

# Les opérations de Ballons scientifiques du CNES



Orléans, 19 novembre 2012

- Rappel sur les Ballons opérés par le CNES
- Les sites de lancement (caractéristiques des sites)  
Les infrastructures et logistique nécessaires
- Exigences de Sauvegarde en opérations
- Les campagnes opérationnelles ballons
  - ◆ Phase de préparation
  - ◆ Phase d'opérations, le vol  
mise en œuvre, briefing météo, prévision de trajectoires,  
chronologie, pilotage en vol, récupération.
- Moyens opérationnels
  - ◆ Moyens de lancement
  - ◆ Segment sol opérationnel
  - ◆ Moyens météo / analyse mission
  - ◆ Moyens nacelles pointées
  - ◆ Moyens énergie
- Structure de l'équipe opérationnelle
- Bilan ressources
- Projection d'une vidéo de vol de ballons du CNES

# Rappels sur les ballons opérés par le CNES

## Missions :

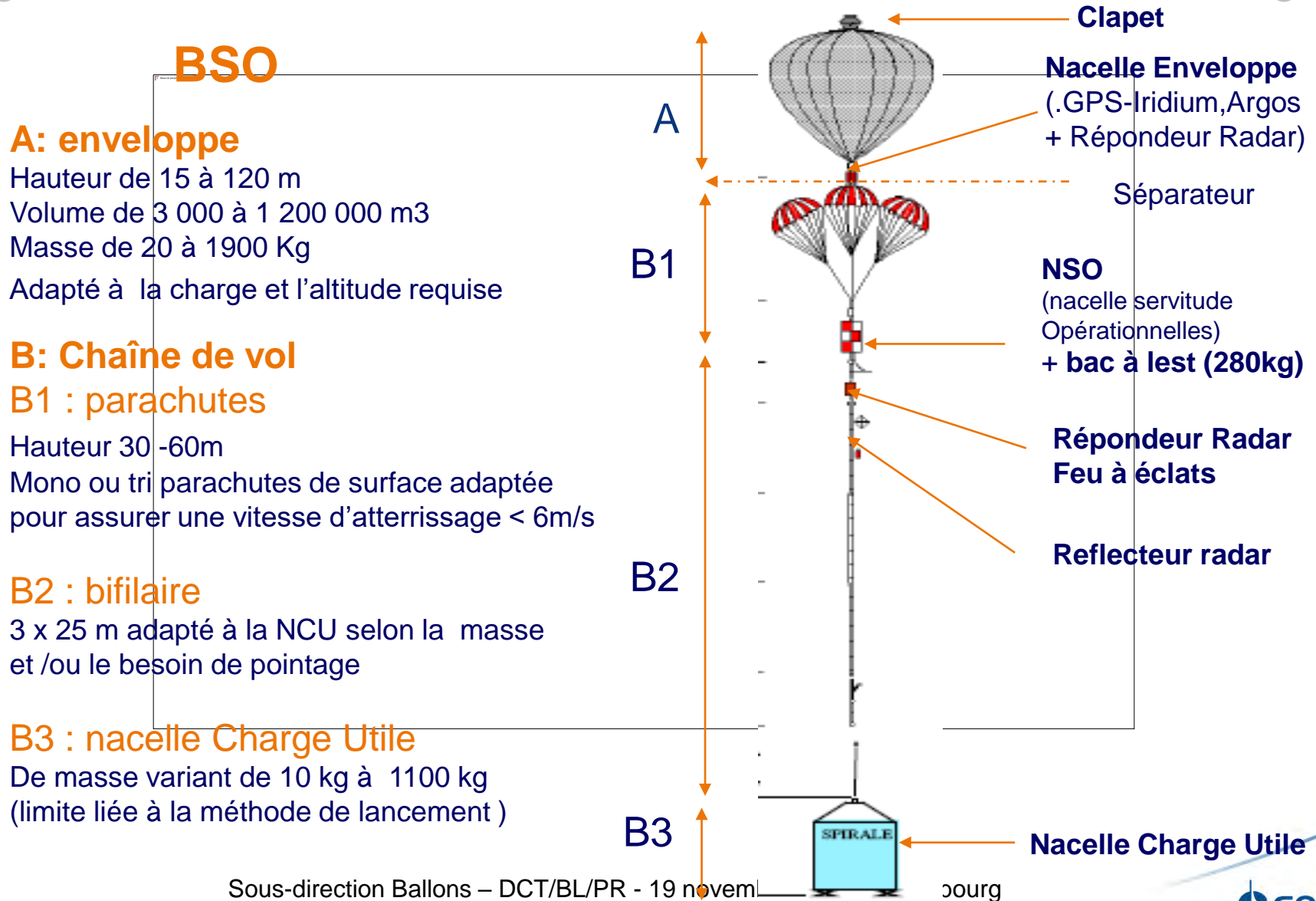
Le ballon stratosphérique est le seul véhicule pouvant évoluer longtemps dans la stratosphère :

- plus haut que les avions, plus bas que les satellites, plus longtemps que les fusées sondes
- mesure in-situ à des altitudes entre 20 and 45 km
- mesure de longue durée dans la même masse d'air

Les ballons stratosphériques sont essentiellement utilisés pour :

- la validation d' instruments pour satellites
- le programme Européen sur la recherche sur l'ozone aux pôles
- l'étude de l'atmosphère (chimie et dynamique)
- des programmes de recherche météorologiques spécifiques (turbulence, ...)
- la recherche en astronomie et astrophysique

# Rappels sur les ballons opérés par le CNES: Quelques définitions: le système aérostat



# Rappels sur les ballons opérés par le CNES

Le CNES, agence spatiale française, développe et exploite des ballons stratosphériques depuis 1962

- Les enveloppes sont conçues par le CNES et ZODIAC International, et fabriquées par ZODIAC, près de Toulouse
- Le CNES développe les nacelles de servitudes, les chaînes de vol, et des nacelles CU qui emportent des instruments scientifiques
- Jusqu'à 50 ballons de plusieurs sortes sont exploités par an
- Les utilisateurs scientifiques développent les instruments et nacelles charges utiles, ils sont : Français, Allemands, Italiens, Anglais, Japonais, Américains, Canadiens ...



© Anne Laure Huet CNES 1997

Centre CNES d'Aire/Adour (40)

# Rappel sur les différents types de Ballons du CNES

## BSO : Ballons Stratosphériques Ouverts

- durée de vol: quelques jours maximum
- charge utile max. : 1100 kg
- altitude maximum : 45 km



## MIR : Montgolfière Infra Rouge

- durée de vol: jusqu'à 2 mois
- charge utile max. : 50 Kg
- altitude excursion min/ max : 18 km/28 Km

## BPS : Ballon Pressurisé Stratosphérique

- durée de vol: plusieurs mois
- charge utile max. : 50 Kg
- altitude maximum : 20 km



## BTT : Ballons Traceurs Troposphériques : BPCL & Aeroclipper

- durée de vol : BPCL : quelques jours/  
Aeroclipper : quelques semaines
- altitude max. : BPCL : 0.5 à 2 Km/  
Aeroclipper : 0 à 50m
- charge utile max. : BPCL : 1,5 kg / Aeroclipper : 40 Kg

# Les sites de lancement (caractéristiques des sites)



# Les sites de lâcher – Critères de sélection

Variables selon le type de ballons, mais de manière générale:

1. Zone géographique d'intérêt pour nos clients scientifiques
2. Zone de lâcher / atterrissage peu peuplée, accessible, non risquée pour les équipes de lancement
3. Aire de lâcher:
  - Jusqu'à 400 m x 400 m sans obstacle à proximité (bâtiment, pylônes, etc.): piste d'aérodrome...
  - sol stabilisé pour roulage d'engins
4. Bâtiments AIT/ stockage/ Salle d'opérations

**Utilisation de bâtiments existants, voire construction, ou conteneurs « actifs »**

- Bâtiments de préparation des nacelles de servitudes et chaînes de vol
- Bâtiment de préparation des Charges Utiles
- Bâtiment de stockage des moyens de lancement
- Salles centre de contrôle et d'opérations, de prévisions météo, salle Sauvegarde
- Zone vie (site éloigné de la ville)

**Possibilité de gardiennage, disponibilité source d'énergie (jusqu'à 100 kVA)**



# Les sites de lâcher – Critères de sélection

## 1) Contacts Sauvegarde :

- ◆ pour demandes d'autorisation de vol et d'utilisation de fréquences
- ◆ autorités de contrôle Aérien
- ◆ autorités en charge de sécuriser les zones d'atterrissages
- ◆ Fourniture de cartes récentes et précises (même si le CNES a les siennes et...Google Earth)

## 2) Transport/Logistique : Pour les BSO, 15 à 20 conteneurs maritimes, 120 Tonnes

- ◆ accessibilité du site, capacité de transport (maritime, air, rail, route )
- ◆ état des routes, éventuel besoin d'escorte-protection ;
- ◆ contact avec les douanes locales
- ◆ disponibilité d'engins de levage/camion/grue/hélicoptère ;
- ◆ possibilité de déléguer les récupérations à une structure locale (armée, société privée, etc.)
- ◆ capacité de support technique local : atelier mécanique, électronique, maintenance moteurs
- ◆ fournisseur accès Internet ;
- ◆ approvisionnement en gaz : azote liquide, Hélium liquide, Hélium gaz

## 3) hébergement/ santé:

- ◆ Capacité d'hébergement à moins d'1 h de route (pour 10 à 100 personnes);
- ◆ Présence assistance médicale : hôpital, moyen de secours.

La base de lancement est définie selon le type de Charge Utile , le type de ballon utilisé pour les vols et le nombre de personnes

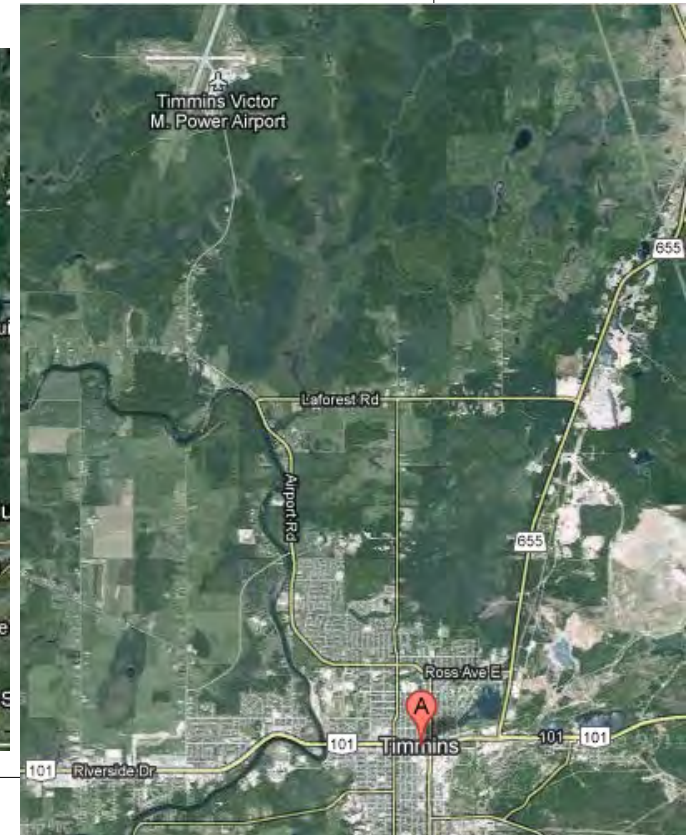
Quelques chiffres :

Base OPS	BSO	BPS
Aire de lancement (hors zone habitée)	400 x 400 m hauteur limitée aux abords	100 X 100 m hauteur limitée aux abords
Hall « lancement »	300 à 600 m <sup>2</sup> hauteur + de 6m Capacité de levage 2 T à + de 3,5m	100 m <sup>2</sup> , hauteur std
Salle contrôle	20 m <sup>2</sup> +visibilité sur aire de lancement	20 m <sup>2</sup>
Météo	20 m <sup>2</sup> + labo 15 m <sup>2</sup>	20 m <sup>2</sup>
Hall CU	300 à 600 m <sup>2</sup> hauteur + de 8m Capacité de levage 1T à 8m	50 à 100 m <sup>2</sup> hauteur std
Bureaux / briefing	Briefing pour 50 personnes 10 bureaux (1 pour 4 pers.)	Briefing pour 20 personnes 4 Bureaux (1 pour 4 pers.)
Stockage	10 à 15 conteneurs 2 à 3 remorques d'Hélium	4 à 6 conteneurs incluant l'Hélium

# Les sites de lâcher – Exemples de Timmins et Kiruna

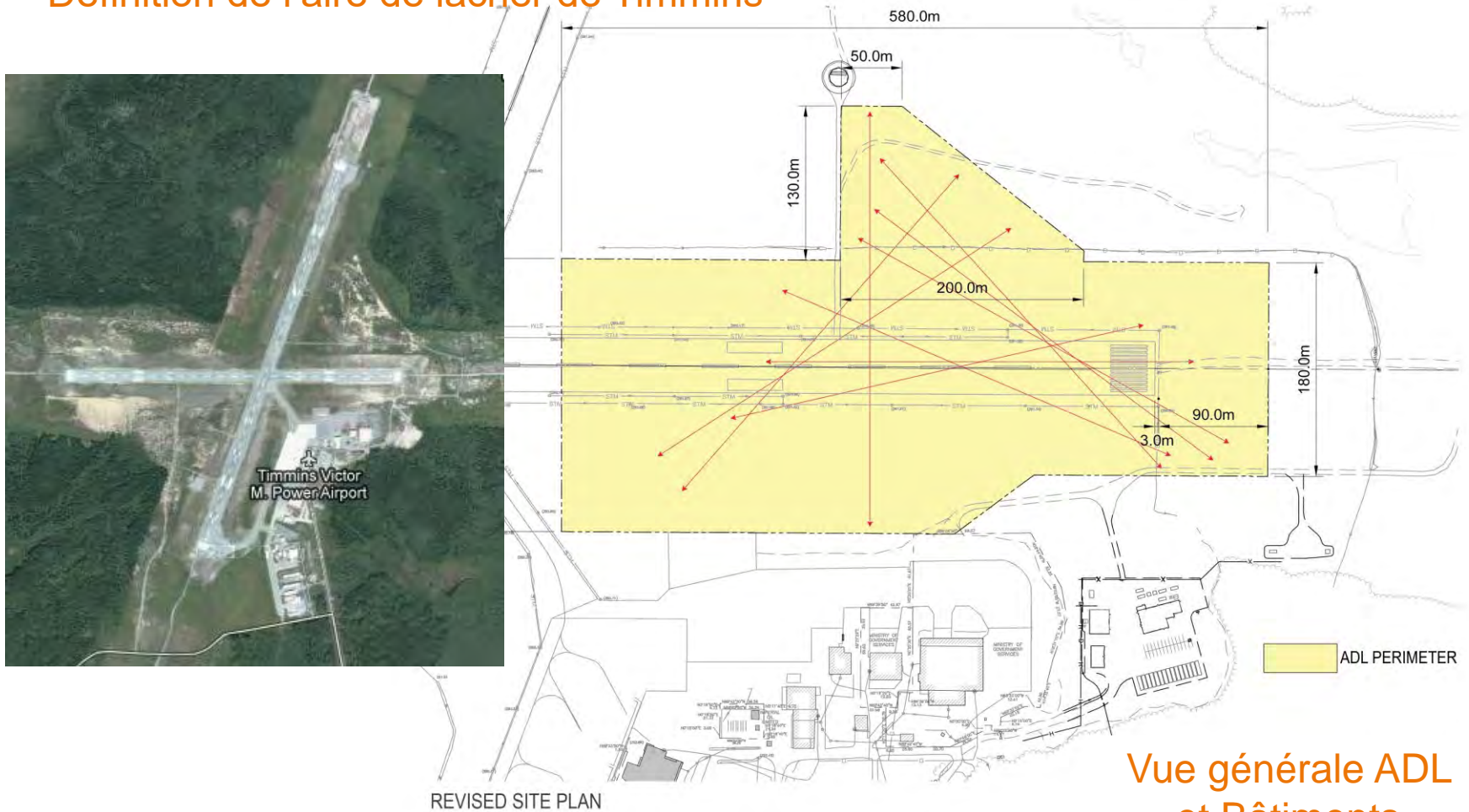


Site de l'aéroport de Timmins, Ontario, ville de 45000 hab., retenu après: études météo sol, trajectoires Ballons, zones de retombée et entretiens avec les municipalités.



