

RECERC - Ouvrages de référence - 2014 - Collection Andorre n°6

Joan Becat

Le risque d'avalanche en Andorre Études 1971-1996



ICRESS, Institut catalan de recherche en sciences sociales (EA 3681)
Université de Perpignan Via Domitia

Le risque d'avalanche en Andorre

Études 1971-1996



Becat, Joan

Le risque d'avalanche en Andorre. Études 1971-1996.

Revue RECERC, Ouvrages de référence, Collection Andorre n°6, 2014

Texte en français. 251 pages + 12 études CLPA : Annexes 1 (23p.), 2 (23p.), 3 (26p.), 4 (73p.), 5 (79p.), 6 (57p.), 7 (65p.), 8 (43p.), 9 (45p.), 10 (44p.), 11 (59p.), 12 (243p.)

ISSN 1961-9340

I. Institut catalan de recherche en sciences sociales, Université de Perpignan
Via Domitia

1. Andorre - Pyrénées - Avalanches - Risques naturels - Cartographie

Résumé : En 1971 une avalanche mortelle au coeur de la nouvelle station de ski du Pas de la Casa fit prendre conscience du risque. Cependant, après quelques études ponctuelles, la cartographie systématique du risque d'avalanche ne commença qu'en 1981, sous l'impulsion du *Consell General* et d'un Gouvernement récemment créé. La législation fut approuvée en 1989. En quinze ans la majeure partie du territoire affecté par ce risque fut couverte et un système novateur d'information, de surveillance et d'alerte fut mis en place. Il permit d'éviter une catastrophe à Arinsal lors de l'épisode avalancheux majeur du 8 février 1996, qui affecta toute l'Andorre. L'ouvrage, abondamment illustré, décrit également les types d'avalanches, les facteurs favorables et les situations de risque, en particulier dans les zones habitées et dans les stations de ski et leurs abords. Les 12 documents annexes reproduisent la cartographie et les études CLPA réalisées pour le Gouvernement andorran entre 1981 et 1996.

RECERC

Revue électronique de l'Institut catalan de recherche en sciences sociales

Ouvrages de référence, Collection Andorre n°6

Première édition : février 2014

Université de Perpignan Via Domitia

ISSN n° 1961-9340

Note : les bases de cet ouvrage sont une partie du quatrième volume inédit, *Les risques naturels et la gestion du territoire* (649p.), de la thèse d'État ancien régime: *Les Pyrénées méditerranéennes, mutations d'une économie montagnarde. Le cas de l'Andorre* (Université Paul Valéry, Montpellier, 1993, 7 volumes), les études sur le risque d'avalanches en Andorre réalisées sous la direction de J. Becat, ainsi que des éléments du rapport réalisé après les avalanches du 8 février 1996.

Photographie de la couverture :

Les Clots de la Menara et la Portella de Joan Antoni (photo A. Lerouge)

RECERC - Ouvrages de référence - 2014 - Collection Andorre n°6

Joan Becat

Le risque d'avalanche en Andorre

Études 1971-1996

Page Chapitre

4	Bref sommaire
5	Résumés en français, catalan, anglais
8	Première partie - Le risque d'avalanche La prise de conscience du risque en Andorre Les risques naturels en Andorre Les études du risque d'avalanche en Andorre Vers une gestion de la neige et du risque d'avalanche
61	Deuxième partie - Les types d'avalanches et les situations de risque Les types d'avalanche et les facteurs favorables en Andorre Exemples de situations de risque en Andorre La cartographie CLPA d'Andorre, 1981-1994
199	Troisième partie - L'épisode avalancheux du 8 février 1996 La situation antérieure à Arinsal La situation dramatique d'Arinsal le 8 février 1996 Les autres secteurs affectés le 8 février 1996 en Andorre Les réactions et les conséquences
236	Bibliographie
241	Table des illustrations
247	Documents annexes - Les études d'avalanches
248	Table des matières

Joan Becat

Français

Le risque d'avalanche en Andorre. Études 1971-1996

Mots clés : Pyrénées - Andorre - risques naturels - neige - avalanche - cartographie

Résumé

En 1971 une avalanche mortelle au coeur de la nouvelle station de ski du Pas de la Casa fit prendre conscience du risque. Cependant, après quelques études ponctuelles, la cartographie systématique du risque d'avalanche ne commença qu'en 1981, sous l'impulsion du *Consell General* et d'un Gouvernement récemment créé. La législation fut approuvée en 1989. En quinze ans la majeure partie du territoire affecté par ce risque fut couverte et un système novateur d'information, de surveillance et d'alerte fut mis en place. Il permit d'éviter une catastrophe à Arinsal lors de l'épisode avalancheux majeur du 8 février 1996, qui affecta toute l'Andorre. L'ouvrage, abondamment illustré, décrit également les types d'avalanches, les facteurs favorables et les situations de risque, en particulier dans les zones habitées et dans les stations de ski et leurs abords. Les 12 documents annexes reproduisent la cartographie et les études CLPA réalisées pour le Gouvernement andorran entre 1981 et 1996.

Català

El risc d'allau a Andorra. Estudis 1971-1996

Paraules clau : Pirineu - Andorra - riscos naturals - neu - allau - cartografia

Resum

L'any 1971 una allau mortal al cor de la nova estació d'esquí del Pas de la Casa va fer prendre consciència del risc. Però, després d'alguns estudis puntuals, la cartografia sistemàtica del risc d'allau s'inicià només el 1981, sota l'impuls del Consell General i d'un Govern novament creat. La legislació fou aprovada l'any 1989. En quinze anys la major part del territori afectat per aquest risc fou cobert i un sistema novador d'informació, de vigilància i d'alerta fou creat. Va permetre d'evitar una catàstrofe a Arinsal durant l'episodi major d'allaus del 8 de febrer del 1996, que afectà tot Andorra. L'obra, il·lustrada amb abundància, descriu també els tipus d'allaus, els factors favorables i les situacions de risc, especialment en les zones habitades i dins les estacions d'esquí i llurs voltants. Els 12 documents annexos reproduïxen la cartografia i els estudis CLPA realitzats pel Govern andorrà de 1981 a 1996.

English

Risk of avalanche in Andorra from 1971-1996

Key Words : Pyrenees - Andorra - Natural risks - Snow - Avalanches - Cartography

Summary

In 1971, following a fatal avalanche in the heart of the new *Pas de la Casa* ski resort, we became aware of the risk. However, only after several follow-up studies in 1981 did the systematic mapping of this risk begin, at the insistence of the *Consell General* and a newly-created Government. The legislation was

approved in 1989. Over the next fifteen years, the majority of the area affected by this risk became protected and an innovative surveillance and alert system put into place, which prevented a catastrophe in Arinsal during the massive avalanche of February 8th, 1996, which affected all of Andorra. This highly-illustrated text also describes the different types of avalanches, favorable factors and situations at risk, particularly in inhabited areas and in ski resorts and surrounding areas. The 12 annexed documents include the cartography and the CLPA (Avalanche phenomenon locating map) research created for the Andorran government between 1981 and 1996.

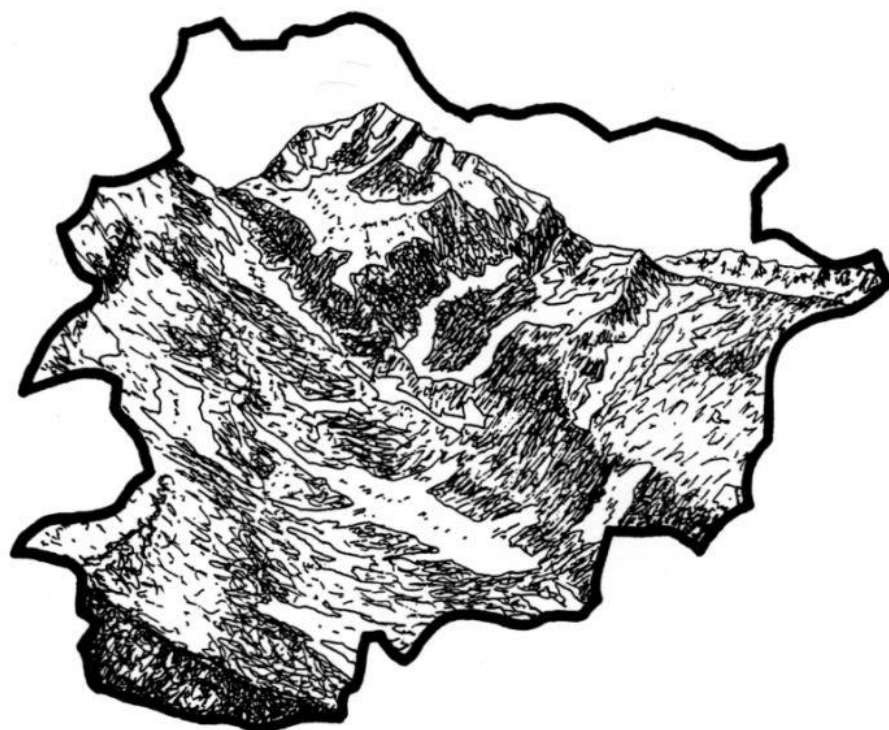
Castellano

El riesgo d'aludes en Andorra. Estudios 1971-1996

Palabras clave : Andorra - Pirineos - Aludes - Riesgos naturales - Cartografia

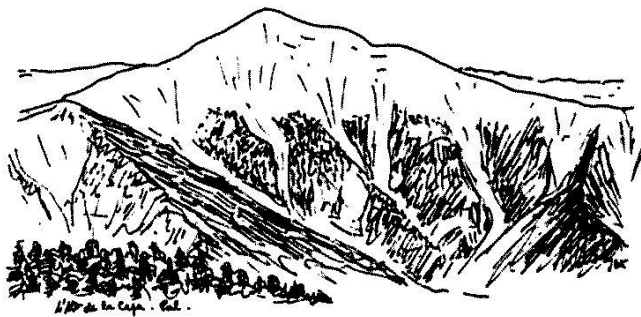
Resumen

El año 1971 un alud mortal en el corazón de la nueva estación de esquí de El Pas de la Casa hizo que se tomara conciencia del riesgo. Pero, después de algunos estudios puntuales, la cartografía sistemática del riesgo de aludes no se inició hasta 1981, bajo el impulso del Consell General y de un Gobierno nuevamente creado. La legislación se aprobó el año 1989. En quince años la mayor parte del territorio afectado por este riesgo fue cubierto y un sistema novador de información, de vigilancia y de alerta fue creado. Permitió evitar una catástrofe en Arinsal durante el episodio mayor de aludes del 8 de febrero de 1996, que afectó toda Andorra. La obra, abundantemente ilustrada, describe también los tipos de aludes, los factores favorables y las situaciones de riesgo, especialmente en las zonas habitadas y dentro de las estaciones de esquí y sus alrededores. Los 12 documentos anexos reproducen la cartografía y los estudios CLPA realizados por el Gobierno andorrano de 1981 a 1996.



Première partie

Le risque d'avalanche en Andorre



1.1.- La prise de conscience du risque en Andorre

Les initiatives administratives

Le débat autour de la notion de risque naturel

Risque naturel et aléa

L'évaluation du risque

1.2.- Les risques naturels en Andorre

1.3.- Les études du risque d'avalanche en Andorre

Les premières études

- L'avalanche du Pas de la Casa

- L'avalanche de Soldeu

Le Centre d'Etudes Andorranes de l'Université de Perpignan

Les cartes de risque d'avalanche

Les autres études

1.4.- Vers une gestion de la neige et du risque d'avalanche

L'objectif de cet ouvrage est d'établir un bilan des études sur le risque d'avalanches en Andorre entre 1971, année de l'avalanche mortelle du Pas de la Casa, qui suscitera les premiers travaux, et 1996, lorsqu'un épisode avalancheux de grande ampleur a affecté tout le territoire, au cours duquel une catastrophe a été évitée de justesse à Arinsal, grâce aux services de gestion du risque du Gouvernement andorran et aux études déjà réalisées. Il s'agit aussi de replacer ces études dans le contexte social et scientifique de cette période où tout ce qui fonctionne aujourd'hui se mettait en place et se heurtait à de grandes résistances.

L'angle d'approche de l'étude est celui de la relation entre les risques naturels, ici le risque d'avalanche, et l'utilisation du territoire andorran. Cela suppose une définition du risque dans la Principauté, un regard sur ses implications économiques et politiques et, surtout, son étude: quel est le risque, comment se manifeste-t-il, quels sont les facteurs favorables et quel est le bilan de la situation en Andorre?

1.1.- La prise de conscience du risque en Andorre

Dans un ouvrage antérieur, sur les inondations exceptionnelles en Andorre au XXe siècle¹, nous avons insisté sur le fait que, plus que dans les États voisins, les études et la gestion des risques naturels en Andorre ont une forte incidence -ou composante- politique et institutionnelle, car elles ont une acuité toute particulière dans la Principauté. En effet, son évolution économique implique à la fois l'utilisation estivale et hivernale de l'ensemble de la haute montagne et de l'espace si limité des vallées, donc une confrontation permanente avec les risques jusqu'aux limites acceptables, et l'usage de ces territoires à risques à n'importe quel moment de l'année par une quantité massive de personnes de moins en moins bien préparées.

Dès le début des années 1970, avec la manifestation plus fréquente du risque d'avalanche, il était devenu évident qu'il y avait une forte incidence du risque sur l'économie et sur l'utilisation du territoire andorran. Il impliquait des coûts supplémentaires, que l'on ait une politique de prévention ou que l'on attende sa manifestation, et des limitations dans l'utilisation du territoire.

Les hivers des années 1970 et 1980 sont ponctués par des avalanches mortelles. Elles affectent les stations de ski alpin comme les skieurs de randonnée. Le 20 février 1971, après une forte chute de neige, une avalanche se détache de la crête voisine du Port d'Envalira, parcourt tout le versant et arrive au coeur du Pas de la Casa, emportant deux chalets et l'infirmerie, et faisant une victime. Le 5 février 1972, dans le domaine skiable de la station de Soldeu, il y a trois victimes, dont un moniteur, à la suite d'une avalanche de neige fraîche. Le 17 décembre 1975, un CRS de montagne français est pris par une avalanche de plaque au Coll dels Isards, près du Pas de la Casa. Le 10 mars 1980, sous la Portella de Sanfons, une grande avalanche de plaque emporte des skieurs français et fait une victime. En 1984, par deux fois à trois semaines d'intervalle, le 5 et le 26 février, des avalanches de neige fraîche font des victimes dans le massif du Coma Pedrosa. Chaque fois il s'agit de skieurs confirmés connaissant le pays. La première eut un grand retentissement car la victime était le jeune responsable de la Sécurité Sociale andorrane, président du Club alpin andorran. En 1990, le 30 janvier, un moniteur de ski de la station d'Ordino-Arcalís est enseveli par une avalanche près du Port de Rat, alors qu'il parcourait la Coma del Forat après une chute de neige récente. La prévention et le contrôle du risque d'avalanche devint depuis lors une préoccupation des responsables des stations de ski et des autorités andorranes, en particulier pour les voies de communications et les zones urbaines ou urbanisables.

Les initiatives administratives

Dès le début des années soixante-dix, après l'avalanche meurtrière du Pas de la Casa, les premières initiatives sont prises afin de mieux connaître et de prévenir les risques naturels. Il s'agit d'abord d'impulsions du Délégué permanent du Coprinco français, soucieux de maintenir l'ouverture et la sécurité de la route qui relie la France à l'Andorre. À la demande des paroisses ou à son initiative, des

¹ - *Aiguats et inondations exceptionnelles en Andorre au XXe siècle*, par Joan BECAT, collection Recerc-Ouvrages de référence n°5, ICRESS Université de Perpignan, 2013, 163p. + 45p. et 152p. annexes

études sont effectuées ou proposées par les services publics français, au Pas de la Casa et à Soldeu (à cause de la fameuse *allau de Soldeu*).

Vinrent ensuite des initiatives plus clairement andorranes, émanant des paroisses ou du *Consell General*, toujours liées à des cas concrets à résoudre ou à éluder pour un temps. Il s'agit de l'affaire du lotissement de Les Salines, près del Serrat (paroisse d'Ordino), traversé par trois couloirs d'avalanches actifs, qui amena la première cartographie d'avalanches puis, pour les mêmes raisons et avec les mêmes effets, pour des lotissements à Arinsal et à Arans (paroisses de La Massana et d'Ordino). C'est alors que, sur la proposition du Gouvernement, le *Consell General* adopta un décret rendant obligatoire sur tout le territoire la cartographie de localisation probable d'avalanches.

La première cartographie de localisation probable d'avalanches, à partir de 1981, fut antérieure à la mise en place de cette législation. Elle est due à l'initiative de la paroisse d'Ordino et à l'action du premier Gouvernement, présidé par Òscar Ribas Reig. Elle fut très controversée, voire combattue par plusieurs paroisses ou quarts, en particulier à Arinsal. C'était une réaction aux changements que la prise en compte du risque apportait aux usages et au droit. Cela impliquait aussi une redéfinition des compétences entre l'État et les paroisses, et des stratégies politiques. Il s'agissait aussi de limiter les altérations de l'image de l'Andorre à l'extérieur du pays. Bref, les conséquences des inondations de 1982 et du risque d'avalanche ont fait évoluer les comportements de la société andorrane et les attitudes de l'opinion publique et des décideurs vis à vis de l'aménagement du territoire.

Quel était le débat autour de la notion de risque naturel ?

Bien que l'expression risque naturel soit alors très utilisée, en particulier dans les médias, bien qu'il existât en France depuis le début des années quatre-vingts une réglementation concernant les plans d'exposition aux risques et une Délégation aux Risques Naturels Majeurs au sein du Ministère de l'Environnement (ou Secrétariat d'État selon les gouvernements), la notion de risque naturel demeurait très ambiguë. Dans les milieux administratifs, scientifiques ou universitaires, elle était souvent corrigée par un énoncé en apparence plus précis: risques naturels majeurs, ou risques naturels et technologiques.

En réalité cela ne rendait la définition ni plus commode ni plus claire. Dans le cadre des P.E.R. - Plans d'exposition aux risques -, l'adjectif majeur, qui signifiait

normalement le plus grand, le plus important ou le plus considérable, arrivait à qualifier des risques auxquels il pouvait être remédié par des travaux modestes. Ce sont les cas, cités en exemple, d'un renforcement des piliers de la cave d'une maison, d'une saignée de drainage sur un talus de route pour éviter un glissement local, en ce qui concerne le risque naturel majeur "mouvements de terrain" avec un niveau d'aléa faible ou moyen². Évidemment, lorsque le risque entrait dans une réglementation et dans un système d'assurances, il fallait bien placer un seuil à un niveau suffisamment bas pour que les dommages matériels puissent être pris en compte. Mais, pour l'opinion publique comme pour les personnes averties, il subsistait toujours une confusion qui venait du vocabulaire utilisé et, en fin de compte, des concepts eux-mêmes, car ils n'étaient pas encore assez clarifiés.

Les P.E.R. incluait principalement dans les risques naturels majeurs les mouvements de terrain (éboulements et chutes de rochers, ravinements, coulées boueuses, laves torrentielles, instabilités des terrains et des versants), les inondations et les avalanches. Dans la définition de la vulnérabilité à ces risques majeurs, c'est-à-dire de l'exposition au risque et du dommage prévisible, on commençait par des événements modestes pour aller jusqu'aux catastrophes les plus meurtrières. Entraient donc dans la nomenclature des risques naturels majeurs des phénomènes naturels mineurs tels que les chutes de blocs d'une falaise, l'éboulement d'un talus routier ou l'inondation avec une laisse inférieure au mètre. Sans que ce soit dit explicitement dans la bibliographie ni dans la réglementation de l'époque, il semble que majeur n'était pas utilisé dans son sens propre, mais comme synonyme de courant, commun ou habituel.

D'autres réserves pouvaient s'appliquer à l'expression « risques naturels et technologiques », qui laissait entendre qu'ils avaient des causes ou des éléments dûs aux hommes, ce qui était vérifiable dans la plupart des cas. Elle orientait vers les risques dûs à l'industrie et aux autres activités productrices, y compris l'agriculture, vers les contaminations et les pollutions permanentes ou occasionnelles. Dans tous les cas cités dans la littérature spécialisée il s'agissait de risques technologiques civils (les incidences constatées ou prévisibles d'événements militaires n'étaient guère évoqués). Cependant, on n'y incluait pas les pollutions habituelles, continuées et supportables -ou supportées- des zones urbaines, de l'atmosphère, des sols, des nappes phréatiques. On y comptait plus systématiquement les altérations du milieu

² - Documentation Française: *Les études préliminaires à la cartographie réglementaire des risques naturels majeurs*, 1990, p.21.

marin. À partir de quels niveaux ou de quels dommages soudains ou de manifestation progressive devenaient-ils un risque? Et comment apprécier et quantifier ces seuils?

Par contre, il était de plus en plus habituel d'inclure dans les risques naturels et technologiques toutes les évolutions régressives de la végétation ainsi que les incendies des régions méditerranéennes. Étaient-ils un risque naturel ou un risque technologique? Pouvait-on même parler de risque? Évidemment la technologie y était pour beaucoup, à travers l'artificialisation séculaire ou actuelle du milieu. Mais si les conséquences étaient parfois désastreuses (destruction de formations végétales et d'écosystèmes, érosion des sols, appauvrissement de la faune, victimes humaines...) et si les incendies obligeaient les pouvoirs publics à mobiliser des moyens d'intervention et de protection coûteux, s'agissait-il d'un risque naturel? Compte tenu des mutations socio-économiques et de la situation de la végétation méditerranéenne, souvent abandonnée à elle-même après une forte artificialisation, ne devait-on pas les interpréter comme des évolutions normales et continues, donc les exclure des risques naturels?

En dépit de ces coquetteries des scientifiques, l'expression risque naturel était admise par tout le monde, mais elle devait être modulée car peu de risques étaient seulement naturels. Il y a presque toujours une composante anthropique dans les risques qui nous affectent, qu'il s'agisse des causes, des dynamiques ou de l'amplification des effets et des dommages. C'était un élément suffisamment établi pour qu'il ne soit pas nécessaire d'insister. Les risques étudiés en Andorre en apportent de multiples exemples.

Risque naturel et aléa

Quand peut-on parler de risque? Il y a risque naturel chaque fois que des personnes, des biens, des productions ou des richesses exploitables se trouvent exposés à un phénomène naturel de caractère aléatoire. Si la délimitation du risque n'implique pas des mesures administratives ni des champs d'assurance -ce qui a toujours une conséquence réductrice sur le contenu sémantique- il vaut mieux élargir au maximum l'interprétation des deux composantes de notre définition. D'une part, il y aura risque chaque fois qu'un dommage est prévisible, y compris lorsque le bien affecté n'est pas pris en compte par le calcul économique de la richesse (par exemple, au-delà d'une évolution normale, une altération du milieu ou une érosion qui entraîne des sols). D'autre part le champ d'étude du phénomène naturel, qui

devient risque lorsqu'il nous affecte, ne doit pas se voir imposer de limites, en particulier lorsque les manifestations ou les dommages sont localement modestes. Ce fut l'approche systématique des études du risque d'avalanches en Andorre, dès la première cartographie.

Dans la pratique, il faut surtout distinguer le risque du phénomène naturel proprement dit et de l'aléa. Le risque est toujours lié à un dommage potentiel pour l'homme, pour ses biens et ses activités ou pour les ressources qu'il peut mobiliser, par exemple les forêts, les sols ou les nappes phréatiques. Sans que le risque ni l'aléa ne soient définis directement - mais peut-être cela tombait-il sous le sens -, mais seulement par leurs manifestations ou par leurs conséquences, c'est ce que décrivaient les ouvrages sur les risques naturels majeurs, alors édités par le Ministère de l'Environnement français pour guider les réalisateurs de P.E.R. Suivant une démarche très pragmatique, on passait directement et sans théoriser à la cartographie, aux échelles d'intensité, graduées selon des effets observables (chutes de blocs, glissement localisé entre 2 et 6 mètres, etc), et selon les travaux de prévention à effectuer, puis aux conditions d'existence de l'aléa. Il en était de même pour l'aléa inondation. Dans les calculs de vulnérabilité aux risques, il était recommandé de délimiter des zones d'aléas³, qui seraient ensuite comparées aux zones bâties ou urbanisables, aux tracés des voies de communication et aux espaces utilisés par les activités productives, pour en déduire des classes de vulnérabilité actuelle ou future.

L'évaluation du risque

Aujourd'hui, l'aménagement du territoire comme l'information et la protection des habitants et des touristes demandent une connaissance globale des risques naturels. La prise en compte du risque implique à son tour une hiérarchisation des risques et des interventions publiques. Il faut donc établir une typologie des risques, puis définir la vulnérabilité des biens et recenser quelles sont les activités menacées ou limitées. Cela débouche forcément sur la définition de la responsabilité et, par voie de conséquence, sur la question de l'assurabilité, donc de la définition des champs respectifs des assurances et des pouvoirs publics.

³ - Documentation Française: *Les études préliminaires...*, 1990, p.25 et ss, "Qualification et cartographie de l'aléa mouvement de terrain": les manifestations du risque sont énumérées et classées, les éléments d'expertise sont précisés ainsi que les coûts des protections éventuelles, mais la notion d'aléa/risque est utilisée sans la définir.

La définition d'un risque naturel, sous l'angle de la gestion et de l'aménagement du territoire semble donc assez simple: il y a risque naturel chaque fois que des personnes ou des biens sont menacés par un phénomène naturel, ou encore, quelles que soient ses causes ou ses mécanismes, lorsqu'il met en jeu des éléments naturels. Une grande avalanche dans une montagne inhabitée du grand nord n'est pas un risque naturel. De même, un grand couloir d'avalanche dans le massif du Canigou ou dans la haute vallée du Madriu (zones sans routes ni équipements de sports d'hiver) est-il vraiment un risque naturel? Il ne le devient que lorsque ces hauts massifs sont fréquentés par des randonneurs ou bien lorsque l'avalanche menace des forêts de production. Par contre une avalanche plus modeste, comme celle de Soldeu, est un risque naturel considérable parce qu'elle menace à tout moment de l'hiver une route à grande circulation.

Dans cette optique, la question la plus délicate n'est donc pas la localisation ni l'étude scientifique du risque mais bien l'évaluation du risque dans le cadre de mesures administratives ou de couvertures d'assurance. Il est donc nécessaire de mettre en place des critères objectifs ou, à défaut, des observations empiriques mais mesurables pour définir le risque par le biais de la vulnérabilité. Cela suppose que l'on soumettra très strictement l'appréciation du risque à l'importance des dommages sur les biens, sur les activités ou sur les personnes et non pas, comme on le ferait dans une recherche fondamentale, à des critères descriptifs ou de causalité liés au phénomène naturel qui provoque le risque. Bien entendu, quelles qu'en soient ses causes, c'est privilégier une approche anthropique ou réglementaire au détriment d'une approche scientifique du risque lui-même, que cette dernière soit analytique (causes, mécanismes, effets, fréquence) ou taxonomique, selon des critères qui ne prendraient en considération que le phénomène étudié (taille des avalanches, importance des débits, etc.).

1.2.- Les risques naturels en Andorre

Les études sur les risques naturels

Au cours de la période étudiée on dispose pour l'Andorre d'un ensemble d'études important mais assez dispersé. Il arrive même que certaines études soient hors de portée des organismes qui devraient en être les premiers utilisateurs, c'est-

à-dire la *Conselleria de Serveis Públics* et les *comuns* des paroisses concernées. Ces études furent réalisées par les entités les plus diverses.

Certaines entités sont andorranes. Nous y trouvons les cabinets d'étude privés puis publics de *Serveis Públics*, quelques *comuns* comme Andorra la Vella, Ordino, Encamp ou Canillo, des sociétés privées chargées de préparer des projets d'aménagement pour les sports d'hiver (Arcalís ou Claror par exemple), ainsi que l'*Institut d'Estudis Andorrans* par le biais de son centre de l'Université de Perpignan.

D'autres entités sont des entités étrangères, comme le CEMAGREF de Grenoble ou l'Office National français des Forêts, ou comme des experts français ou espagnols contractés au forfait. Cependant, presque toujours ces études furent réalisées à la demande de l'Andorre, qu'il s'agisse de sociétés privées, de collectivités ou du gouvernement. Il n'y a guère que certains travaux universitaires ou les ouvrages de synthèse sur l'ensemble des pays catalans qui échappent à cette règle. Par contre il y avait un manque de coordination évident, qui était la conséquence de la faiblesse de la structure de l'État andorran lui-même.

Quels étaient les risques étudiés? Les études concernaient les principaux risques naturels qui affectaient la Principauté :

- **Inondations**, action des eaux sur les versants: études universitaires, rapports à l'occasion de *l'aiguat* des 7 et 8 novembre 1982⁴, études techniques de protection au cours des années qui suivirent.

- **Avalanches**: dans les années 1990 les études et la cartographie de localisation probable d'avalanches étaient très avancées en Andorre. Avec les forêts, c'était un des thèmes qui avaient été traités depuis dix ans avec le plus de continuité et de coordination. Les deux tiers de l'Andorre étaient couverts par une cartographie CLPA, réalisée par les entités les plus variées, à l'initiative du Consell General, puis du Gouvernement, et de certaines paroisses. Il faut y rajouter les travaux d'Henri Péjouan sur les Pyrénées catalanes et ariégeoises⁵.

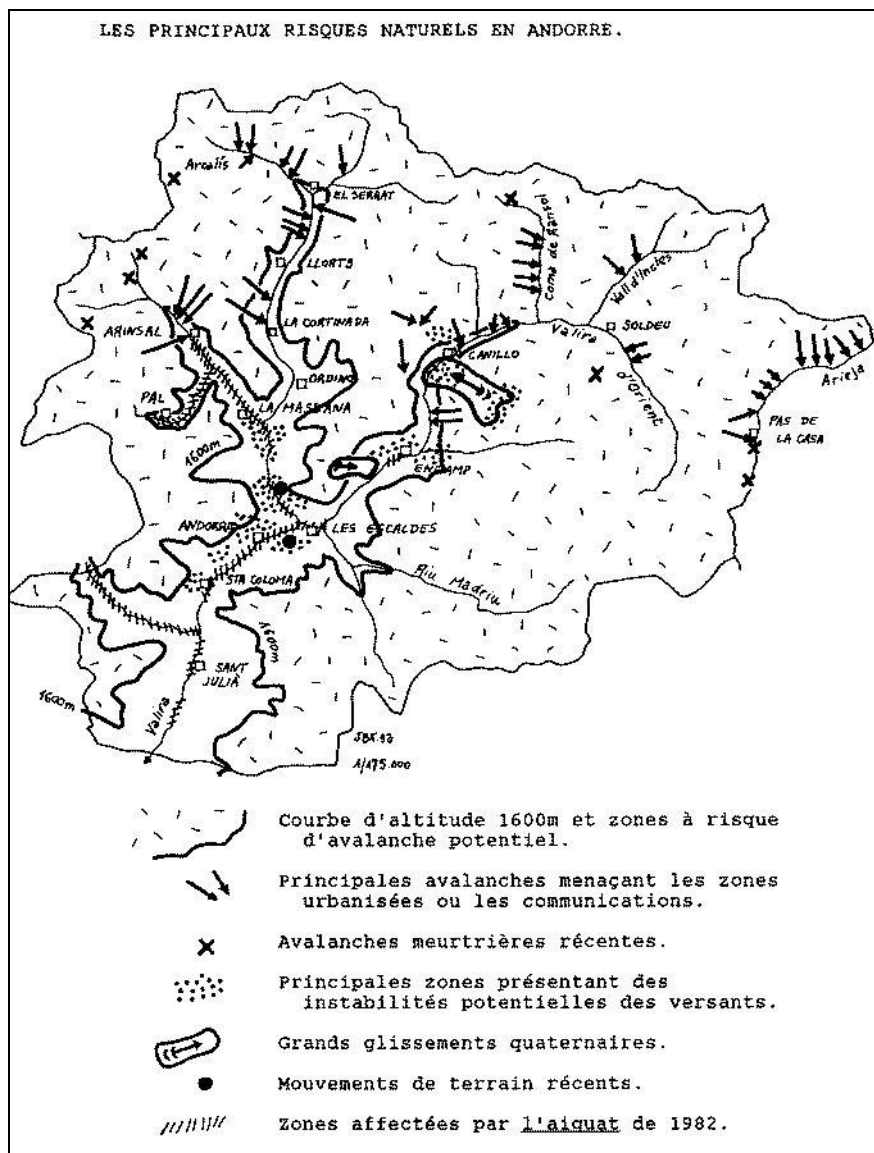
- **Instabilité des versants**: il existait des études locales sur La Massana, sur Canillo (El Forn) et sur Andorra la Vella-Les Escaldes (Solana d'Andorra et la Grella). C'étaient des études ponctuelles sur des thèmes divers. En 1990 une étude systématique des instabilités potentielles des versants et des zones inondables avait été demandée par la *Conselleria de Serveis Públics*, pour usage interne, à une

⁴ - Voir *Aiguats et inondations exceptionnelles en Andorre au XXe siècle*, collection Recerc-Ouvrages de référence n°5, Perpignan, 2013.

équipe de l'Université Polytechnique de Catalogne⁶.

- On doit mentionner le cas particulier des **forêts**. Elles ne sont pas directement liées à un risque, mais elles sont un élément déterminant dans l'étude de la dynamique des versants et de la plupart des risques naturels. Une cartographie systématique au 1/10.000e avait été réalisée entre 1983 et 1988. Une étude sur la mortalité de 1979 l'avait précédée.

- Il n'y avait pas d'étude systématique du **risque sismique** en Andorre.



Les principaux risques naturels recensés en Andorre en 1992

⁵ - Henri Péjouan, *Neige et avalanches...* 1983 et 1987.

⁶ - Volumineux rapport non édité, réalisé sous la direction de Jordi Corominas, Escola Superior d'Enginyers de Port i Camins de l'UPC. Conselleria de Serveis Públics del Govern d'Andorra.

La réalité du risque d'avalanche

C'est le risque le plus banal en Andorre, le plus quotidien et, par là, celui qui surprend le moins la population, celui pour lequel elle est le mieux préparée à accepter des contraintes. Compte tenu des activités actuelles de la Principauté et du nombre considérable de personnes non prévenues, c'était aussi le risque le plus urgent à traiter.

Dans l'économie traditionnelle, les habitants étaient moins confrontés qu'aujourd'hui au risque d'avalanche: la haute montagne n'était pas utilisée pendant l'hiver et la plupart des routes d'altitude étaient fermées, en dehors de celle passant par le Port d'Envalira, d'ailleurs très souvent fermée en hiver. Quant aux villages et aux hameaux, ils évitaient soigneusement les zones dangereuses.

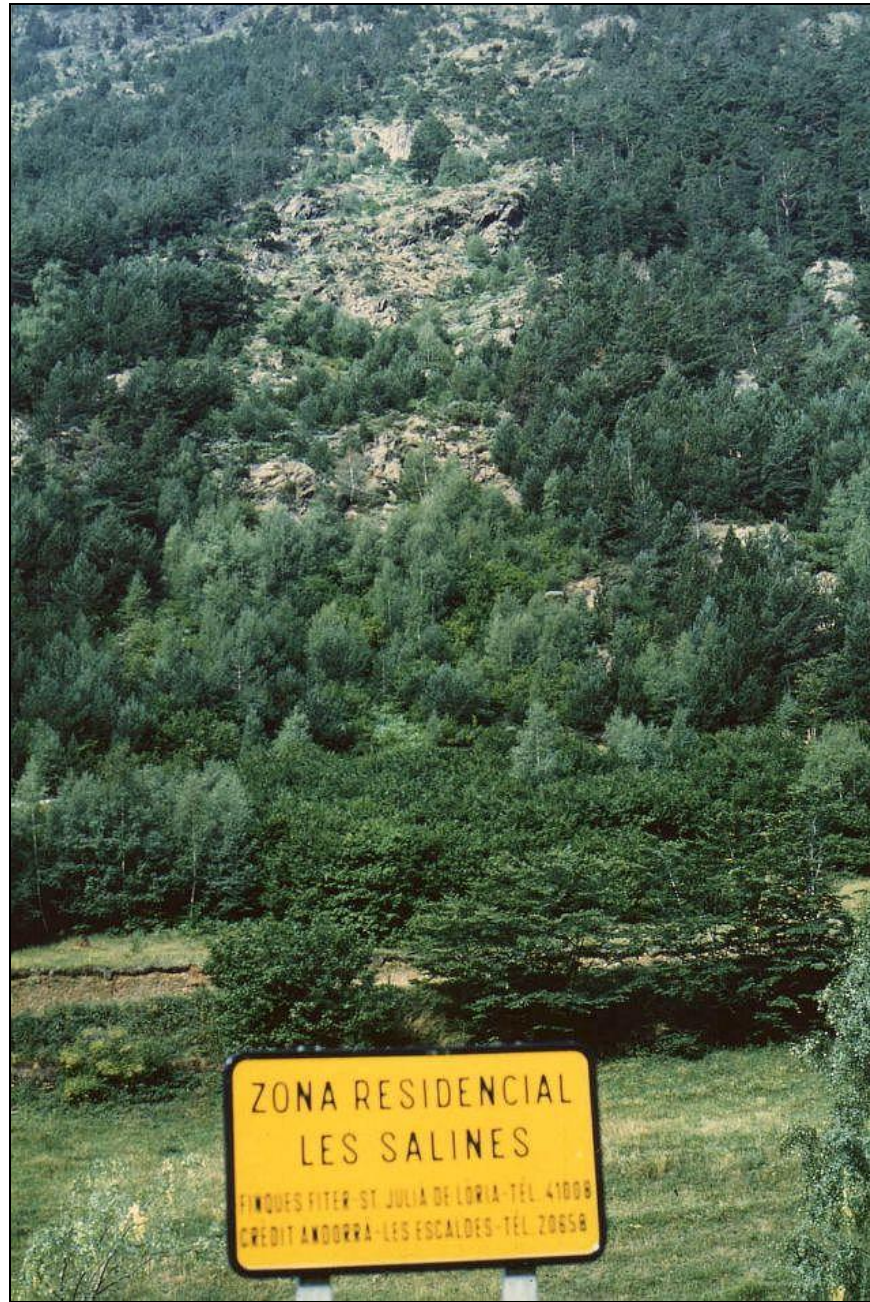
L'économie actuelle, basée sur le tourisme d'hiver, qui provoque une urbanisation croissante dans les hautes vallées, et sur le commerce, avec la nécessité d'une circulation permanente pendant toute l'année, pour l'approvisionnement comme pour les acheteurs, impliquent la confrontation croissante avec le risque d'avalanche. Les stations de ski sont nombreuses en Andorre; elles donnent accès par leurs remontées mécaniques à de très larges espaces où l'on pratique couramment le ski hors piste et la randonnée. Pour beaucoup d'amateurs de sports d'hiver, la méconnaissance du pays ou de la neige, et les sentiments de confiance en soi et de liberté que donnent la pratique de ce sport augmentent leur vulnérabilité. Pour éviter l'accroissement des accidents, qui risqueraient d'altérer l'image touristique de l'Andorre, autant que pour assurer la sauvegarde des personnes, ce risque était le premier à prendre en compte.

Mais, alors que la prise de conscience commençait à se faire, il fallait aussi gérer les situations matérielles existantes et celles qui étaient en cours de réalisation. Beaucoup d'aménagements déjà réalisés, routes, infrastructures, stations de ski, constructions diverses étaient d'ores et déjà menacées par ce risque. De là vint l'urgence, dans les années quatre-vingts, de traiter cette question à fond; il y allait de la responsabilité des élus, qui hésitaient de plus en plus à autoriser des demandes de constructions et d'équipements dans les zones menacées. Des accidents plus nombreux défrayaient alors la chronique. Certains responsables commençaient aussi à concevoir que la politique de l'autruche ne menait nulle part: plutôt que de nier la réalité du risque, mieux valait le gérer et donner de l'Andorre l'image d'un pays plus sûr. De là, et toujours parce que l'on butait localement sur un

problème concrèt, sortirent les premières cartes de localisation probable d'avalanches. Puis, après l'émergence de ces nouvelles attitudes, vinrent la systématisation des études, puis la loi et la gestion du territoire.



Les routes, les infrastructures et les constructions menacées par les avalanches en Andorre en 1992



La réalité du risque. Ordino, el Serrat : le couloir du Bosc de les Salines.

