



CHAMBRE DES DÉPUTÉS
GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG

Session ordinaire 2019-2020

FC/PR

P.V. SID 19

P.V. CEB 22

Commission de la Sécurité intérieure et de la Défense

Commission du Contrôle de l'exécution budgétaire

Procès-verbal de la réunion du 26 juin 2020

Ordre du jour :

1. Dossier LUXEOSys
- Suivi du dossier
2. Divers

*

Présents : Mme Diane Adehm, Mme Semiray Ahmedova, Mme Nancy Arendt épouse Kemp, M. André Bauler, Mme Stéphanie Empain, M. Marc Goergen, M. Gusty Graas, M. Max Hahn, M. Jean-Marie Halsdorf, Mme Cécile Hemmen, M. Claude Lamberty, Mme Lydia Mutsch, membres de la Commission de la Sécurité intérieure et de la Défense

Mme Diane Adehm, Mme Semiray Ahmedova, M. André Bauler, M. Sven Clement, M. Frank Colabianchi, M. Mars Di Bartolomeo, Mme Chantal Gary remplaçant Mme Djuna Bernard, M. Gast Gibéryen, M. Jean-Marie Halsdorf, Mme Cécile Hemmen, M. Pim Knaff remplaçant M. Guy Arendt, M. Gilles Roth, M. Claude Wiseler, membres de la Commission du Contrôle de l'exécution budgétaire

M. François Bausch, Ministre de la Défense

Col. Paul Nilles, M. Geoffroy Beaudot, Mme Nina Garcia, M. Alain Dirkes, Direction de la Défense, du Ministère des Affaires étrangères et européennes

Mme Francine Cocard, de l'Administration parlementaire

Excusés : M. Carlo Back, M. Dan Biancalana, M. Léon Gloden, M. Fernand Kartheiser, M. Georges Mischo, membres de la Commission de la Sécurité intérieure et de la Défense
M. Marc Baum, observateur délégué

M. Claude Haagen, Mme Octavie Modert, membres de la Commission du
Contrôle de l'exécution budgétaire
M. David Wagner, observateur délégué

*

Présidence : Mme Diane Adehm, Présidente de la Commission du Contrôle de l'exécution
budgétaire
Mme Stéphanie Empain, Présidente de la Commission de la Sécurité
intérieure et de la Défense

*

1. Dossier LUXEOSys

- Suivi du dossier

Mme la Présidente Diane Adehm présente brièvement les invités pour cette réunion jointe. La présente réunion concerne uniquement le volet technique du programme LUXEOSys. La prochaine réunion concernant le volet financier est prévue pour le 13 juillet prochain.

Sur base de la présentation jointe en annexe, M. Beaudot donne des explications sur les éléments techniques en relation avec le programme NAOS / LUXEOSys.

« Le but du programme LUXEOSys est de fournir quotidiennement 100 images de la Terre à très haute résolution. » (Des exemples de telles images figurent dans la présentation jointe en annexe.)

Le programme comprend:

- Un satellite d'observation équipé d'une caméra à très haute résolution (moins de 50 cm)
- Une architecture segment sol qui comprend:
 - la construction de deux antennes à Redu (Belgique) et la location d'une antenne à Svalbard (Norvège) (80° N) permettant le transfert d'images du satellite vers la Terre;
 - la mise en place d'un segment sol permettant le contrôle et la gestion du système ainsi que la dissémination d'images.
- Un Segment Spatial qui comprend
 - Un satellite NAOS (National Advanced Optical System)
 - Orbite basse (LEO - 450 km) polaire - Orbite héliosynchrone

« Low Earth Orbit circular sun-synchronous orbit » - Orbite héliosynchrone

- Une orbite est la courbe fermée représentant la trajectoire que dessine, dans l'espace, un objet céleste (ici : le satellite) sous l'effet de la gravitation et de forces d'inertie.
- Une orbite héliosynchrone désigne une orbite dont on choisit l'altitude et l'inclinaison de sorte que l'angle entre le plan d'orbite et la direction du soleil demeure quasiment constant.

Il y a plusieurs sortes d'orbites

- L'orbite géostationnaire (GEO : *Geostationary Earth Orbit*) est très particulière. Elle se situe à 36 000 km au-dessus de l'équateur. Les satellites positionnés dans cette orbite restent fixes et tournent à la même vitesse que la Terre. Les satellites de télécommunications, de télévision ou de météo se trouvent souvent dans cette orbite.

Au sol, les antennes peuvent restées bloquées au même endroit du ciel pour capter les signaux des satellites qui se trouvent en géostationnaire. (Exemples : la flotte SES ou le satellite GovSat).

- MEO : *Medium Earth Orbit*: c'est l'orbite moyenne (entre 8 000 et 20 000 km au-dessus de la Terre) où se trouvent généralement les satellites de localisation ou de navigation (GPS, les satellites du système Galileo, et prochainement les satellites de O3b networks). Ces satellites tournent plus vite que le sens de rotation de la Terre.
- LEO : *Low Earth Orbit*: l'orbite basse se situe à une altitude de 300 à 1 000 km d'altitude. La station internationale spatiale ISS est localisée à une altitude d'environ 400 km. Ces satellites tournent beaucoup plus vite que la Terre.
- SSO : *Sun Synchronous Orbit*: cette orbite héliosynchrone est très spéciale dans la mesure où un satellite placé sur une telle orbite passera au-dessus d'un point de la surface terrestre donné à la même heure solaire locale. Pratiquement, cela signifie que les satellites croiseront l'équateur tous les jours à la même heure. De cette manière, un satellite d'observation prendra des images d'un endroit spécifique avec systématiquement le même ensoleillement (voir notamment les planches 6 et 7 de la présentation).
- GTO : Geostationary Transfert Orbit.

NAOS

•Le NAOS (National Advanced Optical System) est le nom du satellite du système LUXEOSys. Ce satellite sera placé dans une orbite héliosynchrone. Cette orbite est utilisée par une grande partie des satellites qui effectuent des observations car l'éclairement solaire du lieu observé est peu variable d'un cliché à l'autre. En effet, un satellite héliosynchrone repasse quotidiennement au-dessus d'un lieu à une heure solaire identique (à 10.30 h dans le cas du NAOS). A 10.30 h le soleil est déjà suffisamment élevé au-dessus de l'horizon pour donner une ombre et permettre d'interpréter des images.

NAOS sera stationné à 450 km d'altitude. Il effectuera 15 révolutions par jour et 123 révolutions par cycle de 8 jours. Concrètement, cela signifie qu'il faudra 123 révolutions pour que le satellite revienne exactement sur la même orbite.

Le satellite pourra prendre des photos d'endroits situés directement en-dessous de lui, mais pourra aussi être tourné pour prendre des images d'endroits situés plus à gauche ou plus à droite de façon à pouvoir quotidiennement couvrir l'ensemble de la terre.

L'objectif du programme :

-> Répondre à un besoin des organisations nationales (gouvernementales, LIST, Cartographie, etc.) et internationales (EU, OTAN, ONU, etc.) en imagerie satellitaire.

-> Effort de défense avec le développement d'une nouvelle capacité à haute valeur ajoutée

-> But : « fournir 100 images de la Terre » par jour.

- Il s'agit d'images panchromatiques (en Noir et Blanc) et multispectrales (en couleur)

- 4 bandes : Bleu - Vert - Rouge - Proche de l'Infra-rouge

Les images seront fournies de manière « brute », c'est-à-dire sans aucune analyse du contenu (ce qu'on peut y voir). Ce sera donc à charge des utilisateurs (ou organisations) d'effectuer l'interprétation du contenu.

-> IMINT (*Imagery Intelligence*)

- Renseignement découlant de l'exploitation d'images collectées par photographie, infrarouge, laser, senseur multispectral et radar.

