



Manuel sur la force et le couple (F/T)

Introduction

Ce manuel est une compilation de plusieurs sections modulaires consacrées à un système de capteurs F/T. Ces sections modulaires sont présentées dans l'ordre suivant et fournissent les informations suivantes :

A. Introduction

Cette section comprend les coordonnées d'un représentant ATI, les consignes générales de sécurité ainsi que les conditions générales de vente. La référence ATI de cette section du manuel modulaire est : 9620-05-A-Introduction.

B. Capteur

Cette section contient des informations sur le boîtier mécanique du capteur.

Le contenu comprend une présentation du produit, des instructions d'installation, des informations de fonctionnement, des

, des conseils de dépannage et les caractéristiques techniques.

Le numéro de document ATI correspondant à cette section du manuel modulaire est : 9620-05-B-XX (XX = nom du modèle de capteur).

C. Version de l'interface de communication

Cette section contient des informations sur les caractéristiques électriques et logicielles d'une version spécifique d'interface de communication. Parmi les exemples de versions d'interface de communication, on peut citer EtherCAT, Ethernet et RS422. Cette section comprend également des informations sur les câbles.

Le numéro de document ATI correspondant à cette section du manuel modulaire est : 9620-05-C-XX (XX = version de l'interface de communication).

D. Application personnalisée

Cette section contient des informations supplémentaires nécessaires au fonctionnement du système de capteurs dans le cadre d'une application personnalisée. Le numéro de document ATI correspondant à cette section du manuel modulaire est : 9620-05-D-XX (XX = application personnalisée).

A. Introduction

Veuillez contacter ATI Industrial Automation pour toute question concernant un modèle particulier.



AVERTISSEMENT : N'utilisez les produits ATI que pour les applications approuvées par le fabricant. L'utilisation des produits ATI dans des applications autres que celles prévues par le fabricant peut entraîner des dommages matériels et des blessures corporelles.



ATTENTION : Ce manuel décrit le fonctionnement, les applications et les consignes de sécurité relatives à ce produit. Il est impératif de lire et de comprendre ce manuel avant toute tentative d'installation ou d'utilisation du produit, sous peine de l'endommager ou de créer

Les informations contenues dans ce document sont la propriété d'ATI Industrial Automation, Inc. (ATI) et ne peuvent être reproduites, en tout ou en partie, sans l'autorisation écrite préalable d'ATI. Les informations contenues dans ce document sont susceptibles d'être modifiées sans préavis. Ce manuel est révisé périodiquement afin de refléter et d'intégrer les modifications apportées au produit.

Les informations contenues dans le présent document sont confidentielles et réservées exclusivement aux clients et aux agents agréés d'ATI Industrial Automation ; elles ne peuvent être divulguées à aucun tiers sans l'accord écrit préalable d'ATI. Aucune garantie, y compris les garanties implicites, n'est donnée quant à l'exactitude du présent document ou à l'adéquation de cet appareil à une application particulière. ATI Industrial Automation ne saurait être tenue responsable des erreurs contenues dans le présent document ni des dommages accessoires ou indirects qui pourraient en résulter. ATI Industrial Automation se réserve également le droit d'apporter des modifications au présent manuel à tout moment et sans préavis.

ATI décline toute responsabilité en cas d'erreurs ou d'omissions dans ce document.

Copyright© (2022) par ATI Industrial Automation. Tous droits réservés.

Remarque :

Veuillez lire le manuel avant de contacter le service client et vous munir des informations suivantes :

1. Numéro de série, par exemple : FT01234
2. Modèle, par exemple : Axia130-M125
3. Étalonnage, par exemple : SI-800-50 ou SI-2000-125
4. Description précise et complète de la question ou du problème
5. Informations sur l'ordinateur et les logiciels, par exemple : système d'exploitation, type de PC, pilotes et logiciels d'application

Si possible, restez à proximité du système F/T lorsque vous appelez.

Veuillez contacter un représentant ATI pour obtenir de l'aide, si nécessaire :

Vente, service après-vente et informations sur les produits ATI :

ATI Industrial Automation

1031 Goodworth Drive
Apex, NC 27539 États-Unis

www.ati-ia.com

Tél. : +1 919 772 0115

Fax : +1 919 772 8259

Ingénierie d'application

Tél. : +1 919 772 0115, poste 511

Fax : +1 919 772 8259

E-mail : ft.support@novanta.com

Assistance 24 h/24, 7 j/7 : +1 855 ATI-IA 00 (+1 855-284-4200)

1. Sécurité

La section consacrée à la sécurité décrit les consignes générales de sécurité à respecter avec ce produit, explique les avertissements figurant dans ce manuel et présente les précautions de sécurité applicables au produit. Les avertissements spécifiques au produit sont intégrés dans les différentes sections de ce manuel (lorsqu'ils s'appliquent).

1.1 Explication des mentions

Ces avertissements figurent dans tous les manuels ATI et ne sont pas spécifiques à ce produit. L'utilisateur doit respecter tous les avertissements émis par le fabricant du robot et/ou par les fabricants des autres composants utilisés dans l'installation.



DANGER : Avertissement concernant des informations ou des instructions dont le non-respect entraînera la mort ou des blessures graves. Cet avertissement fournit des informations sur la nature de la situation dangereuse, les conséquences si le danger n'est pas évité, ainsi que la méthode permettant d'éviter cette situation.



AVERTISSEMENT : Information ou consigne dont le non-respect pourrait entraîner la mort ou des blessures graves. Cette information précise la nature d'une situation dangereuse, les conséquences si le danger n'est pas évité, et la méthode permettant d'éviter cette situation.



ATTENTION : Avis contenant des informations ou des consignes dont le non-respect pourrait entraîner des blessures modérées ou endommager l'équipement. Cet avis fournit des informations sur la nature de la situation dangereuse, les conséquences du non-respect de la consigne et la méthode permettant d'éviter

AVIS : Information ou instruction spécifique concernant l'entretien, le fonctionnement, l'installation ou la mise en service du produit ; le non-respect de ces consignes peut entraîner des dommages matériels. Cet avis peut notamment mettre l'accent sur les types de graisse spécifiques, les meilleures pratiques d'utilisation et les conseils d'entretien, sans s'y limiter.

1.2 Consignes générales de sécurité

Le client doit vérifier que le capteur sélectionné est adapté aux charges et couples maximaux prévus pendant le fonctionnement. Les forces statiques étant inférieures aux forces dynamiques résultant de l'accélération ou de la décélération du robot, il convient de tenir compte des charges dynamiques générées par le robot.

2. Conditions générales de vente

Les conditions générales suivantes complètent et intègrent une partie des Conditions générales standard d'ATI, , qui sont conservées dans les archives d'ATI et disponibles sur simple demande.

ATI garantit à l'Acheteur que les changeurs d'outils robotisés achetés dans le cadre du présent contrat seront exempts de tout défaut de matériau et de fabrication dans des conditions normales d'utilisation pendant une période de trois (3) ans à compter de la date d'expédition. La période de garantie pour les réparations effectuées dans le cadre d'une autorisation de retour de marchandise (RMA) correspondra à la durée de la garantie initiale ou à quatre-vingt-dix (90) jours à compter de la date d'expédition du produit réparé, la période la plus longue étant retenue.

ATI décline toute responsabilité au titre de la présente garantie, sauf si : (a) ATI reçoit une notification écrite du défaut invoqué, accompagnée d'une description de celui-ci, dans les trente (30) jours suivant la découverte du défaut par l'Acheteur et, en tout état de cause, au plus tard le dernier jour de la période de garantie ; et (b) l'article défectueux est reçu par ATI au plus tard dix (10) jours après le dernier jour de la période de garantie. La responsabilité totale d'ATI et le seul recours de l'Acheteur au titre de la présente garantie se limitent à la réparation ou au remplacement, au choix d'ATI, de la pièce ou de l'article défectueux ou, au choix d'ATI, au remboursement du prix payé pour l'article. La garantie susmentionnée ne s'applique pas aux défauts ou défaillances résultant d'une installation, d'une utilisation, d'un entretien ou d'une réparation incorrects effectués par toute personne autre qu'ATI.

ATI ne saurait en aucun cas être tenue responsable de dommages accessoires, indirects ou particuliers de quelque nature que ce soit, même si ATI a été informée de la possibilité de tels dommages. La responsabilité globale d'ATI ne dépassera en aucun cas le montant payé par l'Acheteur pour l'article faisant l'objet de la réclamation ou du litige. ATI décline toute responsabilité quant à la défaillance de tout équipement ou autre article non fourni par ATI.

Aucune action à l'encontre d'ATI, quelle qu'en soit la forme, découlant de ou liée de quelque manière que ce soit aux produits ou services fournis en vertu des présentes, ne pourra être intentée plus d'un (1) an après la survenance du fait générateur de l'action.

Aucune déclaration ni aucun accord modifiant ou étendant les dispositions relatives à la garantie et à la limitation des recours contenues dans les présentes n'est autorisé par ATI et ne peut être invoqué comme ayant été autorisé par ATI, sauf s'il est formulé par écrit et signé par un dirigeant d'ATI.

Sauf accord écrit contraire d'ATI, tous les modèles, dessins, données, inventions, logiciels et autres technologies créés ou développés par ATI dans le cadre de la fourniture des produits et services visés par les présentes, ainsi que tous les droits y afférents en vertu de tout brevet, droit d'auteur ou autre loi protégeant la propriété intellectuelle, sont et restent la propriété d'ATI. La vente de produits ou de services au titre des présentes ne confère aucune licence, expresse ou implicite, au titre d'un brevet, d'un droit d'auteur ou de tout autre droit de propriété intellectuelle détenu ou contrôlé par ATI, qu'elle concerne les produits vendus ou tout autre sujet, à l'exception de la licence expressément accordée ci-dessous.

Dans le cadre de la fourniture des produits et services prévus aux présentes, ATI peut communiquer ou divulguer à l'Acheteur des informations confidentielles et exclusives d'ATI relatives à la conception, au fonctionnement ou à d'autres aspects des produits d'ATI. Entre ATI et l'Acheteur, la propriété de ces informations, y compris, sans s'y limiter, tout logiciel fourni à l'Acheteur par ATI, reste acquise à ATI, et ces informations sont concédées sous licence à l'Acheteur uniquement pour qu'il puisse les utiliser dans le cadre de l'exploitation des produits fournis par ATI en vertu des présentes, au sein de ses opérations commerciales internes.

Sans l'autorisation écrite préalable d'ATI, l'Acheteur s'engage à ne pas utiliser ces informations à d'autres fins, ni à les communiquer ou à les mettre à la disposition de tiers de quelque manière que ce soit. L'Acheteur s'engage à prendre toutes les précautions raisonnables pour empêcher toute utilisation ou divulgation non autorisée de ces informations.

L'Acheteur ne saurait être tenu responsable au titre des présentes en ce qui concerne la divulgation ou l'utilisation d'informations qui : (a) relèvent du domaine public au moment de leur réception de la part d'ATI ; (b) sont publiées par la suite ou entrent autrement dans le domaine public sans faute de la part de l'Acheteur ; (c) sont en possession de l'Acheteur avant leur réception de la part d'ATI ; (d) ont été obtenues légalement par l'Acheteur auprès d'un tiers habilité à les divulguer ; ou (f) doivent être divulguées en vertu d'une décision judiciaire ou d'une autre autorité publique, à condition que, s'agissant de ces divulgations obligatoires, l'Acheteur en informe préalablement ATI et utilise tous les moyens légalement disponibles pour préserver la confidentialité de ces informations.



Sano74

Manuel du capteur F/T



Référence du document : 9620-05-B-Sano74

Produits techniques pour la productivité robotique

Pinnacle Park • 1031 Goodworth Drive • Apex, NC 27539 • Tél. : +1 919-772-0115 • Fax : +1 919-772-8259 • www.ati-ia.com

Avant-propos

Les informations contenues dans le présent document sont la propriété d'ATI Industrial Automation, Inc. et ne peuvent être reproduites, en tout ou en partie, sans l'autorisation écrite préalable d'ATI Industrial Automation, Inc. Les informations contenues dans le présent document sont susceptibles d'être modifiées sans préavis et ne doivent pas être interprétées comme un engagement de la part d'ATI Industrial Automation, Inc. Ce manuel est révisé périodiquement afin de refléter et d'intégrer les modifications apportées au système F/T.

ATI Industrial Automation, Inc. décline toute responsabilité en cas d'erreurs ou d'omissions dans le présent document.

Copyright © (2023) par ATI Industrial Automation, Inc., Apex, Caroline du Nord, États-Unis. Tous droits réservés. Publié aux États-Unis.

Les systèmes de détection F/T d'ATI sont considérés comme des composants ou des produits semi-finis destinés à être intégrés dans des systèmes, des appareils ou des produits finis de plus grande envergure.

Étant donné que les produits d'ATI Industrial Automation, Inc. (ATI) sont destinés à être utilisés avec des machines robotisées et/ou automatisées, ATI déconseille l'utilisation de ses produits dans des applications où la défaillance ou le dysfonctionnement d'un composant ou d'un système ATI pourrait mettre la vie en danger ou entraîner un risque de blessure. Toute personne qui utilise ou intègre des composants ATI dans un système susceptible de mettre la vie en danger doit obtenir l'accord préalable d'ATI, après avoir garanti à ATI qu'un dysfonctionnement d'un composant ATI ne présente aucune menace directe ou indirecte de blessure ou de décès, et (même si cet accord est donné) devra indemniser ATI de toute réclamation, perte, responsabilité et frais connexes découlant de toute blessure ou de tout décès résultant de l'utilisation des composants ATI.

Toutes les marques déposées appartiennent à leurs propriétaires respectifs.

Remarque :

Veuillez lire le manuel avant d'appeler le service client et vous munir des informations suivantes :

1. Numéro de série, par exemple : FT01234.
2. Modèle du capteur, par exemple : Sano74.
3. Étalonnage, par exemple : SI-130-10.
4. Description précise et complète de la question ou du problème.
5. Informations sur l'ordinateur et les logiciels (système d'exploitation, type d'ordinateur, pilotes, et toute autre information pertinente concernant la configuration de l'application).

Si possible restez à proximité du système F/T lorsque vous appelez
Veuillez contacter un représentant ATI pour obtenir de l'aide, si nécessaire :

Ventes, service après-vente et informations sur les produits ATI :

ATI Industrial Automation, une société du groupe *Novanta*

1031 Goodworth Drive,

Apex, NC 27539, États-

Unis

Tél. : +1 919-772-0115 • Fax : +1 919-772-8259 • www.ati-ia.com

Ingénierie d'application

E-mail : ft.support@novanta.com

Table des matières

Glossaire	B-4
1. Sécurité.....	B-6
1.1 Explication des notifications	B-6
1.2 Consignes générales de sécurité	B-6
1.3 Précautions de sécurité	B-7
2. Présentation du produit.....	B-8
3. Installation	B-9
3.1 Interface Plaques	B-10
3.2 Installation des capteurs	B-11
3.3 Contrôle de la précision F/T	B-14
3.4 Contrôle de la précision de l'IMU.....	B-15
3.5 Procédure d'étalonnage dynamique de l'IMU	B-15
3.5.1 Étalonnage dynamique de l'accéléromètre	B-15
3.5.2 Étalonnage dynamique du gyroscope	B-16
3.5.3 Enregistrement d'un étalonnage	B-16
3.6 Détection des variations de sensibilité	B-17
4. Fonctionnement.....	B-18
4.1 Environnement du capteur	B-18
4.2 Biais	B-18
4.3 Conditions de surveillance	B-18
4.4 Comportement des LED	B-18
5. Maintenance.....	B-19
5.1 Inspection périodique	B-19
5.2 Étalonnage périodique des plages de détection F/T.....	B-19
6. Dépannage	B-20
6.1 Conseils de base pour le dépannage	B-21
7. Caractéristiques techniques	B-24
8. Plans	B-24
9. Conditions générales de vente	B-25

Glossaire

Terme	Définition
Accéléromètre	Dispositif intégré aux capteurs Sano d'ATI qui mesure l'accélération. Les capteurs Sano d'ATI utilisent un accéléromètre de type système micro-électro-mécanique (MEMS).
Biais	Le réglage du biais est utile pour éliminer les effets de la gravité (poids de l'outil) ou d'autres forces agissantes. Lorsque la fonction de biais est utilisée, le logiciel recueille des données sur les forces et les couples qui s'exercent actuellement sur le capteur et utilise ces mesures comme référence pour les mesures futures. Cette référence sera soustraite des mesures futures avant leur transmission. Le biais peut également être appelé « remise à zéro » ou « tare » du capteur.
Étalonnage	Définit une plage de mesure ou de détection spécifique pour un capteur donné. L'étalonnage est également le processus consistant à mesurer la réponse brute d'un transducteur aux charges et à générer les données utilisées pour convertir cette réponse en forces et couples.
Charge complexe	Toute charge qui n'est pas strictement uniaxiale.
Versions de l'interface de communication	La norme logicielle utilisée par l'appareil du client pour activer les fonctionnalités du capteur et permettre à ce dernier de transmettre des données, par exemple : EtherCAT, RS422 et Ethernet.
Système de coordonnées	Voir « Origine du repère de référence de détection ».
Méthode du cube	Méthode d'étalonnage dynamique d'un accéléromètre dans laquelle l'utilisateur final oriente un appareil dans quatre à six positions distinctes et le maintient dans chaque position pendant au moins une seconde.
Débit de données	Vitesse à laquelle les données peuvent être transmises sur un réseau.
Force	Une force est une action de poussée ou de traction exercée sur un objet, résultant d'une interaction avec un autre objet. Force = masse × accélération.
FS	« Full-Scale » (pleine échelle) désigne les limites d'une plage d'étalonnage ou de détection donnée.
F/T	Force/Couple.
F_{xy}	Vecteur de force résultant composé des composantes F_x et F_y .
g	La force G, ou équivalent de la force gravitationnelle, est une force spécifique à la masse exprimée en unités de gravité standard.
Gyroscope	Dispositif intégré aux capteurs Sano d'ATI qui mesure l'orientation et la vitesse angulaire. Les capteurs Sano d'ATI utilisent un gyroscope de type système micro-électro-mécanique (MEMS).
Hystérésis	Une source d'erreur de mesure due aux effets résiduels des charges précédemment appliquées.
Plaque d'interface	Plaque distincte permettant de fixer le capteur à une autre surface. Les plaques d'interface sont souvent utilisées lorsque la disposition des trous de fixation du capteur ne correspond pas à celle du bras de robot ou de l'outillage du client. La plaque d'interface comporte deux dispositions de trous de fixation, une de chaque côté de la plaque. Un côté est destiné au capteur. L'autre côté est destiné au bras de robot ou à l'outillage du client.
IMU	Une unité de mesure inertielle (IMU) est un dispositif qui détecte l'accélération et la vitesse angulaire (données gyroscopiques).
Indice de protection contre les infiltrations (IP2X)	Le capteur est classé IP2X, ce qui empêche les corps étrangers de taille inférieure à 0,49 pouce ou 12,5 mm de pénétrer dans l'appareil. L'utilisateur final doit protéger le capteur contre la pénétration d'eau ou d'autres liquides.

Appareil maître	Un appareil fourni par le client, tel qu'un ordinateur personnel, un robot ou un automate programmable (API), compatible avec une interface de communication spécifique.
-----------------	--

Terme	Définition
Incertitude de mesure	Souvent appelée « précision », l'« incertitude de mesure » correspond à l'erreur maximale entre la valeur mesurée et la charge réelle. L'incertitude de mesure est exprimée en pourcentage de la plage de mesure pleine échelle pour un modèle de capteur et une plage d'étalonnage donnés. Cette valeur tient compte de multiples sources d'erreur. Le certificat d'étalonnage du capteur indique le pourcentage d'incertitude de mesure. Pour plus d'informations, reportez-vous à la section 2.2 : « Incertitude de mesure » du document « Foire aux questions » (FAQ) disponible à l'adresse suivante : https://www.atia.com/library/documents/FT_FAQ.pdf .
Couplage mécanique	Lorsqu'un objet externe, tel qu'un outillage client ou un équipement auxiliaire, entre en contact avec la surface d'un capteur entre le côté fixation et le côté outil du capteur.
Sans objet	Sans objet
Surcharge	Situation dans laquelle la charge appliquée au transducteur dépasse sa capacité de mesure. Cela entraîne une saturation.
Référence	Référence
Cycle d'alimentation	Action consistant à couper puis à rétablir l'alimentation d'un appareil.
Résolution	La plus petite variation de charge pouvant être mesurée. La résolution est généralement bien inférieure à la précision.
Fréquence d'échantillonnage	Vitesse à laquelle les données analogiques du capteur sont converties en échantillons numériques par le convertisseur analogique-numérique (CAN).
Saturation	État dans lequel le transducteur ou le matériel d'acquisition de données est soumis à une charge ou à un signal dépassant sa plage de détection.
Origine du référentiel de détection	Point du capteur à partir duquel toutes les données F/T et IMU sont mesurées.
Capteur	Composant qui convertit une charge détectée en signaux électriques.
Système de capteurs (ou configuration)	L'ensemble complet, composé d'un corps de capteur et d'une interface système permettant de convertir les signaux de force et de couple en une interface ou un protocole de communication spécifique.
Plaque d'adaptation d'outil (ou TAP)	Élément de surface permettant de fixer l'outillage du client sur la face d'outillage (face de détection) du capteur.
Couple	Application d'une force par l'intermédiaire d'un levier ou d'un bras de levier qui provoque une tendance à la rotation. Par exemple, un utilisateur applique un couple à une vis pour la faire tourner. Couple = force × longueur du bras de levier.
T_{xy}	Vecteur de couple résultant composé des composantes T_x et T_y .

1. Sécurité

La section consacrée à la sécurité décrit les consignes générales de sécurité à respecter lors de l'utilisation de ce produit, fournit des explications sur les mentions figurant dans ce manuel et présente les précautions de sécurité applicables au produit. Les mentions spécifiques au produit sont intégrées dans les différentes sections de ce manuel (lorsqu'elles s'appliquent).

1.1 Explication des mentions

Ces mentions figurent dans tous les manuels ATI et ne sont pas spécifiques à ce produit. L'utilisateur doit respecter toutes les mentions du fabricant du robot et/ou des fabricants des autres composants utilisés dans l'installation.



DANGER : Avertissement signalant que le non-respect des informations ou des instructions peut entraîner la mort ou des blessures graves. L'avertissement fournit des informations sur la nature de la situation dangereuse, les conséquences si le danger n'est pas évité, et la méthode permettant d'éviter cette situation.



AVERTISSEMENT : Avis contenant des informations ou des consignes dont le non-respect pourrait entraîner la mort ou des blessures graves. Cet avis fournit des informations sur la nature de la situation dangereuse, des conséquences si le danger n'est pas évité, ainsi que de la



ATTENTION : Information ou consigne dont le non-respect pourrait entraîner des blessures modérées ou endommager l'équipement. Cette mention fournit des informations sur la nature de la situation dangereuse, les conséquences si le danger n'est pas évité et la méthode permettant d'éviter cette situation.

AVIS : Information ou instruction spécifique concernant l'entretien, le fonctionnement, l'installation ou la mise en service du produit ; le non-respect de ces consignes peut entraîner des dommages matériels. Cet avis peut notamment mettre l'accent sur : les types de graisse spécifiques, les meilleures pratiques d'utilisation et les conseils d'entretien.

1.2 Consignes générales de sécurité

Le client doit vérifier que le capteur est conçu pour supporter la charge et le couple maximaux prévus pendant le fonctionnement. Les forces statiques étant inférieures aux forces dynamiques résultant de l'accélération ou de la décélération du robot, il convient de tenir compte des charges dynamiques générées par le robot.

1.3 Précautions de sécurité



ATTENTION : toute modification ou tout démontage du capteur peut entraîner des dommages et annuler la garantie. Utilisez les gabarits de perçage fournis sur les faces de montage et d'outillage du capteur pour installer ce dernier sur le robot et pour fixer l'outillage du client au capteur. Pour plus d'informations, reportez-vous



ATTENTION : Le fait d'introduire un objet dans les ouvertures du capteur endommage l'instrumentation. Évitez d'introduire un objet dans les ouvertures du capteur.



ATTENTION : Ne surchargez pas le capteur. Le dépassement des valeurs de surcharge sur un seul axe du capteur entraîne des dommages irréparables.



ATTENTION : Le capteur doit être protégé contre les chocs et les charges de choc dépassant les plages nominales pendant le transport, car ces chocs peuvent nuire aux performances du capteur. Reportez-vous à [la section 7 — Caractéristiques techniques](#) pour plus d'informations sur les plages nominales.

2. Présentation du produit

Le capteur de force/couple (F/T) Sano74 est destiné à être utilisé avec la robotique chirurgicale et est idéal pour les applications orthopédiques telles que la navigation robotique guidée à la main et la coupe ou le perçage à force contrôlée. Le Sano74 mesure six composantes de force et de couple ($F_x \setminus F_y \setminus F_z \setminus T_x \setminus T_y \setminus T_z$). Une unité de mesure inertielle (IMU) intégrée fournit des mesures d'accélération triaxiale et de vitesse angulaire. Le capteur transmet ces données à un appareil tel qu'un ordinateur personnel, un robot ou un automate programmable (PLC). Pour plus d'informations sur l'interface de communication, reportez-vous au manuel correspondant indiqué dans [le tableau 2.1](#). Pour les spécifications du produit, reportez-vous à [la section 7 — Spécifications](#).