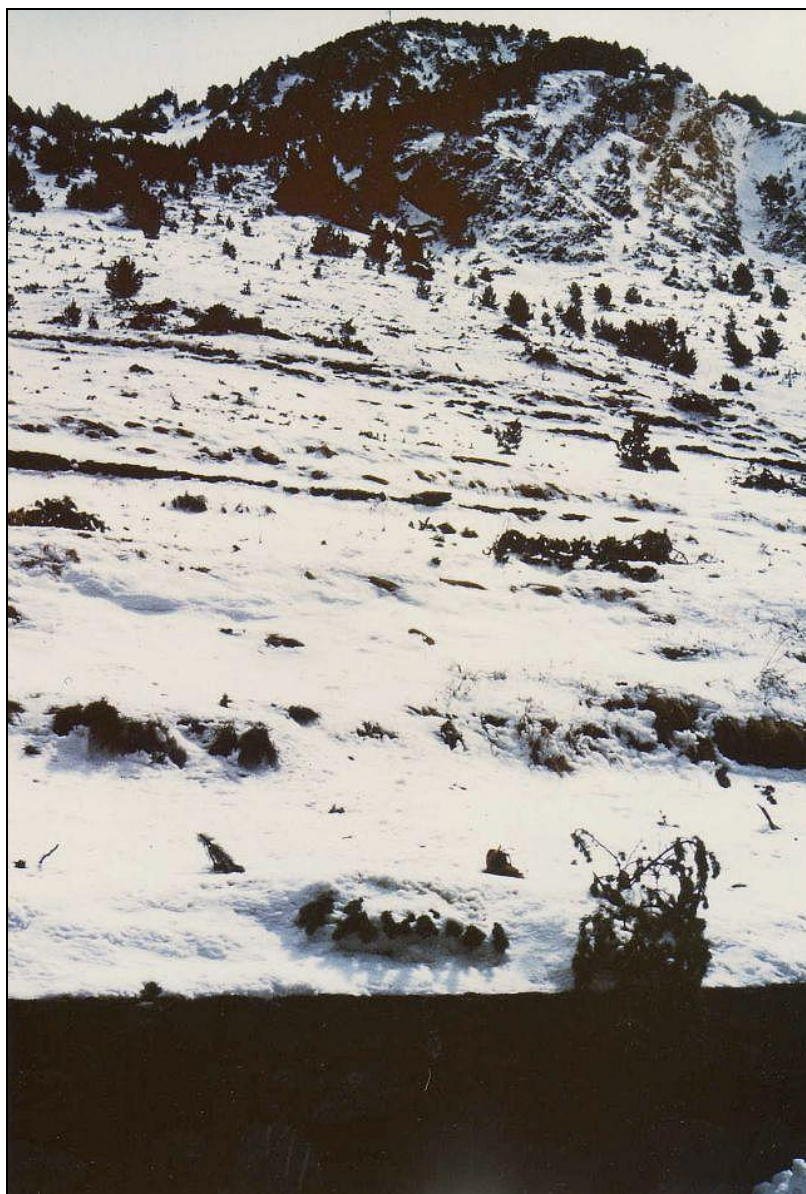
Photo Joan Becat, 28/09/1980.

Trois couloirs fonctionnels aboutissent au lotissement des Salines, qui occupe toute la base du versant. Il s'agit ici du couloir central, recensé dans le fichier d'avalanches comme *zona d'allaus del Bosc de Les Salines*. Très rectiligne et, note d'humour noir probablement involontaire, situé dans l'axe du panneau annonçant le lotissement, c'est un couloir parcouru par des avalanches de poudreuse ou de neige fraîche. Étroit, mais très bien dessiné sur le versant, il fut un des points de divergence entre l'étude réalisée par le CEA de Perpignan, qui insistait sur le risque lié tout autant à la brutalité de l'avalanche qu'à sa faible fréquence (donc à la minoration du risque par les usagers), et l'étude de l'expert recruté par le promoteur, qui ne mentionnait pas ce couloir.



La réalité du risque. Ordino, el Serrat : le lotissement des Salines. Photo. J. Becat, 13/07/1981.

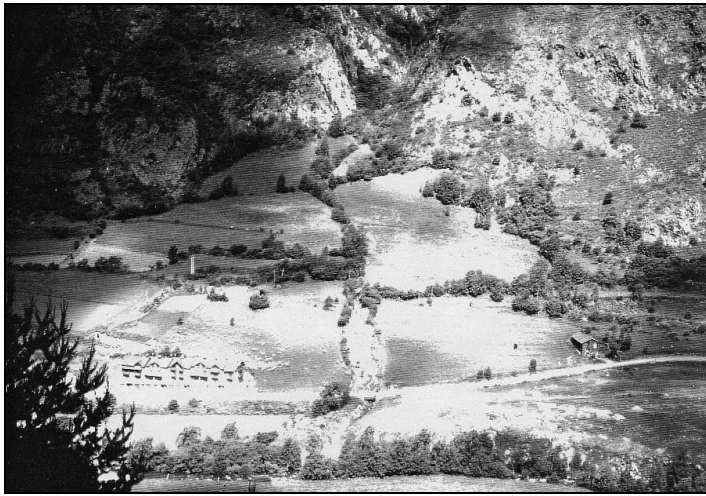
Le lotissement de Les Salines, disposé en écharpe à la base du versant, est traversé par trois zones d'avalanches, dont la principale a sa zone d'étalement sur le cône au centre de la photographie. À droite, le large couloir est dominé par les Canals del Brossós, très favorables aux départs d'avalanches de neige fraîche ou de neige de printemps. Il a une forêt caractéristique des couloirs souvent empruntés par les avalanches. Elles arrivent en général à mi-cône, mais parfois elles atteignent la Valira. Les couloirs ont été interdits à la construction, mais les derniers chalets sont en limite. C'est à propos de ce secteur que fut décidée la première cartographie de risque d'avalanche en Andorre, qui aboutit à une législation spécifique et à une couverture systématique.



Canillo, Soldeu: l'avalanche de Soldeu.

Photo. Joan Becat, 11/05/1991.

Après une grosse *nevada* tardive les 8 et 9 mai, de neige lourde de printemps, beaucoup de couloirs d'avalanches ont fonctionné dans les Pyrénées orientales, en particulier en Andorre, dans la vallée de l'Ariège et à Porté. Ici, dans son secteur ouest, la fameuse avalanche de Soldeu s'est déclanchée à partir de surcharges et d'instabilités dans des rochers et des petits couloirs herbeux, les Canals Negres. Bien qu'elle ait mobilisé la neige du versant et qu'elle ait sauté par dessus la route, tordant au passage la glissière métallique de sécurité et arrachant quelques jeunes pins, elle ne fit aucune victime car la circulation avait été momentanément interdite. Elle est souvent bien plus spectaculaire, inattendue et dangereuse.



Ordino: La Canal del Cresp et la Pleta de les Bordes d'Arans. Photo. Alain Lerouge, 04/07/1988.

La première tranche d'un lotissement récent, menacé par les avalanches, est située sur un cône de déjection à l'extrémité d'un ensemble torrentiel fonctionnel (torrentialité et avalanches) de mille mètres de dénivelé. Les avalanches de neige de printemps arrivent jusqu'aux prés du sommet du cône, qui servent de zone d'étalement. Il n'y avait pas de

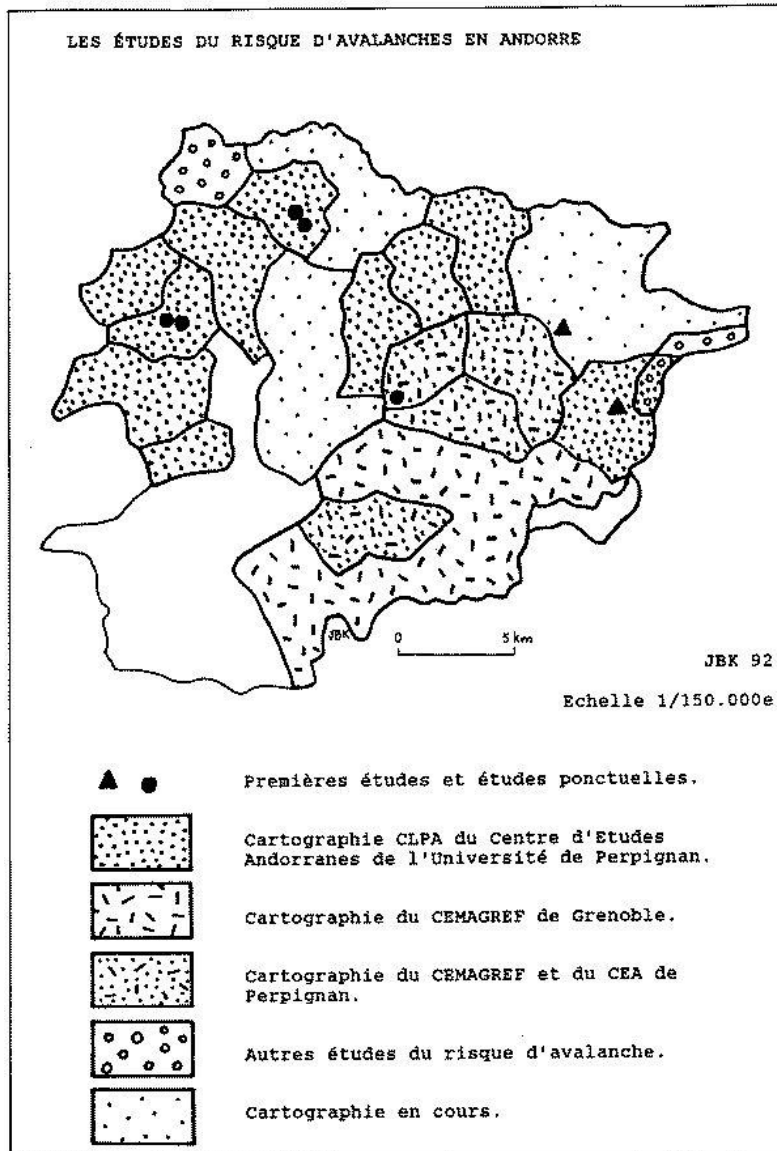
témoignages mentionnant que les avalanches arrivèrent jusqu'à la route, ni faisant état d'avalanches de poudreuse. Mais, à moins d'un kilomètre en aval, il y avait la preuve que des couloirs plus modestes avaient fonctionné avec ces types d'avalanches jusqu'à la route et au-delà. On pouvait raisonnablement penser que ce lotissement construit dans l'axe de ce couloir d'avalanche fonctionnel était menacé et qu'il faudrait se préoccuper de sa protection. La carte CLPA est réalisée depuis 1990, fut arrêtée pendant deux ans par ce point délicat au stade de l'enquête publique.

1.3.- Les études du risque d'avalanche en Andorre.

Nous verrons chronologiquement les étapes successives des nombreuses études d'avalanches en Andorre, qui était devenue au milieu des années 1990 probablement le pays pyrénéen le mieux connu sous cet angle. Nous avons déjà esquissé quelles furent les préoccupations qui y portèrent. Mais nous devons constamment insister sur les conflits qui, en réalité, motivèrent le choix des priorités.

Ce furent presque toujours des demandes d'autorisation de bâtir inacceptables et pourtant présentées, ou des conflits entre *comuns* et promoteurs, parfois originaires de la paroisse elle-même, ou encore des oppositions larvées entre paroisse et *quarts*, ou enfin des questions de responsabilité et de compétences entre services centraux, paroisses et promoteurs. Devant un problème concret, chacun renvoie la balle à un partenaire afin d'éviter de prendre une décision moralement ou politiquement délicate, et on finit par proposer pour le secteur en litige la réalisation d'une étude scientifique et donc supposée neutre. C'est du temps de gagné (la non-décision fut en Andorre pendant longtemps une technique de

gestion et un style politique), et chacun peut ensuite s'abriter derrière les résultats. Ce fut le cas pour les cartes del Serrat, d'Arinsal, de la Cortinada, de Montaup, de la Vall del Riu, des Cortals d'Encamp et de la Coma de Ransol (voir les documents annexes correspondants).



Les études du risque d'avalanches en Andorre. Situation en 1992

Les premières études

Elles concernent l'axe de communication avec la France et les problèmes ponctuels à résoudre après des accidents. Chronologiquement, il s'agit des études précédant, puis accompagnant, l'ouverture hivernale de la route l'Hospitalet-Pas de la Casa-Soldeu par le Port d'Envalira, puis des études sur l'avalanche de Soldeu et,

enfin, des rapports réalisés après l'avalanche meurtrière de 1971 au Pas de la Casa. Dès cette date les services français de l'agriculture prenaient l'initiative de proposer une cartographie d'avalanche sur Canillo et sur Encamp, les deux paroisses à travers lesquelles passe la route qui va vers la France.

Pour toutes ces études ou rapports d'expertise, le scénario est toujours le même. Ce sont les services techniques français qui en sont chargés par le Délégué permanent du Co-prince français (le Préfet des Pyrénées-Orientales), à la demande du *Consell General*. Dans la pratique, bien qu'agissant en principe au nom du Coprince, le Préfet ordonne aux services périphériques de l'État dans son département, qu'il coordine et supervise, d'effectuer ces travaux afin que la liaison de l'Andorre avec la France soit assurée sans entraves. Les documents d'archives consultés le montrent bien, car certains fonctionnaires français, peu au courant du statut de la Principauté, s'adressent au Préfet sans faire mention de l'Andorre ni des autorités qui sont censées être les commanditaires. La facture des frais de mission et d'expertise est ensuite passée pour règlement au Conseil des Vallées⁷. Ces rapports sont succints, mais précis quant à l'analyse et à la localisation; ils sont réalisés par les Directions départementales de l'Agriculture ou de l'Équipement de Perpignan, agissant comme experts, mais sous-traitant souvent l'étude à des centres de recherche français centraux dépendant de leur propre ministère.

L'avalanche du Pas de la Casa

Les premiers rapports des services des Ponts et Chaussées concernaient l'ouverture hivernale du Port d'Envalira et les problèmes de logistique et de matériel qu'elle impliquait. En 1968 un plan d'intervention est proposé au préfet des Pyrénées-Orientales, Délégué permanent du Coprince français, par la Direction départementale de l'Équipement, afin d'améliorer l'accès à l'Andorre par la route nationale n° 20 (Cerdagne-Ariège) et par sa bretelle vers le Pas de la Casa, la nationale n° 20B. Il était prévu un renforcement du déneigement avec l'installation ou le renforcement de bases d'intervention à Porté, à l'Hospitalet et au Pas de la Casa, avec un réseau de radiotéléphones.

⁷ - A propos d'une localisation du risque d'avalanches, une note datée du 14/02/1972 et émanant de la division nivologie du CERA FER de Grenoble dit: "...avait été soulevé le problème de la réalisation d'une carte de localisation probable des avalanches intéressant une partie des territoires des communes de: Encamp, Canillo, Soldeu. Nous nous y étions montrés très favorables dans la mesure où le financement ne serait pas obtenu à partir des crédits du Ministère de l'Agriculture, lesquels sont affectés par priorité à la couverture des sites les plus urgents à traiter en France."

L'avalanche meurtrière du 20 février 1971 au Pas de la Casa fut un choc pour l'opinion publique comme pour les responsables français et andorrans. Il n'y eut pas de mesures rapides d'étude ou de protection, puisque la cartographie d'avalanche ne fut entreprise qu'en 1980. Quant aux travaux sur la route et les protections paravalanches au Port d'Envalira, ils ne furent réalisés que plus tard encore, en 1982 et 1989. Mais elle est le point de départ d'une sensibilisation au risque et d'initiatives qui s'étendront ensuite à l'ensemble de l'Andorre: étude de l'avalanche de Soldeu, puis cartographie systématique du territoire.

L'avalanche de 1971 se produisit pendant la nuit du 19 au 20 février. La veille et pendant la nuit il était tombé une importante couche de neige fraîche, de l'ordre de 60 cm à un mètre d'épaisseur, peu adhérente à la couche inférieure. Avec le vent, les corniches qui se formaient en permanence à la limite des *plans* s'étaient renforcées. Celles qui sont au nord du col, donc au-dessus des derniers lacets de la route et qui menacent l'agglomération du Pas de la Casa elle-même, n'étaient jamais purgées ni contrôlées, à cette époque comme jusqu'en 1989. La rupture de deux de ces corniches à 3h du matin, au lieu-dit la Font de la Gavatxa, provoqua une avalanche qui dévala jusqu'au Pas, mettant en mouvement la neige de ce long versant. Elle recoupa en six endroits les lacets de la route, elle détruisit et emporta deux chalets alors sans occupants, ne laissant que les socles en béton, et elle aboutit au coeur du Pas de la Casa où elle détruisit le centre médical. C'était une construction préfabriquée; la victime fut une des deux personnes qui y dormaient. Depuis, la partie inférieure de cette trajectoire a été urbanisée, du bord de la route où étaient situés les deux chalets jusqu'au front de l'avalanche de 1971, c'est-à-dire à l'aire de départ des premières remontées mécaniques.

À cette époque l'opinion publique française était aussi très sensibilisée au risque d'avalanches, après des accidents survenus dans les Alpes, et les Ministères français de l'Intérieur, de l'Équipement et de l'Agriculture lançaient une action d'inventaire des zones avalancheuses, essentiellement dans les Alpes. La circulaire aux préfets concernés, qui précisait la procédure à suivre, date en effet du 24 août 1971. Dès le mois de mars le préfet des Pyrénées-Orientales, en relation avec la Viguerie française en Andorre, propose l'envoi de spécialistes et l'implantation d'une station nivométéorologique au Pas de la Casa. C'est le service de la Llavanera à Perpignan qui sera chargé de superviser l'opération et de traiter les données recueillies, dans le cadre d'un réseau sur les Pyrénées-Orientales, puisque d'autres postes semblables étaient prévus au Coll de Pimorent, à Font Romeu et aux Angles. L'objectif était de pouvoir donner l'alerte dans l'hypothèse d'une nouvelle situation

dangereuse. Le préfet en demanda le financement au Conseil Général de son département, qui éluda la question en la reportant au budget suivant. La station du Pas de la Casa sera finalement installée mais, en 1974, le chef de la station météorologique de Perpignan signalait que le fonctionnement du poste, confié à la paroisse d'Encamp, était seulement passable. Certaines années, faute de personnel, il ne fonctionnera pas.

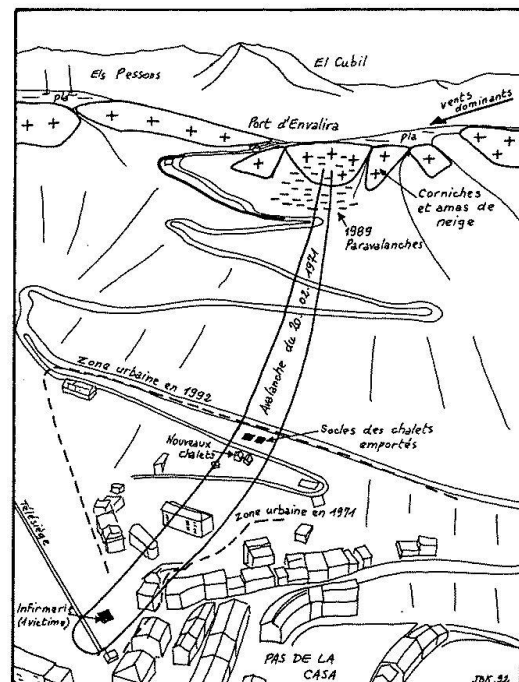


Encamp: le Pas de la Casa et le Port d'Envalira en 1981. Photo. A. Lerouge, 18/04/1981.

Les emplacements des corniches apparaissent, en particulier à droite du col, où le versant qu'elles dominent entre le *pla* et les deux premiers lacets a des rochers et de la *gespa* glissante. Dix ans après les socles des deux chalets emportés sont encore visibles. Les immeubles en contrebas ont été construits depuis l'avalanche de 1971, sans que rien n'ait changé quant aux éléments favorables au risque. L'urbanisation progressa encore, puis une protection fut mise en place, qui atténua le risque dans la zone urbaine.

Encamp: le Pas de la Casa et le Port d'Envalira.

Croquis d'interprétation de la photographie précédente, avec la localisation de l'avalanche du 20 février 1971, la localisation des travaux effectués: dédoublement de la route à l'avant-dernier lacet et travaux de défense active paravalanche. Les limites de l'extension de la zone urbaine en 1971, au moment de l'avalanche destructrice, et en 1992 sont indiquées par des tiretés.



Toujours en 1971 et à l'initiative du préfet Gilbert Carrère, la réalisation d'une carte d'avalanches est proposée. Il prend contact avec l'Institut Géographique National français, qui réalisait alors une étude semblable sur Besines en Ariège, et avec le responsable pour les Pyrénées de la division nivologie du ministère de l'agriculture. Pendant l'été des visites de terrain aboutissent à un projet d'étude pour établir une carte inventaire des avalanches autour du Pas de la Casa, portant sur environ 5.000 hectares. Compte tenu du caractère prioritaire des sites français des Alpes, une participation financière est demandée à l'Andorre. Par ailleurs un expert du Centre d'étude de la neige de Grenoble conseille la réalisation d'ouvrages paravalanches ou de terrassettes. Comme s'il s'agissait d'un territoire français, il pense que les études et les travaux incombent au ministère de l'agriculture et à son service du CERA FER, lui aussi grenoblois.

Pour information et suggestions le plan d'action est communiqué au Viguiier français en Andorre et au "maire" d'Encamp. Il ne semble pas que le *Consell General* des Vallées d'Andorre ni la paroisse de Canillo aient été alors informés. Il était recommandé à la paroisse d'Encamp d'interdire de construire des habitations dans les zones à risque d'avalanche tant qu'une cartographie n'était pas établie, ce qui n'empêcha pas la construction dans le couloir d'avalanche lui-même, comme on peut le constater sur la photographie aérienne que nous présentons, prise en mars 1981. En dehors de la station nivométéorologique, tout restera à l'état de projets.

En 1976, dans le cadre de la lutte contre les avalanches, le ministre de l'intérieur français propose aux préfets les services des militaires afin d'effectuer des tirs préventifs de déchanement d'avalanches à l'aide de canons de 75 sans recul. La station andorrane du Pas de la Casa fut prévue dans cette campagne mais, le plan de bataille n'ayant pas de suite dans les Pyrénées-Orientales, elle échappa à ce pilonnage salubre.

Cette fois, à l'initiative des Andorrans eux-mêmes, les réalisations sur le versant du Pas de la Casa commenceront réellement une dizaine d'années après, sur décision et sur financements du *Consell General* puis *Conselleries* compétentes du Gouvernement. L'élargissement de la route qui mène au Port d'Envalira, ainsi que son dédoublement sur un tronçon (avec abandon de l'ancienne route près du versant, qui devenait ainsi une grande banquette), ne résolvait pas la question des corniches et des départs potentiels d'avalanches, mais atténuaient au moins leur impact et limitaient l'effet d'entraînement sur le versant. Une carte de localisation probable d'avalanches fut décidée par le *Consell General* en 1980, confiée au

Centre d'Etudes Andorranes de Perpignan et soumise à l'enquête publique en 1981. Enfin, en 1989, il fut procédé à la mise en place d'ouvrages de défense active dans les zones de départ (filets et râteliers paravalanche). Mais, en ce qui concerne la circulation, c'est la perforation du tunnel sous le Port d'Envalira (1992- 1994) qui permettra de fermer la route plus souvent lorsqu'il y a du danger, et non pas de jouer avec le risque, comme c'est parfois le cas auparavant.

L'avalanche de Soldeu

Après les premières initiatives afin d'élaborer une cartographie, sans suites concrètes, chronologiquement, la première étude de risque d'avalanche réalisée en Andorre est celle de l'avalanche la plus connue de la Principauté, *l'Allau de Soldeu*. C'est l'ouverture permanente de la route de France qui posait avec acuité le problème de cette avalanche, car elle menaçait à tout moment la circulation sur la *carretera general* à cinq cents mètres en amont de Soldeu.

Le 9 avril 1974, le *Consell General* confia à *l'Oficina de Treballs Públics*⁸ une étude sur la protection du secteur de route menacé par *l'Allau de Soldeu*. Celle-ci, par la voie du *Síndic* (octobre 1974) et du Délégué permanent du Coprince français, demanda l'aide de techniciens qualifiés de l'ONF Midi-Pyrénées. L'Office National français des Forêts accepta et prépara une convention à signer entre "la République d'Andorre" et lui-même, "pour l'étude de l'avant-projet des travaux de paravalanches (défense active par stabilisation du manteau neigeux)" entre le Riu Xic et le Roc del Rocatell. Le coût était de vingt mille francs. Après rectification des titres, traduction, et en-tête de "*Treballs Públics del M.I. Consell General*", la convention sera signée le 6 octobre 1975. L'étude, accompagnée d'un bilan chiffré et d'une carte de localisation des ouvrages et des travaux, fut livrée le 26 août 1976⁹.

Elle prévoyait une défense active sur trois niveaux. Au sommet, au-dessus des rochers et des couloirs de départ, là où la pente était plus douce et convexe, on établirait une ligne de toits-buse puis une zone de barrières à vent vers le nord-ouest, c'est-à-dire face aux vents dominants qui provoquent le surenneigement des zones de départ des avalanches, et vers l'est des banquettes larges. On équiperait

⁸ - Il s'agit d'un bureau d'études privé à qui étaient confiés systématiquement des études et des travaux pour le compte du *Consell General*, entre autres la réalisation de la couverture cartographique d'Andorre. Lors de la création d'un gouvernement et d'une administration, une partie de ses employés constituera l'ossature de la *Conselleria de Serveis Públics*.

⁹ - C'est le scénario classique, que l'on peut transposer dans d'autres domaines: pas d'administration propre andorrane alors que l'importance de l'économie et la masse de population le demanderaient;

les rochers et les zones de départ des râteliers paravalanches plus ou moins denses, associés localement à des banquettes étroites ou à des gradins. Quant au versant d'éboulis qui mène à la route, il était prévu son façonnement systématique en banquettes, larges en bas, étroites en haut, selon la pente. La zone devrait être clôturée afin d'éviter le passage des animaux et de permettre un reboisement partout où cela serait possible. Bref, un équipement classique de défense active destiné à protéger une crête à corniches ou à congères et un versant avalancheux.

Il ne s'agissait pas d'empêcher l'avalanche, mais d'éviter autant que possible sa formation et d'en limiter les effets. Le coût total des travaux était estimé à quatorze millions de francs, une somme finalement assez proche du coût d'un tunnel paravalanche¹⁰.

Le projet n'eut pas de suite. Le bureau d'études privé andorran réalisa (c'est-à-dire fit réaliser) d'autres études concernant la réalisation d'un tunnel et la déviation de la route par le versant opposé, donc à *l'obac*. Après consultation du *Comú* de Canillo, qui s'orientait vers la déviation, solution qui ne convenait pas au *Quart* de Soldeu qui préférait la couverture du secteur à risque, le 31 juillet 1980 la *Junta de Serveis Públics* (commission ad-hoc du *Consell General*) ne se prononça pas. Elle renvoya l'affaire au *Comú*, mais elle se chargea de prendre contact avec les propriétaires affectés. Selon des communications postérieures il semble que ceux-ci n'aient jamais pu être réunis en totalité, ce qui empêcha toute décision, puisque la procédure d'expropriation pour cause d'intérêt public n'existait pas alors.

En 1993 la question restait encore posée, bien qu'une installation CATEX de défense active ait été réalisée. *L'Allau de Soldeu* était toujours fidèle à sa réputation. Elle descendit même le 10 mai 1991, coupant la route, emportant quelques arbres et faisant de menus dégâts aux équipements routiers, mais sans victimes.

Même après les grands travaux entrepris pour éviter le franchissement hivernal du Port d'Envalira, *l'allau de Soldeu* menacera toujours la route puisqu'elle est située bien après la sortie du tunnel. L'élargissement dans ce secteur, pour porter la chaussée à trois voies, ne résoudra pas la question car il n'est pas possible de décaler la route hors de la zone. Les seules solutions possibles restaient les suivantes, pour l'essentiel semblables à celles qui furent envisagées vingt ans auparavant:

utilisation onéreuse des services privés et des administrations françaises ou espagnoles.

¹⁰ - L'avalanche de Soldeu avait fonctionné plusieurs fois jusqu'à la route au cours de chaque hiver entre 1970 et 1974. En 1976 le coût d'un tunnel-galerie était de 18.000 francs le mètre, soit pour les 900 mètres menacés un coût total de 16,2 millions de francs.



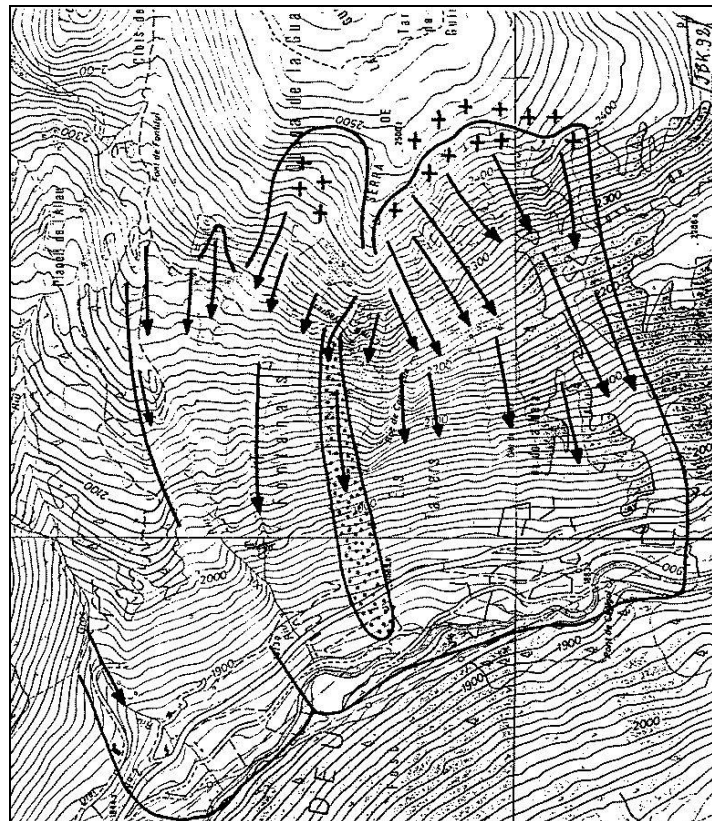
Canillo, Soldeu: l'avalanche de Soldeu.

Photo. Joan Becat, 11/05/1991.

Au premier plan nous avons le chalet construit en limite de la zone d'avalanche du Riu Gros, qui vient du Planell de l'Allau.

L'Allau de Soldeu proprement dite est au second plan. En haut, à 2.500 m d'altitude une surface sommitale couronne la Serra de la Guardiola, avec une suralimentation sous le vent, dans les rochers et les couloirs herbeux qui dominent la route. Les départs ont lieu dans ces chenaux mais aussi dans le versant. L'avalanche du 9 mai 1991, ponctuelle, est partie du couloir au centre des Canals Negres, gauche de la photographie.

Un extrait de la carte au 1/10.000e Valls d'Andorra avec, en surcharge, la zone d'avalanche dite de *l'Allau de Soldeu*. Le secteur le plus dangereux est celui dont les départs se font à partir des Canals Negres (l'avalanche de neige lourde du 09/05/1991 a été indiquée en surcharge par une trame et des rochers sous le *pla* de la Serra de la Guardiola. Les flèches soulignent les couloirs les plus actifs. L'avalanche passe parfois la Valira et remonte sur l'autre versant. Bien que le plus souvent de neige fraîche ou de neige lourde, *l'Allau de Soldeu* peut aussi prendre la forme de poudreuse. Le secteur du Riu Gros, du Riu Xic et dels Fontanals, également avalancheux, est moins actif.



- L'installation de défenses actives dans la zone de départ et sur le versant, avec des purges artificielles chaque fois que cela s'avèrerait nécessaire, comme dans les

stations de ski pour les versants dangereux. C'est la seule solution adoptée au début des années 1990, avec un câble CATEX. Bien que ne résolvant pas le problème, c'était une des mesures transitoires d'urgence, d'ailleurs suggérée par les premières études.

- L'installation de systèmes de détection déclanchés par l'avalanche lorsqu'elle se produit, bloquant la circulation par des feux tricolores ou par des barrières. Mais le parcours bref de l'avalanche et la largeur assez importante du couloir rendent ce procédé peu sûr, car des véhicules peuvent se trouver déjà engagés.

- La construction d'une galerie paravalanche. Bien que coûteuse, c'est la solution la plus fiable, qui mettrait la route définitivement hors de danger.

- La construction dans ce secteur d'une nouvelle route passant par *l'obac*, donc sur l'autre rive du Valira, et rejoignant la route actuelle avant Soldeu ou après, au niveau du Grau d'Incles. C'est aussi une solution coûteuse, qui aurait le mérite de raccourcir et de simplifier le trajet vers Andorra la Vella, mais qui provoquerait un grand impact sur le paysage et une gêne évidente pour la station de Soldeu.

Le Centre d'Etudes Andorranes de l'Université de Perpignan

Ce centre fut créé en 1977, à la suite d'une convention entre une entité andorrane qui naît au même moment, *l'Institut d'Estudis Andorrans*, et l'Université de Perpignan. Pendant plus d'une dizaine d'années il fonctionne en relation avec les départements concernés de cette université, pour s'en éloigner ensuite. À l'origine, il s'agissait, d'une part, de donner une impulsion aux études sur l'Andorre dans les domaines des sciences sociales et juridiques et, d'autre part, de participer au programme d'andorranisation de l'enseignement dans la Principauté, qui ne bénéficiait alors que d'un enseignement français et d'un enseignement espagnol. Un centre d'étude semblable était créé en même temps à Barcelone, qui eut longtemps une activité réduite. Le comité directeur de *l'Institut*, présidé par le Syndic des Vallées d'Andorre, semble avoir été constamment marqué par la présence et par l'influence des représentants des Coprinces.

Si les études sociales et de population furent en général peu programmées par ce comité¹¹, et si les orientations vers l'aide à la pédagogie andorranes semblent

¹¹ - Sur cette question voici l'extrait d'un article de J. Becat, "*Introducció als moviments migratoris i evolució de la població andorrana*", *Els moviments migratoris a Andorra*, éditions Maià, Andorra la Vella, 1991, page 16: "*Quan, al final dels anys setanta es van proposar -i començar a elaborar- estudis*

avoir souffert d'une certaine ambiguïté et de difficulté dans les rapports avec les enseignements dominants alors en place en Andorre, il n'en fut pas de même en ce qui concerne les orientations vers l'archéologie et la montagne. Les études sur le risque d'avalanches en bénéficièrent.

Cela se matérialisa par des demandes de prestations de services en 1978, à propos du dépérissement et de la mortalité des forêts andorranes, puis par des travaux sur contrats concernant la cartographie d'avalanches à partir de 1980. C'était une évolution vers un centre d'études techniques, que confirmaient les campagnes de fouilles effectuées sur le site préhistorique de la Margineda, plus que l'extension à l'enseignement supérieur de l'andorranisation pourtant prévue par les statuts de *l'Institut*.

La première demande d'étude du risque d'avalanche en Andorre, en 1980, couvrait trois secteurs: El Serrat, la vallée moyenne du Riu Madriu et l'ensemble de la station du Pas de la Casa-Grau Roig et de ses environs. Le secteur de *l'Allau de Soldeu* en fut expressément exclu car il possédait déjà une étude. Le groupe de géographie du CEA de l'Université de Perpignan présenta un projet, qui fut mis en concurrence avec celui du STGREF (plus tard CEMAGREF) par les services compétents andorrans. Le projet perpignanais fut préféré car moins coûteux, plus détaillé et plus complet.

Appuyée par une intervention du préfet des Pyrénées-Orientales, Délégué Permanent du Coprinco français, la collaboration des services départementaux et de la CRS 58 fut sollicitée, avec des succès divers. La Direction de l'Équipement fut assez directe, rappelant à l'ordre le préfet lui-même: cette étude sur l'Andorre, décidée par des services de la Principauté et confiée à un organisme andorran, fut interprétée comme un empiètement sur les compétences des services français¹². Comme on peut s'en douter, la coopération postérieure ne fut guère exemplaire. Heureusement, il en fut autrement avec les CRS de montagne de la compagnie de

sobre població i societat a Andorra, sobre les necessitats socials i la inserció, es van censurar i rebutjar. S'ha de reconèixer que, en el seu temps, l'IEA va descartar les propostes sobre aquests temes. Des d'aleshores queda aquest buit. La mateixa institució de recerca andorrana (única fins ara), encapçalada pels dos coprínceps, pel Consell General i pel govern d'Andorra -finançada pels dos últims citats- no ha fomentat cap estudi sobre uns temes bàsics per a Andorra: Estat, poders i reforma (quan s'ha publicat sobre nacionalitat no va ser per foment sinó que es va assumir la publicació d'un estudi, molt ben fet, realitzat en un altre marc); necessitats socials; població; migracions i implicacions de les migracions; sociolingüística i problemes lingüístics; llengua i modalitats del parlar andorrà; mitjans de comunicació (no es va voler assumir un estudi sobre les ràdios a Andorra); sistema educacional i conseqüències socials; economia i necessitats laborals.(...) Tots aquests temes estan per conrear."

¹² - La lettre du 19 novembre 1980 dit textuellement: "Je me dois d'attirer votre attention sur le fait que le service compétent en la matière est la Direction Départementale de l'Agriculture, qui dispose à l'échelon national d'un organisme spécialisé à savoir la division nivologie du CTGREF à Grenoble." Cet organisme était celui qui présentait par ailleurs un projet concurrent.

Perpignan. Pendant tout l'hiver 1980-1981 les CRS-sauveteurs en poste au Pas de la Casa observèrent et notèrent l'évolution du manteau neigeux et les avalanches dans l'ensemble de la haute vallée. Le groupe d'étude put aussi profiter de leur parfaite connaissance et de leur expérience de ce secteur¹³. Il en fut de même avec le directeur de la station du Pas de la Casa-Grau Roig.

Les demandes et les objectifs

Ces travaux de cartographie et d'inventaire d'avalanches connurent plusieurs phases successives. Les premières commandes concernaient deux zones où se posaient des questions délicates, au lotissement des Salines pour la carte del Serrat et au Pas de la Casa lui-même. La Vall del Madriu fut rajoutée sur les conseils du groupe d'étude. La commande de la cartographie d'Arinsal et du massif du Coma Pedrosa était liée aux zones urbanisables dans cette station. Elle fut étendue à Pal à cause de la création de la station du Bosc de Pal et des projets d'extension du domaine skiable d'Arinsal vers Setúria. Celle de l'Angonella et de La Cortinada dérivait des demandes de permis de construire dans des zones qui semblaient être menacées par les avalanches. Celles des vallées du nord de Canillo visaient à couvrir des zones urbanisables dans l'étage des *bordes* et les *solans* de la vallée principale, où étaient situés les villages et la route principale. La demande de couverture de la zone centrale est liée aux projets d'extension des stations de ski existantes et au projet des Cortals d'Encamp; comme la couverture réalisée entre temps par le CEMAGREF de Grenoble ne semblait pas suffisante, une nouvelle étude nous fut demandée. Les derniers projets sont différents, puisqu'ils étaient la conséquence de la mise en place d'une législation faisant obligation d'une couverture CLPA sur tout le territoire andorran concerné par le risque d'avalanche.

On voit donc quels sont les objectifs réels qui existaient toujours derrière ces demandes successives: chaque fois il y avait un problème concrèt et ponctuel à résoudre, caché derrière la cartographie de tout un secteur. Par contre, les nouvelles stations de ski ont échappé à cette stratégie, puisqu'elles ont toujours bénéficié d'études spéciales placées hors des enquêtes publiques. Le Centre d'Etudes Andorranes de Perpignan a été l'instrument de cette politique d'aménagement du

¹³ - Il est certain que leur amour de la montagne et leur souci de la sécurité des skieurs et des randonneurs compta autant que les ordres donnés par leur supérieur pour les CRS en poste au Pas, qui firent un travail précis et fiable. Le commandant Cointepas donna une forte impulsion à cette collaboration et ouvrit les archives de sa compagnie, qui avait fait dans le passé la quasi totalité des interventions de secours en Andorre. Le capitaine Saboya, qui dirigeait le groupe de montagne, nous accompagna et nous aida dans les travaux de terrain.

territoire, mais sa limitation et son ambiguïté ont toujours résidé dans le manque de moyens spécialisés et de personnel technique compétent. Il y avait cependant des aspects positifs, car ce Centre de Perpignan était en relation étroite avec les autorités andorranes qui le contrôlaient, puisqu'il en était l'émanation; mais surtout, il donnait au groupe d'étude une tranquillité et une indépendance d'esprit qui lui venait de son appartenance à l'Université de Perpignan et de la désignation de ses membres par le Conseil de Faculté, en particulier dans l'hypothèse d'éventuelles pressions lors des études et des enquêtes publiques.