- L'analyse IMINT est effectuée par du personnel spécialisé (appelé "Imagery Analysts") dans des centres d'interprétation d'image.

Exemples : EU SatCen, NIFC (NATO Intelligence Fusion Centre).

Le programme LUXEOSys n'a donc pas de finalité d'interprétation d'images (IMINT) mais uniquement la fourniture d'imagerie satellitaire.

Les applications possibles :

- Applications relatives aux opérations militaires.
- Applications relatives à la sécurité (non-prolifération nucléaire, surveillance d'installations critiques).
- Applications relatives à la surveillance des traités de désarmement.
- Applications relatives à la surveillance de l'environnement et du territoire.
- Applications relatives aux catastrophes humaines et à l'aide humanitaire.
- Applications relatives à la gestion de catastrophes naturelles.
- Applications relatives au changement du climat.

Que peut-on voir ? Il est impossible de reconnaître une personne mais on pourra détecter l'ombre portée au sol d'un être humain. Il sera donc possible de compter un nombre de personnes présentes sur un lieu donné mais en aucun cas il ne sera possible d'identifier la ou les personnes.

Les types de demandes d'images que les utilisateurs pourront introduire :

- Des produits d'archives (images antérieures)
- De nouvelles acquisitions (droit de programmation)
- « Mode de l'image »
 - Spot: Image « standard », 30 000 x 30 000 pixels, couverture de 10 x 10 km
 - Strip: Image de 30 000 x M pixels, « Scanning » de 10 km x 100 km.

LUXEOSys: les caractéristiques principales :

- La fiabilité: l'origine gouvernementale de l'image est une garantie que l'image n'a pas été modifiée ou trafiquée pour faire disparaître certains éléments.
- La qualité de l'image: la très haute résolution spatiale (la meilleure en multispectrale).
- La capacité de programmation: les droits de programmation sont alloués et garantis.
- La réactivité du système (*System Response Time*) la plus courte possible (de l'ordre de 17 h).
- La classification la plus basse possible: sans classification (ce qui permet le partage d'images ou leur affichage sur un écran lors d'une réunion, p.ex.).
- La dissémination: l'image fonctionnera comme vecteur de contributions et de partenariats.

LUXEOSys en chiffres

- Poids au lancement : +/- 645 kg
- 1 tour de Terre (révolution) : toutes les 94 min
- 15 révolutions/jour - cycle de 8 jours
- Forme hexagonale de diamètre 1,84 m
- Une image = 2.5Gb (zone de 10x10 km couverte)
- Lancement avec Arianespace (VEGA - Kourou)
- Vitesse du satellite : 8 km/s

- Orbite : 450 km
- Durée de vie : 7 + 3 années
- Temps de réponse = 17 h

Le segment sol comprend:

- Des antennes permettant le transfert d'images du satellite vers la Terre;
 - Construction de deux antennes à Redu (comprise dans le contrat avec OHB-I)
 - La location d'une antenne à Svalbard (NON comprise dans le contrat avec OHB-I ni dans la loi)
- La mise en place de bureaux et de moyens IT (serveurs, système de gestion, lignes sécurisées, etc.) repris sous le terme « segment sol » permettant le contrôle et la gestion du système ainsi que la dissémination d'images.
 - La mise en place du système fait partie du contrat avec OHB-I
 - Infrastructure (Bureaux, local serveurs pour l'hébergement): NON comprise dans la loi
 - Gestion complète du système (gestion des demandes utilisateurs et du satellite) - NON comprise dans la loi
 - Maintenance du système - NON comprise dans la loi.

Fonction des deux antennes à Redu (Télémétrie + déchargement des images)

- 3 à 5 (sur 15) passages) /jour (-> environ 38 images transférées du satellite/jour)
- Vu que le satellite tourne autour de la terre, il y aura un mouvement des antennes à 360° pour pouvoir suivre le satellite sur son orbite.

Vu que le système entend pouvoir effectuer 100 images de la terres par jour, il est nécessaire d'augmenter la capacité de déchargement des images prises par le satellite avec un contrat de service permettant l'utilisation de stations polaire.

La location de ces services se fera via un contrat de service avec une société située à Svalbard. Ces antennes se trouvent beaucoup plus au nord, ce qui permet de transférer beaucoup plus d'images par jour. En effet, il sera possible de voir 14 passages sur 15 /jour et donc, un transfert de plus de 80 images du satellite par jour.

Les images sur les pages 18 à 20 de la présentation illustrent les conditions nécessaires pour assurer une bonne visibilité et donc une bonne réception des images.

M. Beaudot décrit les principales entités nécessaires pour faire assurer le segment sol et la dissémination des images :

- Le DPC (*Data Processing Centre*) qui constitue le point d'entrée et de sortie unique du système. Il traite les demandes d'images et assure le fonctionnement de la chaîne de production des images ;
- Le MOC (*Mission Control Center*) où sont effectués le contrôle et le pilotage du satellite ;
- Le PGC (*Payload Ground Centre*) chargé de la programmation des images (plan d'imagerie) et du contrôle de qualité ;
- Le NDC (*Naos Data Centre*) héberge des serveurs du système (archivage, système de gestion) et point d'accès pour les utilisateurs ;
- Le DDC (*Data Downloading Centre*) avec deux antennes à Redu et la location de services à Svalbard.

Les localisations des DPC et MOC restent à définir mais sera bien Luxembourg, alors que le PGC serait localisé à Bruxelles, le NDC à Luxembourg.

Ressources nécessaires pour la gestion complète du système: 16 fonctions différentes (dont permanence 24/7) ; ce qui représente entre 30 et 50 personnes nécessaires pour opérer le système.

Le schéma de la page 22 illustre comment se passe l'acheminement des demandes des clients qui demandent des images et la distribution des images.

Discussion

M. Jean-Marie Halsdorf (CSV) pose les questions suivantes :

Comment est déterminé la position en orbite du satellite NAOS ? Qui attribue les positions ? M. Beaudot explique que ces positions sont réservées auprès de l'ITU (*International Telecommunication Union*). L'ILR (L'Institut Luxembourgeois de Régulation) a entré une demande spécifique et a déclaré le NAOS auprès de l'ITU. Le risque de conflit avec d'autres concurrents est minime vu que l'espace est assez vaste. L'ITU va confirmer l'orbite ou va demander au Luxembourg de déplacer le satellite vers une autre orbite si nécessaire.

L'altitude dans l'espace a une influence sur la qualité des images (résolution). En s'approchant de trop de la Terre, on augmente les frottements et le satellite aura une durée de vie réduite. 450 km d'altitude a paru une altitude adéquate pour y stationner le satellite (compromis entre résolution souhaitée, nombre de révolution par jour permettant une couverture complète de la terre et durée de vie du système).

Existe-t-il une concurrence avec d'autres satellites situés sur la même altitude qui pourraient offrir les mêmes services ?

M. Beaudot répond qu'il a vérifié quels autres satellites existent et quelles sont leurs performances. Il y a certes d'autres satellites qui font des images comparables, mais celles-ci sont souvent classifiées et donc non accessibles à des clients externes, même de taille comme l'ONU. LUXEOSys est unique en son genre. Le prix des images est en plus assez élevé chez la concurrence. Les images seront en plus de très bonne qualité. Il est vrai que dans quelques années, il y aura peut-être une technologie plus performante, mais il fallait à un moment se décider et lancer le satellite.

Quid de la concurrence par les drones qui seraient en plus très réactifs par rapport au satellite qui met 17 heures pour retourner à la même position ?

M. Beaudot explique que les drones sont complémentaires par rapport aux images satellitaires. Il faut plusieurs mois pour faire un levé d'un grand territoire, alors que le satellite peut fournir des images en bonne résolution en beaucoup moins de temps.