La plaque d'adaptation de montage du capteur (MAP) se fixe à un support rigide ou à un robot. La plaque d'adaptation d'outil (TAP) se fixe à l'outillage du client. Pour connaître les schémas de perçage et les dimensions spécifiques des plaques MAP et TAP, se reporter à [la section 8 — Plans](#). Si le capteur ne présente pas le même schéma de perçage que les côtés de montage ou d'outil, se reporter à [la section 3.1 — Plaques d'interface](#).

Avant l'installation, les utilisateurs finaux doivent retirer la plaque de protection qui protège les composants internes pendant le stockage et le transport. Les clients fournissent et raccordent les câbles aux connecteurs situés sur la carte mère du capteur. Une fente sur le côté du boîtier permet de voir les LED de communication et d'état situées sur la carte mère. Au centre du capteur se trouve un trou de 20 mm destiné au passage des câbles et facilitant l'intégration. Pour plus d'informations sur les connexions et les LED, reportez-vous au manuel correspondant indiqué dans [le tableau 2.1](#).

Figure 2.1 — Capteur Sano74 F/T

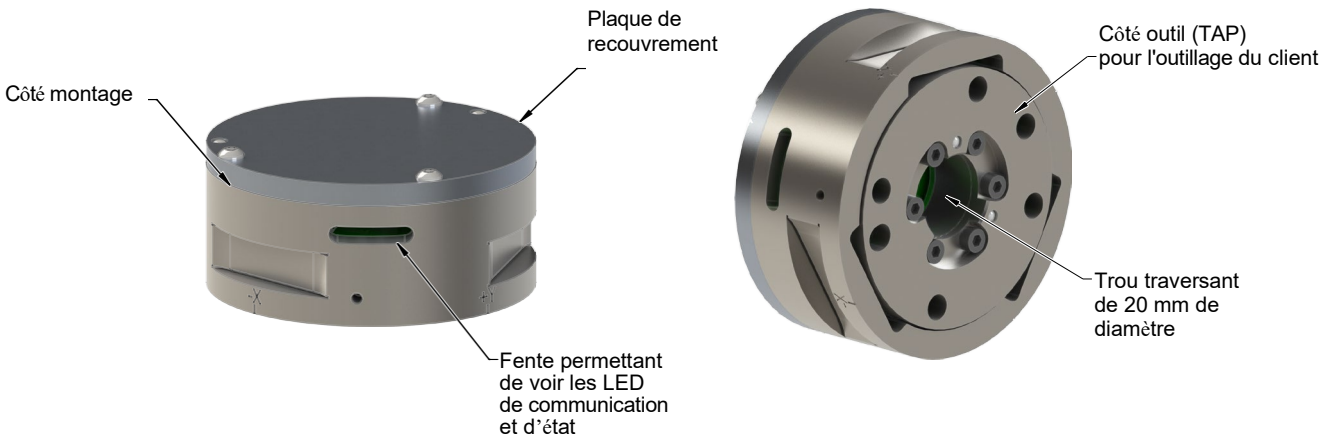


Tableau 2.1 — Manuels de communication Sano

Modèle de capteur Référence	Type de communication	Manuel ATI
9105-ECAT3-SANO74-M12	EtherCAT	9620-05-C-EtherCAT3 Sano

3. Installation



AVERTISSEMENT : Effectuer des opérations de maintenance ou de réparation sur le capteur alors que les circuits (par exemple : alimentation électrique, eau et air) sont sous tension peut entraîner la mort ou des blessures graves. Déchargez et vérifiez que tous les circuits sous tension sont hors tension conformément aux pratiques et politiques de sécurité



ATTENTION : Prévoyez une protection suffisante contre les surtensions afin d'éviter d'endommager le capteur. Le client ne doit pas exposer le capteur à des tensions ESD dépassant la plage de ± 8 kV.



ATTENTION : Afin d'éviter toute interférence électrique avec les applications situées à proximité, réduisez au minimum la distance entre le capteur et le système hôte où s'effectue le filtrage CEM.



ATTENTION : Évitez d'endommager le capteur par des décharges électrostatiques. Veillez à respecter les procédures de mise à la terre appropriées lors de la manipulation du capteur ou des câbles qui y sont raccordés. Le non-respect des procédures de mise à la terre



ATTENTION : Toute modification ou tout démontage du capteur peut l'endommager et entraîner l'annulation de la garantie. Utilisez le gabarit de boulons de fixation fourni ainsi que le gabarit de boulons de fixation latérale fourni pour fixer le capteur au robot et l'outillage client au capteur (reportez-vous au [plan fourni par le client](#)).

3.1 Plaques d'interface

La face de montage du capteur se fixe sur une surface telle que le bras du robot, tandis que la plaque d'adaptation d'outil (TAP) du capteur se fixe sur l'outillage du client. Si l'utilisateur final choisit de fournir ses propres plaques d'interface, il doit se reporter aux consignes de conception suivantes et au plan Sano74 (voir [la section 8 — Plans](#)).



ATTENTION : une installation incorrecte des plaques d'interface peut empêcher le capteur F/T de fonctionner correctement.



ATTENTION : L'outil du client ne doit entrer en contact qu'avec la plaque d'interface de l'outil. Si l'outil du client touche une autre partie du capteur, celui-ci ne détectera pas correctement les charges.

Si l'utilisateur final choisit de concevoir et de fabriquer une plaque d'interface, il doit tenir compte des points suivants :

- La plaque d'interface doit comporter des trous de boulons pour la fixation des éléments de fixation, ainsi qu'une goupille de centrage et un bossage permettant un positionnement précis par rapport au robot.
- L'épaisseur de la plaque d'interface doit permettre un engagement suffisant du filetage pour les éléments de fixation.
- Les éléments de fixation ne doivent pas gêner les composants électroniques internes du capteur. Pour le filetage
Pour la profondeur, les gabarits de montage et autres détails, se reporter à [la section 8 — Plans](#)
- N'utilisez pas de goupilles de centrage dont la longueur dépasse les spécifications, car elles empêcheraient la plaque d'interface de s'ajuster parfaitement contre le robot. Les éléments de fixation dont la longueur dépasse les spécifications créent un jeu entre les surfaces d'interface et provoquent des dommages.
- La plaque d'interface doit être aussi résistante, voire plus résistante, que le capteur afin que les valeurs maximales de force et de couple appliquées au capteur ne la déforment pas. Pour connaître ces valeurs de force et de couple, reportez-vous à [la section 7 — Caractéristiques techniques](#).
- La plaque d'interface doit offrir une surface de montage plane et parallèle pour le capteur.

3.2 Installation du capteur

Matériel nécessaire :

- Chiffon propre
- Frein-filet Loctite 222®
- Frein-filet Loctite 242®
- Frein-filet Loctite 7649® ou équivalent / apprêt
- Clé dynamométrique

Pièces

nécessaires :

- (8) vis de fixation, du capteur au robot :
 - Sano74-M12 : M3
- (4) vis de fixation, du capteur à l'outillage
 - Sano74-M12 : M6
- (En option) Câble plat flexible à 8 broches. Voir [le tableau 3.1.](#)
- (En option) Câble plat flexible à 6 broches. Voir [le tableau 3.1.](#)
- (En option) Câble avec connecteur SM à 8 broches. Voir [le tableau 3.1.](#)

Outils

nécessaires :

- Clés hexagonales.
 - Sano74-M12 : clés hexagonales de 2 mm, 2,5 mm et 5 mm
- Clé dynamométrique



ATTENTION : n'exercez pas de force excessive sur le capteur et le connecteur lors de l'installation, sous peine de les endommager.



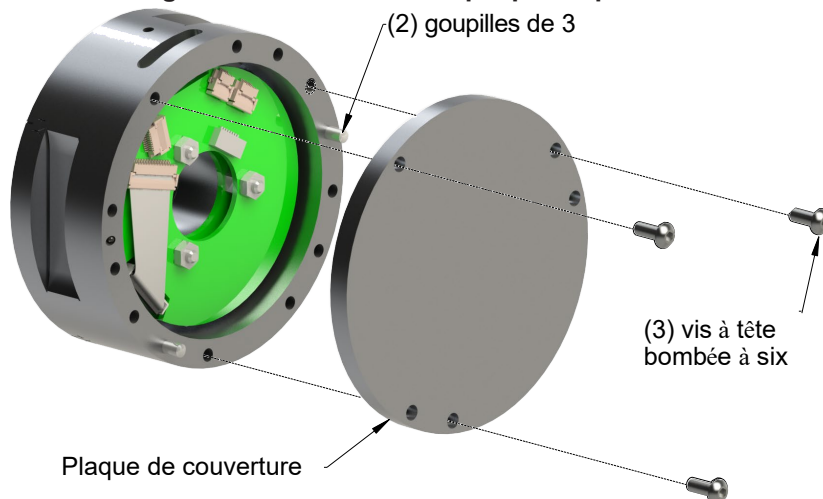
ATTENTION : l'utilisation de fixations dont la longueur dépasse la profondeur d'interface client entraîne une pénétration dans le boîtier du capteur, endommage les composants électroniques et annule la garantie.



ATTENTION : Le frein-filet appliqué sur les fixations ne doit pas être réutilisé. Les fixations risquent de se desserrer et d'endommager l'équipement. Appliquez toujours du frein-filet neuf lorsque vous réutilisez des fixations.

1. Retirez la plaque de protection :
 - a. À l'aide d'une clé hexagonale de 2 mm, retirez les (3) vis à tête cylindrique à six pans creux M3.
 - b. Retirez la plaque de protection du capteur.

Figure 3.1 — Retrait de la plaque de protection



2. Raccordez le ou les câbles fournis par le client au(x) connecteur(s) comme indiqué dans [le tableau 3.1](#).
Reportez-vous à [la figure 3.2](#)
pour localiser les connecteurs.

Figure 3.2 — Connecteurs du capteur Sano74

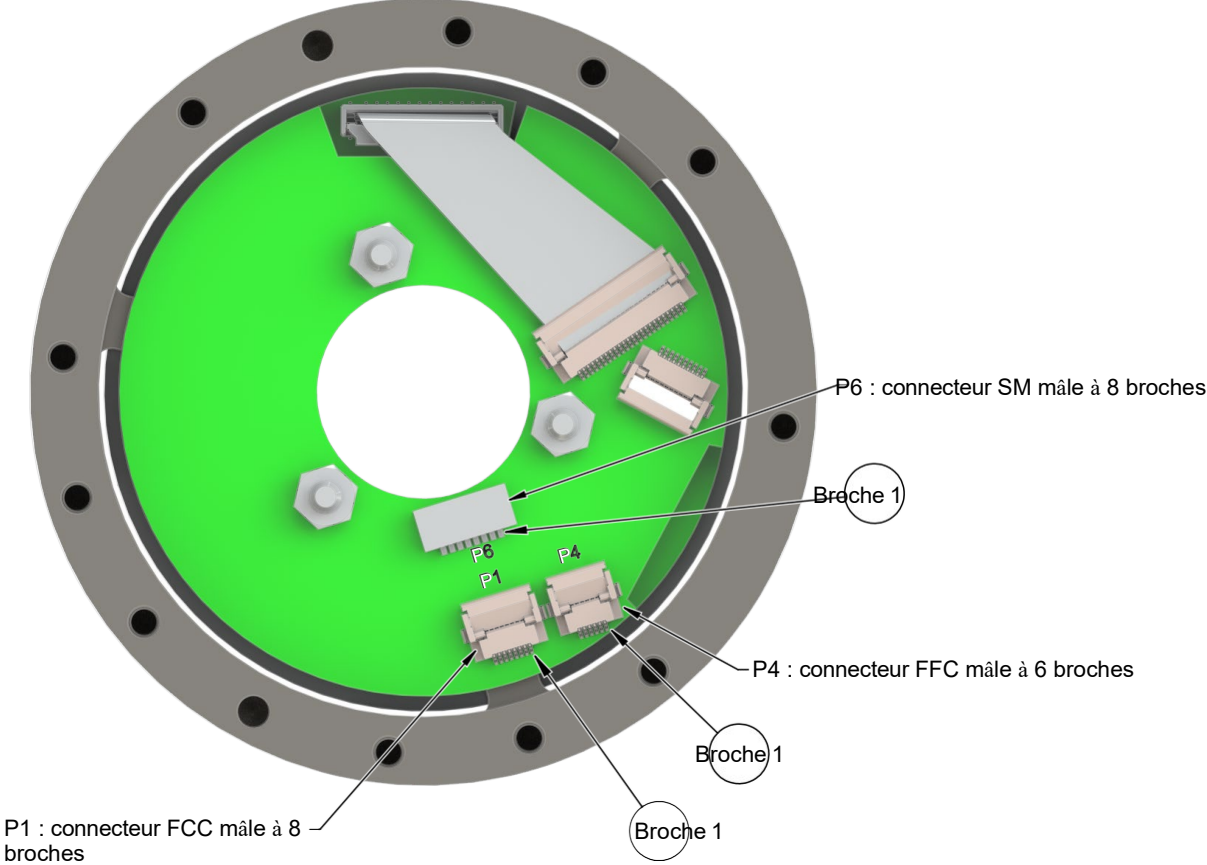


Tableau 3.1 — Brochage et signaux des connecteurs

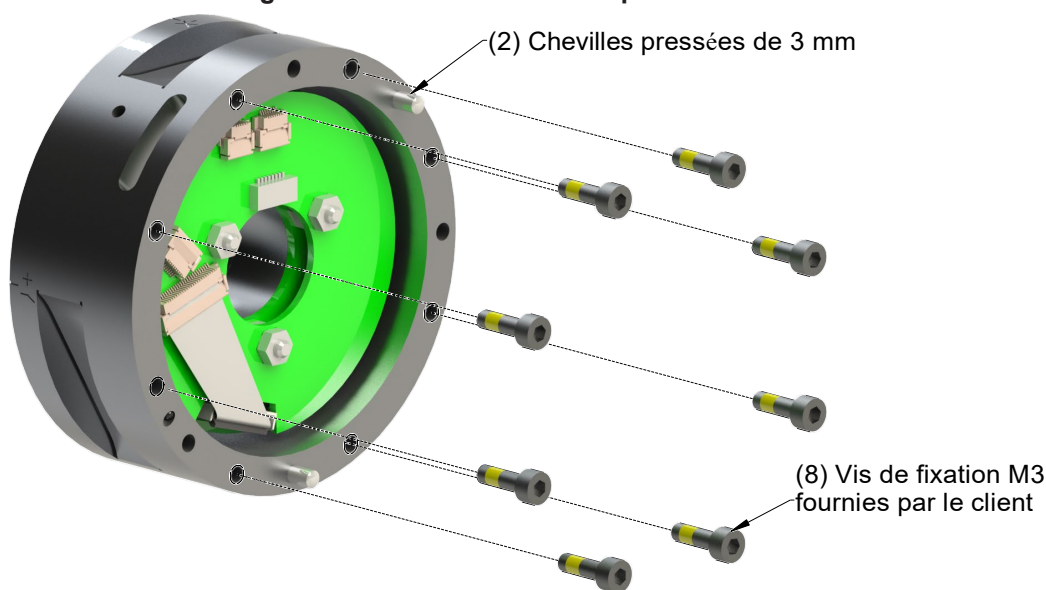
P1 : connecteur FFC mâle à 8 broches		P4 : connecteur FFC mâle à 6 broches		P6 : connecteur SM mâle à 8 broches	
Num éro de broche	Signal	Num éro de broche	Signal	Num éro de broche	Signal
1	SL0_VP	1	SL0_VP_Fused	1	SL0_VP
2	RS485 +	2	TX1 +	2	RS485 +
3	RS485 -	3	TX1 -	3	RS485 -
4	TX0 +	4	RX1 +	4	TX0 +
5	TX0 -	5	RX1 -	5	TX0 -
6	RX0 +	6	SL0_Masse	6	RX0 +
7	RX0 -	N/A	N/A	7	RX0 -
8	SL0_Sol	N/A	N/A	8	SL0_Masse

3. Nettoyez les surfaces de montage à l'aide d'un chiffon propre.

REMARQUE : L'interface de montage du client doit comporter (2) trous de 3 mm pour le positionnement des goupilles de centrage du côté MAP du capteur.

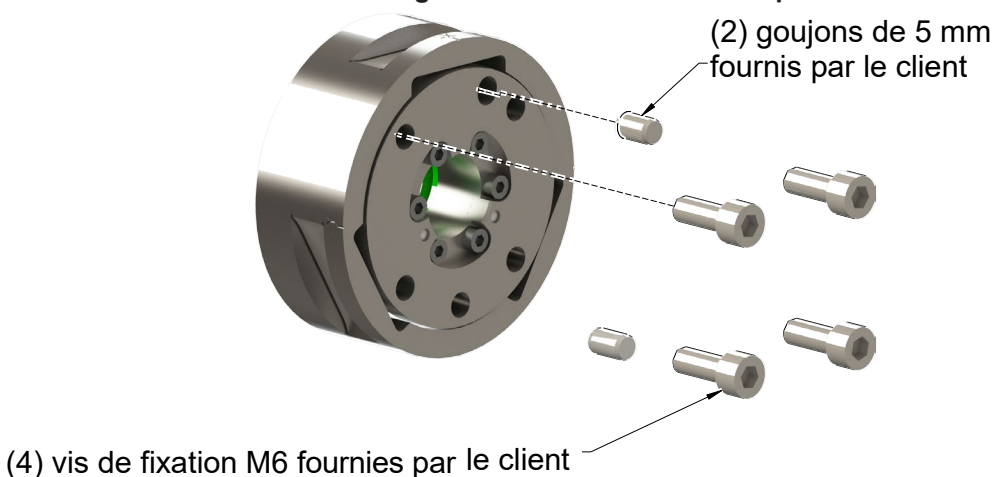
4. Fixez le côté de montage du capteur à l'interface du client. Reportez-vous à [la figure 3.3](#).
 - a. Alignez le capteur avec l'interface du client à l'aide de (2) goupilles de 3 mm enfoncées
 - b. Appliquez du frein-filet Loctite 222 et Loctite 7649 (ou équivalent) sur les filets des (8) fournies par le client, reliant le capteur au robot.
 - c. Utilisez une clé hexagonale pour serrer les fixations à 15 in-lb (1,7 Nm).

Figure 3.3 — Installation du capteur : côté fixation



5. Fixez l'outil du client au TAP du capteur. Reportez-vous à [la figure 3.4](#).
 - a. Alignez le capteur avec l'outillage du client à l'aide de (2) goujons de 5 mm fournis par le client
 - a. Appliquez du frein-filet Loctite 242 et Loctite 7649 (ou équivalent) sur les filets des (4) fournies par le client, reliant le capteur à l'outillage.
 - b. Utilisez une clé hexagonale pour serrer les fixations à 60 in-lb (6,8 Nm).

Figure 3.4 — Installation du capteur : TAP



6. Configurez le logiciel d'interface de communication du capteur. Reportez-vous au manuel correspondant dans [le tableau 2.1](#)
7. Effectuez les contrôles de précision décrits dans [la section 3.3 — Contrôle de précision F/T](#) et dans [la section 3.4 — Contrôle de précision de l'IMU](#)

*Manuel, capteur F/T, Sano74,
document n° 9620-05-B-Sano74-*

8. Démarrez le fonctionnement normal en toute sécurité.

3.3 Contrôle de précision du F/T

Effectuez les procédures suivantes après l'installation initiale du capteur sur le robot, puis une fois par an à des fins de maintenance.

REMARQUE : la masse côté outil peut correspondre au poids de l'outillage utilisé dans

1. Fixez une masse fixe du côté de l'outil du capteur F/T :
 - a. Retirez les câbles qui forment des ponts entre le côté fixation et le côté outil du capteur.
2. Mettez le capteur sous tension. Laissez-le préchauffer pendant 30 minutes. Réduisez au minimum les sources externes de variation de température.

REMARQUE : pour obtenir des résultats optimaux, écrivez un programme de robot permettant de déplacer le capteur et la masse vers chacune des positions suivantes de manière séquentielle. À chaque position, le robot doit marquer une pause pour enregistrer la sortie du

3. Déplacez le robot de manière à ce que le capteur se trouve dans les positions suivantes :
 - a. Enregistrez la sortie du capteur, $F_{x,pointn}$ $F_{y,pointn}$ $F_{z,pointn}$, à chaque point sans biais.
 - Point 1 : +Z vers le haut
 - Point 2 : +X vers le haut
 - Point 3 : +Y vers le haut
 - Point 4 : -X vers le haut
 - Point 5 : -Y vers le haut
 - Point 6 : -Z vers le haut
4. Calculez F_x (moyenne), F_y (moyenne) et F_z (moyenne) :
 - a. Utilisez les équations suivantes pour effectuer les calculs :

$$F_{x,average} = \frac{F_{x,point 1} + F_{x,point 2} + \dots + F_{x,point 6}}{6}$$

$$F_{y,average} = \frac{F_{y,point 1} + F_{y,point 2} + \dots + F_{y,point 6}}{6}$$

$$F_{z,average} = \frac{F_{z,point 1} + F_{z,point 2} + \dots + F_{z,point 6}}{6}$$

5. Pour chacun des 6 points, effectuez le calcul suivant :

$$F_x = F_{x,point n} - F_{x,average}$$

$$F_y = F_{y,point n} - F_{y,average}$$

$$F_z = F_{z,point n} - F_{z,average}$$

$$\text{Tooling Mass} = \sqrt{F_x^2 + F_y^2 + F_z^2}$$

6. Les masses d'outillage calculées pour l'ensemble des (6) points doivent présenter un écart mutuel inférieur au double de la mauvaise précision nominale du capteur.
 - Par exemple : la précision nominale du capteur Sano74 est de 2 % de la plage sur tous les axes. Pour une plage d' F_x de 130 N et une plage de 400 N F_z , les erreurs admissibles pour chaque point de données seraient respectivement de $\pm 2,6$ N F_{xy} et ± 8 N F_z respectivement. Étant donné que F_z présente la plus grande tolérance, un point de données pourrait alors être de + 8 N et un autre de - 8 N, pour une plage totale (max-min) d'erreur de 16 N.
 - De plus, la masse de l'outillage doit s'écarter de moins de 16 N par rapport aux résultats de cet essai lorsqu'il a été réalisé avec un capteur neuf.
7. Si cet essai échoue, le capteur doit être renvoyé à ATI pour diagnostic ou recalibrage.

3.4 Vérification de la précision de l'IMU

L'IMU du capteur intègre un système de contrôle d'auto-précision qui surveille la sortie de l'accéléromètre. L'utilisateur final peut consulter les résultats de ce contrôle à partir du code d'état du capteur. Pour connaître la signification des bits et la description du Pour les résultats communiqués, se reporter au manuel du protocole de communication, [tableau 2.1](#). Afin d'améliorer le niveau de précision, effectuer un étalonnage dynamique.

3.5 Procédure d'étalonnage dynamique de l'IMU

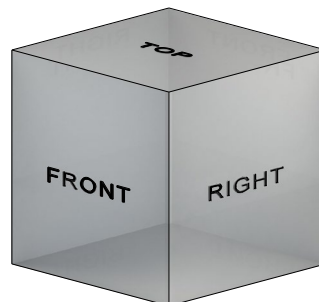
Le matériel de l'IMU du capteur nécessite que les décalages du zéro pour chaque axe soient mis à jour de temps à autre. Au repos, l'accéléromètre ne doit mesurer que la gravité ; tout écart correspond au décalage du zéro. De même, au repos, le gyroscope ne doit indiquer que zéro pour le taux de rotation, sur chaque axe. Ces décalages du zéro dépendent du temps et tiennent compte des caractéristiques thermiques du matériel du capteur ainsi que d'autres effets variables dans le temps. Les décalages de zéro peuvent être définis via un processus d'étalonnage dynamique, qui est toujours actif sur le capteur.

