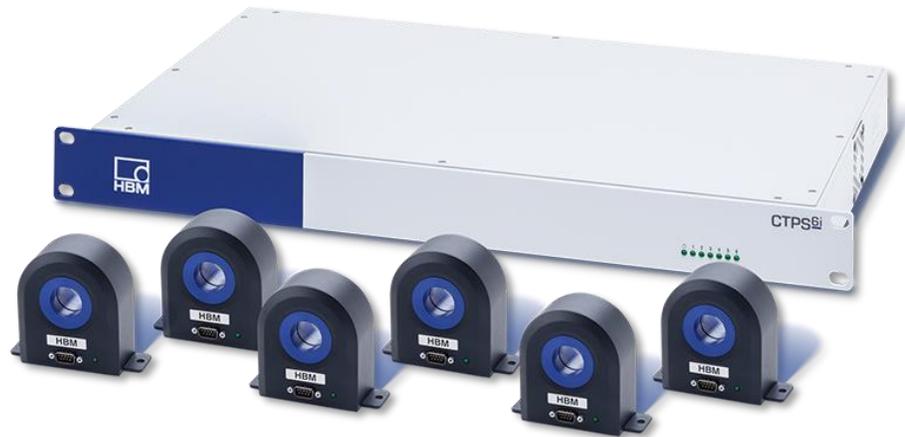
Formules auto-générés et librement modifiable



- DSP fonctionnant à la vitesse d'échantillonnage
- Aucune dépendance à un système d'exploitation

**→ Fonction unique au monde pour un analyseur de puissance!**

# Les sondes de courant HBM



- Technologie Zero-Flux pour un maximum de précision et de bande passante
- Une Gamme de 50 à 600 A
- De 300 à 1000kHz de bande passante à -3dB
- Diamètre important de passage 27,6mm
- Très bonne protection à la CEM
- Très grande plage de température de fonctionnement, de -40°C à 85°C
- Raccordement direct à la carte GN610B pour minimiser la sensibilité aux bruits électriques environnementaux

# Châssis Genesis High Speed



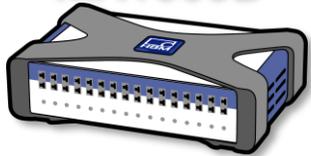
- Avec écran intégré sous Windows 10 ou sans écran avec Linux
- Avec ou sans disque dur SSD intégré
- De 3 à 51 voies puissance
- De 1 à 6 couplemètres
- Synchronisation PTPv2
- Bus Ethercat ou CAN FD
- Sur table, en rack ou en embarqué

**→ Pour un maximum de flexibilité**

# Toute la gamme QuantumX en satellite

- La gamme QuantumX propose 19 types de modules différents, pour l'EPT on retiendra particulièrement les modules suivants :

MX1609B



- 16 entrées Thermocouples type K ou T

MX809B



- 8 entrées Thermocouples isolés jusqu'à 1500V

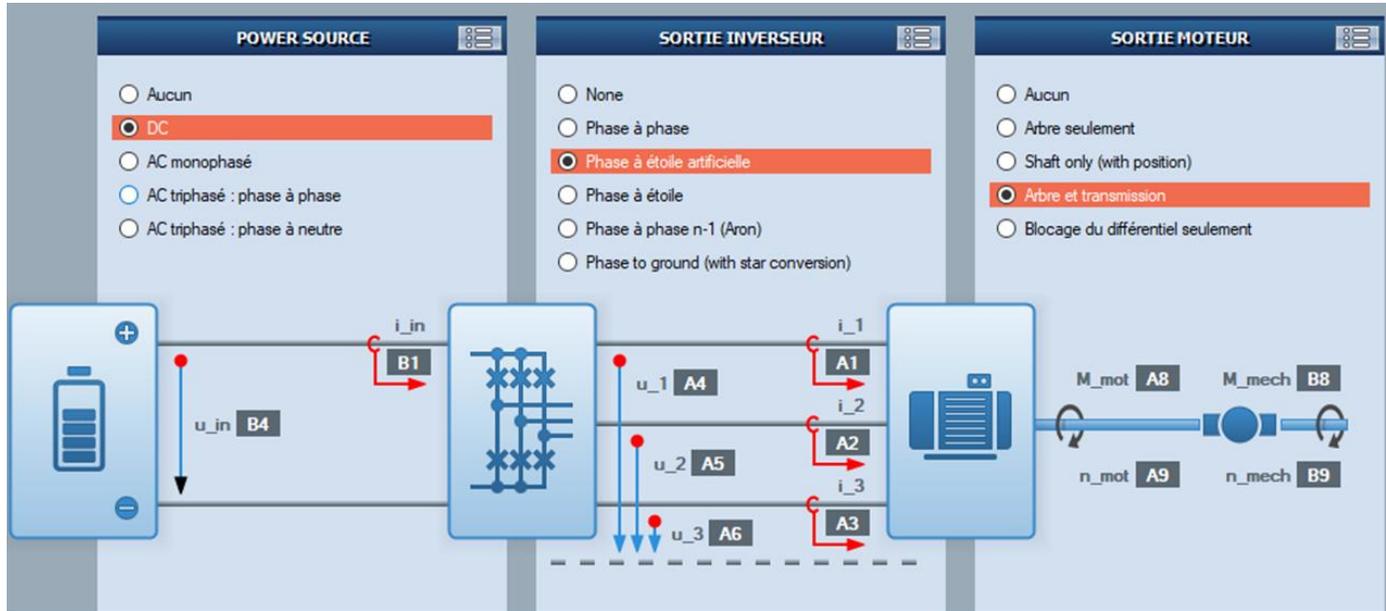
MX471C



- 4 entrées CAN ou CAN FD

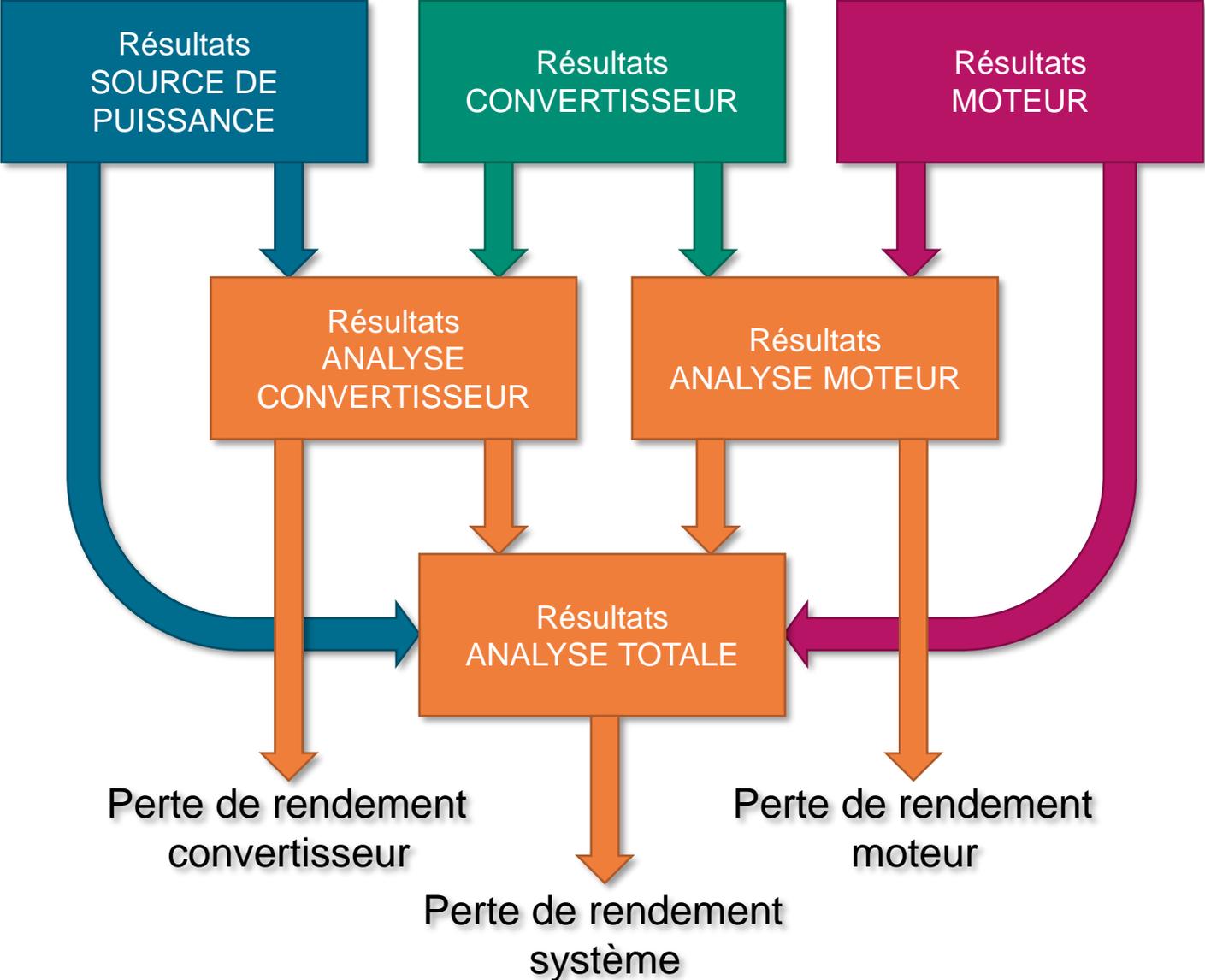
**→ Les modules sont synchronisés par PTPv2**

