

D E S

A R C H I V E S

S P A T I A L E S

U N

P R O C E S S U S

COMMUN

D E

LA

R E C H E R C H E

D E S

Œ U V R E S

D E S

T E X T E S

MATÉRIAU

CHERCHEUR

Jérôme

LAMY

PLASTICIENS

Antoine

BELOT

-

Johan

DECAIX

-

Sylvie

BONNOT

ÉCRIVAINS

Sabine

REVILLET

-

Marc

PERRIN

-

Emmeline

LONDON

-

Liliane

GIRAUDON

-

Frank

SMITH

Espace(s) 15

Le dossier de ce numéro, qui se place sous le signe de la légèreté, explore la question de la production de récits lorsque auteurs de littérature, artistes et historiens puisent savoirs et inspiration dans une matière commune, les archives des débuts d’une activité spatiale particulière, en France, dans les années 1960 : les ballons stratosphériques. Le résultat en est une multiplicité de récits qui frottent, se télescopent, se répondent, et, en définitive, composent un paysage inédit de l’univers spatial.

Cette matière archivistique est constituée par des plans de base spatiale, des dessins techniques de machines ou des schémas de ballons, des photos qui retracent cette histoire méconnue, des éléments documentaires : contrats de travail, documents administratifs, lettres officielles, articles de presse, ou encore correspondances personnelles.

C’est, de prime abord, un extrait de cet ensemble qui est présenté dans l’introduction de ce dossier ; il est accompagné du texte du sociologue des sciences Jérôme Lamy, qui articule les différentes archives de ce fonds comme autant d’indices graphiques d’un processus de création technique.

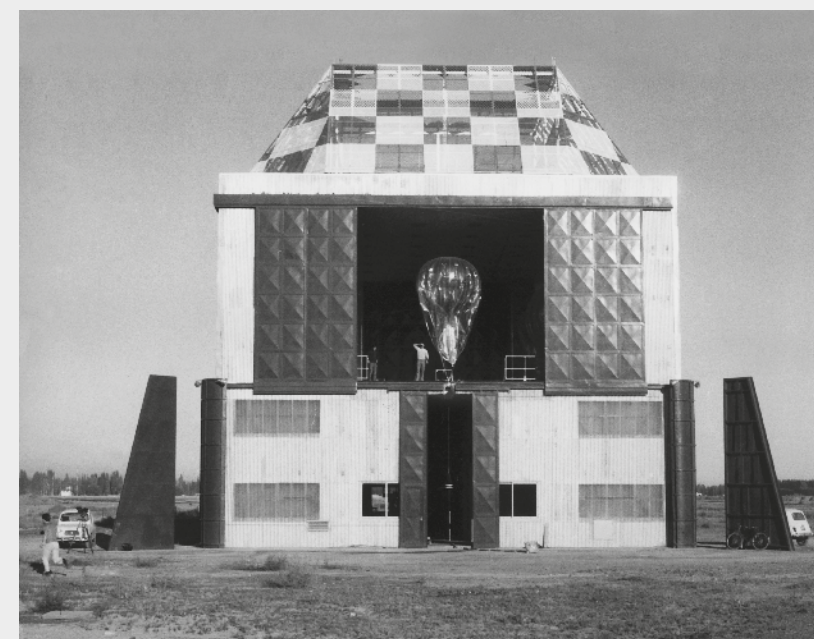
Dans la suite de ce dossier, trois plasticiens ont été invités, à l’occasion de l’exposition *Transition* créée lors de Nuit Blanche 2017, à explorer cette même matière et à faire une proposition visuelle pour la revue, qui résonne avec les œuvres produites pour l’exposition. C’est ainsi que le story-board du film en 3D réalisé par Antoine Belot évoque une campagne de lâcher de ballons, l’atlas de Sylvie Bonnot nous fait parcourir l’archive photographique au prisme des différentes techniques de transformation qu’elle utilise, et le tutoriel de Johan Decaix propose à tout un chacun une méthode pour réaliser une aventure spatiale personnelle. Ces trois propositions dressent un ensemble visuel inédit qui témoigne du pouvoir évocatoire, de la force interne qui habite ce matériau patrimonial.

La capacité infinie de ces pièces d’archives à engendrer des récits pourra également être appréciée dans le champ littéraire et poétique, à la faveur des textes qui figurent dans ce dossier. Sabine Revillet réinvente une famille de pionniers en charge des premiers essais de lancement de ballons, Emmeline Landon confronte culture occidentale et culture aborigène dans leur désir d’atteindre le ciel, Marc Perrin réinscrit l’aventure des ballons stratosphériques dans une histoire plus générale des sociétés, Frank Smith se lance dans une méditation sur l’espace qu’ouvre l’ascension des ballons, et Liliane Giraudon nous entraîne joyusement dans ses métaphores du ballon et de la légèreté.