La question de Mme Hemmen porte sur le centre logistique des antennes de Redu. Où serait-il localisé exactement ? Quelle serait la contrepartie que le Luxembourg devra à la Belgique ? Combien de personnes devraient travailler sur place ?

M. Beaudot répond que l'installation pratique (qui fait partie du contrat avec OHB et avec RSS) prévoit un contrat de location pour un terrain. Sur celui-ci sera installé un « *shelter* »

dans lequel Hitec installera son matériel. Il faudra de l'électricité et des lignes sécurisées entre Luxembourg et Redu.

Au niveau des ressources humaines, il ne faudra pas de personnel sur place, mais il faudra y effectuer des travaux d'entretien réguliers. Il faudra prévoir l'installation d'une station de contrôle d'urgence à Redu, sous forme de bureaux vides que des personnes pourront rejoindre à partir de Luxembourg en cas d'urgence.

Les bureaux (DPC et MOC) se trouveront à un endroit qui n'est pas encore déterminé. Le satellite sera lancé fin 2022. Il faudra à peu près 400 m² de surface de bureau dans un bâtiment standard. Le cœur du système sera le *data center*. Plusieurs sociétés au Luxembourg offrent déjà de telles infrastructures. En plus le Luxembourg est très bien connecté au niveau des réseaux.

M. Claude Wiseler (CSV) demande si l'imagerie dépendra des conditions météorologiques. M. Beaudot répond que les conditions météorologiques sont en effet importantes. En cas de mauvais temps, il faut en tenir compte lors de la programmation de l'imagerie. Les images prises lors d'éclaircies peut être exploitée, alors que les nuages rendent impossible la production de bonnes images.

Au niveau des contrats : Comment a-t-on pu prévoir l'installation d'antennes à Redu alors qu'à l'époque le site n'était pas encore en discussion ? M. Beaudot répond que le contrat reste flou quant au site, mais pas quant à l'antenne elle-même. Le site est au choix du gouvernement luxembourgeois. Ce choix n'aura pas d'influence sur le coût sauf les frais générés par la location et l'utilisation d'un terrain à Redu. M. le Ministre ajoute que certains frais liés à l'aménagement du site de Diekirch n'étaient pas prévus non plus (destruction d'un bâtiment, socles d'antennes, abattage d'arbres, ...). Dans la logique du Gouvernement précédent, de telles dépenses auraient été supportées par le Fonds d'investissement militaire. M. le Ministre est contre un tel saucissonnage des dépenses liées à un seul projet.

Il est vrai que les coûts de location de services à Svalbard n'était pas prévue alors qu'on savait déjà qu'il fallait d'autres capacités de connexion avec le satellite.

Faudra-t-il aussi louer des services à Inuvik (Canada), Singapore ou de la base Troll en Antarctique vu que les installations de Svalbard ne peuvent atteindre le satellite que pendant 14 sur 15 passages ? M. Beaudot explique que la localisation d'autres centres de prestation de service n'est pas nécessaire, étant donné que la capacité de téléchargement qui sera installée sera supérieure au nombre d'images que le satellite pourra prendre. Inversement, si des contrats étaient signés avec d'autres prestataires de service, on pourrait se passer du site de Redu, mais le Luxembourg serait alors dépendant des contrats de services et ne disposerait pas de ses propres antennes.

Une étude similaire a-t-elle été effectuée il y a trois ans et quelles en étaient les conclusions ? Quelles solutions étaient envisagées pour parer aux difficultés techniques liées au site de Diekirch ? M. Beaudot répond qu'aucune étude préliminaire n'avait été faite faute de temps. La seule étude effectuée était celle de OHB (entamée en décembre 2018) mais elle n'a pas abordé la problématique du site de Redu.

Est-ce qu'il était envisagé de loger les différents centres de contrôle et de récolte des données (citées plus haut) à un seul endroit ? M. Heck a informé la Chambre qu'un tel centre aurait dû

être installé au Findel. M. Beaudot répond qu'à l'époque il n'était pas en charge du dossier. M. le Ministre informe qu'il était impliqué dans le dossier de manière indirecte en tant que Ministre des Transports. Il confirme qu'il existait un projet prévoyant l'installation d'un pôle Gouvernemental Aérien au Findel. Il s'y est opposé, estimant que la place y manque. M. le Ministre est en plus opposé à l'utilisation du Findel pour davantage d'activités militaires, alors que l'aviation y est déjà à l'étroit. Pour les détails financiers, M. le Ministre renvoie à la réunion prévue pour le 13 juillet prochain.

Le traité Open Sky est un traité qui permet de surveiller des territoires et d'en prendre des images. Est-ce que la résiliation de ce contrat aura des conséquences pour le projet LUXEOSys ?

La question de M. Mars Di Bartolomeo (LSAP) porte sur le rôle de l'Armée luxembourgeoise dans le projet LUXEOSys et l'exploitation du NAOS.

M. le Colonel Paul Nilles répond que dans son ancienne fonction de responsable des ressources humaines de l'Armée (jusqu'en juillet 2018), il n'était pas en charge du dossier NAOS. M. Nilles confirme que l'Armée a des compétences en matière de satellite de communication mais la gestion de satellites d'observation demande d'autres compétences. Suite à une question de M. Di Bartolomeo sur le personnel militaire supplémentaire, M. Nilles confirme qu'il n'a pas été question d'un tel renforcement des troupes, ni d'un recrutement de personnel spécialisé. M. Beaudot ajoute que toutes les réflexions concernant le recrutement éventuel du personnel restaient assez floues.

M. le Ministre renvoie au tableau de la p. 22 et ajoute que les 50 personnes supplémentaires qu'il aurait fallu embaucher, ainsi que leur formation, ainsi que les bureaux pour les loger, ainsi que les loyers et frais connexes n'étaient pas prévus dans le projet initial.

Ceci dit, M. le Ministre rappelle qu'il est parfaitement inhabituel de déposer un projet de loi relatif à une construction d'un bâtiment sans en préciser les besoins et le but. Ces besoins ont un impact sur les infrastructures, les équipements et les frais de fonctionnement. M. le Ministre considère que les sommes supplémentaires qui devront être dépensées, ne sont pas perdues, mais constituent un investissement dans le contexte de l'effort défense du Grand-Duché.

M. Wiseler note que le projet de loi de 2018 prévoyait les frais annexes.

Mme Nina Garcia explique que pour des projets de défense d'envergure, il est parfois difficile de spécifier jusque dans le dernier détail, les frais connexes. Toutefois, il n'est pas d'usage de ne pas intégrer les frais de fonctionnement dans les projets de loi respectifs.

M. Gilles Roth (CSV) demande si tous les éléments présentés par M. Beaudot, étaient connus au moment du vote de la loi. M. Beaudot répond par l'affirmative, sauf que, sur avis de PwC, des changements ont été demandés par rapport au contrat de base. Les coûts seront spécifiés le 13 juillet. A titre d'exemple, il est précisé que le back-up sur un site additionnel n'était initialement pas prévu.

Suite à une question de Mme Adehm, il est précisé que Hitec était chargé de l'étude détaillée du site de Diekirch en 2019 seulement. M. Beaudot rappelle qu'il était initialement prévu d'impliquer l'Armée luxembourgeoise dans le projet. La délocalisation des antennes ne va pas entraîner des coûts supplémentaires énormes.

M. Sven Clement (Piraten) pose une question sur la confidentialité des données qui ont été communiquées aujourd'hui. M. le Ministre répond que les données d'aujourd'hui ne sont pas confidentielles.

Concernant les antennes, M. Clement souhaite savoir s'il ne serait pas plus opportun d'acheter des antennes à Svalbard plutôt que d'en installer à Redu. M. Beaudot répond qu'il n'y a pas de terrain disponible à Svalbard. Redu offre de telles possibilités sur un site dédié, facilement joignable à partir du Grand-Duché.

