

INTÉGRATION DE SYSTEMES DANS LE SYSTEME D'INFORMATION DE PRODUCTION DE SOLEIL.

Date de diffusion	Rédacteur	Vérificateur	Approbateur	Modifications
2025/01/30	Ingénieur ISAC, ISI RSI	Responsable ISAC	Directeur DSSI	
Destinataires	Liste de groupe(s) et/ou fonction(s) avec des virgules comme séparateur			

PUBLIC

La version électronique fait foi.



INTÉGRATION DE SYSTÈMES DANS LE SYSTÈME D'INFORMATION DE PRODUCTION DE SOLEIL

TABLE DES MATIÈRES

1. DESCRIPTION DE SOLEIL	4
1.1. SOLEIL : UNE SOURCE DE LUMIÈRE SYNCHROTRON	4
1.2. SOLEIL II : LE PROJET D'UPGRADE	4
2. DÉFINITION.....	4
3. DESCRIPTION DU SI DE PRODUCTION DE SOLEIL.....	4
4. CYBERSECURITE.....	5
4.1. CERTIFICATIONS.....	5
4.2. RÈGLES POUR L'INTÉGRATION DE SYSTÈMES	5
4.2.1. ADMINISTRATION ET OPÉRATION DES ÉLECTRONIQUES COMPOSANTS CES SYSTÈMES6	
4.3. MAINTENANCE À DISTANCE.....	6
5. DESCRIPTION DES SYSTÈMES DE CONTRÔLE DANS LE SIP.....	6
5.1. TANGO.....	7
5.1.1. ACCÈS AUX DONNÉES DES SYSTÈMES	7
5.1.2. LIVRABLES POUR LES PROTOCOLES DISTANTS	7
5.1.3. LIVRABLE POUR DES BIBLIOTHÈQUES.....	8
5.2. DÉFINITION DES EXIGENCES TECHNIQUES DES BIBLIOTHÈQUES /API.....	8
5.2.1. BIBLIOTHÈQUES	8
5.2.2. THREADING ET CONCURRENCE	8
5.2.3. GESTION DES ERREURS	9
5.3. ARCHITECTURE DU DEVICE TANGO.....	9
5.4. INTERFACE DU DEVICE TANGO	10
5.5. ROBUSTESSE	10
6. PLUSS : PLATEFORME D'INTERCONNEXION POUR ÉCHANGER DES DONNÉES DANS LE SYSTÈME D'INFORMATION (SI)	10
6.1. KAFKA.....	11
6.2. API MANAGEMENT	11
7. MONITORING ET OBSERVABILITÉ DES SYSTÈMES.....	11

8. EXIGENCES POUR LES TESTS	12
8.1. TESTS DES DEVICES.....	12
8.2. TESTS DES BIBLIOTHEQUES/ API	12
9. CI / CD: CONTINUOUS INTEGRATION / CONTINUOUS DELIVERY	12
10. DOCUMENTATION / DOCUMENTATION	12

1. DESCRIPTION DE SOLEIL

1.1. SOLEIL : UNE SOURCE DE LUMIERE SYNCHROTRON

SOLEIL est le centre français de rayonnement synchrotron, situé sur le plateau de Saclay près de Paris. C'est un instrument pluri disciplinaire et un laboratoire de recherche dont la mission est de conduire des recherches en utilisant le rayonnement synchrotron, de développer une instrumentation à la pointe de la technologie sur les lignes de lumière, et de rendre ces développements disponibles pour la communauté scientifique. Le synchrotron SOLEIL, outil unique en matière de recherche académique et d'applications industrielles pour un grand nombre de disciplines dont la physique, la biologie, la chimie etc, a ouvert en 2008. Il est utilisé annuellement par plusieurs milliers de chercheurs français et étrangers. La source de lumière synchrotron SOLEIL représente l'état de l'art en termes de brillance et de stabilité. Cette très grande infrastructure de recherche (TGIR), partenaire de l'Université Paris-Saclay, est constituée en société civile dont les actionnaires sont le CNRS et le CEA.