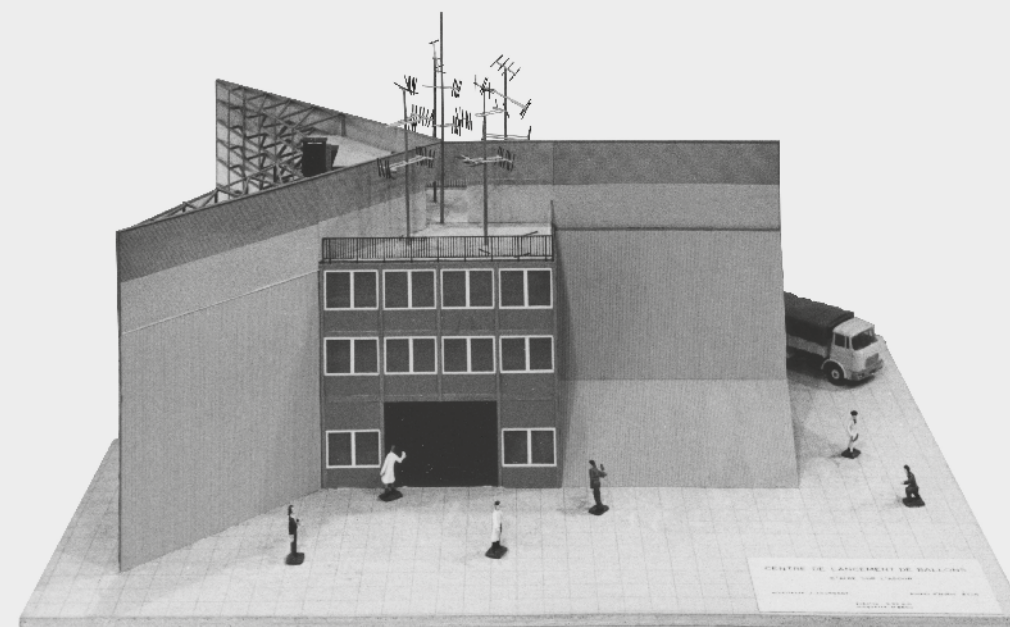
Que ces contributions relèvent du champ narratif, sociologique, poétique, plastique ou simplement visuel, leur cohabitation dans un même espace – celui de la revue – ouvrent dans tous les cas les portes au romanesque.



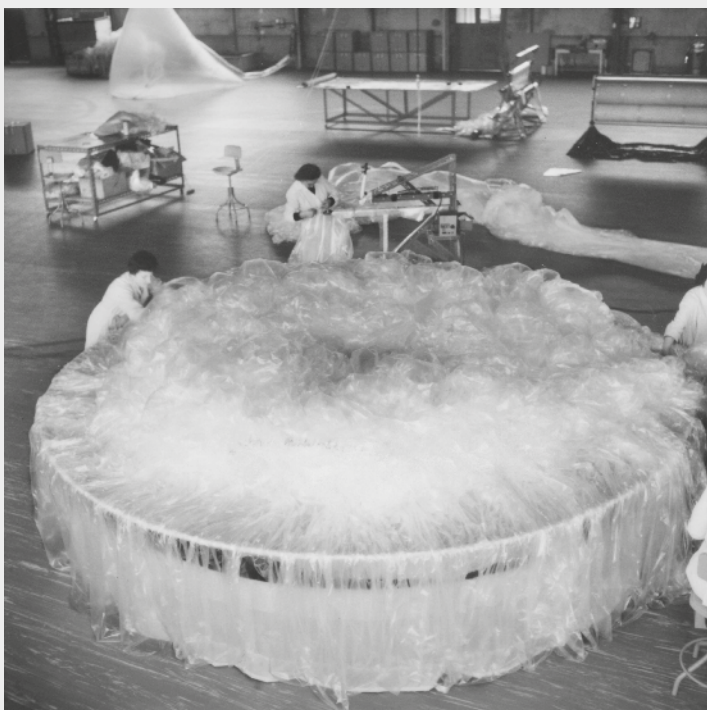
Tour d'antennes du site d'Aire-sur-l'Adour, 3 novembre 1966



Abri pour ensemble ballon-nacelle sur le site de Lago Fagnano (Argentine), années 1970



Maquette du mur anti-vent du Centre de lancement de ballons d'Aire-sur-l'Adour (CLBA), années 1960



Machine pour la fabrication des ballons dans les bâtiments Potez de Aire-sur-l'Adour, années 1960



Employées de la société Zodiac travaillant à la fabrication des ballons, années 1970



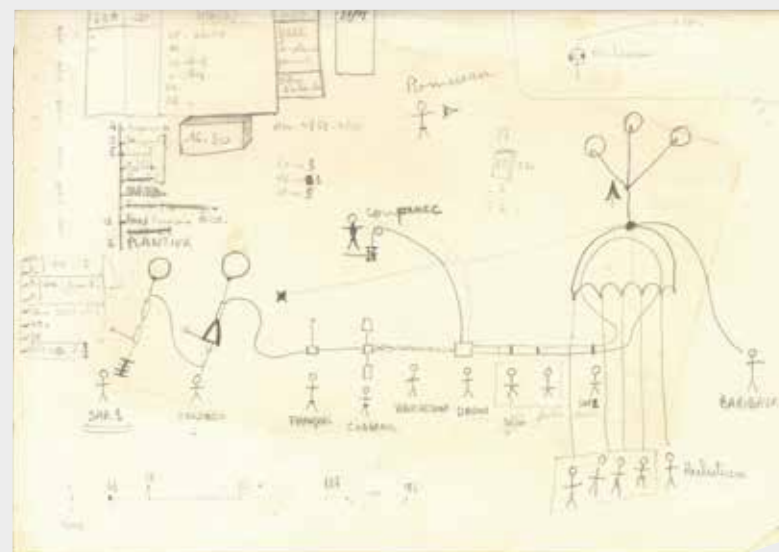
Test d'un ballon, années 1960



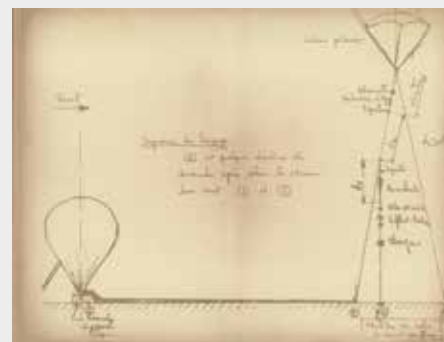
Préparation des réflecteurs radar avant le lâcher d'un ballon



Premier lâcher de ballon en polyéthylène en Europe à Trappes (Yvelines), 1961



Campagne ballons isentropes Eole – Croquis de positionnement du personnel lors du lancement, 1974