Est-ce que d'autres sites étaient en études par rapport au Herrenberg à Diekirch ? Oui, d'autres sites avaient été analysés, mais les procédures dites « comodo-incommodo » ne permettent pas d'installer des antennes à n'importe quel endroit du pays.

Qui pourraient être des entités civiles qui pourraient être intéressées dans des images prises par le satellite ? Etant donné qu'il ne s'agira pas d'une activité commerciale, comment sera rémunéré la livraison des images ? Mme Garcia explique que le Ministère de la Défense n'a pas l'intention de devenir un concurrent des sociétés qui vendent des images satellitaires. Cependant, de nombreuses possibilités de coopération entre Gouvernements sont imaginables.

M. Di Bartolomeo exprime le souhait que les données qui seront fournies le 13 serviront à éclaircir les députés en toute transparence.

Plusieurs députés du groupe parlementaire CSV souhaitent notamment que soient clarifiés les aspects liés au financement des options choisies afin de permettre d'évaluer si l'enveloppe relative au projet initial avait été sous-évaluée ou s'il y a eu par la suite un changement de programme.

2. Divers

Aucun sujet n'a été abordé sous divers.

* * *

Luxembourg, le 10 juillet 2020

La Secrétaire-administrateur,
Francine Cocard

La Présidente de la Commission de
la Sécurité intérieure et de la Défense,
Stéphanie Empain

La Présidente de la Commission du Contrôle de
l'exécution budgétaire,
Diane Adehm

ANNEXE :

-Présentation du Ministère des Affaires étrangères et européennes - Direction de la Défense



Projet de loi portant modification de la loi du
14 août 2018 autorisant le
Gouvernement à acquérir, lancer et exploiter
un satellite et son
segment sol destinés à l'observation de la
Terre

Présentation technique LUXEOSys

Commission de la Sécurité intérieure et de la Défense
Commission du Contrôle de l'exécution budgétaire
26 juin 2020

N° dossier parl.: 7542



LE GOUVERNEMENT
DU GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG
Ministère des Affaires étrangères
et européennes
Direction de la défense

Sommaire



LE GOUVERNEMENT
DU GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG

- LUXEOSys – Objet
- Orbite satellitaire
- Objectif et Applications
- Caractéristiques principales
- Antennes
- Segment sol et dissémination des images





- « Le but du programme LUXEOSys est de fournir quotidiennement **100 images de la Terre** à très haute résolution ».

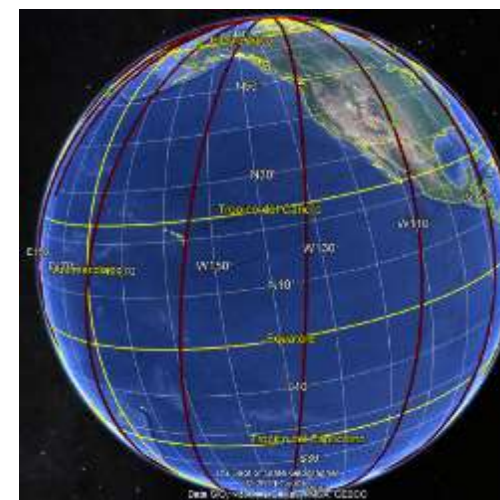
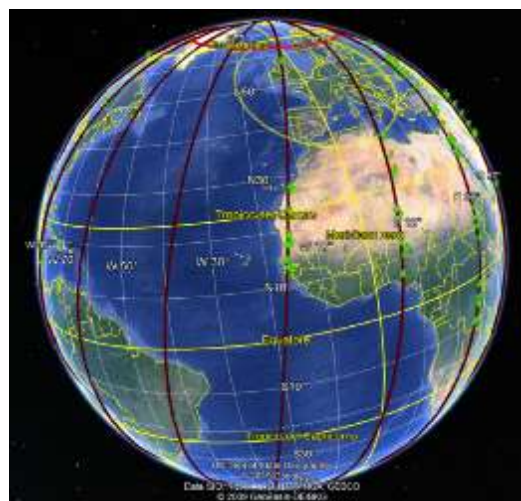
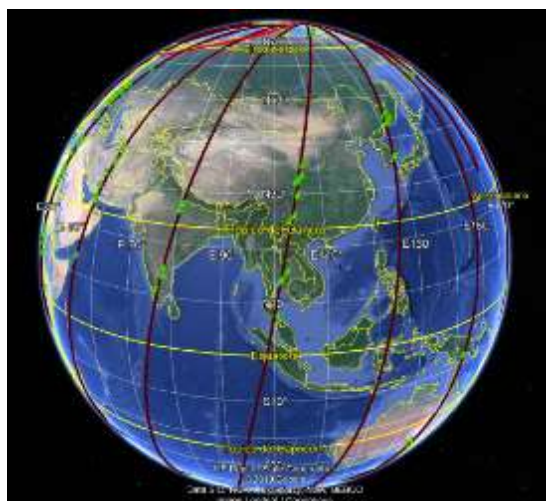
Le programme comprend:

- Un satellite d'observation équipé d'une caméra à **très haute résolution** (moins de 50 cm)
- Une **architecture segment sol** qui comprend:
 - la construction de **deux antennes à Redu** et la location d'une **antenne à Svalbard** (80°N) permettant le transfert d'images du satellite vers la Terre;
 - la mise en place d'un **segment sol** permettant le contrôle et la gestion du système ainsi que la **dissémination d'images**.





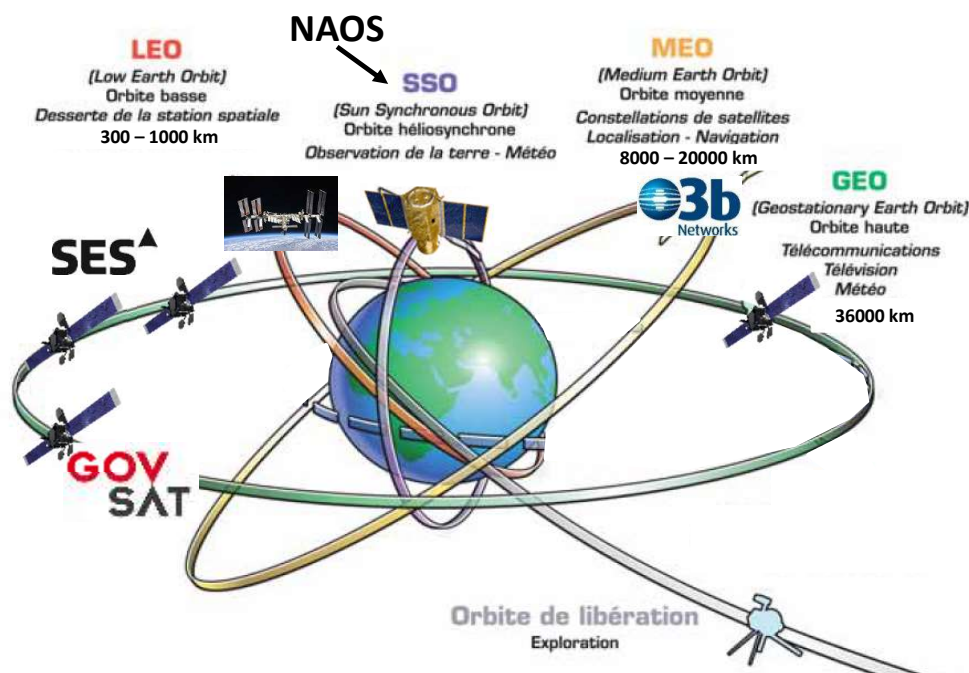
- Un **Segment Spatial** qui comprend
 - Un satellite NAOS (National Advanced Optical System)
 - Orbite basse (LEO - 450km) polaire – Orbite héliosynchrone