3.5.1 Étalonnage dynamique de l'accéléromètre

Lorsque le capteur adopte différentes orientations pendant son fonctionnement, l'accéléromètre s'étalonne automatiquement, car les mouvements le long de chaque axe du capteur sont au moins partiellement alignés avec le vecteur de gravité. Si le capteur reste relativement immobile pendant son fonctionnement, l'utilisateur doit alors procéder à l'étalonnage suivant :

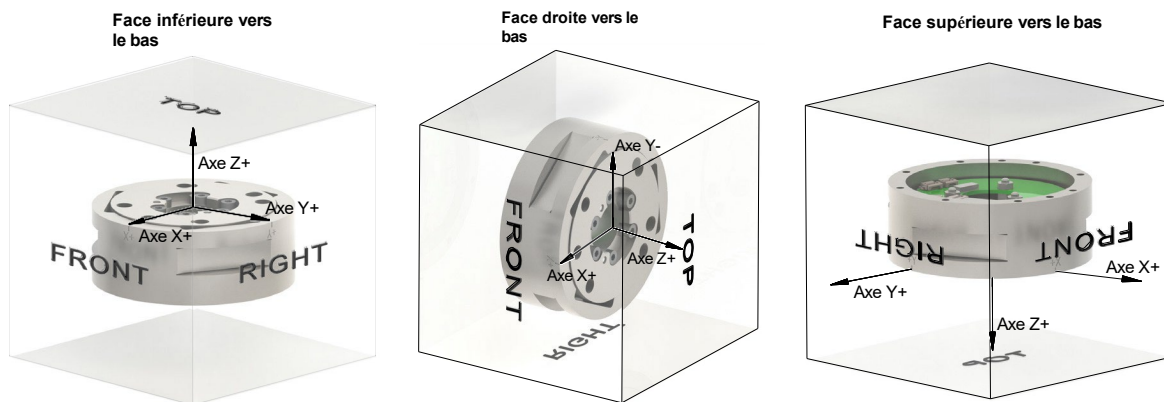
1. Considérez le capteur comme un cube standard comportant six faces : avant, arrière, gauche, droite, haut et bas.

Figure 3.5 — Méthode du cube



2. Orientez le capteur de manière à ce qu'il repose sur une face du cube, par exemple : commencez par positionner le capteur avec la face supérieure vers le haut et la face inférieure vers le bas.
3. Maintenez l'appareil stable dans cette orientation pendant au moins une seconde.
4. Poursuivez l'opération sur les autres faces du cube. Par exemple : orientez ensuite le capteur de manière à ce que la face droite du cube soit tournée vers le bas.

Figure 3.6 — Exemples de mouvements d'étalonnage



5. Vérifier l'état de la précision :
 - a. Surveillez la précision de l'accéléromètre à l'aide du code d'état. Reportez-vous au manuel correspondant indiqué dans [le tableau 2.1](#).
 - b. Lorsque le code d'état de précision indique une valeur élevée, le processus d'étalonnage est terminé.
6. Enregistrez l'étalonnage dans la mémoire du capteur à l'aide de la commande « **IMU Calibrate Save** ». Reportez-vous au manuel correspondant indiqué dans [le tableau 2.1](#).

REMARQUE : pour les mouvements d'étalonnage, tenez compte des points suivants :

- Il n'est pas nécessaire d'utiliser les six faces du cube. Si l'une des orientations est difficile à réaliser, quatre ou cinq orientations suffisent.
- Il n'est pas nécessaire que les orientations soient parfaitement alignées avec les faces du cube. L'essentiel est que le capteur soit positionné selon quatre à six orientations distinctes.

3.5.2 Calibrage dynamique du gyroscope

Le capteur effectue automatiquement un étalonnage dynamique du gyroscope chaque fois qu'il est mis sous tension et qu'il reste inactif pendant deux à trois secondes.

Pour vérifier les décalages du zéro, assurez-vous que les valeurs indiquées sont égales à zéro lorsque le capteur est à l'arrêt.

3.5.3 Enregistrement d'un étalonnage

Pour que le capteur ne perde pas ses étalonnages dynamiques lors d'un cycle d'alimentation, enregistrez l'étalonnage dans la mémoire du logiciel. Vous trouverez plus d'informations dans le manuel de communication correspondant, dont le lien figure dans [le tableau 2.1](#).

3.6 Détection des variations de sensibilité

La vérification de la sensibilité du capteur peut également servir à évaluer l'état de fonctionnement du capteur Sano. Appliquez des charges connues au capteur et vérifiez que la sortie du système correspond à ces charges. Par exemple, un capteur monté sur un bras robotisé peut être équipé d'un effecteur terminal. Procédez comme suit pour définir une valeur de sensibilité :

1. Si l'effecteur terminal comporte des pièces mobiles, celles-ci doivent être placées dans une position connue.
2. Placez le bras du robot dans une orientation permettant à la charge gravitationnelle de l'effecteur terminal d'exercer une force sur plusieurs axes de sortie des capteurs.
3. Enregistrez les valeurs de sortie.
4. Positionnez le bras du robot de manière à appliquer une autre charge, qui, cette fois-ci, éloigne les valeurs de sortie des mesures précédentes.
5. Enregistrez la deuxième série de valeurs de sortie.
6. Calculez les différences entre la première et la deuxième série de valeurs.
7. Utilisez ces différences comme valeur de sensibilité.

Même si les valeurs de sensibilité varient d'un ensemble d'échantillons à l'autre, ces valeurs peuvent être utilisées pour détecter des erreurs grossières. On peut utiliser soit les signaux de sortie traités, soit les tensions brutes des capteurs (il faut utiliser les mêmes pour toutes les étapes de ce processus).

4. Fonctionnement

Les informations générales applicables à tous les capteurs Sano74 figurent dans la section suivante. Pour les informations spécifiques au protocole de communication du capteur, telles que la fréquence d'échantillonnage, les LED et les commandes de fonctionnement, reportez-vous au manuel correspondant indiqué dans [le tableau 2.1](#).

4.1 Environnement du capteur

AVERTISSEMENT : les capteurs peuvent réagir à des champs électromagnétiques exceptionnellement puissants et variables, tels que ceux générés par les appareils d'imagerie

Le capteur est classé IP2X, ce qui empêche les corps étrangers de moins de 0,49 pouce ou 12,5 mm de pénétrer dans l'appareil. L'utilisateur final doit protéger le capteur contre la pénétration d'eau ou d'autres liquides. En cas de contact accidentel, tel qu'une légère projection des produits chimiques suivants, le capteur Sano74 devrait continuer à fonctionner et conserver sa précision d'étalonnage :

- Cidex
- Solution d'hypochlorite
- Solution de peroxyde d'hydrogène
- Alcool isopropylique à 70 %
- Solution Asepti-HB
- Solution Enzol

Pour les autres spécifications environnementales, telles que les températures de fonctionnement et de stockage, reportez-vous à [la section 7 — Caractéristiques techniques](#).

4.2 Biais

Le biais est utile pour éliminer les effets de la gravité (poids de l'outil) ou d'autres forces agissantes. Lorsque la fonction de biais est utilisée, le logiciel collecte des données sur les forces et les couples qui s'exercent actuellement sur le capteur et utilise ces mesures comme référence pour les mesures futures. Cette référence sera soustraite des lectures futures avant leur transmission. Le biais peut également être appelé « remise à zéro » ou « tare » du capteur. Pour plus d'informations sur l'utilisation de cette fonctionnalité, reportez-vous au manuel de communication approprié dont le lien figure dans [le tableau 2.1](#).

4.3 Conditions de surveillance

Pendant le fonctionnement, le micrologiciel surveille le matériel. Pour les codes d'état, les conditions de surveillance et

Pour les valeurs de diagnostic, reportez-vous au manuel de communication correspondant dont le lien figure dans [le tableau 2.1](#).

4.4 Comportement des LED

En cours de fonctionnement, les LED situées sur la carte mère du capteur sont visibles à travers une fente dans le boîtier du capteur Sano74. Pour plus d'informations, consultez le manuel correspondant dont le lien figure dans [le tableau 2.1](#).

5. Maintenance

5.1 Inspection périodique

Bien que le capteur Sano soit classé IP2X, évitez que des débris et de la poussière ne s'accumulent sur ou à l'intérieur du capteur. Nettoyez la surface du capteur avec de l'alcool isopropylique.

5.2 Étalonnage périodique des plages de détection F/T

Un étalonnage périodique du capteur et de son système électronique est nécessaire pour garantir la traçabilité par rapport aux étalons nationaux. Les plages de mesure ne peuvent pas être étalonnées sur le terrain. Pour renvoyer le capteur à ATI en vue d'un réétalonnage, contactez un chargé de compte ATI ou envoyez un e-mail à ati-rma-admin@novanta.com afin de demander une autorisation de retour de matériel (RMA) pour réétalonnage. ATI recommande d'effectuer des contrôles de précision annuels (voir [la section 3.3 — Contrôle de précision F/T](#)). Si le capteur ne répond pas aux exigences de performance de l'application de l'utilisateur et échoue au contrôle de précision, renvoyez-le à ATI pour réétalonnage.

6. Dépannage

Cette section présente des solutions à certains problèmes pouvant survenir lors de la configuration et de l'utilisation du capteur. Pour toute question et pour obtenir de l'aide sur le dépannage du logiciel, reportez-vous au manuel de communication approprié dont le lien figure dans [le tableau](#)

2.1. Les réponses aux questions fréquemment posées sont disponibles sur le site web de l'ATI : https://www.ati-ia.com/library/documents/FT_FAQ.pdf.

Les informations contenues dans cette section devraient répondre à de nombreuses questions susceptibles de se poser sur le terrain. Un service client est à la disposition des utilisateurs qui auraient des questions ou des préoccupations concernant le contenu des manuels.

Remarque

Veuillez lire le manuel avant d'appeler le service client. Avant d'appeler, munissez-vous des informations suivantes :

1. Numéro de série, par exemple : FT01234.
2. Modèle du capteur, par exemple : Sano74.
3. Étalonnage, par exemple : SI-130-10.
4. Description précise et complète de la question ou du problème
5. Informations sur l'ordinateur et les logiciels (système d'exploitation, type de PC, pilotes, logiciels d'application et autres informations pertinentes concernant la configuration de

Pour obtenir des informations supplémentaires sur le dépannage ou pour parler à un conseiller du service client, veuillez contacter ATI :

Ventes, service après-vente et informations sur les produits ATI :

ATI Industrial Automation

1031 Goodworth Drive

Apex, NC 27539 États-Unis

Tél. : +1 919-772-0115 • Fax : +1 919-772-8259 • www.ati-ia.com

Ingénierie d'application

E-mail : ft.support@novanta.com

Assistance 24 h/24, 7 j/7 : +1 855 ATI-IA 00 (+1 855-284-4200)

6.1 Conseils de base pour le dépannage

Les symptômes courants indiquant des données inexactes et des erreurs sont répertoriés dans la section suivante. Pour chaque symptôme, les causes et des solutions appropriées sont proposées.

Symptôme : Bruit — sauts des valeurs de couple supérieurs à 0,05 % de la pleine échelle.

Cause : Le bruit peut être dû à des vibrations mécaniques et à des perturbations électriques pouvant résulter d'une mauvaise mise à la terre. Les interférences électriques peuvent également provenir d'un dispositif générant un niveau de bruit élevé, tel qu'un moteur.

Solution : assurez-vous que la tension d'alimentation en courant continu du capteur Sano ne comporte que très peu, voire aucun bruit superposé. Mettez le capteur à la terre en reliant le blindage du câble à la masse. Dans la plupart des configurations, 0 V est également relié à la masse. Reliez le robot ou tout autre équipement à la même masse.

Vérifiez que les câbles du capteur ne croisent pas d'autres câbles et ne se trouvent pas à proximité immédiate d'autres équipements susceptibles de générer du bruit électrique.

Évitez les sources de bruit mécanique. Si cela n'est pas possible, appliquez un filtre aux données comme décrit dans le manuel de communication correspondant dont le lien figure dans [le tableau 2.1](#).

Cause : Un bruit peut également indiquer une défaillance d'un composant au sein du système.

Solution : Vérifiez le code d'état du capteur ; reportez-vous au manuel de communication dont le lien figure dans [le tableau 2.1](#).

Effectuez un contrôle de précision ; reportez-vous à [la section 3.3 — Contrôle de précision F/T](#) ou à [la section 4.5 : Comment](#)

évaluer la précision et l'état de santé du capteur ? dans le document ATI « Foire aux questions » (FAQ) disponible à l'adresse suivante : https://www.atia.com/library/documents/FT_FAQ.pdf.

Pour renvoyer le capteur à ATI en vue d'une inspection, contactez ATI afin d'obtenir une autorisation de retour de matériel (RMA) ; reportez-vous à [la section 5.2 — Étalonnage périodique des plages de mesure F/T](#).

Symptôme : dérive — lorsque les données de force et de couple continuent d'augmenter ou de diminuer après le retrait d'une charge.

Cause : une certaine dérive due à un changement de température est normale. La dérive est plus facilement observable sur l'axe Z que sur les axes X et Y.

Solution : Laissez le capteur se réchauffer pendant environ trente minutes jusqu'à ce qu'il atteigne un état stable par rapport à l'air et aux autres objets en contact avec lui.

Utilisez la commande de remise à zéro pour ramener les mesures à zéro. Effectuez cette remise à zéro régulièrement.

Utilisez un isolant entre le capteur et tout outillage ou de tout dispositif de fixation dont la température est différente. Évitez de créer un gradient de température au niveau du capteur. Protégez le capteur d'un flux d'air excessif.

Pour plus d'informations sur la manière d'éviter la dérive due aux variations de température, consultez le document ATI suivant : <https://www.atia.com/Library/Documents/DriftExplanation.pdf>.

Symptôme : hystérésis — lorsque le capteur est soumis à une charge à partir d'un état remis à zéro ou polarisé, puis que la charge est retirée, la sortie du capteur ne revient pas immédiatement à zéro.	Cause : un couplage mécanique ou une défaillance interne peut provoquer une hystérésis qui se situe en dehors de la plage d'incertitude de mesure (erreur) spécifiée et acceptable du capteur. Solution : Vérifiez que le capteur est correctement installé, que les fixations sont bien serrées et que l'outillage du client est solidement installé, conformément à la section 3 — Installation. Utilisez la commande « bias » pour remettre les valeurs affichées à zéro.
Symptôme : les valeurs F/T initiales sont différentes de zéro alors qu'aucune charge n'est appliquée.	Normal. Appliquez un biais au capteur pour ramener toutes les valeurs F/T à zéro.
Symptôme : le capteur ne fournit pas de données F/T précises.	Cause : le capteur est peut-être en état d'erreur. Solution : Vérifiez le code d'état du capteur. Pour savoir comment lire et d'interpréter le code d'état, reportez-vous au manuel de communication correspondant dont le lien figure dans le tableau 2.1. Si aucun bit d'erreur n'est activé, poursuivez le dépannage. Cause : Le capteur n'est pas correctement installé ou n'est pas monté sur une surface plane et rigide. Solution : Vérifiez que le capteur est correctement installé conformément à la section 3 — Installation. Cause : Les fixations de montage ne sont pas correctement serrées. Solution : Vérifiez que les fixations sont bien serrées conformément aux procédures d'installation décrites à la section 3.2 — Installation du capteur. Si les fixations sont fournies par le client, n'utilisez pas de fixations trop longues. Pour connaître la profondeur maximale de pénétration de la fixation dans le capteur, reportez-vous au schéma du capteur. Lors du choix des fixations : utilisez une vis ou un boulon de haute qualité et à haute résistance, et assurez-vous que le type de matériau, la tête et la classe de la fixation sont adaptés à l'application. Cause : Couplage mécanique — un objet externe, tel qu'un outillage du client ou un équipement, entre en contact avec la surface du capteur entre et le côté outil. Solution : Retirez tout débris situé entre le côté outil et la plaque d'interface. Assurez une gestion adéquate des câbles et des flexibles ; ne les fixez pas trop fermement entre le côté montage et le côté outil du capteur.

Tout élément entrant en contact avec des surfaces telles que le trou traversant du capteur ou les plaques d'interface de part et d'autre du capteur induit une charge ou un mouvement susceptible d'entraîner des données F/T inexactes.

Symptôme : Les valeurs F/T ne correspondent pas aux valeurs attendues ; par exemple : les valeurs F/T fluctuent mais sont supérieures à une charge appliquée connue.

Cause : le capteur est peut-être en mode de transmission des données de jauge au lieu de données F/T.

Solution : Les données de jauge ne correspondent pas exactement aux données de l'axe F/T. Consultez les données F/T plutôt que les données de jauge ; reportez-vous au manuel de communication approprié dont le lien figure dans [le tableau 2.1](#).

Cause : Le capteur transmet des données sous forme de comptes. L'utilisateur doit convertir ces comptes en unités d'étalonnage.

Solution : Les comptes doivent être divisés par le nombre de comptes par force (CpF) ou par couple (CpT) afin de les convertir en unités d'étalonnage telles que N et Nm.

Outre les valeurs CpF et CpT, selon le protocole de communication, les valeurs peuvent être multipliées par un facteur d'échelle de 16 bits. Les impulsions de 16 bits doivent être divisées par (CpF ou CpT ÷ facteur d'échelle de 16 bits) pour être converties en unités d'étalonnage.

Cause : Si, une fois converties en unités d'étalonnage, les mesures de F/T dépassent la plage d'étalonnage du capteur indiquée à [la section 7 — Caractéristiques techniques](#), les valeurs relevées sont inexactes et le capteur risque d'être en surcharge.

Solution : Vérifiez le code d'état. Pour savoir comment lire et interpréter le code d'état du capteur, reportez-vous au manuel de communication correspondant dont le lien figure dans [le tableau 2.1](#).

Démontez le capteur. Des méthodes de montage inappropriées peuvent induire des charges élevées sur le capteur.

Si des erreurs telles que « F/T hors plage », « Capteur hors plage » ou « Capteur défectueux » persistent, le capteur est probablement endommagé de manière irréversible en raison d'une surcharge

7. Spécifications

Certaines exigences et spécifications relatives au capteur Sano74 sont abordées dans les sections suivantes. Pour plus d'informations, reportez-vous au plan fourni au client.

Tableau 7.1 — Spécifications du Sano74				
Paramètre	Valeur			
Poids ¹	0,2 kg			
Alimentation	24 V (nominal) (12 V à 30 V)			
Température de stockage	0 à +85 °C			
Température de fonctionnement	0 à +70 °C			
Humidité relative	< 95 %, sans condensation			
Résistance aux vibrations	Niveaux allant jusqu'à 20 G _{rms} pendant 20 minutes			
Étalonnage ²	SI-130-12			
Incertitude de mesure	1,5 % sur n'importe quel axe de force ou de couple			
Durée de vie en fatigue (dans la plage de détection)	10 000 000 de cycles entièrement réservés			
Résolution	Fxy	Fz	Txy	Tz
	0,015 N	0,0325 N	0,000715 Nm	0,000525 Nm
Plage de détection ²	130 N	400 N	12 Nm	
Plage étendue ³	130 N	400 N	20 Nm	
Surcharge mono-axe	1 200 N	4 100 N	67 Nm	69 Nm
Dérive de décalage d'origine thermique ⁴	0,2 N/°C	0,6 N/°C	0,015 Nm/°C	
Remarques :				
1. Ce poids n'inclut pas la plaque de protection, qui est livrée sur le capteur et retirée avant l'installation.				
2. Le capteur F/T doit être étalonné selon les plages de détection suivantes, conformément à la procédure d'étalonnage standard d'ATI.				
3. Le capteur F/T peut fonctionner en toute sécurité dans la plage de détection étendue pendant un maximum de 250 000 cycles.				
4. La dérive de décalage ne doit pas dépasser ces valeurs sur la plage de température comprise entre +15 °C et +85 °C, quelle que soit variation de la température ambiante de 5 °C ou plus.				

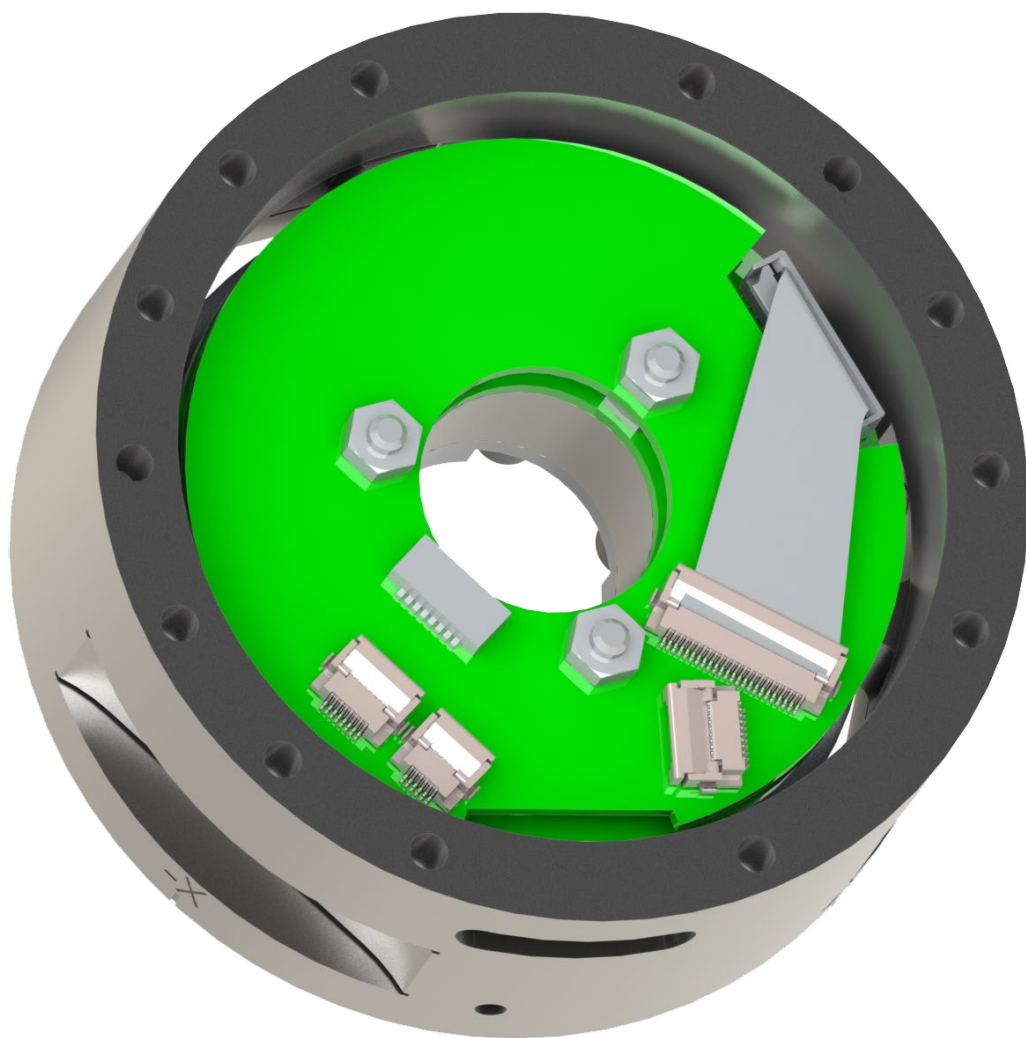
Tableau 7.2 — Spécifications de l'IMU				
Paramètre	Valeur			
Fabricant et référence de l'IMU	CEVA VNO085			
Plage de mesure de l'accéléromètre	± 16 g			
Capteur composite	Étalonnage	Mesure	Indicateur de performance	Valeur
Vecteur de rotation	Nominale	Dynamique	Erreur de rotation	3,5 °
		Statique	Erreur de rotation	2,0 °
Vecteur de rotation en mode jeu	Nominal	Dynamique	Erreur de cap	2,5 °
		Statique	Erreur de cap	1,5 °
		Dynamique	Dérive de cap	0,5 °/min
Vecteur de rotation géomagnétique	Nominal	Dynamique	Erreur de rotation	4,5 °
		Erreur de	Erreur de rotation	3,0 °
Gravité	Nominale	Statique	Erreur d'angle	1,5°
Accélération linéaire	Nominale	Dynamique	Précision	0,35 m/s ²
Accéléromètre	Nominale	Dynamique	Précision	0,3 m/s ²
Gyroscope	Nominale	Dynamique	Précision	3,1 °s
Magnétomètre	Au choix	Dynamique	Précision	1,4 uT

8. Plans

Les schémas sont disponibles sur le [site Web d'ATI](#) ou en contactant un représentant ATI.



**Manuel du capteur
F/T EtherCAT3
Sano**



Référence du document : 9620-05-C-EtherCAT3 Sano-fr

Avant-propos

Les informations contenues dans ce document sont la propriété d'ATI Industrial Automation, Inc. et ne peuvent être reproduites, en tout ou en partie, sans l'autorisation écrite préalable d'ATI Industrial Automation, Inc. Les informations contenues dans ce document sont susceptibles d'être modifiées sans préavis et ne doivent pas être interprétées comme un engagement de la part d'ATI Industrial Automation, Inc. Ce manuel est révisé périodiquement afin de refléter et d'intégrer les modifications apportées au système F/T.

ATI Industrial Automation, Inc. décline toute responsabilité en cas d'erreurs ou d'omissions dans ce document.

Copyright © (2025) ATI Industrial Automation, Inc., Apex, Caroline du Nord, États-Unis. Tous droits réservés. Publié aux États-Unis.

Les systèmes de détection de force et de couple ATI sont considérés comme des composants ou des produits semi-finis destinés à être utilisés dans des systèmes, des appareils ou des produits finis de plus grande envergure.