Note technique « Exécution du ballon » – Croquis de la séquence de largage. Robert Régipa, 1961

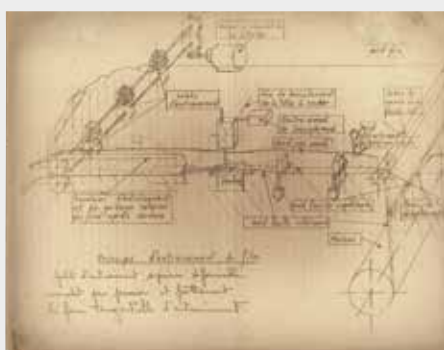
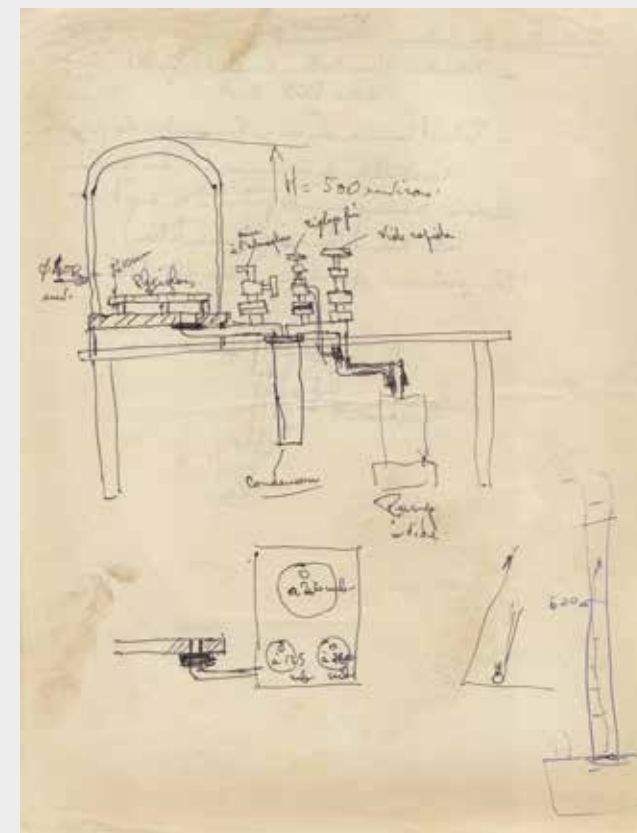
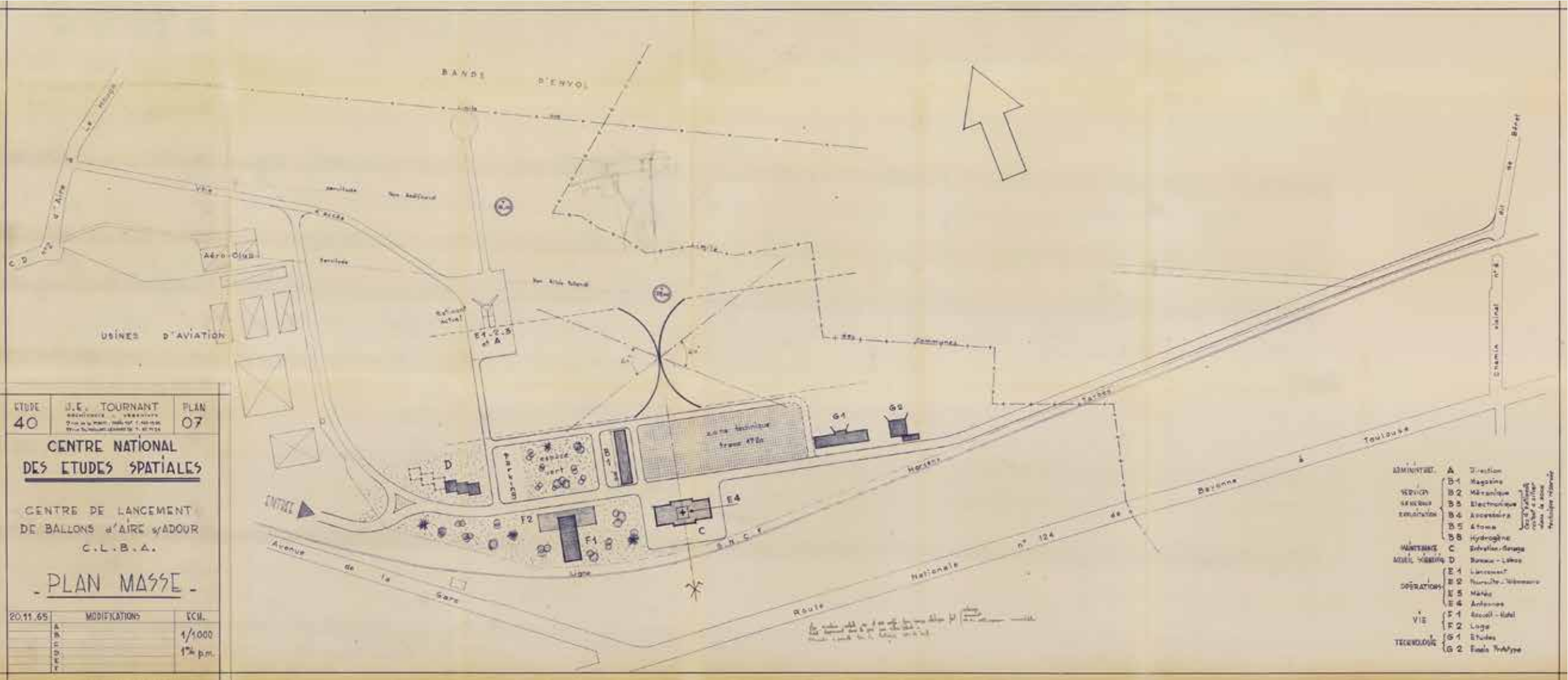