Les objectifs assignés aux études apparaissaient clairement dans la décision du *Consell General*¹⁴ de juin 1980, qui amena la première cartographie du risque d'avalanche. Derrière ces premières demandes puis de la continuité des études, il y a le rôle déterminant de quelques personnes: le *Conseller* Simó Duró et le *Comú* d'Ordino pour les premières études, la ténacité des responsables administratifs et techniques, Francesc Areny et Ramon Cereza, puis Joan Estradé, qui réalisèrent progressivement une cartographie exhaustive du risque d'avalanche. Il y a surtout les Consellers d'Agricultura et d'Indústria, et tout particulièrement Josep Vidal Martí, Lluís Molné Armengol et Jaume Bartumeu Cassany, qui proposèrent et qui couvrirent ces études, avec beaucoup de rigueur et une grande fermeté lors la phase de présentation des résultats et de l'enquête publique.

La méthodologie

Le souci de l'adaptation à la situation andorrane

Comme pour la cartographie des forêts, et pour les mêmes raisons, la méthodologie était une création, à la fois sur le plan des observations, de l'utilisation de la télédétection et de la cartographie. Elle mobilisait des éléments et des techniques qui étaient tous bien connus. L'originalité venait de leur assemblage et de la cartographie à l'échelle du 1/10.000e, ainsi que des cartes géomorphologiques et de la végétation proposées simultanément, et de l'utilisation dans le dossier destiné

¹⁴ - « Acord del M.I. Consell General. 26/06/1980. Allaus, desprendiments de pedres i torrents. Vista la necessitat de promulgar una legislació, concreta i específica, regulant la construcció de vivendes en llocs que poden estar afectats per l'existència d'allaus, desprendiments de pedres i torrents, s'encomana a la M.I. Junta de Serveis Públics, l'elaboració d'un estudi dirigit a la finalitat esmentada, per la qual cosa es podran tenir en compte els treballs ja elaborats -o en curs d'elaboració- de l'Empresa STCREF i del Sr BECAT, de l'Institut d'Estudis Andorrans. Mentres s'elabora aquesta normativa, s'aprova, tanmateix, que la M.I. Junta de Serveis Públics, en col·laboració amb els Hbles Comuns, procedeixi a la realització d'un inventari dels llocs en els quals es poden produir allaus, desprendiments de pedres i

à l'enquête publique des photographies de repérage avec leur interprétation.

Pourquoi une cartographie qui était davantage un document d'aménagement et de support à des décisions administratives qu'un premier document de localisation? Nous avons eu le souci d'éviter deux cartographies successives à deux échelles différentes: avec l'excellente couverture andorrane au 1/10.000e, il était possible d'obtenir des cartes de risque précises qui permettaient de couvrir en une seule fois l'ensemble de chaque secteur étudié. Seules, les zones urbaines pouvaient demander ensuite, si c'est nécessaire, une cartographie plus détaillée à l'échelle des plans urbains: 1/500e, 1/1.000e ou 1/2.000e. Mais, même dans ce cas, l'essentiel des zones d'avalanche et des limites seraient déjà connues et permettraient de prendre des décisions dans bien des cas et, par conséquent, de limiter les situations d'attente.

Il y avait aussi le souci constant, dans les rapports qui accompagnent la cartographie, d'être proche des habitants et des décideurs politiques: par l'utilisation systématique de photographies, avec leur interprétation et des croquis explicatifs, ainsi que par les commentaires et la nomenclature qui reprenaient le vocabulaire et les repères connus de tous. Voyez en documents annexes l'ensemble de ces onze documents des enquêtes publiques, qui se sont échelonnées entre 1983 et 1994.

Les moyens utilisés

La phase d'étude s'étendait en principe sur une année afin de pouvoir réaliser deux campagnes d'observation en hiver et en été, ainsi que des observations complémentaires au printemps sur les dernières neiges, sur l'emplacement des corniches et des accumulations de neige, sur les secteurs les plus rapidement déneigés et sur les culots d'avalanches. Bien qu'elle puisse sembler aller de soi et banale, cette continuité de l'observation sur un secteur donné, ainsi que la mobilisation des observations antérieures, couvrant parfois une décade, sont une des originalités des études en Andorre par rapport aux méthodes classiques appliquées en France. En effet, que ce soit à cause de l'importance des surfaces à couvrir en peu de temps, ou des facteurs humains et budgétaires, le suivi sur le terrain et la vérité-terrain avant ou après la photo-interprétation sont toujours des facteurs limitants. En France, comme plus récemment en Catalogne, une étude de ce genre comprend une photo-interprétation et une cartographie de localisation à

l'échelle du 1/20.000e ou du 1/25.000e, suivies d'une rapide enquête de terrain¹⁵. C'est le processus inverse qui a été choisi par notre groupe, avec une étude fouillée du terrain, qui permettait aussi de réaliser une carte de géomorphologie détaillée et un inventaire des facteurs favorables, avec une observation la plus continuée possible accompagnées d'une photo-interprétation. La qualité de l'excellent fond de carte andorran au 1/10.000e fut pour beaucoup dans le choix de la méthodologie; il eût été aberrant et peu sérieux de ne pas mettre à profit cette opportunité, que n'offraient malheureusement pas les couvertures françaises.

Dans la pratique, il y eut toujours une convergence de moyens et de procédés mobilisés simultanément. On utilisa la télédétection, dont la photo-interprétation classique de couvertures aériennes verticales, mais par le biais de couvertures obliques de diapositives couleur ou infra-rouge couleur prises depuis un hélicoptère. Chaque carte a bénéficié d'une couverture spéciale d'été et parfois d'hiver. Les photographies verticales de 1948, 1972, 1982 et 1986 permirent de voir l'évolution de la végétation et du couvert forestier et, bien entendu, le dessin des cartes. Les photographies obliques par rapport à l'horizontale offrent l'incalculable avantage en montagne d'être perpendiculaires au versant et de mettre en évidence, à peu de frais, grâce aux diapositives en infrarouge, la qualité et le rôle du substrat et de la végétation, ainsi que les traces des avalanches antérieures.

Le reste est pure routine, afin d'accumuler les éléments utiles: levés de géomorphologie et de végétation, terrain et suivi hivernal, état du manteau neigeux, bilan des hivers précédents et archives diverses, enquêtes auprès des utilisateurs traditionnels et actuels de la montagne. Les témoignages sont toujours confrontés aux études et aux observations qui précisent l'utilisation locale de la montagne depuis un siècle, la situation et l'évolution des modelés et de la végétation, l'analyse des traces laissées par les avalanches, l'empreinte du manteau neigeux sur la végétation.

La composition du groupe d'étude a changé selon les contrats, mais elle a toujours réuni des personnes ayant des compétences variées: géographie, cartographie, botanique, spécialistes de la neige, de la photographie, et des personnes connaissant bien le terrain, andorranes ou non. Les chercheurs ou spécialistes ayant participé à la totalité des études sont Henri Péjouan, Alain

¹⁵ - Ce fut la méthodologie utilisée par le CEMAGREF sur l'Andorre, ces conditions d'étude étant précisées par contrat. Bien que l'Andorre possédât un excellent fond topographique au 1/10.000e, l'IGN, qui fit la photo-interprétation, et le CEMAGREF, qui assura la livraison, produisirent une cartographie au 1/20.000e.

Lerouge et l'auteur de cet ouvrage, qui assura toutes les synthèses et les rédactions.

En se gardant de s'en étonner, il faut cependant souligner la difficulté des enquêtes auprès des habitants ou des personnes concernées par la cartographie du risque d'avalanche: propriétaires ou usagers, responsables locaux, agents économiques, etc. Il y a souvent méfiance et rétention de l'information. Rarement nous avons obtenu spontanément des informations complètes et fiables. C'est habituel dans ce genre d'étude, d'autant que pendant longtemps il n'existait pas en Andorre de législation qui puisse imposer les résultats ni de procédure d'enquête publique qui obligeât les personnes en disconformité avec la cartographie à manifester leurs remarques.

C'est pour cela que toute enquête a été précédée d'une étude approfondie du terrain et des témoignages laissés par les avalanches, afin de déterminer les couloirs, les facteurs favorables et, si possible, les types d'avalanches et leur fréquence. Avec ces éléments, même incomplets, les enquêtes ont toujours été plus fructueuses, et souvent très approfondies: il n'était plus nécessaire de se taire, mais au contraire de collaborer afin de préciser au mieux les limites et les types d'avalanches (qui impliquent des dynamiques, donc des fronts différents), voire d'influencer l'enquêteur afin que, dans le doute, il n'aie pas la tentation d'exagérer les zones d'étalement pour se protéger.

Ces dix années de contacts humains très riches ont montré que les utilisateurs traditionnels de la montagne, éleveurs ou agriculteurs, ne connaissaient guère la montagne en hiver. Il en va de même pour la plupart des personnes qui pratiquent le ski ou qui fréquentent les stations de sports d'hiver. Les contrebandiers étaient mieux informés par leur expérience, mais seulement le long des itinéraires classiques. C'est parmi les andorrans amateurs de ski de randonnée en hiver et d'excursions en été que nous avons rencontré la meilleure connaissance du pays et la collaboration la plus spontanée.

Les observations de terrain

Les observations de terrain en hiver concernèrent essentiellement la localisation, autant que faire se pouvait, d'une part, des facteurs favorables aux avalanches et, d'autre part, des éléments qui permettraient d'apprécier la dynamique du manteau neigeux. Lors de la chute comme dans les jours qui suivent, selon les types de neige et les vents qui la mettent en mouvement, il s'agit de localiser les zones de déflation, les zones d'accumulation, les corniches et leur orientation, les

versants favorables à la formation des plaques à vent. Il est également important de repérer les versants qui connaissent un déneigement précoce, ou des successions d'enneigement et de fusion pendant un même hiver, ou encore des versants en exposition sud qui, tout en restant enneigés, sont favorables à une métamorphose rapide du manteau neigeux.

Bien entendu, lorsqu'elles ont lieu pendant l'hiver de l'année d'étude, les avalanches qui se produisent dans le secteur concerné sont observées et fichées. Mais, comme la plupart des couloirs n'ont pas un fonctionnement annuel, ou bien n'utilisent pas toute leur zone potentielle, l'essentiel des efforts ne se porte pas sur le phénomène avalancheux mais sur les éléments favorables qui peuvent être cartographiés avec sécurité¹⁶.

Le travail de terrain en dehors de la saison hivernale est essentiel, car il permet de retrouver les traces des avalanches et leur empreinte dans la végétation. Par l'analyse des impacts et des traumatismes sur les arbres, ainsi que par l'observation du dessin et des limites des couloirs, on peut en déduire souvent le type d'avalanche qui les a affectés ainsi que la fréquence. Évidemment la cartographie des formes de modelé et de la végétation se fait surtout pendant cette période.

En mai et juin la haute montagne andorrane reste encore très enneigée. Les dernières chutes de neige ne sont pas très anciennes ou se produisent encore. Elles sont provoquées habituellement par des perturbations méditerranéennes accompagnées par des vents de sud-est, alors que les enneigements d'hiver se font avec des situations météorologiques différentes et des vents des secteurs nord et nord-ouest. C'est donc une période propice à l'observation des effets des divers types d'enneigements, des formations ou des restes de corniches, de la déflation, des déneigements précoces et des accumulations dues aux avalanches (en dehors bien sûr des avalanches de poudreuse).

Au cours de l'été l'observation porte surtout sur les arbres et les landes affectés par les avalanches et par la reptation du manteau neigeux, sur les pelouses et sur les microformes de modelé. Dans certains cas, heureusement peu fréquents, on peut avoir des difficultés pour faire la différence entre les effets produits par les avalanches, par la reptation du manteau neigeux ou par la solifluxion.

¹⁶ - Sur onze années d'étude en Andorre, une seule fois, en 1988-1989, l'enneigement a été trop faible et aléatoire pour permettre des observations suffisamment fiables. La réalisation définitive de certaines cartes en cours a dû être repoussée d'un an afin de pouvoir renouveler les observations.

Sur les versants affectés par la solifluxion les jeunes arbres sont retenus par leurs racines dès qu'elles sont assez fortes et profondes, alors que le mouvement superficiel du sol les entraîne vers le bas. De là vient la forme coudée si caractéristique de la base des troncs de tous les arbres du versant, que l'observateur peu averti peut confondre avec l'effet des avalanches. Cette confusion peut être renforcée par la présence de branches brisées vers l'amont, voire de jeunes arbres étêtés par le passage du bétail, des skieurs ou pour toute autre raison. Dès que les arbres sont assez forts et enracinés ils se fixent et se redressent pour pousser ensuite plus droits; résistant au glissement superficiel, il peut se former en amont au contact de leur tronc un bourrelet qui ne doit évidemment rien aux avalanches. Le plus souvent on peut faire la part des choses, en particulier grâce à une observation systématique de tous les spécimens du secteur et par la convergence d'autres éléments: géomorphologie et micromodelés, facteurs favorables ou non aux avalanches, etc. Le passage d'une avalanche brise les arbres une même année et n'affecte que ceux qui résistaient; il y a une périodicité que l'on peut mesurer. Par contre la solifluxion est plus générale et permanente. Il n'y a guère que dans les semis de jeunes arbres en limite supérieure des forêts ou dans les progressions forestières sur les versants très affectés par la solifluxion que la différenciation des effets des deux phénomènes est délicate.

La reptation du manteau neigeux a les mêmes effets sur les jeunes arbres: troncs coudés, voire jeunes plants écrasés et plaqués dans le sens de la pente, branches dirigées vers l'amont retournées et brisées. Sur les arbustes et buissons isolés cette reptation effectue une sorte de peignage vers l'aval. Cette reptation de faisant lorsque la couche de neige est importante, sur des versants pentus avec une faible couverture forestière, nous avons là des facteurs qui sont également favorables aux avalanches. Dans certains cas il est impossible de déterminer s'il s'agit d'une reptation ou d'avalanches, par exemple dans les versants sud réguliers, en limite supérieure de la forêt dans une estive moins pacagée, avec un piquetage de jeunes pins. C'est le cas à la Costa del Lloser de Naudi (Canillo: Mereig) ou au Llempo (Canillo: Mon-taup/Vall del Riu). Malgré cela, en règle générale la confusion n'est pas possible, car sur ces versants affectés par des avalanches de neige lourde ou de plaques, le passage des avalanches se traduit aussi par des blessures répétées que l'on peut reconnaître. Lorsque la forêt grandit et se densifie sur un versant affecté par la reptation du manteau neigeux, celle-ci est ralentie et même peut cesser. Alors, au milieu des arbres adultes dont la base du tronc est coudée, les jeunes arbres poussent plus droits.

Chaque type d'avalanche laisse des marques différentes. Les avalanches de poudreuse cassent net les arbres à une certaine hauteur, souvent à un ou deux mètres, quel que soit leur âge. Des remous et de fortes turbulences se produisant dans l'avalanche, celle-ci n'a pas le même impact sur tout son trajet et il est courant qu'elle respecte certains arbres ou même des bouquets, ce qui peut faire douter de son passage. Elle coupe menu les branches et les feuillages dont les brisures sont répandues sur une surface importante à l'arrivée: on ne retrouve pas de front ni d'amas caractéristiques des autres formes d'avalanches. Par contre les couloirs de poudreuse que nous avons observés en Andorre et qui aboutissent en forêt ont des limites assez nettes et surtout très rectilignes, indifférentes aux formes et aux accidents topographiques de détail.

Les avalanches de plaques, donc neige sur neige, cassent aussi les arbres à une certaine hauteur, car la base du tronc est prise et protégée par la neige de la couche inférieure. Mais alors la cassure ou le ploiement des troncs sont systématiques sur tout le secteur affecté.

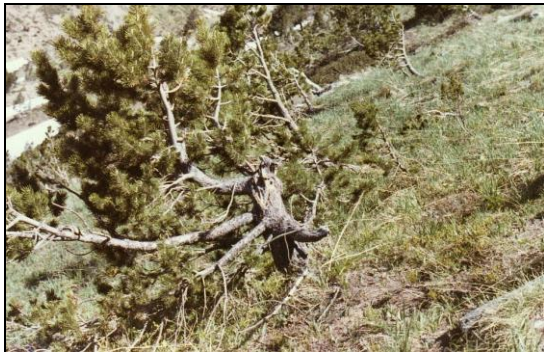
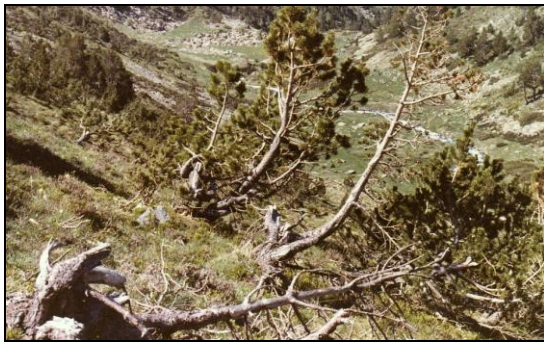


Pins dans un couloir d'avalanches de printemps, à la Rabassa d'Ordino.

Dessin de Joan Becat.

Les avalanches de neige de printemps ou avalanches de fond ont un effet de bulldozer sur la végétation. Elles ploient et écrasent les buissons et les arbres jeunes ou assez flexibles. Elles brisent ceux qui sont plus résistants, ne laissant que la base du tronc, souvent couchée ou à demi arrachée. Habituellement, s'il reste

malgré tout une couronne de branches, l'une d'elles se redressera et prendra la place de la flèche brisée, jusqu'à ce que une nouvelle avalanche ne l'emporte à son tour. Par l'observation systématique de ces arbres et des jeunes arbres encore non affectés par l'avalanche, et par le comptage des années -puisque chaque année la flèche et les branches progressent d'un segment nouveau- il est possible d'évaluer la fréquence du phénomène. On peut ainsi observer couramment des souches très vieilles et très puissantes (par exemple plus que centenaires et d'un diamètre supérieur à quarante ou cinquante centimètres), prostrées sur le sol vers l'aval, dont les branches nouvelles redressées peuvent faire penser à de jeunes arbres. Si les arbres résistent trop, ils sont déracinés et emportés.



Ordino: pins des couloirs d'avalanches, dans la Costa de Font Freda, à la Rabassa de Rialb.

Photo. Joan Becat, 12/06/1981.

Le versant est régulièrement parcouru par

des avalanches de neige fraîche, après les fortes chutes d'hiver, donc sur une couche de neige déjà stabilisée, ce qui a pour effet de malmener les arbres, de briser les branches de l'amont, voire de briser les troncs à une certaine hauteur. Au printemps, les avalanches de fond courbent les arbres, parfois seulement retenus par quelques racines, brisent les branches les plus fortes et emportent les souches qui offrent trop de résistance. De là les formes caractéristiques que l'on observe sur ces trois photographies. Ces arbres peuvent être très âgés, souvent prostrés, ne vivant que par quelques branches qui se redressent et qui seront un jour brisées ou ployées à leur tour.

Parmi les troncs avalants dans les couloirs ou dans la zone d'étalement, dont les racines sont toujours vers l'amont, on rencontre le plus souvent ce genre d'arbres et des troncs plus droits qui ont été enlevés sur les marges des couloirs. En effet, les limites sont toujours très nettes; il y a comme un calibrage du couloir en forêt, qui va

parfois jusqu'à respecter certains troncs en bordure tout en brisant leurs branches qui poussaient côté avalanche, car elles ont tendance à s'étaler davantage parce qu'elles ont plus d'espace et de lumière.

Le chenal d'une avalanche de printemps épouse toujours les formes de relief. Cette neige lourde et plus lente accentue les courbures des couloirs, remontant sur le versant concave. Elle est sensible aux obstacles qui la freinent: rugosité du chenal, verrous rocheux, coudes prononcés. Dès que la pente diminue et que le couloir s'élargit, par exemple sur un cône de déjection torrentiel ou sur un replat, l'avalanche de neige lourde perd de la vitesse et s'étale, puis s'arrête, laissant un amas de neige qui peut être considérable, mêlé de troncs que la fusion amoncellera sur le sol¹⁷. S'il n'y a pas de zones d'étalement et de réception suffisantes, l'avalanche peut remonter sur le versant opposé, ou suivre un temps le fond de la vallée principale. Nous présentons plus loin plusieurs photographies de ces couloirs particuliers et des forêts caractéristiques des zones d'avalanches.



Ordino, El Serrat: tronc avalant dans le couloir principal de la zone d'avalanche de Les Tallades.

Photo. Joan Becat, 12/06/1981.

Au premier plan, un tronc avalant caractéristique, avec les racines vers l'amont, arraché dans la forêt du haut versant, en bordure d'un couloir, et transporté dans la vallée par une avalanche de printemps. Au second plan les jeunes pins, âgés de dix à vingt ans, recolonnent le versant; les plus grands portent la marque du passage d'une ou deux avalanches. La photographie a été prise lors de l'étude de terrain systématique, pour la carte del Serrat; le personnage est Henri Péjouan, spécialiste des avalanches dans les Pyrénées de l'est.

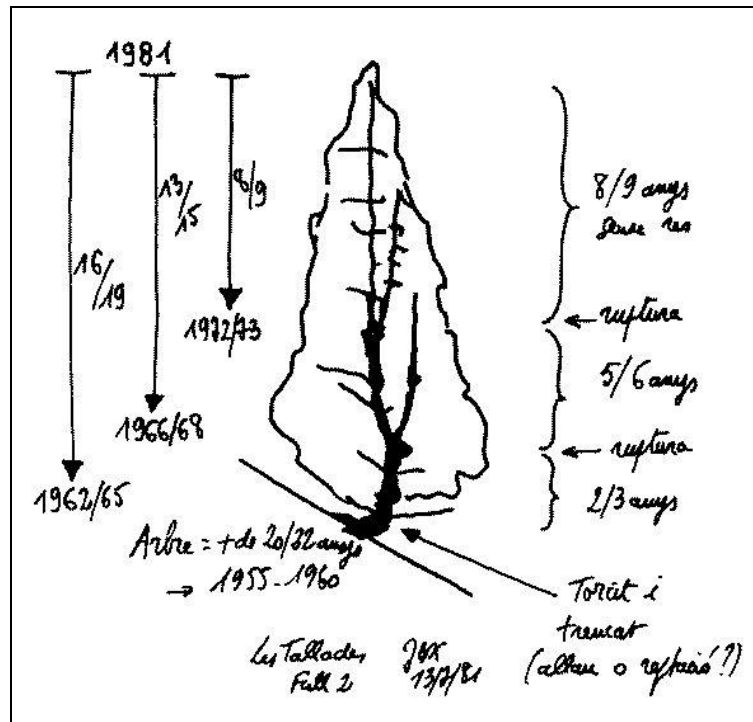
¹⁷ - Des témoignages font état, à Arinsal ou dans des couloirs de la vallée du Valira del Nord, de masses de neige de huit à dix mètres de haut et de véritables cimetières de troncs. Lors de l'avant-dernière manifestation de l'avalanche de Les Fonts-Torrent Ribal, qui aboutit au parking d'Arinsal, il y eut assez de bois pour tout le village pour plus d'une année. Le document annexe 12 sur les avalanches du 8 février 1996 en porte également la preuve.



Ordino, el Serrat : zone
d'avalanche de Les
Tallades.

Photo. Joan Becat,
13/07/1981.

Croquis de terrain après examen de ce jeune pin situé dans le bas du couloir. En apparence il est sain et régulier, mais en réalité il a déjà été affecté au moins deux fois par une avalanche. Quel que soit leur âge, les plus grands pins du couloir ont trois mètres de hauteur. Ils sont assez droits à partir de la base, mais plusieurs fois étêtés, ou coudés par l'avalanche. Les plus jeunes pins ont grandi par familles d'âge. Les cassures semblent correspondre à quelques épisodes, les premiers rapprochés et cassant souvent les arbres, les derniers espacés et brisant les troncs moins bas: succession d'avalanches de fond puis de neige fraîche ou de poudreuse?



Dans l'étage alpin les formes de micromodelé et les types de pelouses sont en relation étroite avec l'épaisseur et la permanence du manteau neigeux. Selon que le manteau neigeux est abondant et durable, ou que sa fusion est rapide après chaque chute de neige, exposant le sol à de plus nombreuses alternances de gel-dégel, ou que la déflation mette le sol à nu ou accumule des congères, nous avons des pelouses différentes ou des ports particuliers des buissons. Par exemple les landes ou les landines des versants nord indiquent clairement l'épaisseur moyenne du manteau neigeux et les effets du vent car tous les rameaux ce qui ne sont pas protégés par la neige se nécrosent et meurent. Parmi les pelouses alpines, les combes à neige et les secteurs de réception d'avalanches ont des plaques de *gespa* (*Festuca eskia*). Les landines de callune remplacent la pelouse ou la prairie sur les croupes au vent. Les pins isolés peuvent indiquer la hauteur habituelle du manteau neigeux par divers éléments: branches basses bisées par la reptation, branches nécrosées par la réflexion du soleil sur la neige au-dessus du niveau moyen de l'enneigement, écorce polie face aux vents dominants par le choc des particules de neige gelée que le vent transporte sur la surface enneigée. Il est inutile d'insister car ces phénomènes géomorphologiques et ces effets physiologiques sur les plantes sont bien connus. Lorsque les avalanches se produisent dans la zone supraforestière, ces observations, croisées avec les levés pendant l'hiver, deviennent essentielles car on ne peut plus s'appuyer sur l'observation des arbres et des couloirs.

Les cartes de risque d'avalanche

En 1991, l'Andorre possédait 59,7% de son territoire (28.010 hectares sur les 46.800 hectares du pays) couvert par une cartographie de risque d'avalanches, à des échelles différentes, avec parfois des recoupements entre les diverses études. Les 40,3% restants, soient 18.790 hectares, se répartissent entre 27,9% dont la cartographie CLPA est programmée ou en cours et 12,4% seulement dont la cartographie n'est pas envisagée (13.100 ha et 5.690 ha respectivement). Cette dernière partie concerne l'Andorre basse et les zones urbaines centrales où la question des avalanches ne se pose guère.

Sur cet ensemble, le Groupe de Recherche Géographie du Centre d'Etudes Andorranes de l'Université de Perpignan a couvert à l'échelle du 1/10.000e un total de 16.910 hectares, soit 36,1% du territoire andorran en 14 secteurs dont la localisation et les dates de réalisation, de mise à l'enquête publique et de publication

sont précisées dans la carte et le tableau qui suivent. Ce sont les seuls documents cartographiques, accompagnés de livrets de commentaires, qui soient passés à l'enquête publique. Cette cartographie est reproduite dans les documents annexes.

*ESTUDIS SOBRE EL RISC D'ALLAU A ANDORRA : Balans recapitulatiu, 08/04/89.
Realitzats en el marc del Centre d'Estudis Andorrans de Perpinyà (IEA),
pel Grup Geogràfic. Responsable : Joan BECAT.*

Mapes i informes	Demanda, i autitat sol·licitant	Proposte o projecte	Contracte, o encàrrec de l'estudi	Mapes i informes lliurats per enquesta pública	Documents definitius (després consultats d'autoritat)	Escala de mapes, i nombre d'exemplars	Superfície aproximada
- Pas de la Casa / Gran Rinc - El Serrat - Vall del Llestru	Setembre 1970 (entrevista) 11.1 Junta Serveis Públics	29 octubre 1970 (projecte J. Becat)	23 novembre 1970 (informe H. J. J. J. J.) 26 desembre 1970 (H. J. J. J. J. J.)	octubre 1971 octubre 1971 octubre 1971	maig 1973 maig 1973 maig 1973	1/10.000 100 exemplars	1.450 ha 1.300 ha 1.250 ha
- Encamp (Recurs en quèria)	Recur: 13 setembre 1972 Recur: 2 juny 1973 17.6 Junta Serveis Públics	—	2 juny 1973	—	10 juliol 1973	1/10.000 - 2 ex.	50 ha
- El Serrat (Recurs en quèria)	Recur: 23 setembre 1972 Recur: 2 juny 1973 17.6 Junta Serveis Públics	—	2 juny 1973	—	10 juliol 1973	1/10.000 - 2 ex.	100 ha
- La Massana - La Massana, ampliació	21 octubre 1973 (Grs. Serveis Públics) 26 abril 1973 (Grs. Serveis Públics)	12 novembre 1973 (projecte J. Becat) 6 juliol 1973	8 febrer 1973 setembre 1973	novembre 1975 setembre 1977	setembre 1977	1/10.000 - 16 exemplars	2.550 ha 2.600 ha
- Solans d'Arinsal	9 juliol 1973 (Grs. Serveis Públics)	—	—	—	22 octubre 1973	1/10.000 - 2 ex.	300 ha
- Puig Llobregat (Arinsal)	4 setembre 1974 (Grs. La Massana)	—	—	—	28 setembre 1974	1/10.000 - 2 ex.	50 ha
- Les Salines	13 desembre 1975 (Grs. Serveis Públics)	—	—	—	6 maig 1976 21 juliol 1976	1/1.000 - 2 exemplars	200 ha
- Angonella / La Cortinada - Montaup, Vall del Riu, Rinc - Centre (El Riu, Rinc, Cortinada)	27 juny 1976 (Grs. H. J. J. J. J.) 17 setembre 1977 (Recur: amb. m. m. m.) Grs. H. J. J. J. J.)	33 desembre 1976 (14 projectes J. Becat) 2 octubre 1977 (2 projectes J. Becat)	— 20 juliol 1977 (16 maig 1978: data de presentació una proposta)	previsions: juliol 1979 i novembre 1979	X	1/10.000 - 16 exemplars	1.600 ha 4.000 ha 3.900 ha

**Bilan récapitulatif des études de risque d'avalanche
réalisés par le Groupe de recherches Géographie du Centre d'Etudes Andorrans
de l'Université de Perpignan. Document interne présenté le 08/04/1989.**

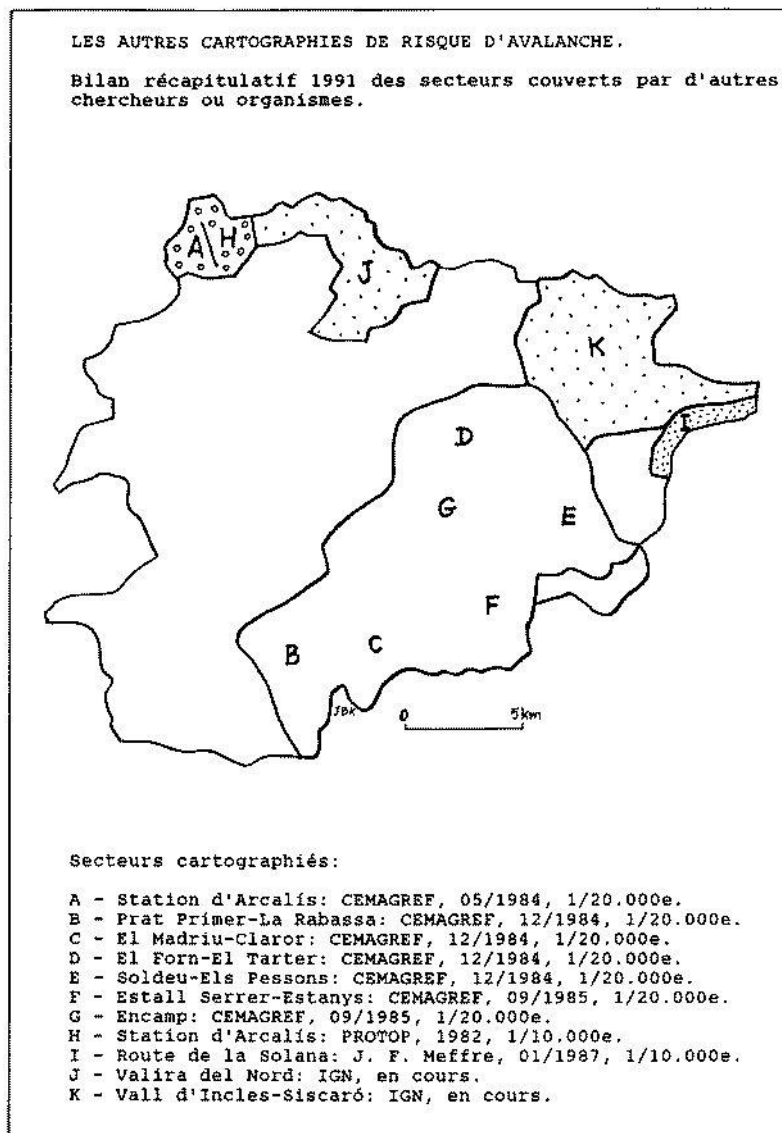
On pourra aussi se reporter plus avant aux exemples de traitement d'un secteur. Ces deux exemples concernent, sur la paroisse d'Ordino, la Vall de l'Avier (L'Angonella) et la Canal del Tabanell (Sobre els Camps de La Cortinada). La Vall de l'Avier est une petite vallée glaciaire affluente de l'Angonella, dominée par des plans sommitaux, sans habitat permanent ni temporaire. Quant à la Canal del Tabanell, c'est un ensemble torrentiel inscrit dans le versant d'auge du Valira del Nord, dont les chenaux sont empruntés par des avalanches qui arrivent jusqu'à la vallée, et qui s'étalent sur le cône de déjection, au milieu d'une zone urbanisable. Chaque exemple comporte des extraits des cartes de risque d'avalanche, de géomorphologie, des forêts et les pages correspondantes du fascicule de commentaires. Il s'agit des documents destinés à l'enquête publique et présentés en automne 1989.



Les autres études

Les autres travaux ont été réalisés pour le compte de la *Conselleria d'Indústria* pour ses besoins internes ou en relation avec des projets d'extension du domaine skiable, mais sans présentation publique; ils ne sont donc pas opposables aux tiers. Il s'agit cependant de travaux qui permettent une connaissance et une gestion du risque, tout comme ceux que nous avons réalisés dans le cadre des études de CLPA.

Le CEMAGREF de Grenoble a couvert en cartographie au 1/20.000e un total de 15.760 hectares, soit 33,6% du territoire andorran, en 1984 et 1985. Ces travaux ont été réalisés directement par cet organisme d'étude, sur contrat, ou par le biais de ses ingénieurs ou chercheurs. Pour la plus grande partie, qui couvre le sud et le centre de l'Andorre, il fut procédé selon la méthode rapide utilisée habituellement en France sur le fond de la carte au 1/25.000e: photo-interprétation en cabinet par l'IGN français, puis passage rapide sur le terrain et cartographie manuelle donnée sans documents complémentaires.



On peut supposer que l'échelle du 1/20.000e, obtenue par réduction de la couverture andorrane au 1/10.000e, fut choisie afin de se rapprocher des fonds habituellement traités en France. Cette réduction ne permit pas de situer certains

secteurs avalancheux bien connus avec la netteté que rendait possible la finesse de la carte d'origine, ce qui amena le Gouvernement andorran à demander au CEA de Perpignan une nouvelle cartographie de certains secteurs déjà couverts par le CEMAGREF. Cette double couverture concerne 5.060 hectares, essentiellement dans la partie centrale de l'Andorre.

L'étude préalable de l'implantation de la station d'Arcalís comporta une observation des avalanches pendant trois hivers et une cartographie de localisation du risque d'avalanche, entre 1982 et 1984. Comme nous l'avons vu dans le chapitre sur les stations de ski, compte tenu du risque potentiel d'avalanches, il fallut une deuxième étude et un rapport du *Departament d'Indústria*, ainsi que des mesures de correction dans le domaine skiable, avant d'autoriser l'ouverture de la station.

Une station de ski est envisagée à Claror et Perafita, au sud de l'Andorre. L'étude préalable comporte une cartographie des avalanches, mais elle est hors d'accès public. Il ne m'a pas été possible de la consulter, ni même d'avoir confirmation de son existence.

L'étude du tracé de la nouvelle route de la Solana d'Andorra est accompagnée d'une excellente étude du risque d'avalanche réalisée par J. F. Meffre en 1987. Sur ses 810 hectares, 80 sont en France et 730 en Andorre, dont 330 hectares sur le Pas de la Casa, dans un secteur déjà couvert par une étude du CEA publiée en 1983.

1.4.- Vers une gestion de la neige et du risque d'avalanche

Après 1980 on constate en Andorre une volonté évidente de mieux appréhender le risque d'avalanche. Le résultat de cette décade d'action continue plaçait au début des années 1990 la Principauté très en avant par rapport à la situation des autres régions des Pyrénées françaises, catalanes ou espagnoles, puisque les trois quarts de son territoire étaient couverts par une cartographie du risque et que, très précocément, un fichier informatisé de gestion était mis en service pendant l'hiver 1991-92.

Les premiers objectifs et la levée des obstacles

En 1980, il s'agissait avant tout de connaître le risque afin de mieux gérer l'espace urbanisable dans les vallées et le long des routes. Nous avons vu que les

premières demandes de cartographie systématique étaient en relation avec des urbanisations, afin d'éviter, sur la base d'éléments difficiles à réfuter, les aberrations (les *disbarats*, selon l'expression utilisée en Andorre dans les conversations privées) qui consistaient à laisser construire dans des zones d'avalanches et de s'en laver les mains. De toute évidence, il y avait un très fort sentiment de responsabilité de la part de ces élus ou de ces services administratifs.

Au début des années quatre-vingt, la principale limitation résidait dans l'absence de législation dans ce domaine, que ce soit à propos des avalanches et, d'une manière plus large, des risques naturels, ou bien à propos des enquêtes publiques et de l'approbation de documents opposables aux tiers. Il y avait un caractère volontariste dans ces initiatives courageuses demandant la réalisation d'études qui ne pouvaient déboucher sur des documents ou des décisions assis sur des textes réglementaires. Cela impliquait, dès la remise de la première carte, qu'il faudrait imposer ensuite à tous les intéressés cette cartographie de risque d'avalanches. Cela supposait aussi que l'ensemble des entités et des personnes impliquées (*Consell General*, *Comuns*, *Quarts*, propriétaires, promoteurs -et les banques et les sociétés qui les soutenaient) en accepteraient les résultats. Sauf de rares exceptions ce fut le cas, ce qui démontre le haut niveau de maturité et de conscience de l'opinion publique andorrane, des élus et des agents économiques.

Il y eut en effet quelques exceptions notoires, par exemple celle du *Quart* d'Arinsal, probablement poussé par le principal promoteur affecté, ou encore comme celle du promoteur du lotissement de les Salines, soutenu par la principale banque andorrane, le *Crèdit Andorrà*. Les premiers ont eut la naïveté ou la maladresse de s'en prendre à la fiabilité de l'étude elle-même. C'était pour eux sans espoir car, que l'on conteste ou non les limites des couloirs ou la compétence des auteurs, on ne peut nier l'existence des avalanches. Les deux derniers ne s'y sont pas trompés, puisque c'est la décision du *Comú* d'Ordino d'interdire les constructions dans les parcelles situées dans les couloirs d'avalanches qu'ils ont attaqué en justice, non pas parce qu'ils niaient l'existence des avalanches (parallèlement ils faisaient faire une contre-expertise très complaisante pour eux et assez scandaleuse sur les plans scientifique et moral), mais parce qu'ils niaient la validité de la cartographie réalisée et la décision qui en découlait, parce qu'elles ne s'appuyaient pas sur des textes légaux ou réglementaires. Si nous laissons de côté les jugements de valeur que tout un chacun pourra porter sur la légèreté et le cynisme de personnes qui vendent et font construire des parcelles dans des couloirs d'avalanche notoirement connus, il faut reconnaître que ce cas mettait en lumière le vide légal et le caractère

volontariste de ces premières actions administratives, que nous avons déjà souligné.