# Une IHM flexible et accessible de tous

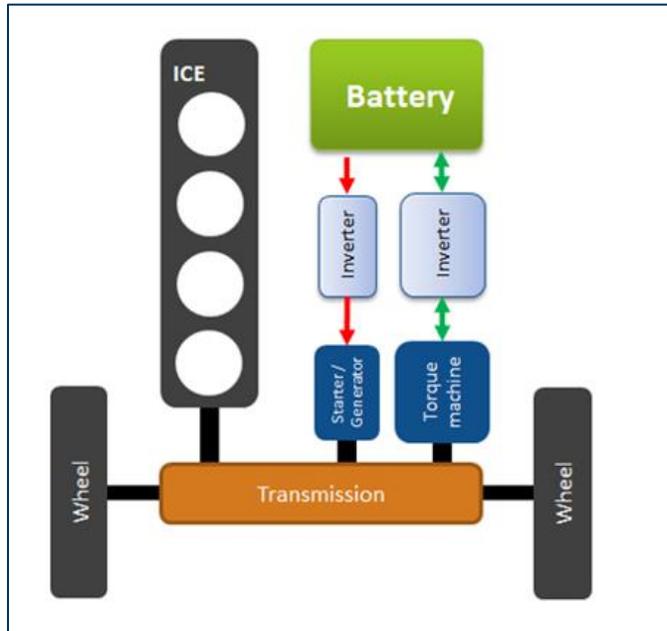


- L'IHM est aussi facile à utiliser qu'un simple wattmètre
- Selon le scénario sélectionné, l'utilisateur sait exactement où raccorder ses capteurs
- Pas d'erreur d'échelle possible avec l'utilisation des capteurs en base de données
- L'utilisateur visionne les valeurs de puissance par un simple clic et à tout moment, pendant l'essai, peut démarrer ou arrêter un enregistrement continu de toutes les valeurs et à très haute vitesse (jusqu'à 2MHz)

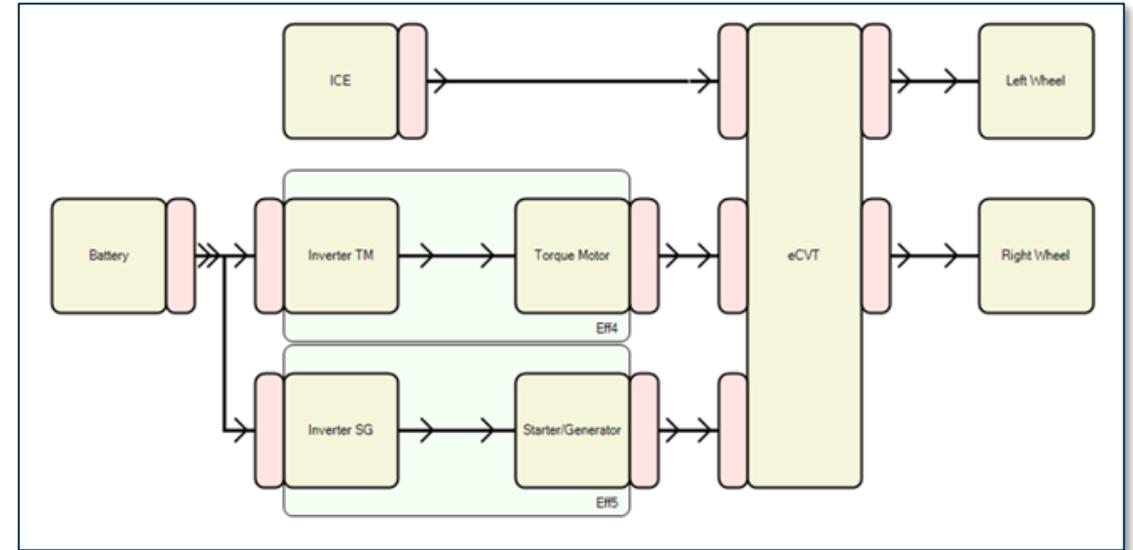
# Le niveaux d'analyses et gradable selon le besoin



# L'eDrive creator pour aller encore plus loin



Votre architecture

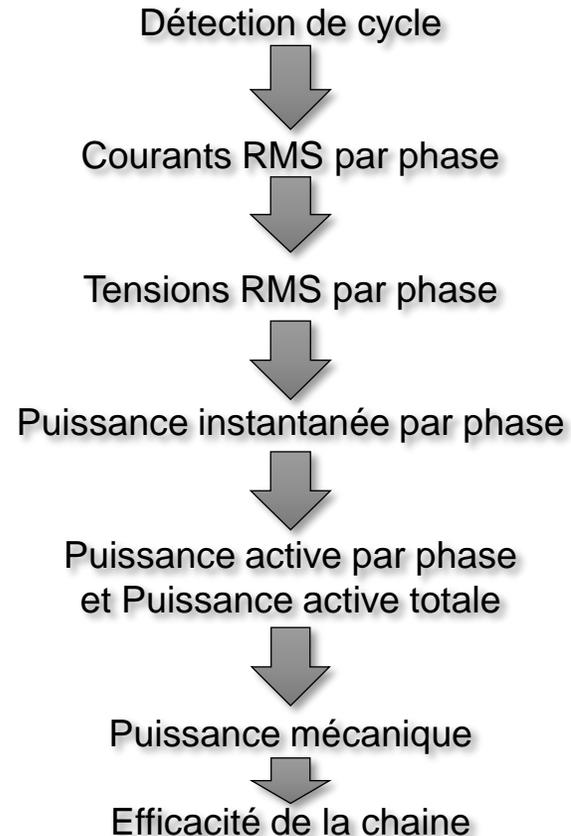


Votre architecture avec eDrive Creator

- Pour les applications plus complexes ou plus hétéroclites, l'eDrive Creator vous permet avec la même simplicité de réaliser vos architectures au plus près de la réalité
- Aucune ligne de code à saisir, aucune programmation n'est nécessaire, le pointeur de votre souris est l'outil le plus important

# Gardez la maîtrise des calculs de puissance et de rendement

- Sur un simple clic, l'éditeur de formules génère les formules selon le scénario sélectionné précédemment
- Ces formules sont librement éditables et modifiables
- Avec plus d'une centaine de fonctions de calculs, ajoutez vous-même les fonctions nécessaires à votre besoin