Schéma du principe d'entraînement du film de la machine à confectionner les ballons. Robert Régipa, 1961



Croquis d'une installation de laboratoire. Robert Régipa, années 1960



Plan masse échelle 1/1 000 du Centre de lancement de ballons d'Aire-sur-l'Adour (CLBA).
20 novembre 1965

44
4
196
196
500
38000
19
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100

J'ai l'honneur de vous faire proposer
de participer à la réalisation de ballons
en matière plastique dans les conditions
suivantes :
- durée prévue de la collaboration : de
25 septembre au 25 octobre 1963
- salaire mensuel de 350 NF, calculé
sur les bases prévues : 24 heures par semaine
à 500 NF de l'heure - l'heure étant
fixée à quatre centimes
- les heures supplémentaires qui seraient
faites seraient payées à raison de 750 NF de l'heure
- cette réalisation des ballons dans les
conditions prévues ci-dessus nécessite
l'achat de matériel et de fournitures
à raison de 100 000 NF par ballon
- Si vous acceptez cette collaboration,
confirmez-les par un règlement
lettre de confirmation au moment
de la signature - vos noms, prénoms, date de naissance
- adresse - numéro de sécurité sociale

Projet de contrat d'embauche pour la réalisation de ballons en matière plastique. Robert Régipa, 1961

Notes de Régipa sur les ballons non dilatables en polyéthylène.

1. Fabrication
2. Essais
3. Résultats
4. Conclusions

Notes de Régipa sur les ballons non dilatables en polyéthylène.

1. Fabrication
2. Essais
3. Résultats
4. Conclusions

Note sur les ballons non dilatables en polyéthylène. Robert Régipa, 1961

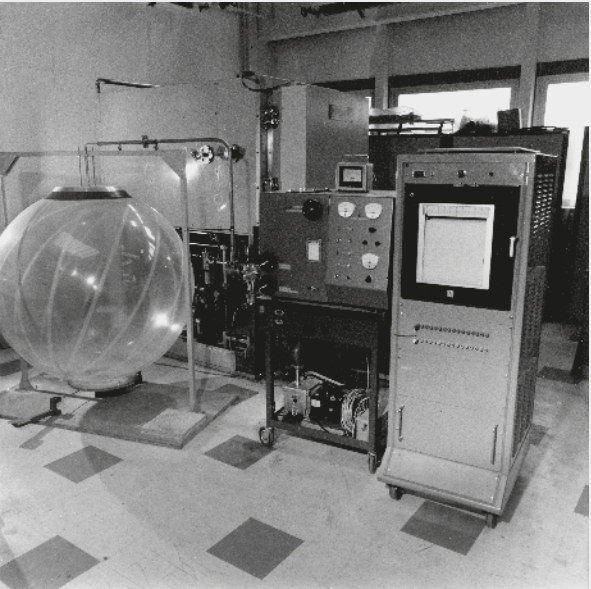
DEPARTEMENT des Landes
REPUBLIQUE FRANÇAISE
Mairie d'Aire-sur-Adour
COMMUNE d'AIRE-SUR-ADOUR
EXTRAIT DU REGISTRE DES DELIBERATIONS DU CONSEIL MUNICIPAL
N° 1
Le 26/10/1965
Le Conseil Municipal a délibéré et a décidé de :

Extrait du registre des délibérations du conseil municipal du 26/10/1965 de la commune d'Aire-sur-Adour relatif à l'installation par le CNES d'un Centre de lancement de ballons, 1965

Extrait du registre des délibérations du conseil municipal du 26/10/1965 de la commune d'Aire-sur-Adour relatif à l'installation par le CNES d'un Centre de lancement de ballons, 1965



Antennes, Programme Eole, années 1970



Test d'un ballon, Programme Eole, années 1970



Nacelle de ballon, Programme Eole
Ø 20 cm, h : 230 cm, 1970



Inauguration par le ministre Gaston Palewski du Centre de lancement de ballons d'Aire-sur-l'Adour (CLBA), 1964



« M. Gaston Palewski, ministre d'Etat chargé de la recherche scientifique et des questions atomiques et spatiales, a inauguré, samedi, le Centre de lancement de ballons d'Aire-sur-l'Adour ». Article du quotidien Sud-Ouest, 14 septembre 1964



Lettre de M. Gaston Palewski, ministre d'État chargé de la recherche scientifique et des questions atomiques et spatiales, adressée à M. Jean Coulomb, président du Cnes, 14 septembre 1964



Ensemble ballon-nacelle en cours d'ascension à partir du site de Lago Fagnano (Argentine). Programme *Eole*, années 1970

Jérôme Lamy

Archives de l'envol

— Robert Régipa et les ballons tétraédriques

Il est possible de recomposer l'histoire d'une innovation technologique par les archives qui ont accompagné sa réalisation. Mêmes fragmentaires, mêmes parcellaires, elles révèlent le foisonnement des idées, des contraintes, des questions et des fausses pistes qu'il a fallu explorer et, simultanément, elles permettent de mettre au jour le travail d'épuration, d'affinage, de déstasse nécessaire pour mettre en œuvre le processus de production. Le cas des ballons tétraédriques conçus, en France, par Robert Régipa, est idéal pour reconstituer les approches, les évolutions successives, les strates d'essais qui servent à l'élaboration d'une technologie. Du brouillon à la formalisation, du bouillonnement d'idées à la prescription technique, c'est un dédale sinueux d'archives qu'il convient d'emprunter. Il s'agit de se déplacer par rapport aux lignes de recherche habituelles qui retracent les médiations menant de l'expérience à la publication d'un article¹. Ici, ce n'est pas la production d'un texte pour une revue qui sert de point d'horizon ; c'est la réalisation d'un moyen de transport efficace pour des expériences en altitude.