# Les sites de lâcher – Exemples de Timmins et Kiruna

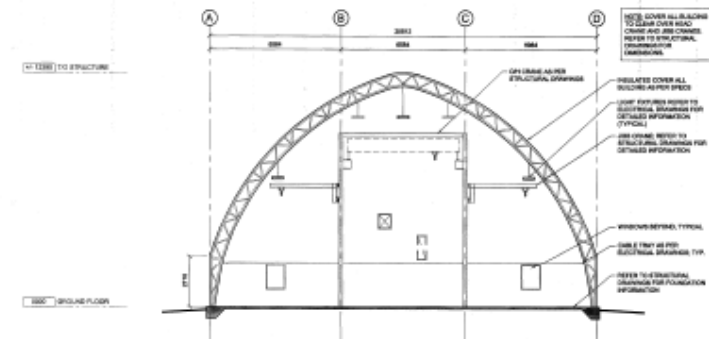
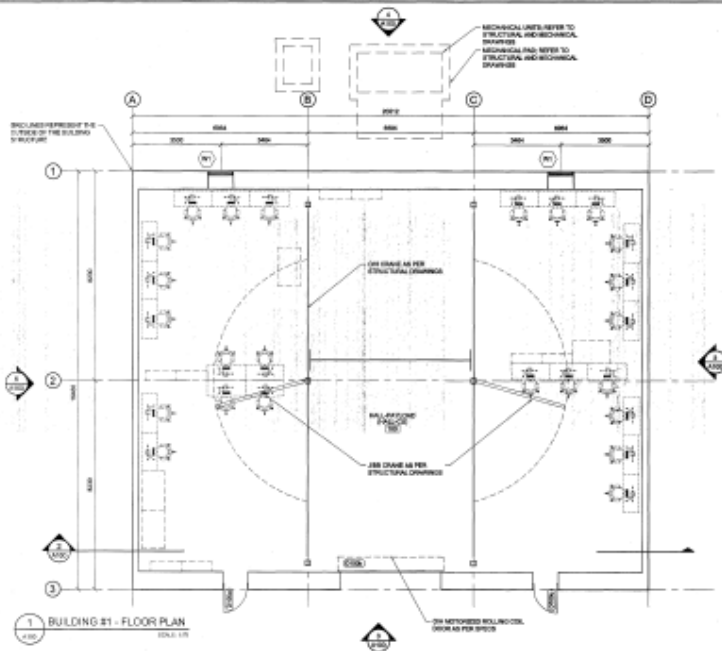
## Définition de l'aire de lâcher de Timmins



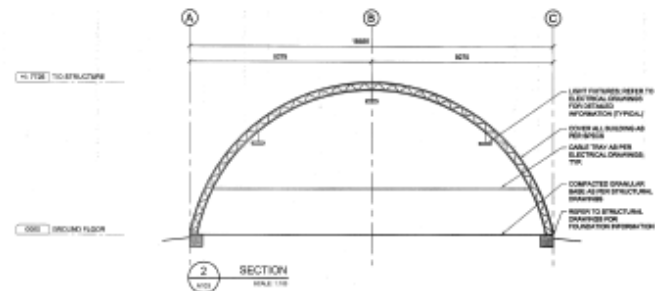
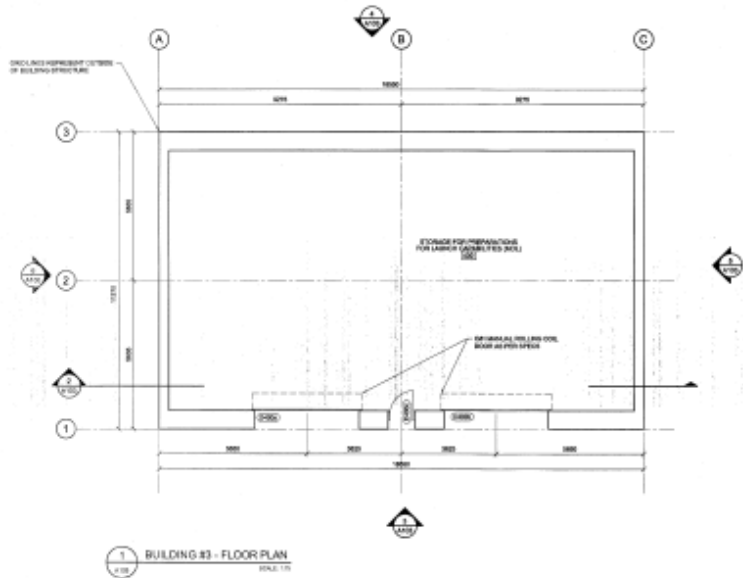
Vue générale ADL et Bâtiments



# Les sites de lâcher – Exemples de Timmins et Kiruna

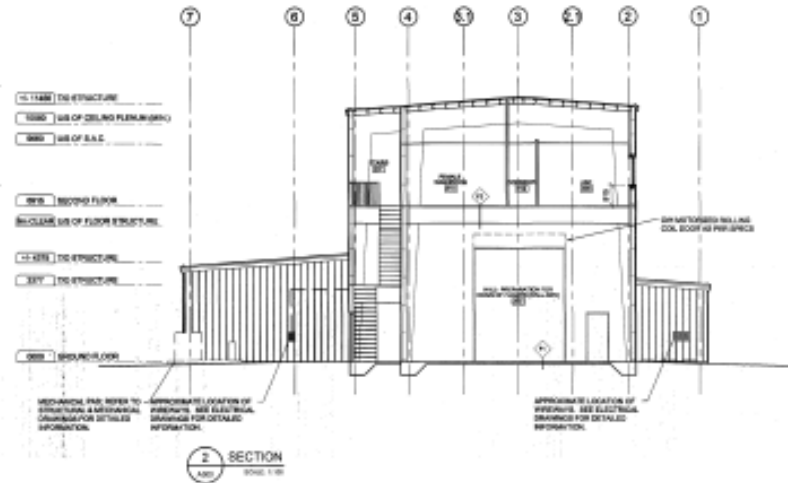
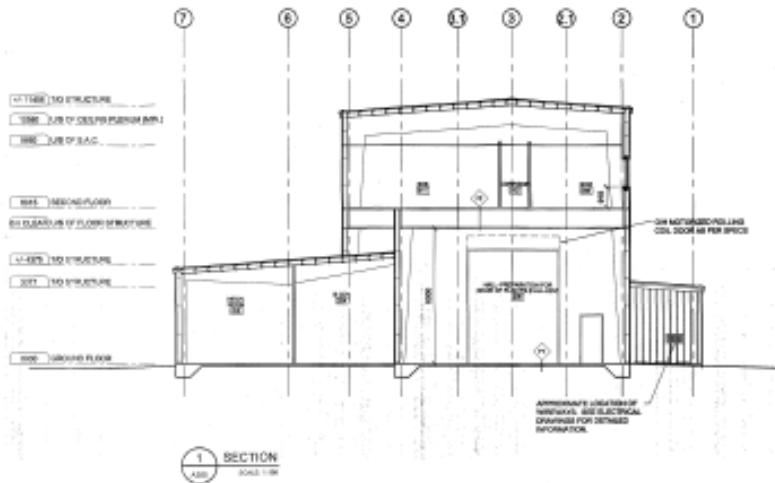


**Bâtiment 1: Hall CU**

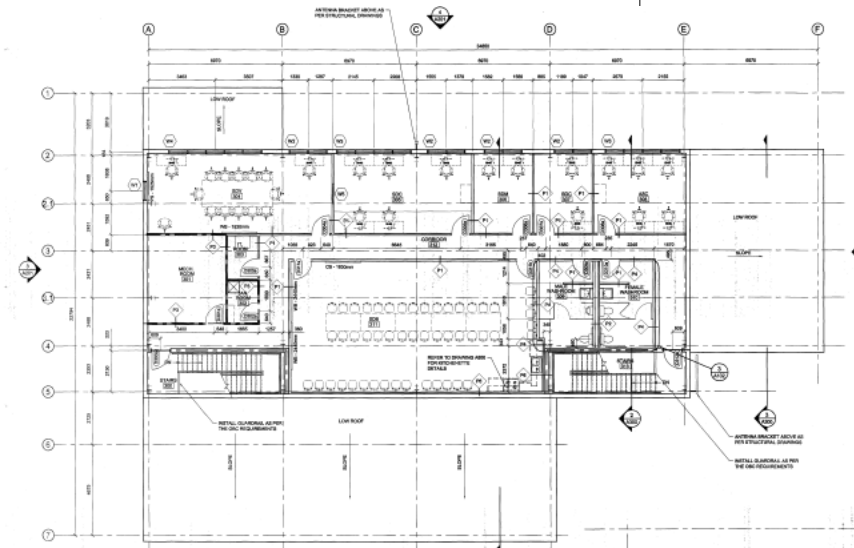
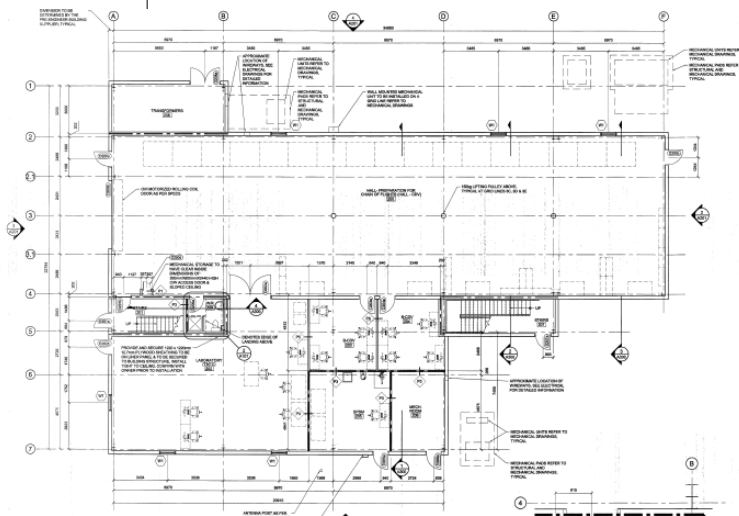


**Bâtiment 3: Moyens de lancement**

# Les sites de lâcher – Exemples de Timmins et Kiruna



## Bâtiment 2: CDV, TMTC, SDC, Bureaux



# Les sites de lâcher – Exemples de Timmins et Kiruna



E

2

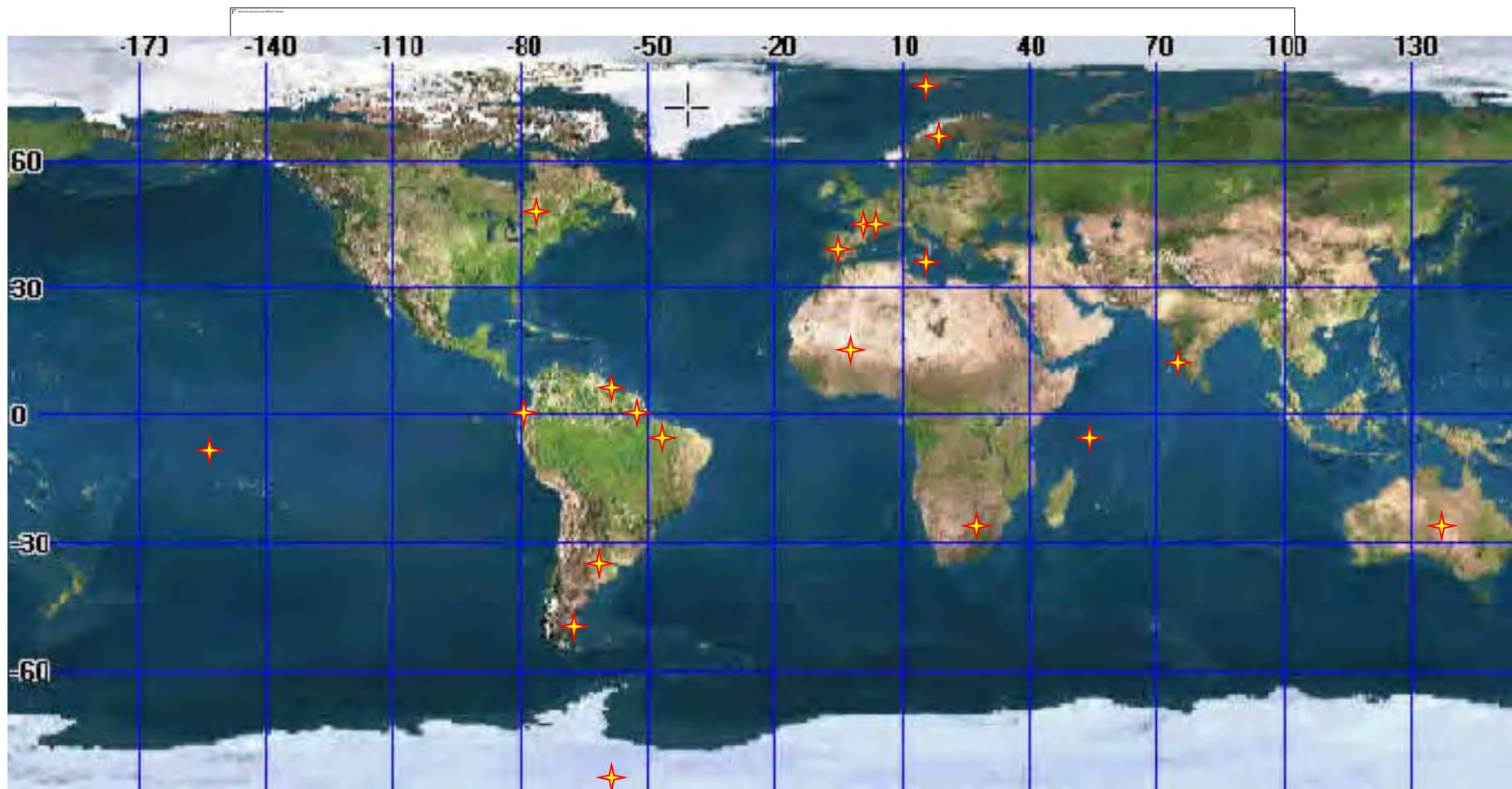
# Base d' Aire /Adour



© Anne Laure Huet CNES 1997



# Les sites de lâchers (ballons CNES) dans le monde



# Opérations Ballons: exigences de Sauvegarde

Les lâchers et les vols de ballons peuvent présenter un risque pour les populations et les biens; Le CNES a mis au point **une politique et une réglementation Sauvegarde** pour maîtriser ces risques concernant:

- les activités menées sur les sites (**Sauvegarde Sol**) ,
- les activités liées au vol d'un **véhicule spatial** ou d'un **aérostat (Sauvegarde Vol)**
- et la protection de l'environnement

## POLITIQUE + REGLEMENT SAUVEGARDE CNES

- **Sauvegarde SOL** : sécurité des opérateurs et des personnes survolées.