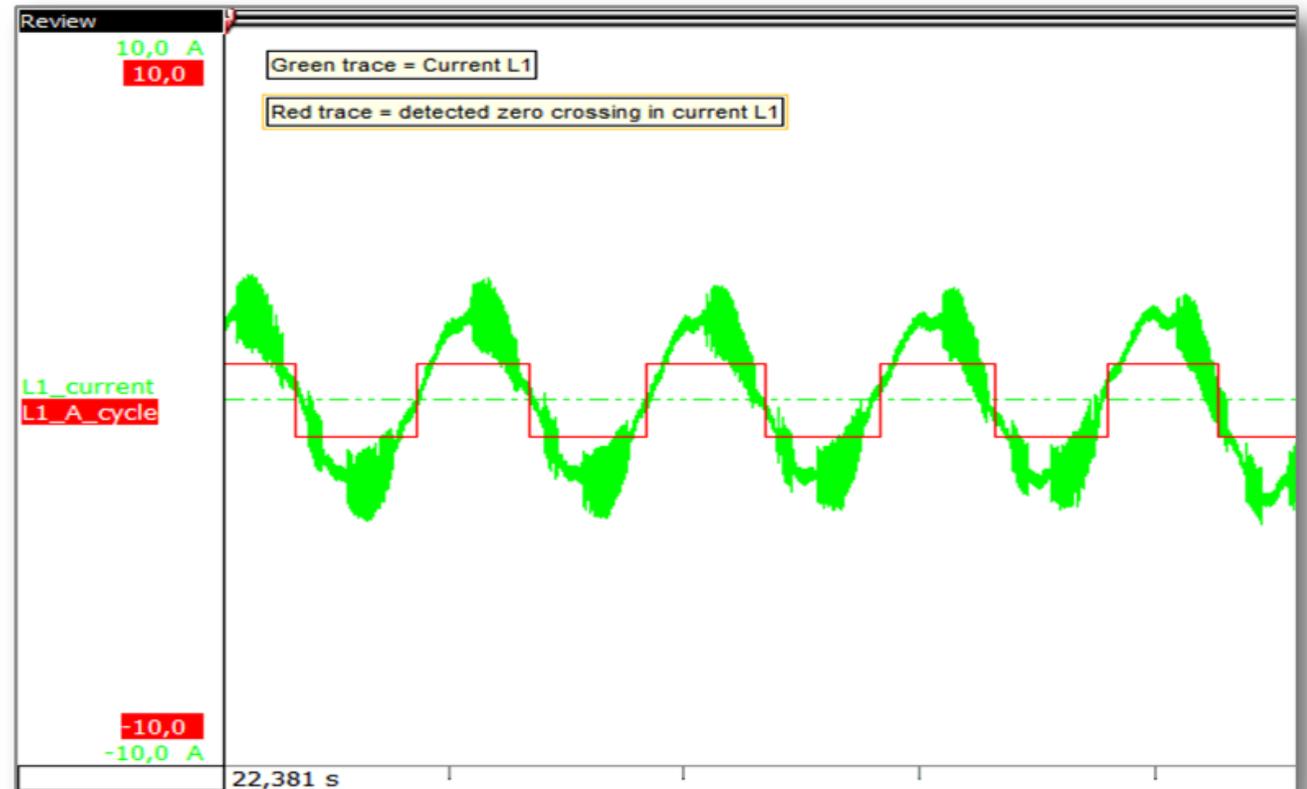


99	Cycle_Master_out	@CycleDetect ( Cycle_source_out ; Cycle_Level_out ; Cycle_hyst_out )	
*****			
*****			
109	I_1	@CycleRMS ( i_1 ; Cycle_count_out ; Cycle_Master_out )	
110	I_2	@CycleRMS ( i_2 ; Cycle_count_out ; Cycle_Master_out )	
111	I_3	@CycleRMS ( i_3 ; Cycle_count_out ; Cycle_Master_out )	
*****			
117	U_1	@CycleRMS ( u_1 ; Cycle_count_out ; Cycle_Master_out )	
118	U_2	@CycleRMS ( u_2 ; Cycle_count_out ; Cycle_Master_out )	
119	U_3	@CycleRMS ( u_3 ; Cycle_count_out ; Cycle_Master_out )	
*****			
128	p_1	u_1 * i_1	W
129	p_2	u_2 * i_2	W
130	p_3	u_3 * i_3	W
*****			
132	P_1	@CycleMean ( p_1 ; Cycle_count_out ; Cycle_Master_out )	W
133	P_2	@CycleMean ( p_2 ; Cycle_count_out ; Cycle_Master_out )	W
134	P_3	@CycleMean ( p_3 ; Cycle_count_out ; Cycle_Master_out )	W
135		The sum of the active power per phase gives the total active power	
136	P	P_1 + P_2 + P_3	W
*****			
196	P_mech	2 * Pi * n / 60 * M	Nm/s
*****			
257	η_mech	( P_mech / P ) * 100	%

→ **Comparé aux wattmètres, aux autres analyseurs de puissances, seul l'eDrive vous apporte un tel niveau de transparence!**

# La détection cycle, un brevet propre à HBM

- En alternatif, tout calcul de puissance n'est valable que s'il est calculé sur un cycle correcte.
- La détection de cycle par HBM est exécutée en temps réel à partir des DSP installés sur les cartes. Cette méthode permet de calculer les puissances & rendements en statique & dynamique.
- Flexible, elle peut être réalisée à partir de n'importe quelle signal d'entrée cyclique ou tout simplement un temps
- Par exemple, en fin de cycle, un simple contrôle de la détection de cycle enregistrée pendant l'essai peut facilement valider ou non votre tes.



→ **L'eDrive est le seul analyseur de puissance avec détection de cycle en temps réel qui est visualisable!**

# Ensemble eDrive



GEN7i mainframe

jusqu'à 21 voies puissance, 6 couplemètres avec mesure de vitesse,

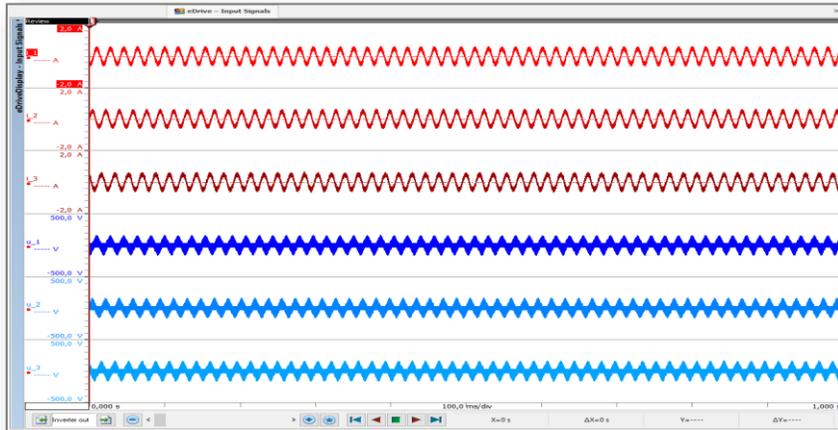
Modules satellites QuantumX pour mesure de T°C et CAN, transformateur de courant, shunts et câble HT blindés

# Les outils spécifiques de l'eDrive pour vous aider tous les jours dans vos essais

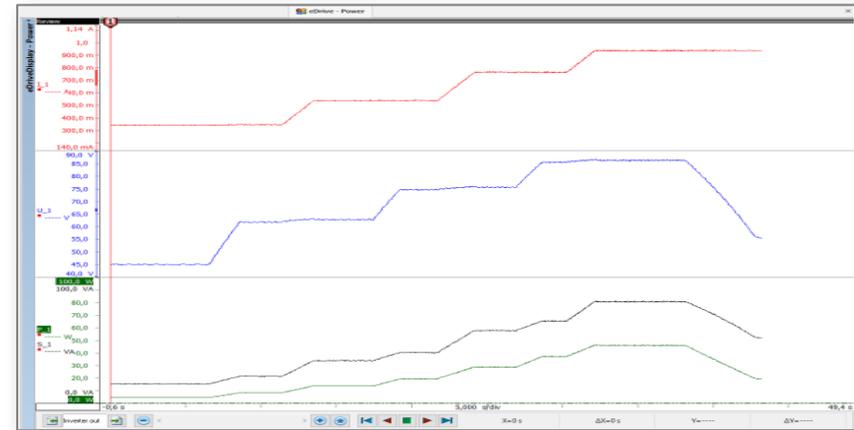
# L'eDrive est bien plus qu'un simple analyseur de puissance

- HBM distingue différents modes de calcul :
  - Temps réel : le calcul est effectué au plus proche de la source dans une fenêtre temporelle déterminée par rapport à un évènement (toutes les millisecondes ou tous les fronts montants de trigger).
  - Pseudo temps réel : le calcul est effectué sur des données qui sont horodatées, les données sont détachées de contexte temporel (un tableau de 1000 valeurs n'est plus temp réel).
  - Post-process : le calcul est effectué à partir des données sécurisées dans une mémoire non volatile
- Pour optimiser vos essais, l'eDrive est capable de fournir un certain nombres d'analyses et ceux jusqu'au  $\frac{1}{2}$  cycle,  $\frac{1}{2}$  cycle après  $\frac{1}{2}$  cycle, en temps réel, sans décalage et sans moyennage.
- Les valeurs sont affichées en live, enregistrées à très haute vitesse sur les disque SSD et transmises en même temps sur le bus de terrain lui aussi temps réel.
- Être capable de faire les calculs au  $\frac{1}{2}$  cycle près diminue le temps de stabilisation à chaque palier et permet de mesurer de manière fiable en phase transitoire