Malgré tout, peu à peu, la cartographie se mettait en place. En octobre 1981 les trois premières cartes étaient terminées et passaient à l'enquête publique. Pour chacune d'elles, on pouvait craindre que leur approbation ne soulevât des réticences. La carte du Pas de la Casa-Grau Roig couvrait le domaine de la principale station de ski d'Andorre et l'extension urbaine du Pas de la Casa. Celle del Serrat possédait la zone urbanisable des Salines qui, nous venons de le voir, posait alors le problème le plus épineux. Quant à la Vall del Madriu, cette cartographie pouvait être un obstacle à la réalisation d'une route alors en projet. Aucun des *Comuns* concernés ne s'y opposa et, la cartographie terminée, le responsable de la station du Pas de la Casa collabora spontanément à sa vérification.

Curieusement, ce ne furent pas les résultats qui posèrent problème (on peut supposer qu'il n'y avait pas de surprise majeure, les zones d'avalanches étant connues, et que l'on était prêt à en accepter les conséquences), mais la procédure de consultation des affectés. Comme il n'existait pas de procédure d'enquête publique, d'un commun accord, les services administratifs, le *Consell General* et les *Comuns* acceptèrent la formule ambiguë mais pragmatique de la consultation des élus, la *consulta d'autoritats*. Mais cela demanda deux annnées et demi avant l'acceptation et la publication définitive des cartes. Depuis lors, un système d'enquête publique fut mis en place, qui fut appliqué pour les cartes suivantes.

Mais, pendant ce temps, d'autres études étaient lancées, qui couvraient de grands espaces sur la paroisse de la Massana (réalisées par le CEA de Perpignan) et sur toute la partie centrale et méridionale de l'Andorre (confiées au CEMAGREF de Grenoble). Les couvertures suivantes, demandées en 1986 et 1987, passèrent sans encombre, dans la plus grande normalité. Elles portaient sur les vallées du nord, ainsi que sur la partie centrale de l'Andorre, pourtant déjà couverte par le CEMAGREF. Elles furent demandées au CEA de Perpignan car les documents fournis précédemment ne semblaient pas assez précis ni fiables dans certaines zones délicates, en particulier dans les espaces urbanisables et le long des voies de communication.

Le cadre légal

Les années soixante-dix avaient connu des accidents dûs aux avalanches dans les stations de ski, au Pas de la Casa et à Soldeu et, pendant que se réalisait la cartographie, d'autres avalanches faisaient des victimes dans le massif du Coma

Pedrosa. L'opinion publique en fut émue, et les directeurs et les responsables de la sécurité des stations de ski étaient très sensibilisés au risque, car très soucieux de la sécurité des usagers et de l'image de marque de leur domaine skiable. Le contexte était donc favorable.

<p>Casa de la Vall, 8 de juny de 1989 <i>El Cap de Govern</i></p>	<p>pietats i l'obligació de l'Administració de vetllar per la seguretat dels futurs usuaris.</p>
<p>Decret <i>sobre règim jurídic de l'ocupació, la utilització i la construcció de terrenys afectats per allaus</i></p>	<p>El Govern, fent ús de les competències reglamentàries que té institucionalment atribuïdes, ha aprovat les presents normes referents al règim jurídic de l'ocupació, la utilització i la construcció en terrenys afectats per allaus.</p>
<p>Preàmbul El M.I. Consell General, en data 26 de juny de 1980, acordà efectuar una normativa específica que regulés la construcció d'habitatges en els llocs afectats per les allaus, els desprendiments i els torrents.</p>	<p>D'acord amb allò que disposa la Llei d'Organització de l'Administració General i a proposta de la Consellera de Serveis Públics i del Conseller d'Agricultura, Comerç i Indústria,</p>
<p>Ensems, acordà la realització d'un inventari dels llocs afectats per aquests fenòmens naturals atès que el coneixement de la localització previsible d'aquests fenòmens constitueix l'estri inicial per a la prevenció dels riscos relacionats amb l'ocupació i la utilització del sòl.</p>	<p>Decreto Article 1 Als efectes d'aquest Decret, es consideraran zones de risc d'allaus els terrenys específicament delimitats com a tals en la Cartografia de Localització Probable d'Allaus (C.L.P.A.).</p>
<p>Atenent la configuració geogràfica andorrana, la problemàtica derivada del risc d'allaus, ha estat objecte d'un interès preponderant per part de l'Administració, la qual ha impulsat des de l'any 1981 la realització de la cartografia de localització probable d'allaus, que cal acabar per tal que cobreixi la totalitat del territori del País.</p>	<p>Article 2 Amb caràcter general es prohibeix l'ocupació, la construcció d'immobles i la realització d'obres i/o instal·lacions de qualsevol mena, en terrenys corresponents a una zona de risc d'allaus delimitada en la C.L.P.A. i més concretament a les zones establintes per la cartografia amb color vermell.</p>
<p>A més d'ésser necessària la cartografia de localització probable d'allaus (C.L.P.A.), apareix com a indispensable la realització dels plans de les zones exposades a les allaus (P.Z.E.A.) ja que constitueixen documents que determinen amb detall les zones exposades i les tècniques de prevenció segons la importància del risc i la vulnerabilitat dels béns existents o futurs. Especialment els P.Z.E.A. indicaran les mesures destinades a prevenir el risc o a reduir-ne les conseqüències i determinaran les ocupacions i les utilitzacions del sòl compatibles amb l'existència d'aquest risc.</p>	<p>Article 3 El Govern, a més d'utilitzar la C.L.P.A., elaborarà els Plans de Zones Exposades a Riscos d'Allaus (P.Z.E.A.) que contindran:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Les zones sotmeses a risc d'allaus b) Les tècniques de prevenció o minorració del risc c) Les zones de compatibilitat de risc i ocupació d) Les zones de prohibició absoluta de construcció e) Els graus d'utilització de les zones compatibles
<p>Als efectes d'establir convenientment els P.Z.E.A., el Govern prendrà contacte amb les Corporacions Locals.</p>	<p>Article 4 Com a tràmit previ a l'aprovació governativa dels P.Z.E.A., es posaran en coneixement de les Corporacions Locals a fi que manifestin el que estimin més convenient per als legítims interessos parroquials.</p>
<p>Mentre no estiguin elaborats els P.Z.E.A., vista la necessitat de promulgar una legislació que prengui en consideració els interessos legítims de particulars de cara a bastir o equipar les seves pro-</p>	

Bulletin Officiel de la Principauté d'Andorre: Décret sur le régime juridique de l'occupation, l'utilisation et la construction de terrains affectés par les avalanches. 08/06/1989.

Voici un extrait du texte imposant en Andorre la prise en compte du risque d'avalanche et, par voie de conséquence, l'étude et l'approbation de documents opposables aux tiers, ainsi que, pour les demandeurs, la prévision de mesures de protection systématiques s'ils souhaitent pouvoir construire dans des zones à risques. Il y a obligation d'être couvert part une assurance privée. Très clairement la construction d'immeubles et d'installations est interdite dans les zones rouges de la CLPA.

Entre temps, les deux tiers de l'Andorre avaient été couverts par des cartographies variées, dont certaines étaient rendues publiques et utilisées par les services d'urbanisme et de sécurité. Le point de non retour était atteint, comme l'avaient voulu ceux qui, *Consellers Generals*, responsables administratifs et

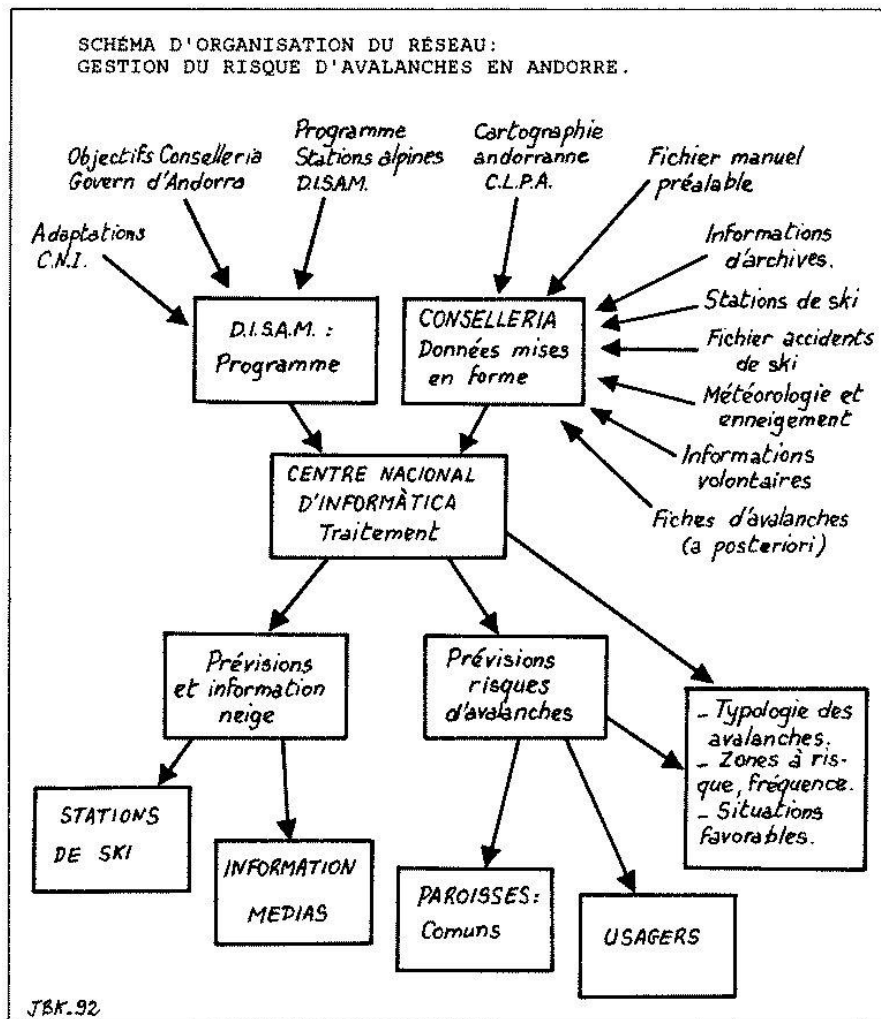
ministres, avaient lancé le mouvement. Le décret du 8 juin 1989 vient couronner cette étape et avalise les actions antérieures en leur donnant un cadre légal. Il implique aussi une nouvelle étape, puisqu'il faut de toute urgence couvrir tout le reste de l'Andorre avec une cartographie CLPA, en commençant par priorité par les voies de communication et par les secteurs urbains ou urbanisables.

Un système informatique pour gérer la neige et les avalanches

Parallèlement, en 1989 et en 1990, une initiative originale et novatrice était mûrie par le Département d'Industrie du *Govern d'Andorra*. Il s'agissait de concevoir, de mettre en place et de nourrir un fichier informatique destiné à couvrir toute l'Andorre, afin de gérer l'évolution hivernale du manteau neigeux et le risque d'avalanches, à la fois globalement et secteur par secteur. Il fut mis en place en 1991 et son essai eut lieu pendant l'hiver 1991-1992, avec l'introduction des domaines skiables des cinq stations andorranes et de sept secteurs CLPA, couvrant La Massana et une partie d'Ordino.

Constatant que le système informatique et le programme fonctionnaient, pendant l'été 1992 on introduisit, avec quelques ajustements, quatre autres secteurs situés sur les paroisses d'Ordino, Canillo, Encamp et Andorra-Les Escaldes. Au total, la gestion informatisée de la neige et du risque d'avalanches concernait alors quelques 13.000 hectares. L'introduction dans le fichier de quatre autres secteurs fut réalisée pendant l'hiver 1992-1993. À ce moment là plus de 17.000 hectares étaient gérées, soit 36% du territoire andorran. Mais, en réalité, plus de la moitié des secteurs soumis au risque d'avalanches étaient contrôlés, ainsi que la plus grande partie des zones fréquentées par les skieurs en hiver.

Lorsque ce projet fut conçu, en septembre 1989, il n'existait pas de système semblable en Europe. Dans les Alpes françaises quelques stations de sports d'hiver venaient d'être équipées d'un programme informatique destiné à gérer les informations sur la situation de la neige et le risque d'avalanches. Il avait été conçu et mis en place par l'entreprise savoyarde DISAM, de Longefoy sur Aime. Ce sont ces concepteurs qui furent contactés en juin 1990 par les services andorrans, afin qu'ils adaptent leur programme à la situation andorrane. D'une part il fallait interconnecter dans un même fichier toutes les stations de ski et, d'autre part, il fallait étendre les fichiers et les prévisions à l'ensemble du territoire et des zones à risques d'avalanche inventoriées par la cartographie CLPA.



(Document de travail, 1992)

Par son ampleur et par ses caractères, cette adaptation en faisait un programme nouveau. Elle fut l'oeuvre d'Eduardo Garreaud, glaciologue, qui proposa la réalisation de deux fichiers séparés, qui pouvaient ensuite être interconnectés pour permettre les prévisions de risques. Le premier fichier, sous notre responsabilité, devait inventorier les sites exposés au risque d'avalanches, avec une quinzaine de critères de localisation et de description. Le second, à charge du Département d'Industrie, était un fichier descriptif des avalanches observées et de la situation du manteau neigeux. La gestion fut confiée au *Centre Nacional d'Informàtica* du Gouvernement andorran, qui collabora au projet dès son origine. Outre la *Conselleria* et notre groupe d'étude, les observateurs prévus étaient les responsables des stations de ski, les *banders* (gardes de montagne), les pompiers

et policiers qui interviennent en montagne et, dans un deuxième temps, les clubs excursionnistes.

Le thème de la sécurité en matière d'avalanches et ce réseau informatique furent abordés par le *Cap de Govern* andorran dans son discours programme lu devant le *Consell General* en février 1989¹⁸. En novembre 1991, lorsque le programme devint opérationnel, il fut rendu public lors d'une présentation à la presse¹⁹.

L'inventaire et le fichier des zones et des départs d'avalanches

Dès les premières commandes de cartographie du risque d'avalanches en Andorre, en 1980, nous avons élaboré un découpage systématique de l'ensemble de la Principauté en trente-sept secteurs. Il s'agissait d'une proposition de planification des études à venir car, dès les premiers travaux, les responsables andorrans indiquèrent leur intention de poursuivre cet effort de connaissance. Toujours dans le souci d'anticiper sur les demandes et de stocker les résultats des études par zones d'avalanches, nous avons conçu et commencé un fichier manuel des zones à risques et des avalanches²⁰. Les cartes d'avalanches étaient découpées en petits sous-secteurs homogènes, chacun d'eux bénéficiant d'une description, d'une carte de situation, d'un extrait des cartes d'avalanches et de géomorphologie, d'une photographie d'ensemble et des fiches signalétiques d'avalanches éventuellement élaborées.

À la demande du *Departament d'Indústria* du *Govern d'Andorra* nous établîmes le découpage définitif en 1990 pour les besoins du programme informatique. C'était la planification définitive du territoire sous l'angle de la gestion du risque d'avalanches. Les trente-cinq secteurs codifiés prenaient en compte la cartographie CLPA déjà faite. Elle prévoyait aussi un découpage du reste du

¹⁸ - "Més enllà de la vessant pròpiament economico-empresarial, el Departament d'Indústria del Govern té al seu càrrec diferents serveis de control i inspecció en matèria de seguretat i transport. En aquest àmbit convindrà també vetllar per una progressiva adaptació a la reglamentació comunitària.

D'altra banda, cal intensificar les relacions amb les estacions d'esquí per millorar l'oferta qualitativa de les instal·lacions mecàniques i dels dominis esquiables.

Caldrà també crear una xarxa informàtica entre les estacions d'esquí i el Departament d'Indústria, amb la finalitat de facilitar la comunicació de les informacions de la climatologia hivernal de la muntanya i la prevenció del risc d'allaus." (Discours programme du *Cap de Govern* d'Andorre, 6 février 1990, p.14.)

¹⁹ - Article du *Diari d'Andorra*, "Un nou sistema informàtic permetrà preveure el risc d'allaus al Principat." du 22 novembre 1991.

²⁰ - Il concernait les secteurs del Serrat, de la Vall del Madriu et du Pas de la Casa. Il fut repris et intégré dans le fichier définitif réalisé entre 1990 et 1992.

territoire afin de remobiliser les autres cartographies réalisées pour le compte de la *Conselle-ria d'Agricultura, Comerç i Indústria* dans un cadre homogène. Enfin, elle délimitait les secteurs encore à étudier pour couvrir la totalité de l'Andorre; ils reprenaient à peu près le premier découpage.



Le nouveau fichier manuel s'inspira de l'ancien, à ceci près qu'il comprenait aussi des extraits de la carte des forêts réalisée entre-temps et une fiche d'avalanche pour chaque couloir et pour chaque départ potentiel. Ces fiches codifiées servirent à l'entrée des données dans le programme informatique. Chaque zone d'avalanche reçut un numéro de code et un nom qui permettaient de les identifier par l'informaticien comme par l'informateur. Il y avait souvent plus d'une fiche par zone d'avalanche afin de tenir compte des divers lieux de départ possibles qui aboutissaient dans le même couloir, des zones composites et des divers types de fonctionnement avalancheux de certains couloirs. Afin de pouvoir mieux gérer dans l'avenir le risque d'avalanches, l'accent était mis sur la zone de départ: altitude, pente, type de modelé, orientation, type de sol et de végétation, ainsi que sur la

protection éventuelle et les risques présentés par l'avalanche: circulation, constructions, ski, forêt, réseaux de distribution divers. Ce fichier manuel illustré devait servir à faciliter la localisation des avalanches par les informateurs. En même temps, il servait de cadre d'archivage des fiches descriptives rédigées chaque fois qu'une avalanche était signalée. Faute de coordination et d'organisation matérielle, ce dernier objectif ne fut pas mis en pratique.

Le premier bilan et les perspectives

En très peu de temps, le Département d'Industrie, qui contrôlait les stations de ski et les transports (ce qui incluait la sécurité des routes et des transports par câble, donc les remontées mécaniques), a donc installé un système innovant de contrôle de la neige. Dès la première année, il a permis d'affiner les informations données aux stations de ski et aux professionnels quant au risque d'avalanche et à l'évolution du manteau neigeux.

En un délai relativement bref de quelques années il devenait possible, selon les types de situations et d'avalanches, de donner l'alerte lorsque un risque se présenterait, avec l'indication précise des couloirs dangereux à ce moment-là. C'est ce qui s'est passé quelques années plus tard, le 8 février 1996, lorsque ce service donna l'alerte et fit évacuer le secteur amont d'Arinsal où dévala quelques heures plus tard l'avalanche de Les Fonts.

Dans ce domaine nouveau l'Andorre a été pionnière. C'est l'aboutissement d'une volonté politique constante de plus de dix ans, sous divers gouvernements, qui visait à couvrir tout le territoire sensible d'une cartographie du risque d'avalanches. La couverture devenant complète, il était tentant d'utiliser cet instrument de localisation pour la gestion et le contrôle du risque. C'est ce qui fut fait et qui ressemblait, au départ, à une véritable gageure. En effet il n'y avait aucune garantie que ce projet ambitieux fut réalisable puisque, comme nous l'avons déjà souligné, il n'existait pas ailleurs en Europe de modèle de référence, comparable au projet andorran.

Les résultats furent très encourageants. Il fut possible de constituer les fichiers et de les faire fonctionner dès le premier hiver. L'incorporation des événements ne posa pas de problèmes spécifiques, autres que les questions habituelles du coût, assez modéré, du fonctionnement du service. Comme il fallait s'y attendre, l'aspect à améliorer fut la régularité de la collecte de l'information sur les avalanches et l'entrée de ces données.

En réalité cette lacune partielle ne mit pas en péril la gestion des fichiers ni la fiabilité des résultats. Ces informations écrites pouvaient être stockées et entrées toutes ensemble après la saison. Il s'agissait ensuite de mettre en parallèle les observations sur la neige et les avalanches signalées. Pour ce travail a posteriori qui devait permettre, au fil des années, une prévision plus fine du risque d'avalanche, il n'était pas nécessaire d'avoir le fichage de toutes les zones d'avalanches qui avaient fonctionné pendant l'hiver -c'était l'idéal-, mais simplement un échantillonnage suffisant. Or ces exemples existaient grâce à la collaboration régulière des stations de ski, qui s'est avérée très précieuse. Elles y ont vu aussitôt leur intérêt et elles envoyèrent régulièrement leurs informations pendant toute la première saison expérimentale: hauteurs de neige, état du manteau neigeux, sondages, observations météorologiques, etc. Pour rendre l'entrée des données plus agile, c'est le responsable de la sécurité de chaque station ou le chef de piste qui entraînait directement depuis la station les données dans le programme grâce à un ordinateur connecté avec celui du service central du gouvernement. Trois stations ont payé elles-mêmes cet équipement. Deux autres, qui avaient des limitations budgétaires, furent équipées par le gouvernement.

Le fichier des sites exposés au risque d'avalanches, que nous avons réalisé pour le compte du Département d'Industrie andorran prévoyait initialement une première tranche avec les secteurs CLPA suivants:

- Secteur 01 MONTAUP-MEREIG (1.200 ha).
- Secteur 02 VALL DEL RIU (1.100 ha).
- Secteur 08 PAS DE LA CASA-GRAU ROIG (1.760 ha).
- Secteur 20 EL SERRAT. (1.300 ha).
- Secteur 21 L'ANGONELLA. (950 ha).
- Secteur 22 SOBRE ELS CAMPS DE LA CORTINADA. (630 ha).
- Secteur 24 ARINSAL. (1.370 ha).
- Secteur 25 COMA PEDROSA. (900 ha).
- Secteur 26 PAL-SETURIA. (1.800 ha).
- Secteur 27 SISPONY. (800 ha).
- Secteur 28 VALL DEL MADRIU. (1.250 ha).

Cette première tranche expérimentale couvrait 13.060 hectares soit le quart de la superficie de l'Andorre. En effet, il fallait une quantité de données assez grande pour pouvoir tester réellement le programme. C'était donc un ensemble déjà considérable, qui comprenait treize villages ou zones urbanisées (Canillo, El Vilar, L'Aldosa, Els Plans, Pas de la Casa, El Serrat, Llorts, Arans, La Cortinada, Arinsal,

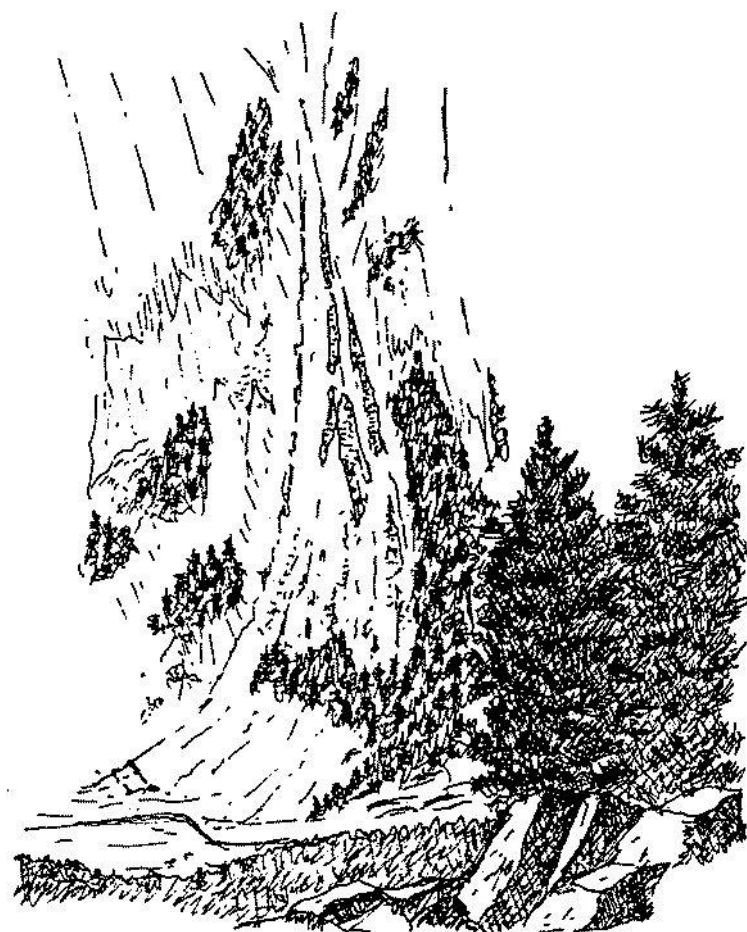
Mas de Ribafeta, Xixerella et Pal) et trois stations de ski sur cinq (Pas de la Casa-Grau Roig, Arinsal et Bosc de Pal). Les deux autres stations furent introduites avec un découpage provisoire en zones d'avalanches. Neuf autres secteurs ont fait l'objet d'une seconde tranche, comprenant le reste des lieux habités des paroisses de Canillo, Encamp, Ordino et La Massana, et la station de ski de Soldeu-El Tarter.

GESTION DU RISQUE D'AVALANCHES EN ANDORRE.				
BILAN DES ONZE PREMIERS SECTEURS C.L.P.A. ENTRÉS DANS LE FICHER INFORMATISÉ:				
Secteur	Superficie	Nombre de sous-secteurs	Nombre de zones d'avalanches	Nombre de départs inventoriés
01	1.200 ha	10	38	107
02	1.100 ha	9	22	70
08	1.760 ha	8	20	79
20	1.300 ha	14	26	58
21	950 ha	13	22	57
22	630 ha	6	6	19
24	1.370 ha	8	14	38
25	900 ha	7	14	57
26	1.800 ha	14	16	35
27	800 ha	8	9	23
28	1.250 ha	10	31	79
Total des 11 secteurs	13.060 ha	107	218	622
Moyenne	1.190 ha	10	20	60

Bilan des premiers secteurs entrés dans le fichier informatisé andorran des risques d'avalanche (Joan Becat, 1992).

Le bilan de la réalisation de ces onze premiers secteurs fut proche des estimations initiales. Avec les responsables du projet nous avons estimé qu'il pouvait y avoir entre 600 et 800 zones d'avalanches en Andorre, et le programme fut pensé pour un millier de zones. Les onze premiers secteurs réalisés en 1992 donnèrent le bilan que nous présentons dans le tableau qui suit. Nous avons localisé 218 zones d'avalanches et inventorié 622 départs potentiels. Cela donnait une

moyenne de vingt zones d'avalanches et de soixante départs par secteur CLPA. En extrapolant, on obtiendrait 700 zones d'avalanches et environ 2000 départs pour toute l'Andorre. Ce serait probablement plus près de 600 zones et de 1500 départs car certains secteurs qui restaient à couvrir étaient peu avalancheux, par exemple dans les zones de moindre altitude.



*Foutrerd i la Canal de la Colla
des de la Rata de Puig. J.B. 81.*

Deuxième partie

Les types d'avalanches et les situations de risque en Andorre



2.1.- Les types d'avalanche et les facteurs favorables en Andorre

Les types d'avalanches et de zones avalancheuses

Les facteurs favorables en Andorre

Les types de situations en Andorre

2.1.- Exemples de situations de risque en Andorre

Forêts et risque d'avalanche

Ski et risque d'avalanche

Bordes et risque d'avalanche

Circulation, urbanisation et risque d'avalanche

Risque d'avalanche et prévention

2.3.- L'épisode avalancheux du 8 février 1996

La situation dramatique d'Arinsal

Les autres secteurs affectés

Les réactions et les conséquences

2.1.- Les types d'avalanche et les facteurs favorables en Andorre²¹

Avant de présenter une typologie des zones à risque d'avalanche en Andorre, à partir des exemples concrets que nous avons étudiés et cartographiés lors de la réalisation de la couverture CLPA, il nous semble nécessaire de définir d'abord ce que nous entendons par avalanche, puis d'établir un classement des types d'avalanches qui se produisent dans la Principauté. Cela nous permettra de faire une liste de facteurs favorables à leur déclenchement. Par la suite, nous présenterons un bilan, forcément provisoire, des situations à contrôler et des zones à risque dont la gestion est la plus préoccupante. Dans cette étude, nous serons amenés à passer au peigne fin toute la géographie du risque d'avalanche en Andorre, si bien que nous pouvons laisser une impression de risque exagérée. Aussi, mettons-nous en garde le lecteur non averti contre toute vision trop catastrophique qu'il pourrait en retirer.

Il n'y a pas davantage de situations d'avalanches et de zones à risques en Andorre que dans les régions pyrénéennes voisines. Si, dans les ouvrages ou dans les documents administratifs des pays voisins, celles-ci sont moins mentionnées, c'est parce que les études et la protection y sont moins poussées. Les faits divers de l'actualité hivernale nous en donnent des exemples chaque année. Par contre, il est vrai que la fréquentation massive des routes et des stations de ski, et que les nombreuses constructions dans l'étage subalpin accroissent le risque et la vulnérabilité des biens et des usagers, en Andorre comme dans les diverses stations pyrénéennes et sur leurs accès. Cela rend encore plus urgente, sur le modèle andorran, la réalisation, en France comme en Catalogne, d'études et de programmes de gestion du risque d'avalanches.

La neige et l'évolution du manteau neigeux.

Nous rappellerons ici quelques éléments de base sur la neige et sur son évolution²². Il s'agit d'un bref rappel d'éléments connus, qui nous permettra d'asseoir

²¹ - Ce chapitre 2.1 reprend pour l'essentiel un texte inédit, rédigé en 1993, faisant bilan des facteurs favorables aux avalanches en Andorre.

²² - Pour plus d'élément nous conseillons l'excellent ouvrage d'Henri Péjouan et les bulletins de l'ANENA et *Neige et Avalanches*.

la description des avalanches en Andorre.

Selon les conditions météorologiques locales et l'origine des perturbations qui les provoquent, les chutes de neige ont des caractères différents. Il peut s'agir de neige poudreuse, froide et légère, peu cohérente, de neige humide, plus adhérente, ou de neige mouillée, souvent qualifiée de neige lourde ou de neige de printemps.

Cette qualité de la neige lors de son dépôt, sa densité et son adhérence à la couche inférieure (ou sous-couche) sont des facteurs à prendre en compte. D'une part ces caractères peuvent être à l'origine d'instabilités et d'avalanches aussitôt après la chute: purges, coulées, avalanches de neige fraîche ou de poudreuse, avalanches de plaques, etc. D'autre part les différences entre les couches (densité, type de neige, air intersticiel) ont tendance à se maintenir longtemps, voire à durer toute la saison, l'évolution interne du manteau neigeux se faisant, pour chaque couche, à partir du matériau de départ.

De là l'intérêt des sondages et des coupes ou profils que l'on réalise dans les stations de ski et dans les points d'observation, afin de déceler les disharmonies, les discordances et les évolutions internes du manteau neigeux. Cela permet de localiser les faiblesses potentielles et de déterminer les périodes au cours desquelles peuvent se produire des avalanches.

Avec le temps, les cristaux de neige subissent une métamorphose, sous l'action du poids, de la température, de la circulation de l'air et de la vapeur d'eau dans la masse neigeuse, ainsi que des alternances de fusion et de regel. Ils passent de l'état de cristaux à celui de particules plus irrégulières, de grains, puis de gobelets et de gros grains ronds, que l'on sent au toucher. Ces dernières formes donnent peu de cohérence au manteau neigeux et agissent comme de véritables roulements à billes. C'est l'évolution caractéristique du printemps. Quant à la neige soufflée par le vent et déposée en plaques, elle a des caractères particuliers, car elle est plus lourde et plus compacte, laissant des vides en-dessous d'elle (souvent plus par la rigidité de la plaque et par le tassement différentiel de la sous-couche que par les conditions au moment du dépôt).

D'autres éléments sont aussi à tenir en compte, sur lesquels il ne paraît pas utile d'insister ici, comme l'existence ou non de gel en surface lors de la chute, la formation de givre et de croûtes, l'action des vents chauds, ou encore la chute de pluie sur un manteau neigeux.

Qu'est-ce qu'une avalanche?

Bien que tous les auteurs soient d'accord sur le concept d'avalanche, c'est-à-dire une descente plus ou moins rapide et violente d'une masse de neige sur un versant, les définitions varient assez entre elles, ce qui rend les études et les applications pratiques beaucoup plus délicates. Les différences entre les énoncés viennent de l'absence ou de l'existence de seuils artificiellement fixés par l'auteur, qui concernent la masse de neige mise en mouvement, la vitesse du déplacement ou la puissance développée.

Pour achever de compliquer une notion pourtant simple au départ, comme les types de situations amenant des mises en mouvement de la neige, comme les dynamiques des écoulements et les manifestations des avalanches sont assez variés, les divers auteurs et organismes qui s'occupent de la montagne, de la neige et des sports d'hiver ont été amenés à définir divers types d'avalanches dont les définitions ne coïncident pas toujours entre elles. En effet on parle rarement d'une avalanche, sans autre précision, mais d'une avalanche de poudreuse, d'une avalanche de plaque, d'une avalanche de fonte ou d'une avalanche de corniche (c'est-à-dire provoquée par la rupture d'une corniche), quand on n'introduit pas des expressions spécifiques comme purges, coulées ou écoulements.

La seule définition que l'on peut écarter dès le départ, car trop imprécise et romantique, voire inexacte, c'est celle des dictionnaires généraux: "Masse de neige qui se détache des hautes montagnes et qui roule avec fracas dans les vallées"²³, ou bien "Masse de neige qui se détache des flancs d'une montagne et qui dévale avec une grande vitesse, entraînant des boues et des pierres"²⁴. On peut remarquer que ces définitions s'apparentent assez à la vision que l'on pouvait avoir de la montagne au XIXe et au début du XXe siècles.

De son côté, la Gran Enciclopèdia Catalana nous dit²⁵: "*allau: geomorf. Massa de neu que es desprèn i es precipita muntanya avall amb violència, principalment en llocs de relleu pronunciat. La seva formació depèn: de la quantitat de neu (com més neu acumulada més facilitat hi ha que l'allau es produeixi), del tipus de neu (la neu compacta i mullada facilita el desprendiment), de la inclinació o pendent de la muntanya, de la llisor de la superfície sobre la qual es disposa la neu*

²³ - Définition ancienne citée par H. Péjouan, *Neige et Avalanches...*, page 13.

²⁴ - *Dictionnaire encyclopédique pour tous: Petit Larousse*.

o del clima de l'època de l'any." Il y a toujours l'idée de violence, qui ne cadre pas avec certains types d'avalanches ou de glissements, mais la définition est plus complète et plus géographique.

Dans son ouvrage sur la neige et les avalanches dans les Pyrénées orientales, Henri Péjouan donne deux définitions très générales dont nous nous sommes inspiré. Selon la première, "l'avalanche désigne, en général, toute masse de neige qui se détache d'un point pour descendre plus bas, même si la chute est modeste"²⁶. La seconde est ainsi formulée: "L'avalanche est la rupture du manteau neigeux entraînant le déséquilibre et la chute d'une masse de neige"²⁷. Ces deux définitions ne font donc aucune référence à la masse de neige mise en mouvement ni à la vitesse. La première précise cependant qu'il ne faut pas considérer le dénivelé; on peut donc parler d'avalanche pour des plaques qui glissent sur quelques dizaines de mètres. La seconde introduit deux notions intéressantes quant aux mécanismes ou à la typologie des avalanches, celles de la rupture du manteau neigeux et celle du déséquilibre d'une masse de neige.

Dans le cadre de la réalisation des PER, plans d'exposition aux risques, la Délégation aux Risques Majeurs du Ministère de l'Environnement (ou, selon la conjoncture politique, du Secrétariat d'Etat à l'Environnement et aux Risques majeurs) a été amenée à faire préciser, entre autres risques, la définition de l'avalanche. Dans le recueil sur les avalanches publié en 1988 par la Documentation Française pour le compte de ce ministère, on lit: "On entendra par avalanche un déplacement rapide, à une vitesse supérieure à 1 m/s d'une masse de neige sur une pente"²⁸. Plus loin on affine: "Le terme avalanche possède un sens précis: il s'agit d'un déplacement rapide (chute) d'une grande masse de neige"²⁹. Cette définition est plus restrictive, et cela ne doit pas nous étonner.

En effet, dans le cadre de la mise en place des PER et de la législation corrélative, sur les assurances qui couvriront dorénavant les risques naturels, il s'agit de préciser des limites et de quantifier deux critères: tout d'abord la vulnérabilité au risque, ce qui conditionnera le niveau de la couverture, des prestations ... et des cotisations, et ensuite l'assurabilité elle-même, c'est-à-dire à la fois ce qui est

²⁵ - *Gran Enciclopèdia Catalana*, volume 1: A-Ami, Barcelone.

²⁶ - Henri Péjouan, *Neige et Avalanches...*, page 13.

²⁷ - idem.

²⁸ - La Documentation Française: *Mesures de prévention. Avalanches*. Collection PER, Ministère de l'Environnement, Paris, 1988, page 19.

²⁹ - idem, annexe 1, page 30.

assurable et l'événement qui mobilisera l'assurance. On comprend que la définition doive être précise. On comprend aussi qu'il y ait intérêt à la rendre restrictive, afin d'en écarter les dommages qui seraient provoqués par des coulées limitées de neige, ou par la reptation du manteau neigeux sur les pentes, surtout quand on sait qu'elles peuvent occasionner des dommages importants à des équipements, à des clôtures, à des constructions, à des aménagements récréatifs, à des véhicules sur des routes ou sur des parkings, voire à des personnes.

Bien que la finalité soit en fin de compte la même, c'est-à-dire la connaissance du risque pour une meilleure prévention et une protection plus efficace du milieu, des biens et des personnes, les objectifs des chercheurs ou des spécialistes des études de risque ne sont pas semblables à ceux des responsables administratifs ou économiques. En France, du fait de la législation préalable fixant le cadre réglementaire, et de la prise en mains quasi exclusive des études elles-mêmes par les services techniques des administrations de l'état, il semble que les critères des seconds se soient imposés aux premiers.

En Andorre il en était autrement puisque les études se sont développées pendant plusieurs années dans un vide légal absolu. Ces contraintes n'existaient donc pas. C'est plutôt l'inverse qui s'est produit, puisque la recherche a été libre de choisir ses critères, qui se sont imposés ensuite aux collectivités et aux administrations par le biais de l'approbation des cartes d'avalanches soumises à l'enquête publique. De plus, par sa simplicité, la législation andorrane évite le piège de ces définitions administratives trop rigides. Ce qu'elle exige, c'est la réalisation d'une cartographie qui localise le risque (l'intitulé de la cartographie est "évolution du manteau neigeux et risques d'avalanches", ce qui n'écarter pas les coulées dangereuses) puis, de la part des intéressés, l'indication des mesures et des précautions qu'ils comptent prendre pour l'éviter ou pour le limiter.

Ayant la responsabilité du groupe de recherche et la tâche - parfois délicate mais toujours très concrète - d'assumer seul pour le compte du groupe toutes les enquêtes publiques et toutes les relations postérieures avec les administrations, avec les *quarts* et les paroisses, ayant également assumé la rédaction des fascicules de commentaires qui accompagnent les cartes d'avalanches, cela nous a amené à préciser pour notre propre usage ce que nous entendions par avalanche, ainsi que les diverses formes d'avalanches que l'on pouvait observer en Andorre. Sans avoir la prétention de créer un nouveau vocabulaire ou une nouvelle terminologie, puisque tout est emprunté au vocabulaire déjà existant, voici les définitions et les termes que nous avons utilisés. Nous avons suivi, le plus souvent,

les conceptions d'Henri Pélouan, lui-même membre du groupe d'étude.

Nous parlerons d'avalanche chaque fois que nous constaterons un glissement soudain ou une rupture du manteau neigeux, indépendamment de sa masse, de sa vitesse ou du dénivelé du parcours. Nous considérons donc qu'il y a dans notre étude non seulement les avalanches, selon la définition de la DRM, mais aussi les purges locales, même modestes, qui se produisent dans les couloirs et sur les pentes après une chute de neige, ainsi que les diverses coulées de neige superficielles. L'expression "glissement soudain" est introduite pour éliminer de notre champ de recherche appliquée les reptations lentes du manteau neigeux³⁰. Evidemment, faute de glaciers, nous n'avons pas à envisager les conséquences des chutes de séracs, un des risques naturels qui s'apparentent aux avalanches et qui parfois les déclanchent.

Lorsque nous ferons une différence entre avalanche et coulée de neige il s'agira davantage d'une question de dimensions que d'une différence de mécanismes. La coulée ne concerne que quelques dizaines, voire une ou deux centaines de mètres cubes de neige, déplacées sur une courte distance, souvent de quelques dizaines de mètres. Au-delà, les auteurs et les nivologues parlent d'avalanches proprement dites, qui peuvent atteindre en Andorre jusqu'à 50.000 m³ et plus. Nous suivrons cette habitude. Bien que peu importantes et souvent négligées, les coulées peuvent présenter un danger pour les personnes lorsqu'elles surprennent un promeneur, ou lorsqu'elles se produisent sur une pente qui domine une route transitée ou une zone de stationnement de véhicules.