Les règles sont issues du code du travail et du code de l'environnement

- **Sauvegarde VOL** :

### **Exigence quantitative :**

Pour le vol d'un aérostat, la probabilité de faire au moins une victime doit être inférieure  $3.10^{-5}$ .

### **Exigence qualitative :**

Le système aérostatique doit être **Fail Safe** : c'est-à-dire tolérant à une simple panne, sauf pour les éléments structuraux, calculés avec une marge suffisante. La défaillance d'un élément du système aérostatique ne doit pas conduire à un comportement dangereux.

L'exigence qualitative est complémentaire de l'exigence quantitative

# Opérations Ballons: exigences de Sauvegarde

## ● Exigences de conception

- ◆ Application des normes, règle de double barrière
- ◆ Diminution de la dangerosité de l'aérostat
- ◆ Dimensionnement des éléments, marges de sécurité (éléments structuraux)
- ◆ Développement des logiciels

## ● Exigences de qualification

- ◆ Application des normes
- ◆ Qualification des éléments réutilisés

## ● Exigences principales des Règles de l'Air

- ◆ Autorisations de survol, d'atterrissage
- ◆ Double dispositif de mise fin au vol du ballon et de la Chaîne de vol
- ◆ Equipements de signalisation
- ◆ Exigences d'interruption de vol
- ◆ Exigences de notification de vol et de compte-rendu de position vis-à-vis des autorités de circulation aérienne
- ◆ Exigences particulières en cas de navigation dans les espaces aériens

## ● Exigences en opérations

- ◆ Conformité du système soumis à l'instruction, y compris les charges utiles
- ◆ Critères de lâcher, de poursuite du vol, d'interruption de vol
- ◆ Passivation de l'aérostat
- ◆ Mise en sécurité du site et récupération
- ◆ Gestion de crise

# Les campagnes opérationnelles ballons



## Les campagnes opérationnelles ballons

1. programmation et analyse de mission
2. préparation
3. soumission sauvegarde
4. campagne de lancements de Ballons
  - transport/ installation/ validation
  - lancement / vols
  - météo /analyse de mission
  - suivi de vol
  - récupération

## Les moyens sol opérationnels

1. moyens de lâcher
2. segment sol opérations
3. métiers ballons / formation

## Bilan ressources



Campagne ballons = réalisation de missions scientifiques & technologiques

Une mission est définie par une **spécification de mission** décrivant :

- l'objectif scientifique ou technologique
- le profil de mission :
  - zone géographique : équateur , pole , océan , latitude moyenne , ...
  - période : vortex polaire , turn around , QBO, saisons ,...
  - profil de vol : H0, durée , altitude ( stable , excursion), transition J/N,...
- la Charge Utile :
  - interfaces mécaniques : masse ,dimensions, I/F , besoin de pointage, système à risque
  - énergie : alimentation , consommation , I/F
  - thermique : environnement
  - TM/TC : nombre de canaux , débit , I/F
- les servitudes et supports opérationnels :
  - Moyens , supports et consommables en Intégration , tests
  - Moyens et support au transport, au lancement , au vol et à la récupération ( si besoin)
- le budget prévisionnel

Une mission correspond à 1 ou plusieurs vols

# Les campagnes opérationnelles ballons

## 2.préparation



- Définir une configuration de système d'aérostat permettant d'assurer la mission
  - Segment sol
    - système de contrôle /commande
    - système de transmission des TM/TC de la Charge Utile
  - Segment bord
    - Aérostat : enveloppe /chaîne de vol / I/F Charge Utile
- Valider le site de lancement
  - Base vie
  - Analyse climatologiques et météorologiques :
    - conditions et opportunité de lancement
    - modèles de données météo (troposphère et stratosphère) : simulations
  - Infrastructure compatible du type de lancement
- Valider la faisabilité du vol
  - Analyse de mission :
    - Analyses météorologiques et simulations : faisceau de trajectoires / zone de survol /zone d'atterrissage
    - Bilan énergie /thermique
    - Bilan TM/TC



- **Demandes d'autorisation de lâcher, de survol et d'atterrissage**
  - via le MAE ( Ministère des Affaires Etrangères)
  - définir les procédures et les contacts avec les autorités de contrôle aérien
- **Valider et Contrôler la disponibilité du système opérationnel**
  - cycle de maintenance/ métrologie des équipements : lancement / bord /Sol/ test
  - approvisionnement des consommables : Hélium, piles, pyro, lest, sondes ...
- **Valider le processus opérationnel**
  - évaluer les ressources humaines : profil + nombre
  - valider les qualifications / formations
  - évaluer et valider les dispositifs de sécurité des personnes
- **Planifier**
  - **logistique**
    - transports des matériels / douanes
    - transport /hébergement des personnels
  - **opérations**
    - lancement
    - opérations de suivi des vols

# Les campagnes opérationnelles ballons

## 3 Soumission SAUVEGARDE



# Les campagnes opérationnelles ballons

## 3. Soumission SAUVEGARDE

- **Elaboration des dossiers de soumission sauvegarde :**

- **nouveau développement**

- phase 0 : faisabilité
- phase 1 : conception /définition
- phase 2 : réalisation : fabrication
- phase 3 : opérations**

- **système récurrent** => dossier simplifié

- **Principaux éléments constitutifs du dossier**

- **dossiers de définition et de qualification**

- Dossier de définition et qualification système et sous système incluant la qualification opérationnelle .

- **analyses sûreté de fonctionnement, sauvegarde et environnement :**

- Analyses Sdf bord et sol incluant les effets de l'environnement ( météo , pression , ...)
- Analyses sauvegarde du système : ER , calcul de risques
- Etude d'impact sur l'environnement

- **charge Utile :**

- certification mécanique / identification des éléments à risques / I/F avec la CdV

- **opérations :**

- Limite des zones de vol /procédures nominales et dégradées / critères sauvegarde / conformité aux règles du site/ qualifications des personnels

- **REX :** revues des fiches / des incidents / des recommandations

- **autorisations de survol des pays**

# Les campagnes opérationnelles ballons

4 CAMPAGNE DE LÂCHERS



# Les campagnes opérationnelles ballons

## 4 CAMPAGNE DE LÂCHERS

1<sup>ère</sup> étape: préparation: Les étapes de préparation d'une campagne sont validées par des revues :

- **RDS:** Revue de Démarrage Sauvegarde  
Définition du type de soumission
- **RAL:** Revue d'Aptitude au Lancement  
Validation du choix des configurations bord et sol et des moyens opérationnels
- **BTO:** Bilan Technique Opérations  
Validation de la préparation , de l'organisation des opérations en campagne ,  
Autorisation de départ des matériels et des équipes
- **CRC:** Commission de Revue de Campagne  
Bilan des vols / REX / formation

# Les campagnes opérationnelles ballons

## 4 CAMPAGNE : transports

- documentation : liste de colisage/ douanes / autorisation matériels ITAR
- conteneurs par route/rail ou en maritime, colis en aérien
- dangereux ( pyros, batteries ) conditionnés à part

Quelques chiffres ....

Délais de 2 à 3 semaines en Europe , de 1 à 5 mois en intercontinental

De 10 T à plus de 250 T selon le type de campagne et les installations disponibles sur le site

**BSO :**

- Niamey : 15 T
- Teresina, Brésil : 280 T
- Hawaii : 12 T
- Kiruna, Suède : 65 à 100 T

**BPS :**

- Equateur, 15 T
- Concordiasi, MC Murdo: 20 T
- Seychelles : 15 T



Eric Schmitt © CNES IB/OB 2004

# Les campagnes opérationnelles ballons

## 4 CAMPAGNE : lancement / vol

**De 1 à 2 semaines pour déchargement conteneurs/installation et validation sur site**  
La préparation de la base est validée par une recette du système avec mise en œuvre et tests fonctionnels de tous les systèmes opérationnels .

### - Matériels bord et moyens de lâcher

- Ballons
- Chaines de vol : parachutes / harnais / clapet / BaL / systèmes pyro
- Engins ( BSO): levage , camion treuil , véhicule TT
- Gaz : kart de gonflage , remorques , bilan

### - TM/TC

- Stations sol (BSO): commande/control + TM/TC scientifique
- Equipements électroniques bord + équipements sécurité aérienne

### - Moyens Opérations

- Salle de contrôle : mise en configuration / interconnexions / tests

### - Météo / analyse de mission

- Moyens de mesures : station automatique , stations de sondage, réseau
- Moyens spécifiques: liaisons satellitaires pour rapatriement de données météo
- Moyens de simulation et d'analyse de mission

### - Energie (si besoin): production et distribution d'énergie régulée et secourue

- Générateurs , onduleurs, réseau

**Le point-clé de recette système autorise le début de la période dédiée au lancements**

Pendant la période opérationnelle ( système validé),  
le vol est réalisable une fois que la Charge Utile est prête au lancement :

- intégration et test des systèmes TM/TC
- test d'assemblage à la Cdv et pesée
- nacelle pointée : test d'équilibrage et de performance de pointage

Les étapes avant vol :

- **constitution dossier de vol**

- qui définit l'aérostat , les paramètres de vol , les moyens de lancement

- **analyse de mission**

- consiste à simuler la trajectoire du ballon en fonction du profil de vol spécifié, des caractéristiques de l'aérostat ( masses solides, type de ballon) et des résultats des analyses météorologiques

- simulations de trajectoires

- analyse des conditions météo sol sur le site pour le lancement

**BRIEFING quotidien de présentation des analyses :**

**La décision de lancement est prise en fonction des résultats des analyses**



# Les campagnes opérationnelles ballons

## 4 CAMPAGNE : lancement / vols – Le dossier de vol



# Les campagnes opérationnelles ballons

## 4 CAMPAGNE : lancement / vols – Le dossier de vol

### Logiciel d'élaboration et de contrôle de la configuration :

Le dossier de vol élaboré par le Chef de Lancement définit :

- la configuration de l'aérostat: référence , applicable , appliquée
- le bilan de masse théorique et réelle
- la méthode de lancement adaptée à la définition de l'aérostat
- les moyens à mettre en œuvre
- la force ascensionnelle : logiciel de calcul gaz
- l'équipe opérationnelle
- le document de contrôle lancement

Le dossier de vol est un élément de configuration des outils de suivi de vol

- masse de lest ; débit bac à lest
- force ascensionnelle
- identification des balises de localisation
- gamme de calibration

# Le dossier de vol : exemple Vol ELHYSA, Campagne BSO Kiruna 2011



CAM-DV-KIRUNALI-03-CN

## - Liste des documents du dossier de vol -

**Laboratoire :** LPC2E      **Vol n° :**  
**Expérience :** ELHYSA      **lieu :** Kiruna  
**date :**



## - LAUNCH CHRONOLOGY -

DIFFUSION

PI ( 4 ex )  
OPS room ( 1 ex )  
L.T. ( 2 ex )  
E.L. ( 1 ex )  
MTO ( 1 ex )

<b>Laboratoire :</b>	LPC2E
<b>Expérience :</b>	ELHYSA
<b>Date :</b>	

- CHRONOLOGIE DE LANCEMENT      Chef de Lt. + Dossier Ops. + Science X 2 + SSC
- REUNION D'ENTREE LANCEMENT      Dossier Ops.
- QT SCIENTIFIQUE.      "
- DOSSIER de Certification mécanique des nacelles scientifiques "
- ATTRIBUTION DES POSTES OPERATIONNELS;      Contrôleur + Affichage + Dossier Ops.
- PLAN DE LA CHAÎNE DE VOL.      Chef de Lt. + Contrôleur + Dossier Ops.
- FICHES TECHNIQUES BALLONS (Principal et Auxiliaires )      Dossier Ops.
- FICHE DES CONTROLES LANCEMENT.      Contrôleur
- FICHE DE PESEE THEORIQUE BALLON PRINCIPAL.      Dossier Ops.
- FICHE DE PESEE REELLE BALLON PRINCIPAL.      Contrôleur
- FICHE DE PESEE BALLON(S) AUXILIAIRE(S).      Contrôleur
- FICHES DES CALCULS GAZ (BP ET BAX)      Dossier Ops.
- SCHEMA DE MISE EN PLACE MATERIEL LANCEMENT.      Chef de Lt.
- FICHE DE SUIVI OPERATIONNEL.      Dossier Ops.
- ~~FICHE DE SECURITE AERIENNE.~~      "
- FICHES DES DELESTAGES ET DES MOUVEMENTS CLAPET.      "
- FICHE DES INCIDENTS OPERATIONNELS.      "
- FICHE DE RENSEIGNEMENTS RECUPERATION.      Dossier Ops. + SSC
- FICHES SUIVEUSES (clapet, lib voileure, Bac à lest, vanne, palonnier, cardan, point triple, Sép méca).