Étant donné que les produits d'ATI Industrial Automation, Inc. (ATI) sont destinés à être utilisés avec des machines robotisées et/ou automatisées, ATI déconseille l'utilisation de ses produits dans des applications où une défaillance ou un dysfonctionnement d'un composant ou d'un système ATI pourrait mettre la vie en danger ou entraîner un risque de blessure. Toute personne qui utilise ou intègre des composants ATI dans un système potentiellement dangereux pour la vie doit obtenir l'accord préalable d'ATI, après avoir garanti à ATI qu'un dysfonctionnement d'un composant ATI ne présente aucune menace directe ou indirecte de blessure ou de décès, et (même si cet accord est donné) devra indemniser ATI de toute réclamation, perte, responsabilité et frais connexes découlant de toute blessure ou de tout décès résultant de l'utilisation des composants ATI.

Toutes les marques commerciales appartiennent à leurs propriétaires respectifs. EtherCAT® est une marque déposée et une technologie brevetée, concédée sous licence par Beckhoff Automation GmbH, Allemagne.

Remarque :

Veuillez lire le manuel avant de contacter le service client et vous munir des informations suivantes :

1. Numéro de série, par exemple : FT01234.
2. Modèle, par exemple : Sano74.
3. Étalonnage, par exemple : SI-130-10.
4. Description précise et complète de votre question ou de votre problème.
Pour le code d'état, reportez-vous à [la section 5.2.8 — Objet 0x6010 : Code d'état](#).
5. Informations sur l'ordinateur et les logiciels, par exemple : système d'exploitation, type de PC, pilotes et logiciels d'application.

Si possible, restez à proximité du système F/T lorsque vous appelez.

Veuillez contacter un représentant ATI pour obtenir de l'aide, si nécessaire :

Ventes, service après-vente et informations sur les produits ATI :

ATI Industrial Automation, une société du groupe [Novanta](#)

1031 Goodworth Drive,
Apex, NC 27539, États-
Unis

Tél. : +1 919-772-0115 • Fax : +1 919-772-8259 • www.ati-ia.com

Ingénierie d'application

E-mail : ft.support@novanta.com

Table des matières

Glossaire	C-5
1. Sécurité.....	C-7
1.1 Explication des notifications	C-7
1.2 Consignes générales de sécurité	C-7
1.3 Précautions de sécurité	C-8
2. Présentation du produit	C-9
3. Installation	C-10
3.1 Affectation des broches pour la connexion EtherCAT et l'alimentation	C-10
3.2 Établissement de la communication avec le capteur EtherCAT Sano	C-12
3.3 Configuration de l'interface de communication RS485	C-12
4. Fonctionnement	C-15
4.1 Séquence d'autotest des LED	C-15
4.2 Fonctionnement normal des LED	C-16
4.2.1 LED d'état	C-16
4.2.2 LED « Run »	C-16
4.2.3 Voyants LED EtherCAT L/A (Link/Activity) : L/A 0 et L/A 1	C-16
4.3 Fréquence d'échantillonnage F/T	C-17
4.3.1 Taux d'échantillonnage en fonction du débit de données	C-17
4.4 Filtre passe-bas	C-17
5. Interface de bus EtherCAT	C-18
5.1 Interface PDO.....	C-18
5.2 Objets du dictionnaire EtherCAT (données SDO), spécifiques à ATI	C-18
5.2.1 Objet 0x2020 : Transformation d'outil.....	C-19
5.2.2 Objet 0x2021 : étalonnage	C-19
5.2.3 Objet 0x2023 : Console via EtherCAT.....	C-22
5.2.4 Objet 0x2060 : Conditions de surveillance	C-22
5.2.5 Objet 0x2080 : Valeurs de diagnostic	C-23
5.2.6 Objet 0x2090 : Version	C-24
5.2.7 Objet 0x6000 : Lecture des données	C-24
5.2.8 Objet 0x6010 : Code d'état	C-24

5.2.9	Objet 0x6020 : Compteur d'échantillons	C-24
5.2.10	Objet 0x6030 : Données de la jauge	C-24
5.2.11	Objet 0x6050 : Données IMU	C-25
5.2.12	Procédure de vérification de la précision de l'IMU	C-25

5.2.13	Objet 0x7010 : Codes de contrôle.....	C-26
5.2.13.1	Accéléromètre et gyroscope de l'IMU	C-27
5.2.14	Objets de communication EtherCAT.....	C-28
5.2.14.1	Objet 0x1000 : Type de périphérique	C-28
5.2.14.2	Objet 0x1008 : Nom du périphérique	C-28
5.2.14.3	Objet 0x1018 : Identité	C-29
5.2.14.4	Objets EtherCAT inutilisés	C-30
5.3	Conversion des données F/T de nombres de comptes.en.unités.....	C-30
6.	Commandes de la console via la communication série	C-31
6.1	Résumé des commandes	C-31
6.2	Opérands de la commande de requête (C ou S)	C-33
6.2.1	Conversion des nombres de cycles par force/couple en valeurs F/T avec unités	C-34
6.3	Commande « Set »	C-35
6.4	Données IMU	C-39
6.4.1	Configuration de l'accéléromètre et du gyroscope.....	C-39
6.4.2	Diffusion en continu des données IMU	C-39
6.4.3	Procédure de vérification de la précision de l'IMU	C-41
6.5	Plage de charge étendue.....	C-42
7.	Dépannage	C-43
7.1	Erreurs indiquées par les LED	C-43
7.2	Code d'état	C-44
7.2.3.1	Code d'état : Force/couple hors plage	C-46
7.3	Conseils de base pour le dépannage	C-47
7.4	Réduction du bruit	C-51
7.4.1	Vibrations mécaniques	C-51
7.4.2	Interférences électriques	C-51
8.	Caractéristiques techniques	C-52
8.1	Spécifications électriques de l'	C-52
9.	Conditions générales de vente	C-53

Glossaire

Terme	Définition
Accéléromètre	Dispositif intégré aux capteurs Sano d'ATI qui mesure l'accélération. Les capteurs Sano d'ATI utilisent un accéléromètre de type système micro-électromécanique (MEMS).
ADC	Convertisseur analogique-numérique.
Biais	Le biais peut également être appelé « remise à zéro » ou « tare » du capteur. Le biais est utile pour éliminer les effets de la gravité (poids de l'outil) ou d'autres forces agissantes. Lorsque la fonction de biais est utilisée, le logiciel collecte des données sur les forces et les couples qui agissent actuellement sur le capteur et utilise ces mesures comme référence pour les futures. Cette référence sera soustraite des lectures futures avant leur transmission.
BOOL	Type de données booléen pouvant prendre les valeurs TRUE ou FALSE.
Étalonnage	Définit une plage de mesure ou de détection spécifique pour un capteur donné. L'étalonnage désigne également le processus consistant à mesurer la réponse brute d'un transducteur à des charges et à générer les données utilisées pour convertir cette réponse en forces et en couples.
CoE	CANopen sur EtherCAT est le protocole embarqué privilégié pour la configuration des appareils EtherCAT. Utilisé au sein du SDO pour encoder les données de configuration.
Charge complexe	Toute charge qui n'est pas purement uniaxiale. Une charge complexe peut réduire la plage de mesure sur un axe donné.
Système de coordonnées	Voir « Point d'origine ».
Débit de données	Vitesse à laquelle les données peuvent être transmises sur un réseau. Pour plus d'informations, consultez Section 4.3.1 — Taux d'échantillonnage et débit de données .
DINT	Entier double signé (32 bits)
DPS	Degrés par seconde. Il s'agit de l'unité de mesure utilisée par le gyroscope de l'IMU.
EEPROM	Mémoire morte programmable effaçable électriquement – un type de mémoire non volatile intégrée à l'électronique du capteur.
EtherCAT	Bus de terrain pour l'automatisation industrielle. Il est parfois abrégé en ECAT.
EtherCAT3 ou ECAT3	Interface EtherCAT de troisième génération d'ATI pour les systèmes de mesure de force et de couple.
Force	Une force est une action de poussée ou de traction exercée sur un objet, résultant d'une interaction avec un autre objet. Force = masse × accélération
FS	« Pleine échelle » désigne les limites d'une plage d'étalonnage ou de détection donnée.
F/T	Force/Couple.
F _{xy}	Vecteur de force résultant composé des composantes F _x et F _y .
g	La force G, ou équivalent de la force gravitationnelle, est une force spécifique à la masse exprimée en unités de gravité standard.
Gyroscope	Dispositif intégré aux capteurs Sano d'ATI qui mesure l'orientation et la vitesse angulaire. Les capteurs Sano d'ATI utilisent un gyroscope de type système micro-électro-mécanique (MEMS).
Hystérésis	Source d'erreur de mesure due aux effets résiduels de charges précédemment appliquées.
IMU	Une unité de mesure inertielle (IMU) est un dispositif qui détecte l'accélération et la vitesse angulaire (données gyroscopiques).
INT	Entier signé (16 bits)

Plaque d'interface	Plaque distincte permettant de fixer le capteur à une autre surface. Les plaques d'interface sont souvent utilisées lorsque le gabarit de boulonnage du capteur ne correspond pas à celui du bras de robot ou de l'outillage du client. La plaque d'interface comporte deux gabarits de boulonnage, un de chaque côté de la plaque. Un côté est destiné au capteur. L'autre côté est destiné au bras de robot ou à l'outillage du client.
ISR	Routine de service d'interruption

Terme	Définition
Périphérique maître	Dispositif fourni par le client, tel qu'un ordinateur personnel, un robot ou un (API), compatible avec une interface de communication spécifique.
Incertitude de mesure	Souvent appelée « précision », l'« incertitude de mesure » correspond à l'erreur maximale possible entre la valeur mesurée et la charge réelle. L'incertitude de mesure est exprimée en pourcentage de la plage de mesure pleine échelle pour un modèle de capteur et une plage d'étalonnage donnés. Cette valeur tient compte de multiples sources d'erreur. Le certificat d'étalonnage du capteur indique le pourcentage d'incertitude de mesure. Pour plus d'informations, reportez-vous à la section 2.2 : « Incertitude de mesure » du document « Foire aux questions » (FAQ) disponible à l'adresse suivante : https://www.ati-ia.com/library/documents/FT_FAQ.pdf .
Couplage mécanique	Lorsqu'un objet externe, tel qu'un outillage client ou un équipement auxiliaire, entre en contact avec la surface d'un capteur entre le côté fixation et le côté outil du capteur.
Sans objet	Sans objet
Surcharge	Situation dans laquelle la charge appliquée au transducteur dépasse sa capacité de mesure. La surcharge entraîne une saturation.
PDO	Process Data Object, protocole permettant la lecture et l'écriture cycliques d'informations de processus en temps réel.
Référence	Référence
Point d'origine	Point du capteur à partir duquel toutes les forces et tous les couples sont mesurés.
Cycle d'alimentation	Action consistant, pour un utilisateur, à couper puis à rétablir l'alimentation d'un appareil.
Format Q (nombre)	Méthode de codage des nombres décimaux. Ce format est utilisé pour la sortie des données de l'IMU.
Résolution	La plus petite variation de charge pouvant être mesurée. La résolution est généralement bien inférieure à la précision.
Fréquence d'échantillonnage	Vitesse à laquelle les données analogiques de la jauge sont converties en échantillons numériques par le convertisseur analogique-numérique (ADC).
Saturation	Situation dans laquelle le capteur ou le matériel d'acquisition de données est soumis à une charge ou à un signal dépassant sa plage de détection.
SDO	Service Data Object, protocole permettant la lecture et l'écriture d'informations de configuration de manière acyclique.
Capteur	Composant qui convertit une charge détectée en signaux électriques.
Système de capteurs (ou de configuration)	Ensemble complet composé d'un corps de capteur et d'une interface système permettant de convertir les signaux de force et de couple en une interface/un protocole de communication spécifique.
SINT	Entier court signé (8 bits)
Bit d'état	Une unité de données informatiques transmise par le capteur ATI F/T.
STRINGn	Chaîne de n caractères, utilisant n octets ; par exemple : String(8) est un type de données de caractères qui utilise 8 octets.
Couple	Application d'une force par l'intermédiaire d'un levier ou d'un bras de levier qui provoque une tendance à la rotation. Par exemple, un utilisateur applique un couple à une vis pour la faire tourner. Couple = force $\times$ longueur du bras de levier
T _{xy}	Vecteur de couple résultant composé des composantes T _x et T _y .
UDINT	Type de données de 32 bits représentant un entier non signé.
UINTn	Type de données de (n) bits représentant un entier non signé, où n correspond au

	nombre de bits.
USINT	Type de données de (8) bits représentant un entier non signé.

1. Sécurité

La section consacrée à la sécurité décrit les consignes générales de sécurité à respecter avec ce produit, explique les mentions figurant dans ce manuel et présente les précautions de sécurité applicables au produit. Les mentions spécifiques au produit sont intégrées dans les différentes sections de ce manuel (lorsqu'elles s'appliquent).

1.1 Explication des avertissements

Ces avertissements sont utilisés dans tous les manuels ATI et ne sont pas spécifiques à ce produit. L'utilisateur doit tenir compte de tous les avertissements émis par le fabricant du robot et/ou les fabricants des autres composants utilisés lors de l'installation.



DANGER : Avertissement contenant des informations ou des consignes dont le non-respect entraînera la mort ou des blessures graves. Cet avertissement fournit des informations sur la nature de la situation dangereuse, les conséquences du non-respect des consignes et la méthode permettant d'éviter cette situation.



AVERTISSEMENT : Information ou consigne dont le non-respect pourrait entraîner la mort ou des blessures graves. Cette information précise la nature de la situation dangereuse, des conséquences si le danger n'est pas évité et de la méthode permettant d'éviter la situation.



ATTENTION : Avertissement contenant des informations ou des consignes dont le non-respect pourrait entraîner des blessures modérées ou endommager l'équipement. Cet avertissement fournit des informations sur la nature de la situation dangereuse, les conséquences du non-respect de la consigne et la

AVIS : Avis concernant des informations ou des instructions spécifiques relatives à l'entretien, au fonctionnement, à l'installation ou à la mise en service du produit, dont le non-respect pourrait entraîner des dommages matériels. Cet avis peut notamment mettre l'accent sur : des types de graisse spécifiques, les meilleures pratiques d'utilisation et des conseils d'entretien.

1.2 Consignes générales de sécurité

Le client doit vérifier que le capteur sélectionné est adapté aux charges et couples maximaux prévus pendant le fonctionnement. Les forces statiques étant inférieures aux forces dynamiques résultant de l'accélération ou de la décélération du robot, il convient de tenir compte des charges dynamiques générées par le robot.

1.3 Précautions de sécurité



ATTENTION : La modification ou le démontage du capteur peut entraîner des dommages et annuler la garantie.



ATTENTION : Le fait d'introduire un objet dans les ouvertures du capteur endommage l'instrumentation. Évitez d'introduire un objet dans les ouvertures du capteur.



ATTENTION : Ne surchargez pas le capteur. Le dépassement des valeurs de surcharge sur un seul axe du capteur entraîne des dommages irréparables.



ATTENTION : Le capteur doit être protégé contre les chocs et les charges d'impact dépassant les plages nominales pendant le transport, car ces chocs peuvent nuire aux performances du capteur. Pour plus d'informations sur les plages nominales, reportez-

2. Présentation du produit

Le capteur de force/couple (F/T) EtherCAT3 Sano est destiné à être utilisé avec la robotique chirurgicale et est idéal pour les applications orthopédiques telles que la navigation robotique guidée à la main et la coupe ou le perçage à force contrôlée. Le Sano mesure six composantes de force et de couple ($F_x \setminus F_y \setminus F_z \setminus T_x \setminus T_y \setminus T_z$). Une unité de mesure inertielle (IMU) intégrée fournit des mesures d'accélération triaxiale et de vitesse angulaire. Les appareils des clients peuvent recevoir les données F/T et IMU via le bus de terrain EtherCAT (voir [la section 5 — Interface bus EtherCAT](#)). Pour utiliser EtherCAT, l'utilisateur a besoin d'une interface logicielle et d'un appareil, tel qu'un ordinateur personnel, un robot ou un automate programmable (PLC), compatible avec EtherCAT. Gratuit,

Des logiciels téléchargeables, tels que TwinCAT[®], sont disponibles en ligne pour les utilisateurs disposant d'un système d'exploitation Windows[®].

Les clients peuvent utiliser soit les deux connecteurs de câble plat flexible (FFC), soit le connecteur fil à fil (SM).

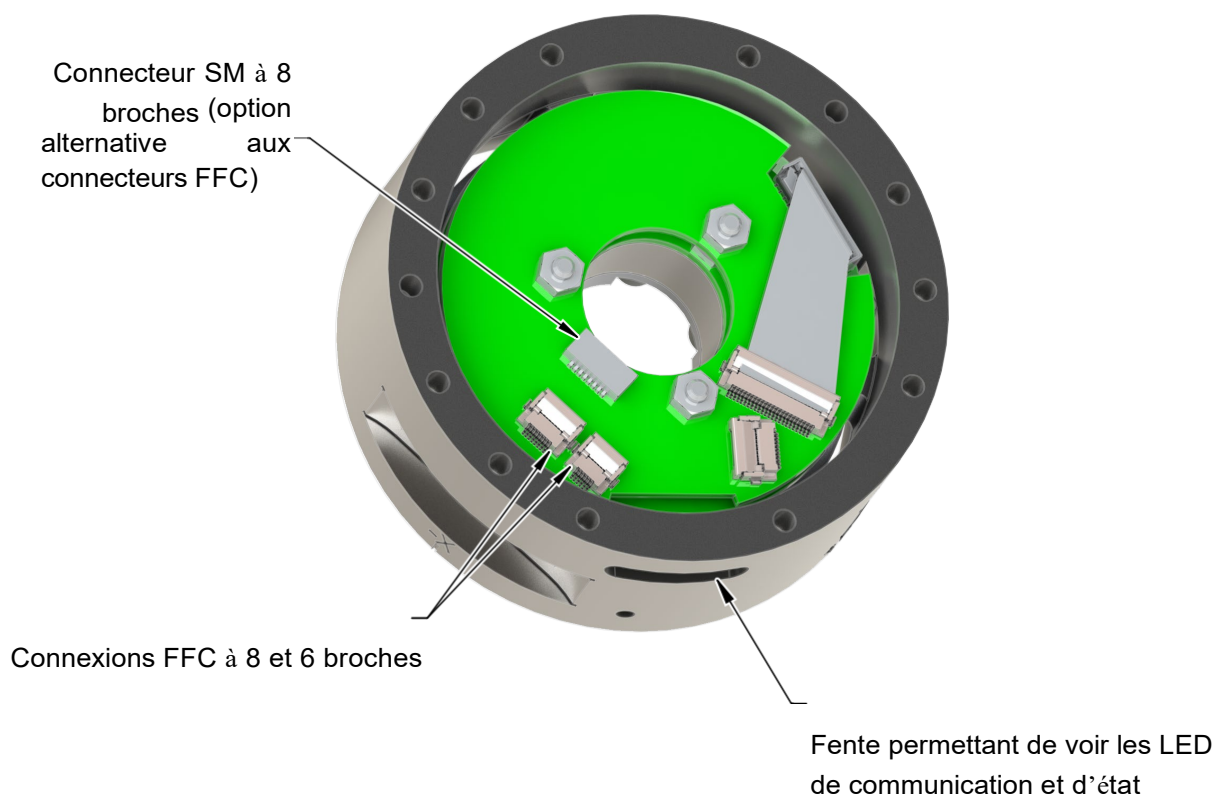
Le capteur Sano dispose de ports d'alimentation et EtherCAT permettant de configurer les périphériques réseau en guirlande.

Ce manuel aborde les sujets suivants :

- Spécifications électriques et informations sur le brochage des connecteurs
- Fonctionnement (LED, taux de filtrage et taux d'échantillonnage)
- Objets du dictionnaire EtherCAT

Pour plus d'informations sur les capteurs, notamment leur installation sur un robot, leur fonctionnement et le dépannage général, reportez-vous au le manuel [9620-05-B-Sano74](#).

Figure 2.1 — Capteur F/T Sano74



3. Installation

Vous trouverez des instructions spécifiques concernant le montage du capteur Sano74 dans l'application du client dans le manuel [9620-05-B-Sano74](#).



AVERTISSEMENT : Effectuer des opérations de maintenance ou de réparation sur le capteur alors que des circuits (par exemple : alimentation électrique, eau et air) sont sous tension peut entraîner la mort ou des blessures graves. Déchargez et vérifiez que tous les circuits sous tension sont hors tension conformément aux pratiques et politiques de sécurité



ATTENTION : Prévoyez une protection suffisante contre les surtensions afin d'éviter d'endommager le capteur. Le client ne doit pas exposer le capteur à des tensions ESD dépassant la plage de ± 8 kV.



ATTENTION : Afin d'éviter toute interférence électrique avec les équipements situés à proximité, réduisez au minimum la distance entre le capteur et le système hôte où s'effectue le filtrage CEM.



ATTENTION : Évitez d'endommager le capteur par des décharges électrostatiques. Veillez à respecter les procédures de mise à la terre appropriées lors de la manipulation du capteur ou des câbles qui y sont raccordés. Le non-respect des procédures de mise à la terre



ATTENTION : toute modification ou tout démontage du capteur peut entraîner des dommages et annuler la garantie. Utilisez le gabarit de boulons de fixation fourni ainsi que le gabarit de boulons de fixation latéral fourni pour fixer le capteur au robot et l'outillage du client au capteur (reportez-vous au dessin fourni par le client).



ATTENTION : Évitez d'endommager le capteur par des décharges électrostatiques. Veillez à respecter les procédures de mise à la terre appropriées lors de la manipulation du capteur ou des câbles qui y sont connectés. Le non-respect des procédures de mise à la terre

3.1 Affectation des broches pour la connexion EtherCAT et l'alimentation électrique



ATTENTION : assurez-vous que le blindage du câble est correctement mis à la terre. Un blindage incorrect des câbles peut entraîner des erreurs de communication et rendre les capteurs inopérants

Le brochage et la description des connexions figurent dans la section suivante. Le capteur nécessite l'alimentation électrique suivante :

Tableau 3.1 — Alimentation électrique ¹			
Source d'alimentation	Tension		
	Minimale	Nominale	Maximale
Alimentation CC	12 V	24 V	30 V
Remarques :			
1. L'entrée d'alimentation est protégée contre les inversions de polarité. Si l'alimentation et la masse sont branchées à l'envers sur les entrées d'alimentation, la protection contre les inversions de polarité empêche l'entrée d'alimentation mal câblée d'endommager le capteur ou de le mettre sous tension.			

Les clients peuvent utiliser soit les deux connecteurs FFC, soit le connecteur SM unique. Les signaux et les numéros de broches correspondants sont répertoriés dans le tableau suivant.

Figure 3.1 — Connecteurs du capteur Sano74

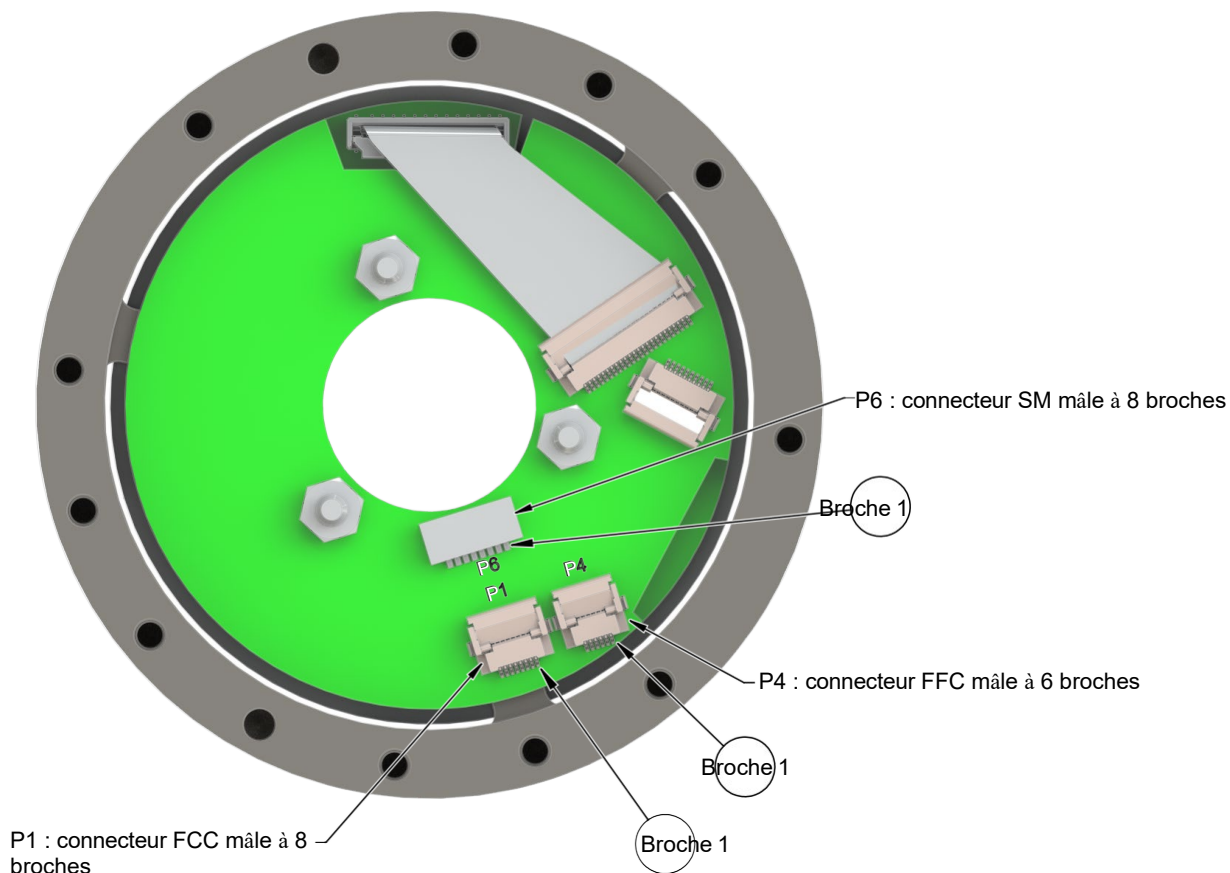


Tableau 3.2 — Brochage et signaux des connecteurs

P1 : connecteur FFC mâle à 8 broches		P4 : connecteur FFC mâle à 6 broches		P6 : connecteur SM mâle à 8 broches	
Num éro de broche	Signal	Num éro de broche	Signal	Num éro de broche	Signal
1	SL0_VP	1	SL0_VP_Fused	1	SL0_VP
2	RS485 +	2	TX1 +	2	RS485 +
3	RS485 -	3	TX1 -	3	RS485 -
4	TX0 +	4	RX1 +	4	TX0 +
5	TX0 -	5	RX1 -	5	TX0 -
6	RX0 +	6	SL0_Masse	6	RX0 +
7	RX0 -	N/A	N/A	7	RX0 -
8	SL0_Masse	N/A	N/A	8	SL0_Masse

3.2 Établissement de la communication avec le capteur EtherCAT Sano

Les étapes suivantes guident l'utilisateur dans la configuration de la communication entre le capteur EtherCAT Sano et le maître EtherCAT du client. Reportez-vous toujours au manuel du logiciel du maître EtherCAT pour obtenir les instructions les mieux adaptées à votre application. Si vous utilisez un PC, assurez-vous que la carte réseau de celui-ci est compatible avec la communication EtherCAT via le logiciel du maître EtherCAT du client.