1.2. SOLEIL II : LE PROJET D'UPGRADE

Le centre SOLEIL est maintenant dans une phase d'upgrade de ses accélérateurs et lignes de lumière pour atteindre des performances inégalées. L'anneau de stockage va être renouvelé, et ses équipements remplacés, pour devenir un anneau de stockage à faible émittance produisant un faisceau de photon d'une extrême stabilité. Le nom du projet de jouvence est SOLEIL II.

Des lignes de lumière vont être déplacées et leurs systèmes mis à niveau pour bénéficier des performances de la nouvelle source de photon.

SOLEIL II a démarré la phase construction. L'arrêt de l'opération pour le retrait des équipements et l'installation du nouvel accélérateur est prévu sur les années 2028-2029.

2. DEFINITION

Terme	Définition / Désignation
SOLEIL	Le synchrotron actuel incluant ces accélérateurs et lignes de lumière
SOLEIL II	Le nom du projet d'Upgrade détaillé au paragraphe 1.2
SI	S ystème d' I nformation. Il intègre l'ensemble des systèmes et infrastructure de SOLEIL
SIP	S ystème d' I nformation de P roduction.
TANGO	Un système de contrôle distribué utilisé à SOLEIL.
API	(application programming interface ou « interface de programmation d'application ») est une interface logicielle qui permet de « connecter » un logiciel ou un service à un autre logiciel ou service afin d'échanger des données et des fonctionnalités

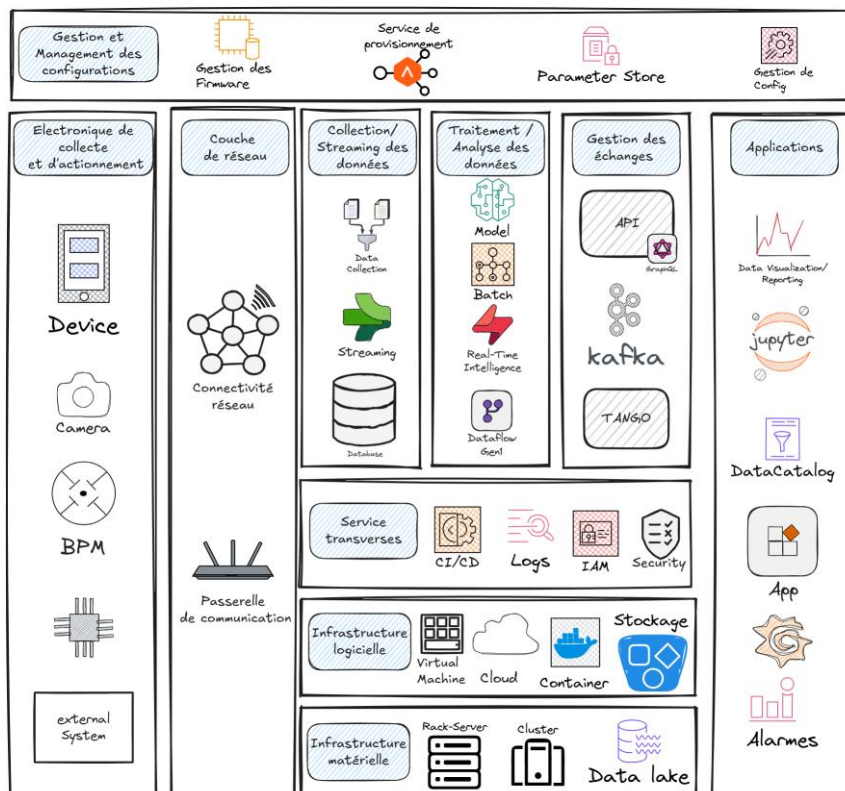
3. DESCRIPTION DU SI DE PRODUCTION DE SOLEIL

Le système d'information de production de SOLEIL fournit et héberge l'ensemble des infrastructures matérielles et logicielles pour l'opération des accélérateurs, des lignes de lumière et des laboratoires support. Par ailleurs il fournit les moyens pour stocker les données collectées et échanger les données en interne ou en externe.

Pour ce système d'information modélisé ci-dessous, la suite du document décrit des exigences de SOLEIL pour intégrer des nouveaux systèmes dans le SI.