<u>U.T.</u>	<u>H.O. -</u>	<u>OPS dur.</u>	<u>L.T.</u>	<u>OPERATIONS</u>
(hh,mm)	(hh,mm)	(hh,mm)	(hh,mm)	
				Time zone <b>1</b>
				Take off time in U.T. (hh,mm)   20,15
17,15	3,00		18,15	<b>Met Briefing (Ground conditions)</b>
17,30	2,45	15	18,30	<b>Start of CNES launch team operations</b>
18,00	2,15	30	19,00	<b>Flight train installation</b>
18,30	1,45	35	19,30	<b>Gondolla roll out</b>
19,05	1,10	40	20,05	<b>Main Balloon Unfolding</b>
19,45	0,30	30	20,45	<b>Main Balloon Inflation</b>
20,15			21,15	<b>Take off</b>

LORS DE LA CONSTITUTION ET DU CONTROLE DU DOSSIER DE VOL, VERIFIER LA PRESENCE DE TOUS LES DOCUMENTS ET COCHER LES CASES CORRESPONDANTES



# Le dossier de vol :

## exemple Vol ELHYSA, Campagne BSO Kiruna 2011



Le : 12/04/2010

### - Réunion d'entrée Lancement -

Vol n°	Laboratoire :	LPC2E	Type Ballon principal :	100 Z
Lieu : Kiruna	Expérience :	ELHYSA	n°	126
	Dim. Nacelle (L*I*h m3) :	1x1,14x0,66	longueur (m) :	88
Date Vol:	Poids total Nac. Sc. (kg) :	146	poids (kg) :	336,4
	Poids total sous BAX.	144	L. manches de gonflage (m)	45

Programme S/C :	Expériences :	Resp. Scientifiques	RS adjoints :	Laboratoires :	Poids exp. (kg)
	ELHYSA				109
	STAC1				7
	STAC2				7
	Hamlet				2
	Etna				7
	Pico SDLAx2				14
				Σ	146

Préparation lancement:					
Vol avec pointeur (oui/non):	non	Clapet type (Standard/E.A)	EA		
----> c'est le bon dossier de vol!		Vol à clapet (oui/non)/ n°	oui		
Nacelle de servitude:	NSO	Type de parachute / Nombre(s) :	206113	1	
Capteur de force (T):	1	Taux de chutes / Vit. limite (m/s)	1,84	5,45	
Distance minimale ballon/expérience (m):	115	Port.(kg)Surf.(m2) :	150	148	
Position TM(dessus/dessous expérience)	dans	CDV type/écarteur (mm) :	32	90	
Distance TM/expérience (m) :	S.O	Type BAX (1&2):	150		
Date intégration mécanique (j/m/a) :	10/2/2011	BAX n°(1&2) :	558		
Date pesée nacelle (j/m/a) :	11/2/2011	Gaz pour BP (He/H2) :	He		
Lancement type (T tendue) ou (lovée):	T tendue	Lest (oui/non) & poids (kg)	oui	150	
Type de Largueur (Largueur à ...) :	Largueur à rouleau	Sondes temp. BP (oui/non)	oui		
Sypoche (oui/non)	non	Palonnier (oui/non)	non		
		Cardan NSO (oui/non)	non		
		Crochet largable BAX(oui/non)	oui		

Chronologie lancement :		
Besoins S/C terrain (220V ...):		220 V; escabeau
Date de vol souhaitée (j/m/a):		
Délai prépa. client (jours)		
Moyen de transport terrain (chariot ...):	chariot	
Spécificités matériel S/C (précautions..)	Tube évacuation gaz Renault	

Récupération :		
Consignes de récupération:		Fournies aux équipes de récup.
Equipements récupération:	Non	
Scientifiques participant à la récupération:	Non	

Remarques particulières (contraintes vol): Sonde O3 sur sep-meca

# Le dossier de vol :

## exemple Vol ELHYSA, Campagne BSO Kiruna 2011



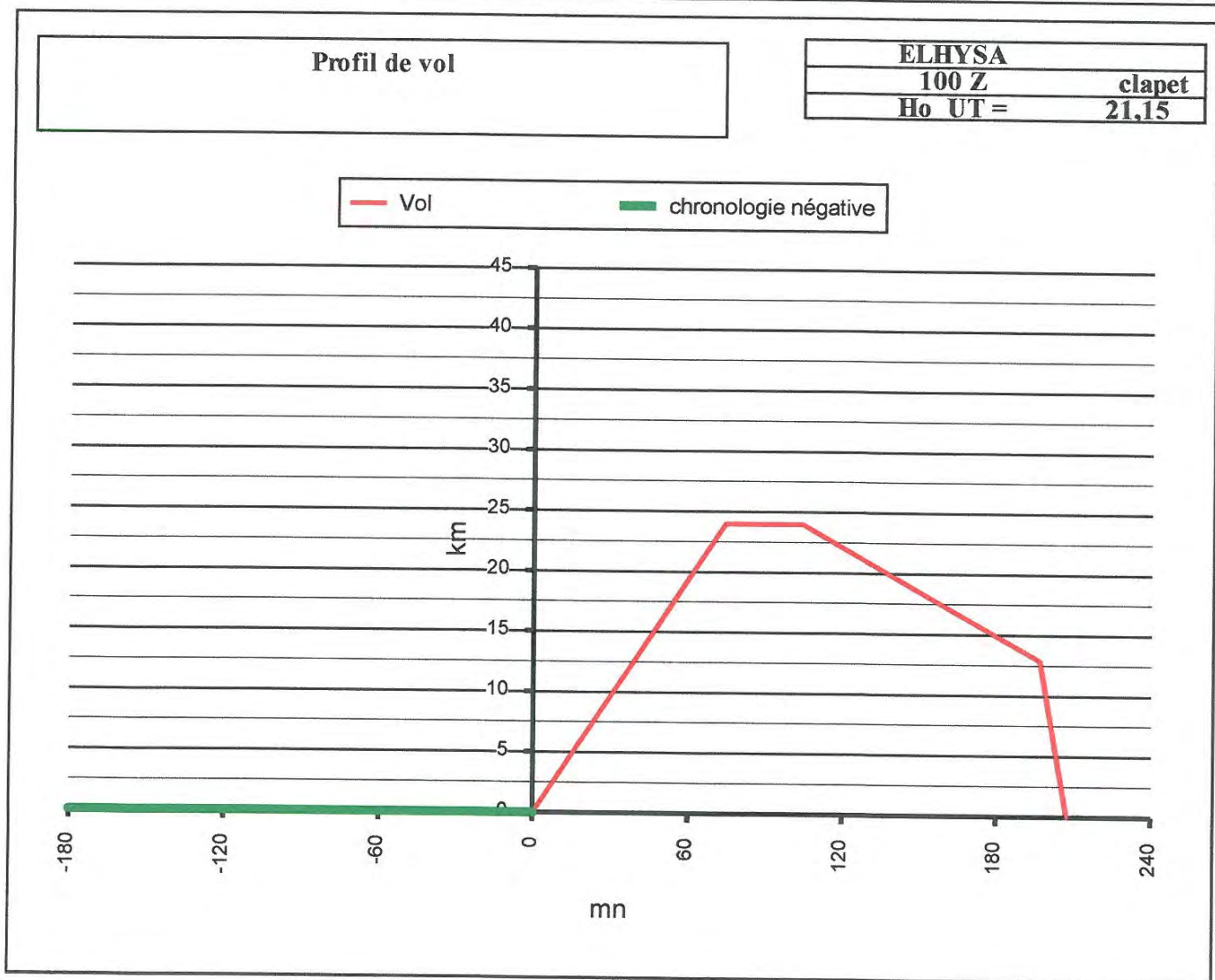
### - Profil de Vol -

Place : Kiruna      Période : hiver

Profil de vol	Caractéristiques	Données	Altitude (km)
Lancement	H o ( Lacher )	21,15 UT	
Plafond(s)	Niveau (pression) plafond n°1 (hPa)	25,00	24,0 km
	Durée du plafond (hh,mn) :	0,30	
	Vitesse moyenne de montée (m/s)	5,39	moyenne
	Niveau (pression) plafond n°2 (hPa)	150	12,9 km
	Durée (hh,mn):	0,00	
	Vitesse de passage plafond 1 à 2 (m/s)	2,0	moyenne
Descente lente	Niveau (pression) plafond n°3 (hPa)		
	Durée (hh,mn):		
	Vitesse de passage plafond 2 à 3 (m/s)		moyenne
Chronologie négative	Vitesse de descente (m/s)	20,00	
	Niveau séparation (hpa):	150,00	12,9 km
Conditions Météo	Heure de début de la chrono	13,3 UT	
	durée (hh,mn)	3,00	

# Le dossier de vol :

## exemple Vol ELHYSA, Campagne BSO Kiruna 2011



Sous-direction Ballons – DCT/BL/PR - 19 novembre 2012 – V. Dubourg

Laboratoire :	LPC2E	Vol n° :		Date :	
Expérience :	ELHYSA	Ballon Type :	100 Z	n°	126
H. mise en place (Loc):	19,15	H0 (Loc):	22,15		
Largueur :	Largueur à rouleau	Véhicule de récup. Scientifiques en récup.	Non		
Remorque He B.Ax1 n°	NH-AP-125	Remorque He B.P n°	NH-AP-125		

FONCTIONS	CAZALET	BERGOS	CARDONNE	CHADOUTAUD	DEHEEM	DUGARRY	GELOT	GULBOT	BATS	LACOURTY	LOPEZ	LUZE	ANDEAL
1 CHEF DE LANCEMENT			X										
2 CONTROLEUR SOL										X			
3 PILOTE						X							
4 COPILOTE					X								
5 EXPERIENCE								X					
6 TREUIL EXPERIENCE							X						
7 GONFLEUR BP	F										X		
8 GONFLEUR BP		X											
9 EL TERRAIN	X												
10 RDO				F						X			
11 PILOTE OPS									X				X
14 RESP. RECUP										X			
ASTREINTE RECUP								X			X		
RECUPERATEURS													

Lest 153 kg

Observations:

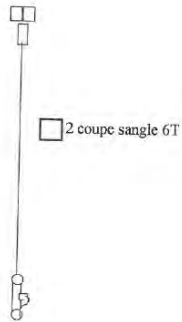
**Le dossier de vol :**  
exemple  
Vol ELHYSA, 2011

Laboratoire LPC2E

Expérience ELHYSA

Vol n°

Responsable Lancement  
A Cardonne



Nbre Ballon (s) Auxiliaire (s)

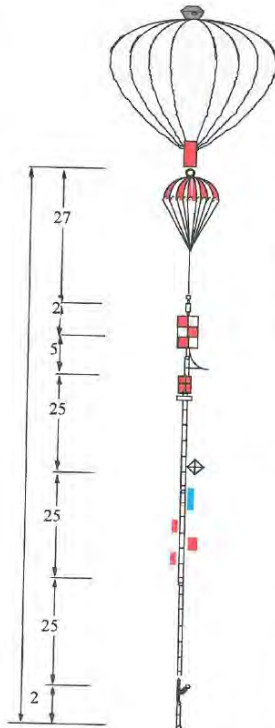
1

- Ballon auxiliaire n°1
- Type n° 150 558
- 2 coupes sangles type 2468
- 1 maillon 8 C
- 1 sangle 5m type (mm) 32 mm
- 1 maillon 8 D
- 1 crochet largable oui

POIDS REEL CHAINE DE VOL

NTS (kg)	
au dessus NSO (kg)	24,5
sous NSO - (EL) (kg)	17,5
quantité de lest (kg)	150

A préparer pour le 15/02/2011



1 clapet	EA	n°	31
Ballon principal type / numéro	100 Z	126	
1 maillon	12	N	
1 bifi 1.7m 45mm +gaine			
BARR VP sur bifi avec écarteurs bois			
1 maillon	12	D	
1 libérateur de voiture tri + PD n°	n°	10	
Parachutes	206113	1	
N°para avec cable/sep/clap/mesure	27		
cable (sep)(clap)( mesure)	oui		
1 élévateur 3t + 1 maillon	10	C	
maillon 12 D	01		
1 Capt. force + protection	1	T	
1 NSO			
1 Bac à lest	n°	4	
1 Vanne boisseau	n°	4 R	
2 maillons	10	C	
1 bifi 5m+tuyau defect. Lest court	45	mm	
2 maillons	10	C	
BARR ES sur bifi 1,7m/45mm			
1 point triple 4T	n°	06	
1 bifilaire 25 m ( rouge/ type)	32	mm	
Nacelle LDLE			
1 réflecteur radar+2 maillons (6/8)	6	C	
1 feu à éclats + 2 maillons (6/8)	6	C	
Hamelet & Balltrap(Ds housse)			
2 maillons	8	C	
1 bifilaire 25 m ( blanc/ type)	32	mm	
2maillons	8	C	
1 bifilaire 25m ( rouge/ type)	32	mm	
2 maillons	8	C	
Séparateur mécanique mono n°	9		
1 bifilaire 2,7m (type)	32	mm	
1 maillon de	10	C	
4 Sangles de 5m	32		
4 maillons de	8	C	
1 TM 1,5 Ghz			
4 maillons	6	D	
1 nacelle Pico 4 sangles1,2	25		
4 sangles 5m	32	mm	
4 maillons	8	D	
1 nacelle Elhysa			
ELHYSA			
1 Sangle 10m 25mm+ Maillon 8 C			
1 nacelle Pico + 4 sangles0,4x 25mm			

écarteurs en : 90

## Le dossier de vol : exemple Vol ELHYSA, Campagne BSO Kiruna 2011



**Laboratoire :** LPC2E      **Vol n° :**  
**CDV type :** T tendue      **Lieu :** Kiruna  
**Expérience :** ELHYSA      **Date :**

<b>Avant Chronologie:</b>				
<input checked="" type="checkbox"/>	Balises Iridium VP: Identification:	BQR	Enregist 1s et stockage serveur	<input checked="" type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	Balises Iridium ES: Identification:	BOB	Enregist 1s et stockage serveur	<input checked="" type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	Contrôle des conformités des NCU vis à vis du dossier de certification (masse, attaches des divers sous-ensembles)			<input checked="" type="checkbox"/>
<b>---&gt; Briefing MTO</b>				
<input checked="" type="checkbox"/>	Minuteries (briefing MTO)			
<input checked="" type="checkbox"/>	a - Temps de vol (hh/mn)	1:30		
<input checked="" type="checkbox"/>	b - H0 (hh/mn) en TU	20:00		
<input checked="" type="checkbox"/>	c - Alarme (hh/mn) = a+b	21:30		
<b>---&gt; Ballon Auxiliaire</b>				
<input checked="" type="checkbox"/>	Impédance pyro. BAX	1,5 Ω < Valeur < 2,4 Ω		
<input checked="" type="checkbox"/>	Continuité ligne pyro. BAX		Séparateur mécanique mono n°	<input checked="" type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	Ballon(s) auxiliaire(s)			
<input checked="" type="checkbox"/>	Type BAX n°1 / n° série	150 559		
<input checked="" type="checkbox"/>	Relevé des paramètres gaz		Transmission salle OPS	<input checked="" type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	Contrôle ouverture cadres He		Début gonflage	<input checked="" type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	BAX : zéro dynamomètre		Fin gonflage	<input checked="" type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	BAX : retrait sécurité crochet			<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	BAX : lecture dynamomètre (kg) + manomètre			<input type="checkbox"/>
<b>---&gt; CDV libérateur de voileure à la NSO</b>				
<input checked="" type="checkbox"/>	Libérateur de voileure	n° 10		
<input checked="" type="checkbox"/>	Tri-parachute 6T et 2 clapets			
<input checked="" type="checkbox"/>	Parachute(s) type/nombre	206113 1		
<input checked="" type="checkbox"/>	- parachute avec cable séparation	n° 27		
<input checked="" type="checkbox"/>	- parachute avec cable clapet	n°		
<input checked="" type="checkbox"/>	- parachute avec cable mesure	n°		
<input checked="" type="checkbox"/>	Serrage des maillons chaîne de vol ---> NSO			<input type="checkbox"/>
<b>---&gt; Largeur</b>				
<input checked="" type="checkbox"/>	Largeur à rouleau SSC			
<input checked="" type="checkbox"/>	a - Tapis de sol			
<b>---&gt; Laboratoire EL</b>				
<input checked="" type="checkbox"/>	NSO n° 1	Adresse TC n°	2	Transmission salle OPS <input checked="" type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	Capteur de force	(T) / n°	1 15	
<input checked="" type="checkbox"/>	Balise Argos VP	Identification: 15888		Transmission salle OPS <input checked="" type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	Balise Argos ES	Identification: 20232		Transmission salle OPS <input checked="" type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	Balise Iridium VP	Identification:	BQR	Transmission salle OPS <input checked="" type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	Balise Iridium ES	Identification:	BQB	Transmission salle OPS <input checked="" type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	Répondeur radar VP	code/n°	2101	Transmission salle OPS <input checked="" type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	Répondeur radar ES	code/n°	2103	Transmission salle OPS <input checked="" type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	Feu à éclat	n°		Transmission salle OPS <input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	Réglages minuterie			
<input checked="" type="checkbox"/>	a - temps programmé (hh/mn)	4:30		
<input checked="" type="checkbox"/>	b - heure de réglage (hh/mn) TU	17:00		
<input checked="" type="checkbox"/>	c - Alarme (hh/mn) = a+b TU	21:30		
<input checked="" type="checkbox"/>	Contrôle gain relaxation	8		
<b>---&gt; NSO (Tests équipements)</b>				
<input checked="" type="checkbox"/>	Impédance pyro-séparation	1,5 Ω < Valeur < 2,4 Ω	Transmission salle OPS	<input checked="" type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	Zéro capteur de force (fait par S.OPS)	0 kg		
<input checked="" type="checkbox"/>	Température ext. NSO (fait par S.OPS)	-7 °C		