1. Raccordez le capteur aux câbles EtherCAT et d'alimentation (reportez-vous à [la section 3.1 — Affectation des broches pour la connexion EtherCAT et d'alimentation](#), ainsi qu'au manuel 9620-05-B-Sano74).
2. Importez le **fichier ECAT3 Sano ESI (réf. ATI 9031-05-1100)** disponible sur le site Web d'ATI.
 - Les étapes spécifiques à suivre pour importer le fichier ESI varient selon les différents logiciels et matériels maîtres EtherCAT mis à la disposition du client.
3. Configurez le maître EtherCAT pour qu'il communique avec le capteur EtherCAT.
4. Dans le logiciel du maître EtherCAT, lisez les données d'étalonnage au démarrage du système à l'aide d'une lecture SDO de l'objet 0x2021, l'objet d'étalonnage (voir [la section 5.2.2 — Objet 0x2021 : Étalonnage](#)).

3.3 Configuration de l'interface de communication RS485

Le capteur RS485 Sano est un périphérique série utilisé par programmation avec l'application de l'utilisateur.

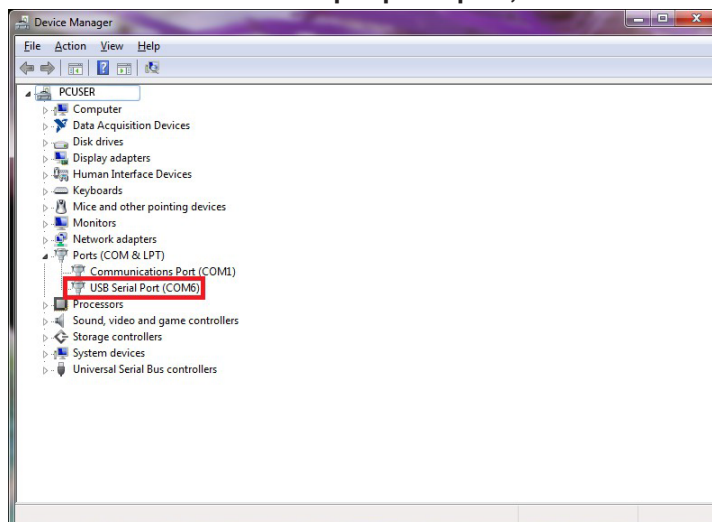
Lorsque le capteur est connecté par câble à l'appareil du client, tel qu'un ordinateur personnel ou un robot, l'ordinateur attribue un port COM au capteur. L'utilisateur peut alors communiquer avec le capteur à l'aide d'une console sur l'ordinateur. Des logiciels de console gratuits, tels que PuTTY, sont disponibles en ligne. Les commandes sont décrites dans [la section 5 — Commandes série](#).

Pour obtenir des instructions supplémentaires sur la configuration d'une console telle que PuTTY, reportez-vous à la procédure suivante :

1. Si l'appareil du client ne dispose pas d'un port série RS485, utilisez un périphérique série tiers pour ajouter ce port.
2. Connectez le câble RS485 entre la configuration du capteur et le port série RS485.
3. Identifiez le port COM attribué au capteur Sano. Pour ce faire, utilisez le Gestionnaire de périphériques.

REMARQUE : le nom du périphérique peut varier en fonction du nom du port RS485 de l'ordinateur ou du nom du périphérique RS485 tiers.

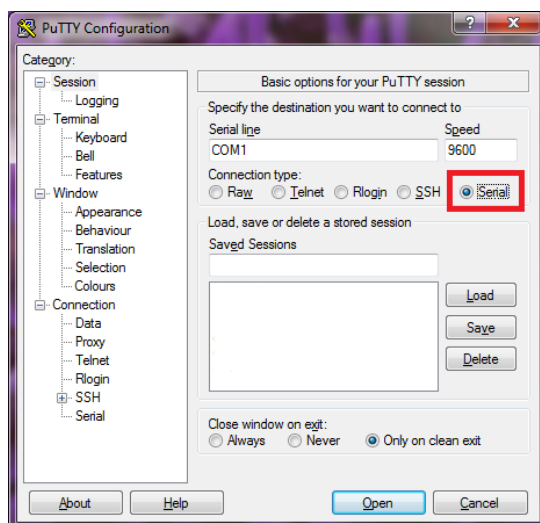
Figure 3.2 — Gestionnaire de périphériques, attribution des ports



4. Ouvrez la console, par exemple : PuTTY. Une fenêtre s'ouvre, permettant à l'utilisateur de définir la configuration de la session.

5. Définissez la configuration :
 - a. Dans la section « **Type de connexion** » : sélectionnez le bouton radio « **Série** ».

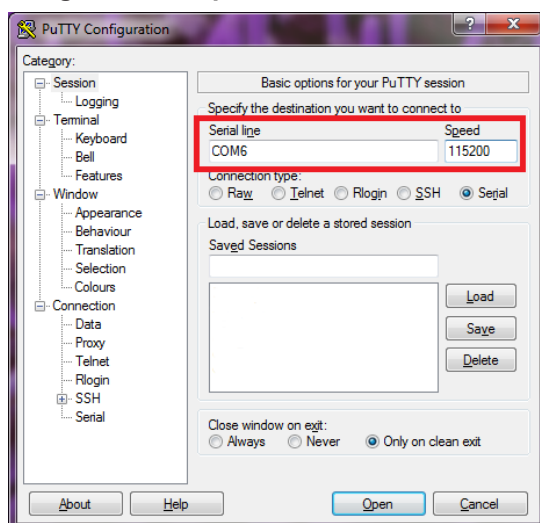
Figure 3.3 — Définir le type de connexion sur « Série »



- b. Dans le champ « **Ligne série** », saisissez le port COM attribué à l'étape 3.
 - c. Dans le champ « **Vitesse** », saisissez le débit en bauds par défaut (115 200) ou le débit en bauds que l'utilisateur a défini pour le capteur RS485 Sano : reportez-vous à [la section 5.3 — Opérandes CAL ou SET](#).

REMARQUE : si le débit en bauds défini dans la configuration de la console ne correspond pas à celui défini sur le capteur RS485 Sano, la fenêtre du terminal de la console s'ouvrira mais aucune commande ne pourra être envoyée. Le débit en bauds

Figure 3.4 — Configuration du port COM et de la vitesse de transmission

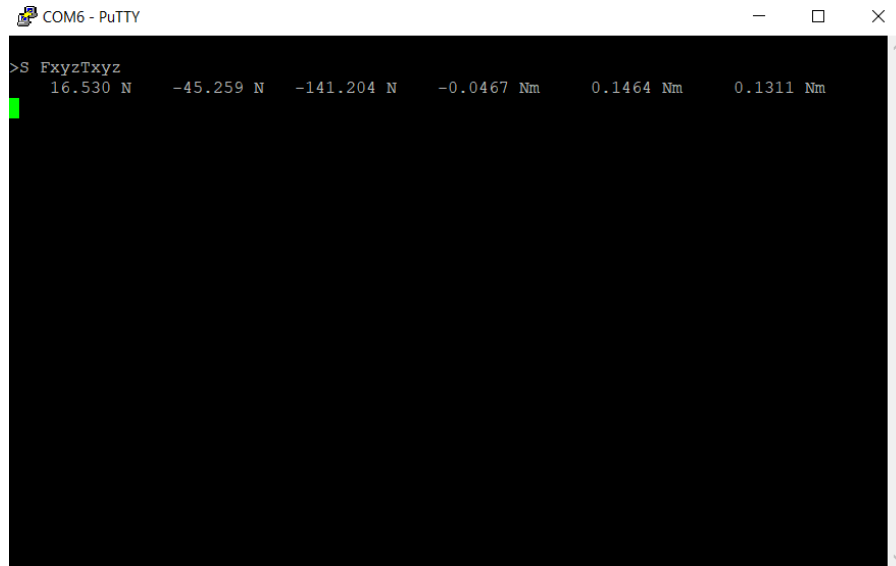


- d. Sélectionnez « **Ouvrir** ».

- e. Une fois la fenêtre de terminal ouverte, l'utilisateur peut commencer à saisir des commandes.
- f. Une fois la commande série saisie dans la console, appuyez sur la touche Entrée pour l'envoyer.

REMARQUE : Les commandes saisies ne sont pas sensibles à la casse.

Figure 3.5 — Fenêtre du terminal PuTTY



4. Fonctionnement

Pour obtenir des informations générales sur le fonctionnement du capteur, reportez-vous également au manuel [9620-05-B-Sano74](#).

4.1 Séquence d'autotest des LED

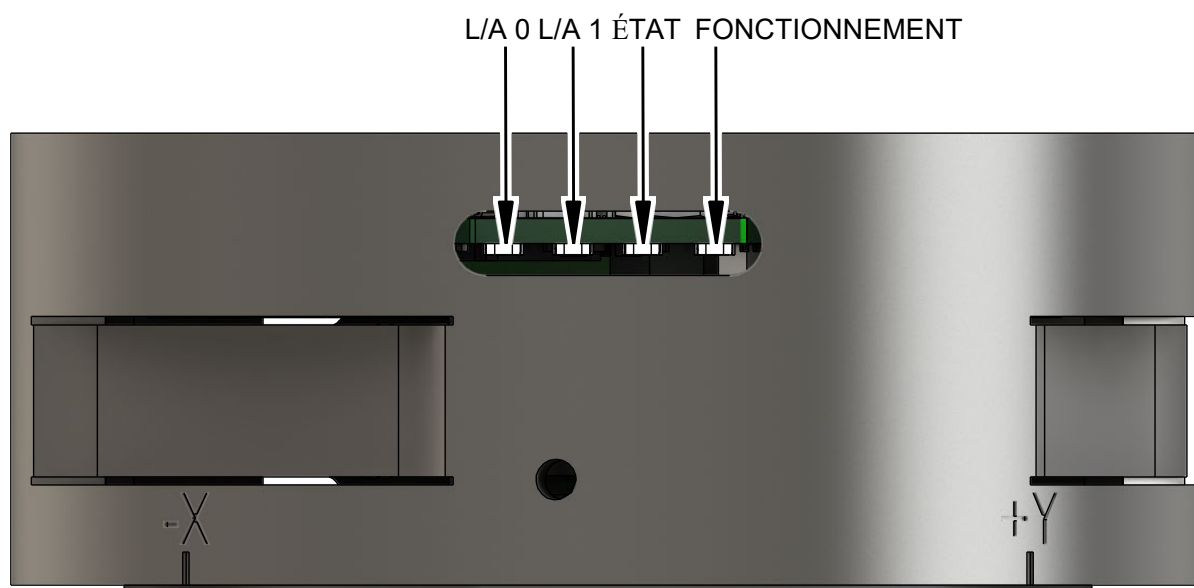
Le capteur EtherCAT Sano dispose de quatre LED :

- (2) Liaison/activité EtherCAT (L/A) : L/A 0 et L/A 1
- (1) Marche
- (1) État

Lorsque l'utilisateur met le capteur sous tension, celui-ci effectue un autotest au cours duquel les LED, sous le contrôle du micrologiciel s'allument individuellement.

Tableau 4.1 — Séquence d'autotest des LED			
Ordre de la séquence	LED	Couleur	Durée
0	Tout	À la mise sous tension, une activité transitoire peut être observée pendant quelques millisecondes seulement.	
1	Tout	Éteint	À chaque étape de la séquence, la couleur de la LED s'affiche pendant environ une seconde.
2	L/A 0	Vert	
3	L/A 1	Vert	
4	Course	Rouge	
5	État	Rouge	
6	Statut	Vert	
7	État	Bleu	
8	Tout	Éteint	

Figure 4.1 — LED du capteur



4.2 LED de fonctionnement normal

4.2.1 LED d'état

Une LED indique l'état de santé du capteur comme suit :

Tableau 4.2 — LED d'état		
Couleur de la LED	État	Description
Éteinte	Pas d'alimentation	Le capteur n'est pas alimenté.
Vert	Fonctionnement normal	Les composants électroniques du capteur fonctionnent et communiquent.
Orange ¹	F/T hors plage	Les forces et couples appliqués au capteur dépassent les plages indiquées dans le manuel du modèle 9620-05-B-Sano74 .
Rouge clignotant rapidement	Erreur de communication	Le capteur n'est pas en mesure de transmettre des données via le protocole de communication.
Clignotement rouge lent	Erreur d'étalonnage	L'étalonnage n'a pas été enregistré dans l'EEPROM.
Rouge (fixe)	Erreur de code d'état	Pour plus d'informations sur l'ensemble d'erreurs, reportez-vous au tableau 7.2 .
Remarque :		
1. La couleur orange s'affiche lorsque les LED verte et rouge sont toutes deux allumées.		

4.2.2 LED « Run »

Une LED indique l'état de fonctionnement d'EtherCAT comme suit :

Tableau 4.3 — LED de fonctionnement		
Couleur de la LED	État	Description
Éteinte	Pas d'alimentation	Le capteur n'est pas alimenté ou est en mode série uniquement.
Vert clignotant	Pré-opérationnel	Défini dans la norme de communication/protocole établie par le groupe technologique EtherCAT®.
Clignotement unique vert	Fonctionnement en mode sécurisé	
Vert allumé	En fonctionnement	
Rouge	Erreur	Indique toute erreur signalée par le capteur. Il reste rouge pendant cinq secondes après chaque erreur.

4.2.3 LED EtherCAT L/A (Liaison/Activité) : L/A 0 et L/A 1

Deux LED indiquent l'état de communication de chaque port EtherCAT comme suit :

Tableau 4.4 — L/A 0 et L/A 1		
Couleur de	État	Description

la LED		
Éteinte	Pas d'alimentation ou aucune activité de liaison	Soit aucune activité de liaison n'a été détectée au cours des 5 dernières secondes, soit le capteur n'est pas alimenté.
Vert	Activité de liaison	Reste vert pendant cinq secondes après une activité de liaison. Le voyant LA0 s'allume en cas d'activité sur la liaison ECAT 0 ou d'activité de la console en mode série uniquement. Le voyant LA1 s'allume en cas d'activité sur la liaison ECAT 1.

4.3 Fréquence d'échantillonnage F/T

L'utilisateur peut régler la fréquence d'échantillonnage afin de contrôler la vitesse à laquelle le convertisseur analogique-numérique (ADC) échantillonne les données de la jauge à l'intérieur du capteur. Les fréquences d'échantillonnage arrondies et exactes sont indiquées dans le tableau suivant.

Tableau 4.5 — Taux d'échantillonnage					
Fréquence d'échantillonnage arrondie	0,5 kHz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	8 kHz
Fréquence d'échantillonnage exacte	488 Hz	976 Hz	1953 Hz	3 906 Hz	7 812 Hz

4.3.1 Taux d'échantillonnage et débit de données

La fréquence d'échantillonnage correspond à la vitesse à laquelle les données des capteurs analogiques sont converties en échantillons numériques par le convertisseur analogique-numérique (ADC). De même, le débit de données correspond à la vitesse à laquelle les données F/T et IMU peuvent être transmises sur le réseau.

Le débit de données est parfois appelé « débit de communication » ou « débit de communication réseau » ; TwinCAT, par exemple, l'appelle « temps de cycle ».

REMARQUE : les données de l'IMU peuvent être transmises à un débit maximal de 400 Hz. Si le débit global est supérieur à 400 Hz, le capteur transmet le même échantillon IMU pour plusieurs paquets de données consécutifs.

Si le débit de données est supérieur à la fréquence d'échantillonnage, le client constate la transmission d'échantillons en double sur le réseau jusqu'à ce que le prochain échantillon soit lu en interne. Un débit de données plus élevé peut s'avérer utile pour que le capteur envoie des données au même rythme que celui des autres appareils du système du client. Par exemple : si un périphérique d'E/S discret sur le même réseau que le capteur Sano transmet des données à 7 000 Hz, le client peut souhaiter que le capteur Sano transmette également des données au réseau à 7 000 Hz, même si le capteur n'effectue pas nécessairement d'échantillonnage interne à cette fréquence.

Si la fréquence d'échantillonnage est supérieure au débit de données, le client ne reçoit pas les données de chaque échantillon interne via le réseau. Cependant, les filtres activés fonctionnent en se basant sur la fréquence d'échantillonnage interne la plus élevée ; ainsi, le capteur filtre les sources de bruit à plus haute fréquence que si le filtre fonctionnait à un débit de données plus lent.

4.4 Filtre passe-bas

Par défaut à la mise sous tension, aucun filtrage n'est activé. Les utilisateurs peuvent configurer le paramètre de filtrage afin de réduire le bruit du signal. Le tableau suivant répertorie la fréquence de coupure normalisée (à une fréquence d'échantillonnage de 1 Hz) pour chaque coefficient de filtrage. Le temps de montée correspond au temps nécessaire au système, pour un coefficient de filtrage donné, afin de produire 90 % de l'échantillon final.

Tableau 4.6 — Filtrage passe-bas		
Coefficient de filtrage	Fréquence de coupure (pourcentage de la fréquence d'échantillonnage du convertisseur analogique-numérique)	Temps de montée (échantillons)
0	aucun	1
1	11,97 %	3

2	4,66 %	8
3	2,17 %	16
4	1,04 %	34
5	0,51 %	69
6	0,26 %	140
7	0,12 %	280
8	0,07 %	561

5. Interface de bus EtherCAT

L'interface de bus EtherCAT permet aux utilisateurs d'effectuer les opérations suivantes :

- Lire les informations d'étalonnage actives et le numéro de série
- Lire la version du micrologiciel
- Lire les données F/T et IMU
- Lire les données des jauges de contrainte et les informations d'état
- Régler la fréquence de coupure du filtre passe-bas
- Appliquer une tension de polarisation au capteur
- Modifier la fréquence d'échantillonnage
- Surveiller l'état de santé du capteur

5.1 Interface PDO

L'interface PDO échange des données en temps réel avec le capteur F/T.

- a. Carte TxPDO / Données de sortie
Le TxPDO combine *l'objet 0x6000 : Lecture des données*, *l'objet 0x6010 : Code d'état*, *l'objet 0x6020 : Compteur d'échantillons* et *l'objet 0x6050 : Données IMU*.
- b. Tableau RxPDO / Données d'entrée
La carte RxPDO se compose de *l'objet 0x7010 : Codes de contrôle*.

5.2 Objets du dictionnaire EtherCAT (données SDO), spécifiques à ATI

Les données SDO permettent de configurer le capteur et de lire les données de fabrication et d'étalonnage. Cette section répertorie les objets du dictionnaire spécifiques au capteur EtherCAT F/T ainsi que certains objets qui font partie intégrante de la norme définie par le groupe EtherCAT®Technology Group. Les objets du dictionnaire (abordés dans cette section) se trouvent dans le **fichier ECAT Sano ESI (réf. ATI 9031-05-1100)**, disponible en téléchargement sur le site Web d'ATI : https://www.ati-ia.com/Products/ft/software/Sano74_software.aspx.

Lors de l'utilisation de certains objets de dictionnaire, l'utilisateur peut avoir besoin de convertir un code hexadécimal en nombre binaire (voir *la section 5.2.14 — Comment interpréter une sortie hexadécimale*).

5.2.1 Objet 0x2020 : Transformation d'outil

Cet objet inscriptible contient les champs entiers signés de 32 bits suivants :

Tableau 5.1 — Indice d'objet (hex) 0x2020 : Transformation d'outil				
Sous-index	Nom	Type	Description	
0x01	Dx	STRING(16)	Le déplacement le long de l'axe x, en unités de 0,01 unité de longueur d'étalonnage. Par exemple, si la composante de distance du couple est exprimée en mètres, une valeur Dx de 100 correspond à 1 mètre.	
0x02	Dy		Le déplacement le long de l'axe y, exprimé en 0,01 unité de longueur d'étalonnage.	
0x03	Dz		Le déplacement le long de l'axe z, en unités de 0,01 unité de longueur d'étalonnage.	
0x04	Rx		La rotation autour de l'axe X, en unités de 0,1 degré ; par exemple, une valeur Rx de 900 correspond à 90 degrés.	
0x05	Ry		Rotation autour de l'axe Y, en unités de 0,1 degré.	
0x06	Rz		La rotation autour de l'axe Z, en unités de 0,1 degré.	
0x07	ttDistUnits	USINT	Valeur	Unité
			0	pouces
			1	pied
			2	mm
			3	cm
			4	m
0x08	ttAngUnits		Valeur	Unité
			0	degrés
			1	radian
0x09	Valider		À utiliser pour envoyer la commande.	

5.2.2 Objet 0x2021 : Étalonnage

Cet objet en lecture seule contient des informations sur l'étalonnage actuellement actif, sélectionné via le champ « Sélection de l'étalonnage » de [la section 5.2.13 — Objet 0x7010 : Codes de contrôle](#). Cet objet contient les champs suivants :

Tableau 5.2 — Index d'objet (hex) 0x2021 : Étalonnage				
Sous-index	Nom	Type	Description	
1.	01	Série FT	STRING(8)	Le numéro de série F/T, par exemple « FT01234 ».¹

Remarques :

1. Ce champ identifie un capteur individuel. Un capteur peut avoir plusieurs numéros de série d'étalonnage FTxxxxx ; chaque numéro de série d'étalonnage F/T identifie un étalonnage distinct. Aucun capteur ne partage le même numéro de série d'étalonnage F/T avec un autre.
2. Ce champ identifie l'étalonnage. Pour les plages de mesure, se reporter au manuel [9620-05-B-Sano74](#).
3. Une fois sous tension, le capteur enregistre les valeurs de crête détectées sur n'importe quel axe. Si le capteur détecte des valeurs de crête historiques supérieures aux valeurs par défaut d'usine ATI, cela signifie que le capteur a été soumis à une charge dépassant la plage de détection calibrée prévue.

Tableau 5.2 — Index d’objet (hex) 0x2021 : Étalonnage					
Sous-index		Nom	Type	Description	
2.	02	Référence d'étalonnage	STRING(30)	Référence d'étalonnage par exemple « SI-130-13.4 ». ²	
3.	03	Famille d'étalonnage	STRING(8)	Affiche toujours « ECAT ».	
4.	04	Heure d'étalonnage	STRING(30)	Date à laquelle le capteur a été étalonné.	
5. à 40.	05 à 28	Réservé	Réservé		
41	29	Unités de la Force	USINT	Valeur	Unité
				0	Lbf
				1	N
				2	Klbf
				3	kN
				4	kg
42.	2A	Unités de couple	USINT	Valeur	Unité
				0	lbf-in
				1	lbf-ft
				2	Nm
				3	Nmm
				4	kgf-cm
				5	kNm
43.	2B	Nombre maximal de Fx	DINT	Valeur nominale maximale pour cet axe, en impulsions.	
44.	2C	Nombre maximal de pas Fy			
45.	2D	Nombre maximal de Fz			
46.	2E	Nombre maximal de transmissions			
47.	2F	Nombre maximal de types			
48.	30	Nombre maximal de Tz			
49.	31	Nombre par force	DINT	Le nombre d'impulsions par unité de force.	
50.	32	Nombre de impulsions par couple	DINT	Le nombre d'impulsions par unité de couple.	
51. à 66.	33 à 42	Réservé	Réservé		
Remarques :					
1. Ce champ identifie un capteur individuel. Un capteur peut avoir plusieurs numéros de série d'étalonnage FTxxxxx ; chaque numéro de série d'étalonnage F/T identifie un étalonnage distinct. Aucun capteur ne partage le même numéro de série d'étalonnage F/T.					
2. Ce champ identifie l'étalonnage. Pour les plages de détection, se reporter au manuel 9620-05-B-Sano74 .					
3. Une fois sous tension, le capteur enregistre les valeurs de crête détectées sur n'importe quel axe. Si le capteur détecte des valeurs de crête historiques supérieures aux valeurs par défaut d'usine ATI, cela signifie que le capteur a été soumis à une charge dépassant la plage de détection étalonnée prévue.					