Ces exigences s'expriment en terme :

- Cybersécurité
- Connectivité
- Monitoring et d'observabilité
- Partage des données
- Gestion de configuration des systèmes
- D'intégration, de déploiement et d'exécution des applicatifs



4. CYBERSECURITE

4.1. CERTIFICATIONS

Le SI de SOLEIL (II) devant être conforme à la directive NIS2, la certification ISO 27001 des fournisseurs de solutions sera un plus. La conformité au clausier cybersécurité, intégré au CDC, devra être garantie.

4.2. REGLES POUR L'INTEGRATION DE SYSTEMES

Pour les systèmes proposés et intégrant des logiciels, des bibliothèques propriétaires ou tierces parties, des bases de données ou des systèmes d'exploitation, le contractant sera en mesure de proposer les mises à jour de sécurité pendant la durée de vie du produit. Le contractant proposera un contrat pour des mises à jour périodiques. La périodicité sera discutée avec SOLEIL.

La traçabilité des équipements proposés dans ces systèmes est la suivante :

- Les systèmes d'exploitation mis en œuvre, ainsi que leurs numéros de version devront être tracés et fournis.
- Tous les services ouverts sur les interfaces réseau, ainsi que leurs numéros de versions devront être tracés et fournis.
- Les services réalisés par une application spécifique, les noms et les versions des bibliothèques utilisées pour l'accès réseau devront être tracés et fournis.

SOLEIL en tant qu'utilisateur doit être en mesure de fermer les services réseau sur le système fourni.

4.2.1. ADMINISTRATION ET OPERATION DES ELECTRONIQUES COMPOSANTS CES SYSTEMES

Pour l'intégration dans le SIP et pour l'opération quotidienne, SOLEIL doit avoir un accès administrateur aux systèmes électroniques incluant son système d'exploitation pour gérer :

- La configuration du système
- La configuration des périphériques USB, Réseau, autres...
 - DHCP, DNS configuration
 - Installation de services réseau : NTP daemon, antivirus software, service Tango starter, export et import de filesystem (au travers de NFS ou CIFS)
- Un système de fichiers de logs.
- Les mises à jour firmware et software
- Les mises à jour du système d'exploitation.

Un protocole pour recharger, réinitialiser et maintenir le système sera fourni idéalement pour une administration centralisée. Celui-ci permettra un rechargement du système et de ses firmwares au travers du réseau en utilisant les protocoles standards. Par exemple, par Ansible, une image de boot PXE situé sur un serveur TFTP, un environnement conteneurisé, une mise à jour OTA ou toute autre solution à discuter.

4.3. MAINTENANCE A DISTANCE

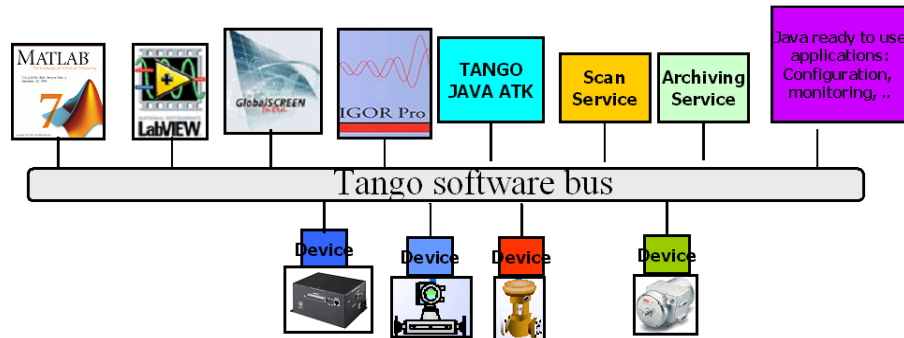
Dans le cas d'un besoin de maintenance à distance, SOLEIL fournira au contractant un accès à son réseau interne à travers une passerelle réseau sécurisée.

Ces accès seront ouverts à la demande, pour une ou plusieurs personnes physiques identifiées, et uniquement pour la durée nécessaire de l'intervention. Les sessions distantes pourront être surveillées et enregistrées pour s'assurer du respect des règles de sécurité.

5. DESCRIPTION DES SYSTEMES DE CONTROLE DANS LE SIP

5.1. TANGO

Les systèmes de contrôle de SOLEIL sont basés sur TANGO (<https://www.tango-controls.org/>). TANGO permet d'intégrer des systèmes hétérogènes au sein de SOLEIL. Son architecture logicielle permet de gérer les données, les configurations et les paramètres de surveillance des systèmes. Il fournit une couche d'interopérabilité entre les systèmes au travers de processus métiers.