## Le dossier de vol : exemple Vol ELHYSA, Campagne BSO Kiruna 2011

- Fiche de pesée réelle ballon principal -

Laboratoire : LPC2E      VOL n°  
 Expérience : ELHYSA      Lieu : Kiruna

- Chaîne de vol au dessus du capteur de force:	24,50
- Capteur de force:	1,00
- Container NSO	33,00
- NSO	29,00
- Lest	150,00
- Bras de déflecteur 45mm+ maillons + point triple	4,00
- Chaîne de vol sous NSO(S)	17,50
- BARR ES	8,00
- Feu à éclat (dont Etrack) + réflecteur radar	2,70
- NTS	
- Poids total Nac. Sc. (kg) :	146,00
<b>Charge sous parachutes:.....</b>	<b>415,70 kg.</b>
- Ballon: 100 Z	336,40
- Clapet:	6,00
- Equipements sur pôle:	1,00
- Répondeur radar VP	8,00
-	0,00
<b>Somme des masses solides:.....</b>	<b>767,10 kg.</b>
- F.A.Libre: 16 %	122,74
<b>F.A.Totale:</b>	<b>889,84 kg.</b>

EFFORTS (kg.)	n°GAIN	C.F. 2t.
de 0 à : 1000	0	
900	1	
800	2	
700	3	
600	4	
550	5	
500	6	1000
450	7	
400	8	
350	9	
300	10	
250	11	
200	12	

Poids sous capteur (kg):	390,20
Poids sans lest (kg):	240,20
Gain N° :	8
Valeur de relaxation (kg):	133

**Le dossier de vol :**  
 exemple Vol ELHYSA,  
 Campagne BSO Kiruna 2011

CALCUL GAZ Ballon principal

Unité gonflage :	<b>NH-AP-125</b>	Cadres n°	<b>3&amp;4</b>	T°i (°C):	<b>-15</b>	Pi (bars)	<b>255</b>
F.A. recherchée:	<b>889,8 kg</b>	Pression coupure calculée	<b>105</b>	Pression coupure réelle	<b>105</b>		

# Le dossier de vol : Exemple vol ELHYSA, 2011



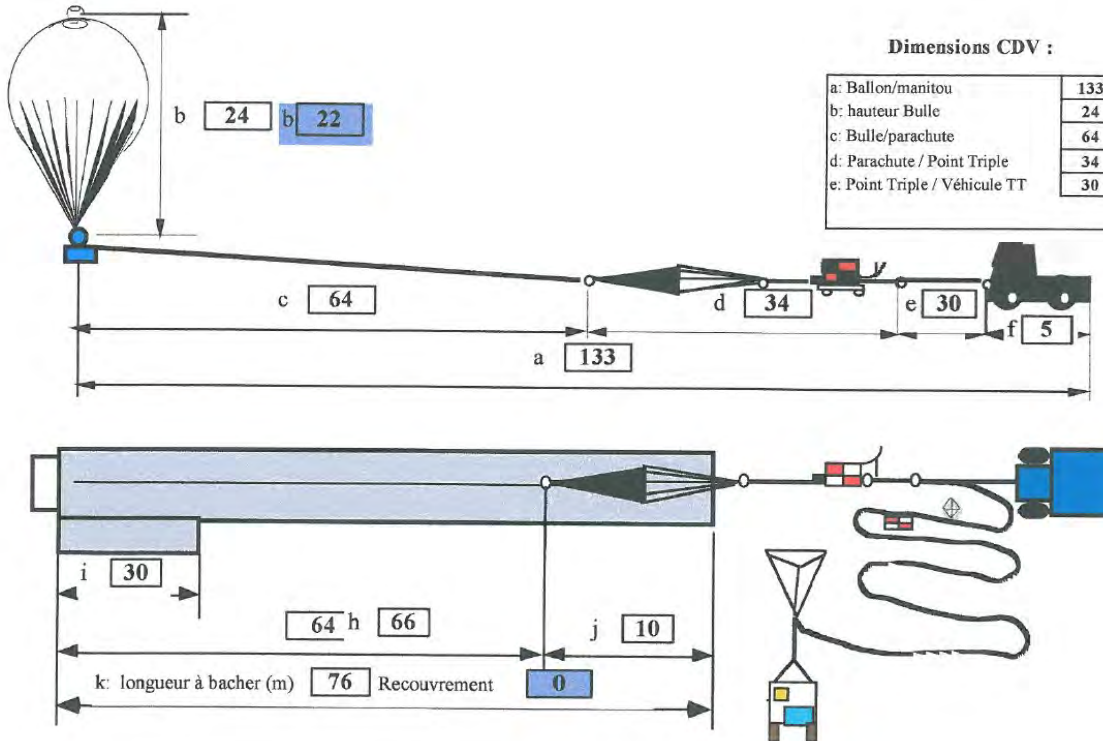
- Schéma de mise en place -
- du matériel de lancement -

## Largueur à rouleau

VOL N°		Type Ballon :	100 Z
Laboratoire :	LMD	Longueur Ballon :	88
Expérience :	ELHYSA	Hauteur Bulle :	24
		Longueur manche gonflage à couper :	45
			16

## Dimensions CDV :

a: Ballon/manitou	133	f: Véhicule TT	5	Bâche longue type	60
b: hauteur Bulle	24	g: extrémité bache/largueur	24	Bâche courte type	30
c: Bulle/parachute	64	h: Long. largueur Rouleaux=> parachute	64	<b>ATTENTION au choix de la bâche</b>	
d: Parachute / Point Triple	34	i: Bâche pour bulle	30		
e: Point Triple / Véhicule TT	30	j: Long. Parachute sur bâche	10		



Mise en place des équipements de lancement			
17h31	Essais VHF	TM SITTEL <input checked="" type="checkbox"/>	TM ETNA <input checked="" type="checkbox"/> MTO <input checked="" type="checkbox"/> P. I <input checked="" type="checkbox"/> Autorité locale <input checked="" type="checkbox"/> Lancement <input checked="" type="checkbox"/> Contrôle <input checked="" type="checkbox"/> NSO <input checked="" type="checkbox"/>
18h23	Début gonflage BAX n°1		
18h23	Fin gonflage BAX n°1		
	Essais Sol		
	Balise Argos VP (ident: 15 888 )	<input checked="" type="checkbox"/>	Balise Iridium VP (ident: BQR ) <input checked="" type="checkbox"/>
	Balise Argos ES (ident: 20 232 )	<input checked="" type="checkbox"/>	Balise Iridium ES (ident: BQB ) <input checked="" type="checkbox"/>
	Répondeur radar VP (code: 2101)	<input checked="" type="checkbox"/>	Localisation GPS <input checked="" type="checkbox"/>
	Répondeur radar ES (code: 2103)	<input checked="" type="checkbox"/>	Minuterie <input checked="" type="checkbox"/>
	Impédance pyro. séparation	<input checked="" type="checkbox"/>	Délestage <input checked="" type="checkbox"/>
	Zéro capteur force	<input checked="" type="checkbox"/>	Séparation <input checked="" type="checkbox"/>
	Température ext. NSO	<input checked="" type="checkbox"/>	Branchement pyro Bax <input checked="" type="checkbox"/>
	Adresse TC NSO n° 2 (NSO 4)	<input checked="" type="checkbox"/>	Impédance pyro TT <input checked="" type="checkbox"/>
	T.C répondeur radar NSO (Off/On/Off)	<input checked="" type="checkbox"/>	Branchement pyro TT <input checked="" type="checkbox"/>
	Relaxation	<input checked="" type="checkbox"/>	Raccordement Hamlet CDV+LDLE <input checked="" type="checkbox"/>
MINUTERIE : (Temps programmé - Temps écoulé) + Heure TU = Alarme minuterie ( 4h30 - 1h15 + 18h15 ) = 21h30			
18h43	Arrivée expérience sur l'aire de lancement		H mn
	<i>Continuité EL clapet + temp BP</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	
18h59	OK Dépliage	TM SITTEL <input checked="" type="checkbox"/> TM ETNA <input checked="" type="checkbox"/> MTO <input checked="" type="checkbox"/> P. I <input checked="" type="checkbox"/> Autorité locale <input checked="" type="checkbox"/>	
	Essai sonde température Ballon	<input checked="" type="checkbox"/>	Accrochage sangle sécurité TT <input checked="" type="checkbox"/>
	Retrait goupille panneau déchirure	<input checked="" type="checkbox"/>	Branchement tresse de masse <input checked="" type="checkbox"/>
	Essai clapet	<input checked="" type="checkbox"/>	Mise sous tension feu à éclats <input checked="" type="checkbox"/>
	Branchement pyro.séparation	<input checked="" type="checkbox"/>	Mise sous tension coffret pyro TT <input checked="" type="checkbox"/>
19h24	OK Gonflage	TM SITTEL <input checked="" type="checkbox"/> TM ETNA <input checked="" type="checkbox"/> MTO <input checked="" type="checkbox"/> P. I <input checked="" type="checkbox"/> Autorité locale <input checked="" type="checkbox"/>	
19h25	Début gonflage Ballon principal		Retrait tresse de masse <input checked="" type="checkbox"/>
19h37	Fin gonflage Ballon principal		Mise sous tension des enrouleurs pyro Bax <input checked="" type="checkbox"/> Décrochage sangle sécurité TT <input checked="" type="checkbox"/>
	OK Largage	TM SITTEL <input checked="" type="checkbox"/> TM ETNA <input checked="" type="checkbox"/> MTO <input checked="" type="checkbox"/> P. I <input checked="" type="checkbox"/> Autorité locale <input checked="" type="checkbox"/>	
19h48	Décollage		
19h50	Armement relax. : F sous capteur ; théorique :	390 kg	réel : 389.2
19h49	Séparation BAX	niveau (m)	BAX n°1
19h49	Destruction BAX	niveau (m)	BAX n°1
21h24	Arrivée Plafond	niveau 28 hPa 23300 m	Lat. 168.25.76 Long. E025.04.14
21h25	Début descente lente		
22h02	Transpondeur radar ON		
22h07	Séparation TC	~190 hPa 13200 m	Lat. Long.
	OK IFF Transpondeur Chaîne de Vol		
	OK IFF Transpondeur Ballon		
22h14	Perte TM	Alt 7800 m	Lat. Long.
22h21	Point arrivée au sol VP	Alt 48 m	Lat. 168°57.003 Long. E026°9.438
22h31	Point arrivée au sol ES	Alt 139 m	Lat. 168°53.427 Long. E028°8.193

# Le dossier de vol : exemple Vol ELHYSA, Campagne BSO Kiruna 2011

## Fiche de suivi opérationnel

# Les campagnes opérationnelles ballons

## 4 CAMPAGNE : lancement / vols

Analyse mission / prévisions météorologiques  
prévisions des trajectoires et des dérives/descentes



Alice Andral  
Christian Lamarque

# Campagnes opérationnelles ballons

## 4 CAMPAGNE : lancement / vols

### 2° étape : lancement

- Méthode de lancement selon le type de ballon

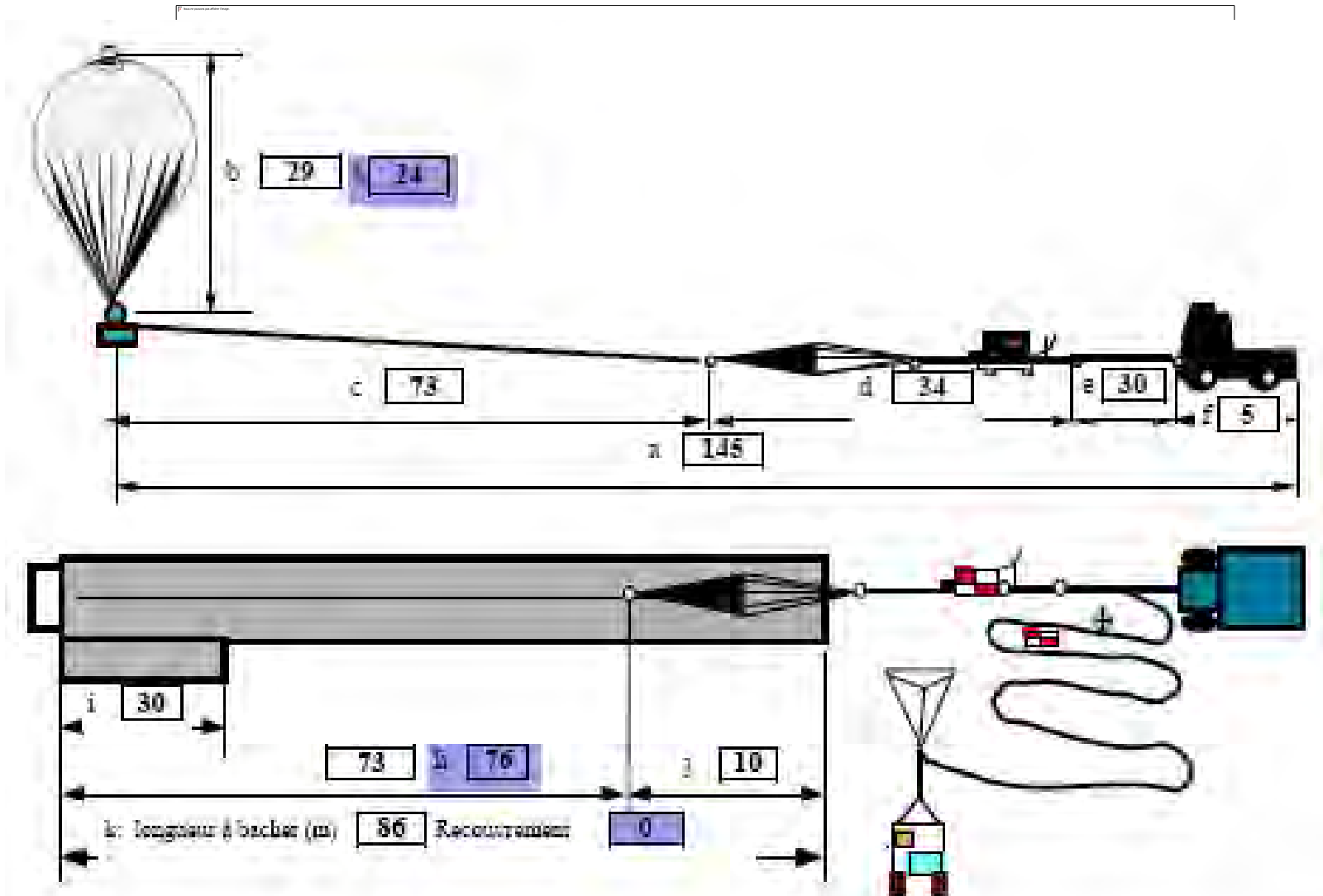
BSO avec Ballons auxiliaires en traine tendue ou en traine lovée