Jérôme Lamy est historien et sociologue des sciences, chercheur au CNRS (CERTOP-UMR 5044 – université Toulouse Jean-Jaurès). Il travaille sur l'histoire des pratiques spatiales, de la reconfiguration des recherches scientifiques aux effets socioculturels les plus divers.

1. Charles Bazerman, *Shaping Written Knowledge: The Genre and Activity of the Experimental Article in Science*, Madison, The University of Wisconsin Press, 1988 ; Jean-Michel Berthelot (dir.), *Figures du texte scientifique*, Paris, Presses universitaires de France, 2003 ; Steven Shapin, « Pump and Circumstance: Robert Boyle's Literary Technology », *Social Studies of Science*, vol. XIV, n° 4, 1984, p. 481-520.

Récit²

L'invention des ballons tétraédriques pour l'exploration stratosphérique, dans les années 1960, a été relatée par ceux qui en ont été les principaux témoins. Jacques Blamont, du Cnes, et Robert Régipa, de l'Armée de l'air, ont rapporté les différentes étapes qui ont conduit à cette innovation technique et scientifique. D'abord, c'est l'intérêt d'un lieu, les îles Kerguelen, pour explorer les émissions aurorales, qui organise la recherche d'une technologie adéquate. C'est ensuite le passage par Minneapolis, où les procès de fabrication sont au point pour des ballons dit de « forme naturelle », c'est-à-dire ressemblant à une goutte d'eau. Enfin, c'est la curiosité de voir des ballons tétraédriques, si difficiles à mettre au point. Or ce type de ballon est adapté aux espaces de production limitée, comme c'est le cas en France. Robert Régipa met au point une enveloppe tétraédrique fabriquée à partir de polyéthylène classique, découpé et soudé. Les ajustements techniques sont d'importance, puisqu'il s'agit notamment de développer une suture de film qui soit suffisamment solide pour soutenir la force de l'envol. C'est en 1961 que les premiers ballons tétraédriques sont mis au point et lancés en France. La fine enveloppe sera exploitée pour des missions d'exploration de l'atmosphère à partir des îles Kerguelen.

Questions et prises de notes

L'écriture de préparation compile tout ce travail intermédiaire entre l'activité de pensée du technicien et la matérialisation concrète de ses projets. Alain Jeantet a bien montré que les « objets intermédiaires » servaient, dans la conceptualisation, à coordonner les actions³ ». La prise de notes permet d'abord d'organiser la compréhension des choses, des phénomènes et des événements dont le scripteur est témoin. Roger Régipa se rend aux États-Unis à l'été 1961. Mais auparavant, il rédige une série de questions (le 25 mai 1961) pour les poser à Jacques Blamont. Très structurée, la liste des interrogations se divise en deux grands ensembles : « Machine à construire les ballons » et « Usine à hydrogène ». Ce sont principalement des problèmes administratifs et logistiques qui sont alors soulevés : « conventions » pour la fabrication des ballons ou souci sur les « bouteilles vides » alimentent le questionnaire⁴. Issu des rangs de l'armée, impliqué dans un projet spatial dont il n'est pas l'initiateur (puisque c'est Jacques Blamont qui l'a mobilisé sur ce thème), Régipa élabore la structure organisationnelle de son travail. Il se situe à l'exacte intersection des plans administratif et technique et doit donc coordonner des actions entre des institutions très différentes (le Cnes, l'usine de fabrication ainsi

2. L'histoire des ballons stratosphériques ouverts est reconstituée dans : Robert Régipa, « L'introduction en France des ballons stratosphériques ouverts 1958-1965 », in André Lebeau, Jean-Pierre Sanfourche (dir.), *Les Ballons au service de la recherche. L'aérostation scientifique des origines à nos jours*, Paris, Éditions Édités, Institut français d'histoire de l'espace, 2011, p. 63-80.

3. Alain Jeantet, « Les objets intermédiaires dans la conception. Éléments pour une sociologie des processus de conception », *Sociologie du travail*, vol. XL, n° 3, 1998, p. 291-316. Voir également Pierre Achard, « L'écriture intermédiaire dans le processus de recherche en sciences sociales », *Communications*, n° 18, 1994, p. 149-156.

4. Robert Régipa, « Questions à M. Blamont », Archives du Cnes, 25 mai 1961.

que l'Établissement technique d'autopropulsés et de guidage [ETAG]). L'archive révèle à la fois sa condition d'impétrant, qui doit apprendre et comprendre l'univers professionnel dans lequel il évolue, et son rôle d'intermédiation, qui consiste à mettre en contact des acteurs et des institutions. La liste des questions que Robert Régipa dresse à l'intention de Jacques Blamont illustre l'émergence d'une expertise. Christian Bessy et Francis Chateauraynaud, dans une perspective pragmatiste, ont proposé de considérer le « modèle de compétence » comme « la capacité à trouver les bonnes médiations, à rassembler, par et pour l'acte d'expertise, des matériaux, des modes de perception, des réseaux de personnes et d'objets, plus ou moins organisés sous forme d'institutions et de collectifs, et des conventions descriptives assurant la cohérence des désignations et des raisonnements⁵ ».