➤ « Low Earth Orbit circular sun-synchronous orbit » - Orbite héliosynchrone

- Une **orbite** est la courbe fermée représentant la trajectoire que dessine, dans l'espace, un objet céleste (satellite) sous l'effet de la gravitation et de forces d'inertie.
- Une orbite **héliosynchrone** désigne une orbite dont on choisit l'altitude et l'inclinaison de sorte que l'angle entre le plan d'orbite et la direction du soleil demeure quasiment constant.
- Cette orbite est utilisée par une grande partie des satellites qui effectuent des observations car l'éclairement solaire du lieu observé est peu variable d'un cliché à l'autre. En effet, un satellite héliosynchrone repasse quotidiennement au-dessus d'un lieu à une heure solaire identique



GEO : Geostationary Earth Orbit

SSO : Sun Synchronous Orbit

LEO : Low Earth Orbit

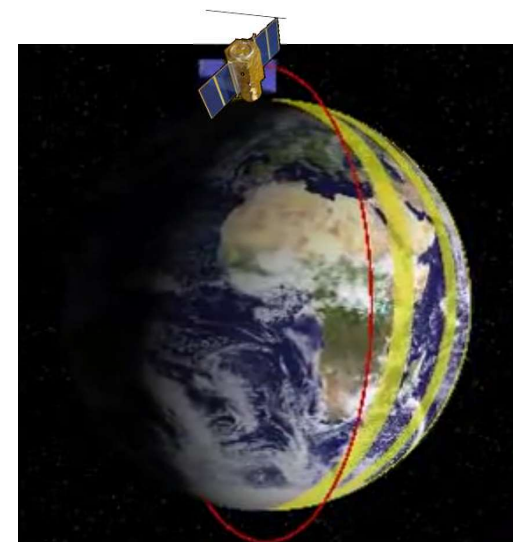
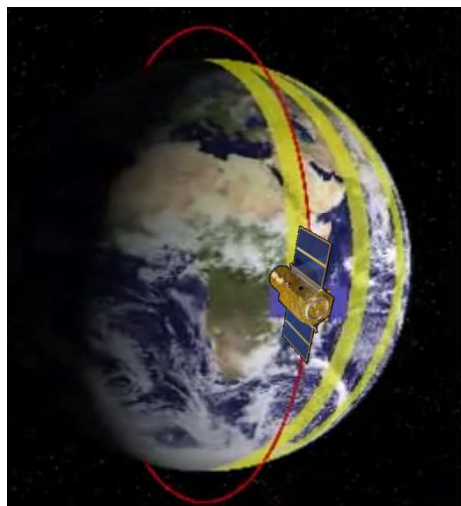
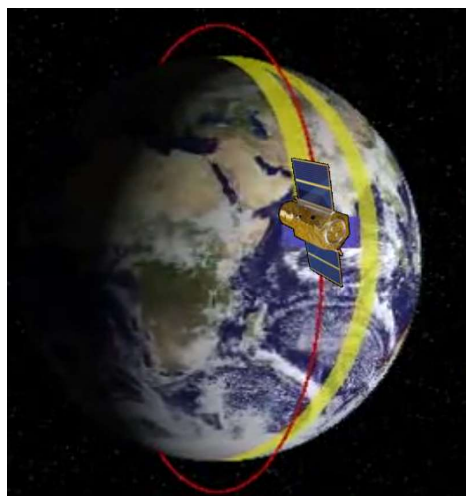
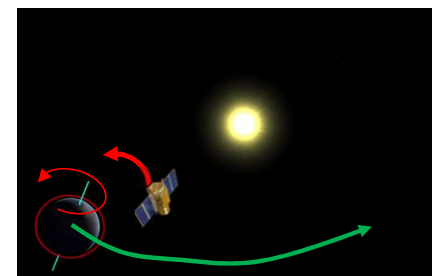
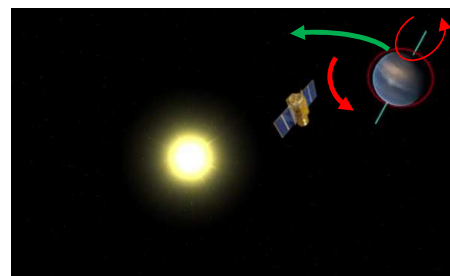
MEO : Medium Earth Orbit

GTO : Geostationary Transfert Orbit.



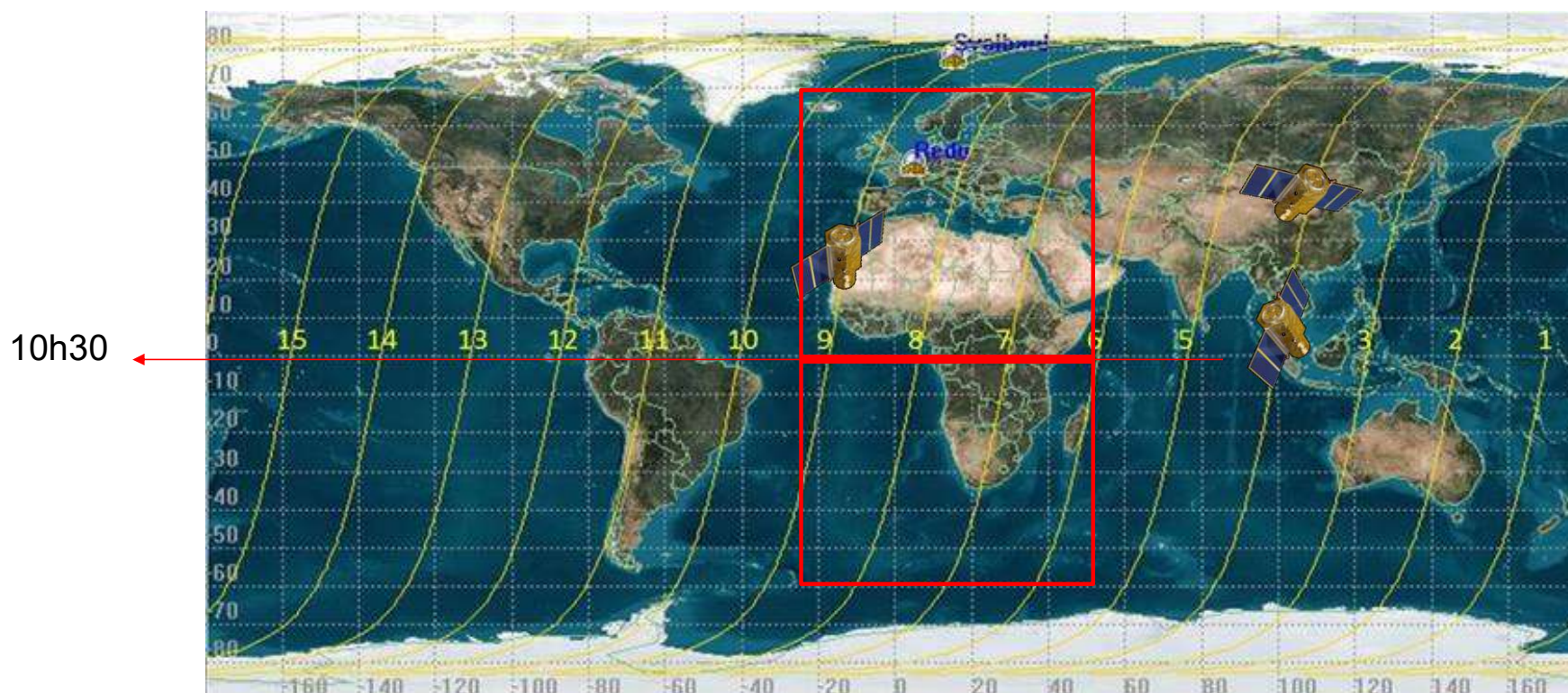
➤ NAOS

- 450 km d'altitude
- 15 révolutions/jour
- 123 révolutions/cycle (1 cycle = 8 jours)
- Local solar Time on Descending Node = 10h30 Local time au-dessus de l'équateur)