Tableau 5.2 — Index d’objet (hex) 0x2021 : Sous-index d’étalonnage				
Sous-index		Nom	Type	Description
67.	43	PeakLoadsPosFx ³	DINT	Charges de pointe ³ Positif. Nombre de charges F/T positives maximales jamais enregistrées.
68.	44	Charges maximales positives Fy ³		
69.	45	Charges maximales dans la direction Fz ³		
70.	46	Charges de pointe PosTx ³		
71.	47	Charges maximales PosTy ³		
72.	48	PeakLoadsPosTz ³		
73.	49	Charges de pointe avec effet négatif ³	DINT	Charges de pointe ³ Négatives. Nombre maximal historique de charges F/T négatives.
74.	4A	PeakLoadsNegFy ³		
75.	4B	Charges de crête NegFz ³		
76.	4C	Charges de pointe négatives Tx ³		
77.	4D	Charges de pointe négatives Ty ³		
78.	4E	PeakLoadsNegTz ³		
79. à 106.	4F à 6A	Réservé		
107	6B	Nombre maximal de Fx ER	UINT32	Valeur de plage étendue pour Fx en comptages FT
108	6C	Nombre maximal de Fy (ER)		Valeur de plage étendue pour Fy en comptes FT
109	6D	Nombre maximal de Fz (ER)		Valeur de la plage étendue pour Fz en FT Counts
110	6E	Nombre maximal de Tx en ER		Valeur de plage étendue pour Tx en FT Counts
111	6F	Nombre maximal de Ty ER		Valeur de plage étendue pour Ty en comptes FT
112	70	Nombre maximal de Tz (ER)		Valeur de la plage étendue pour Tz en FT Counts
113	71	ftOorCountMr		Nombre de fois où l'appareil a dépassé la plage de détection normale.
114	72	ftOorCountEr		Nombre de fois où l'appareil a dépassé la plage de détection étendue.

Remarques :

1. Ce champ identifie un capteur individuel. Un capteur peut avoir plusieurs numéros de série d'étalonnage FTxxxxx ; chaque numéro de série d'étalonnage F/T identifie un étalonnage distinct. Aucun capteur ne partage le même numéro de série d'étalonnage F/T.
2. Ce champ identifie l'étalonnage. Pour les plages de détection, se reporter au manuel [9620-05-B-Sano74](#).
3. Lorsqu'il est sous tension, le capteur enregistre les valeurs de crête détectées sur n'importe quel axe. Si le capteur détecte des valeurs de crête historiques supérieures aux valeurs par défaut d'usine ATI, cela signifie que le capteur a été soumis à une charge dépassant la plage de détection étalonnée prévue.

5.2.3 Objet 0x2023 : Console via EtherCAT

Cet objet permet au système de communiquer avec une console à interface série. Pour les commandes de la console série

, reportez-vous à [la section 6 — Commandes de console via la série](#).

Tableau 5.3 — Index des objets (hex) 0x2080 : Valeurs de diagnostic			
Sous-index	Nom	Type	Description
0x01	Commande	STRING(100)	Une commande est envoyée à la console.
0x02	Réponse	STRING(100)	Une réponse s'affiche sur la console.
0x03	Valider	UNIT16	Tapez « 1 » pour activer la commande.

5.2.4 Objet 0x2060 : Conditions de surveillance

Cet objet de lecture et d'écriture permet de configurer un axe, une valeur seuil et une direction afin d'effectuer une évaluation continue par rapport aux données F/T actuelles. Activez et réinitialisez la condition de surveillance dans [l'objet 0x7010 : Codes de contrôle](#). Si une condition de surveillance se produit, le bit d'état 16 est activé ([Section 5.2.8 — Objet 0x6010 : Code d'état](#)). Dans cet objet, les champs suivants sont disponibles :

Tableau 5.4 — Index d'objet (hex) 0x2080 : Valeurs de diagnostic				
Sous-index	Nom	Type	Description	
0x01	Valeur seuil	DINT	Valeur seuil F/T à comparer, en nombre d'impulsions.	
0x02	Axe	USINT	Valeur	Axe
			0	Fx
			1	Fy
			2	Fz
			3	Tx
			4	Ty
			5	Tz
0x03	CompareGreaterThan	BOOL	Si TRUE, la condition de surveillance est vraie lorsque l'axe sélectionné est supérieur à la valeur seuil sélectionnée. Si FALSE, la condition de surveillance est vraie lorsque la valeur de l'axe sélectionné est inférieure à la valeur seuil sélectionnée.	
0x04	Valider	UNIT16	Tapez « 123 » ici pour valider les modifications	

5.2.5 Objet 0x2080 : Valeurs de diagnostic

Cet objet en lecture seule fournit des informations de diagnostic. Les champs suivants sont disponibles dans cet objet :

Tableau 5.5 — Objet d'index (hex) 0x2080 : Valeurs de diagnostic			
Sous-index	Nom	Type	Description
0x01	Tension d'alimentation	UINT16	Tension de l'alimentation externe multipliée par 10.
0x02	Température du circuit imprimé	INT16	Température de la carte de capteurs en °C multipliée par 10.
0x03	Message d'état	STRING(40)	Message d'erreur avec code d'état prioritaire (voir le tableau 5.6)
0x04	Température TAP	INT16	Température TAP en °C multipliée par 10.
0x05	Température côté montage	INT16	Température côté montage en °C x 10.

En cas d'erreur, un message s'affiche dans le sous-index 0x03 de SDO-0x2080. Si plusieurs En cas d'erreur, le message correspondant à l'erreur ayant la priorité la plus élevée parmi celles répertoriées dans le tableau ci-dessous s'affiche.

Tableau 5.6 — Erreurs dans les messages d'état des relevés de diagnostic	
Priorité	Messages d'erreur textuels
1	Tension d'alimentation hors plage
2	Température de la jauge hors plage
3	Erreur de somme de contrôle de l'étalonnage
4	Capteur(s) déconnecté(s) : <liste>
5	Capteur(s) hors plage : <liste>
6	F/T hors plage
7	Erreur matérielle ou de pile
8	Erreur simulée
9	État du moniteur 0
10	Erreur (non spécifiée)
11	Aucune erreur de code d'état

5.2.6 Objet 0x2090 : Version

Cet objet en lecture seule fournit des informations sur la version du micrologiciel. Les champs suivants sont disponibles dans cet objet :

Tableau 5.7 — Index d'objet (hex) 0x2090 : Version			
Sous-index	Nom	Type	Description
0x01	Majeur	UINT16	Version principale
0x02	Mineure	UINT16	Version mineure
0x03	Révision	UINT16	Révision
0x04	Version du chargeur d'amorçage	UINT32	Version du chargeur d'amorçage
0x05	sensorHwVer	UINT16	Version matérielle du capteur
0x06	sensorInstrument	UINT16	Données internes de fabrication

5.2.7 Objet 0x6000 : lecture des données

Cet objet en lecture seule représente les données actuelles de force et de couple et est mappé dans les données d'entrée TxPDO. Cet objet contient les champs suivants :

Tableau 5.8 — Indice d'objet (hex) 0x6000 : lecture des données			
Sous-index	Nom	Type	Description
0x01	Fx	DINT	Ces champs contiennent les données F/T résolues sur 32 bits , exprimées en nombres d'impulsions. Pour que les données de force soient exprimées en unités, divisez les valeurs des comptes de force par le nombre de comptes par champ de force indiqué dans l'objet d'étalonnage. Pour que les données de couple soient exprimées en unités, divisez les valeurs de comptage de couple par le nombre d'impulsions par champ de couple indiqué dans l'objet d'étalonnage.
0x02	Fy		
0x03	Fz		
0x04	Tx		
0x05	Ty		
0x06	Tz		

5.2.8 Objet 0x6010 : Code d'état

Cet objet contient une seule valeur DINT (au sous-index 0). Se reporter à [la section 7.2 — Code d'état](#).

5.2.9 Objet 0x6020 : Compteur d'échantillons

Cet objet contient un seul entier non signé de 32 bits (UDINT) à l'indice 0, qui s'incrémente de 1 à chaque fois qu'un ensemble complet de données de jauge est lu. Ce nombre passe de 4 294 967 295 ($2^{32} - 1$) à 0 sans générer d'erreur. Le compteur d'échantillons est remis à zéro lors de la mise sous tension.

5.2.10 Objet 0x6030 : Données de la jauge

Cet objet en lecture seule permet de lire les dernières données brutes de la jauge.

Tableau 5.9 — Indice d'objet (hex) 0x6030 : Données brutes non pondérées de la jauge			
Sous-index	Nom	Type	Description
0x01	Jauge 0		
0x02	Jauge 1		

0x03	Capteur 2	DINT	Ces champs contiennent les données de jauge sur 32 bits.
0x04	Jauge 3		
0x05	Jauge 4		
0x06	Jauge 5		
0x07	Jauge 6		
0x08	Jauge 7		

5.2.11 Objet 0x6050 : Données IMU

Cet objet en lecture seule contient six entiers signés de 16 bits qui renferment les dernières données de l'accéléromètre et

Les données résolues peuvent être extraites des compteurs à l'aide de la formule suivante :

$$\text{Resolved data} = \text{counts} \times 2^{-q}$$

où q est le point Q de ces données.

Tableau 5.10 — Objet index (hex) 0x6030 : Données brutes non biaisées de la jauge			
Sous-index	Nom	Type	Description
0x01	CalAccelX	INT16	Ces champs contiennent les données brutes de l'accéléromètre sur 16 bits de l'accéléromètre, exprimées en nombre de impulsions. Qpoint = 8, valeur mise à l'échelle en m/s².
0x02	CalAccelY		
0x03	CalAccelZ		
0x04	CalGyroX	INT16	Ces champs contiennent les données brutes du gyroscope en 16 bits exprimées en nombre d'impulsions. Qpoint = 9, valeur mise à l'échelle en rad/s.
0x05	CalGyroY		
0x06	CalGyroZ		

5.2.12 Procédure de vérification de la précision de l'IMU

L'IMU intègre une fonction d'autocontrôle de la précision qui surveille les signaux de sortie de l'accéléromètre et du gyroscope. Les sorties correspondantes sont décrites dans [le tableau 5.11](#).

Tableau 5.11 — Affectation des bits de précision de l'IMU	
Description	Bits
Niveau de précision de l'accélération linéaire	76
Niveau de précision de l'accéléromètre	54
Niveau de précision du gyroscope	32

La précision des données de l'IMU est communiquée à l'utilisateur final selon les définitions suivantes :

Tableau 5.12 — Masque de niveau de précision de l'IMU		
Description	Valeur binaire	Valeur décimale
Non fiable	00	0
Précision faible	01	1
Précision moyenne	10	2
Précision élevée	11	3

Bien que ce soit à l'utilisateur final de déterminer le niveau de précision requis pour une application donnée, les spécifications indiquées dans la fiche technique correspondent à un fonctionnement du capteur à un niveau de précision élevé. Si le niveau de précision actuel indiqué est inférieur à celui souhaité par l'utilisateur final, une procédure d'étalonnage peut être effectuée conformément aux instructions du manuel [9620-05-B-Sano74](#).

En se référant [aux tableaux 5.11 et 5.12](#), l'utilisateur peut associer la sortie binaire à un niveau de précision. Par exemple, si la sortie binaire était 0010 0100, cela indiquerait que l'accéléromètre linéaire (00) n'est pas fiable, que l'accéléromètre (10) présente une précision moyenne et que le gyroscope (01) présente une faible précision.

5.2.13 Objet 0x7010 : Codes de contrôle

Cet objet est mappé dans le RxPDO pour le contrôle en temps réel du système F/T.

Tableau 5.13 — Index d'objet (hex) 0x7010 : Codes de contrôle				
Sous-index	Nom	Type	Description	
			Bit	Fonction
0x01	Contrôle 1	DINT	0	1 = Régler le biais (tare) par rapport à la charge actuelle 0 = Laisser le biais inchangé ¹
			1	Effacer l'état de surveillance 0 : 1 = Effacer 0 = Ne rien faire
			2	1 = Effacer le biais 0 = Ne pas modifier le biais
			3	1 = Sortie des jauges 0 à 5 sur PDO 0 = Sortie F/T sur PDO
			4-7	Sélection du filtre. Se reporter à <i>la section 4.4 — Filtre passe-bas</i> .
			8-11	Étalonnage actif : 0 = Utilisation de l'étalonnage dans l'emplacement 0 1 = Utiliser l'étalonnage de l'emplacement 1 2 = Utiliser l'étalonnage du slot 2 Toutes les autres valeurs sont réservées.
			12-15	Fréquence d'échantillonnage : 0 = 500 Hz 1 = 1 000 Hz 2 = 2 000 Hz 3 = 4 000 Hz 4 = 8 000 Hz Toutes les autres valeurs sont réservées.
			16	Fonction d'enregistrement de l'étalonnage de l'IMU : Une fois que l'utilisateur a terminé la procédure d'étalonnage telle que décrite à <i>la section 3.5 — Procédure d'étalonnage dynamique de l'IMU de la 9620-05-B-Sano74</i> , les doivent être enregistrés en mémoire pour être conservées d'une mise sous tension à l'autre. La commande est transmise à l'IMU à chaque front montant de ce bit.
			17-19	Réservé
				Sélection du gain de l'accéléromètre de l'IMU. Se reporter à <i>la section 5.2.13.1 — Accéléromètre et gyroscope</i>
			Valeur	Gain

			20-23	0	Dernière valeur de gain définie ¹
				1	2 g
				2	4 g
				3	8 g
				4	16 g

Tableau 5.13 — Index d'objet (hex) 0x7010 : codes de contrôle							
Sous-index	Nom	Type	Description				
0x01	Contrôle 1	DINT	24-27	Sélection du gain du gyroscope de l'IMU. Cette valeur restera fixée à 5, car 2 000 degrés par seconde (DPS) est la seule valeur de gain autorisée pour le gyroscope. Reportez-vous à la section 5.2.13.1 — Accéléromètre et gyroscope de l'IMU			
				<table><tr><th>Valeur</th><th>Gain</th></tr><tr><td>5</td><td>2000 DPS</td></tr></table>	Valeur	Gain	5
			Valeur	Gain			
			5	2000 DPS			
28-31	Réservé						
			Bit	Fonction			
0x02	Contrôle 2	DINT	0	Activer la vérification de l'état 0 du moniteur			
			1-30	Réservé			
			31	Contrôle des erreurs simulées			

Remarques :

- Le 0 représente une valeur par défaut, qui est réinitialisée chaque fois qu'un nouveau gain est défini. Par exemple, si l'utilisateur règle le gain de l'accéléromètre sur 2 g, le 0 représentera alors 2 g jusqu'à ce que le gain soit à nouveau modifié.

5.2.13.1 Accéléromètre et gyroscope de l'IMU

REMARQUE : Avant de diffuser ou de configurer les données de l'IMU, l'utilisateur doit effectuer un étalonnage de l'IMU comme indiqué dans [la section 3.5 — Procédure d'étalonnage dynamique de](#)

L'accéléromètre et le gyroscope de l'IMU Sano74 peuvent être configurés via les bits 20 à 27. Les quatre combinaisons suivantes, présentées dans [le tableau 5.14](#), sont disponibles pour l'utilisateur. Toute autre combinaison de gains de l'accéléromètre et du gyroscope entraînera une erreur.

Tableau 5.14 — Configurations autorisées de l'IMU	
Gain de l'accéléromètre	Gain du gyroscope
2 g	2 000 DPS
4 g	2 000 DPS
8 g	2 000 DPS
16 g	2 000 DPS

Pour diffuser les données IMU, reportez-vous à [la section 5.2.11 — Objet 0x6050 : Données IMU](#).

5.2.14 Objets de communication EtherCAT

La structure de ces objets 0x1000 est définie par l'EtherCAT Technology Group. ATI n'utilise pas tous les champs.

5.2.14.1 Objet 0x1000 : Type de périphérique

Cet objet en lecture seule décrit le type de périphérique EtherCAT.

Tableau 5.15 — Index d'objet (hex) 0x1000 : Type de périphérique			
Type	Description	Valeur par défaut (hex)	Valeur par défaut (décimale)
UDINT	Catégorie de périphérique EtherCAT à laquelle appartient l'ATI EtherCAT Sano.	0x00000192	402

5.2.14.2 Objet 0x1008 : Nom du périphérique

Cet objet en lecture seule décrit le nom du périphérique. Le groupe EtherCAT®Technology Group définit la structure de cet objet, mais le laisse facultatif. ATI attribue un nom par défaut, et ce nom est susceptible de changer. ATI peut apporter son assistance aux utilisateurs qui souhaitent modifier ce champ. Il arrive parfois que les utilisateurs souhaitent modifier ce champ afin de pouvoir intégrer le capteur ATI à leur système sous leur propre marque.

Tableau 5.16 — Index d'objet (hex) 0x1008 : Nom du périphérique		
Type	Description	Valeur par défaut (chaîne de caractères)
STRING	Nom du périphérique sous forme de chaîne non terminée par un zéro. Ne pas utiliser pour l'identification du produit. ¹	« ATI Sano74 F/T Sensor »
Remarque :		
1. Ce champ pouvant être modifié, ne l'utilisez pas pour l'identification du produit. Pour connaître les champs pouvant être utilisés à cette fin, reportez-vous à la section 5.2.14.3 — Objet 0x1018 : Identité .		

5.2.14.3 Objet 0x1018 : Identité

Cet objet en lecture seule contient des informations sur le dispositif EtherCAT connecté (dans ce cas, le capteur ATI EtherCAT Sano). Le groupe EtherCAT®Technology Group définit la structure de cet objet, et ATI définit les valeurs pour chaque produit ATI. ATI peut fournir une assistance aux utilisateurs qui souhaitent modifier ce champ. Il arrive parfois que les utilisateurs souhaitent modifier ce champ afin de pouvoir personnaliser le capteur ATI pour l'intégrer à leur système.

Tableau 5.17 — Indice d'objet (hex) 0x1018 : Objet d'identité					
Sous-index (hex)	Nom	Fonctionnalité	Type	Valeur par défaut (hex)	Valeur par défaut (décimale)
0x01	ID du fournisseur	Ce numéro d'identifiant du fournisseur est attribué de manière unique à ATI par le groupe technologique EtherCAT®. ¹	UDINT	0x00000732	1842
0x02	Code produit	Ce code produit est attribué de manière unique par ATI aux capteurs EtherCAT Sano. ²	UDINT	0x26483053	642265171
0x03	Numéro de révision	Ce champ est susceptible d'être modifié et ne doit pas être utilisé à des fins d'identification. ³	UDINT	N/A	
0x04	Numéro de série	Ce champ est susceptible d'être modifié et ne doit pas être utilisé à des fins d'identification. ⁴			
Remarque :					
1. Ce champ restant inchangé d'un produit ATI à l'autre, utilisez l'identifiant du fournisseur pour identifier le produit. 2. Pour les capteurs EtherCAT Sano, ce champ reste inchangé et peut être utilisé pour l'identification du produit. 3. Pour identifier un modèle de capteur et sa taille d'étalonnage, reportez-vous à la section 5.2.2 — Objet 0x2021 : Étalonnage, sous-index 0x02 (référence d'étalonnage). 4. Pour identifier un capteur individuel, reportez-vous à la section 5.2.2 — Objet 0x2021 : Étalonnage, sous-index 0x01 (F/T série).					

5.2.14.4 Objets EtherCAT inutilisés

Le groupe de technologie EtherCAT® définit la structure de ces objets mais les laisse en option. Actuellement, ATI n'utilise pas ces champs. À la place, les informations sont incluses dans [la section 5.2 — Objets du dictionnaire EtherCAT \(données SDO\), spécifiques à ATI](#). Pour savoir quels objets ATI doivent être référencés, reportez-vous au tableau suivant :

Tableau 5.18 — Objets EtherCAT inutilisés					
Index de l'objet (hexadécimal)	Nom de l'objet	Type	Référence croisée vers les objets de la zone spécifique ATI	Valeur par défaut (hexadécimale)	Valeur par défaut (décimale)
0x1001	Registre d'erreurs	USINT	Pour surveiller le code d'état du capteur F/T, reportez-vous à la section 5.2.8 — Objet 0x6010 : Code d'état .	0x00	0
0x1009	Version matérielle	CHAÎNE	Pour consulter la version matérielle du capteur F/T, reportez-vous à la section 5.2.6 — Objet 0x2090 : Version .	N/A	
0x100A	Version du logiciel	CHAÎNE	Pour consulter la version du logiciel du capteur, reportez-vous à la section 5.2.6 — Objet 0x2090 : Version .		

5.3 Conversion des données de force et de couple (F/T) des impulsions en unités

À la réception de chaque échantillon PDO en temps réel, divisez les valeurs de force et de couple exprimées en nombres d'impulsions par les valeurs de nombre d'impulsions par force et de nombre d'impulsions par couple indiquées à [la section 5.2.2 — Objet 0x2021 : Étalonnage](#) afin de calculer les valeurs de force et de couple en unités.

Remarques importantes concernant les unités :

- Les utilisateurs finaux peuvent sélectionner et définir les unités de force et de couple dans l'objet d'étalonnage.
- Pour différentes unités, le logiciel du dispositif maître EtherCAT peut ajuster les valeurs de « counts par force » et de « counts par couple » afin que les unités obtenues correspondent à celles souhaitées par l'utilisateur final.

Par exemple, l'étalonnage fournit 1 000 000 d'impulsions par Newton (N). Pour convertir la sortie en pour obtenir le nombre de comptes par livre-force (lbf), procédez comme suit :

$$\frac{1,000,000 \text{ counts}}{1 \text{ N}} \times \frac{4.4482222 \text{ N}}{1 \text{ lbf}} = 4,448,222 \text{ counts/lbf}$$

6. Commandes de la console via la communication série

Ces commandes de console permettent de consulter l'état et les paramètres du capteur, ainsi que de régler ses paramètres. Pour configurer une console série, reportez-vous à [la section 3.2 — Configuration de l'interface de communication RS485](#).