Pour accomplir sa tâche, Robert Régipa ne doit pas seulement maîtriser les notions scientifiques et techniques qui vont permettre la réalisation du ballon tétraédrique ; il lui faut également bien se repérer dans l'environnement institutionnel, comprendre les hiérarchies en place, situer les personnes-ressources... C'est ainsi qu'il dresse un compte rendu de sa « visite "cellophane" le 30 mai 1961 », à l'occasion de laquelle il a rencontré « Mr. BOUYER Directeur Technique⁶ ». Il apprend à l'occasion qu'un « procédé nouveau, non encore expérimenté industriellement, permet de rendre les films antistatiques [et qu'un] nouveau produit », le « propylène », serait plus intéressant pour les ballons. Ces informations techniques servent immédiatement à alimenter la chaîne de négociation institutionnelle, puisqu'il note qu'il lui faut « téléphoner à Monsieur NICOLAS à l'E.T.A.G. à ce sujet ».

Après ces mises en forme préparatoires, Robert Régipa se rend aux États-Unis pendant l'été 1961. Il ne parle pas anglais, mais saisit malgré tout, auprès de spécialistes de Minneapolis, des indications sur « les ballons non dilatables en polyéthylène⁷ ». Sur de grandes feuilles à petits carreaux arrachées d'un cahier, il reporte les différentes étapes de la « fabrication » et du « lancement ». Il reprend les indications sur la formation pratique du tétraèdre (notamment « la notion de développement » qui permet sa formation « par enroulement en spirale »). Intitulé « Notes prises suite au stage aux USA », le document récapitule les observations américaines, les améliorations envisagées ainsi que les premiers lancements. À l'inverse des notes estudiantines prises à la volée, les traces ici saisies ne sont pas elliptiques⁸. Bien au contraire. Les phrases sont complètes et développées, les stratifications du plan sont précises. Régipa développe une pensée. Il indique, à propos de la « machine à souder en continu » : « Idée générale. Université de Minnesota » avant de détailler le procédé de « soudure bord à bord » des feuilles de l'enveloppe. Il décrit avec

soin la « table circulaire, tournant autour de son axe et sur laquelle repose le film sortant de la machine ». Quasi-ethnographie d'un fonctionnement industriel, le compte rendu est relativement sophistiqué. Il postule bien l'idée d'une reprise des éléments importants pour construire quelque chose d'approchant en France. Mais, à côté de ces notes en relation directe avec la visite américaine, Robert Régipa indique les « améliorations » qu'il peut apporter et, pour cela, précise bien son nom avant ces parties explicatives. Il indique, par exemple, qu'il est utile de faire un « réglage de la pression de contact des films au moment de la soudure ». Lorsqu'il n'est pas à l'origine de la transformation suggérée, il en signale l'auteur. Ainsi, le « Réglage de la température de soudure par dispositif de contrôle transistorisé au 1/100 degré centigrade » a été imaginé « en collaboration avec Y. Nizon ».

Robert Régipa ne se contente pas de maîtriser un espace institutionnel de production ; il crée lui-même son propre procès de fabrication en constituant une équipe familiale pour concevoir ses ballons. L'ébauche d'un contrat de travail proposant de « participer à la réalisation de ballons en matière plastique⁹ » permet de situer l'enjeu d'une réalisation artisanale. Ainsi la collaboration est-elle prévue du 25 septembre au 25 novembre 1969, pour une durée de travail hebdomadaire de « 44 heures ». Le salaire est fixé à « 980 N[ouveaux] F[rancs] » et chaque heure supplémentaire devra être payée « 7,50 NF de l'heure ». En somme, Régipa organise lui-même sa fabrique de ballons. Il maîtrise à la fois l'organisation technique du projet et sa structuration managériale. C'est sur un mode relativement informel que s'élabore l'activité. La propre sœur de Robert Régipa participe à la fabrication des ballons (et notamment à la réalisation des soudures). En travaillant avec une équipe dont il gère personnellement le travail, le concepteur des ballons tétraédriques tente de maintenir la double régulation, de contrôle et d'autonomie, dont Jean-Daniel Reynaud a montré qu'elle caractérisait le fonctionnement de toute organisation¹⁰. En somme, Régipa cherche à la fois à s'abstraire de la pure logique technicienne du Cnes et à respecter une certaine forme d'autonomie dans ses logiques de production.

Les archives de préparation et de restitution de Robert Régipa livrent son immersion dans un environnement institutionnel, technique, industriel et personnel qu'on appréhende en même temps qu'il nous en trace les contours. L'autorité de Jacques Blamont, les liens complexes avec l'armée, l'importance des nouveaux matériaux, l'organisation familiale de la production, tout cela se lit dans la récapitulation patiente de ce que Régipa apprend auprès des personnes qu'il rencontre. Peu à peu, son expertise prend de l'épaisseur, il fait le lien entre les différentes institutions et s'impose dans une médiation qui parcourt les chaînes de fabrication des enveloppes aussi bien que les bureaux de l'armée.

5. Christian Bessy, Francis Chateauraynaud, *Experts et faussaires. Pour une sociologie de la perception*, Paris, Éditions Pétra, 2014, p. 289.

6. Robert Régipa, « Compte rendu visite "cellophane" », Archives du Cnes, 30 mai 1961.

7. Robert Régipa, « Notes prises suites au stage USA, Fabrication Ballon, Machine à souder », archives du Cnes, été 1961. Les citations qui suivent sont issues du même document.

8. Annie Piolat, Marie-Laure Barbier, « De l'écriture elliptique estudiantine : analyse descriptive de prises de notes et de brouillons », *Langue française*, n° 155, 2007, p. 84-100.

9. Robert Régipa, « Ébauche d'un contrat de travail », archives du Cnes, 1969. Les indications qui suivent sont extraites du même document.

10. Jean-Daniel Reynaud, « Les régulations dans les organisations : régulation de contrôle et régulation autonome », *Revue française de sociologie*, n° 29, 1988, p. 5-18.