Tout équipement ou système partie prenante dans le contrôle ou l'acquisition des accélérateurs et des lignes de lumière doivent être intégrés dans Tango.

5.1.1. ACCES AUX DONNEES DES SYSTEMES

Pour accéder aux données, les systèmes TANGO mis en œuvre à SOLEIL intègrent déjà de nombreux logiciels spécifiques appelés « devices » ou « serveur » pour :

1. Des protocoles de communication Ethernet (TCP/IP, UDP), Modbus, OPCUA.
2. Des instruments scientifiques.

Nous privilégierons les logiciels existants et maîtrisés pour échanger les données.

En fonction des systèmes à intégrer, d'autres devices peuvent être développés par les équipes informatiques du synchrotron. Pour cela, des bibliothèques C++, Python ou Java, ainsi que des API devront être définies en concertation entre le contractant et SOLEIL. Dans ce cadre, l'intégration se fera en fournissant :

- Soit un protocole distant,
- Soit au travers de drivers
- Soit en fournissant un device Tango.

5.1.2. LIVRABLES POUR LES PROTOCOLES DISTANTS

Quel que soit le mode d'intégration retenu, le contractant devra également fournir :

- La documentation du protocole utilisée pour accéder aux données sur le module
- Un simulateur du serveur afin de pouvoir tester sans l'équipement l'intégration au contrôle
- Un client (GUI) permettant de piloter l'équipement (afin de permettre aux groupes métiers de faire la réception du système)
- Le processus de compilation, de packaging, de déploiement et de test, basé sur des outils standards comme CMake (C/C++) ou Maven (Java). Ce processus devra être

documenté. SOLEIL doit être en mesure d'inclure ce processus de construction dans son pipeline CI/CD.

Dérogation :

Si pour des raisons techniques clairement explicitées, il n'est pas possible d'utiliser un protocole distant, le système pourra être intégré au travers de drivers linux.

5.1.3. LIVRABLE POUR DES BIBLIOTHEQUES

Dans le cadre où le contractant propose des bibliothèques, celui-ci devra fournir :

- Les bibliothèques compilées : fichiers .so pour Linux (ou .dll pour Windows si aucune alternative n'est possible).
- Les fichiers d'en-tête : fichiers .h pour C/C++ permettant l'intégration avec d'autres composants.
- Le code source et l'intégration CI/CD : si le code source ne peut être fourni, un engagement de support devra être précisé pour garantir la maintenance et l'évolution des bibliothèques.
- Une documentation technique détaillée, incluant :
 - L'utilisation des bibliothèques (API, interfaces, exemples d'appels).
 - Les dépendances et instructions d'installation.
 - Le processus de compilation et d'intégration dans un pipeline CI/CD.

5.2. DEFINITION DES EXIGENCES TECHNIQUES DES BIBLIOTHEQUES /API

5.2.1. BIBLIOTHEQUES

Les bibliothèques devront être écrites en **ANSI C++**, **Java**, ou **Python**.

- **C++** : Elles doivent être compilables en utilisant le standard C++17 avec
 - GCC version 11 ou supérieur pour Linux
 - MSVC v142 ou supérieur pour Windows
- **Java** : Elles doivent être compatibles avec les versions LTS de Java, telles que Java 11 ou Java 17
- **Python** : La bibliothèque doit être compatible avec Python 3.x.

Si la bibliothèque doit être compatible avec Windows et Linux, le code source doit être identique pour ces deux systèmes d'exploitation.

5.2.2. THREADING ET CONCURRENCE

La bibliothèque doit **être thread-safe**. Toute contrainte liée à l'environnement multi-thread doit être documentée et discutée.

La bibliothèque doit **être indépendante de toute application externe** et offrir des fonctions pour la configuration, l'exécution et la supervision.

La bibliothèque doit pouvoir **être exécutée dans un environnement concurrent**, sans imposer de contraintes qui empêchent des clients simultanés de lancer, interagir avec et superviser le sous-système.

La bibliothèque ne doit pas **être liée à une application GUI** (les appels ne doivent ni ouvrir ni obliger à ouvrir une application graphique).