- 15 révolutions/jour – cycle de 8 jours





- Répondre à un besoin des Organisations nationales (Gouvernementale, LIST, Cartographie, etc) et internationales (EU, OTAN, ONU, etc) en imagerie satellitaire
- Effort de defense – développement d’une nouvelle capacité à haute valeur ajoutée

- But : « *fournir 100 images de la Terre* »
 - Images Panchromatique (Noir et Blanc) et Multi-spectrale (couleur)
 - 4 bandes : Bleu – Vert – Rouge – Proche Infra-rouge
- IMINT (Imagery Intelligence)
 - Renseignement découlant de l’exploitation d’images collectées par photographie, infrarouge, laser, senseur multi-spectral et radar.
 - L’analyse IMINT est effectuée par du personnel spécialisé (appelé “Imagery Analysts”) dans des centres d’interprétation d’image.
Ex : EU SatCen, NIFC (NATO Intelligence Fusion Centre).

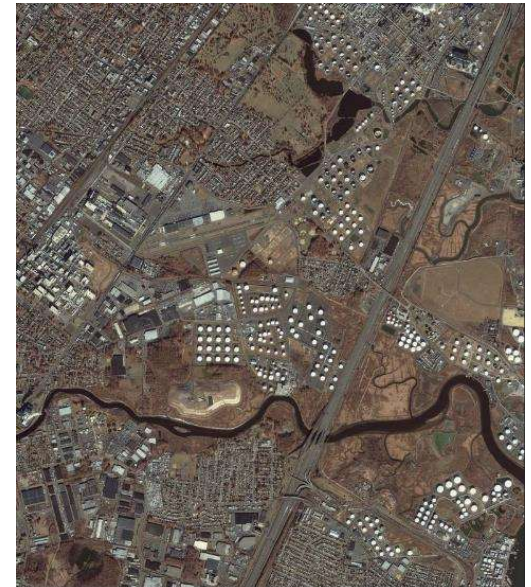


➤ Applications

- Application relatives aux opérations militaires
- Applications relatives à la sécurité (non-prolifération nucléaire, surveillance d'installations critiques).
- Applications relatives à la surveillance des traités de désarmement.
- Applications relatives à la surveillance de l'environnement et du territoire.
- Applications relatives aux catastrophes humaines et à l'aide humanitaire.
- Applications relatives à la gestion de catastrophes naturelles.
- Applications relatives au changement du climat.



Airfield



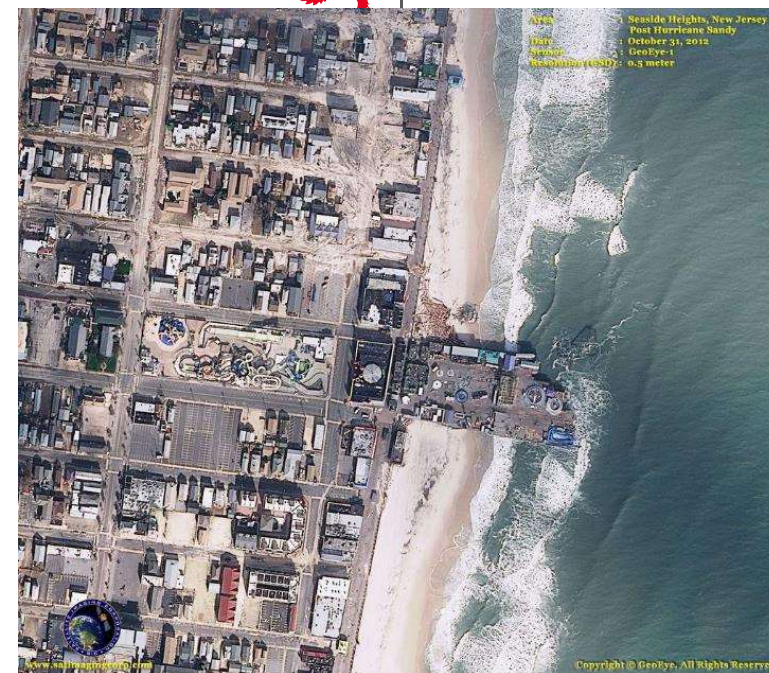
LUXEOSys – Applications



LE GOUVERNEMENT
DU GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG



Hurricane Sandy
(2012)
Seaside New-Jersey
Image GEOEYE



Avant

Après



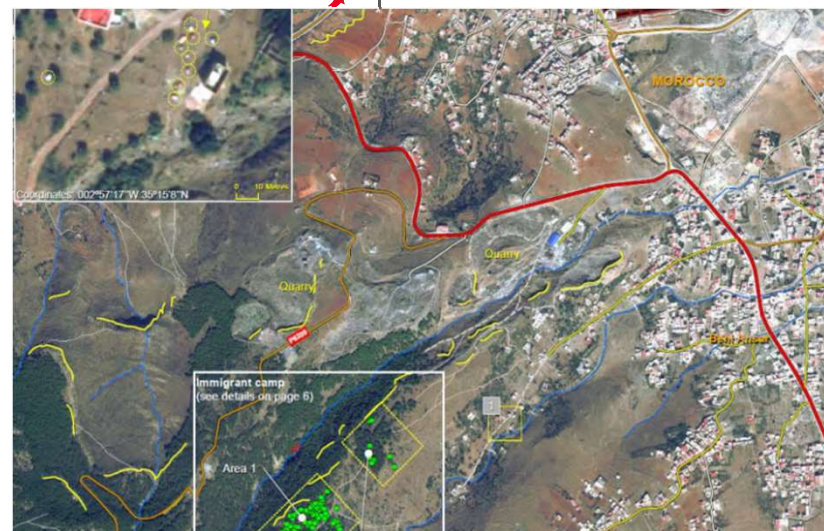
LUXEOSys – Applications



LE GOUVERNEMENT
DU GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG



Aide humanitaire
dans des camps
de réfugiés



Control immigration (Frontex)



Surveillance
d'un front de feu
lors d'incendies
(Californie)

LUXEOSys – Applications



LE GOUVERNEMENT
DU GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG

- Que peut-on voir ? Impossible de reconnaître une personne mais on pourra détecter l'ombre portée au sol d'un être humain





➤ Demandes d'images

- Produit d'archives (images antérieures)
- Nouvelles acquisitions (droit de programmation)
- "Mode de l'image"

❖ **Spot:** Image "standard", 30.000 x 30.000 pixels, couverture de 10 x 10 km

❖ **Strip:** Image de 30.000 x M pixels, "Scanning" de 10 km x 100km





LUXEOSys:

- Fiabilité: Origine gouvernementale de l'image
- Qualité: très haute résolution spatiale (la meilleure en multispectrale)
- Capacité de programmation: droits de programmation alloués et garantis
- Réactivité: System Response Time le plus court possible (17h)
- Classification la plus basse possible: sans classification (partage)
- Dissémination: image comme vecteur de contributions et partenariats

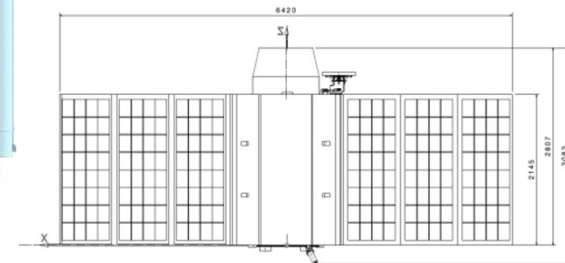
LUXEOSys - Caractéristiques principales



LE GOUVERNEMENT
DU GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG

➤ LUXEOSys en chiffres

- Poids au lancement : +/- 645 kg
- 1 tour de Terre (révolution) : toutes les 94 min
- 15 révolutions/jour – cycle de 8 jours
- Forme hexagonale de diamètre 1.84m
- Une image = 2.5Gb (zone de 10x10 km couverte)
- Lancement avec Arianespace (VEGA - Kourou)
- Vitesse du satellite: 8km/s
- Orbite : 450km
- Durée de vie : 7 + 3 années
- Temps de réponse = 17h