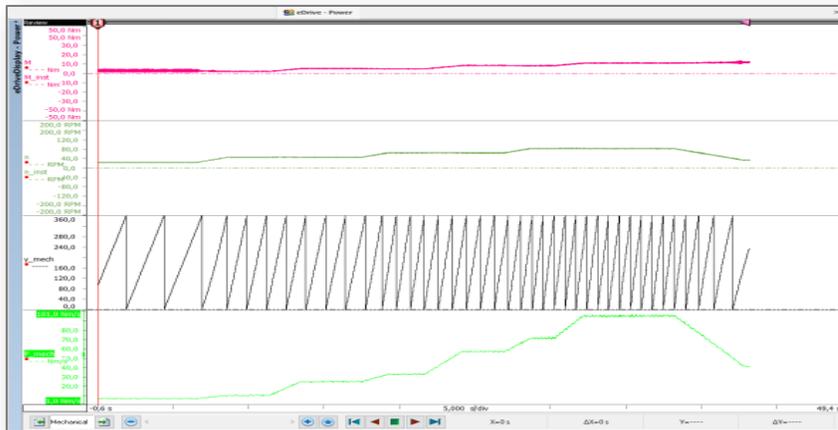
# Visualisation des grandeurs habituelles



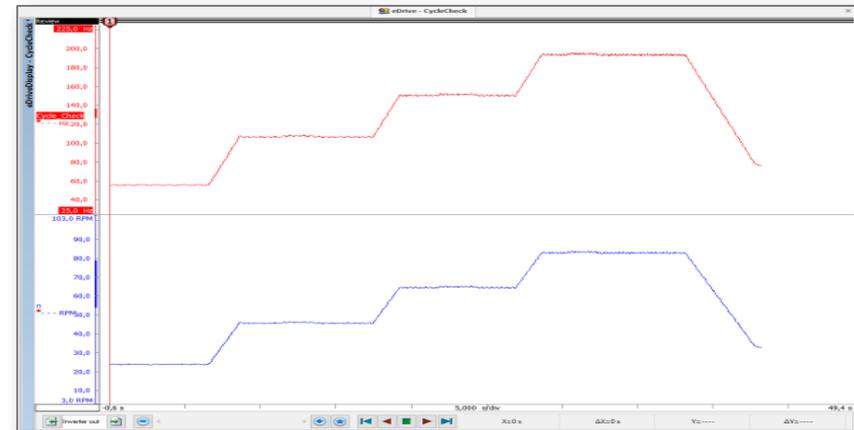
Tensions et courants d'entrée



Phase 1, tension courant RMS, P, S



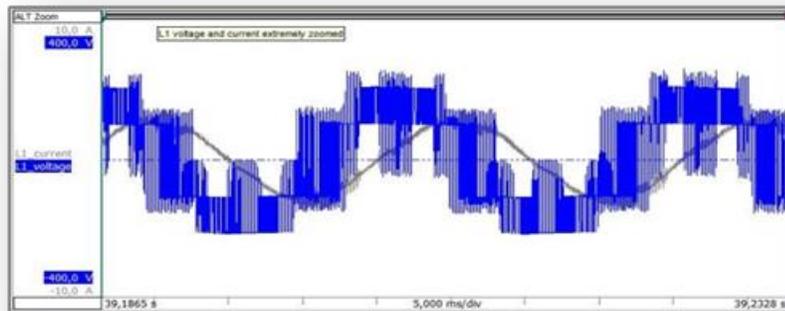
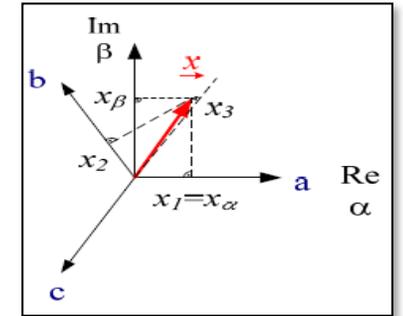
Couple, vitesse, angle, puissance méca



Contrôle fréquence cyclique  
et vitesse de rotation

# Vecteur spatial en temps réel

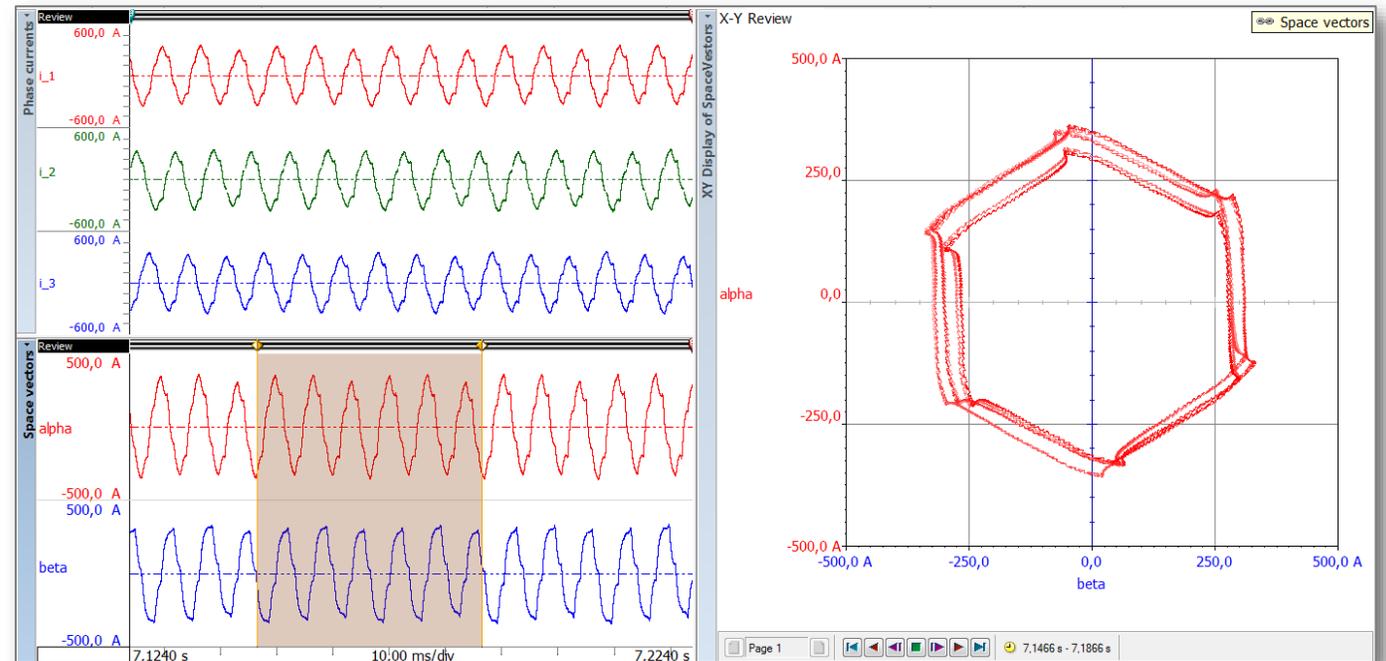
- L'utilisation de convertisseurs à modulation de largeur d'impulsion (MLI) à multiples niveaux ou non, peut nécessiter de contrôler le vecteur spatial lors de son fonctionnement. Cela permet de vérifier que le schéma vectoriel obtenu correspond bien à ce qui à été programmé.