BPS sur table de lancement



# METHODE DE LANCEMENT

## Lancement avec ballons auxiliaires



# Campagnes opérationnelles ballons

## 4 CAMPAGNE : lancement / vols

- **chronologie négative de 3 à 4 h**
  - briefing pour confirmer la décision de lancement
  - assemblage de la chaine de vol + test bord/sol
  - couplage Charge Utile /cdv
  - **OK dépliage**
  - couplage ballon Cdv
  - **OK gonflage**
  - **OK lâcher => H0**





# Campagnes opérationnelles ballons

## 4 CAMPAGNE : lancement / vols

2° étape : lancement – différentes méthodes – BSO et MIR

**Avec ballons auxiliaires (CNES)**



**A la grue (USA)**



**Méthode utilisée au CNES dans les années 90**

### 2° étape : lancement des BPS et BPCL

**BPS : table de gonflage**



**BPCL : à la main !**



# Campagnes opérationnelles ballons

## 4 CAMPAGNE : lancement / vols



## Préparation du lâcher

### Dépliage du ballon principal



# Campagnes opérationnelles ballons 4 CAMPAGNE : lancement / vols

## Sortie de CASOLBA



# Début de gonflage du ballon principal



# Début de gonflage du ballon principal



# Gonflage



Fin de gonflage





Prêt pour lâcher



Lâcher /effet champignon



# Décollage





Décollage

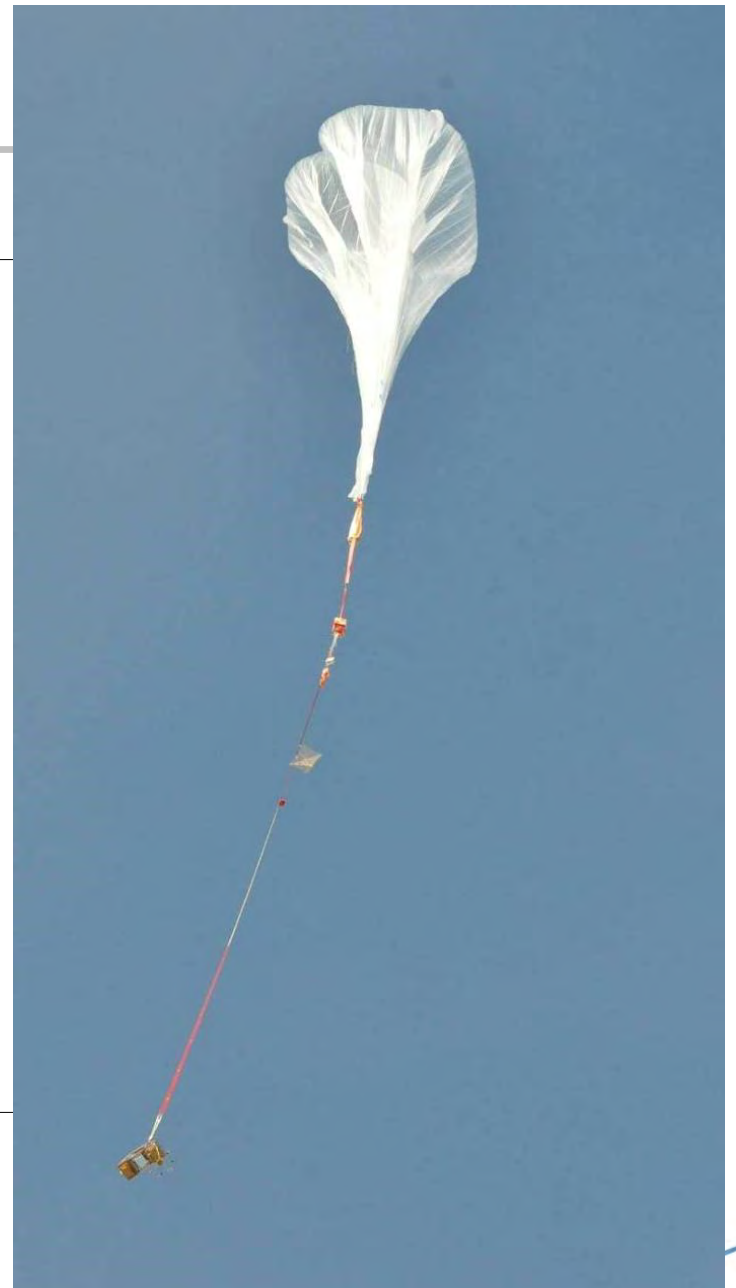


Sous-direction Ballons – DCT/BL/PR - 19 novembre 2012 – V. Dubourg

# Lâcher / décollage



## Séparation des ballons auxiliaires , envol



Sous-direction Ballons – DCT/BL/PR - 19 novembre 2012 – V. Dubourg



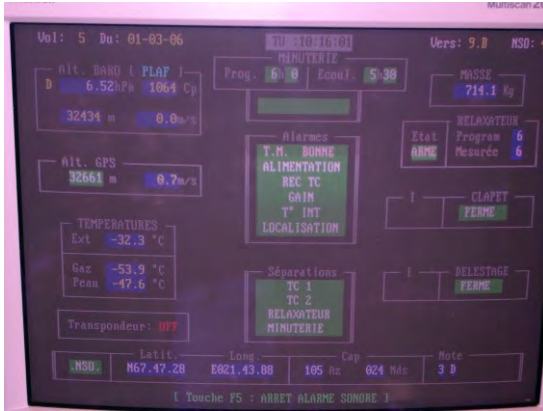


Sous-direction Ballons – DCT/BL/PR - 19 novembre 2012 – V. Dubourg

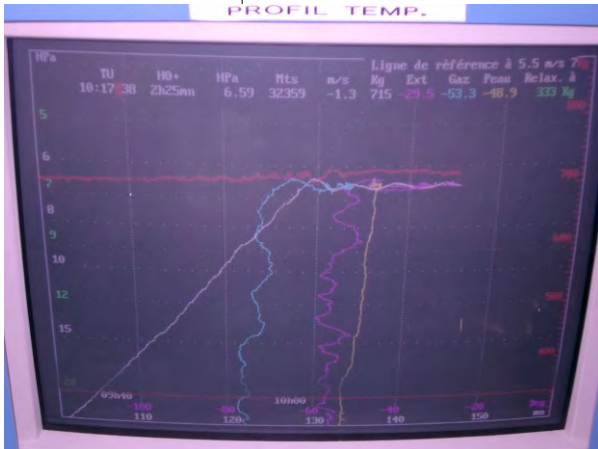


VOL

contrôle



pilotage



Chronologie positive



### 3° étape : vol

- chronologie positive
  - de quelques heures à 20 h pour les BSO
  - de plusieurs mois pour les BPS
- suivi de vol :
  - contrôle des paramètres de fonctionnement des systèmes
  - pilotage : profil de vol
  - contrôle de la trajectoire (altitude/profil de vent)
    - simulations réactualisées en cours de vol
  - identification de zones d'atterrissage conformes aux critères sauvegarde
    - dérive descente réactualisées en cours de vol
- fin de vol :
  - séparation sur une zone sélectionnée
  - suivi jusqu'au sol ( loc. Iridium ) :
    - localisation précise des points d'atterrissage Cdv et enveloppe

# Étapes de simulations pendant le vol

## Aide aux opérations

### Aide au pilotage du ballon

- Température de l'air et du gaz → vitrification
- Forte stratification de la stratosphère : choix d'un nouveau plafond par délestage ou clapetage

### Si problème dans le comportement du ballon (trou) ou dans le pilotage (délestage, clapet...)

- Nouvelle trajectoire
- Aide à la décision pour séparation d' "urgence "

### Comparaison trajectoire simulée et réelle :

- Confirmation ou non du choix du modèle
- Détermination d'une nouvelle trajectoire si nécessaire

# Étapes de simulations en campagne, pendant le vol préparation de la séparation : calcul nouvelle dérive descente

Estimation des coordonnées du point de séparation et altitude

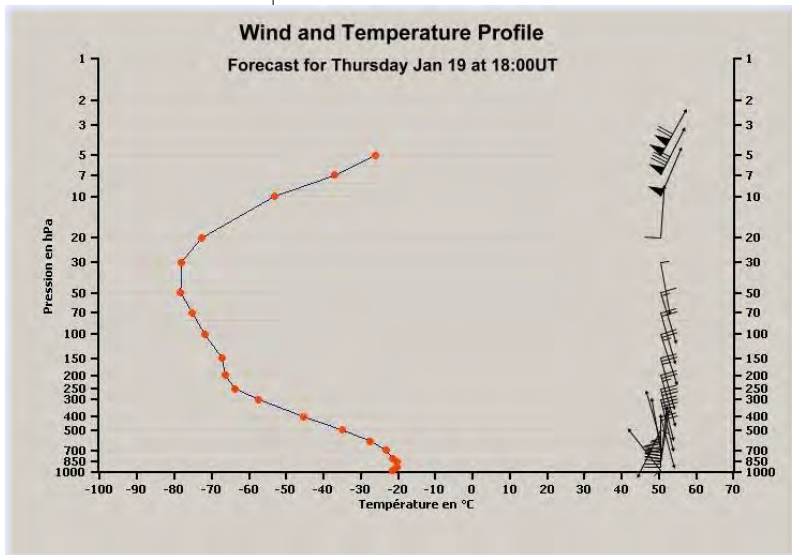
Détermination profil météo correspondant

Nouveau run des modèles météorologiques (nouvelles analyses et prévisions) :

⇒ Analyse de la situation météo à partir de cartes, d'images satellites et radar et de radiosondages

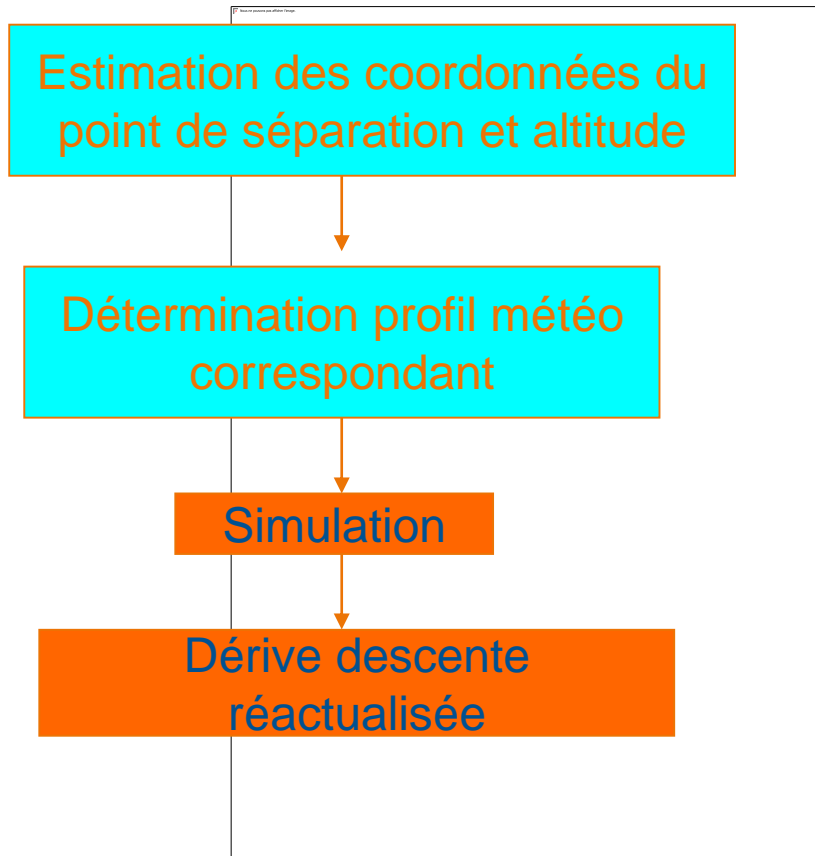
⇒ Choix du modèle le plus pertinent ou combinaison de plusieurs modèles

Interpolation spatio-temporelle

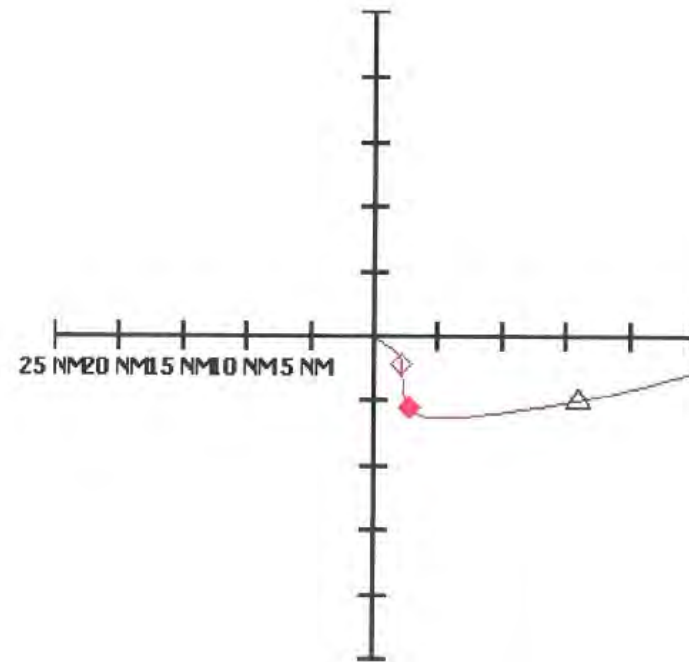


# Étapes de simulations en campagne, pendant le vol

## préparation de la séparation : calcul nouvelle dérive descente



TRAJECTORY TM/TC ELHYSA 100Z 1203 20h00TU



# 4. RECUPERATION



### 4° étape : récupération (essentiellement pour les BSO)

Objectif :

- réutilisation en vol des éléments de la Cdv après revalidation
- réutilisation de la Charge Utile après revalidation
- respect de l'environnement
- minimiser les risques différés au sol



# Campagnes opérationnelles ballons

## 4 CAMPAGNE : Récupération

### Récupération des Cdv et des enveloppes ( BSO)

Opérations organisées pour assurer la récupération des éléments dans les meilleurs délais .