6.1 Résumé des commandes

Tableau 6.1 — Commandes de console			
Commande	Opérandes	Description	Lecture/écriture utilisateur
HELP	(aucun)	Cette commande affiche la liste des principales commandes et la version du logiciel.	Lecture
H			
MAN			
?			
BIAS	(aucun)	Affiche l'état actuel du biais du capteur.	Lecture
	sur	Active la fonction de polarisation et règle la sortie F/T sur 0.	Écrit
	désactiver	Désactive la fonction de polarisation et efface le bit de polarisation.	
	valeurs	Active la fonction de polarisation avec les valeurs définies par l'utilisateur.	
PEAK	(aucune)	Affiche les valeurs F/T maximales et minimales, exprimées en unités, enregistrées pendant une période d'exécution et depuis la dernière commande de réinitialisation de crête.	Lecture
	C	Affiche les valeurs F/T maximales et minimales en nombre d'impulsions enregistrées pendant une période d'exécution et depuis la dernière commande de réinitialisation des pics.	Lecture
	RESET	Rétablit les valeurs F/T actuelles à leurs valeurs par défaut.	Écriture
C	(aucun)	Une commande de requête lance la transmission à haut débit des données F/T. Cette commande affiche en continu des lignes de données F/T par unités jusqu'à ce que l'utilisateur appuie sur une autre touche, telle que la touche Entrée. Les données sont transmises au débit spécifié dans le paramètre rdtRate.	Lecture
	Section 6.2 — Opérandes de la commande de requête (C ou S)	Affiche les données de jauge, F/T ou IMU spécifiées par l'utilisateur en mode continu.	Lecture
	(aucun)	Une commande d'interrogation lance la transmission à grande vitesse des données F/T. Cette commande affiche une seule ligne de données F/T en unités.	Lecture

S	<i>Section 6.2 — Opérandes de la commande de requête (C ou S)</i>	Affiche les données de jauge, F/T ou IMU spécifiées par l'utilisateur sur une seule ligne.	Lecture
SET	(aucun)	Affiche tous les réglages ou toutes les valeurs. Voir <i>la section 6.3 — Commande Set</i>	Lire
	[nom du champ]	Affiche la valeur saisie par l'utilisateur dans un champ spécifique.	Lire
	[nom du champ] [valeur]	Définit le champ de paramétrage spécifié avec la valeur saisie.	Écriture

Tableau 6.1 — Commandes de la console			
Commande	Opérandes	Description	Lecture/écriture utilisateur
SIMERR	(aucun)	Indique si la fonctionnalité d'erreur simulée est activée ou désactivée. Cette commande fait référence au bit 28 du tableau 7.2 . La commande d'erreur simulée est utile pour les clients qui ont besoin de tester leurs routines de gestion des erreurs. Lorsqu'une erreur simulée se produit, la LED d'état « rouge » s'allume ; voir la section 4.2.1 — LED d'état .	Lecture
	ON	Active la fonctionnalité d'erreur simulée.	Écriture
	OFF	Désactive la fonctionnalité d'erreur simulée.	Lecture
RESET	(aucun)	Configure le processeur ou le microcontrôleur du capteur. Affiche un rapport d'état du processeur.	Lecture/Écriture
SAVEALL	(aucun)	Cette commande enregistre tous les paramètres et toutes les valeurs dans la mémoire du capteur (NVM).	Écriture
STATUS	(aucun)	Cette commande génère un rapport sur l'état actuel du matériel du capteur. Si un problème sous-jacent au niveau du capteur, l'utilisateur final peut transmettre ces informations à ATI pour un dépannage.	Lire
VIEW	(aucune)	La commande « view calibration » affiche toutes les propriétés du capteur : plage d'étalonnage, unités, date et famille.	Lecture
	0	Affiche les propriétés de l'étalonnage 0.	
	1	Affiche les propriétés de l'étalonnage 1.	
	2	Affiche les propriétés de l'étalonnage 2	
	A	Affiche les propriétés de l'étalonnage actif.	
DIAG	(aucun)	Imprime un rapport de diagnostic comprenant les valeurs F/T en unités, les relevés des jauges, le code d'état, la température, les informations d'étalonnage en cours, le débit en bauds actuel, le filtre actuel, la fréquence d'échantillonnage actuelle et les données de pics persistants.	Lire
SYSVER	(aucun)	Affiche la version du micrologiciel.	Lecture
WHOAMI	(aucune)	Affiche la source d'entrée de la console.	Écriture
IMUSave	(aucun)	Enregistre les données d'étalonnage de l'IMU conformément à la procédure décrite dans le manuel 9620-05-B-Sano74	Écriture
ACCLCAL	2g	Règle la plage de détection de l'accéléromètre de l'IMU entre +/- 2 g et celle du gyroscope à 2 000 DPS. Se reporter à la section 6.4 — Données de l'IMU	Écriture
	4 g	Règle la plage de détection de l'accéléromètre de l'IMU entre +/- 4 g et celle du gyroscope à 2 000 DPS	

Écriture

	8 g	Règle la plage de détection de l'accéléromètre de l'IMU entre +/- 8 g et celle du gyroscope à 2 000 DPS	
	16 g	Règle la plage de mesure de l'accéléromètre de l'IMU entre ± 16 g et celle du gyroscope à 2 000 DPS	
MC	(aucun)	Affiche toutes les conditions de surveillance.	Lecture

6.2 Opérandes pour la commande de requête (C ou S)

Le type de données renvoyées par la commande de requête peut être ajusté à l'aide d'opérandes. Cette fonctionnalité est utile pour les utilisateurs qui souhaitent développer leur propre programme afin de stocker les données dans un fichier externe ou de les visualiser sous forme de graphiques. La liste des opérandes figure dans le tableau ci-dessous.

Si une commande de requête est émise sans opérande(s), le ou les opérandes de la commande de requête précédente sont utilisés dans l'affichage des données. Le spécificateur par défaut à la mise sous tension est le suivant : FXYZTXYZ.

Tableau 6.2 — Opérandes des commandes de requête		
Catégorie	Opérande	Remarques
Numéro(s) de jauge	0	Les valeurs de jauge sont imprimées uniquement en nombre d'unités. Il est possible de déclarer tous les numéros de jauge ou un seul.
	1	
	2	
	3	
	4	
	5	
	6	
	7	
Axe	x	L'utilisateur peut choisir d'afficher les données de force et de couple selon les axes x, y et z. La valeur de sortie peut être affichée en nombre de F/T ou en unités techniques. Les nombres sont convertis en unités par mise à l'échelle ou en divisant la valeur du nombre par les champs <i>cpf</i> ou <i>cpt</i> du tableau 5.3 — Commandes de réglage .
	y	
	z	
Force et/ou couple	f	Les données de force XYZM s'affichent.
	t	Les données de couple XYZM s'affichent.
Température	i	Indique la température du côté montage du capteur. Affichée en degrés C.
	j	Indique la température du côté de l'outillage du capteur. Affichée en degrés Celsius.
Amplitude	m	Les données de force ou de couple s'affichent sous forme de magnitude des composantes vectorielles selon les axes x, y et z. La valeur de sortie peut s'afficher en nombres de pas F/T ou en unités techniques. Les nombres de pas sont convertis en unités par mise à l'échelle ou en divisant la valeur du nombre de pas par les champs <i>cpf</i> ou <i>cpt</i> du tableau 5.3 — Commandes de réglage .
Comptages ou unités	c	Les données XYZM sont affichées en comptes.
	u	Les données XYZM s'affichent dans les unités utilisateur sélectionnées, par exemple : N ou Nm. Les unités constituent le paramètre par défaut.
Système numérique	h	Les données s'affichent sous forme de nombre hexadécimal. Par défaut, toutes les données exprimées en unités d'impression s'affichent toujours sous forme de nombre décimal.
	d	Les données s'affichent sous forme de nombre décimal.
Format	>	Les données sont affichées sous une forme formatée et lisible par l'utilisateur, par exemple : des colonnes alignées. > correspond au paramètre par défaut.
	<	Les données sont affichées sous une forme compressée, sans zéros non significatifs ni espaces superflus. Ce format est destiné aux applications à haute vitesse utilisées dans un environnement automatisé.
	s	Cette entrée spécifie un CRC.

Informations supplémentaires pour faciliter le développement d'un programme	#	Cette entrée spécifie un compteur d'échantillons qui est incrémenté chaque fois qu'une ligne C ou S est imprimée.
	@	Cette entrée spécifie un compteur de lecture de l'ADC qui est incrémenté à chaque fois que l'ADC est lu.
	\$	\$ est un identificateur de type « long » qui désigne l'IMU. Reportez-vous à la la section 6.4 — Données IMU
Dépannage	!	Cette commande spécifie le code d'état 32 bits. Voir le tableau 7.2

Voici des exemples de commandes C ou S avec des spécificateurs :

1. La commande C XTY est interprétée comme suit :

utilisateur : c xty
réponse : 0,001 N 0,0009 Nm

- a. La commande C permet de transmettre des lignes de données en continu.
- b. Le X indique qu'il faut afficher F_x , car « force » est la valeur par défaut.
- c. Le T spécifie l'affichage des couples dès qu'un x, y, z ou m apparaît à partir de maintenant (sur cette ligne).
- d. Le Y spécifie l'affichage de T_y .

2. C TXY est interprété comme suit :

utilisateur : c txy
réponse : 0,0009 Nm 0,0009 Nm

- a. La lettre C est une commande permettant d'afficher des lignes de données en continu.
- b. Le T spécifie l'impression des couples dès qu'un x, un y, un z ou un m est détecté à partir de maintenant (sur cette ligne).
- c. Le X spécifie l'impression de T_x .
- d. Le Y spécifie l'impression de T_y .

3. S D0123 est interprété comme suit :

utilisateur : s d01234567
réponse : 246123 245592 246707 246029

- a. La commande S permet de transmettre une seule ligne de données.
- b. La lettre D spécifie l'impression des valeurs ADC brutes sous forme de nombres décimaux.
- c. Un chiffre compris entre 0 et 7 indique d'afficher les données correspondant au numéro de capteur correspondant. Par exemple, le 0 indique d'afficher les données du capteur 0, et le 3 indique d'afficher les données du capteur 3.

4. S CDFXYZTXYZ est interprété comme suit :

utilisateur : s cdfxyztxyz
réponse : 961 959 963 960 966 965

- a. La commande « S » sert à afficher une seule ligne de données.
- b. Les lettres C et D permettent d'afficher les données x, y, z ou m FT sous forme de nombres décimaux.
- c. La lettre F spécifie l'affichage des couples dès qu'un X, Y, Z ou M apparaît à partir de maintenant (sur cette ligne).
- d. La lettre T spécifie l'affichage des couples dès qu'un X, Y, Z ou M apparaît à partir de maintenant (sur cette ligne).

6.2.1 Conversion des nombres de impulsions par force/couple en valeurs F/T avec unités

Pour obtenir les valeurs réelles de force et de couple, chaque valeur de force doit être divisée par le

facteur « counts per force » (cpf), et chaque valeur de couple doit être divisée par le facteur « counts per torque » (cpt). Les facteurs cpf et cpt peuvent être obtenus à l'aide de la commande SET (« [Tableau 6.3 — Commandes SET](#) »).

Par exemple : si un étalonnage indique 1 000 000 d'impulsions par N et que la fonction F_z indique 4 500 000 impulsions, alors la force appliquée sur l'axe Z est de 4,5 N.

6.3 Commande SET

La commande de réglage permet aux utilisateurs de consulter ou de définir des paramètres spécifiques, qui sont présentés dans [le Tableau 6.3 — Commandes de réglage](#). Voici des exemples de commande de réglage avec des spécificateurs :

1. Exemple : set baud

user : set baud

response : baud

115200

- En saisissant la commande « set » suivie de l'opérande « baud », le capteur affichera le débit en bauds actuel

utilisateur : set baud 1000000

Réponse : le débit était de 115200, il est désormais de 1000000

utilisateur : saveall

*Réponse : Paramètres enregistrés dans la
banque NVM 0. Paramètres
enregistrés dans la banque NVM
1.*

- En saisissant une valeur après la commande de réglage de la vitesse de transmission, l'utilisateur peut définir une nouvelle vitesse de transmission.
- N'oubliez pas d'envoyer une commande « saveall » pour vous assurer que toutes les modifications sont enregistrées dans la mémoire non volatile.

2. Exemple :

configuration de

l'utilisateur ttdx :

configuration

de la réponse ttdx

:

<i>Champ</i>	<i>Valeur</i>
<i>-----</i>	<i>-----</i>
<i>ttdx</i>	<i>0</i>

- En saisissant la commande « set » avec l'opérande « ttdx », le capteur affiche la distance de transformation actuelle de l'outil sur l'axe X.

utilisateur : set ttdx 1

*Réponse : set ttdx 1
ttdx était « 0 », il est désormais « 1 »*

utilisateur : saveall

*Réponse : Paramètres enregistrés dans la
banque NVM 0 Paramètres
enregistrés dans la banque NVM
1*

- Par défaut, les unités de transformation des outils sont le millimètre pour les distances et le radian pour les angles. Ces unités peuvent être modifiées à l'aide des commandes ttdx (unités de distance) et ttau (unités d'angle). Voir [le tableau 6.3](#).
- N'oubliez pas d'envoyer la commande saveall pour vous assurer que toutes les modifications sont enregistrées dans la mémoire non volatile.

Tableau 6.3 — Commandes de configuration

Champ	Lecture/Modification	Exemple	Type de données	Description
SerialNum	Lecture	FT00123	CHAÎNE(8)	Numéro de série du F/T étalonné

partNum	Lire	Num-4	CHAÎNE(30)	Référence de l'étalonnage
calFamily	Lire	ENET	STRING(8)	Affiche toujours « ENET »
CalTime	Lecture	01/01/1970 00:00	STRING(30)	Le capteur de date et d'heure a été étalonné
max0	Lire	2147483647	Entier non signé 32 bits	Valeur maximale de la force nominale en impulsions pour cet axe.
max1				
max2				
max3				
max4				Valeur nominale maximale du couple en impulsions pour cet axe.
max5				

Tableau 6.3 — Commandes de réglage				
Champ	Lecture/M odification	Exemple	Type de données	Description
maxer0	Lecture	2147483647	Entier non signé 32 bits	Valeur nominale maximale étendue de la force pour cet axe, exprimée en comptes. Cette valeur est limitée à un nombre restreint de cycles. Se reporter à la section 6.5 — Plage de charge étendue
maxer1				
maxer2				
maxer3				
maxer4				Valeur nominale maximale étendue du couple, exprimée en impulsions, pour cet axe. Cette valeur est limitée à un nombre restreint de cycles. Se reporter à la section 6.5 — Plage de charge étendue
maxer5				
forceUnits	Lecture	1	Entier non signé de 8 bits	Unités de force. 0 = Lbf, 1 = N, 2 = Klbf, 3 = kN, 4 = Kg
torqueUnits		2		Unités de couple. 0 = Lbf-in, 1 = Lbf-ft, 2 = Nm, 3 = Nmm, 4 = Kg-cm, 5 = kN-m
cpf	Lire	100 000	Entier non signé 32 bits	Nombre d'impulsions d'étalonnage par unité de force.
cpt		100 000		Nombre d'impulsions d'étalonnage par unité de couple.
peakPos0	Lecture	2395927	Entier non signé 32 bits	Charges de crête positives. Charges maximales de force et de couple positives jamais enregistrées, en comptes F/T
peakPos1		624576		
peakPos2		35 521		
peakPos3		721632		
position du pic 4		159 210		
position du pic 5		74910		
PeakNeg0	Lecture	-988570	Entier non signé 32 bits	Charges maximales négatives. Charges maximales historiques de force et de couple négatives exprimées en F/T
PeakNeg1		-2008525		
PeakNeg2		-9148784		
PeakNeg3		-46851		
PeakNeg4		-12 383		
PeakNeg5		0		
sensorHwVer	Lecture	0	Entier non signé sur 16 bits	Version active du matériel du capteur
sensorInstr		1		Données de fabrication internes
paramWrites		4		Nombre de fois où le capteur a écrit les paramètres dans la



mémoire NVM

Tableau 6.3 — Commandes de réglage					
Champ	Lecture/Mo dification	Exemple	Type de données	Description	
adcRate	Lecture et modific ation	1 000 (par défaut)	Entier non signé 16 bits	Fréquence d'échantillonnage du convertisseur analogique- numérique (ADC) en Hz : 1 000, 2 000, 4 000, 8 000, 16 000.	
rdtRate		40		Fréquence de transmission RDT en Hz. Cette valeur peut être comprise entre 1 et la fréquence d'échantillonnage de l'ADC.	
filTc		0 (par défaut)		Code du filtre (IIR) Ce paramètre modifie le paramètre qui détermine le filtrage des données.	
calib		1	Entier non signé de 8 bits	Trois étalonnages à utiliser. Soit 0, 1 ou 2.	
emplacement		Banc d'essai	STRING(40)	Indique l'emplacement physique.	
hwRev	Lecture	04	Entier non signé sur 16 bits	Numéro de révision du matériel	
ttdu	Lecture et modific ation	2	Entier non signé de 8 bits	Unités de distance de transformation de l'outil :	
				Valeur	Unité
				0	dans
				1	pied
				2	mm
				3	cm
ttau	1	entier non signé de 8 bits	Unités d'angle de transformation de l'outil :		
			Valeur	Unité	
			0	degrés	
			1	radian	
ttdx	Lire et modifi er	0 (par défaut)	flottant	Outil Transformer les distances	
ttdy		0 (par défaut)			
ttdz		0 (par défaut)			
ttrx		0 (par défaut)	Angles de rotation de la transformation de l'outil		
ttry		0 (par défaut)			
ttrz		0 (par défaut)			
baud	Lecture et	115 200 (par défaut)	Entier non signé 32 bits	Débit en bauds de l'UART. Doit être compris entre 300 et 3M. Tous les débits en bauds sont temporaires jusqu'à l'envoi de la commande «	

	modifi cation			saveall ».
msg		1	Entier non signé de 8 bits	0 = afficher uniquement les messages demandés 1 = afficher tous les messages
série	Lecture	0		0 = Ethernet et série 1 = Mode série uniquement.

Tableau 6.3 — Commandes de configuration				
Champ	Lecture/M odification	Exemple	Type de données	Description
mcEnabled	Lecture et modific ation	1	Entier non signé de 8 bits	1 = activé, 0 = désactivé. Conditions de surveillance globale activées ou désactivées.
mcOutMomen		1		0 : Conditions de surveillance momentanées. Le code de sortie valide ne sera actif que tant que le seuil est respecté. Si les conditions changent et que le seuil n'est plus plus respecté, le code de sortie ne s'affichera plus. 1 : Verrouillage : le code de sortie valide restera actif une fois le seuil atteint, même si les conditions changent et que le seuil n'a été atteint que brièvement.
mcOutDelay		20		Délai global de surveillance des conditions momentanées. Durée pendant laquelle la condition de surveillance restera verrouillée après son déclenchement. Cette valeur est affichée en dixièmes de seconde.
mcAndCodes		1		0 : utilise l'opération bit à bit « ET ». Si toutes les conditions de seuil définies sont remplies, la condition de surveillance se déclenche. 1 : Utilise l'opération logique OU. Si l'une des conditions de seuil définies est remplie, la condition de surveillance se déclenche.

6.4 Données IMU

REMARQUE : avant de diffuser ou de configurer les données de l'IMU, l'utilisateur doit effectuer un étalonnage de l'IMU comme indiqué dans le manuel [9620-05-B-Sano74](#)

6.4.1 Configuration de l'accéléromètre et du gyroscope

L'accéléromètre et le gyroscope de l'IMU Sano74 peuvent être configurés à l'aide de la commande `acclcal` (voir [le tableau 6.1](#)). Les quatre combinaisons suivantes sont disponibles :

- `acclcal 2g` : définit la plage de mesure de l'accéléromètre à +/- 2 g et celle du gyroscope à 2 000 DPS
- `acclcal 4g` : règle la plage de détection de l'accéléromètre sur ± 4 g et celle du gyroscope sur 2 000 DPS
- `acclcal 8g` : règle la plage de détection de l'accéléromètre sur ± 8 g et celle du gyroscope sur 2 000 DPS
- `acclcal 16g` : règle la plage de détection de l'accéléromètre sur ± 16 g et celle du gyroscope sur 2 000 DPS

6.4.2 Diffusion des données IMU

Les données IMU de l'accéléromètre et du gyroscope sont transmises en continu via des commandes C/S à l'aide de spécificateurs longs. Après un tag de spécificateur \$ issu [du tableau 6.2](#), les spécificateurs longs décrivent les données IMU transmises en continu. Des modificateurs supplémentaires peuvent être utilisés pour contrôler le type de données. Voir [le tableau 6.5 — Spécificateurs IMU](#) pour les options de transmission en continu des données IMU.

Tableau 6.4 — Spécificateurs IMU					
Spécificateur	Nom	Modificateurs ¹	Unités	Type	Axes
\$A	Accéléromètre	C	comptes	16 bits	XYZ
		U	m/s ²		
\$G	Gyroscope	C	comptes		
		U	radian/s		
\$LA	Accélération linéaire	C	comptes		
		U	m/s ²		
\$GV	Vecteur de gravité	C	comptes		
		U	m/s ²		
\$AV	Vitesse angulaire	C	comptes		
		U	radian/s		
\$ACL	Niveau de précision de l'accélération linéaire ²	Bits 76	0 : non fiable 1 : Précision faible 2 : Précision moyenne 3 : Haute précision	8 bits	N/A
	Niveau de précision de l'accéléromètre ²	Bits 54			
	Niveau de précision du gyroscope ²	Bits 32			
\$US	Compteur de microsecondes (us)	Aucun	comptes	32 bits	N/A
\$HDR	Envoyer 0x1234 pour la synchronisation des paquets	Aucun	N/A	16 bits	N/A
\$TW	Activer la communication bidirectionnelle en mode continu	N/A : aucune donnée renvoyée			

Remarques :

1. Modificateurs

C : Affiche les données brutes de l'IMU.

U : affiche les données IMU calibrées. Si un champ autorise les modificateurs mais qu'aucun n'est présent, les données IMU calibrées sont affichées par défaut.

2. Se reporter à [la section 6.4.3 — Procédure de vérification de la précision de l'IMU](#).

Exemples :

1. Accéléromètre

utilisateur : *s \$xyz*

Réponse : *s \$xyz*

-0,527 0,488 -9,965

- En saisissant la commande « *s* » suivie de l'opérande « *\$xyz* », le capteur affichera les données d'accélération sur les axes X, Y et Z.
- Par défaut, les valeurs seront affichées sous forme de données IMU calibrées.

2. Gyroscope

utilisateur : *s \$gxyz*

réponse : *s \$gxy*

-0,004 -0,111 -0,045

- En saisissant la commande *s* avec l'opérande *\$gxyz*, le capteur affichera les données du gyroscope sur les axes X, Y et Z.
- Par défaut, les valeurs seront affichées dans les données IMU calibrées.

6.4.3 Procédure de vérification de la précision de l'IMU

L'IMU intègre une fonction d'autocontrôle de la précision qui surveille les sorties de l'accéléromètre et du gyroscope. La précision des données de l'IMU est communiquée à l'utilisateur final selon les définitions suivantes :

Tableau 6.5 — Masque de niveau de précision de l'IMU		
Description	Valeur binaire	Valeur décimale
Non fiable	00	0
Précision faible	01	1
Précision moyenne	10	2
Précision élevée	11	3

Bien que ce soit à l'utilisateur final de déterminer le niveau de précision requis pour une application donnée, les spécifications de la fiche technique correspondent à un fonctionnement du capteur à un niveau de précision élevé. Si le niveau de précision actuel indiqué est inférieur à celui souhaité par l'utilisateur final, une procédure d'étalonnage peut être effectuée conformément à la « Procédure d'étalonnage dynamique de l'IMU » décrite dans le manuel [9620-05-B-Sano74](#).

Pour interpréter correctement la valeur de précision en sortie, l'utilisateur devra convertir la valeur hexadécimale en binaire.

1. Exemple : niveaux de précision

utilisateur : `s $acl`

Réponse : `s $acl`
`24`

- En saisissant la commande `s` avec l'opérande `$acl`, le capteur affichera les niveaux de précision de l'accéléromètre et du gyroscope.
- Les données sont affichées en hexadécimal. L'utilisateur devra convertir la sortie hexadécimale en binaire pour déterminer le niveau de précision. Dans cet exemple, 24 correspondrait à 0010 0100 en binaire.
- En se référant [au tableau 6.5](#), l'utilisateur peut associer la sortie binaire à un niveau de précision. Dans cet exemple, 0010 0100 indiquerait que l'accéléromètre linéaire (00) n'est pas fiable, que l'accéléromètre (10) présente une précision moyenne et que le gyroscope (01) présente une faible précision.

6.5 Plage de charge étendue

Les capteurs Sano d'ATI sont dotés d'une fonctionnalité de plage de charge étendue, qui permet à l'utilisateur de dépasser la capacité de charge calibrée du capteur jusqu'à 250 000 cycles dans les limites de la plage de charge étendue spécifiée.

La plage étendue spécifique est présentée dans le tableau suivant.

Tableau 6.6 — Plage d'étalonnage et plage de détection étendue		
Axe	Plage d'étalonnage	Plage étendue
F_x	130 N	130 N
F_y	130 N	130 N
F_z	400 N	400 N
T_x	12 Nm	20 Nm
T_y	12 Nm	20 Nm
T_z	12 Nm	20 Nm

Un compteur permet de comptabiliser le nombre de cycles effectués par le capteur dans cette plage de charge étendue. Le compteur enregistre chaque fois que l'appareil dépasse la plage d'étalonnage normale, ainsi que chaque fois qu'il dépasse la plage de détection étendue.

Ce compteur est appelé FtOorCountMr pour la plage de mesure d'étalonnage normale et FtOorCountER pour la plage étendue. L'exécution d'une commande « *set ft* » affichera le nombre total de cycles pour chaque plage. Par exemple :

utilisateur : *set ft*

Réponse :

Champ	Valeu
-----	r
<i>ftOorCountMr</i>	-----
	5910
<i>ftOorCountEr</i>	0

Ces mêmes champs, ainsi que les valeurs correspondantes, figurent dans la réponse à la commande d'état. Pour les utilisateurs d'EtherCAT, ces compteurs sont disponibles dans l'objet 0x2021. Reportez-vous à [la section 5.2.2 — Objet 0x2021 : Étalonnage](#).

Bien que la plage de charge étendue offre une certaine flexibilité à l'application utilisateur, il n'est pas garanti que les données transmises lorsque le capteur fonctionne dans cette plage respectent les spécifications de précision.

7. Dépannage

Cette section présente des solutions à certains problèmes pouvant survenir lors de la configuration et de l'utilisation du capteur. Pour plus d'informations sur le dépannage, reportez-vous au manuel [9620-05-B-Sano74](#). Les réponses aux questions fréquemment posées sont disponibles sur le site Web d'ATI : https://www.ati-ia.com/library/documents/FT_FAQ.pdf.