Signal tension d'un système à 5 niveaux

16	$i_\alpha$	@SpaceVectorTransformation(i_1; i_2; i_3; alpha)
17	$i_\beta$	@SpaceVectorTransformation(i_1; i_2; i_3; beta)

Formules de calcul dans eDrive



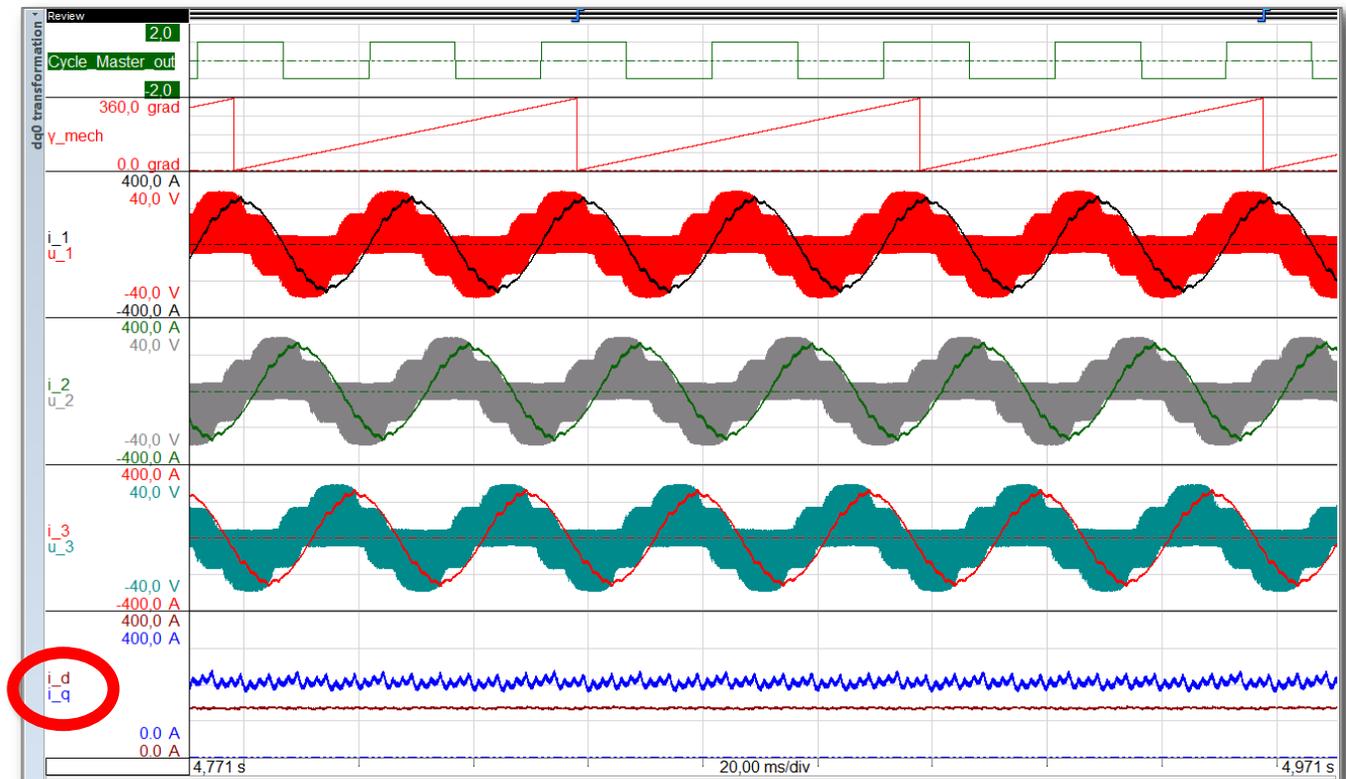
Visualisation x/y du vecteur spatial

# Direct-quadrature-zero transformation en temps réel

- Très similaire à la transformée de Park, la transformée dq0 permet, en présence d'une machine synchrone, de simplifier les analyses. Le système triphasé est converti en système biphasé plus facile à utiliser pour effectuer des analyses.  $i_d$  &  $i_q$  représentent le couple et le champs magnétique
- Très utile pour vérifier le fonctionnement du convertisseur, car ce dernier fonctionne en interne sur le principe du dq0.
- Une mesure de vitesse et un top tour sont nécessaires pour déterminer la différence entre l'angle mécanique et l'angle électrique

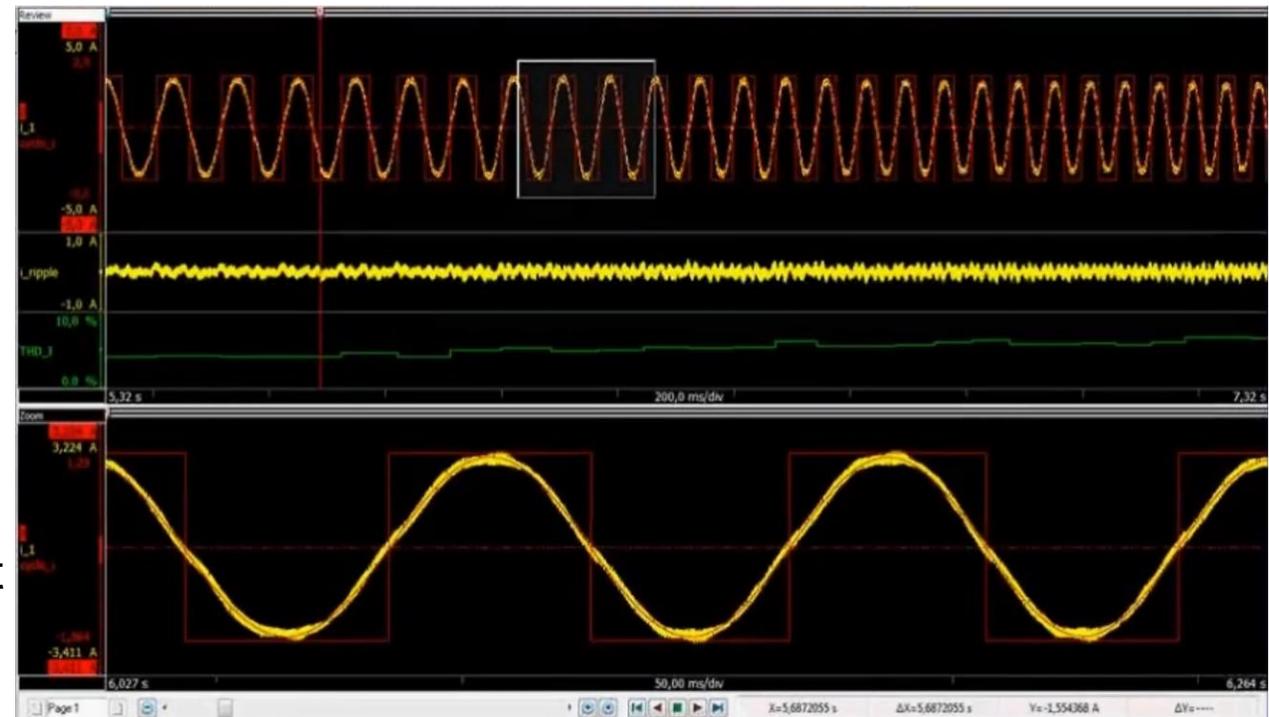
19	$i_d$	@DQ0Transformation(i_1; i_2; i_3; direct; $\gamma$ )
20	$i_q$	@DQ0Transformation(i_1; i_2; i_3; quadrature; $\gamma$ )