La reptation lente du manteau neigeux se produit dès qu'il y a une pente, surtout si la surface du sol offre peu d'adhérence, comme c'est le cas pour des éboulis fins ou des affleurements rocheux polis par les anciens glaciers, et surtout lorsque l'on a affaire à des prairies alpines ou à des versants couverts de longues fétuques (*gespa* ou *gèspit* en Andorre) qui se couchent dans le sens de la pente avec le poids de la neige. Cette reptation a des effets mécaniques importants sur tout ce qui s'oppose à sa progression, murettes et murs de clôture des parcelles cultivées des *bordes*, clôtures et barrières diverses, et bien entendu sur les jeunes arbres du versant qui sont ployés, voire déracinés par cette progression.

Dans les Pyrénées orientales, selon Henri Pélouan, les avalanches peuvent se produire à partir de 1600 mètres d'altitude. C'est également l'altitude à partir de

³⁰ - Les avalanches et la reptation ne sont pas les seuls mouvements du manteau neigeux, puisqu'il y a le tassement et son évolution interne, évidemment ici hors de notre propos.

laquelle nous avons pu constater en Andorre les départs d'avalanches les plus bas, à Canillo, à Arinsal, à La Cortinada ou à la Vall del Madriu. Selon l'importance de la zone d'alimentation et la disposition des couloirs, les avalanches peuvent descendre exceptionnellement jusqu'à 1300 mètres. Mais les zones les plus avalancheuses ont leurs départs vers 2000 mètres d'altitude et au-delà.

Les types d'avalanches et de zones avalancheuses

En schématisant au maximum, nous pouvons classer les avalanches dans trois catégories, qui peuvent elles-mêmes avoir des variantes ou des types plus divers:

- 1 - **Les avalanches de neige poudreuse**, ou avalanches de poudreuse, avec ou sans aérosol. Bien que présentant des différences, nous y incorporerons aussi les avalanches de neige fraîche d'hiver, si fréquentes dans les Pyrénées, ainsi que les purges et les coulées de neige froide qui se produisent après les chutes de neige, et les cascades de neige qui se déclanchent sur les versants rocheux.
- 2 - **Les avalanches de plaques**, c'est-à-dire neige sur neige, qu'il s'agisse de plaques dues à la non-adhérence d'une nouvelle couche de neige ou au vent.
- 3 - **Les avalanches de fond**, c'est-à-dire de neige mouillée et lourde. Elles sont aussi désignées sous le nom d'avalanches de fonte ou d'avalanches de printemps.

Dans leurs publications récentes, la DRM et ses organismes alpins vont plus loin dans la simplification, puisqu'ils classent les avalanches en deux catégories, l'avalanche poudreuse et l'avalanche dense. Certains auteurs parlent d'avalanches d'hiver (donc de neige fraîche ou de neige poudreuse) et d'avalanches de printemps (donc de fonte ou de neige mouillée). Ce dernier classement est malcommode en An-dorre et prête à confusion, car des avalanches de neige dite de printemps peuvent se produire en janvier sur les hauts versants sud, où l'évolution interne de la neige peut être rapide certaines années; de plus il n'est pas toujours commode d'y insérer les avalanches de plaques.

Les avalanches de neige poudreuse sont plus fréquentes qu'on ne le croit en Andorre et dans les Pyrénées orientales. La neige poudreuse est une neige d'hiver, froide, légère, sans cohésion, qui se fixe mal et dont les grains ne

s'agglomèrent que très difficilement³¹. Elle est donc très instable et peut provoquer des avalanches dès que la chute de neige dépasse quelques dizaines de centimètres, surtout en versant nord (mais il y a aussi de spectaculaires avalanches de poudreuse sur les hauts versants sud du Pla de l'Estany et de Montmantell). À partir de départs ponctuels (purges locales, chutes de rochers, passages, vibrations, etc) l'avalanche s'élargit. Accompagnée parfois d'un aérosol, rapide et violente, d'une grande capacité destructrice, elle descend droit en respectant parfois certains arbres. Elle casse les troncs nettement, à une hauteur d'un ou deux mètres, plus qu'elle ne les arrache, et elle projette des débris menus sur une grande surface à son arrivée. S'il n'y a pas de dommages matériels (arbres ou forêts, habitat, infrastructures, véhicules) ni de témoignages, il est aussi difficile de déceler une avalanche de poudreuse que de la cartographier avec certitude: elle est assez imprévisible, elle éparpille les débris et elle ne laisse pas d'accumulations de neige.

Sur des versants nord et ouest, nous avons les témoignages ou la marque dans la végétation d'avalanches de poudreuse (peut-être confondues avec des avalanches de neige fraîche), dont les départs sont à moins de 2.000 mètres d'altitude. En haute montagne, elles sont souvent méconnues des gens du pays, qui ne fréquentaient guère ces parages en hiver. Comme ces avalanches laissent peu de traces, nous avons connu le cas d'un éleveur qui mettait en doute la fonctionnalité d'un couloir de poudreuse évident situé en forêt parce qu'en bas il n'y avait jamais vu de culot de neige ni d'amas de troncs, lorsqu'il se rendait dans sa *borda* au printemps.

Les avalanches de neige fraîche sont très courantes en hiver dans la haute montagne andorrane, dans tous les couloirs et sur tous les versants supraforestiers. Il s'agit de neige récente, froide, encore non stabilisée. Elle peut donner **des coulées** même sur de faibles pentes, mais, en général, elle donne de multiples **purges locales**, dès qu'il y a surcharge sur les hauts versant rocheux et sur les fortes pentes. Une avalanche de neige fraîche peut mettre ensuite en mouvement sur le versant une avalanche de plaque ou de fond.

Les avalanches de plaques sont les plus dangereuses pour les skieurs hors piste. Les **plaques** peuvent se détacher lorsqu'il y a des couches de neige superposées, de densité différente, et sans ancrages ni cohérence entre elles. À

³¹ - H. Péjouan, *Neige et Avalanches...*, page 20.

l'origine, la formation et l'abondance de ces plaques dépend des conditions de dépôt de la neige, des séquences d'enneigement et des phases d'évolution hivernale de la neige. Les sondages et les coupes peuvent déceler ces discontinuités. Mais, en Andorre, c'est surtout le vent et la déflation de la neige, pendant ou après la *nevada*, qui donne d'abondantes **plaques à vent**, avec de la neige soufflée (ce sont soit des **plaques au vent** ou, bien plus dangereuses, des **plaques sous le vent**). Les plaques sont toujours formées de neige compacte et lourde, peu adhérente avec la sous-couche. Elles donnent une cassure nette, provoquée localement par le passage d'un skieur ou d'un animal, mais qui se propage vite latéralement pour donner une ligne de fracture³². L'épaisseur de la plaque qui se détache est couramment de quarante à quatre-vingt centimètres. Les avalanches de plaques sont de dimensions variées, et parfois considérables, comme celle de la Portella de Sanfons, le 10 mars 1980, qui se détacha sur deux cents mètres de largeur, ou celles qui mobilisent de temps en temps des plaques de plusieurs centaines de mètres de large à la Pala de Coll Carnisser ou à la Costa del Cubil d'Ercs, puis qui peuvent descendre sur de grands dénivelés jusqu'à la vallée d'Arinsal.

Les avalanches de fond, sont des **avalanches de fonte**, ou **de neige mouillée**. Elles se produisent au printemps, lorsque la température de la neige approche et atteint 0°C, lorsque la neige "pourrit" selon l'expression imagée des nivologues. Mais elles peuvent également avoir lieu à l'occasion d'un **redoux** pendant l'hiver, en particulier sur les hautes *solanes* où l'évolution de la neige est plus rapide. En général il s'agit d'avalanches de fond, c'est-à-dire qui entraînent tout le manteau neigeux, jusqu'au sol, emportant souvent aussi de la terre et des pierres et, bien sûr, en-trainant et arrachant les arbres et les obstacles qui s'y trouvent pris ou qui résistent trop. Mais elles peuvent aussi mobiliser neige sur neige, en particulier si la pente est assez forte, coucher les arbres et les buissons et les étêter.

La formation de gobelets et de grains ronds à la base du manteau neigeux, le poids spécifique très élevé de cette neige lourde, et le mauvais ancrage sur le substrat sont les conditions qui facilitent l'avalanche de printemps, même sur une pente moyenne ou relativement faible (30° ou moins)³³. On peut remarquer qu'un manteau neigeux stable pendant tout l'hiver peut se mettre en mouvement au printemps, la résistance et l'angle critique évoluant en même temps que la

³² - idem, page 27.

³³ - ibid., page 28.

métamorphose de la neige. Ces avalanches sont assez lentes, mais très puissantes, capables d'ouvrir leur chemin dans un couloir forestier. Bien que provoquant souvent des dégâts, les avalanches de printemps sont les plus prévisibles, avec des localisations précises et constantes, car elles dépendent de facteurs que l'on peut assez facilement caractériser et cartographier.

La formation de **corniches** sur les crêtes, ou juste en contrebas sous le vent, est un phénomène très courant en Andorre. Ce sont les vents du nord et du nord-ouest, *tramontana* et *mestral*, qui construisent les corniches les plus constantes et les plus préoccupantes. Elles surplombent les versants sud où l'évolution de la neige est plus rapide, où l'on constate les plus fortes suralimentations neigeuses, surtout lorsque la crête est arrondie ou plane. Mais, à la fin de l'hiver et au printemps, portées par des vents du sud-est et alimentées par les dépressions méditerranéennes, les abondantes chutes de neige humide et lourde créent aussi des corniches orientées vers le nord, instables et menaçantes, qui inquiètent aussitôt tous les responsables de la sécurité dans les stations de ski. C'est le poids même et le déséquilibre des corniches, dont la largeur peut dépasser la dizaine de mètres, qui font que se détachent des blocs qui s'écroulent et qui roulent sur les pentes inférieures ou dans les couloirs, l'avalanche de corniche provoquant souvent des avalanches de neige fraîche, de plaques ou de neige de printemps.

Toutes les avalanches présentent toujours des dangers. Cependant, l'observation empirique et les témoignages en Andorre, tout comme les études statistiques faites en France à partir des avalanches qui ont fait des victimes, montrent que ce sont les avalanches de plaques, même limitées, qui causent le plus d'accidents, essentiellement au cours du ski hors piste et du ski de randonnée³⁴. Par contre, pour les bâtiments, pour les infrastructures et pour les routes, ce sont les avalanches de neige fraîche et de poudreuse qui sont les plus à craindre. Quant aux avalanches de neige lourde, au printemps ou lors d'un redoux, elles sont prévisibles et, lorsqu'elles menacent les zones urbaines et les voies de circulation, elles empruntent en général des couloirs connus et bien délimités. Si elles causent parfois des destructions et des victimes, en particulier celles qui ont un temps de retour plus

³⁴ - Henri Péjouan, *Neige et Avalanches...*, page 457. Sur dix ans d'observation dans les Alpes, les Pyrénées et la Corse, entre 1970 et 1980, sur 329 avalanches ayant fait des victimes, 34 % étaient dues à des plaques à vent, 23 % à des plaques, 21 % à des avalanches de neige fraîche ou de poudreuse, 21 % à des avalanches de neige lourde et 1 % seulement à des ruptures de corniches.

que décennal, c'est toujours dû à une faute humaine, par imprévoyance et par témérité.



Coma Pedrosa et Pla de l'Estany (La Massana): purges, avalanches de neige fraîche et de poudreuse. Photo. A. Lerouge, 26/10/1982.

Le Pic de Coma Pedrosa est à gauche; les sommets du dernier plan dépassent 2.900m (Pic de Medecorba 2.913m). La *comarca* du Pla de l'Estany, blanchie par les premières neiges, est un fond d'auge entouré de cirques perchés. Les dénivelées importantes (900m entre les sommets et le Pla), les pentes fortes, les rochers apparents et les couloirs, les ressauts rocheux séparés par des pelouses inclinées et des éboulis, tout est favorable aux purges après les fortes neiges, aux avalanches de neige fraîche et aux avalanches de poudreuse, en particulier sur la droite, au Bancal Vedeller et à la Costa del Congost, où se produisent de spectaculaires cascades. Au dernier plan, dans les cirques perchés du Forat dels Malhiverns et des Estanys Forcats, les avalanches sont très fréquentes mais ne vont pas plus loin que le fond du cirque ou le pied du versant d'éboulis.



Coll Blanc-Pic d'Envalira (Encamp): corniches.

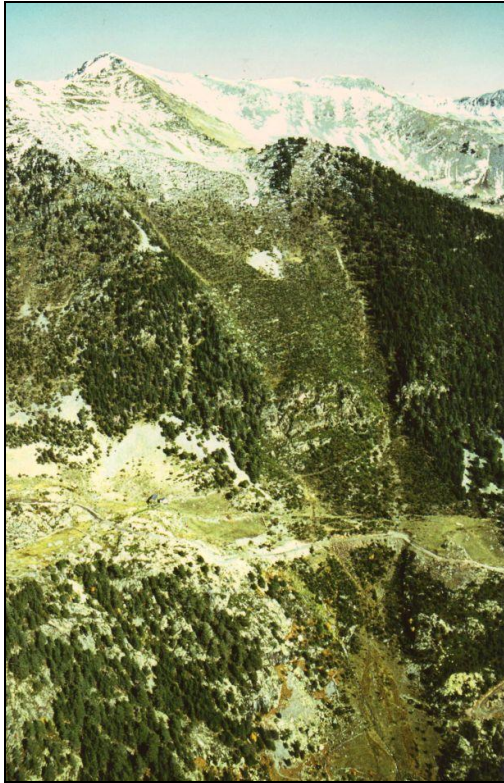
Photo. A. Lerouge, 17/04/1981.

Cette crête de direction SE va du Coll Blanc au Pic d'Envalira. Ainsi qu'un important domaine de ski hors piste assez dangereux, elle est accessible à partir des plus hautes remontées de la station du Pas de la Casa-Grau Roig. On note clairement les effets du vent avec, à droite, une déflation sur le versant au vent. La crête arrondie favorise l'action du vent et la formation au cours de l'hiver de grandes corniches, au second plan à gauche. Sur la crête au vent, les rochers apparaissent par endroits. La corniche, ici de plus de dix mètres de large, est un peu en contrebas, sous le vent. Une des deux traces de skieurs l'emprunte alors que l'autre suit l'axe de la crête. Au dernier plan les crêtes du cirque des Clots de la Menera, après une *nevada* très récente de neige humide avec vent de SE, ont des corniches instables orientées vers le nord, donc presque en sens inverse.



Clot de les Valletes-Pic d'Envalira (Encamp): corniches, purges et avalanches de printemps. Photo. A. Lerouge, 17/04/1981.

Sous le Pic d'Envalira (2.815m), la partie supérieure du cirque glaciaire du Clot de les Valletes est un cirque en demi-bol, avec quelques chicots rocheux résiduels et de petits arcs morainiques. Ceux-ci suffisent à bloquer les avalanches de neige fraîche, les purges dans les rochers et les avalanches de printemps qui suivent les couloirs et les cônes d'é-boulis. Les avalanches peuvent se prolonger dans le cirque uniquement sur la gauche. Les grandes corniches en surplomb sont provoquées par les dépressions méditerranéennes et par la présence sur le revers d'une ample surface sommitale légèrement basculée vers le sud. Nous sommes au coeur de la journée: tous les versants sont parcourus par de lentes avalanches de redoux, par des coulées de neige lourde.



Pala de Coll Carnisser et Bosc del Barrer d'Areny (La Massana): avalanches de plaques. Avalanches et forêts.

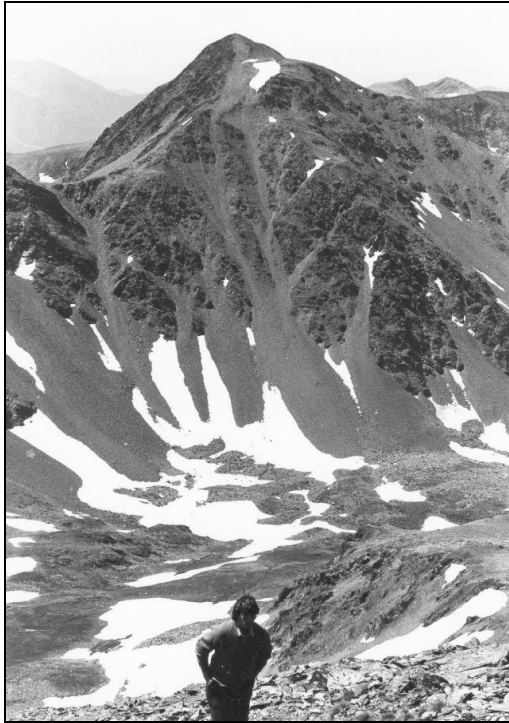
Photo. A. Lerouge, 26/10/1982.

À gauche, des avalanches locales se produisent sur le versant, mais la forêt protège les Bordes de la Coruvilla. Au centre le secteur de la Pala de Coll Carnisser (ici enneigée) et du Bosc del Barrer d'Areny est un énorme couloir d'avalanches. En haut, une ébauche de cirque cryonival de 200m de dénivellée est orientée au sud-est, donc sous le vent dominant, pentue, avec des roches apparentes et de la *gespa*. Sur le versant, on remarquera l'aspect particulier de cette forêt des zones d'avalanches, formée d'arbres étêtés, aux troncs couchés, dont les branches redressées seront à leur tour brisées, ainsi que les jeunes pins qui auront grandi entre temps.

Croquis interprétatif. Les limites et les signes reportés sont ceux de la carte de risque CLPA n° 24, Arinsal.

La Pala de Coll Carnisser est très favorable aux avalanches: corniches au sommet, suralimentation neigeuse, formation de grandes plaques, métamorphose rapide de la neige grâce à une bonne exposition, possibilité de mobiliser toute la neige instable du versant inférieur. Il y a des avalanches de neige fraîche après les fortes *nevades*, mais ce sont les avalanches de plaques ou de fond qui sont les plus spectaculaires, tous les cinq à dix ans. Selon Henri Péjouan, c'est une des plus grandes avalanches d'Andorre, de 10.000 à 50.000 m³ de neige.





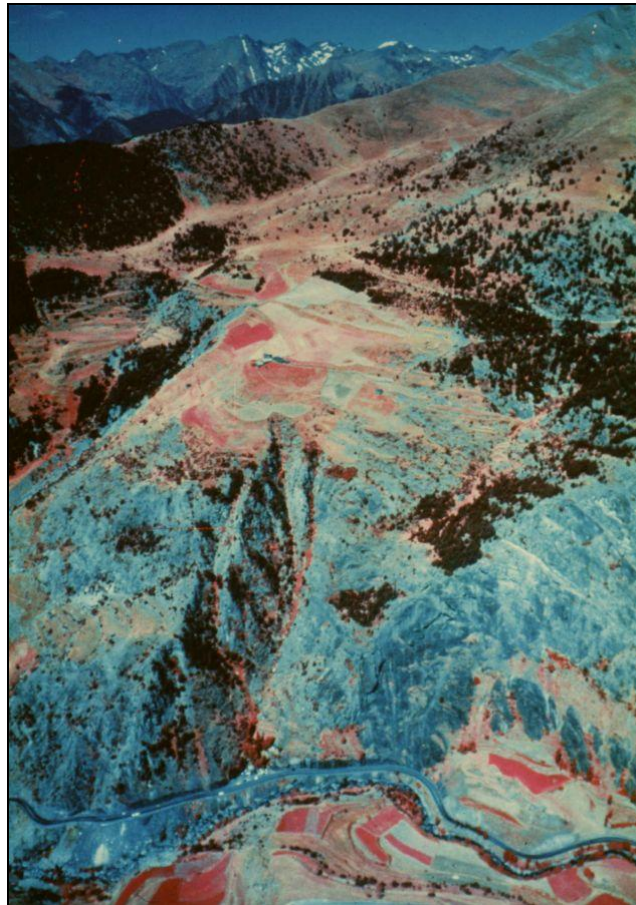
Pic de l'Estanyó et Clots de la Serrera (Ordino): couloirs.

Photo. A. Lerouge, 14/07/1981.

Les couloirs nord du Pic de l'Estanyó (2.915m) et les Clots de la Serrera (cirque amont de la Vall de Sorteny, à 2.500m d'altitude) sont vus depuis la Collada dels Meners. Tous les cirques en exposition nord sont striés de couloirs d'éboulis, qui sont autant de couloirs d'avalanches dès qu'il y a une surcharge ou une importante chute de neige froide. Les purges se font rapidement et les avalanches s'arrêtent souvent au pied des versants, où les *tarteres* (gros éboulis ou moraines rocheuses) et les arcs morainiques de retrait les bloquent efficacement.

Solà de Mereig et Els Racons (Canillo): purges et avalanches de neige fraîche, couloirs. Photo. A. Lerouge, 10/08/1978.

La photographie en infra-rouge fait apparaître le contraste entre les bois ou les prés des *bordes* du Solà de Mereig (rose et rouge) et les rochers nus et abrupts des Racons (bleu). Au centre la Canal del Grau est un petit bassin torrentiel dont les matériaux n'ont d'autre alternative que d'utiliser la route pour cône de déjection. Malgré leur faible dimension et leur altitude modeste (1.800-1.500m), ces couloirs connaissent des purges et des avalanches de neige fraîche par fort enneigement. Les champs soulignent, au premier plan, l'extrémité du grand glissement post-glaciaire de Prats-El Forn, recoupée par la Valira d'Orient.





Solà de la Farga (Les Escaldes): avalanches de printemps.
Photo. A. Lerouge, 17/04/1981.

Dans la vallée du Madriu, le Solà de la Farga connaît chaque année des avalanches de printemps. Elles sont si fréquentes qu'elles arrivent à construire des cônes d'avalanches qui se

superposent aux cônes torrentiels et d'éboulis antérieurs. On peut apprécier la parfaite régularité de la surface sommitale, qui alimente en surcharge de neige les hauts bassins de réception torrentiels. À droite, le versant *obac* de cette auge bien dessinée a des couloirs moins nombreux mais cependant actifs, avec surtout des avalanches de neige fraîche. Plus en amont, les cirques perchés, les versants plus courts et l'ouverture de la vallée donnent des conditions et des styles différents.



Clots de la Menera (Encamp): avalanches de neige fraîche, purges, avalanches de printemps. Photo. A. Lerouge, 17/04/1981.

Assez peu accidenté, en dehors de quelques verrous et des multiples arcs morainiques de retrait, le fond du cirque des Clots de la Menera n'est pas dangereux. Mais les parois

abruptes de ce cirque en van connaissent de continuelles avalanches de neige fraîche et des purges tout l'hiver, ainsi que des avalanches de printemps. Ici en exposition nord, le fond du cirque est une succession de couloirs actifs, dominés souvent par des corniches. À gauche domine la pyramide du Pic d'Envalira (2.822m). À droite, la haute Portella de Joan Antoni (2.670m) était un passage traditionnel de contrebande qui, bien que souvent dangereux en hiver, est devenu aujourd'hui un itinéraire classique de ski de randonnée.

Portella de Joan Antoni (Encamp): coulées, avalanches de printemps. Photo. A. Lerouge, 17/04/1981.

Après des chutes de neige tardives, amenées par une dépression méditerranéenne, des corniches se sont formées sur les crêtes qui entourent la Portella de Joan Antoni. À partir de départs ponctuels, de lentes coulées de neige de printemps se produisent sur toutes les pentes d'éboulis en milieu de journée. À droite, sous le Pic de la Menera, l'une d'elles est recoupée par la trace d'un skieur hors

piste. Des arcs morainiques bloquent ici toutes les avalanches. L'un d'eux décrit un S au centre et en bas de la photographie.



Costa Rodona-Canals del Maià (Canillo): purges, avalanches de redoux. Photo. J. Becat. 11/05/1991.

Tout le secteur entre le Port d'Envalira et le confluent du Riu de Sant Josep et de l'Ariège est très avalancheux. Les cirques, sous le vent de grands *plans*, ont des corniches et des plaques, certaines menaçant le Pas de la Casa et la route d'accès elle-même. Plus bas, comme cela apparaît sur cette photographie, la Costa Rodona a un versant irrégulier avec un manteau neigeux localement instable (surfaces lisses de rochers et pelouses, formes convexes), et les Canals del

Maià sont une batterie de couloirs d'avalanches qui connaissent des purges, des avalanches de neige fraîche ou de redoux. Dans l'un d'eux, une petite avalanche est en train de se produire; les 9 et 10 mai 1991 de fortes chutes de neige de printemps (40 à 60cm) avaient coupé la circulation entre le Conflent et l'Andorre. D'abord bloquée, puis déblayée, la route par les cols de Pimorent et d'Envalira fut interdite jusqu'au 11 à cause du risque d'avalanche.



Les facteurs favorables en Andorre

Les facteurs dûs au relief et aux modelés

Il s'agit de mettre en évidence les facteurs les plus courants qui prédisposent aux avalanches, c'est-à-dire à leur génèse, à leur déclenchement, à leur développement ou à leur canalisation.

Malgré l'aspect spectaculaire de quelques couloirs torrentiels en haute montagne, qui canalisent des avalanches comme celle de la fameuse Canal de l'Alt sous le Pic de Coma Pedrosa, **les modelés torrentiels** se développent surtout dans la montagne moyenne et basse. C'est dans l'étage subalpin, donc dans la zone forestière et dans sa limite supérieure, que les modelés torrentiels sont le facteur le plus favorable aux avalanches et le plus fréquent au moment d'établir l'inventaire cartographique. Il est courant de voir un chenal torrentiel fonctionner en hiver comme couloir d'avalanches, et de voir le bassin de réception, ou du moins ses couloirs convergents, parcourus chaque hiver par des avalanches diverses, de neige fraîche ou de neige de printemps. Dans la cartographie de localisation probable d'avalanches, il faut toujours avoir présent à l'esprit que toute forme torrentielle, même actuellement bloquée par la forêt et non fonctionnelle, peut devenir une zone d'avalanches si cette protection disparaît. Inversement, nous avons souvent constaté que des bassins torrentiels boisés, aujourd'hui sans avalanches, en avaient connu dans le passé, jusqu'à des altitudes très basses (pratiquement jusqu'à la limite inférieure de l'enneigement habituel d'hiver), simplement parce que le couvert forestier n'existait pas ou était bien moins dense.

Les couloirs d'avalanches qui arrivent le plus bas dans les vallées sont toujours des **chenaux torrentiels** dont le bassin de réception, situé parfois à une altitude de mille mètres au-dessus, est dans des pelouses ou des landes supraforestières, ou bien dominé par des crêtes arrondies ou des *plans* qui

permettent la suralimentation neigeuse et la formation de corniches qui alimentent les départs. Dans ces cas, les avalanches se prolongent dans les chenaux torrentiels, mobilisant le manteau neigeux qui s'y trouve, souvent avec une neige plus évoluée et plus moude, et ouvrant des couloirs parfois assez larges qu'il est difficile de protéger.



Canals Males-Obac de la Coruvilla (La Massana): couloirs et formes torrentielles.

Photo. A. Lerouge, 17/07/1980.

Au centre de cette photographie infrarouge, les Canals Males incisent le versant est du massif du Pic de Coma Pedrosa. Ce sont de petits appareils torrentiels qui canalisent chaque hiver des avalanches de neige fraîche et des avalanches de neige humide; on constate qu'au coeur de l'été les couloirs conservent encore des culots de neige. Les petites incisions du versant et les rochers connaissent des purges et de petites avalanches. Sur la droite, très rectiligne, la Canal de l'Alt et le Pla de l'Estany.

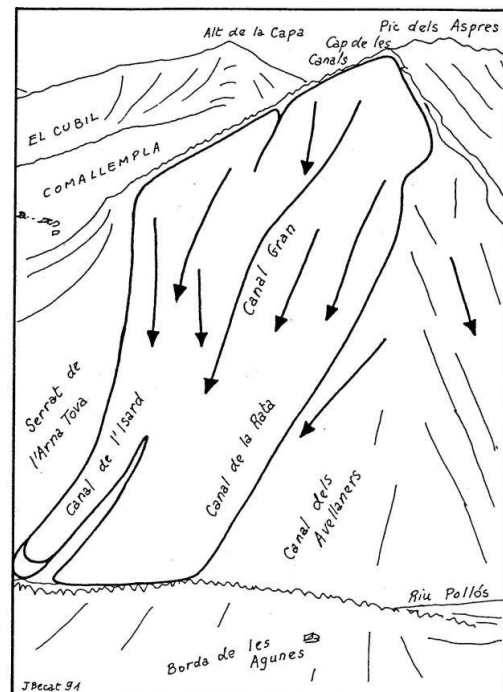


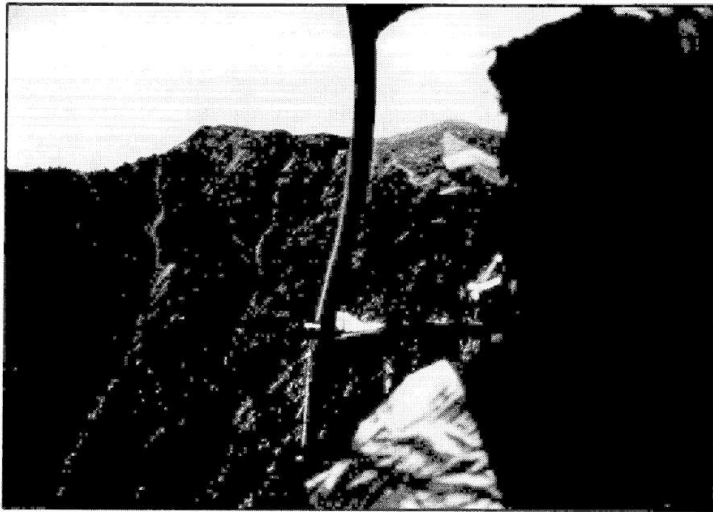
Canal Gran (La Massana): couloirs et incisions torrentielles. Photo. A. Lerouge, 20/07/1990.

Ce versant nord très raide, avec 800 mètres de dénivellée entre le sommet, le Cap de les Canals de Ribanelles (2.426m), et le Riu Pollós (ensuite Riu d'Arinsal), est strié de couloirs et d'incisions torrentielles. La principale est la Canal Gran. La base du versant est à peine atténuée par des cônes d'éboulis où la forêt est constamment emportée ou lacérée par les avalanches. Sur les versants rocheux, un piquetage de pins à crochets contribue à fixer le manteau neigeux, sauf vers le sommet et dans les couloirs. Au dernier plan la vallée suspendue de Comallempa, où sont situées les pistes de la station de ski d'Arinsal et le pic de l'Alt de la Capa.

Croquis interprétatif. Les limites et les signes sont ceux de la carte CLPA n° 24 : Arinsal.

Toutes les incisions dans le versant sont aussi des couloirs d'avalanches, jusqu'à la rivière. Sur cet *obac* très abrupt la moindre surcharge provoque des avalanches de neige fraîche, voire de poudreuse. La forêt de la base est dense, formée de jeunes pins, sapins et de bouleaux ployés vers le bas. Mais, en dehors de quelques files situées entre les couloirs, dès que les arbres sont d'âge moyen, ils sont brisés ou emportés. Bien qu'au contact de la station de ski et de la dernière urbanisation d'Arinsal ce secteur ne présente qu'un indice de vulnérabilité faible car il est d'accès difficile.



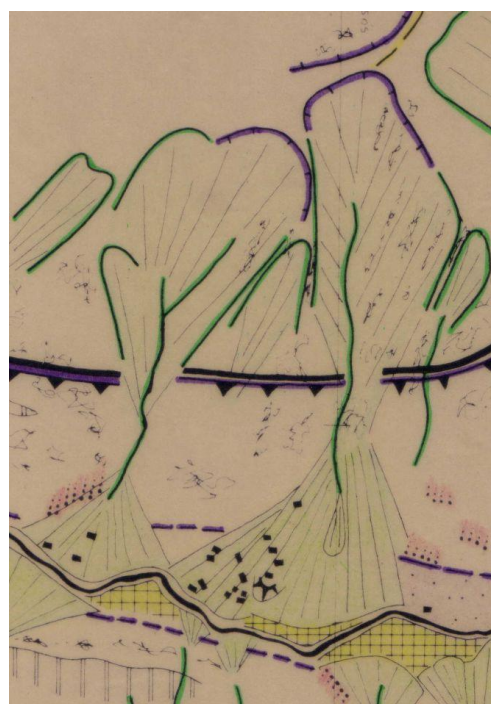
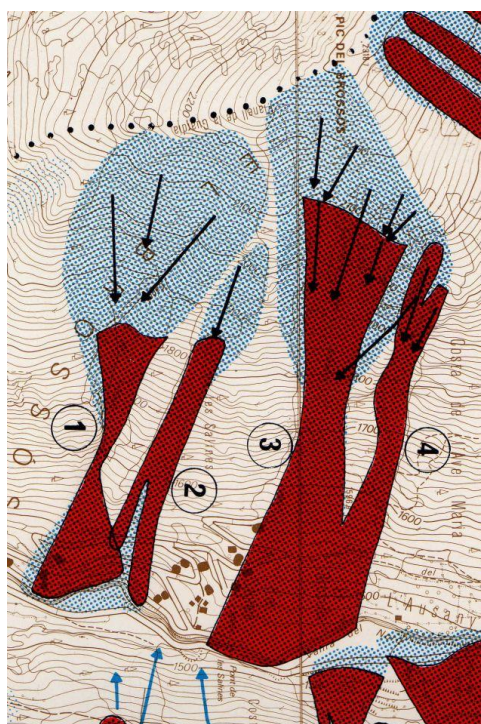


Canal Gran del Bony de la Pica d'Enclar (Andorra la Vella): couloirs et incisions torrentielles. Photo. A. Lerouge, 05/07/1988.

Sous la Pica (2.404m) et la Serra d'Enclar un ensemble de

couloirs et de vigoureuses incisions torrentielles canalisent des avalanches de neige fraîche ou de neige de printemps. Chaque année il y a des purges et des avalanches locales dans les couloirs. L'avalanche principale suit à gauche la Canal Gran sur 900m de dénivellée, et parfois jusqu'aux Prats d'Enclar (1.350m). Elle est fréquente, 2 à 3 fois tous les dix ans, et parmi les plus importantes d'Andorre (de 10 à 50.000m³ selon H. Péjouan). Malgré cela, quelle est le risque? Ce couloir est peu connu et ne présente aucun danger car il n'y a ni fréquentation hivernale ni constructions dans cette vallée.

Les bassins de réception sont toujours des zones d'avalanches ou des zones potentielles, que ce soit l'ensemble du bassin lorsqu'il est supraforestier, avec alors tous les types d'avalanches possibles selon l'exposition et l'enneigement (neige fraîche, coulées, plaques, corniches, neige de printemps), ou du moins les chenaux et les sillons qui l'incisent lorsqu'il est boisé. En effet, **ravinements et incisions torrentiels** sont autant de couloirs potentiels d'avalanches, dont la rugosité et les courbures peuvent jouer un rôle dans le cas des avalanches de neige humide ou de neige lourde. Celles-ci sont plus lentes, mais aussi plus sensibles aux obstacles, et elles ont tendance à exagérer les courbes, montant sur le versant concave où elles sont déportées. Cet aspect, ainsi que le chenal toujours net et sans arbres épargnés, permet de savoir avec sécurité si on a affaire à des avalanches de printemps. Lorsqu'ils sont atteints par l'avalanche, **les cônes de déjection** servent de zone d'étalement et d'accumulation, où l'avalanche perd sa force et dépose la neige et les troncs transportés. Si les avalanches sont fréquentes, et surtout s'il s'agit d'avalanches de printemps qui transportent et déposent beaucoup de débris, de terre et de matériaux, un **cône d'avalanche** peut se superposer au cône de déjection torrentiel. C'est le cas pour de nombreux appareils de la vallée moyenne du Madriu.



Bassins torrentiels et zones d'avalanches à Ordino, El Serrat: avalanches del Brossós et de Les Salines (extraits des cartes CLPA del Serrat)



Chenaux et cônes d'avalanches inscrits sur des cônes torrentiels à Vall del Madriu, au Solà de Fontverd (extraits des cartes CLPA Vall del Madriu).

Les modelés glaciaires offrent de nombreux facteurs favorables aux avalanches. En moyenne montagne et dans les grandes vallées ils n'agissent qu'indirectement, par la raideur des versants d'auge. Nous avons vu qu'au-dessus de 30° la pente est un facteur décisif, surtout si l'ancrage du manteau neigeux est mauvais, ou encore si l'exposition amène une métamorphose rapide de la neige. En effet, la raideur du versant permet l'installation des ravinements et des ensembles torrentiels, dont nous venons de voir qu'ils sont le facteur favorable le plus commun à ces altitudes. Les replats et les épaulements glaciaires utilisés par les *bordes* sont des sites qui, parfois, peuvent se révéler favorables: coulées sur les espaces défrichés, décrochements au niveau des ruptures de pentes ou des formes convexes.

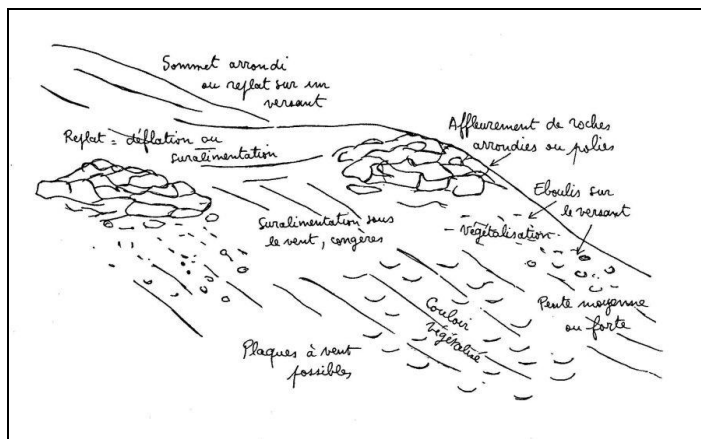
Mais c'est en haute montagne que les modelés glaciaires conditionnent le plus les sites d'avalanches. **Les cirques rocheux** voient continûment des avalanches de neige fraîche ou de poudreuse, des purges après les chutes de neige, des cascades de neige et des avalanches mixtes, de rochers et de neige. C'est parce qu'ils offrent des sites favorables avec leurs couloirs et leurs incisions, avec des pentes où alternent des rochers, des éboulis actuels souvent fins et des plaques de pelouses ou de *gespa* en forte pente. **Les cônes d'éboulis** qui atténuent le bas de leurs pentes sont propices aux coulées et aux avalanches de fond au printemps. **Les bonys** et les secteurs aux rochers polis par les anciens glaciers, bien que moins spectaculaires, sont souvent favorables aux départs d'avalanches, ou bien, par la faible adhérence du manteau neigeux et par leurs formes convexes, ils facilitent une relance de l'avalanche venant de plus haut. Sont aussi favorables les secteurs où affleurent des **rochers lisses**, surtout si la disposition des couches ou la schistosité facilitent le dégagement de surfaces régulières, quelle que soit leur dimension.

Les hauts versants d'auge et les épaulements, en zone supraforestière, ainsi que **les versants supraglaciaires** réguliers sont a priori des sites favorables aux départs et au développement des avalanches, quelle que soit leur exposition. Les versants sud sont les plus dangereux car à la pente et au profil s'ajoutent l'exposition favorable qui fait évoluer plus vite la neige et la présence, jusqu'à 2700 ou 2800 mètres d'altitude, des terrassettes à grandes fétuques qui diminuent l'adhérence.



Abarsetar d'Arcalís (Ordino): formes convexes. Photo. J. Becat. 29/08/1980.