- Hélicoptère
- Véhicules 4 x 4
- Camion plateau  
+ grue de chargement





# Localisation et récupération de la CdV et de l'enveloppe



# Récupération de la Charge Utile



# Les moyens de lancement



# Les moyens de lancement

## BSO : moyens « lourds »

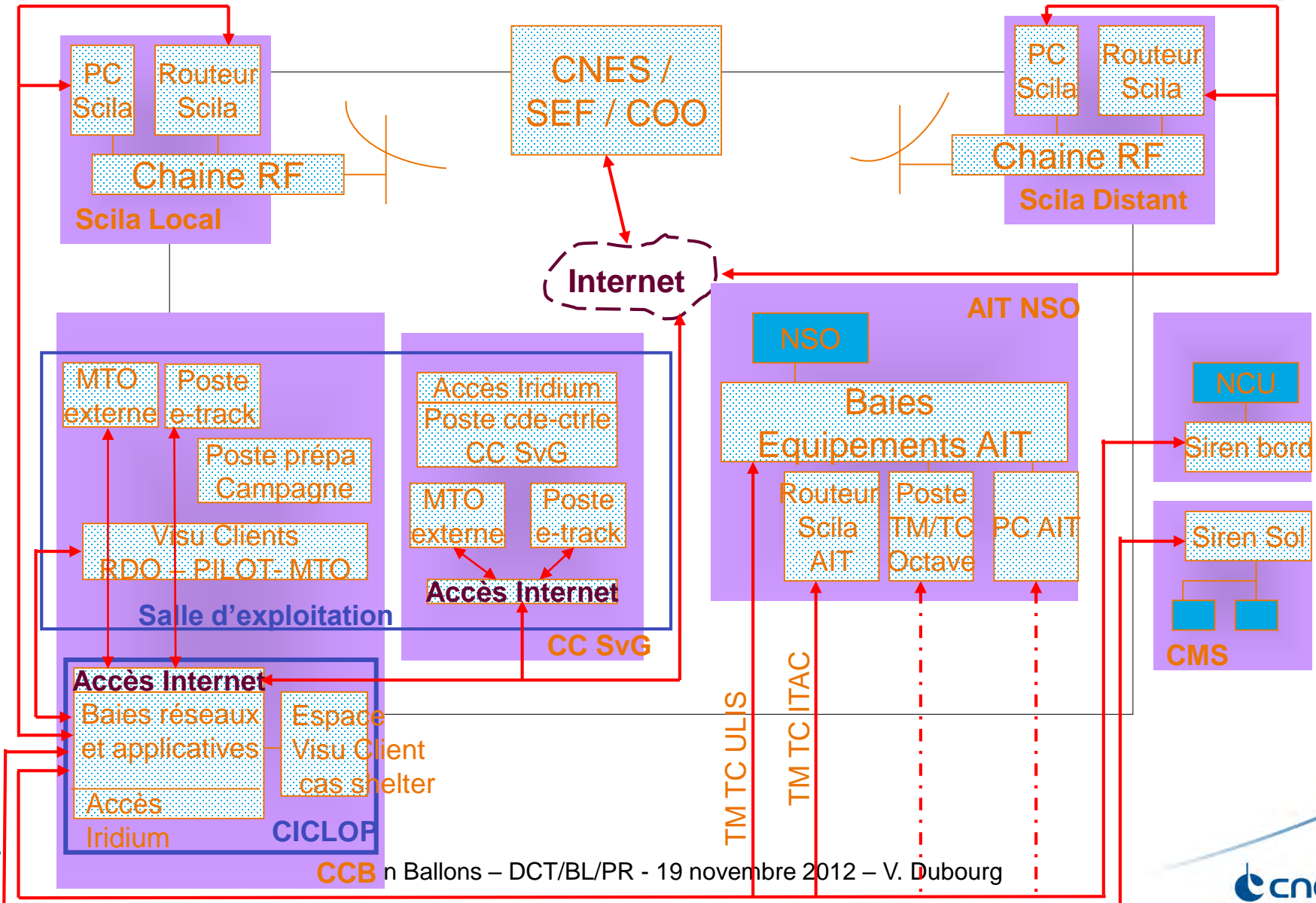
- Chariots transport / élévateur 2,5 T
- Véhicules spécialisés : camion treuil , véhicule « Traine Tendue »
- enrouleur de bâches ( 2x 80m ; 2x 60m ; 3 x 40 m )
- largueur ( 13,5 T)
- 2x kart de gonflage ( 300 b)
- 4 à 5 remorques d'Hélium de 3000 m<sup>3</sup> à 5000 m<sup>3</sup>

## BPS : moyens « légers »

- Largueur / table de lancement ( BPS)
- moyen de gonflage
- cadres d' Hélium : 1000 m<sup>3</sup>



# Segment sol opérationnel : vue d'ensemble



# Segment sol opérationnel : Le centre de contrôle ballon CCB

- **Une salle d'exploitation avec affichage déporté des applications**
  - ◆ Poste prépa campagne: pour préparer la cartographie et la mettre à jour en campagne (ex: les masques stations) , production de la géodatabase
  - ◆ Poste MTO externe – séparation de la fonction MTO ext. « nomade » / de la fonction BDS
  - ◆ Poste BDS (Base de données)
    - » Arborescence des données opérationnelles (XIFs, procédures, synoptiques, géodatabase etc ...)
    - » Préparation des vols
  - ◆ Poste e-track / argos
    - » se connecte sur le site e-track pour commande-contrôle et suivi nacelle enveloppe
    - » se connecte sur le site CLS pour récupération des localisation ARGOS
  - ◆ Poste WIKI (procédures opérationnelles)
  
- **Une zone de Baies des serveurs applicatif et réseau CICLOP**
  - ◆ Cas CC FIXE : salle d'exploitation et zone baie reliées via câble RJ
  - ◆ Cas CC Mobile : zone des baies est aménagée en shelter - liaison fibre optique avec salle d'exploitation
    - » Comporte un espace visu client censé servir de repli en cas d'indisponibilité de la salle d'exploitation
  - ◆ Des spares pré configurés – redondance froide
    - » 1 serveur (dimensionné pour être un serveur CCN), 1 client, 1 switch
    - » reconfiguration non immédiate – possible au plafond ou entre deux vols

# Segment sol opérationnel : le CCB CICLOP

## Baies Réseau et applicatives



## Visus centre de contrôle



# Segment sol opérationnel : la station bande S SCILA

## Station Bande S - antenne 2 m de diamètre

### Pilotage et monitoring par Centre de Contrôle (via lien TCP)

#### Pointage antenne piloté en temps réel par le CCB

Le CCB envoie la position de l'antenne datée à une fréquence paramétrable (typique 10s)

La station réalise une extrapolation linéaire de cette position à la date courante avant de l'envoyer au positionneur d'antenne

#### Capacité d'auto test pilotable par le CCB

Tests de rebouclage TC et TM G/T

### Aiguillage de la TM/TC science assuré par le Routeur SCILA

#### Voie Descendante TM:

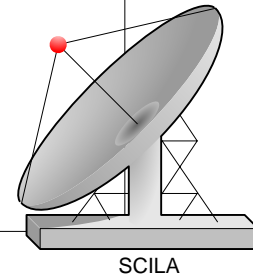
Débit de 2 Mb/s-QPSK-Trame Proximity 1-Link

Fréquence de 2201 MHz à 2289 MHz

#### Voie montante

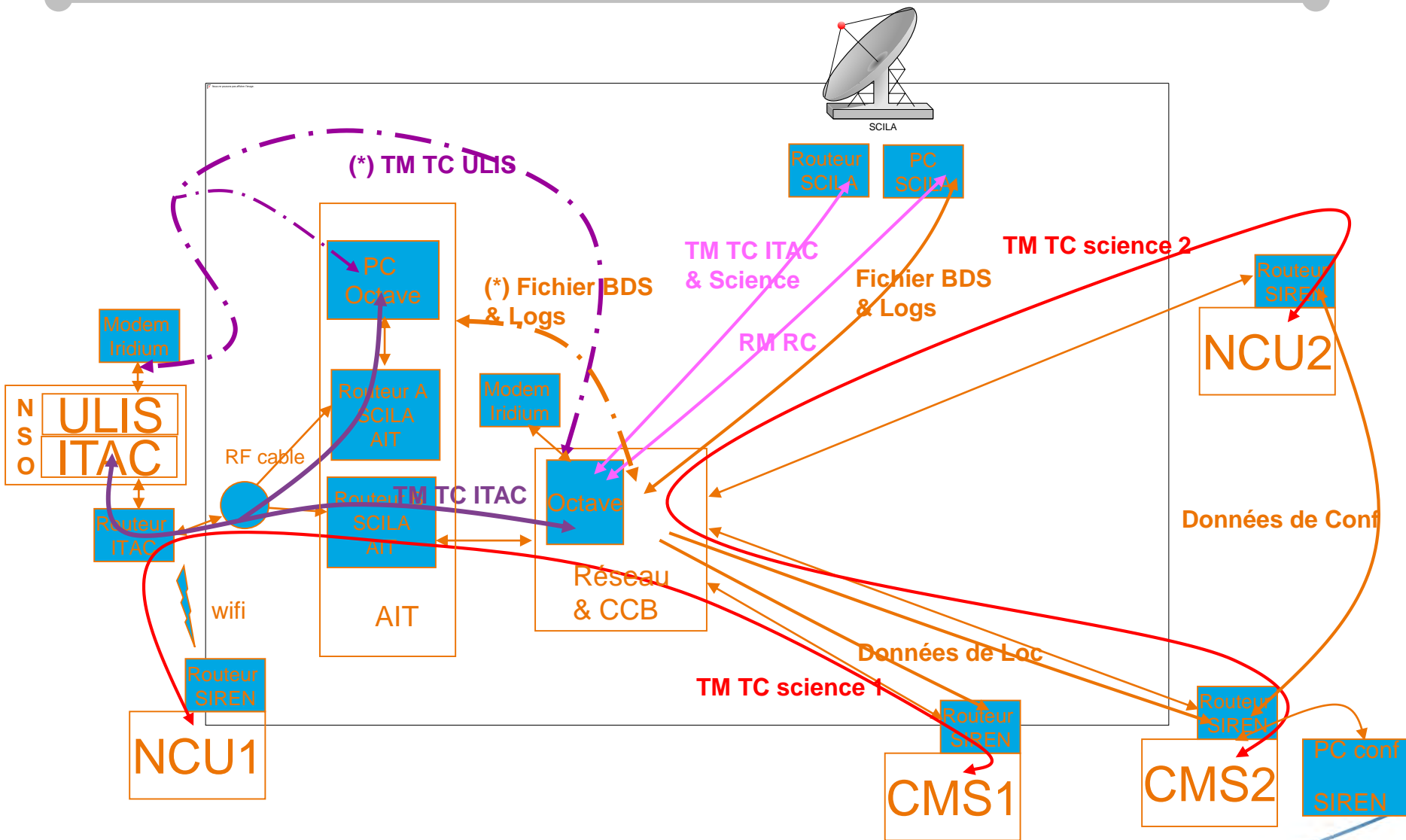
Débit de 100 kb/s-QPSK-Trame Proximity 1-Link

Fréquence de 2025 MHz à 2110 MHz





# Segment sol opérationnel: Les flux de données du réseau sol



## Segment sol opérationnel: le CCB Ciclop



# Segment sol opérationnel: la salle d'exploitation

## Salle d'OPS

### - Contrôle commande des systèmes

- coordination /contrôle des opérations de lancement
- contrôle du fonctionnement des système bord
- moyens de simulation de trajectoires
- localisation / suivi de trajectoire
- liaison ATC
- enregistrement des données de vol

### - BSO : vol courte durée

Salle de contrôle sur site pour le contrôle du vol en cours

### - BPS : vol longue durée

- Capacité de gestion simultanée de plusieurs ballons en vol
- Salle de contrôle sur site pour les lancements et le début du vol
- Salle de contrôle au CNES Toulouse pour le suivi de vol et la gestion des instruments



# Moyens opérationnels

## Moyens Météo / analyse de mission

### - Mesures météorologiques

- Station météo automatique (T°, RH%, PA, anémomètre)
  - mat déployable de 15 m : anémomètre + girouette
- l'ensemble des données est transmis en salle MTO

### - Moyens pour les radiosondages :

Stations de radiosondage + sondes : Digicora III/RB31  
Sondes Ozone : laboratoire de préparation



# Moyens opérationnels

## Moyens Météo / analyse de mission

### Analyse de mission

- accès au serveur de Météo France pour récupération des profils analysés et prévus
  - logiciel de simulation – trajectoire
  - logiciel de calcul des dérives descentes
  - PC pour préparation briefing : application Mapinfo 7.0.
  - réception télémessure ( BSO)
- 
- Shelter mobile



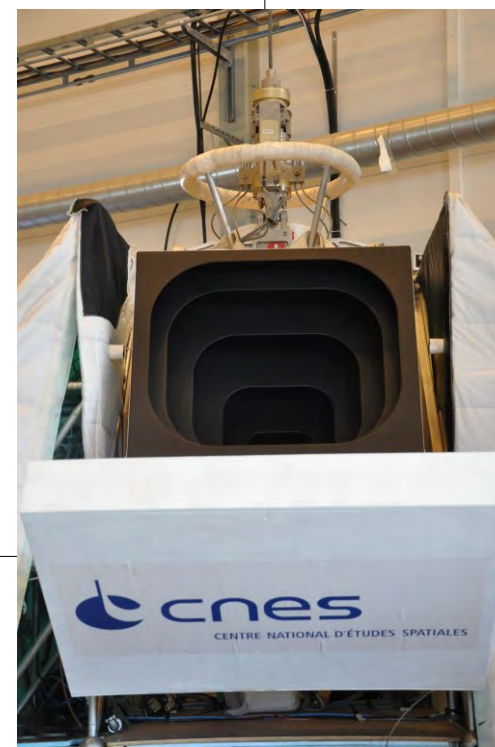
# Moyens bord opérationnels: Nacelles pointées (BSO)

## Structures de nacelle pointées, avec table de pointage

- pivot
- système de pointage
- Équipements bord :
  - électronique de pointage bord
  - distribution d'énergie
  - Senseurs actuateurs
    - Stellaire nocturne ( 5 à 10 Arc sec)
    - Magnétomètre (+ calcul astro.)
    - Gyroscopes en azimut et ctrl d'attitude
- Segment sol : cmd/ctrl NCU

## Performances :

- pointage primaire
  - en azimut : 1 Arc minute
  - en élévation : 0,3 °
- pointage fin ( avec table )
  - 2axes azimut /cross élévation : 3 Arc sec