Remarque :

Veuillez lire le manuel avant d'appeler le service client. Avant d'appeler, préparez les informations suivantes :

1. Numéro de série, par exemple : FT01234
2. Modèle du capteur, par exemple : Sano74
3. Étalonnage, par exemple : SI-130-10
4. Description précise et complète de votre question ou de votre problème.
Pour le code d'état, reportez-vous à [la section 5.2.8 — Objet 0x6010 : Code d'état](#).
5. Informations sur l'ordinateur et les logiciels, par exemple : système d'exploitation, type de PC, pilotes et logiciels d'application.

Si possible, restez à proximité du système F/T lorsque vous appelez.

Si nécessaire, veuillez contacter un représentant ATI pour obtenir de l'aide :

ATI Industrial Automation

1031 Goodworth Drive

Apex, NC 27539 États-Unis

Tél. : +1 919-772-0115 • Fax : +1 919-772-8259 • www.ati-ia.com

Ingénierie d'application

E-mail : ft.support@novanta.com

Assistance 24 h/24, 7 j/7 : +1 855 ATI-IA 00 (+1 855-284-4200)

7.1 Erreurs des LED

Tableau 7.1 — Erreurs des voyants LED	
Symptôme	Solution
La LED d'état reste rouge après la phase de mise sous tension de (20) secondes.	Vérifiez les connexions du câble du capteur. Assurez-vous que le câble du capteur n'est pas endommagé. Il se peut qu'il y ait une erreur interne au niveau du capteur. Vérifiez le code d'état, reportez-vous au tableau 7.2
La LED d'état reste rouge pendant les vingt (20) premières secondes après la mise sous tension, puis passe au vert.	Normal.
Les LED « EtherCAT Link » et « Activity » ne sont ni vertes ni clignotent pas en vert.	Vérifiez les connexions du capteur et des câbles EtherCAT. Vérifiez que le maître EtherCAT dispose du fichier fichier ECAT ESI.
Les voyants EtherCAT de liaison/d'activité ne sont pas allumés (aucune activité et le capteur n'est pas alimenté).	Vérifiez que le port approprié (sur le maître EtherCAT ou le concentrateur) est activé et permet la communication.

7.2 Code d'état

Tableau 7.2 — Index d'objet (hex) 0x6010 : Code d'état							
N° de bit	Configuration binaire	État	Description				Erreur ?
0	00000001	Température de la sonde hors plage	Ce bit est actif (à l'état haut) si la température se situe en dehors de la plage -5 à 70 °C.				Oui
1	00000002	Tension d'alimentation hors plage	Ce bit est actif (haut) si la tension d'entrée se situe en dehors de la plage comprise entre 12 V et 30 V.				Oui
2	00000004	Capteur défectueux	Ce bit est actif (niveau haut) lorsqu'un capteur affiche une valeur positive à pleine échelle, ce qui indique que la connexion électrique vers ce capteur est coupée ou déconnectée. ¹				Oui
3	00000008	Occupé	Le capteur effectue une (1) ou plusieurs des activités suivantes, susceptibles d'affecter temporairement les données F/T : • Validation d'une modification sur l'objet 0x2021 : étalonnage • Modification de la constante de temps du filtre • Modification de l'étalonnage utilisé • Modification de la fréquence d'échantillonnage du convertisseur analogique-numérique (ADC) • Écriture dans la mémoire flash • Tout dépassement de l'interrupteur de service (ISR) de l'ADC				Oui
4	00000010	Réservé					Non
5	00000020	Erreur courante	Le microcontrôleur du capteur a détecté une erreur au niveau du système. L'erreur devrait disparaître après un redémarrage. Si le problème persiste, contactez ATI pour obtenir de l'aide.				Oui
6-14	00007FC0	Réservé					N°
15	00008000	Force/couple hors plage – Plage étendue	Force/couple hors plage de charge étendue. Ce bit est activé chaque fois qu'une valeur de force ou de couple est hors de la plage de charge étendue, définie par les paramètres SET MAXER0 à MAXER5.				Oui
16	00010000	Sortie de l'état de surveillance 0	Les données d'échantillonnage ne correspondent pas à la condition définie dans la section 5.2.4 — Objet 0x2060 : Conditions de surveillance .				Oui
17-18	00060000	IMU Précision de l'accéléromètre	Bit d'état 18	Bit d'état 17	Valeur décimale	Description	Oui
			0	0	0	Peu fiable	
			0	1	1	Précision faible	
			1	0	2	Précision moyenne	
			1	1	3	Précision élevée	
19	00080000	IMU non présente	L'IMU n'est pas présente ou la fiabilité de l'accéléromètre de l'IMU n'est pas au moins moyenne				Oui
20-25	07FE0000	Réservé					Non

26	04000000	Avertissement de sortie de plage de la jauge	Ce bit est actif si la plage d'alerte de la jauge de contrainte (de gageMinRangeWarn à gageMaxRangeWarn) a été dépassée au cours de la dernière période de maintien, qui est normalement de 32 échantillons.	Oui
Remarque : 1. Pour plus d'informations sur la résolution des erreurs, reportez-vous à la section 7 — Dépannage. 2. Au bout de 32 périodes d'échantillonnage, ce bit est réinitialisé une fois que la condition d'erreur a disparu et que les données se sont stabilisées. 3. Le message « Force/Couple hors plage » correspond à ce que les manuels précédents des capteurs de force/couple appelaient la « saturation ».				

Tableau 7.2 — Index d'objet (hex) 0x6010 : Code d'état

N° de bit	Configuration binaire	État	Description	Erreur ?
27	08000000	Jauge hors plage	Le bit est actif si la plage de fonctionnement de la sortie de la jauge de contrainte a été dépassée au cours de l'un des 32 derniers échantillons.	Oui
28	10000000	Erreur simulée	Ce bit reflète le bit « Contrôle des erreurs simulées » de la section 5.2.13 — Objet 0x7010 : Codes de contrôle . Il peut être utilisé pour tester la gestion des erreurs par l'utilisateur.	Oui
29	20000000	Erreur de somme de contrôle de l'étalonnage	Ce bit est activé si l'étalonnage actif présente une somme de contrôle invalide.	Oui
30	40000000	Sortie force/couple de la plage ²	Ce bit est activé dès qu'un échantillon de force/couple dépasse la plage étalonnée ou est mathématiquement saturé. Cette vérification a lieu avant le filtrage numérique. ¹	Oui
31	80000000	Erreur	Ce bit est activé dès qu'un bit de code d'état indiquant une erreur est activé.	Oui
Remarque : 1. Pour plus d'informations sur la résolution des erreurs, reportez-vous à la section 7 — Dépannage . 2. Au bout de 32 périodes d'échantillonnage, ce bit est réinitialisé une fois que la condition d'erreur a disparu et que les données se sont stabilisées. 3. La condition « Force/Couple hors plage » est comparable à ce que les manuels précédents des capteurs F/T appelaient « saturation ».				

La configuration binaire peut varier si plusieurs erreurs sont présentes. Par exemple, si le code d'état est 80000005, l'utilisateur doit convertir le nombre hexadécimal en nombre binaire. À

l'aide d'un calculateur en ligne gratuit, convertissez le nombre hexadécimal en nombre binaire :

Hex	8	0	0	0	0	0	0	5
Binaire	1000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0101

Le nombre binaire comporte 32 bits au total. Le bit de poids le plus faible se trouve à l'extrémité droite du tableau suivant. « 1 »

signifie que le bit est activé. « 0 » signifie que le bit est désactivé.

Nombre binaire	1	0	0	0	0	0	00 0000 000	0	0000 0000 00	0	0	0	1	0	1
Position du bit	31	30	29	28	27	26	de 25 à 17	16	de 15 à 6	5	4	3	2	1	0

Dans cet exemple, les bits 0, 2 et 31 sont donc activés. D'après le tableau précédent, le capteur a une Codes d'état « température », « erreur de capteur défectueux » et « erreur quelconque » (voir le [tableau 7.2](#)).

7.2.3.1 Code d'état « » : force/couple hors plage

Le bit 30 du [tableau 7.2](#) est activé lorsqu'une charge de force/couple se trouve en dehors de la plage de détection précise du capteur (voir le tableau 9.1 – Incertitude de mesure).

Le bit 15 du [tableau 7.2](#) est activé lorsqu'une charge de force/couple se situe en dehors de la plage étendue du capteur. Il s'agit d'une plage de forces et de couples élevés qui permet à l'utilisateur de dépasser momentanément la plage de détection pour des opérations spécialisées et peu fréquentes.

Le bit 30 est activé lorsque la condition suivante est VRAIE :

Le pourcentage total de la plage étalonnée utilisé par les axes F/T est supérieur à 105 %. Reportez-vous à l'équation suivante.

$$\frac{\sqrt{F_x^2 + F_y^2}}{F_{xy} \text{Calibrated Range}} + \frac{\sqrt{T_z^2}}{T_z \text{Calibrated Range}} \geq 105\% \text{ or } \frac{\sqrt{F_z^2}}{F_z \text{Calibrated Range}} + \frac{\sqrt{T_x^2 + T_y^2}}{T_{xy} \text{Calibrated Range}} \geq 105\%$$

Le bit 15 est activé lorsque la condition suivante est VRAIE :

Le pourcentage total de la plage étendue utilisée par les axes F/T est supérieur à 105 %. Reportez-vous à l'équation suivante.

$$\frac{\sqrt{F_x^2 + F_y^2}}{F_{xy} \text{Extended Range}} + \frac{\sqrt{T_z^2}}{T_z \text{Extended Range}} \geq 105\% \text{ or } \frac{\sqrt{F_z^2}}{F_z \text{Extended Range}} + \frac{\sqrt{T_x^2 + T_y^2}}{T_{xy} \text{Extended Range}} \geq 105\%$$

Par exemple, si les charges suivantes sont appliquées à un capteur Sano74, dont la :

Tableau 7.3 — Exemple de sortie de plage F/T			
Axe	Charge appliquée	Plage d'étalonnage	Plage étendue
F _x	30 N	130 N	130 N
F _y	-25 N	130 N	130 N
F _z	40 N	400 N	400 N
T _x	0,6 Nm	12 Nm	20 Nm
T _y	1,3 Nm	12 Nm	20 Nm
T _z	-6,2 Nm	12 Nm	20 Nm

Exemple :

$$\frac{\sqrt{(30 \text{ N})^2 + (-25 \text{ N})^2}}{100} + \frac{\sqrt{(-6.2 \text{ Nm})^2}}{8} \geq 105\%$$

$$39\% + 78\% \geq 105\%$$

$$117\% \geq 105\%$$

TRUE

Cette valeur « TRUE » signifie que la charge F/T se trouve en dehors de la plage de détection du capteur. Le bit 30 du [tableau 7.2](#) est donc activé et signale une erreur.

7.3 Conseils de base pour le dépannage

Les symptômes courants liés à des données inexactes et à des erreurs système sont répertoriés dans la section suivante. Pour chaque symptôme, les causes et les solutions appropriées sont proposées.

Symptôme : Bruit — sauts dans les

mesures F/T
supérieures à 0,05 %
de la
nombre total de
comptes.

Cause : le bruit peut être causé par des vibrations mécaniques et des perturbations électriques pouvant provenir d'une mauvaise mise à la terre. Les interférences électriques peuvent également provenir d'un dispositif générant beaucoup de bruit, tel qu'un moteur.

Solution : Assurez-vous que la tension d'alimentation en courant continu du capteur Sano ne comporte que peu ou pas de bruit superposé. Mettez le capteur à la terre en reliant le blindage du câble à la terre. Dans la plupart des configurations,

Le pôle 0 V est également relié à la masse. Reliez le robot ou tout autre dispositif à la même masse.

Vérifiez que les câbles des capteurs ne croisent pas d'autres câbles. Vérifiez que les câbles des capteurs ne se trouvent pas à proximité immédiate d'autres équipements susceptibles de générer du bruit électrique.

Évitez les sources de bruit mécanique. Si cela n'est pas possible, appliquez un filtre aux données comme décrit dans [la section 4.4 — Filtre passe-bas](#). Pour plus d'informations sur le bruit, reportez-vous à [la section 7.4 — Réduction du bruit](#).

Cause : Le bruit peut également indiquer une défaillance d'un composant au sein du système.

Solution : Vérifiez le code d'état du capteur ; reportez-vous à [la section 5.2.8 — Objet 0x6010 : Code d'état](#).

Effectuez un contrôle de précision comme décrit dans le manuel [9620-05-B-Sano74](#) ou dans [la section 4.5 : « Comment évaluer la précision et l'état de fonctionnement du capteur ? »](#) du document « Foire aux questions (FAQ) ATI » disponible à l'adresse suivante : https://www.ati-ia.com/library/documents/FT_FAQ.pdf.

Si le capteur échoue au contrôle de précision, renvoyez-le à ATI pour inspection. Contactez ATI à [l'adresse ati-rma-admin@novanta.com](mailto:ati-rma-admin@novanta.com) pour obtenir une autorisation de retour de matériel (RMA).

Symptôme : Dérive — lorsque les

données F/T continuent d'augmenter ou de diminuer après le retrait d'une charge.

Cause : Une certaine dérive due à une variation de température est normale. La dérive est plus facilement observable sur l'axe Z que sur les axes X et Y.

Solution : Laissez le capteur se réchauffer pendant environ trente minutes jusqu'à ce qu'il atteigne un état stable avec l'air et les autres objets en contact avec lui. Utilisez la commande de décalage pour ramener les mesures à zéro. Effectuez ce décalage régulièrement.

Utilisez un isolant entre le capteur et tout outillage ou dispositif de fixation dont la température est différente. Évitez de créer un gradient de température au niveau du capteur. Protégez le capteur contre les courants d'air excessifs.

Pour plus d'informations sur la manière d'éviter la dérive due aux variations de température, consultez le document ATI suivant : <https://www.ati-ia.com/Library/Documents/DriftExplanation.pdf>.

Symptôme : hystérésis — lorsque le capteur est soumis à une charge à partir d'un état remis à zéro ou polarisé, puis que la charge est retirée, la sortie du capteur ne revient pas immédiatement à zéro.	Cause : un couplage mécanique ou une défaillance interne peut provoquer une hystérésis qui se situe en dehors de la plage d'incertitude de mesure (erreur) spécifiée et acceptable du capteur. Solution : Vérifiez que le capteur est correctement installé, que les fixations sont bien serrées et que l'outillage du client est solidement installé ; reportez-vous à la <i>section « Installation »</i> du manuel 9620-05-B-Sano74. Utilisez la commande de décalage pour ramener les valeurs de mesure à zéro.
Symptôme : <i>Objet 0x6010 : Code d'état ; bit 1 - La tension d'alimentation est hors plage.</i>	Cause : Si la tension d'alimentation est hors plage, le bit est actif, ce qui indique un éventuel dysfonctionnement ou une panne du système. Solution : Redémarrez le système. Vérifiez que la tension d'alimentation se situe dans la plage indiquée à <i>la section 8 — Spécifications</i>.
Symptôme : <i>Objet 0x6010 : Code d'état ; bit 3 - Bit « Busy »</i>	Cause : lorsque le capteur est occupé, le bit « occupé » est activé (ON = 1). Le capteur est occupé à appliquer une modification, telle qu'un changement de fréquence d'échantillonnage de l'ADC, un filtrage ou un étalonnage en cours. Solution : Après avoir appliqué les modifications, attendez que le bit d'occupation soit désactivé = 0. Vous pouvez ensuite lire les données ou effectuer d'autres modifications.
Symptôme : <i>Objet 0x6010 : Code d'état ; bits 2, 26, 27 ou 30 - hors plage</i>	Cause : Le capteur Sano a peut-être été soumis à une surcharge, ce qui a entraîné la saturation des jauges. Solution : Supprimez les charges appliquées. Si les erreurs persistent, poursuivez le dépannage. Démontez le capteur. Des méthodes de montage inappropriées peuvent induire des charges élevées au niveau du capteur. Si des erreurs telles que « F/T hors plage », « Capteur hors plage » ou « Capteur défectueux » persistent, le capteur est probablement endommagé de manière irréversible en raison d'une surcharge. Effectuez un contrôle de précision (reportez-vous au 9620-05-B-Sano74) ou consultez la <i>section 4.5 : « Comment évaluer la précision et l'état du capteur ? »</i> dans le document « Foire aux questions (FAQ) ATI » disponible à l'adresse : https://www.ati-ia.com/library/documents/FT_FAQ.pdf. Si le capteur échoue au contrôle de précision, renvoyez-le à ATI pour inspection. Contactez ATI à l'adresse ati-rma-admin@novanta.com pour obtenir une autorisation de retour de matériel (RMA).

Symptôme : <i>Objet 0x6010 : Code d'état ; bit 17 ou 18 — La précision de l'IMU n'est pas suffisante.</i>	Cause : les décalages du zéro du matériel IMU ne sont pas correctement réglés. Solution : Effectuez la procédure d'étalonnage dynamique de l'IMU décrite dans le manuel <i>9620-05-B-Sano74</i> .
--	--

Symptôme : Le capteur et/ou programme EtherCAT ne répond pas.

Cause : L'alimentation électrique du capteur est insuffisante.

Solution : Vérifiez que l'alimentation électrique répond aux exigences indiquées dans la [section 8 — Spécifications](#).

Vérifiez que les câbles ne sont pas endommagés et qu'ils sont correctement acheminés conformément à la *section « Installation »* du manuel [9620-05-B-Sano74](#).

Cause : Le fichier ESI du logiciel n'est pas correctement installé ou n'est pas à jour.

Solution : ATI propose plusieurs produits EtherCAT qui utilisent différents fichiers ESI. Téléchargez le dernier fichier ESI EtherCAT Sano depuis le site Web d'ATI. Chargez ce fichier ESI dans le maître EtherCAT. La procédure de téléchargement du fichier dépend du maître. Les fichiers ESI sont également appelés fichiers .XML ou fichiers de description de périphérique. Pour plus d'informations, reportez-vous à la [section 5.3 — Conversion des données F/T des comptes en unités](#).

Cause : Le matériel tiers n'est pas compatible avec EtherCAT.

Solution : Vérifiez que le robot/l'automate programmable/le PC fait office de maître EtherCAT. Utilisez des répartiteurs EtherCAT pour diviser les signaux, car les commutateurs Ethernet standard ne fonctionnent pas avec EtherCAT. Si le maître dispose de plusieurs ports, vérifiez que le capteur est connecté au bon port. Certains maîtres EtherCAT nécessitent l'installation de pilotes spécifiques sur le port approprié afin que le système puisse fonctionner correctement avec EtherCAT.

Cause : le capteur présente une défaillance matérielle ou logicielle.

Solution : Observez les voyants LED du capteur Sano ; reportez-vous à la [section 4.2 — Fonctionnement normal des voyants LED](#).

Symptôme : Le capteur est connecté mais ne transmet pas de données

Cause : Les appareils de l'utilisateur ne sont pas compatibles avec la EtherCAT en temps réel.

Solution : Vérifiez que le système de capteurs est compatible avec la EtherCAT en temps réel.

Cause : La connexion entre l'appareil de l'utilisateur et le capteur est interrompue.

Solution : Essayez d'établir une connexion directe entre l'appareil EtherCAT de l'utilisateur et le capteur Sano. Les commutateurs réseau Ethernet standard ne peuvent pas être utilisés dans les systèmes EtherCAT. Si nécessaire, utilisez un concentrateur EtherCAT à la place des commutateurs Ethernet.

Cause : le capteur a subi une défaillance matérielle ou logicielle.

Solution : Observez les LED du capteur Sano ; reportez-vous à la [section 4.2 — Fonctionnement normal des LED](#).

Symptôme : Le capteur ne fournit pas de données de température précises.

Cause : Le capteur a peut-être été soumis à une surcharge dépassant ses limites d'étalonnage.

Pour connaître les limites d'étalonnage, reportez-vous au manuel [9620-05-B-Sano74](#).

Solution : Vérifiez le code d'état. Les bits d'erreur liés à la surcharge sont les suivants :

2, 26, 27 et 30. Voir la solution pour *le symptôme — Objet 0x6010 : Code d'état ; bits 2, 26, 27 ou 30 — Hors plage*.

Cause : La configuration du système de capteurs n'est pas correctement paramétrée.

Solution : Vérifiez que l'installation est correcte ; reportez-vous à [la section 3 — Installation](#) ou contactez ATI pour obtenir de l'aide.

Cause : le capteur n'est pas correctement installé ; par exemple : des fixations inadaptées

ou le capteur n'est pas monté sur une surface plane et rigide.

Solution : Vérifiez que le capteur est correctement installé ; reportez-vous aux sections « *Installation* » et « *Dépannage* » du manuel [9620-05-B-Sano74](#).

Cause : Couplage mécanique — un objet externe, tel qu'un outillage client ou un équipement auxiliaire, entre en contact avec la surface du capteur entre le côté fixation et le côté outil.

Solution : Retirez tout débris situé entre le côté outil et la plaque d'interface. Assurez une gestion adéquate des câbles et des flexibles ; ne les serrez pas trop entre le côté fixation et le côté outil du capteur.

Tout élément entrant en contact avec des surfaces telles que le trou traversant du capteur ou les plaques de recouvrement de part et d'autre du capteur induit une charge ou un mouvement susceptible d'entraîner des données F/T inexacts.

Symptôme : Les valeurs ne correspondent pas aux valeurs attendues ; par exemple : les valeurs F/T fluctuent mais sont supérieures à une charge appliquée connue.

Cause : L'utilisateur consulte peut-être les données des jauges au lieu des données F/T.

Solution : *L'objet 0x6030 « Données de jauge »* fournit les données des jauges de contrainte. Les données de jauge ne correspondent pas exactement aux données des axes F/T. Pour consulter les données F/T, reportez-vous à *l'objet 0x6000 « Données de lecture »*.

Cause : Le capteur fournit des données sous forme de comptes. Ces comptes doivent être divisés par le nombre de comptes par force (CpF) ou par couple (CpT) afin de les convertir en unités d'étalonnage (telles que N et Nm).

Solution : Vérifiez si l'utilisateur ou son logiciel met à l'échelle les valeurs de force et de couple pour les convertir en unités. Utilisez les valeurs CpF et CpT pour convertir les valeurs brutes de force et de couple en unités. Pour les valeurs CpF et CpT, reportez-vous à *la section 5.2.2 — Objet 0x2021 : Étalonnage*.

Cause : Si les valeurs F/T brutes sont déjà converties en unités et que ces valeurs sont élevées ou absurdes, vérifiez que le capteur ne se trouve pas dans l'une des situations suivantes : saturation, capteur hors plage ou F/T hors plage.

Vérifiez le code d'état du capteur ; reportez-vous à *la section 5.2.8 — Objet 0x6010 : Code d'état*.

Solution : Si les valeurs dépassent la plage d'étalonnage du capteur ATI indiquée dans le manuel *9620-05-B-Sano74*, les valeurs transmises sont incorrectes. Pour plus d'informations, reportez-vous à *la section 2.1 : Plage de mesure et limites de surcharge* dans le document ATI « Foire aux questions (FAQ) » disponible à l'adresse suivante : https://www.ati-ia.com/library/documents/FT_FAQ.pdf.

**Symptôme : les valeurs F/T
initiales**

**sont différentes
de zéro alors
qu'aucune
charge n'est
appliquée.**

C'est normal. Appliquez une tension de polarisation au capteur pour ramener toutes les valeurs F/T à zéro.

7.4 Réduction du bruit

7.4.1 Vibrations mécaniques

Dans de nombreux cas, le bruit perçu correspond en réalité à une fluctuation réelle de la force et/ou du couple, provoquée par des vibrations au niveau de l'outillage ou du bras du robot. Le capteur Sano intègre des filtres passe-bas numériques capables d'atténuer les fréquences supérieures à un certain seuil. Si ces filtres passe-bas numériques s'avèrent insuffisants, un filtre numérique peut être ajouté au logiciel d'application.

7.4.2 Interférences électriques

Pour réduire les effets du bruit électrique sur le capteur, procédez comme suit :

- Si vous constatez des interférences provenant de moteurs ou d'autres équipements générateurs de bruit, vérifiez les connexions à la terre du capteur.
- Si une mise à la terre suffisante n'est pas possible ou ne réduit pas le bruit, envisagez d'utiliser les filtres passe-bas numériques du capteur.
- Vérifiez que l'alimentation électrique est de classe 1 et qu'elle dispose d'une connexion à la terre.

8. Caractéristiques techniques

Les exigences relatives à l'interface du capteur EtherCAT sont décrites dans les sections suivantes. Pour les spécifications des modèles de capteurs F/T ATI, se reporter au manuel [9620-05-B-Sano74](#).

8.1 Caractéristiques électriques

Tableau 8.1 — Alimentation électrique ¹			
Source d'alimentation	Tension		
	Minimale	Nominale	Maximale
Alimentation CC	12 V	24 V	30 V
Remarques :			
1. L'entrée d'alimentation est protégée contre les inversions de polarité. Si l'alimentation et la masse sont branchées à l'envers sur les entrées d'alimentation, la protection contre les inversions de polarité empêche l'entrée d'alimentation mal câblée d'endommager le capteur ou de le mettre sous tension.			