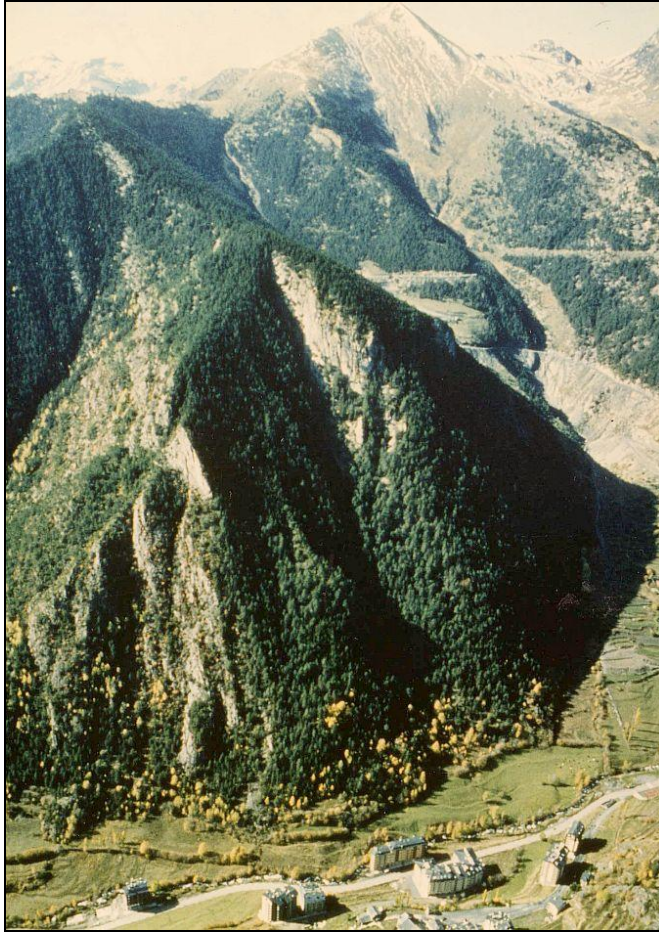
L'Abarsetar d'Arcalís occupe le fond d'un cirque tapissé de moraines, entre 2.000 et 2.300m d'altitude, sous le Pic d'Arcalís (2776m). Les formes douces et convexes du versant du second plan, une surface qui mène au Pic de l'Hortell, sont favorables aux décrochements du manteau neigeux au niveau des ruptures de pente. La photographie a été prise avant la création de la station d'Arcalís. Bien que les travaux n'aient commencé officiellement que trois ans plus tard, déjà le Comú d'Ordino avait fait réaliser une piste d'accès et un emplacement pour l'arrivée d'un remonte-pente, juste au-dessous d'une incision qui canalise de petites coulées. Plus en amont, la zone d'érosions sous le versant convexe est bien plus sujette aux avalanches, heureusement modestes; c'est cependant juste au-dessous que l'on installa la plateforme d'arrivée des plus hauts téléskis du secteur.



Replats et profils convexes.

Tout profil localement convexe, sur un versant non boisé, peut générer des départs d'avalanches ou relancer, alimenter une avalanche venue de plus haut, donc la prolonger. Soit il peut y avoir de mauvais ancrages: rochers arrondis ou polis des

vallées et des versants glaciaires (mais si les rochers sont "rugueux", ils constituent un bon ancrage). Soit la végétation facilite les déclanchements: la gespa qui substitue les pelouses alpines dès qu'il y a une plus forte pente. Soit enfin le replat qui surmonte la convexité peut amener le vent à créer sur la pente inférieure des suralimentations en neige, voire des congères ou des plaques à vent.



La Pesada (Arinsal, La Massana): rochers et risque d'avalanches.

Photo. A. Lerouge, 26/10/1982.

Au centre, sur le versant très abrupt de la Pesada, la forêt assure une bonne protection. Cependant lors des *nevades* importantes, les rochers lisses du sommet (Roca Blanca-Basers de la Pesada) alimentent des avalanches de neige fraîche dans un étroit couloir. Exceptionnellement, elles atteignent le petit cône de déjection, qui accueille aujourd'hui une *pleta*, urbanisation compacte de petites maisons.



La Rabassa de Rialb (Ordino): versants d'auge. Photo. J. Becat, 12/06/1981.

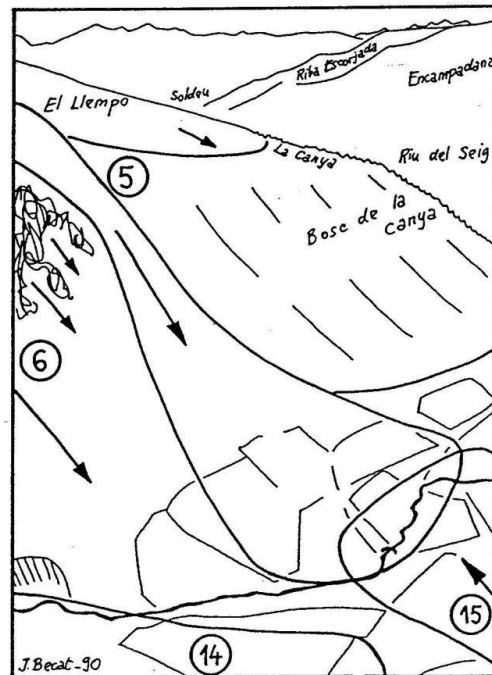
La Rabassa est la partie inférieure, de direction nord-sud, de l'auge glaciaire de Rialb. Plus en amont elle est orientée vers l'ouest (au fond à gauche), menant vers le fameux Port de Siguer. Au centre le Pic del Port de Siguer (2637m) domine les cirques perchés de Banyell. Les deux versants de l'auge

de la Rabassa sont parcourus chaque année par de grandes avalanches de neige fraîche et de neige de printemps, qui décrochent de la zone supraforestière, dans des rochers et des pentes à *gespa*, et qui remontent sur la base du versant opposé, ici au-dessus d'un chercheur de l'équipe, Léon Serve. Les couloirs de la Costa de Font Freda sont visibles au second plan, coalescents, à peine séparés par quelques files d'arbres. Au premier plan, la zone d'étalement de la première des avalanches des Canals de Francobí.



Allau del Prat del Patxeta (Canillo): rochers, *gespa*, croupe convexe. Photo. A. Lerouge, 10/08/1978.

Le versant de l'auge perchée de Montaup est encore protégé par le Bosc de la Canya, certes actuellement en progression vers le haut, mais qui s'éclaircit par l'intérieur (sénilité). La croupe convexe qui le domine a des landines de callune et de la *gespa*. La zone d'avalanche du Prat del Patxeta réunit plusieurs facteurs favorables: rochers lisses, *gespa*, croupe convexe, hautes pentes enneigées et exposition sud-ouest. Des départs sont aussi possibles dans la forêt claire, mais sans ampleur. Cette avalanche est fréquente, par suite de surcharges, lors des redoux, ou au printemps.



Croquis d'interprétation, de géomorphologie et de risque d'avalanche.
La légende et les signes sont ceux des cartes CLPA n° 01 : Montaup-Mereig.

Les modelés périglaciaires agissent par le biais de la solifluxion, des couloirs et des cônes d'éboulis, comme nous venons de le voir. Cependant les *tarteres* formées de macrogélifracsts et la base des cônes à éboulis grossiers donnent un bon ancrage du manteau neigeux et peuvent freiner les avalanches. Cette atténuation du phénomène avalancheux est souvent renforcée par la présence, au pied des éboulis, de moraines de cirque ou de multiples petits arcs morainiques, datant des phases de retrait des glaciers ou de la dernière période glaciaire. Ils freinent ou arrêtent les avalanches; ils servent aussi de zones d'accumulation. Toujours dans l'étage alpin, **les versants réglés**, quelle que soit leur exposition, du fait de leur pente et, souvent, de leur végétation de *gespa*, peuvent générer des avalanches: plaques et plaques à vent, mise en mouvement du manteau neigeux au printemps ou par suite de la rupture de corniches, par exemple.

Quels que soient les reliefs qu'ils dominent, et même lorsque les dénivelés ne sont pas importants, **les plans sommitaux et les crêtes douces ou arrondies** sont toujours entourés de zones qui sont parmi les plus avalancheuses. Elles sont d'autant plus traîtresses qu'elles n'impressionnent pas les skieurs et qu'elles les attirent. Très abondantes en Andorre, ces hautes surfaces sont des zones de réception de la neige et de déflation, par vents du nord et du nord-ouest comme par vents du sud et du sud-est. Elles occasionnent des suralimentations neigeuses sur les versants sous le vent, elles sont fréquemment bordées de corniches et, sur les pentes voisines, se forment des plaques à vent.

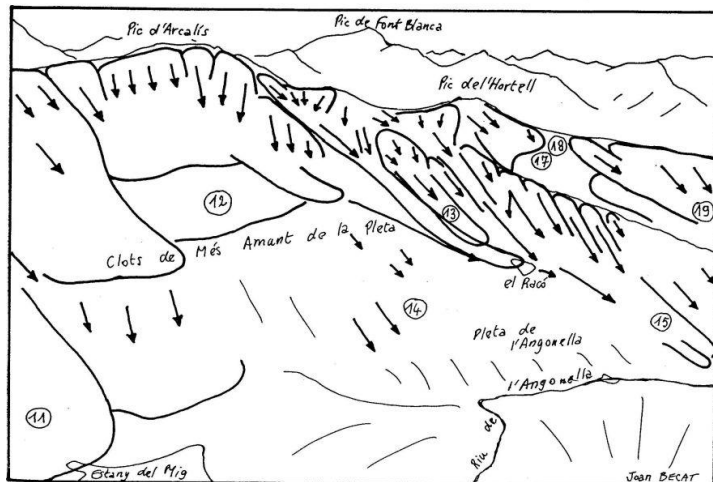
Enfin, tous **les versants irréguliers** qui ne sont pas protégés par les forêts présentent un danger potentiel d'avalanches. Les replats et les secteurs en moindre pente peuvent accumuler de la neige qu'une avalanche venue de la partie supérieure pourra mettre en mouvement. Les décollements sont fréquents dans les secteurs convexes, surtout s'ils possèdent des affleurements rocheux lisses ou des secteurs couverts de guirlandes de *gespa*.



Basers et Pleta de l'Angonella (Ordino): versants irréguliers. Photo. A. Lerouge, 05/07/1988.

Cette *solana* présente sur 500m de dénivellée un versant contrasté, avec des replats assez larges, des rochers, des pentes à *gespa*, des éboulis et de petites moraines, donc beaucoup d'irrégularités dans le profil. À l'arrière-plan à gauche, la Serra d'Arcalís a de grands abrupts rocheux, les Basers, avec à leur base des manteaux d'éboulis schisteux en

grande partie végétalisés par la *gespa*. Au centre, sous le Pic d'Arcalís (2.776m), les plus hautes moraines sont sur des replats et des *bonys* rocheux. Plus bas, les Clots de Més Amunt de la Pleta possèdent un ensemble morainique plus important, qui repose sur un long verrou-barre rocheux. Deux petits arcs arrivent jusqu'à l'Estany del Mig et l'Estany del Racó. Après la Pleta de l'Angonella, et matérialisé par des couloirs et des ressauts rocheux, l'enfoncement de la vallée correspond au début de l'auge glaciaire. Partout des pelouses, des pentes à *gespa*, puis des landes et les premières forêts.



Croquis d'interprétation. Carte CLPA n° 21 : L'Angonella.

Ces conditions donnent quatre ensembles de zones à risques:

- A l'ouest, en 12, rochers et couloirs alimentent des purges et des avalanches de neige fraîche après chaque chute, que bloquent les moraines du dessous, sauf aux deux extrémités où des versants à *gespa* les conduisent plus loin. Parfois elles sautent le replat du Racó, mobilisant au passage la neige plus évoluée du versant convexe inférieur.

- En 13, une série de petits cirques ou alvéoles glaciaires étagés sont reliés par des couloirs à *gespa* et par des éboulis fins. Les multiples ressauts rocheux favorisent aussi les avalanches, qui peuvent atteindre le fond de la vallée.

- Sous la Pleta de l'Angonella, dans le verrou rocheux, des petits couloirs et incisions ont des purges locales.

- Dans le verrou-barre des Clots de Més Amunt il y a des coulées ponctuelles à cause de surcharges, mais sans avalanches importantes, car le replat du dessus est assez large et coupé par les contrepentes des arcs morainiques.

Les facteurs dûs à la végétation et à l'action anthropique.

Parmi les zones les zones très avalancheuses, nous avons toujours les hauts versants des **solans couverts de gespa** (ou *gèspit*). Ce sont des zones à pentes moyennes ou fortes où se développent des terrassettes et des guirlandes de solifluxion entravées par de fortes touffes de fétuques, la *gespa* (*Festuca eskia* ou *Festuca durissima* selon les sols). Ces grandes graminées, aux tiges et aux feuilles dures, cylindriques et lisses, si elles ne sont pas broutées, forment de véritables toboggans lorsque le poids et la reptation de la neige les couche dans le sens de la pente. Ces *pales de gespa* sont d'autant plus avalancheuses qu'elles sont souvent dominées par des corniches et suralimentées en neige par les vents du secteur nord ou nord-ouest. Par contre, quand elles ne sont pas gagnées et recouvertes par de la *gespa* non pâturée, les nombreuses stries de parcours sur un versant améliorent l'ancrage du manteau neigeux.



**Costa Gran (Canillo):
hautes solanes.**

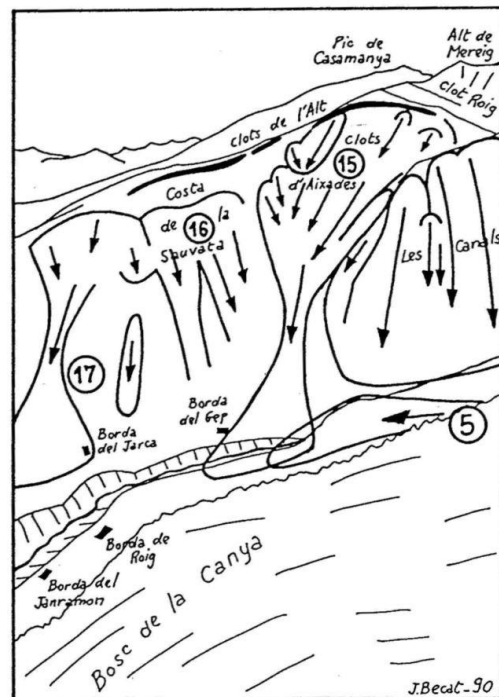
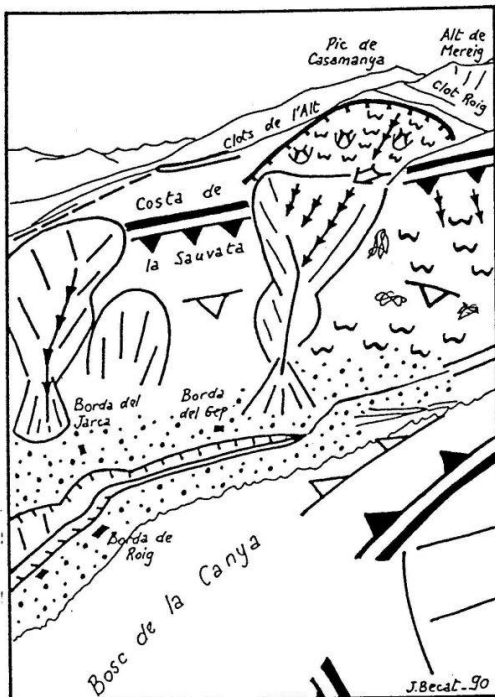
Photo. A. Lerouge,
05/07/1988.

Dans la haute vallée de la Vall del Riu, la Costa Gran est une *solana* de 400m de dénivelée (2.480m-2.070m), entre les cirques perchés de la Comarqueta d'Incles, à droite, et de Les Fonts, à gauche. La partie supérieure est un versant supraglaciaire raide, avec des rochers apparents et des éboulis en partie colonisés par la *gespa*, avec des départs d'avalanches de redoux pendant l'hiver ou d'avalanches de printemps. Passé un petit replat qui marque la limite d'auge, elles mobilisent souvent la neige du versant inférieur. Le piquetage visible sur ce versant est celui d'une progression de jeunes pins et d'arbres brisés par les avalanches.



Clots d'Aixades (Canillo): corniches, rochers, gespa, versants irréguliers.
Photo. A. Lerouge, 21/06/1979.

Dans le massif du Casamanya, les Clots d'Aixades sont un cirque en entonnoir, très tendu, où alternent des rochers lisses et des pentes à *gespa*, qui sormonte un bassin torrentiel. Des corniches importantes se forment sous la crête douce. Souvent abondant, le manteau neigeux évolue vite; son mauvais ancrage et l'irrégularité du versant favorisent aussi le départ et l'extension des avalanches, qui peuvent passer le ravin et la rivière. Au premier plan on peut apprécier le mauvais état du Bosc de la Canya, une forêt de protection vieillie, avec de nombreux arbres morts.



Croquis d'interprétation, de géomorphologie et de risque d'avalanche.
La légende et les signes sont ceux des cartes CLPA n° 01 : Montaup-Mereig.

Les touffes encore plus grandes du **sudorn** (*Festuca paniculata*), qui atteignent fréquemment plus d'un mètre de hauteur, et dont les feuilles sont plus larges et plates, mais toujours très lisses et glissantes, favorisent aussi les départs d'avalanches. Dans l'étage subalpin et au début de l'étage alpin, le *sudorn* affectionne les sommets des cônes d'éboulis aux matériaux plus fins, les hauts versants qui possèdent un sol meuble ou une roche altérée et, tout comme la *gespa*, les bassins de réception torrentiels, c'est-à-dire des zones de départ potentiel d'avalanche.

Sur une pente, même modeste, toutes **les zones de pâturages et de prairies alpines non pacagées** sont un facteur favorable au décollement du manteau neigeux, surtout au printemps. C'est un cas courant dans la zone supraforestière et dans les clairières et couloirs des prés-bois subalpins. Parce que les herbes hautes se couchent et sont peignées par la reptation, parce que la surface devient plus lisse et qu'il y a de l'air emprisonné dans le matelas végétal sous la neige, ce qui facilite sa métamorphose, l'adhérence diminue. Donc, nous pouvons ajouter comme facteurs qui contribuent à l'augmentation du risque: le sous-pâturage, par les refus qu'il multiplie dans les lieux les plus pentus, l'absence de pâturage et également l'abandon des pratiques traditionnelles des *cremats*, ces **feux pastoraux** contrôlés, multiples et relativement limités, qui brûlaient les refus, les buissons et les *gespes*.

Les pentes avec des **landes** à rhododendrons ou de genêts purgatifs (*Cytisus purgans*) et, sur les hauts *obacs*, les landines à *Vaccinium uliginosum*, permettent un ancrage du manteau neigeux si celui-ci n'est pas épais. Avec de fortes accumulations, les buissons sont écrasés et ployés dans le sens de la pente et améliorent le glissement. De plus l'air emprisonné dans les arbustes facilite l'évolution de la neige.

Une **forêt claire** ou une **progression récente de la forêt** ne sont pas une protection réelle. Elles n'empêchent pas la reptation du manteau neigeux qui ploie les jeunes arbres et, souvent, elles ne constituent pas un ancrage suffisant. De multiples coulées ou départs ponctuels peuvent se produire entre les arbres, qui peuvent déclencher une avalanche s'ils mettent en mouvement la neige du versant inférieur. C'est le cas de l'Abarsetar de l'Hortell, à l'*obac* del Serrat.

Si **les forêts denses** et les forêts de densité moyenne, mais avec des arbres puissants, sont effectivement un obstacle aux avalanches et protègent de ce fait les

versants inférieurs, il n'est aucune forêt qui ne résiste à une forte avalanche de poudreuse, de plaques ou de neige de printemps: sans que rien y prédispose, si ce n'est le risque d'avalanche en amont, en Andorre même, de **larges couloirs** sont ouverts à travers la forêt, par exemple au Bosc del Barrer d'Areny (Arinsal), à Laverdú ou à Les Allaus (El Serrat). Même si l'avalanche ne se produit que tous les vingt ou quarante ans, elle est capable de ramoner chaque fois son couloir, quand bien même une forêt dense et d'âge moyen y aurait repoussé. En fait, tout dépend de ce qui se passe au-dessus: s'il y a des espaces supraforestiers amples, capables de générer de grandes avalanches grâce à des facteurs favorables (pentes, substrat, accumulations de neige et évolution du manteau neigeux), les forêts ne résisteront guère.

Les forêts ne sont efficaces que lorsqu'elles peuvent couvrir tout le versant jusqu'aux crêtes, ou bien lorsque l'espace supraforestier ne peut générer que des avalanches modestes ou moyennes. Ceci n'est possible, bien sûr, que si la forêt est saine et bien entretenue, et si des **coupes abusives** ne viennent pas faire disparaître la protection pour quelques décades. On a vu des couloirs d'avalanche nouveaux se former sur des versants qui n'avaient d'autres facteurs favorables que la pente, l'enneigement et, bien entendu, le déboisement. C'est le cas dans une récente coupe à blanc au Bosc de Vilar (Llorts), ou encore dans un versant déboisé il y a un demi-siècle à la Beçosa, près del Serrat.



Canal de la Font del Condal (Canillo): y a-t-il des facteurs favorables?

Photo. A. Lerouge, 05/07/1988.

Y a-t-il des facteurs favorables? Selon tous les critères énumérés, non. Il existe cependant un couloir d'avalanche. Bien sûr il y a la pente du versant d'auge et un dénivelé de 350m, qui permet la mobilisation de toute la neige du couloir lui-même. Les départs ponctuels se produisent dans la forêt claire et les prés-bois du sommet. Quelques rochers, de la *gespa* et des landes créent un mauvais ancrage, mais c'est peu de chose. On peut supposer que ce couloir fut ouvert lorsque la forêt était plus claire et, une fois créé, il s'autoentretient. Neige et forêt: il existe donc un seuil critique.

Les types de situations à risque d'avalanche en Andorre

1 - Les incisions et les ensembles torrentiels de l'étage subalpin

Au-dessus de 1.600 mètres d'altitude, tous les ravinements et toutes les incisions torrentielles peuvent canaliser des coulées ou des purges de neige fraîche, voire des avalanches, dès qu'il y a une surcharge. Habituellement, ces zones sont indiquées sur les cartes réalisées par une flèche. Il en est de même pour les couloirs dans les zones rocheuses.

Il s'agit ensuite des ensembles torrentiels de taille modeste ou moyenne, avec bassin de réception et chenal d'écoulement, qui se développent sur les versants des vallées principales. Le plus souvent, seuls les couloirs et les chenaux sont avalancheux s'il n'y a pas de protection de la forêt. La mise en défens et la progression forestière peuvent changer la situation et en éliminer le risque.

En voici quelques exemples dans les diverses paroisses, la liste n'étant pas exhaustive:

- Canillo: Racons. Roc de l'Areny. Roc dels Batallassos. Roc del Quer.
- Canillo, El Vilar: Costa dels Avellaners.
- Canillo, L'Aldosa: Visanseny. La Trava: Canal del Duc, Canal del Coll de la Cauba, Canal del Roc del Sastre.
- Canillo, Vall del Riu: Artic de Capell. Canals de les Flamies.
- Encamp: La Bor. Lloset.
- Encamp, Els Cortals: Rocs Negres. Bosc del Tosquer. Bosc de les Allaus.
- Ordino, La Cortinada: Canal del Forn. Canal del Barrer. Canal de Coma Pregona. Canal Torta.
- Ordino, El Serrat: Bosc de Matet. Canal de la Coma-Les Sobiranes.
- Ordino, Sorteny: Roc del Quer-Grau de la Llosa. Veda de Sorteny.
- La Massana, Arinsal: Les Obagues. Canal Pregona. Canal del Racó. Canals del Mas de Ribafeta. Canal del Coll de les Cases-Allau del Mas.
- La Massana, Arinsal, Puiol del Piu: La Pesada. Canal de la Llosa. Canal de

Palomer.

- La Massana, Pal: Canal de la Font del Llop.
- La Massana, Xixerella: Feixants de Xixerella.
- Andorra la Vella-Les Escaldes: Bony de Comascura. Canal del Boïgot-Canal del Pont. Roc d'Esquers. Canal Fosca. Solà d'Entremasaigües. Solanet de Ràmio. Canal Serradora.
- Andorra la Vella-Les Escaldes: Canal de la Font del Cuc. Canals dels Maïans. Canals del Riu de l'Avier.
- Sant Julià de Lòria: Francolí. Rubials-Els Llaurers-Canal del Coll de Vista.



Les Tallades (Ordino): ensembles torrentiels. Photo. J. Becat, 31/01/1981.

La photographie a été prise depuis Encodina après une forte *nevada* suivie d'avalanches (entre autres à Les Tallades et à Les Allaus, avant et après El Serrat). Au second plan, une haute surface d'érosion inclinée, vers 2.500m d'altitude, la Pala de Coma Obaga, domine le bassin de réception de Les Tallades. Les corniches et l'instabilité du manteau neigeux dans les couloirs couverts de *gespa* (celui du centre est la Pala del Gèspit!) provoquent des avalanches de neige fraîche ou de printemps, qui mobilisent ensuite la neige du couloir principal, jusqu'au cône de déjection dans la vallée, 850m plus bas. Cette avalanche est arrivée jusqu'à l'Hôtel del Serrat. De part et d'autre, la neige souligne des versants déboisés par de fortes coupes, où la forêt n'a jamais repris.

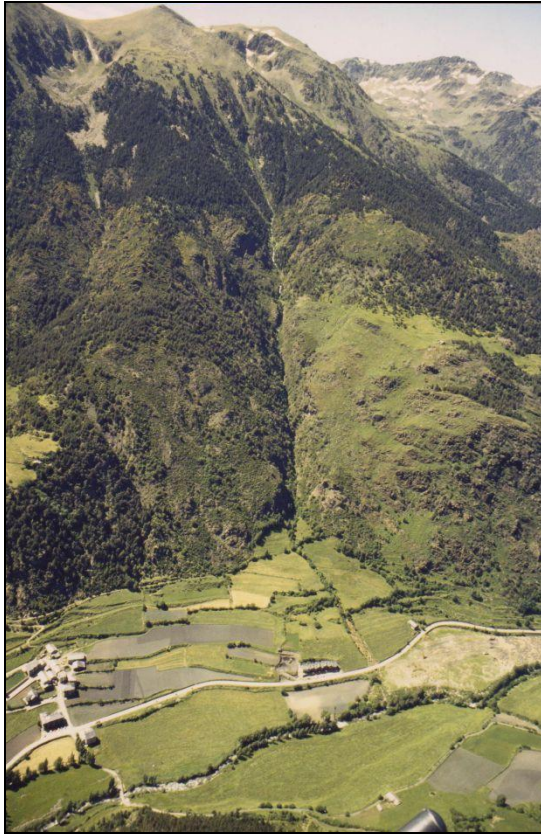
2 - Les ensembles torrentiels avec bassin de réception dans l'étage supraforestier

Ce sont parmi les zones avalancheuses les plus spectaculaires et les plus dangereuses pour les vallées (espaces urbanisables et circulation). C'est aussi parmi elles que l'on rencontre les plus grosses avalanches car elles peuvent mobiliser beaucoup de neige, dans le bassin de réception comme dans le chenal lui-même, les dénivelés totaux atteignant couramment de 500 à plus de 1.000 mètres. Ces zones cumulent les facteurs favorables: bassin de réception pentu, non forestier, strié de chenaux, forts dénivelés et pentes fortes; selon l'exposition il y a suralimentation neigeuse, corniches et plaques, ou évolution rapide de la neige et *gespa* (sud), ou possibilité de poudreuse (nord). Il est pratiquement impossible de les contrôler ou de les limiter, compte tenu de leur ampleur et des conditions des secteurs de départ.

Souvent ces zones ont des avalanches très fréquentes et de types variés dans leur partie supérieure (surcharges, neige fraîche, poudreuse, plaques, neige lourde au printemps). Plus rarement mais avec certitude, tous les vingt à cinquante ans, de grandes avalanches arrivent jusqu'à la vallée: selon les témoignages recueillis et la vérité-terrain, ce sont en général des avalanches de printemps (ou qui, quel que soit leur style au départ, finissent en avalanche de neige lourde) qui s'étalent sur le cône de déjection. Plus rarement ce sont des avalanches de neige fraîche ou de poudreuse.

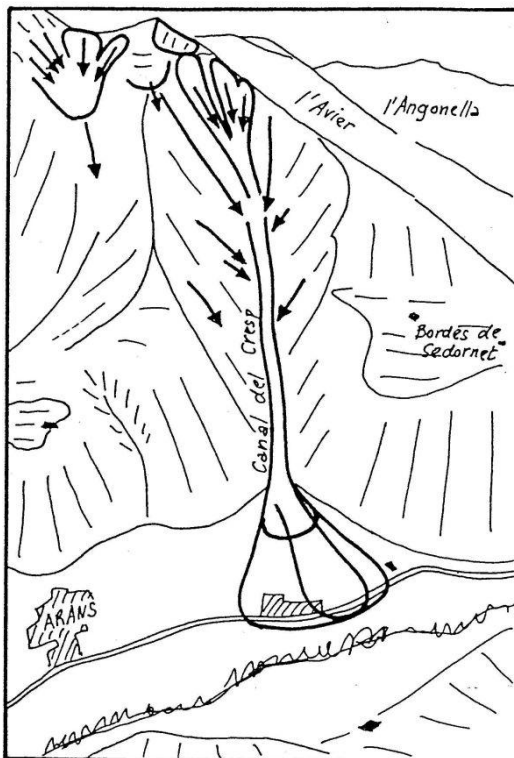
Voici la liste quasi complète de ces ensembles, dont plusieurs sont reproduits et analysés dans cet ouvrage:

- Canillo, Coma de Ransol: Riu de les Obagues. Canals de Torradella.
- Ordino: Riu de Casamanya. Riu de l'Enfreu.
- Ordino, La Cortinada: Canal del Tabanell. Canal del Cresp.
- Ordino, El Serrat: Les Tallades.
- La Massana, Arinsal: Allau del Cubil. Canal del Coll del Turer.
- La Massana, Pal: Costes de l'Alt: Canal de l'Assalador de Rei, Canal de les Boïgues.
- Andorra la Vella-Les Escaldes: Solans de Ràmio, de Fontverd, de la Farga.
- Sant Julià de Lòria: Els Fenerals.



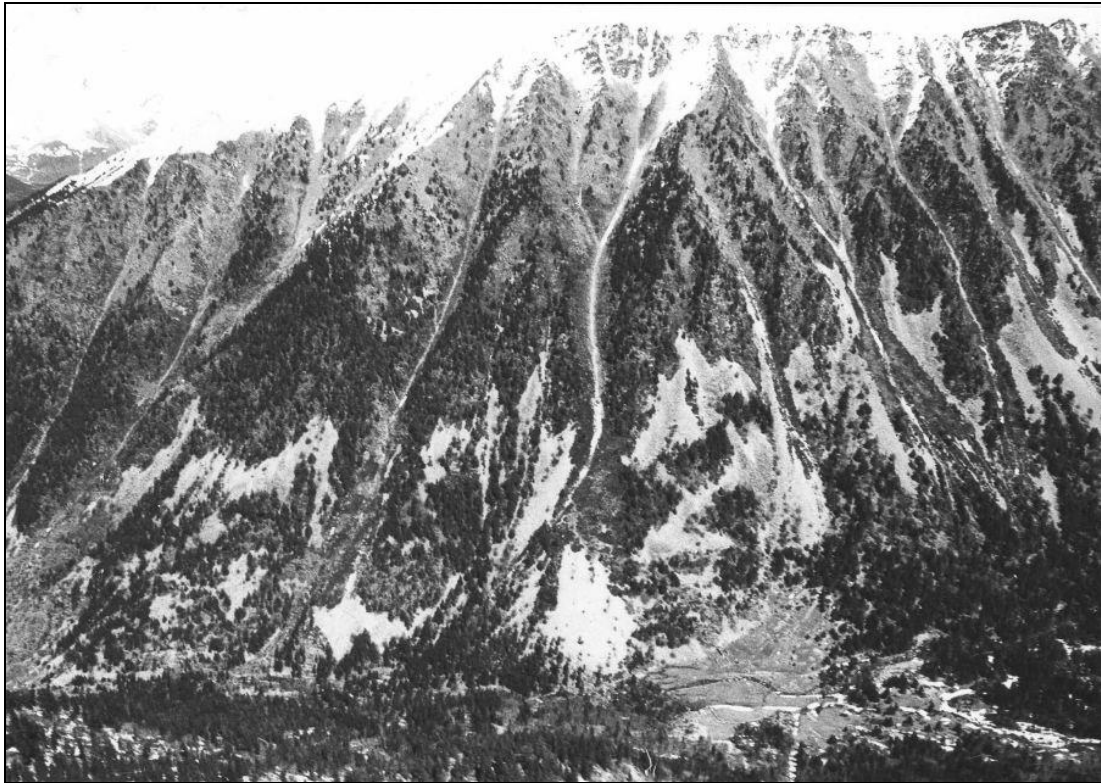
Ordino, la Canal del Cresp. Risque d'avalanche et urbanisation. Photo. A. Lerouge, 05/07/1988.

À gauche, le village d'Arans est protégé par un verrou rocheux latéral, au-dessus duquel s'étend le replat de la Plana del Grau, avec une *borda*. Au centre, sur 1000m de dénivelée (2.586-1.373m), se développe la Canal del Cresp, un ensemble torrentiel très pédagogique. La partie supérieure du bassin de réception est dans le domaine supraforestier, avec au-dessus des *plans* et des formes douces sous le vent dominant. Au-dessous, on distingue nettement des incisions dans la forêt de pins à crochets, qui sont autant de couloirs d'avalanches. Puis viennent le chenal et le cône de déjection, entièrement en zone de risque. En 1988 le lotissement en était aux premières maisons ; aujourd'hui il ourle l'ensemble du cône, le long de la route.



Croquis d'interprétation.

Depuis 1948 (premières photo. aériennes), la forêt est plus dense, mais avec les mêmes couloirs d'avalanche; celui de la gauche s'est même ouvert depuis. Les hautes surfaces sont très enneigées et alimentent le haut bassin, couvert de *pales de gespa* qui rendent le manteau neigeux très instable. Les couloirs d'avalanche sont très bien dessinés et fonctionnent chaque année, au moins jusqu'à mi-versant, en avalanches de poudreuse ou de neige lourde. Moins souvent, les avalanches de printemps arrivent jusqu'au sommet du cône de déjection. Elles peuvent arriver jusqu'au nouveau lotissement, qui se trouve dans l'axe d'une éventuelle avalanche de poudreuse.



Solà de Ràmio (Les Escaldes): avalanches de printemps. Photo. A. Lerouge, 17/04/1981.

Le versant d'auge et les Solans de Ràmio et de Fontverd sont striés par une batterie d'incisions torrentielles dont le bassin de réception est dans l'étage supraforestier, formé des rochers et de pentes raides à terrassettes de *gespa* et de *sudorn*. Le sommet, la Tosa del Braibal, est un *pla* qui alimente en neige ces hauts versants. Chaque année, des avalanches de printemps parcourent ces couloirs sur plus de sept cents mètres de dénivellée, jusqu'au Riu Madriu. La route que l'on y projette serait très menacée.

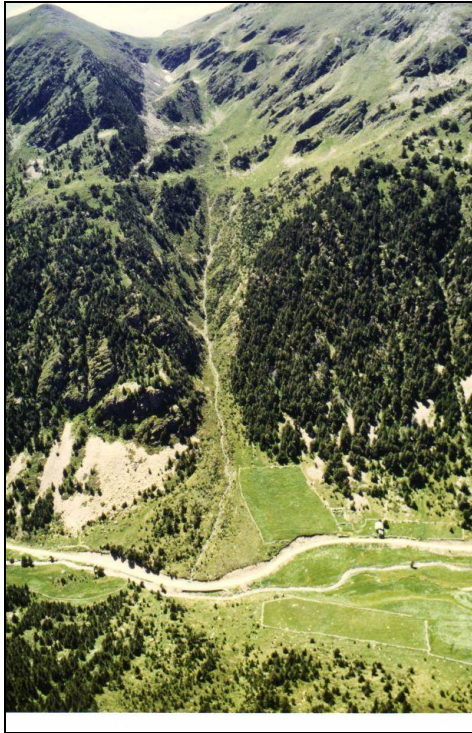
3 - Les grands couloirs composites.

Ce sont aussi de grands ensembles de 700 à 1.000m de dénivellé, spectaculaires et dangereux, peu nombreux et très connus des andorrans, qui auraient pu être classés avec le type précédent. Leur fonctionnement est semblable, ainsi que les types d'avalanches qu'ils connaissent et leur fréquence.

Mais leur structure réunit des éléments un peu différents: des cirques glaciaires supraforestiers au sommet, avec fréquemment de grandes *pales de gespa* glissante et des *plans* sommitaux, des auges pentues (cirque-vallée) ou des replats qui arrêtent les avalanches les plus fréquentes, mais qui peuvent parfois leur donner un nouveau départ, mobilisant alors de grandes masses de neige, puis des chenaux amples, qui peuvent aussi bien suivre un couloir torrentiel que s'ouvrir un passage dans la forêt. Voici ceux que nous avons rencontré, exclusivement localisés

sur Canillo et sur Ordino:

- Canillo, Coma de Ransol: Canal de la Pleta dels Llacs. Canal d'Aigua Vella. Canal del Castellà.
- Ordino, Llorts: Vall de l'Avier.
- Ordino, El Serrat: Laverdú. Les Allaus. Canal de les Fonts.



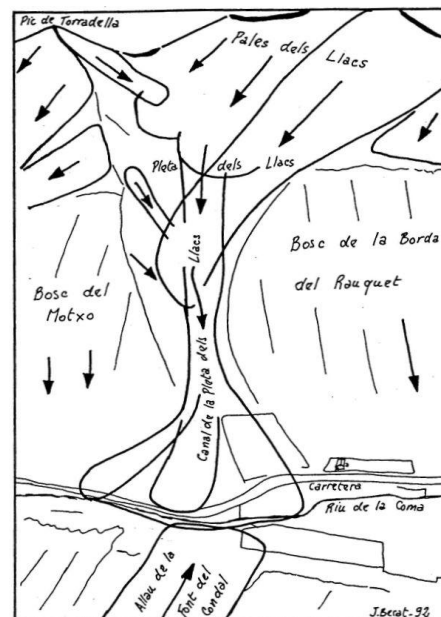
Canal de la Pleta dels Llacs (Canillo): grands couloirs composites. Photo. A. Lerouge, 05/07/1988.

Cet ensemble composite possède en amont un cirque suspendu et des *pales de gespa*, avec des replats et un fond de cirque bien marqué, puis un couloir torrentiel avec un cône de déjection très développé dans la vallée. Les formes torrentielles s'inscrivent dans le flanc d'auge de la Coma de Ransol, alors que le cirque s'est développé au-dessus d'un épaulement assez continu. Ce schéma se répète dans toute la vallée, mais aussi à El Serrat ou à Arinsal. Ici, le cirque présente un profil assez tendu et un fond à 2.180m, à la Pleta dels Llacs. Les sommets sont à 2.584m (Pic de les Pales dels Llacs, à droite) et à 2.575m (Pic de Torradella à gauche).

Croquis de localisation d'avalanches.

Carte CLPA n° 03 : Coma de Ransol.

Le cirque a de longues pentes pastorales couvertes de *gespa* glissante, coupées de ressauts rocheux dans des schistes, en particulier à droite, en exposition sud. Elles sont sous le vent, avec des corniches et une suralimentation neigeuse en hiver. Ce sont des conditions idéales pour les avalanches de tous types qui, habituellement, s'arrêtent sur le replat. Mais celles qui partent de la droite vont directement dans le couloir. Avec une assez grande fréquence (plusieurs fois tous les dix ans) des avalanches atteignent le cône et la rivière. Ce sont de grandes avalanches de poudreuse, de neige fraîche, mais aussi de printemps. Les jeunes pins ne doivent pas faire illusion. La Canal voisine del Castellà a fonctionné deux fois jusqu'en bas en 1991, dont une avalanche de poudreuse.