Les appels de fonctions de la bibliothèque doivent être non bloquants :

- L'obtention de l'état du sous-système doit toujours être possible, quelles que soient les tâches en cours d'exécution dans la bibliothèque.
- Toutes les données (images, spectres, scalaires, paramètres de configuration) fournies par le sous-système doivent toujours être accessibles, quelles que soient les tâches en cours d'exécution dans la bibliothèque.

Toutes les informations décrites dans la partie fonctionnelle comme des attributs Tango doivent être directement accessibles via les appels à la bibliothèque, sans passer par des fichiers ou des applications externes.

5.2.3. GESTION DES ERREURS

Toutes les erreurs doivent être gérées via le mécanisme d'exceptions propre à chaque langage. Les classes d'exception doivent être conçues pour s'intégrer dans le mécanisme global de gestion des erreurs, facilitant l'intégration avec des systèmes externes comme Tango.

SOLEIL peut fournir des modèles de classe d'exception facilitant l'intégration dans le mécanisme général de gestion des erreurs de Tango.

5.3. ARCHITECTURE DU DEVICE TANGO

Dans le cas où le contractant développe le device TANGO, l'architecture privilégiée sera celle de device serveur TANGO qui seront exécutés sur les serveurs de contrôle de SOLEIL.

Les guidelines de développement sont disponibles :
<http://ftp.esrf.eu/pub/cs/tango/tangodesignguidelines-revision-6.pdf>

Dérogation :

Si pour des raisons techniques clairement explicitées, le device doit être embarqué dans un équipement, dans ce cadre l'architecture spécifique sera discutée avec SOLEIL ainsi que le support associé à celle-ci

Dans ce cadre l'utilisateur doit être en mesure de configurer facilement le device serveur (Commandes, attributs, propriétés).

Le contractant doit fournir le code source du device serveur TANGO, ainsi que les documentations utilisateur et développeur.

Dans ce cadre le contractant devra s'adapter à l'environnement de SOLEIL en terme :

- D'environnement de compilation.
- De procédure de déploiement du device.
- Le device server TANGO doit être compilable pour une cible x86_64, sur une distribution Linux à minima Centos7 et maintenable sur des versions ultérieures telles Rocky Linux 9 à la date de janvier 2025. **La version sera validée par SOLEIL durant la phase d'appel d'offre.**

5.4. INTERFACE DU DEVICE TANGO

L'interface détaillée du device TANGO doit faire l'objet d'un échange entre le contractant et SOLEIL pour définir :

- Les données : nom, label, format, type d'accès et leurs natures (Attributs, commandes)
- Les configurations
- La machine d'état
- Le traitement d'erreurs et des exceptions
- Le traitement des logs des devices
- Les flux de données

5.5. ROBUSTESSE

Les process dans lesquels les devices TANGO seront mis en œuvre devront être définis en termes de :

- Flux de données / débit de données
- Quantité de données : nombre et tailles de buffer de données
- Latence minimum pour transférer les buffers de données.

6. PLUS : PLATEFORME D'INTERCONNEXION POUR ECHANGER DES DONNEES DANS LE SYSTEME D'INFORMATION (SI)

Pour compléter et faciliter les échanges de données entre le SIP et le reste du SI de SOLEIL, une plateforme d'interconnexion pour échanger des données avec les différents services et systèmes du SI a été mis en œuvre. Elle est basée sur :

- Un broker Apache Kafka qui est un bus d'évènements
- Un API Manager WSO2 pour gérer la gouvernance des API Web (REST, GraphQL).

Cette plateforme pourra être utilisée dans le cas où le système fourni doit interopérer avec des composants du SI.

6.1. KAFKA

Apache Kafka (<https://kafka.apache.org/>) est une solution Open Source qui permet de gérer des flux d'évènements. Elle est basée sur un « broker » au travers duquel on transfère les données. On peut y connecter des producteurs de données ou des consommateurs. Un grand nombre de connecteurs est déjà disponible.