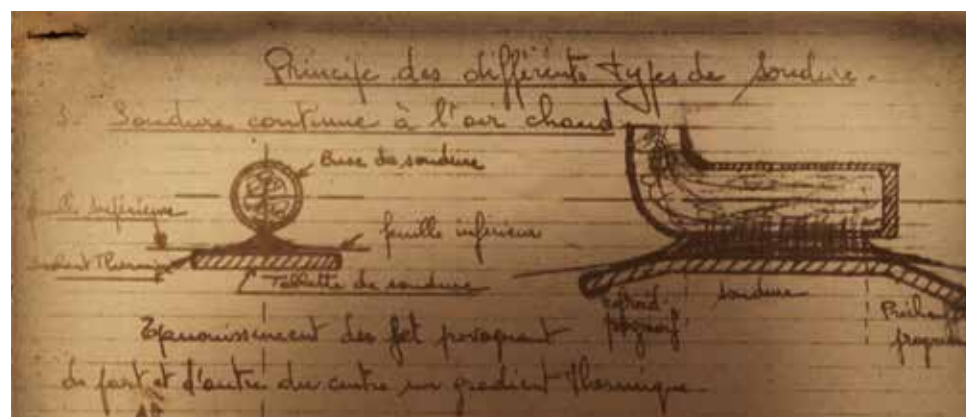


Fig. 1 Principe des différents types de soudure

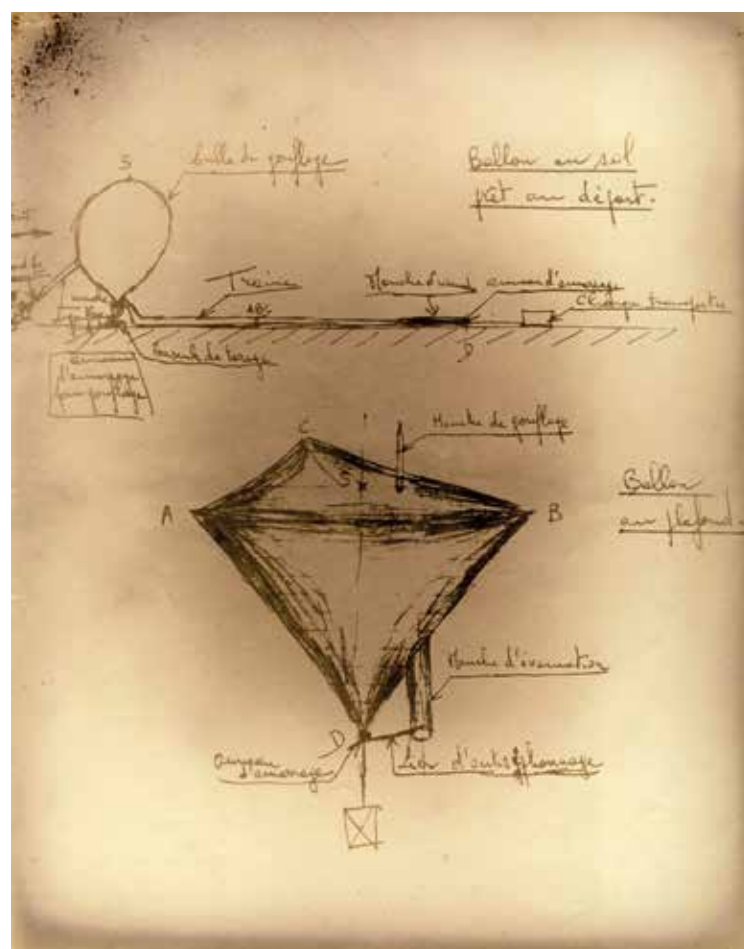


Fig. 2 Ballon au sol prêt au départ

Crayonnages

Toujours en 1961, Robert Régipa rédige un document assez dense, intitulé « Exécution du ballon ». Il s'agit d'une présentation très systématique de l'objet lui-même, mais également des opérations de « finition de soudure » (pour lesquelles il livre les « principes¹¹ »), d'extension du film et du lâchage du ballon. Sorte de *vade-mecum* dont on ne sait s'il le rédige pour lui-même uniquement ou pour le transmettre, le document est important puisqu'il nous livre une série de croquis, dessinés de sa main, concrétisant une approche sensible du problème des ballons.

L'historienne des sciences Laura Tilling a mis en évidence l'importance des représentations graphiques dans la façon de concevoir l'activité scientifique : souples et rapidement appréhendées par les lecteurs, les représentations jouent un rôle considérable pour transmettre des informations essentielles¹². Plus fondamentalement encore, et comme l'a montré Eugene Ferguson, l'histoire des conventions technologiques est d'abord non verbale. Au fur et à mesure de la structuration des procédures, ce langage graphique a constitué un handicap pour articuler savoir et décision¹³.

Dans le document que rédige Robert Régipa, les croquis viennent redoubler et préciser le texte. La « soudure continue¹⁴ » consiste en un « pivotement de 180 degrés de la feuille autour d'un axe perpendiculaire à la bande ». Un premier croquis (qui n'est pas sur la même page) représente la « tablette de soudure », la « buse de soudure » et le placement des feuilles. Un second croquis, dans la coupe longitudinale, expose le point de soudure, la zone de préchauffage et celle de refroidissement (Fig. 1). L'inclusion schématique permet de fixer les objets dans l'espace, mais également d'esquisser une temporalité (ici, le déplacement des feuilles pour la réalisation de la soudure). Autrement dit, le schéma inclut une dynamique d'action que le texte ne rend qu'imparfaitement.

La situation est différente lorsque Robert Régipa représente le « ballon au sol prêt au départ » (Fig. 2). C'est là une vue clinique de la « bulle de gonflage », de la « traîne », de « l'anneau d'arrimage » et de la « charge transportée ». Il s'agit de positionner correctement dans l'espace les différentes composantes du ballon. Sous ce premier schéma, Régipa a, pour la première fois, représenté la vraie forme du ballon tétraédrique. Il a pris soin de représenter le déploiement du ballon selon son volume réel. Il s'agit de dessiner le « ballon au plafond ».