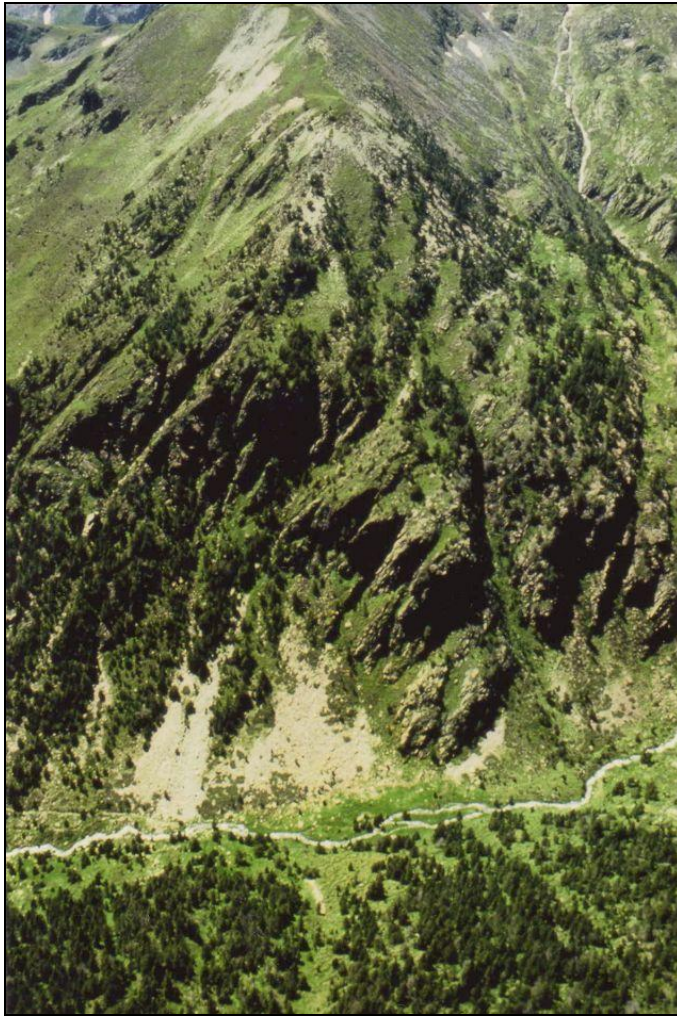


4 - Les versants d'auge de l'étage subalpin supérieur

Voici une situation très commune: un versant d'auge abrupt ou très pentu, strié d'incisions ou de couloirs, avec des verrous (*bonys*) latéraux ou des roches apparentes accom-pagnées d'éboulis. De brefs épaulements ou replats créent des formes convexes favorables aux décrochements du manteau neigeux. Une forêt claire ou moyenne n'arrive pas à protéger efficacement tout le versant, en particulier sa partie supérieure: limites forestières en altitude, effet de crête, espace pastoral d'estive en prés-bois, etc. Bref, beaucoup de facteurs favorables sont réunis pour créer des couloirs localisés et précis sur des versants qui restent dans leur ensemble assez bien protégés. C'est l'environnement classique des hautes vallées subalpines et des *bordes*. Parfois ces couloirs sont plus larges ou coalescents, créant toute une zone dangereuse, par exemple aux Canals de la Vall del Riu ou à la fameuse Allau de Soldeu. Les types d'avalanches observés y sont variés, avec surtout des avalanches de neige fraîche, dues à des surcharges après de fortes chutes de neige. Selon les facteurs locaux, des plaques à vent ou des redoux peuvent en être la cause.

Nous donnons l'inventaire presque complet de ces secteurs:

- Canillo, Incles: Riu de la Font dels Comellassos. Els Colells.
- Canillo, Coma de Ransol: Canal de la Font del Condal.
- Canillo, Montaup: Canal del Prat del Patxeta.
- Canillo, Soldeu: Solà de Soldeu, El Tarter-Solà d'Envalira-Falconeres.
- Canillo, Vall del Riu: Canals de la Vall del Riu.
- Ordino, Rialb: Canals de Falcobí. Canals de la Rabassa-Costa de Font Freda.
- Ordino, El Serrat: Les Salines-El Brossós.
- Ordino, Sorteny: Allau del Planell dels Beços. Canals de la Pleta del Lloamar.
- La Massana, Arinsal: Canal Gran.
- La Massana, Coma Pedrosa: Canals Males et Canals dels Tarrer Roig.
- Andorra la Vella-Les Escaldes: Els Graus. L'Hospital. Solà dels Sulls. Obaga de Fontverd.



Les Canals de la Vall del Riu (Canillo): versants d'auge du sommet de l'étage subalpin. Photo. A. Lerouge, 05/07/1988.

La partie nord des Canals de la Vall del Riu est un versant d'auge rocheux, strié de couloirs et ravines où se produisent des purges et des avalanches très fréquentes après les *nevades*. Le couloir à droite alimente un cône de déjection et d'avalanche. Les autres sont des couloirs d'éboulis. Malgré les conditions favorables (sommet arrondi, roches et *gespa* sous le vent, couloirs) il n'y a que des avalanches modestes, faute d'espaces suffisants pour les accumulations de neige.

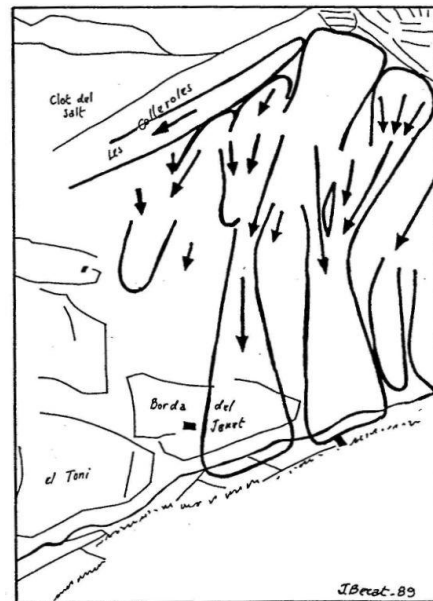


Croquis d'interprétation, géomorphologie et avalanches. Carte CLPA n° 02 : La Vall del Riu.



Les Canals de la Vall del Riu (Canillo): versants d'auge du sommet de l'étage subalpin. Photo. A. Lerouge, 05/07/1988.

La partie sud des Canals a des zones de réception bien dessinées qui alimentent trois couloirs d'avalanches. Un versant supraforestier avec des modelés périglaciaires et de la *gespa*, des ressauts rocheux et des éboulis fins schisteux, un *pla* sommital, une orientation sous le vent et des corniches, tout est favorable aux avalanches. Au centre, la plus importante frôle une *borda* et peut sauter la rivière. Ces couloirs ont une forêt particulière, avec des pins âgés et coudés, ou étêtés, et des jeunes pins déjà condamnés.



Croquis d'interprétation, géomorphologie et avalanches. Carte CLPA n° 02 : La Vall del Riu.

5 - Les hauts versants rocheux ou ravinés, avec de grands couloirs d'avalanches

Les grands versants rocheux sont fréquents dans les étages alpin et subalpin supérieur; ils portent souvent le nom de Basers ou d'Aspres en Andorre. Ils sont plus fréquents en exposition nord. Ils sont striés de longs couloirs torrentiels élémentaires, avec des départs d'avalanches dans des rochers ou dans des ravinements. Ces couloirs ont toujours des fonctionnements multiples: couloirs d'éboulis et d'avalanches, ou couloirs d'éboulis, torrentiels et d'avalanches. Leurs noms sont souvent évocateurs: Pala Mala. Canal Carnissera, Canal Gran, Canal de l'Alt. Beaucoup de couloirs qui sillonnent les versants des grands cirques en exposition nord (voir en 7) auraient pu être classés ici: Ensagents, les Pessons, la haute vallée du Madriu, le cirque de l'Estanyó, Juclar, la haute Coma de Ransol et, avec une exposition différente, le cirque supérieur de Tristaina et les environs des Pics de Font Blanca et de la Serrera. Les avalanches qui s'y produisent sont surtout de neige fraîche, de poudreuse, ou de neige humide au premier redoux. Selon les conditions locales les ruptures de corniches ou de plaques à vent peuvent provoquer des départs. Les purges s'y font assez rapidement.

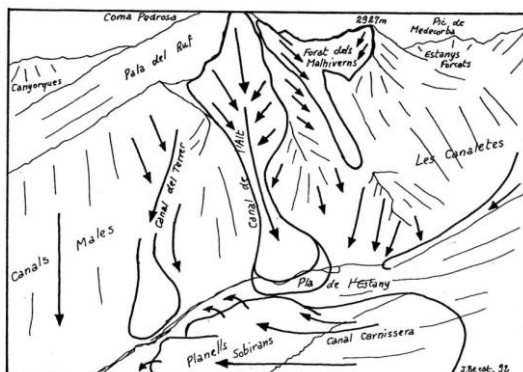
Exemples:

- Canillo, Montaup: Les Canals. Pala Mala.
- Canillo-Encamp: Rep.
- Encamp: El Cubil. Canal Gran de la Coma dels Llops.
- Ordino, El Castellar: Basers d'Arcalís.
- Ordino, Rialb: Canal Carnissera.
- Ordino, Sorteny: Canal Gran de la Serrera. Canal Fonda de la Serrera. Canals de l'Estanyó.
- La Massana, Coma Pedrosa: Canal de l'Alt.
- La Massana, Sispony: Canal de l'Alt.
- Andorra la Vella-Les Escaldes: Canal Gran del Bony de la Pica d'Enclar . Roques Negres.
- Sant Julià de Lòria: Clots dels Gravaders-Torrent de la Peguera.



La Massana, Pic de Coma Pedrosa et Canal de l'Alt: couloirs. Risque d'avalanche et ski de randonnée. Photo. A. Lerouge, 26/10/1982.

Sous le Pic de Coma Pedrosa (2.942m), au centre de la photographie, la Canal de l'Alt est un couloir de 900m de dénivelée. Géomorphologiquement, c'est un entonnoir nivo-torrentiel allongé, rocheux, en pente forte jusqu'à 2.500m d'altitude, suivi par un chenal très rectiligne qui reçoit des apports latéraux, puis par un cône de déjection qui sert de zone d'étalement des avalanches. Ce couloir est très dangereux car il est sur un des circuits de randonnée les plus fréquentés d'Andorre, par la vallée de Coma Pedrosa, accessible à partir des remonte-pente de la station d'Arinsal, et parce qu'il menace le Pla de l'Estany.



Croquis d'interprétation. Carte CLPA n° 25 : Coma Pedrosa.

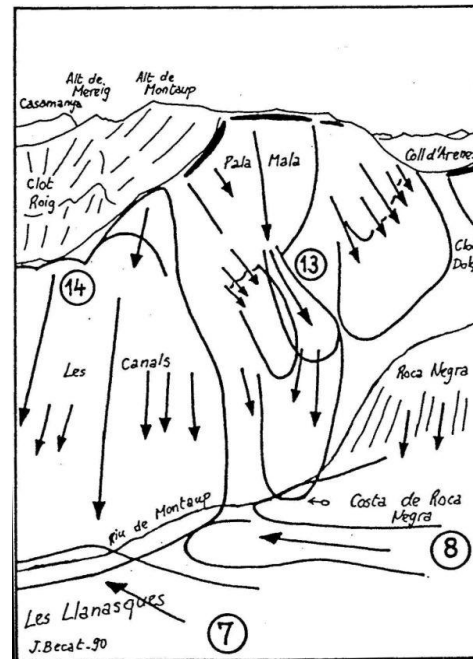
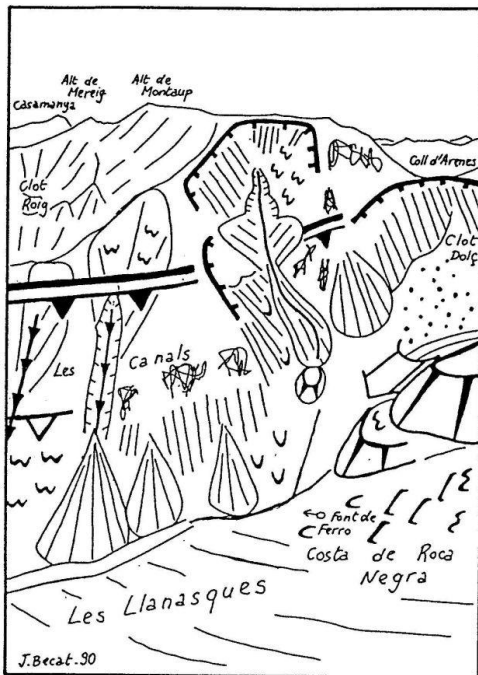
La zone d'avalanche de la Canal de l'Alt est

une des plus tristement connues en Andorre : deux accidents mortels s'y sont produits en février 1984 (le 5, le président du Club Alpin Andorran, et le 26 une des personnes qui avaient participé aux recherches). H. Péjouan la signale comme une des plus importantes du pays, avec 30.000m3 ou plus. Très fréquemment, il se produit dans le couloir et sur les versants des avalanches de neige fraîche ou de plaques à vent. Plusieurs fois par décennie, des avalanches très importantes atteignent le Pla de l'Estany : neige fraîche ou poudreuse, plaques qui mobilisent la neige du couloir.

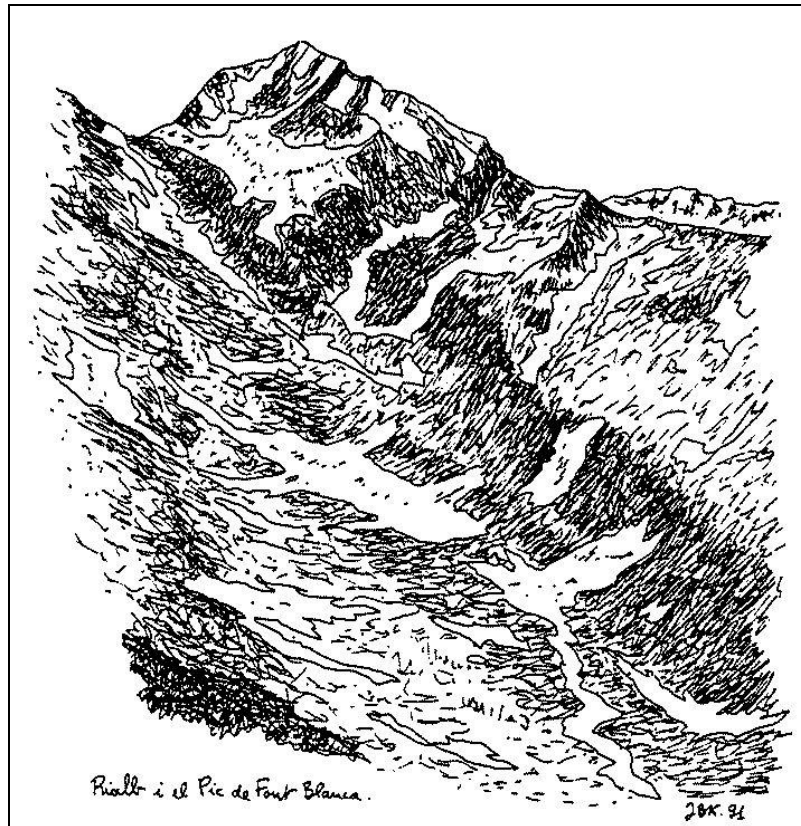


Pala Mala et Alt de Montaup (Canillo): avalanches de neige fraîche, plaques et corniches. Photo. A. Lerouge, 21/06/1979.

Le pla sommital de l'Alt de Montaup (2.700-2.740m) alimente sur son pourtour parmi les plus importantes corniches d'Andorre. À gauche, le cirque du Clot Roig est très enneigé encore et, à droite, le cirque en entonnoir de la Pala Mala a alimenté une avalanche de printemps dont le couloir conserve encore les restes. Tout ce secteur est très favorable aux avalanches de neige fraîche, en particulier Les Canals, et aux chutes de corniches, qui provoquent en hiver des avalanches de plaques et, au printemps, des avalanches de neige lourde.



Croquis d'interprétation, géomorphologie et avalanches. Carte CLPA n° 01 : Montaup-Mereig.



Ordino, Rialb: le Pic de Font Blanca et la Canal Carnissera.
Dessin Joan Becat

6 - Les petits cirques glaciaires de l'étage subalpin

Peu nombreux et presque tous en exposition nord, ils forment des secteurs avalancheux limités au cirque lui-même et à son exutoire, dans des versants le plus souvent boisés et protégés.

Ils s'agit des cirques suivants:

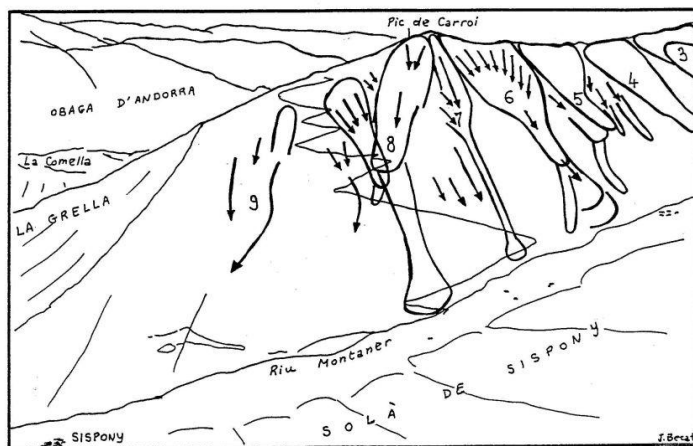
- Ordino, La Cortinada: Clot del Cavall.
- La Massana, Pal: Clot de la Comellada.
- La Massana, Sispony: Clot de la Coma del Prat. Clot de la Coma del Pou. Clot de la Coma de la Sella. Clot del Gel. Clot de la Rectoria.
- Andorra la Vella-Les Escaldes: Obaga de Fontverd. Els Astrells.



Obac de Sispony (La Massana): versant nord. Photo. A. Lerouge, 17/07/1980.

Un type de situation extrême: dans l'étage subalpin, alors que s'atténue et disparaît le risque d'avalanche, les petits cirques glaciaires en versant nord ou ouest sont des zones d'avalanches, souvent limitées au cirque lui-même et plus

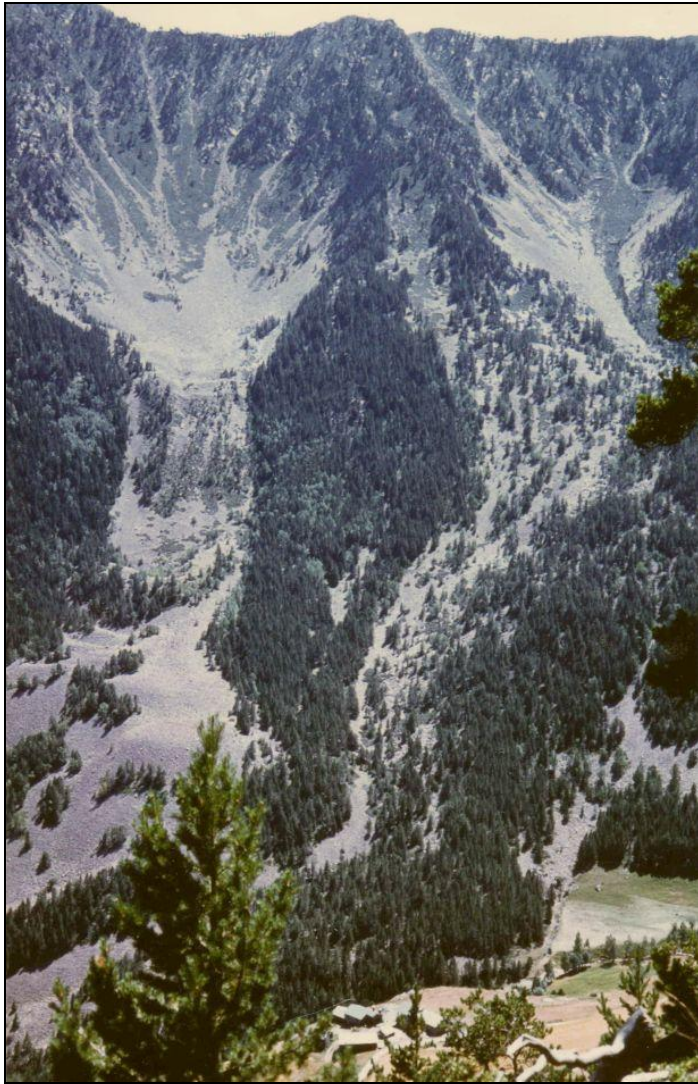
rarement au couloir qui le prolonge. Ici, à l'Obac de Sispony, les sommets arrondis ou dénudés (à droite), la raideurs des cirques rocheux et, certaines années, un fort enneigement, sont autant de facteurs favorables aux purges, aux avalanches de neige fraîche ou, grâce à la bonne conservation du manteau neigeux jusqu'au printemps, aux avalanches de neige lourde qui peuvent déborder sur les moraines du versant.



Croquis interprétatif. Carte CLPA n° 27 : Sispony.

Chaque cirque est une zone d'avalanches, ainsi que certains couloirs torrentiels. Les Clots de la Coma del Prat et de la Coma del Pou (3 et 4) sont des ensembles simples: une surface d'accumulation sous la crête, avec des rhodoraies, un cirque bien marqué et incisé, et un large couloir avec une réception derrière des moraines en arc de cercle. Les ensembles 5 et 6 sont vus dans l'exemple suivant. La Canal de l'Alt (7) est un système torrentiel complet: en hiver le bassin

de réception a des accumulations instables, avec des avalanches de neige fraîche ou poudreuse qui suivent un couloir déboisé, couvert d'une rhodoraie continue. En 8, le Clot de la Rectoria est l'ensemble le plus important, avec deux zones de départ dans le cirque et dans des ravinements voisins, et un profil très tendu. Les avalanches de neige fraîche arrivent jusqu'au replat étroit à mi-versant, exceptionnellement dans la vallée. Les formes torrentielles de la Canal del Boïgal (9) ne sont plus actives car la forêt protège le versant.

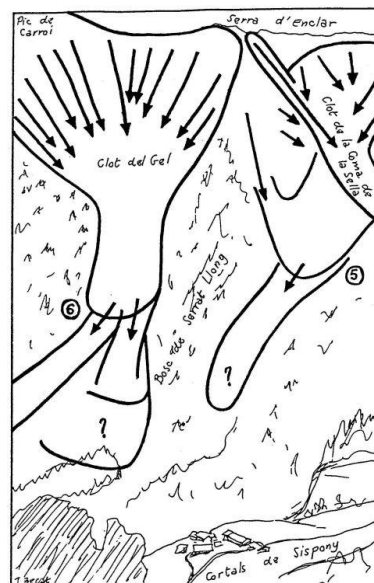


Clot del Gel et Clot de la Coma de la Sella (La Massana): cirques en versant nord. Photo. A. Lerouge, août 1983.

Le Clot del Gel, à gauche, et le Clot de la Coma de la Sella sont deux cirques glaciaires en forme de demi-bol, exposés au nord. La crête est aux environs de 2.250-2.300m d'altitude et le fond de cirque 350m plus bas. Tous deux ont des pentes fortes et peu boisées, avec des couloirs qui se prolongent par de longs éboulis souvent colonisés par de la *gespa* et des rhodoraies, ce qui facilite les avalanches. Les bourrelets morainiques successifs d'anciens glaciers noirs s'étendent jusqu'à la vallée, en partie colonisés par la forêt de pins à crochets. Au premier plan le Solà a des *bordes*, des cultures, puis des forêts de pins sylvestres.

Croquis interprétatif: les zones d'avalanches. Carte CLPA n° 27 : Sispony.

Les incisions des cirques sont aussi des couloirs d'avalanche dès qu'il y a une surcharge. Dans le Clot del Gel les éboulis transforment le cirque en entonnoir, et les premiers bourrelets morainiques ne peuvent freiner les avalanches de neige fraîche qui débordent dans la blocaille, où les pins sont souvent brisés. Depuis 25 ans les avalanches butent sur les arcs à mi-versant. Les couloirs inférieurs sont une hypothèse. La Coma de la Sella présente le même schéma, avec cependant un couloir plus long et plus actif. Un couloir apparaît sur le versant qui sépare les deux cirques.



7 - Les *solans* composites des étages subalpin et alpin

En dehors des *solans* d'Arinsal, c'est une situation qui ne se présente que dans la vallée du Valira d'Orient. Elle associe un versant supraglaciaire dans l'étage alpin, couvert de *gespa*, avec éventuellement des ressauts rocheux et un épaulement qui freine ou qui limite localement les avalanches, et un versant d'auge dans l'étage subalpin avec des villages ou des *bordes* que protège une mince frange de forêt (que les grandes avalanches peuvent éventuellement ouvrir), dont le maintien en bon état est une question cruciale pour les habitants de la vallée.

Ce sont les *solans* suivants:

- Canillo, El Vilar: L'Armiana.
- Canillo, L'Aldosa: Solans de l'Aldosa i dels Plans.
- Canillo, Incles: Cabana Sorda-Escobar d'Incles.
- Canillo, El Tarter: Solà del Tarter.
- La Massana, Arinsal: Solans d'Arinsal.



Riu de Cabana Sorda et Escobar d'Incles (Canillo): versants irréguliers, *gespa*, landes.

Photo. A. Lerouge, 05/07/1988.

Dans ce secteur, le Riu de Cabana Sorda s'encaisse dans un verrou avec, dans les derniers pins d'altitude, des couloirs très nets: les avalanches décrochent du replat herbeux qui les domine. A droite commence l'Escobar d'Incles, une lande à genêts dominée, sur 500m de dénivelée, par des versants irréguliers avec de multiples ressauts rocheux, des pelouses et des plaques de *gespa*. Tout cela est favorable aux avalanches, sur tout ce versant sud-est. De plus, sous la crête (hors de la photographie), des plaques à vent peuvent se former sous l'effet de la tramontane.



L'Armiana (Canillo): circulation et urbanisation. Photo. A. Lerouge, 05/07/1988.

Le versant raviné de l'Armiana, au centre de la photographie, présente une des situations les plus préoccupantes d'Andorre, à cause d'une avalanche qui menace la route et la colonie de vacances d'Aina, au pied du versant opposé. Le replat du Planell de la Canya et la forêt, qui arrêtent à gauche les avalanches venues du versant supérieur, cessent brusquement: des pentes convexes à *gespa* et des rochers lisses mettent en relation ces hautes surfaces souvent très enneigées et les chenaux torrentiels. De grosses corniches et des surcharges occasionnelles déclenchent des avalanches qui mettent en mouvement la neige instable du versant inférieur jusqu'à la route et, parfois, jusqu'à la base de l'autre versant.



Canillo et l'allau d'Aina: circulation et urbanisation. Photo. A. Lerouge, 20/07/1990.

Une impressionnante vue du couloir d'avalanche de l'Armiana, connu sous le nom d'*allau d'Aina*, prise depuis un hélicoptère à l'aplomb de la zone de départ. La dénivelée est de 570m, et la pente très forte (63%) est accidentée de petits ressauts qui donnent un nouvel élan à l'avalanche. Au premier plan se forment de grandes corniches sous le vent, sur une pente à *gespa*. Le couloir coïncide avec la fin du replat qui protège Canillo, à droite. Dans la situation actuelle il est impossible d'empêcher l'avalanche quand il y a de grosses *nevades* par vent du nord-ouest, ni de stabiliser la neige. Seuls des ouvrages de protection sur le versant et surtout ici, afin d'empêcher la formation des corniches, pourraient peut-être atténuer le risque ou l'éliminer.

8 - Les cirques de l'étage alpin en exposition nord

Si nous mettons de côté les cirques ouverts ou en van, les cirques glaciaires de la haute montagne andorrane présentent des caractères et des formes d'avalanches différents selon leur exposition, nord ou sud.

En exposition nord les abrupts rocheux et les couloirs sont plus fréquents, ce qui donne des purges et des avalanches de neige fraîche fréquentes chaque hiver. Dans les couloirs amples ou au sommet des éboulis peuvent se former des plaques à vent. Au printemps les fortes chutes de neige lourde avec vent de sud-est créent des corniches qui surplombent les couloirs. La base de leurs versants est souvent une succession de cônes d'éboulis quasi coalescents, et leur fond de cirque est encombré d'arcs morainiques datant du dernier épisode glaciaire, souvent multiples et formés de matériaux grossiers. En dehors de rares cas particuliers, les éboulis et les moraines servent de zones d'étalement et de stockage des avalanches, qui ne vont pas plus loin.

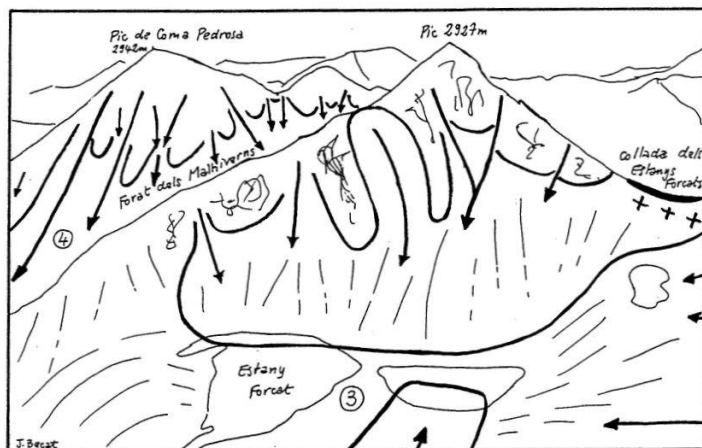
Exemples:

- Canillo, Coma de Ransol: Clots de la Llosa, Clots de la Collada, Clots d'Embolcar.
- Canillo, Incles: Canals Roges. El Siscar. Juclar.
- Encamp, Pas de la Casa: Clot de les Valletes.
- Encamp: Clots de l'Aspra (El Griu). Emportona. Les Agols. Coma dels Llops.
- Ordino, El Castellar: Cap de la Coma del Forat.
- Ordino, Rialb: Clots de l'Abarsetar.
- La Massana, Coma Pedrosa: Forats dels Malhiverns. Estany Forcats.
- Andorra la Vella-Les Escaldes: Clots de Prat Primer. Clot del Port Negre. Clots de la Tora.



Les Estanys Forcats et le Forat dels Malhivern (La Massana): cirques glaciaires. Photo. A. Lerouge, 13/08/1984.

Le petit cirque glaciaire des Estanys Forcats, à 2.630m, est perché au-dessus du Pla de l'Estany, en exposition est. Il est barré par un verrou rocheux poli (en bas à gauche), qui donne sa forme particulière au premier étang. À droite, au niveau de la Collada dels Estanys Forcats un petit estany occupe une encoche de névé. Au centre, la Roca Travessera (2.845m) sépare ce cirque du cirque-vallée du Forat dels Malhiverns. Au dernier plan le point culminant d'Andorre, le Coma Pedrosa à gauche, et la Vall de Tor, dans le Pallars.



Croquis interprétatif : risque d'avalanche. Carte CLPA n° 25 : Coma Pedrosa.

Les cirques des Estanys Forcats et du Forat dels Malhiverns

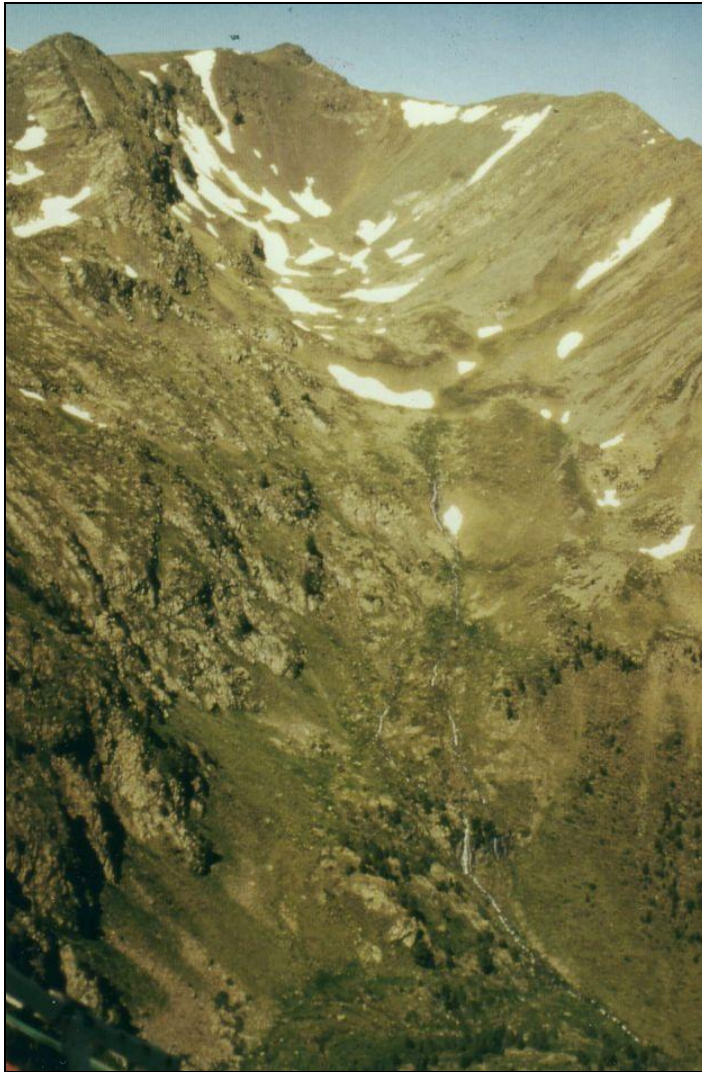
présentent une situation classique de la haute montagne andorrane. Les couloirs et les versants rocheux ont une neige instable, avec des purges après chaque chute importante. Les éboulis et le fond de cirque sont les zones d'étalement et de réception. Rarement les avalanches vont plus loin. Le vent dominant soulève la neige et alimente des congères et des plaques. Les cols ont tout l'hiver de grosses corniches.

9 - Les cirques de l'étage alpin en exposition sud

L'exposition sud implique quelques caractères communs. Ces cirques sont sous le vent dominant, la tramontane et, pour peu qu'il y ait au-dessus une crête douce ou un *pla*, même limité, ou tout simplement un col, il se forme de grandes corniches. Ils bénéficient d'une suralimentation neigeuse : congères, accumulations sur les versants, neige soufflée et possibilité de formation de plaques (il est courant aussi que la neige fonde superficiellement en exposition sud puis glace, ce qui rend l'adhérence d'une nouvelle couche très aléatoire). De plus, du fait de leur exposition, la neige y connaît une métamorphose rapide, qui peut donner des avalanches de neige lourde même en hiver et, bien sûr, au printemps. Les éboulis fins et les versants réglés (assez fréquents) sont affectés par la solifluxion superficielle et souvent végétalisés par de la *gespa* - *Festuca eskia*. Nous avons vu que c'étaient des facteurs favorables aux avalanches. Les cirques en versant sud sont souvent plus avalancheux, en particulier en dehors des *nevades*, que ceux qui sont en versant nord.

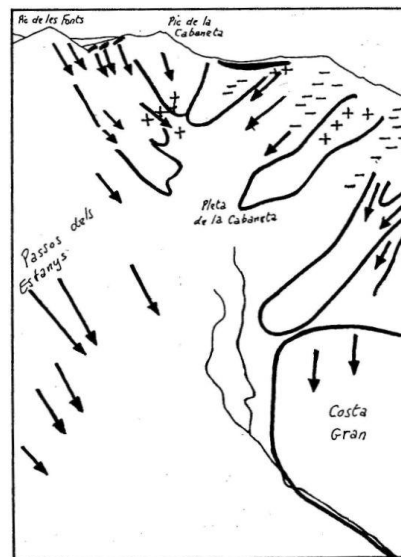
Exemples:

- Canillo, Coma de Ransol: Estany dels Meners de la Coma.
- Canillo, Incles: Estany de Cabana Sorda.
- Canillo, Montaup-Mereig: Clots de l'Alt de Mereig. Clots d'Encarners. Clot Dolç. Clot Fondo.
- Canillo, La Portella: La Comarqueta.
- Canillo, Vall del Riu: Les Fonts. Comarqueta d'Incles.
- Ordino, El Castellar: Tristaina. Coma del Mig. Coma de Varilles.
- Ordino, Rialb: Estanyons de Banyell.
- Ordino, Sorteny: Clots del Forn. La Cebollera.
- La Massana, Arinsal: La Burna. Les Fonts.
- La Massana, Coma Pedrosa: Montmantell. Les Canyonques. Estany Negre.
- Andorra la Vella-Les Escaldes: Estany Blau.



Les Fonts (Canillo): cirques de l'étage alpin en exposition sud. Photo. A. Lerouge, 05/07/1988.

Au premier plan le fond de l'auge de la Vall del Riu est souligné par un ressaut rocheux où se localisent de petits couloirs d'avalanches. Au centre le Riu de la Comarca de les Fonts franchit le gradin du cirque perché de Les Fonts par une série de cascades. Bien dessiné, en forme de demi-bol, le cirque a des versants réglés ou couverts d'éboulis et un petit ensemble morainique. On y rencontre les avalanches habituelles des versants sud: coulées après les fortes chutes, ruptures de corniches ou de plaques, et avalanches de printemps lorsque la fusion n'est pas précoce.



Croquis d'interprétation, géomorphologie et risque d'avalanche.

Carte CLPA n° 02 : Vall del Riu.



Montmantell (La Massana): cirques de l'étage alpin en exposition sud.

Photo. A. Lerouge, 17/07/1980.

Dans le massif du Coma Pedrosa, le Pla de l'Estany, en bas, et le cirque perché de Montmantell qui le domine sont des formes de modelé glaciaire. Malgré la date avancée et l'exposition sud, il y a beaucoup de neige, soulignant les corniches, les zones de plaques et de neige soufflée ou les culots d'avalanches. À gauche, de part et d'autre du Pic du Pla de l'Estany (2.859m), les versants qui mènent au Port Dret et au Port d'Arinsal (anciens chemins de contrebande) sont favorables aux avalanches et cascades de neige fraîche, de poudreuse ou de plaques. Montmantell n'a que des chutes de corniches, des purges et des avalanches de neige fraîche qui s'arrêtent au pied des versants. Au second plan et à droite, la Pala de Coll Carnisser et le cirque de Les Fonts alimentent des avalanches de plaques et de neige lourde parmi les plus grandes d'Andorre.

10 - Les cirques ouverts ou peu excavés

Ce sont des formes assez répandues en Andorre centrale et méridionale. Au nord il n'y a que deux cirques de ce type, l'un est à l'Angonella et l'autre est le cirque dels Estanys de la Vall del Riu, dont le fond ample est une superficie d'érosion glaciaire avec des roches moutonnées. Les autres entrent dans deux familles: les cirques pyrénéens en van des régions granitiques, et les cirques ouverts et peu profonds inscrits dans les *plans* du centre de l'Andorre. Dans les deux cas les avalanches sont le plus souvent limitées aux bordures des cirques, sans connexions avec les vallées et les espaces inférieurs. En dehors des purges et des avalanches de neige fraîche dans les couloirs des versants les plus abrupts, quel que soit leur

commandement, les relations avec les crêtes et les *plans* sommitaux sont déterminantes dans la genèse du phénomène avalancheux.

En Andorre, voici les cirques qui entrent dans ces critères:

- Canillo: Clots de l'Os. Clots de Massat. Clots de Moscatosa.
- Canillo: Riba Escorjada. Els Espiolets. Solana del Forn.
- Canillo, Vall del Riu: Els Estanyes.
- Encamp, Grau Roig: Clots de la Menara. Els Colells. Els Pessons.
- Encamp: Ensagents. Gargantillar. Montmalús.
- Ordino: L'Angonella: Clots de l'Estany de Més Avall.
- Andorra la Vella-Les Escaldes: Perafita. Clots de la Raconada de la Maiana. Els Estanyons. Clots de la Portella de Setut. La Portelleta.



Clots de la Raconada de la Maiana (Les Escaldes): cirques glaciaires. Photo. J. Becat, 30/08/1980.

Dans la haute vallée du Madriu, face au nord, s'inscrivent dans un substrat granitique toute une série de cirques glaciaires en van. Ils sont entourés de grands abrupts rocheux striés de couloirs d'éboulis. Ici, depuis la Tossa Plana de Perafita, une vue du fond du cirque des Clots de la Raconada de la Maiana, dont les sommets, tous entre 2.710 et 2.750m d'altitude, matérialisent bien un niveau des crêtes. Ces couloirs ont des purges fréquentes et des avalanches de neige fraîche tous les hivers. Elles sont bloquées par les abondantes moraines rocheuses du premier plan.

11 - Les *pales de gespa* et les versants supraglaciaires

Les *solanes* de l'étage alpin, si fréquentes en Andorre, possèdent des versants inclinés et réguliers couverts de terrassettes et de guirlandes de solifluxion entravée par de la *gespa* (*Festuka eskia* et, dans les terrains calcaires, *Festuca durissima*): dans le vocabulaire pastoral, ils sont désignés par le nom de *pales*, expression qui souligne leur ampleur et leur forme régulière et plane. Ce sont des versants supraglaciaires (les deux Costa Gran de Canillo ou Torradella), ou les pentes de cirques très ouverts ou en entonnoir (Aiguarebre, Les Fonts, Besalí ou les Clots d'Aixades), ou des surfaces d'érosion sommitales basculées (Solana de Caborreu ou Coma Obaga).