➤ **Segment sol** qui comprend:

- Antennes permettant le transfert d'images du satellite vers la Terre;
 - Construction de **deux antennes à Redu** (Compris dans le contrat avec OHB-I)
 - **La location d'une antenne à Svalbard** (NON compris dans le contrat avec OHB-I ni dans la loi)
- La mise en place de bureaux et de moyens IT (serveurs, système de gestion, lignes sécurisées, etc) repris sous le terme « **segment sol** » permettant le contrôle et la gestion du système ainsi que la **dissémination d'images**
 - La mise en place du système fait partie du contrat avec OHB-I
 - Infrastructure (Bureaux, local serveurs pour l'hébergement): NON compris dans la loi
 - Gestion complète du système (gestion des demandes utilisateurs et du satellite) – NON compris dans la loi
 - Maintenance du système – NON compris dans la loi



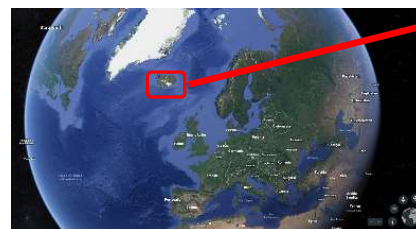
➤ 2 antennes à Redu (Télémétrie + déchargement des images)

- 3 à 5 (sur 15) passages) /jour (→ 38 images transférées du satellite/jour)
- Mouvement des antennes pour suivre le satellite sur son orbite



➤ Location de services à Svalbard

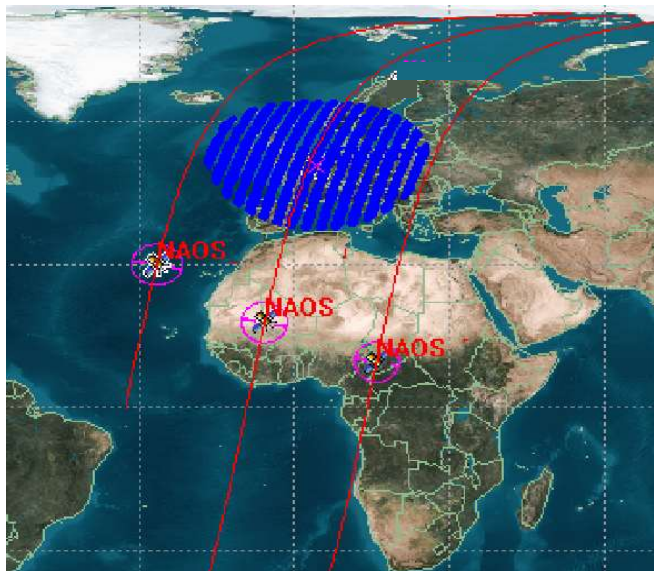
14 (sur 15) passages/jour
(plus de 80 images transférées du satellite/jour)



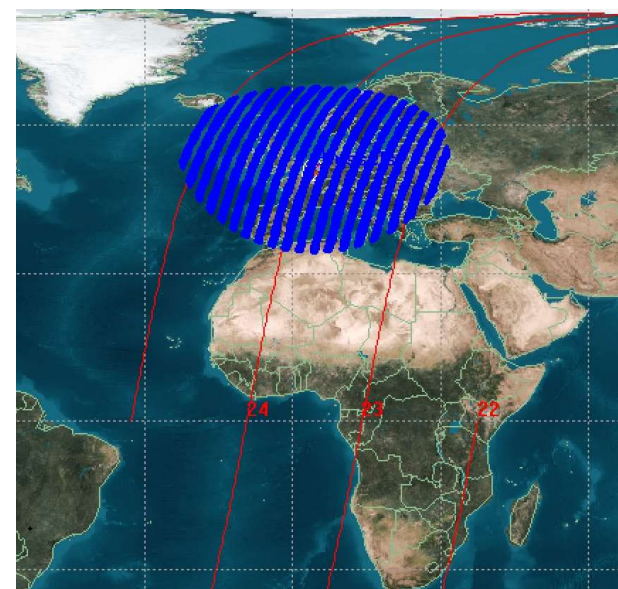
LUXEOSys – Antennes



LE GOUVERNEMENT
DU GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG

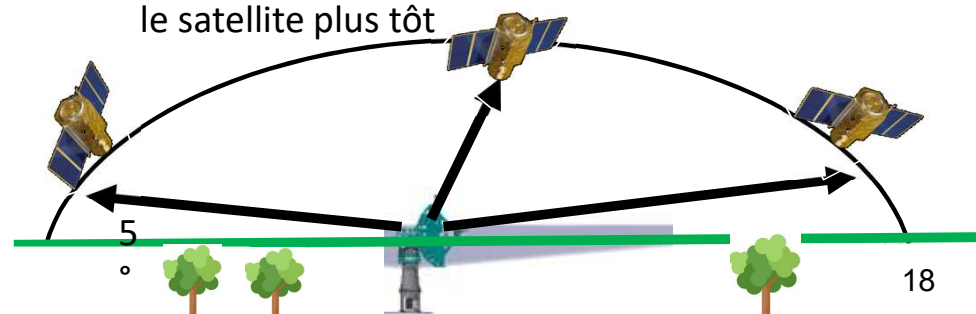
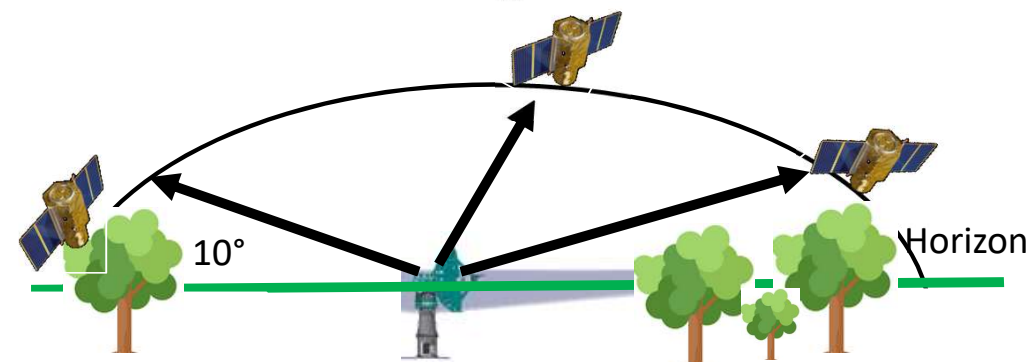