Formules de calcul dans eDrive

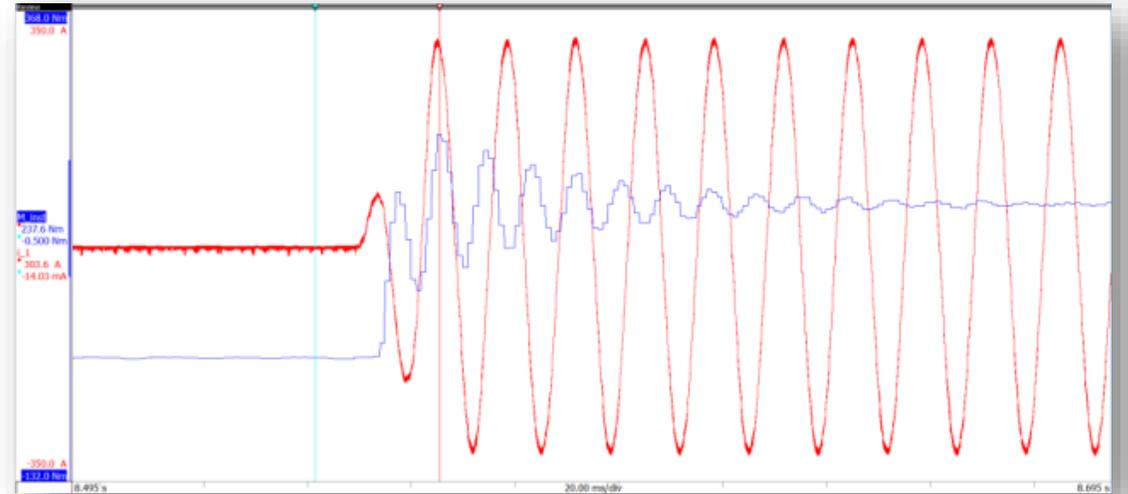
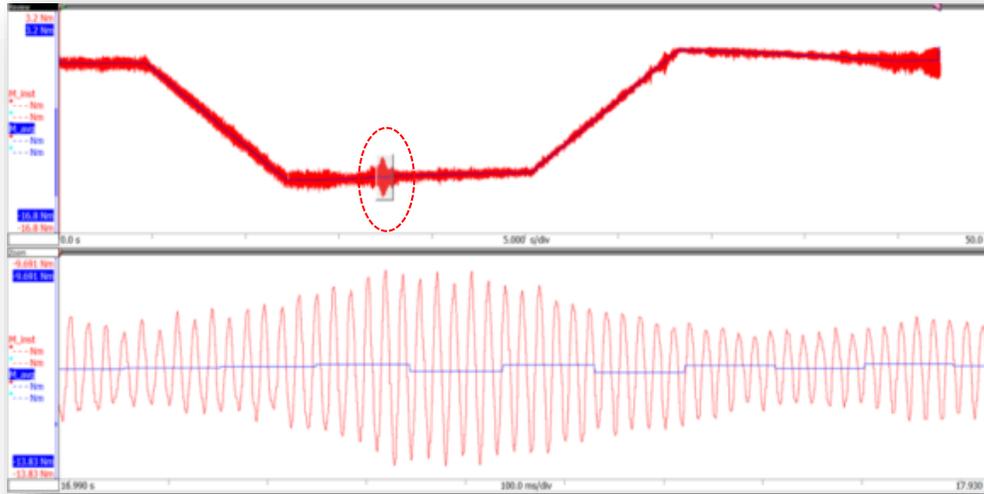


# THD en temps réel

- Cette valeur, différence entre le courant fondamental et le courant réel, permet de quantifier le taux de distorsion harmonique THD, une valeur élevée de THD affecte le facteur de puissance et le rendement du moteur :
  - Diminution de la magnétisation dans le rotor et le stator
  - Ces pertes additionnelles augmentent la chaleur avec un risque de diminuer la durée de vie du moteur
  - Risque de génération de courants destructeurs dans les roulements
  - Si  $dv/dt$  important, risque d'endommagement des câbles et bobinages

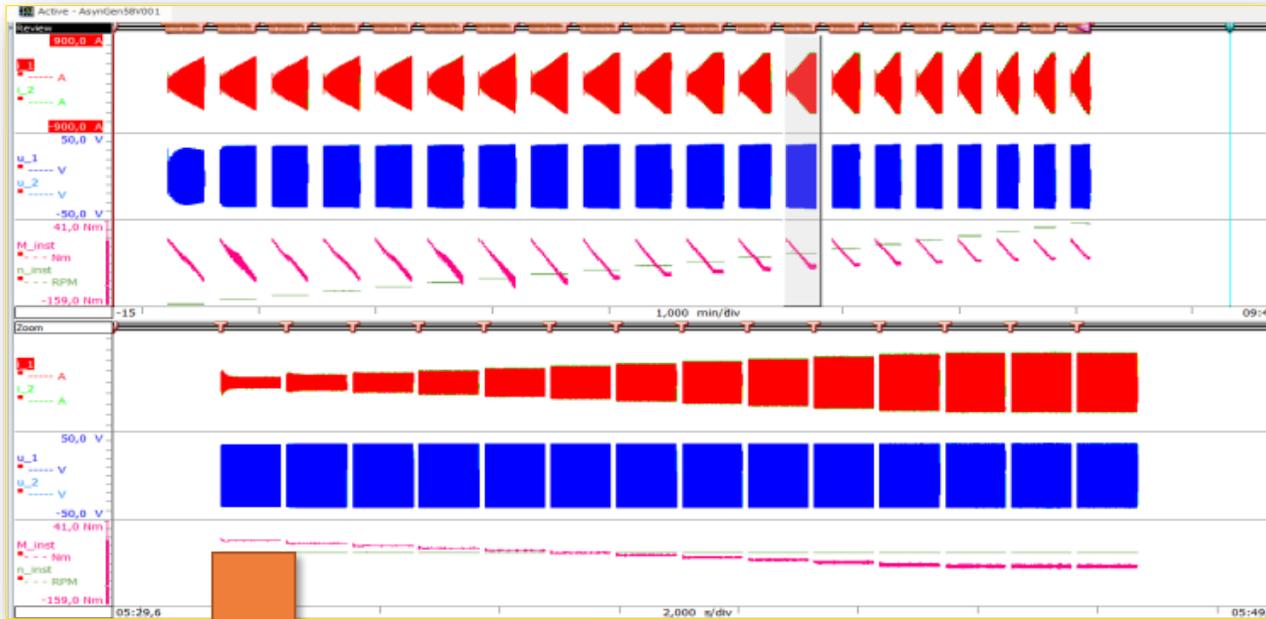


# Mesure de l'ondulation de couple



- Malgré toutes les qualités qu'il lui sont conféré, un moteur à aimant permanent, à cause de ces derniers, génèrera toujours des ondulations de couple.
  - Cette ondulation a un effet néfaste sur le bruit, la performance et la durée de vie
  - C'est pourquoi il est très utile de pouvoir visualiser cette ondulation.
- Les couplemètres HBM étant très raides ils savent mesurer ces ondulations
- Seul l'eDrive est capable de mesurer le couple instantané, de calculer en temps réel le couple moyen pour le calcul de rendement et l'ondulation de couple qui en découle. En même temps il est capable d'envoyer ces informations en temps réel vers le contrôleur du banc

# Construction accélérée de la cartographie moteur



M	n	P	P_meca	η	P_elec
43.40 Nm	245.59 rpm	156.62 W	136.03 W	0.87	176.65 W
53.86 Nm	245.99 rpm	176.27 W	156.03 W	0.88	196.25 W
62.25 Nm	246.86 rpm	192.11 W	171.82 W	0.89	212.25 W
65.49 Nm	250.05 rpm	174.67 W	153.50 W	0.88	197.52 W
79.24 Nm	250.39 rpm	207.99 W	182.24 W	0.88	228.24 W
82.80 Nm	256.81 rpm	227.08 W	198.24 W	0.87	248.24 W
8.47 Nm	479.77 rpm	44.30 W	37.52 W	0.85	51.91 W
18.34 Nm	479.59 rpm	78.07 W	66.28 W	0.85	94.29 W
25.81 Nm	495.07 rpm	145.20 W	124.80 W	0.86	170.24 W
35.80 Nm	495.09 rpm	220.87 W	183.32 W	0.83	245.52 W
45.30 Nm	495.08 rpm	287.37 W	237.78 W	0.83	322.16 W
53.33 Nm	495.99 rpm	272.05 W	242.73 W	0.79	302.16 W
61.85 Nm	500.51 rpm	328.39 W	283.31 W	0.86	363.41 W
70.85 Nm	500.00 rpm	386.27 W	332.28 W	0.86	424.24 W
79.72 Nm	500.00 rpm	412.88 W	362.80 W	0.88	463.48 W
88.44 Nm	500.00 rpm	432.08 W	389.24 W	0.89	493.76 W
8.50 Nm	987.08 rpm	77.82 W	65.89 W	0.86	82.91 W
18.17 Nm	987.07 rpm	142.13 W	122.40 W	0.72	170.41 W
28.41 Nm	987.07 rpm	209.01 W	177.81 W	0.78	234.50 W
35.47 Nm	987.07 rpm	278.24 W	237.82 W	0.78	304.26 W
45.85 Nm	987.07 rpm	357.94 W	308.97 W	0.79	404.51 W
54.85 Nm	987.07 rpm	416.19 W	363.90 W	0.78	464.96 W
62.14 Nm	987.07 rpm	482.49 W	423.77 W	0.78	527.20 W
69.88 Nm	987.07 rpm	547.26 W	480.82 W	0.78	592.48 W
79.34 Nm	987.07 rpm	612.48 W	533.48 W	0.78	659.99 W
86.80 Nm	987.07 rpm	678.02 W	582.87 W	0.78	729.41 W
8.36 Nm	999.57 rpm	87.42 W	73.20 W	0.84	101.74 W
17.90 Nm	999.56 rpm	167.28 W	140.80 W	0.75	194.57 W
26.17 Nm	999.56 rpm	237.29 W	196.82 W	0.78	270.21 W
35.88 Nm	999.56 rpm	307.06 W	256.88 W	0.78	346.17 W
44.80 Nm	999.56 rpm	367.08 W	312.51 W	0.77	406.40 W
54.87 Nm	999.56 rpm	426.96 W	367.79 W	0.77	466.97 W
65.00 Nm	1000.00 rpm	487.79 W	423.84 W	0.77	527.99 W
69.89 Nm	999.96 rpm	524.24 W	453.26 W	0.77	587.97 W
77.85 Nm	999.97 rpm	573.52 W	493.84 W	0.77	647.97 W
85.20 Nm	1000.00 rpm	623.14 W	534.57 W	0.78	707.91 W
8.23 Nm	1250.00 rpm	107.59 W	91.18 W	0.78	119.21 W
13.45 Nm	1249.99 rpm	193.60 W	162.59 W	0.79	218.97 W
25.82 Nm	1250.00 rpm	318.54 W	274.73 W	0.78	357.42 W