# Moyens opérationnels : Production et distribution d'énergie régulée et secourue

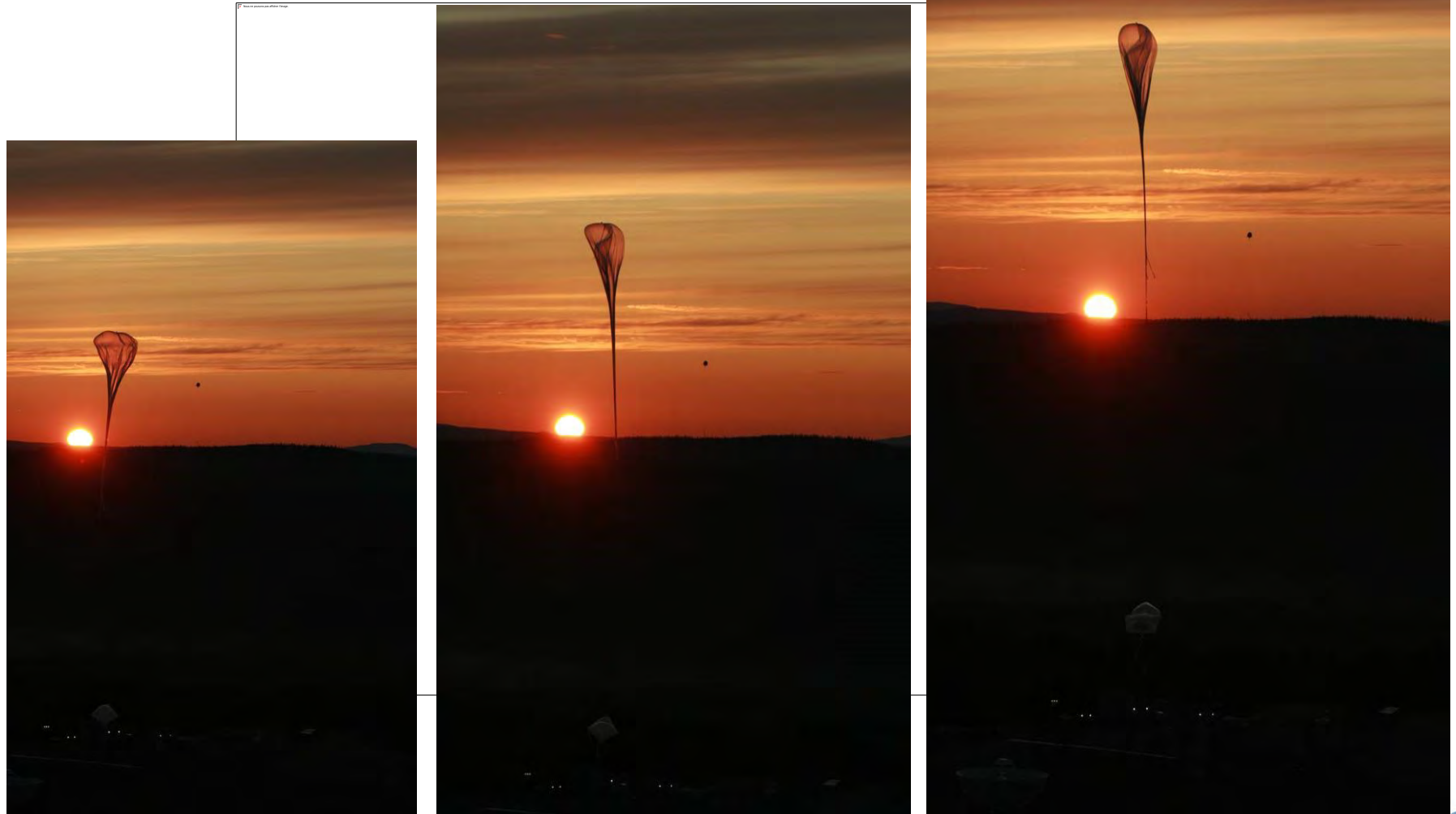
## Moyens mobiles

- Production :
  - parc de générateurs de 15KVA à 60 KVA + cuves à remplissage automatique
  - shelter convertisseur de fréquence / onduleur de 60KVA
  - onduleurs de 1 à 2 KVA
- Distribution :
  - bornes d'alimentation courant régulée et non régulée

## Eclairage : lancement de nuit



# Structure de l'équipe opérationnelle





# Structure de l'équipe opérationnelle en campagne

Management : Chef de mission

Responsable des Opérations vol : RDO

Responsable Météo /analyse mission  
- prévision météo  
- analyse mission

Responsable bord/sol TM/TC

-segment sol :  
-salle de contrôle  
-stations Sol  
-équipements bord  
-équipements de sécurité aérienne

Equipe de Lancement :

Chef de lancement : responsable des opérations de lancement

Equipe de lanceurs ( BSO : 8 p / BPS : 4 p)

-atelier mécanique  
-atelier Cdv et nacelles  
-atelier « gaz »

# Structure de l'équipe opérationnelle : métiers / formation

## Métiers « lanceurs » : **expérience = savoir faire**

L'équipe de lancement est dimensionnée par les lancements BSO qui nécessitent le plus de moyens et de savoir faire

-1 chef de lancement\* : « patron » sur l'aire de lancement

Responsable des opérations de lancement et de la sécurité des personnes

\*: poste critique : 2 personnes qualifiées

-1 contrôleur :

Contrôle la configuration , les assemblages mécaniques et électriques et les tests

« Binômes » :

-1 opérateur expérience + 1 adjoint

Opérations en interface directe avec la Charge Utile : Bax , treuil , prise en charge CU

2x gonfleurs

Opérations « gaz » : mise des moyens et gonflage Ballon principal

-1 pilote TT + 1 adjoint

Mise en place et pilotage pendant le lancement

+ 1 électronicien « terrain » :

connexion harnais électrique + test end to end ( On/Off + actuateurs)

# Structure de l'équipe opérationnelle : métiers / formation

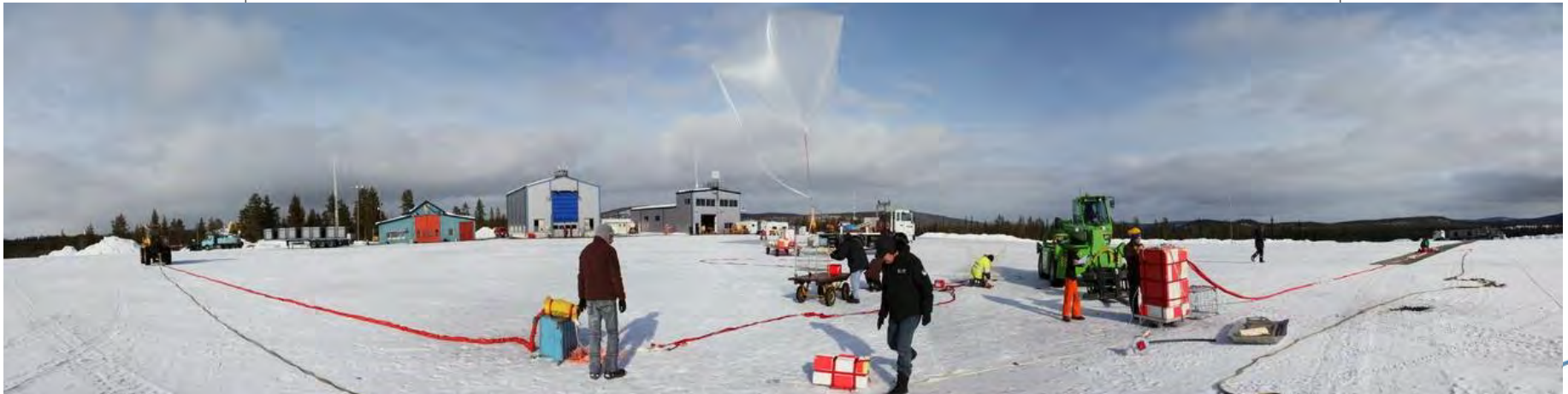
**Le lancement d'un BSO nécessite la mise en œuvre de moyens « lourds » par des opérateurs formés, qualifiés et expérimentés**

**Méthode CNES actuelle = lancement avec Ballons Auxiliaires**

**=> flexibilité et gain d'opportunité (versus lancement à la grue)**

Le chef de lancement coordonne les activités menées en // par des « binômes » :

- garantir la sécurité des opérateurs
- garantir l'intégrité des équipements et de la Charge Utile
- maîtriser la chronologie de lancement :
  - minimisation des risques météo / vol à Rdv
- assurer la réussite du lancement



# Structure de l'équipe opérationnelle : métiers / formation

- chaque poste nécessite une qualification spécifique

(qualification limitée à 2ans sans opération )

- les formations de chaque opérateur sont suivies et gérées

- la formation sur chaque poste nécessite :

- formation adaptée selon le « métier » du poste:

gaz sous pression , fort courant , pliage parachute , conduite d'engins , permis poids lourds, courant fort , risque chimique,...

- un compagnonnage en campagne ou lors du training de lancement

La formation de chaque opérateur est validée par un tuteur et le chef du service Opérations

Les qualifications des opérateurs sont suivies et gérées au niveau de la sous direction Ballons



# Structure de l'équipe opérationnelle : métiers / formation

## Métier météo /analyse de mission

- Ingénierie météo + expérience
- Ingénieurs expert météo et / ou physique de vol
- formation :
  - cycle de formation par Météo France
  - compagnonnage sur 3 ans => qualification

## Métier système bord /sol

- ingénierie électronique / RF / informatique et réseau
- responsable des opérations système bord/sol
- formation :
  - qualification opérationnelle planifiée avant mise en œuvre OPS
  - training

## Métier RDO / contrôle Ballon

- Ingénieur « système » : responsable des opérations de conduite du vol
- formation :
  - qualification opérationnelle
  - compagnonnage sur 3 ans => qualification

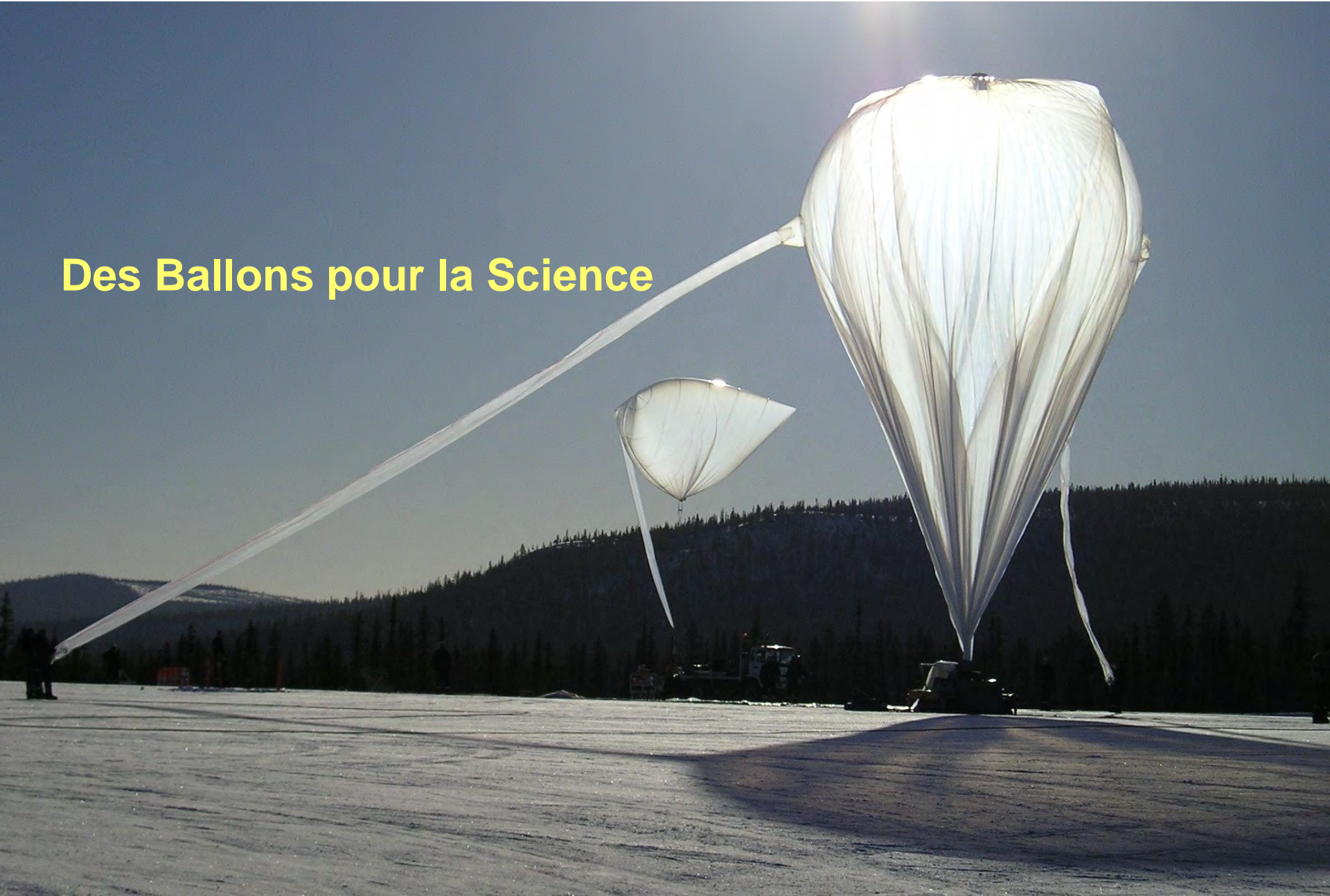
## Métier nacelles pointées

- ingénierie système avionique

## Chef de Mission

- nommé sur expérience par le sous-directeur Ballons / délégation Sauvegarde

**Des Ballons pour la Science**



### Hypothèses :

#### BSO:

Campagne de 10 vols sur un site hors Europe

Durée de campagne de lancement + vols : 10 semaines

Site : location d'une base avec infrastructure existante

#### BPS :

Campagne de 20 vols sur site hors Europe

Durée de campagne de lancement : 10 semaines

Durée de campagne vols : 6 mois

Site : location d'une base avec infrastructure existante

caractéristiques	BSO	BPS
Ballons	de 3000m <sup>3</sup> ( 22 kg) à 1 000 000 m <sup>3</sup> ( 1200 kg)	Diamètre : 8,5m / 12,5 m ( 24 kg)
Masse CU	de 50 kg à 1,1 T	20 kg
Altitude (plafond)	de 70 hpa ( 19 000 m) à 1,5hpa ( 45 000 m)	60 à 50 hpa
Durée de vol	de quelques heures à 3 jours	quelques mois
Débit TM Sciences	15 Mb sur 10 h de vol	300 Mb pour 6 mois de vol
Dangerosité	<b>XXXX</b> Nacelles lourdes + cdv 120 m Surface et Masse enveloppe imposante	<b>X</b> Nacelle légère Cdv 10 m Faible masse enveloppe
Nacelles CU	<b>recupérable</b>	<b>non récupérable</b> (consommable)
Coût	Capacité de pointage 100K€ à 3M€	-- Cdv 100 K€
Lancement	Moyens « lourd » 9 personnes	Moyens « léger » ( infra non spécifique) 4 personnes



Moyens Tech.	BSO	BPS
Infrastructure	Aménagement spécifiques hors standard Aire de lancement 400 x 400 m	pas de besoin spécifique Aire de lancement 100 x 100 m
Transport	-15 conteneurs + trspt . Aériens - 4 shelters	5 conteneurs + trspt. aériens
Lancement *	- 2 camions spécialisés + élévateur - chariots de transport -Largueur + enrouleur de bâches * méthode Bax => sans grue	- table de lancement - baie de gonflage
gaz	25 000 m <sup>3</sup>	1500 m <sup>3</sup>
Météo analyse mission	station de mesures + sondages Réception Simulations dédiées BSO	station de mesures Réception Simulations dédiées longue durée
TM/TC	segment sol site + Stations TM/TC	2 segments sol : site + centre TOULOUSE
récupération	Hélicoptère , camion + grue , 4 x 4	----

### 3- bilan ressources

Personnels	BSO	BPS
lancement	1 chef de lancement + 8 opérateurs	1 chef de lancement + 3 opérateurs
TM/TC	2 personnes Station Ctl. Cmd 2 personnes Station Sc. 1 personne test équipements bord	1 personne segment Sol / Ops. suivi vol 2 personne AIT /test 1 personnes: expert nacelle (bord)
Ops suivi sur site	1 chef/mission +1 RDO + 2 météo + 2 resp. bord/sol	1 chef Mission/RDO 1 phys. vol
Ops suivi longue durée	-----	24 personnes pour un suivi en 2x 8 = 4 x (1RDO + 1 météo + 1phys.vol + 1exp nacelle + 2 Ctl )
Total	20 personnes sur site	10 personnes sur site 24 personnes au centre de TOULOUSE

Merci de votre attention



Des questions ?