Visibilité à 10° d'élévation



Visibilité à 5° d'élévation

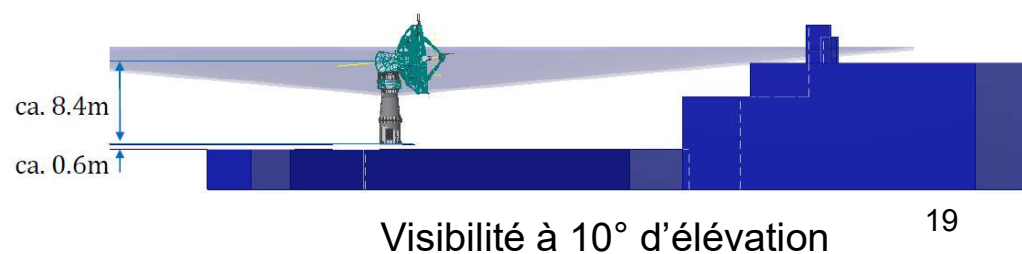
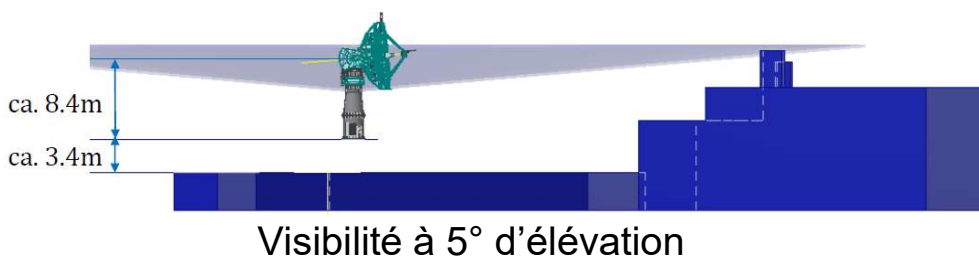
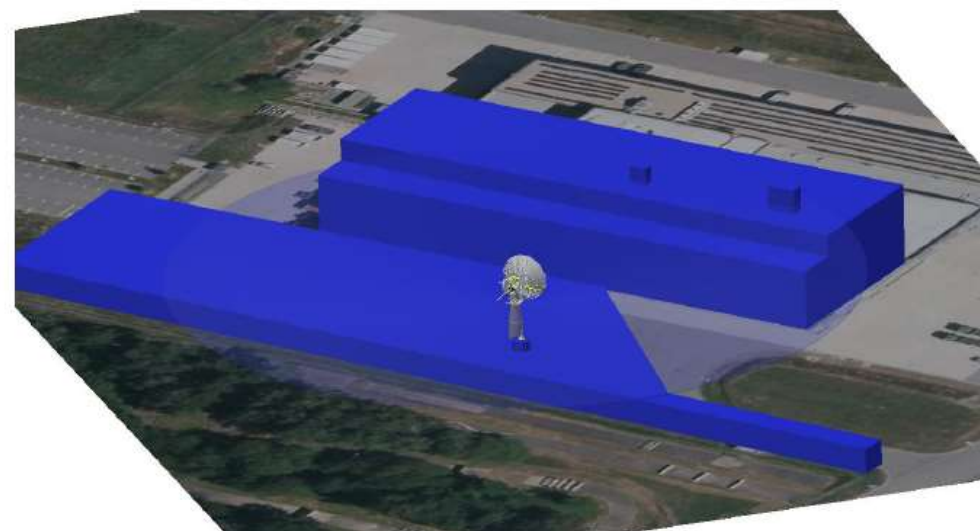
(visibilité + longue car on peut attraper le satellite plus tôt



LUXEOSys – Antennes (Diekirch)



LE GOUVERNEMENT
DU GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG





Cône de réception:

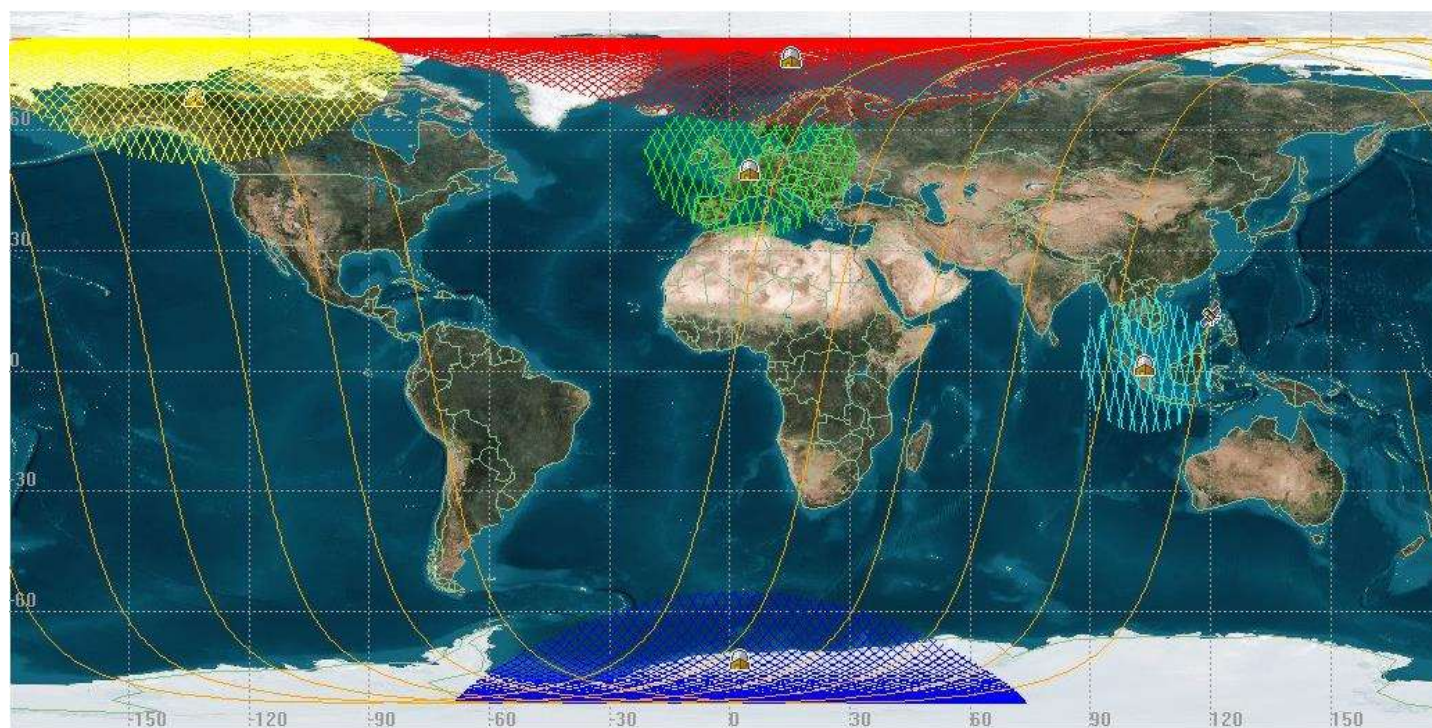
Vert : REDU (Belgique)

Rouge : SVALBARD (Norvège)

Jaune : INUVIK (Canada)

Cyan : SINGAPORE

Bleu foncé : TROLL (Antarctique)



LUXEOSys - Segment sol et dissémination des images



LE GOUVERNEMENT
DU GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG

Entités principales :

Entity	Main responsibilities	Location	Resources
DPC 	Data Processing Centre : Point d'entrée et de sortie unique du système, il traite les demandes d'images et assure le fonctionnement de la chaîne de production des images;	To be defined (LUX)	 <i>People (20-25)</i>  <i>Workstations</i>
MOC 	Mission Operating Centre contrôle et du pilotage du satellite	To be defined (LUX)	 <i>People (20)</i>  <i>Workstations</i>
PGC 	Payload Ground Centre chargé de la programmation des images (plan d'imagerie) et du contrôle de qualité	Brussels (BEL MoD) 	 <i>People (15) (BEL MoD)</i>  <i>Workstations</i>  <i>Storage for BE needs only</i>
NDC 	NAOS Data Centre hébergement des serveurs du système (archivage, système de gestion) et point d'accès pour les utilisateurs.	LUX (TBD)	  <i>6 servers</i>
DDC 	Data Downloading Centre - Redu: 2 antennes (via contrat OHB-I) - Svalbard: location de service	Redu et Svalbard	

Ressources nécessaire pour la gestion complète du système: 16 fonctions différentes (dont permanence 24/7).

LUXEOSys - Segment sol et dissémination des images



LE GOUVERNEMENT
DU GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG