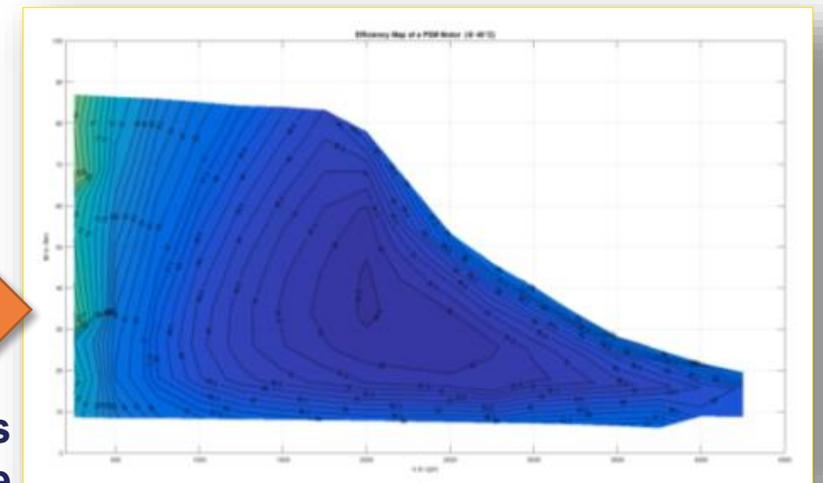
Pendant le test un tableau avec P, P\_meca, M, n, η est construit...

...et utilisé en fin d'essai dans Perception pour faire la carte

Les valeurs brutes sont enregistrées à chaque point de fonctionnement

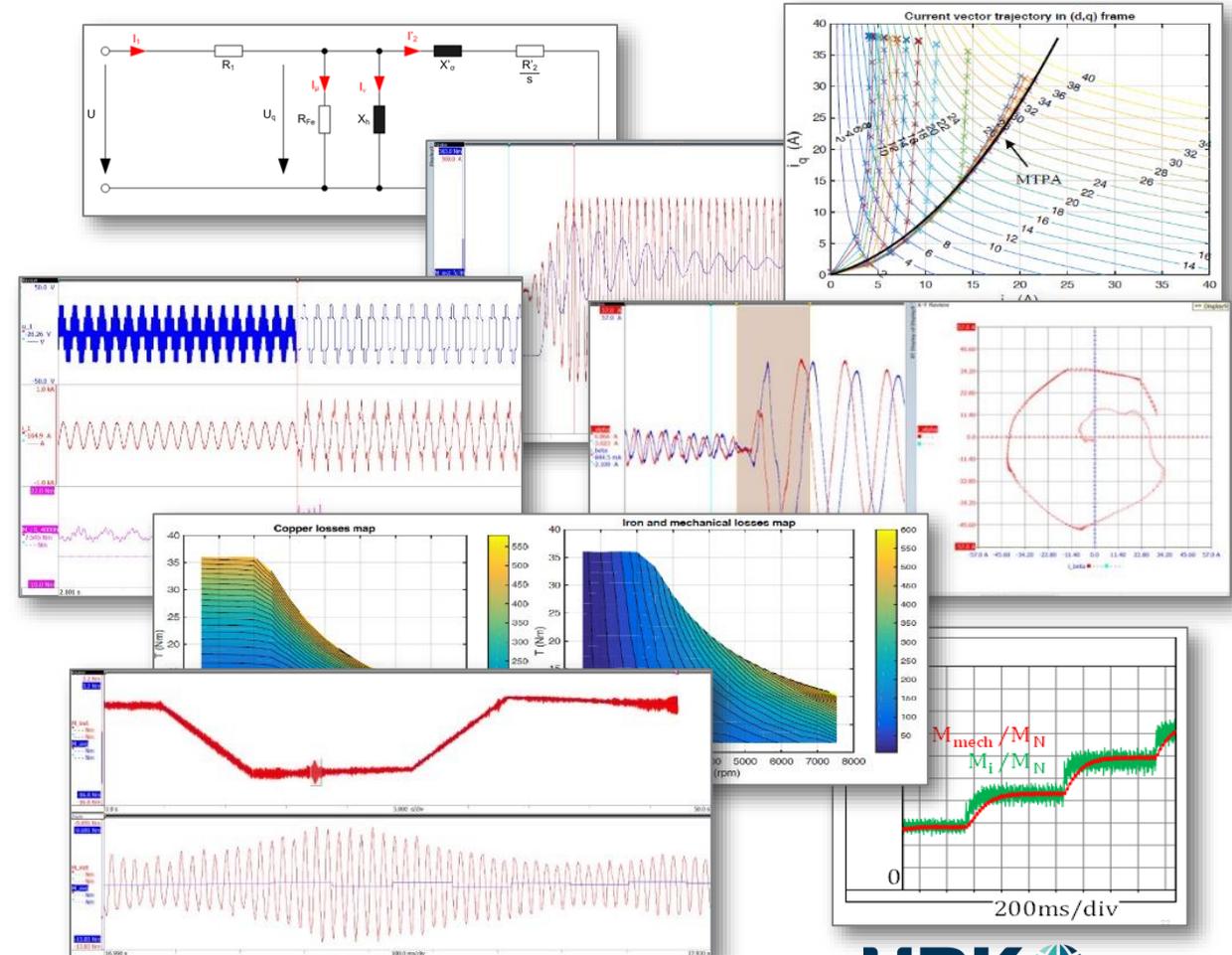
- 293 points de fonctionnement
  - 20 vitesses différentes
  - 17 consignes de couple différentes
- Chaque point de fonctionnement :
  - 100 ms d'enregistrement de 0,5 à 5s selon la machine pour passer au point suivant

**→ En 30 minutes maximum, la cartographie moteur est faite!**



# Analyses en post process

- L'analyse avancée est directement possible à partir de l'éditeur de formules dans Perception
- Exemple d'analyse moteur
  - Moteur équivalent
  - Pertes fer et cuivre
  - Courant de démarrage
  - Couple d'entrefer
  - Couple d'ondulation / Couple d'encoche
  - Effet de saturation
- Exemple d'analyse du convertisseur
  - THD
  - Fréquence de commutation
  - Méthode de modulation
  - Comportement
- Chaîne d'entraînement complète
  - Test WLTP