Si le système proposé fournit des évènements, on devra s'appuyer au maximum sur des connecteurs existants (<https://docs.confluent.io/platform/current/connect/index.html>). Les livrables seront :

- La référence du connecteur utilisé
- La configuration du connecteur

Sinon un développement spécifique de producteur / consommateur pourra-être réalisé. Dans ce cas, le fournisseur devra livrer :

- Le code source (Java ou Python) avec ses tests unitaires, CI/CD, doc
- Le schéma des données (AVRO, JSON)
- Si possible une définition AsyncAPI (<https://www.asyncapi.com/en>)
- Des scripts Python pour de tests de validation fonctionnelle

6.2. API MANAGEMENT

Si le système fourni une API web, elle devra s'intégrer dans l'API Manager utilisé à SOLEIL (WSO2 API Manager <https://wso2.com/api-manager/>). Pour cela, il faut que l'API fourni soit :

- Une API REST avec une définition OpenAPI (<https://www.openapis.org/>)
- Une API Graph avec son schéma. (<https://graphql.org/>)

Si pour les besoins de l'API, une nouvelle base de données est à créer, elle devra être réalisée avec PostgreSQL.

Les livrables sont :

- Le code source (Java/JavaScript/Python) avec ses tests unitaires ou du support/maintenance sur l'API
- Les fichiers de définition (Open API ou schéma GraphQL)
- Des scripts Python pour de tests de validation fonctionnelle

7. MONITORING ET OBSERVABILITE DES SYSTEMES

Pour le monitoring des systèmes les outils suivants seront favorisés :

- **Zabbix** pour la supervision des systèmes électroniques en termes de charge CPU, mémoire, processus exécuté, périphérique des plateformes proposé (ventilateur, température, etc.)
- **Prometheus** pour la supervision des applications et base de données. Le contractant fournira une API pour récupérer les données de monitoring et d'alerting
- **Grafana** pour présenter les métriques des systèmes sous forme de tableaux de bord. Les tableaux de bord réalisés par le contractant seront fournis.

8. EXIGENCES POUR LES TESTS

8.1. TESTS DES DEVICES

Les devices lorsqu'ils seront livrés vérifieront l'ensemble des fonctionnalités qui auront été spécifiées :

- Machine d'état
- Fonctionnalité des commandes et des attributs
- Performances de lecteurs des attributs lorsqu'un débit est attendu.
- Le fichier de tests « DTT » sera fourni à SOLEIL. Il sera réalisé avec l'outil de tests fourni par SOLEIL DeviceTestTool.
- Un client (GUI ou CLI) permettant de piloter l'équipement indépendamment du système de contrôle de SOLEIL.

Les tests seront proposés, discutés et validés avec SOLEIL avant la remise de l'offre.

8.2. TESTS DES BIBLIOTHEQUES/ API

Pour la validation des librairies et des API, des scripts ou des outils de tests fonctionnels seront fournis. Ces tests pourront être intégrés dans la mesure du possible dans la chaîne CI / CD pour garantir la robustesse du système et ainsi parer sa non-régression.

Si un logiciel de test est fourni, il doit utiliser la bibliothèque correspondante en C++, Java ou Python.

9. CI / CD: CONTINUOUS INTEGRATION / CONTINUOUS DELIVERY

Le modèle d'intégration et déploiement continu qui sera favorisée à SOLEIL est la plateforme Gitlab. Sauf pour quelques usines logicielles, précisées précédemment dans le document, elle est privilégiée pour les phases de build, tests et fusion des codes sources et les phases de réalisation des livrables et de leur déploiement. A SOLEIL, la CI / CD au sein de SOLEIL.

10. DOCUMENTATION / DOCUMENTATION

Les documents suivants seront livrés avec le système selon les livrables retenus :

- La documentation des API, des bibliothèques ou des protocoles de communication à destination des développeurs décrira l'ensemble des fonctions, des registres ou des endpoints disponibles
 - Cette documentation sera fournie au format doxygen
- La documentation des devices
- Les procédures de tests d'acceptation des logiciels, base de données et électroniques
- Le manuel utilisateur décrivant la mise en œuvre, la configuration et l'utilisation des applications.
- Le manuel de maintenance des logiciels et leurs mises à jour
- La documentation de la construction et du processus de compilation du device serveur TANGO.
- Le guide utilisateur du kit de développement firmware pour la distribution lors que SOLEIL est autorisé à modifier les logiciels, firmwares embarqués.
- La documentation des scripts de validation (description des fonctions, comment les utiliser...).