Ce que l'on ignore, c'est si ce schéma a circulé, s'il était destiné à être vu par d'autres acteurs. Peut-être Régipa a-t-il représenté ces différentes phases pour lui seulement. L'archive de l'envol, c'est aussi cette part d'inconnu, cette itinérance perdue des documents.

11. Robert Régipa, « Exécution du ballon », archives du Cnes, 1961.

12. Laura Tilling, « Early Experimental Graphs », *The British Journal for the History of Science*, vol. VIII, n° 3, 1975, p. 193-213.

13. Eugene S. Ferguson, « The Mind's Eye: Nonverbal Thought in Technology », *Science*, vol. CXCVII, n° 4306, 1977, p. 836.

14. Robert Régipa, « Exécution du ballon », archives du Cnes, 1961. Les citations suivantes sont extraites du même document.

Formalisation

Le troisième corpus d'archives qui permet de saisir le travail de Robert Régipa est un texte dactylographié, de 1968, à en-tête du centre spatial de Toulouse. Les productions précédentes jouaient sur la plasticité graphique du manuscrit. Ici, la rupture avec la linéarité est manifeste¹⁵ : les divisions sont strictes (« Physique du ballon », « Fabrication des ballons », « Réalisation des ballons », « Procédure de mise en œuvre des ballons pressurisés type *Éole*¹⁶ ») ; l'enchaînement est analytique. Ce sont d'abord les éléments fondamentaux de la physique des ballons qui orientent le texte : Régipa récapitule l'ensemble des équations permettant de rendre compte des « forces agissant sur le ballon ». La confection des ballons est précédée d'une présentation de « la mission » qu'ils doivent « accomplir » *i.e.* la récolte de données permises par la « charge transportée ». Les « contraintes » décomposent « les opérations de lancement », « l'ascension du ballon et la mise au plafond », les « effets de l'environnement atmosphérique sur le thème de la mission », « le respect des règlements de sécurité aérienne », « le prix de revient des réalisations ». Complexe de conditions à la fois naturelles, scientifiques et budgétaires, cette liste représente l'espace dans lequel le concepteur de ballon évolue. Ces indications ne figuraient pas dans les documents précédents. La détermination du terrain de l'expertise comme la liberté graphique de représentation autorisent le silence sur certaines données de contraintes. En fin de processus, et pour présenter officiellement un déroulé d'opérations, toutes les obligations que doivent connaître les lecteurs sont exposées. Car c'est toute la différence avec les archives préparatoires pour lesquelles l'historien n'est jamais certain de leur aire de circulation : ici, il est clair que le document a été lu (même si on ne sait pas exactement par qui), qu'il a servi de base à des décisions. La rétraction des possibles correspond à cette phase du projet où les implicites ne sont plus permis. Au risque de fournir une anatomie du lancement stratosphérique, Régipa structure très scrupuleusement les informations qu'il livre.

Toutefois, il ne faudrait pas imaginer que cette précision accrue fasse disparaître les outils graphiques de représentation. Bien au contraire, le processus de formalisation tend à radicaliser la visualisation des phases de fabrication et de montage du ballon. Régipa ne propose plus des dessins de ces véhicules, il a collé des photographies en noir en blanc, accompagnées de flèches indicatives sur les différentes parties des appareils ou des objets (comme pour la « table [...] destinée à recevoir les fuseaux au fur et à mesure du collage »). Dans les phases les plus spécifiques du montage, ce n'est pas seulement le matériel qui est exposé par la photographie : les techniciens et les ingénieurs posent pour montrer les bonnes pratiques. Le « collage des fuseaux », par exemple, mobilise la représentation du corps.

La formalisation n'est pas la réduction totale des libertés graphiques permises dans les phases de prise de notes et de brouillons. Elle est aussi la radicalisation du souci de décomposition des actes de fabrication. En ce sens, elle est moins un procès dialectique

qu'une recomposition de toutes les formes d'expression antérieurement mobilisées.

Les archives de Robert Régipa à propos des ballons tétraédriques sont une formidable exposition des strates successives d'une pratique technologique. Elles donnent à voir les régimes d'expression graphique divers qui scandent le processus de fabrication d'un objet. De la prise de notes permettant de saisir les rouages et les espaces d'une structure donnée à la formalisation des connaissances produites, en passant par la liberté de représentation visuelle du ballon, c'est une réponse à chaque fois ajustée aux impératifs socio-épistémiques.

Dans les archives dispersées, dans les plis des graphiques, dans les ombres photographiques, dans les équations alignées, comme dans les ratures, c'est un acte complexe qui se déploie : celui d'une innovation qui mobilise des instruments techniques, des relations sociales, des impératifs scientifiques et des contraintes pratiques. Toutes ces opérations ne sont pas équivalentes ; elles ne s'ordonnent pas systématiquement de la même façon dans le temps, selon l'étape en cours ; elles nous apparaissent recomposées et fragiles, dans le feuilleté des rapports et des comptes rendus.

15. Sylvie Lainé-Cruzel, « PROFILDOC. Filtrer une information exploitable », *Bulletin des bibliothèques de France*, n° 5, 1999, p. 60-64. Voir également Stéphanie Delmotte, *La Formalisation des publications scientifiques : les sciences humaines et sociales à la recherche de fondements scientifiques*, thèse de doctorat, université Paris 10 Nanterre, 2007, p. 145-146.

16. Robert Régipa, « Physique du ballon », archives du Cnes, *circa* 1968. Toutes les autres citations qui suivent sont extraites du même document.