# Les domaines d'activités et applications de l'eDrive

# Domaines d'activités



Convertisseur de puissance



Moteur à courant alternatif



Pompe haute performance



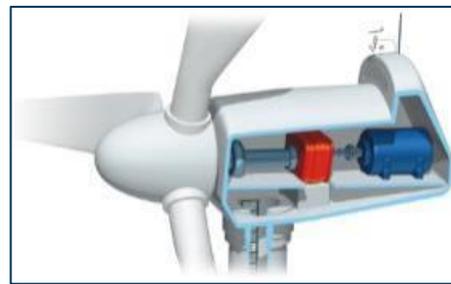
Véhicule électrique ou hybride



Moteur de bateau



élevateur à fourche électrique



Générateur électrique



Aéronautique



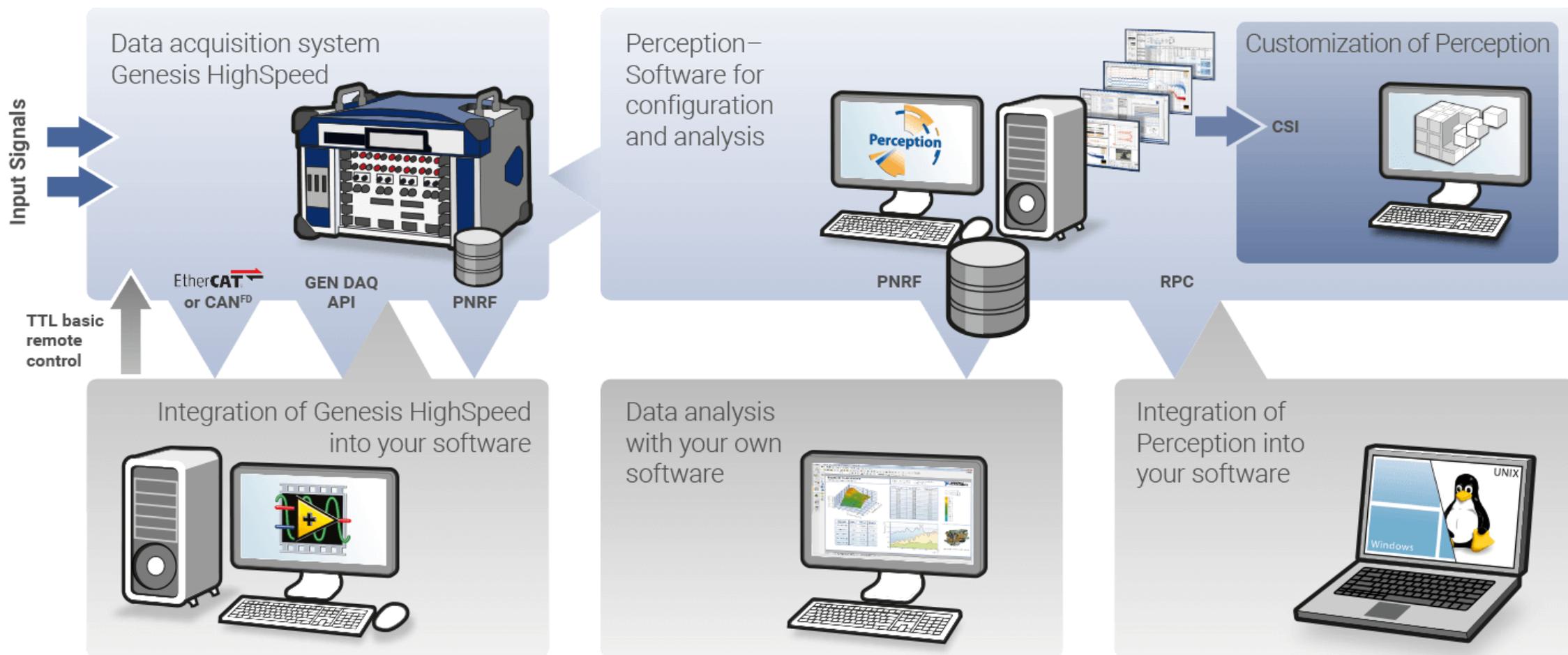
Ferroviaire

# Applications

- L'eDrive est appelé a être utilisé la où on en a besoin.
- En banc d'essais
- En embarqué
- Avec son disque dur intégré et son système d'exploitation alternatif, il est capable de de fonctionner en mode boîte noire avec une grande fiabilité



# Multiples solution d'interfaces et d'intégrations



**→ Ouverture et flexibilité totale en terme d'intégration**

# Différence entre l'eDrive et un analyseur de puissance classique

	eDrive base GN 610B	Analyseur de puissance classique
Nombre de voies de puissance	3 à 51	3 à 7
Gammes d'entrée	13 de 50mV à 1000V	Unique ou uniquement quelques une jusqu'à 1000V
Entrée courant	Via shunt externe, 13 calibres	Via shunt intégré, quelques calibres
Précision du calcul de puissance (DC) (lecture/pleine échelle)	0,02%/0,05%	0,02%/0,05%
Précision (V) @ 1kHz (lecture/pleine échelle)	0,05%/0,05%	0,03%/0,04%
Précision (V) @ 160kHz (lecture/pleine échelle)	1%/0,05%	1%/0,5%
Calculs de puissance	U, I, P, Q, S, cos $\phi$ , facteur de puissance (signaux et fondamentale) + couple, vitesse, puissance mécanique et rendement	U, I, P, Q, S, cos $\phi$ , facteur de puissance (signaux et fondamentale) + couple, vitesse, puissance mécanique et rendement
Calculs avancés	THD, harmoniques, phaseurs...	THD, harmoniques, phaseurs...
Analyses eDrive	Vecteur spatial, dq0, cartographie moteur, ondulation de couple, FEM,	Aucune
Echantillonnage	200kHz à 2MHz pour les applications standards, carte allant jusqu'à 250MHz	200kHz à 10MHz
Résolution	De 14 à 18 bits selon les cartes	De 12 à 16 bits selon les modèles
Bande passante	De 1MHz à 50MHz	Quelques MHz
Couple & vitesse	De 1 à 6	De 1 à 2
Analyses mécaniques	Ondulation de couple, vibration torsionnelle	Aucune
Bus	CAN, CAN-FD, Ethercat	Aucun voir limité en données
Enregistrement des données brutes	Temps réel sur SSD sans limite de taille	Mémoire tampon téléchargeable, lent, taille de fichier limité
Résultats des calculs	Jusqu'à 2000 par seconde, par demi cycle	Moyenne sur 1 à 30s
API de développement	Oui très étendu	Limité si existant
Autres entrées	Accéléromètres, T°C...	Aucun
Post process, vérification et analyse	Utilisation de toutes les données brutes enregistrées pendant l'essai	Aucun sur le système à demeure

# Les bénéfices pour l'utilisateur final à utiliser un système eDrive en comparaison aux solutions classiques utilisées en EPT.

# Les bénéfices de l'eDrive

- Avant tout un système à calculs temps réels réalisés par les cartes qui garantit la même performance indépendamment du nombre de voies.
- Un seul et même système pour la mesure en banc d'essais, en embarqué et à l'extérieur.
- Un système modulaire et évolutif capable de conditionner toutes les grandeurs physiques en un même système et de garantir une synchronisation  $< 0,1\mu\text{s}$ .
- Un enregistrement continu et à très haute vitesse de toutes les grandeurs physiques ainsi que les calculs.
- Le contrôle de la détection de cycle permet de valider un essai ainsi que tous les calculs de puissance et rendements, de manière très simple et rapide.
- Tous les calculs générés par les scénarios sont librement consultables pour vérification, éditables pour adaptation et complétés si nécessaire par ses propres besoins.

# Les bénéfices de l'eDrive

- Un système capable de s'intégrer dans n'importe quelle architecture, communication bus CAN, CAN-FD, Ethercat, Ethernet TCP/IP, API, RPC...
- De nombreuses fonctions de calculs temps réels qui permettent de simplifier l'expertise du système en cas de problèmes. Le système est capable de fonctionner comme un analyseur de puissance classique et en cas de besoin, à chaque instant, sur un simple clic, le système peut fonctionner comme un appareil d'investigation en utilisant les même signaux, il n'y a plus de doute sur la véracité de la mesure effectuée.
- Le système eDrive, grâce à ses nombreuses fonctions incluses, vous permet d'avoir des résultats plus rapides, d'occuper vos bancs d'essais moins longtemps et en finalité de développer votre système plus rapidement et dans de meilleures conditions.
- Du capteur au rapport d'essais, HBM est l'unique constructeur et fournisseur de votre chaîne de mesure. Un seul interlocuteur pour tous vos essais.
- De même pour le suivi métrologique de votre chaîne de mesure, HBM est votre seul et unique interlocuteur

# Thank You

Nicolas DI POL

PUBLIC

[www.hbkworld.com](http://www.hbkworld.com) | © HBK – Hottinger, Brüel & Kjær | All rights reserved