L'évolution de la neige en exposition sud, les plaques à vent, la suralimentation et les corniches fréquentes, et surtout la présence de la *gespa* font de ces plans inclinés des toboggans où se produisent toujours des avalanches de neige lourde ou de plaques, dont certaines sont parmi les plus puissantes et spectaculaires d'Andorre (Les Fonts, Pala de Coll Carnisser, Besalí).

Voici les principaux secteurs qui correspondent à ces critères:

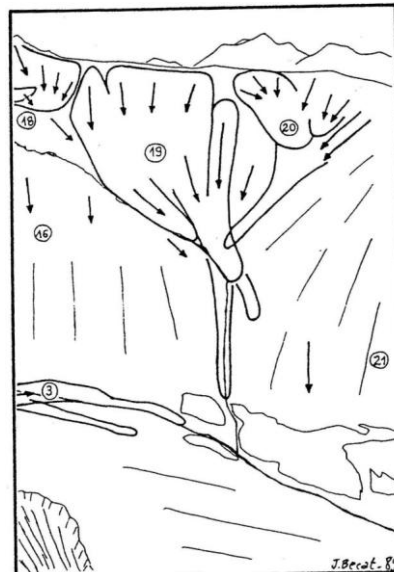
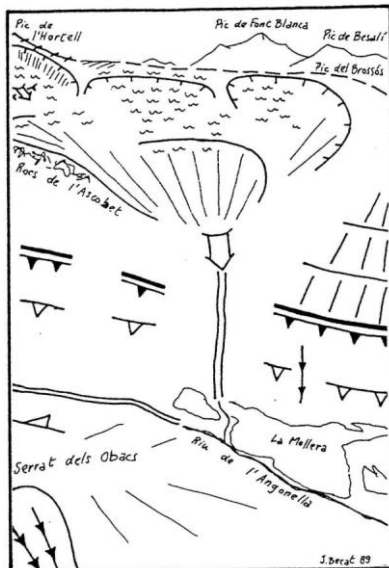
- Canillo, Coma de Ransol: Costa Gran.
- Canillo, Incles: Entor. Pales de les Basses de les Salamandres.
- Canillo, Montaup: Clots d'Aixades.
- Canillo, Els Plans: Pala de Torradella.
- Canillo, Vall del Riu: Costa Gran. Les Colleroles.
- Ordino, L'Angonella: Aiguarebre. Costa de l'Estany de Més Amunt.
- Ordino, El Serrat: Laverdú. Besalí. Pala et Solana de Coma Obaga.
- La Massana, Arinsal: Pala de Coll Carnisser). Les Fonts. La Burna.
- La Massana, Coma Pedrosa: solà de Coma Pedrosa-Pala del Ruf.
- Sant Julià de Lòria: Solana et Clots de la Caülla. L'Escobet. Els Quatre Rocs. Solana de Caborreu-El Cubil.



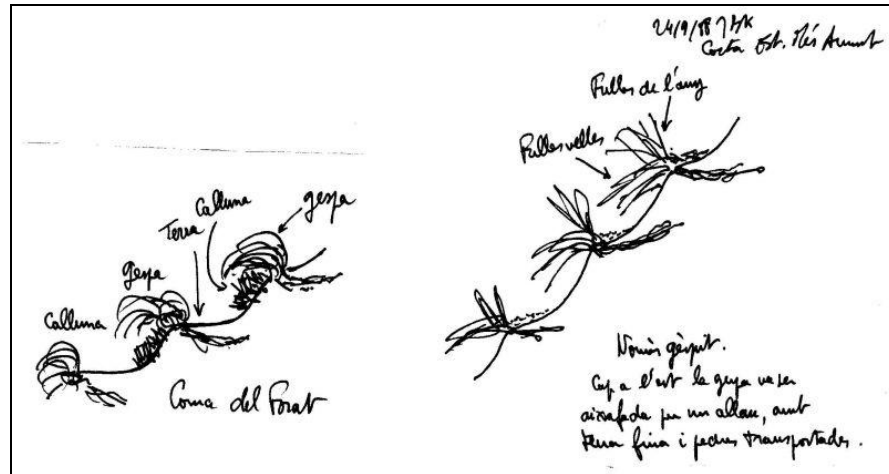
**Aiguarebre (Ordino):
pales de gespa.**

Photo. IR, Alain Lerouge,
25/09/1980.

Des cirques peu excavés et de longues pentes herbeuses s'inscrivent sous une crête régulière, qui est presque un *pla*. Les pentes plus fortes ont des rochers schisteux apparents. En exposition sud, le bassin du Riu d'Aiguarebre est un entonnoir pentu, avec de hauts versants convexes formant des *pales de gespa*, une succession de terrassettes et de guirlandes à fétuques glissantes, aujourd'hui non pacagées. La confluence se fait au Planell d'Aiguarebre, où convergent les eaux de ce bassin de réception et les avalanches.



Croquis d'interprétation, géomorphologie et risque d'avalanche.
Carte CLPA n° 21 : L'Angonella.

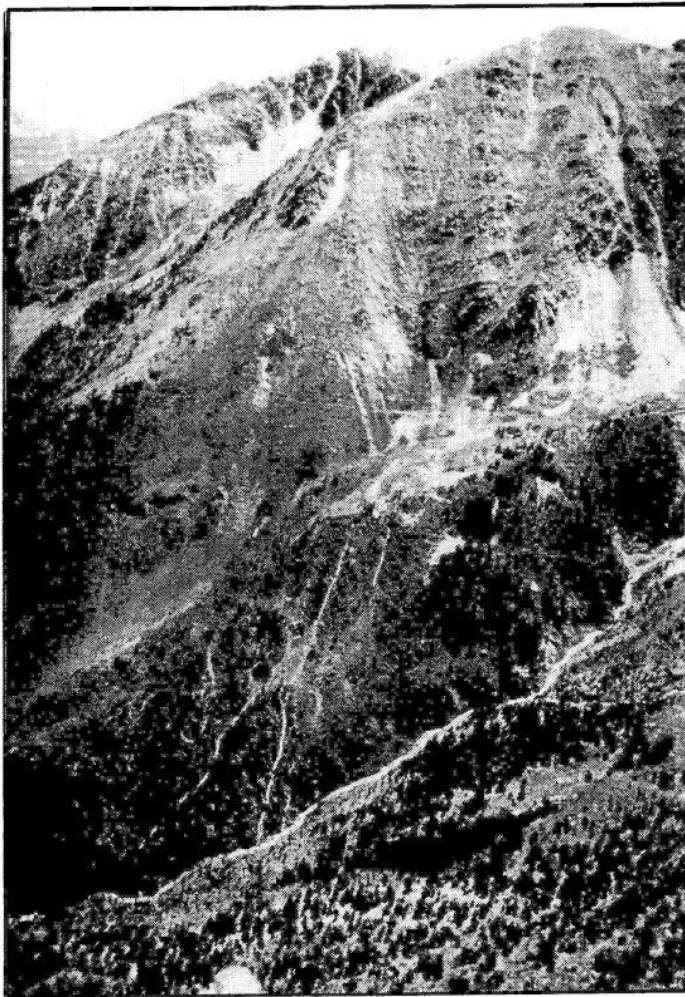


12 - Les hauts versants homogènes en exposition nord

Ce sont des versants d'auge ou/et des versants supraglaciaires en exposition nord, à la limite supérieure de l'étage subalpin, qui n'ont pas vu se développer des cirques glaciaires. Tout au plus on y observe parfois des amorces de cirques ou d'encoches de névé, des incisions ou des chenaux torrentiels peu prononcés, et des replats modestes qui ne peuvent servir de blocage ou de stockage pour la neige des avalanches.

Entrent dans ce type les secteurs suivants:

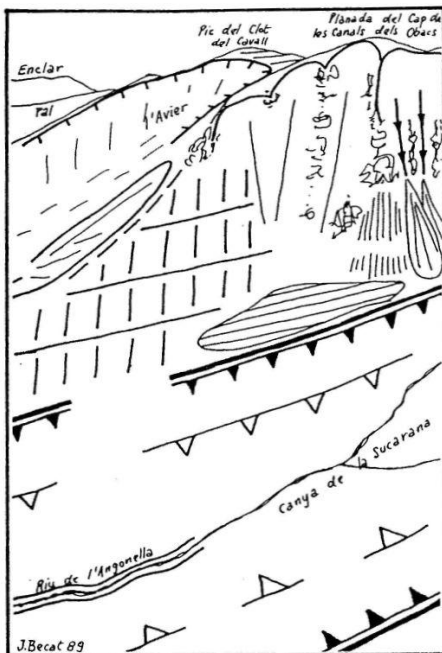
- Canillo, Vall del Riu: Obac dels Estanys.
- Canillo, Coma de Ransol: Basers del Prat del Quart.
- Ordino, L'Angonella: Obacs de l'Angonella.
- Ordino, L'Ensegur: Aspres de l'Ensegur.
- Ordino, Rialb: Basers de Font Blanca-solà de Rialb.
- Ordino, El Serrat: L'Abarsetar de l'Hortell
- La Massana, Coma Pedrosa: Obaga de Coma Pedrosa.



**Obacs de l'Angonella
(Ordino): hauts versants
homogènes en
exposition nord.**

Photo. A. Lerouge,
05/07/1988.

Le long versant dels Obacs a quelques ravine-
ments peu marqués, puis
un replat au-dessus de
l'auge de l'Angonella. Au
sommet, à 2.600m d'altitu-
de, la Planada alimente
des corniches par vent du
sud-est. Tout le versant
est soumis à une succes-
sion d'avalanches impor-
tantes, qui ouvrent de
larges couloirs dans la
forêt, remontant sur l'autre
versant puis suivant la
vallée jusqu'à 1.720m
d'altitude.



Croquis d'interprétation, géomorphologie et risque d'avalanche.
Carte CLPA n° 21 : L'Angonella.

13 - Les grands versants nord composites

À une autre échelle, les ensembles élémentaires que nous avons recensés jusqu'à présent dans l'étage alpin se regroupent parfois en grands ensembles composites, grandes *solanes* ou grands *obacs*, qui ont en commun leur exposition ainsi que les caractères et l'évolution de leur manteau neigeux. Nous avons recensé une douzaines de *solanes* qui, pour la plupart, sont aussi des *cortons* traditionnels à moutons, et ces deux grands *obacs*:

- Canillo, Coma de Ransol: *obac* de l'alta Coma de Ransol.
- La Massana, Coma Pedrosa: *obac* de la vall de Coma Pedrosa.



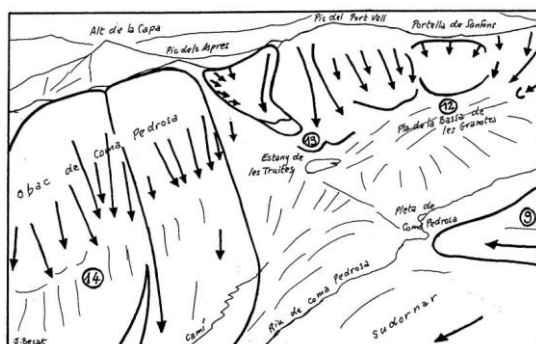
Basers del Prat del Quart et Clots de la Llosa (Canillo): hauts versants nord composites.
Photo. A. Lerouge, 05/07/1988.

La haute Coma de Ransol oppose un *obac* et une *solana* très dissemblables. Ici, en exposition nord, les Basers del Prat del Quart présentent un long versant rocheux sur 600m de dénivellée, avec des décrochements dès la moindre surcharge et de longs couloirs; cependant cette face est très souvent au vent et verglacée. Le cirque qui suit, les Clots de la Llosa, sous une crête aigüe à 2.718m, a un profil très tendu à cause de son empâtement par des éboulis et des moraines rocheuses; les avalanches arrivent jusqu'au fond d'auge. Puis viennent les cirques en demi-bol des Clots de la Collada et des Clots d'Embolcar, sous le Pic de la Cabaneta (2.863m), avec une situation classique de haute montagne et des avalanches d'hiver qui sont stockées dans le cirque lui-même. Le fond d'auge est moins spectaculaire et, cependant, les coulées et les petites avalanches dans les couloirs des verrous et sur les versants convexes font des victimes, car elles semblent moins dangereuses aux randonneurs.



Obac de Coma Pedrosa et Portella de Sanfons (La Massana): grands versants nord complexes. Risque d'avalanche et ski de randonnée. Photo. A. Lerouge, 13/08/1984.

Ce long versant nord de la vallée de Coma Pedrosa présente plusieurs unités géomorphologiques, avec des situations avalancheuses différentes. À gauche, sur plus de 500m de dénivellée, l'Obaga de Coma Pedrosa est un versant régulier très abrupt, avec des affleurements rocheux et de longs éboulis. Au-delà du verrou rocheux qui retient l'Estany de les Truites, les versants sont plus courts et cependant dangereux. Le petit de cirque sous la Portella de Comallempa est tapissé d'éboulis fins en partie végétalisés et prolongé par une modeste langue morainique. Suivent les Basers de l'Estany de les Truites, un versant rocheux convexe strié de couloirs, et les versants courts (200m de dénivellée) sous la Portella de Sanfons, où ont eu lieu des accidents graves. Enfin la Costa de la Font dels Miquelets et les Canyonques sont de petits cirques perchés en forme de demi-bol.



Croquis d'interprétation : risque d'avalanches. Carte CLPA n° 25 : Coma Pedrosa.

Le long de cet obac de la vallée de Coma Pedrosa nous avons cinq situations différentes. L'Obaga de Coma Pedrosa est une paroi où le manteau neigeux n'a aucune stabilité. Les rochers à mi-versant relancent

les avalanches qui parcourent très souvent tout le versant, remontant de l'autre côté: neige fraîche ou poudreuse (surtout sur la droite) et avalanches de redoux. La végétation de la vallée porte la marque de ces agressions incessantes. Les versants qui dominent l'Estany de les Truites ont des plaques à vent et des avalanches qui s'arrêtent dans les moraines. Les Basers qui font suite ont des purges dans les couloirs et un haut versant instable à cause des rochers convexes. La Portella de Sanfons est sur le trajet des randonneurs; elle connaît des avalanches de plaques dangereuses. Les cirques d'amont ont les avalanches habituelles dans cette situation. C'est dans cette vallée qu'une extension de la station d'Arinsal fut envisagée.



14 - Les grandes *solanes* de l'étage alpin

Nous en présentons dans cet ouvrage plusieurs exemples. Ces grandes *solanes* sont souvent composites, avec des formes de relief et des secteurs d'avalanches divers. Les pentes y sont habituellement irrégulières, avec des alternances d'abrupts rocheux, d'éboulis, de zones à *gespa*, de rochers lisses, de replats et de versants convexes. En règle générale, l'altitude et le pacage (et souvent le surpâturage et les feux pastoraux dans les *cortons*) y ont éliminé les derniers arbres et même les landes.

Ce sont les ensembles suivants:

- Canillo: La Portella.
- Canillo, Coma de Ransol: Les Rebes-Coms de Jan-Clots de Caraup.
- Canillo, Incles: Anrodat. Solana de Juclar.
- Canillo-Encamp: Costa Rodona-El Maià. La Solana.
- Encamp, Els Cortals: Les Deveses.
- Encamp: Engaït.
- Ordino, L'Angonella: Basers et Pleta de l'Angonella.
- Ordino, El Castellar: Les Planes.
- La Massana: Setúria.
- La Massana, Coma Pedrosa: Solana del Pla de l'Estany.
- Andorra la Vella-Les Escaldes: Costa del Bou Mort et Claror.



Les Planes (Ordino): versants irréguliers. Photo. J. Becat, 29/08/1980.

Le Pic (2.779m) et le grand versant de les Planes sont situés en face de la station d'Ordino-Arcalís. Les Planes est un versant supraglaciaire avec des amorces de cirques. Il est irrégulier, avec des replats, des roches apparentes, de brefs éboulis et des pelouses avec beaucoup de *gespa*. Les irrégularités dans le profil facilitent le décrochement du manteau neigeux, ici très abondant en hiver. C'est une grande *solana* toujours encore très enneigée au printemps, avec une métamorphose avancée de la neige, et de grandes avalanches de neige lourde, qui s'alimentent à chaque convexité. Souvent la Pleta de les Planes (l'épaule à 2.200m en bas et à droite) ne les arrête pas et, mobilisant la neige du replat et du versant d'auge inférieur, elles arrivent jusqu'à la rivière, 300m plus bas, traversant l'ancienne route d'Arcalís et ravageant la forêt. Au premier plan à gauche, les Basers del Bruig sont aussi un départ d'avalanches, qui vont jusqu'au-delà du pont d'Arcalís.



Le Bosc del Castellar, à la base du versant de les Planes.

Photo. J. Becat,
31/01/1981.

Des forêts claires sont labourées par des avalanches de neige fraîche ou de redoux quasi annuelles.

15 - Les *plans*, les crêtes douces et leur pourtour

Les surfaces d'érosion sommitales sont nombreuses en Andorre. Nous en avons recensé une cinquantaine de toutes dimensions. Les crêtes douces ou arrondies sont aussi très fréquentes. Ces formes impliquent une dynamique particulière de la neige sous l'effet du vent, que nous avons évoquée plus haut. Leur pourtour est toujours sujet au risque d'avalanche. Malgré un environnement peu impressionnant pour les skieurs de piste et pour les randonneurs - et même un certain attrait pour ces espaces ouverts - ce sont toujours des zones dangereuses dans certaines circonstances: après les chutes de neige, après les forts vents, ou lors des redoux.

Quelques exemples:

- Canillo: plans du Port d'Envalira au Pic del Maià et à la Tosa d'Incles.
- Canillo-Encamp: plans de la Solana del Pas de la Casa. plans de Concòrdia: Empriu et Tosa de la Llosada, Collada de les Solanelles, Collada d'Enradort.
- Canillo-Ordino: Pla de Ferreroles. Alt de Montaup.
- Encamp: Cap de la Coma dels Llops. Crestes de Gargantillar.
- Ordino: Pic de l'Hortell.
- Andorra la Vella-Les Escaldes: Rasa de Parafita. Tosa Plana. Port de Perafita.
- Andorra la Vella-Les Escaldes-Sant Julià de Lòria: Camp de Claror.
- Sant Julià de Lòria: Camp Ramonet-Camp Borrut.



Envalira et Costa de les Grandalles (Canillo-Encamp): effets du vent, déflation et corniches. Photo. A. Lerouge, 17/04/1981.

Au premier plan l'auge du Valira d'Orient, dans le secteur de Grau Roig, avec les méandres de la rivière et la route qui mène à la station de ski. Le versant d'auge a une forêt claire, puis lui succède la Costa de les Grandalles, une surface pastorale irrégulière où l'on note les effets du vent. La déflation a mis à nu (la fusion printanière aidant) toutes les pentes des ondulations et des bourrelets face au nord-ouest, d'où vient le vent dominant, la tramontane. Entre le Port d'Envalira (2.408m) et, à droite, le pic d'Envalira (2.815m) s'étend un remarquable *pla* sommital puis une crête en pente douce. Au-delà, donc sous le vent, le sommet du versant qui domine le Pas de la Casa a constamment des corniches continues qui provoquèrent autrefois des accidents. Depuis, elles sont traitées et très surveillées quand elles sont dans le domaine skiable.

2.2.- Exemples de situations de risque en Andorre

Forêts et risque d'avalanche

Au-dessus des zones construites menacées par des avalanches, le maintien des forêts de protection en bon état est indispensable. Mais pour cela il ne suffit pas simplement de les mettre en défens. C'est une première mesure, mais, contrairement à ce que pensent beaucoup d'Andorrans (et en particulier la plupart de ceux qui habitent dans les villages directement intéressés), il ne faut pas se contenter de cette attitude passive. Il faut intervenir dans ces secteurs forestiers, afin de régénérer ces forêts vieilles, d'en assurer le nettoyage et le renouvellement, d'éviter la propagation d'incendies à partir des landes voisines qui se prolongent en lisière par des sous-bois touffus. Il faut aussi profiter de la régression de l'élevage pour essayer de favoriser dans ces secteurs la remontée altitudinale de la forêt, au besoin par des reboisements et des défenses passives contre les avalanches.

Parmi les nombreux exemples inventoriés dans la cartographie systématique du risque d'avalanches en Andorre, nous avons choisi deux situations exemplaires. Dans la première, un des Solans de la vallée du Valira d'Orient, dans la paroisse de Canillo, la forêt de protection n'est pas en bon état: elle demanderait une intervention comme celle que nous venons d'évoquer. Dans la seconde, à l'Obac de la Cortinada, dans un secteur mis en défens il y a un siècle, la progression de la forêt a totalement éliminé le risque d'avalanches. Mais la forêt y a besoin d'un entretien et d'une exploitation raisonnable afin de la maintenir saine et vigoureuse. C'est dans ce secteur que les services forestiers andorrans souhaitaient mener une action exemplaire d'exploitation et d'entretien au moyen d'éclaircies et de coupes prudentes.

Les Solans de l'Aldosa et dels Plans

Ces *solans* et la Pala de Torradella qui les domine, sont une partie de l'auge et des versants supraglaciaires du Valira d'Orient, entre les vallées suspendues de la Coma de Ransol et de la Vall del Riu. Toute cette zone connaît de petites avalanches, des purges locales ou des coulées de neige qui démarrent des rochers

ou dans les prés eux-mêmes (surcharges dans les secteurs où le manteau neigeux adhère mal, en exposition sud). Elles ne sont pas très importantes, mais elles menacent cependant la route et des urbanisations nouvelles.

Mais surtout, la mémoire collective conserve le souvenir très vif d'une grande avalanche qui se produisit au XIX^{ème} siècle, dont le chenal traversa la forêt et qui emporta une partie d'une maison dels Plans, dont les éléments aboutirent à la Valira. Sous la forêt, la toponymie conserve le souvenir de cet événement spectaculaire: le Camí de l'Allau. C'est du siècle dernier que date la mise en défens.

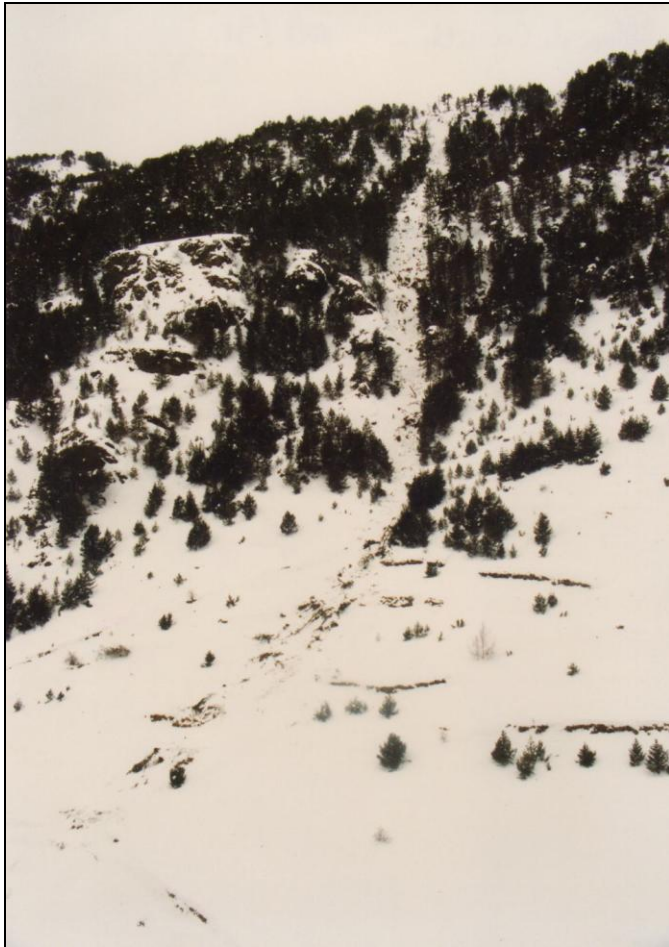
Or aujourd'hui toute la forêt de l'Aldosa et dels Plans - somme toute une mince frange forestière de 150 à 300 mètres de largeur maximale - est vieillie et en mauvais état. Au-dessus d'elle il y a un replat continu qui contribuait à bloquer les avalanches quasi annuelles qui descendent de la Pala de Torradella, avec l'aide des premiers arbres qui servaient de buttoir,. Au-dessous, la lande de genêts implique un fort risque d'incendie, qui se propagerait facilement à la forêt.



**Solà de l'Aldosa
(Canillo): solans
subalpins.**

Photo. A. Lerouge,
05/07/1988.

Tous les *solans* du Valira d'Orient sont semblables: un fragment d'auge principale entre deux auges affluentes, ici la Coma de Ransol et la Vall del Riu. En haut, la Pala de Torradella est un versant supraglaciaire couvert de *gespa* glissante, dont les avalanches sont bloquées un replat et par une frange de forêt de protection, le Bosc dels Plans. Le versant d'auge est assez raide, avec des replats et des verrous latéraux. Des avalanches localisées se produisent dans les prés pentus et dans les couloirs rocheux, certaines menaçant la route et les urbanisations nouvelles..



**Canillo, Solà dels Plans :
avalanche du 8 février
1996.**

(*Elements d'informe*,
J. Becat, 1996,
Dep. d'Indústria)

Un nouveau chenal a été ouvert par une avalanche à travers la forêt vieillie, quasi à l'emplacement de l'avalanche mythique du XIXe siècle, mais sans en avoir la puissance et la longueur de trajet. Cependant elle a été suffisamment assez forte pour ouvrir son chenal, ce dont profitera la prochaine. Le coup de semonce est évident : la frange étroite de forêts des Solans ne protège plus suffisamment les villages et les urbanisations.

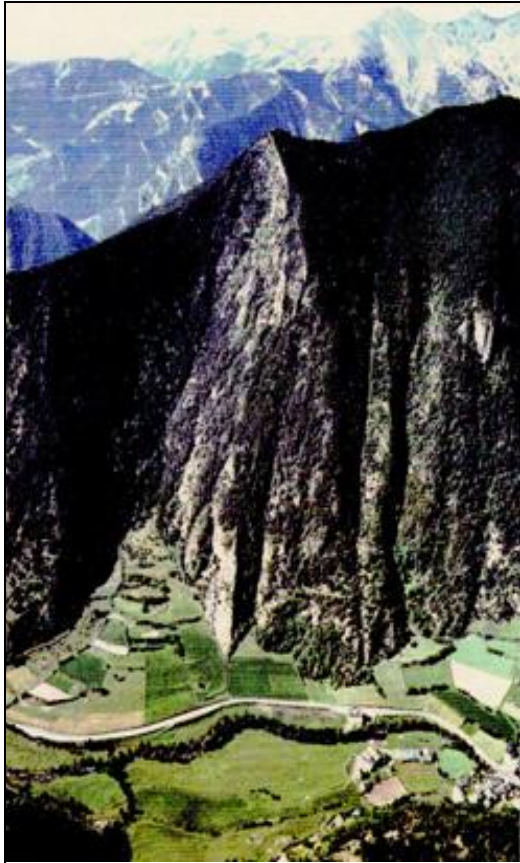
L'Obac de la Cortinada

Ce versant très pentu de l'auge placiaire de la Valira del Nord est strié par une batterie de petits torrents qui sont autant de chenaux potentiels d'avalanches. Ils furent actifs à la fin du XIXème siècle, alors que les quelques replats du versant supraglaciaire étaient cultivés et que le pacage et la coupe de bois de feu avait dégarni les versants. Des avalanches de poudreuse arrivèrent jusqu'aux maisons du village, pourtant situées au pied de l'autre versant.

La solution fut radicale. Les habitants des *quarts* d'Ansalonga et de La Cortinada déclarèrent tout l'*obac* en *vedat*, c'est-à-dire mis en défens strictement, afin d'éviter les risques dûs à la torrencialité et aux avalanches. En un demi-siècle la forêt se reconstitua et couvrit quasi tout, jusqu'aux crêtes.

Elle est aujourd'hui dense et protège efficacement la vallée et les nombreuses urbanisations récentes qui y ont été construites. Cependant, elle est souvent trop dense, avec des arbres qui de font concurrence et qu'une forte chute

de neige lourde accompagnée de vent pourrait facilement coucher, et certaines parties sont vieilles et devraient avoir des coupes prudences de régénération afin de continuer à assurer la protection. Il est certain que si la protection venait disparaître ici ou là, le risque d'avalanche reviendrait dans ces chenaux.



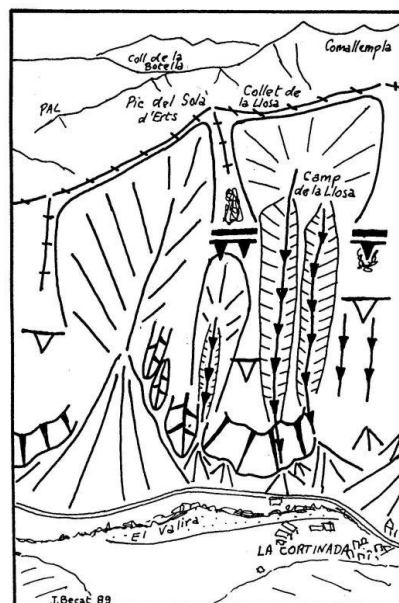
Ordino: Obac de la Cortinada. Vedat et protection.

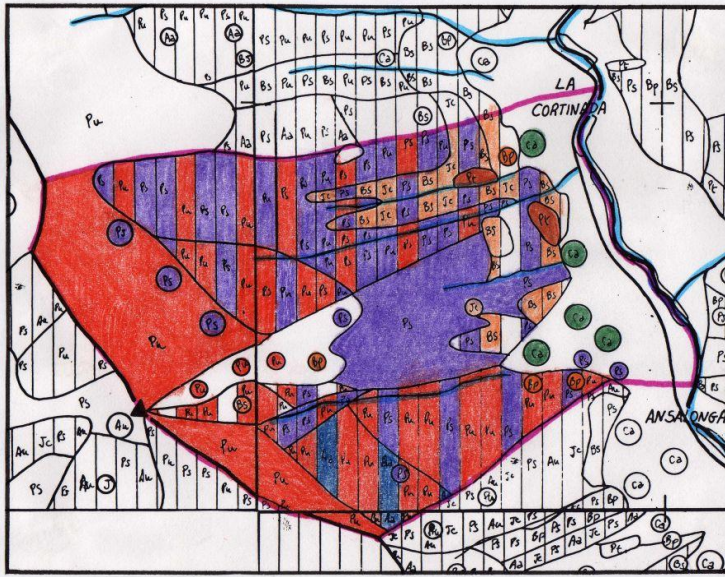
Photo. A. Lerouge, 05/07/1988.

Le versant d'auge est aujourd'hui entièrement boisé et protégé par la forêt, avec des pins sylvestres mêlés, de bouleaux et de sapins dans la partie inférieure, et de pins à crochets vers le sommet. Cette situation satisfaisante est le résultat d'une politique de protection décidée au XIXe siècle.

Croquis interprétatif : géomorphologie.
Carte CLPA n° 21 : Sobre els Camps de la Cortinada.

On note sur le versant d'auge une batterie de petites incisions torrentielles, ici quatre de la dizaine que comporte l'Obac. Or, malgré l'altitude modérée, 1.900m pour les sommets et 1.300m dans la vallée, et un dénivelé peu exceptionnel en Andorre, ces couloirs ont connu dans le passé des avalanches menaçantes. La courbure de la Canal Torta et le *bony* voisin atténuaient les glissements. Mais les deux couloirs de gauche, raides et alimentés par un replat autrefois nu et cultivé, ont connu des avalanches de poudreuse qui arrivèrent, franchissant la Valira, jusqu'aux maisons de la Cortinada.

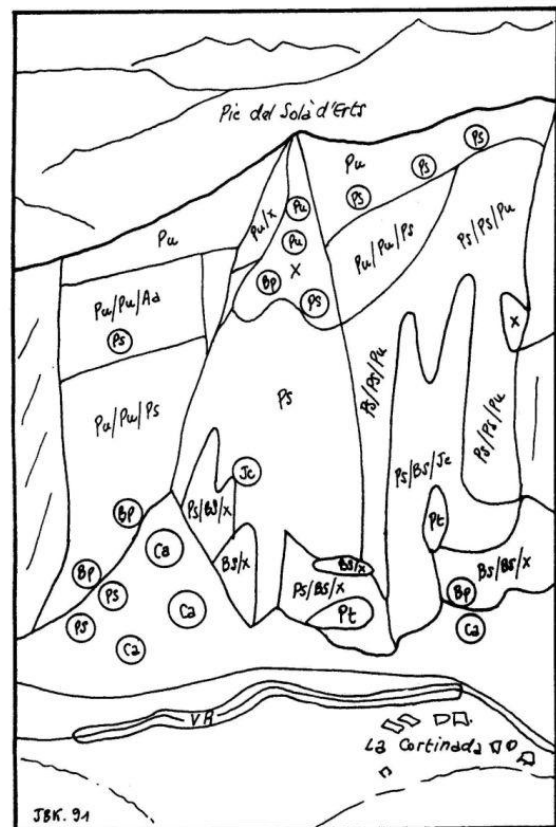




Ordino: Obac de la Cortinada. Extrait de la carte *Re població i ordenació de la massa forestal: Espècies dominants*, par J. Becat, 1987.

Croquis interprétatif : formations végétales.

Pu = pin à crochets ; Ps = pin sylvestre ; Aa = sapin ; Bp = bouleau ; Pt = tremble ; Ca = noisetier ; Jc = genévrier ; Bs = buis ; X = rocher nu ; VR = végétation des bords de rivière.



Ski et risque d'avalanche, situation en 1993

Station du Pas de la Casa-Grau Roig

Le développement de la station

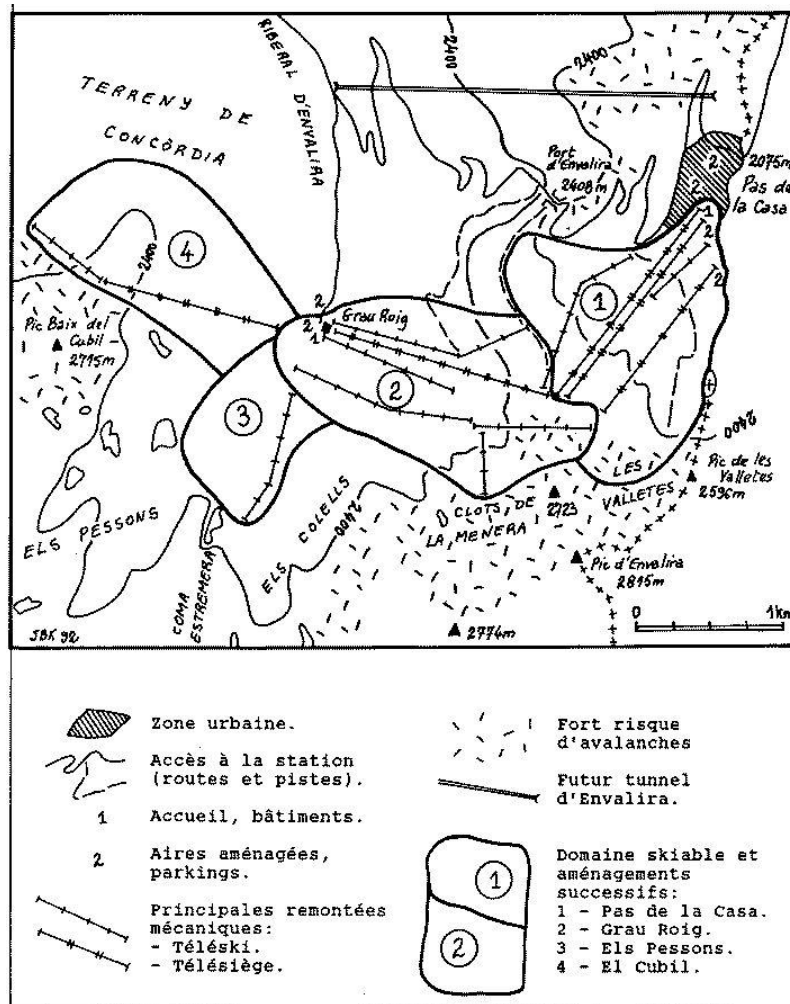
C'est la première des stations de ski en Andorre, créée en 1957 par la société SAEDTE (*Societat Anònima d'Equipament Turístic i Esportiu d'Encamp*), sur la base d'une concession de terrains communaux accordée par la paroisse d'Encamp. L'artisan et le promoteur en fut Joan Viladomat, un entrepreneur et commerçant andorran. Cette naissance est caractéristique de ces débuts avec un parfum d'aventure, dans un créneau économique nouveau, sur des terrains vierges, probablement autant par amour du ski que par esprit de négoce. On y devine aussi l'attrait du risque et d'un jeu qui peut rapporter des bénéfices, l'exemple alpin étant en train de le prouver.

C'est une station double, toujours en territoire d'Encamp, située de part et d'autre du Port d'Envalira et des *plans* qui le prolongent vers le sud (où on installa aussi l'antenne de Sud Radio, dont les studios et les bâtiments d'exploitation étaient au village d'Encamp). Au Pas de la Casa, sur le versant atlantique, le pied de pistes est l'agglomération elle-même, qui se trouve aujourd'hui bloquée dans son extension par les équipements, les remontées mécaniques et les espaces de mouvement nécessaires à l'exploitation des pistes. À Grau Roig, sur le versant méditerranéen, les équipements sont plus légers et concentrés autour de l'hôtel et des bâtiments situés en pied de pistes, près d'un grand parking.

Au Pas de la Casa les premières pistes et installations se concentrèrent entre le *pla* sommital, la route du Port et l'agglomération naissante, c'est-à-dire à la Solana del Pas de la Casa et à la Costa Rodona. Très vite les pistes atteignirent le Coll Blanc, sous lequel il y avait quelques secteurs avalancheux à surveiller de près. Puis l'extension se poursuit en amont vers les Abelletes³⁵, mais elle était déjà limitée par deux éléments: d'une part le cirque du Clot de les Abelletes est une zone dangereuse à cause des avalanches (elle a connu dans le passé des accidents

³⁵ - Abelletes: graphie probablement erronée. En réalité il s'agit de *les valletes* (les petites vallées), ce qui correspond au relief, formé de deux cirques glaciaires symétriques, l'un sur Porta, en Catalogne Nord, l'autre en Andorre, avec une petite crête intermédiaire, la Serra Mitjana.

mortels); d'autre part il s'agit d'un secteur où la frontière n'était pas reconnue, la moitié de ce cirque étant revendiquée par la France³⁶, l'Andorre affirmant pour sa part la possession de la totalité.



**Station de ski du Pas de la Casa-Grau Roig en 1993.
Extension du domaine skiable.**

Le versant de Grau Roig, plus convexe et tout aussi long, a été aménagé sur le même modèle que le Pas: installations en pied de piste, quelques téléskis, puis un télésiège d'une extrémité à l'autre du versant jusqu'à la crête, de manière à dominer l'ensemble du domaine skiable, et des remontées complémentaires, soit pour

³⁶ - À les Valletes avec la France, comme à Montmalús avec l'Espagne, la frontière entre l'Andorre et les états voisins n'a jamais été fixée ni reconnue. Chacun des états la fixe où cela lui convient dans sa propre cartographie. Le conflit vient de l'interprétation différente de limites pastorales entre des communautés voisines et rivales dans des estives où les droits et les usages étaient partagés, ce qui rend impossible dans la pratique toute solution juridique claire. C'est une situation très courante en Andorre et dans toutes les Pyrénées, comme nous l'avons vu dans un chapitre précédent. Il y a des enjeux touristiques et économiques de part et d'autre (propriété de l'eau et d'un domaine skiable).

augmenter la capacité dans les endroits les plus fréquentés, soit pour élargir latéralement l'espace accessible. Par la suite, vers le sud, deux petites extensions ont été réalisées. Ce sont des annexes du champ de Grau Roig d'abord vers les Clots de la Menera, puis vers la Coma Estremera et le Bosc del Peu dels Pessons. Elles ne peuvent guère aller plus loin sans danger -ou sans protection- car au delà on aborde des zones avec un fort risque d'avalanches.



Le Pas de la Casa et sa station en 1990. Photo. Lerouge, 20/07/1990.

L'Ariège fixe la frontière jusqu'à l'Estany de les Valletes, visible à l'arrière-plan. Quelques bâtiments et un petit parking côté français; du côté andorran une agglomération à 2095 mètres d'altitude, qui s'étend à la fois vers l'amont au pied des pistes,

vers le Port (dans une zone menacée par une avalanche qui décroche des *plans* sommitaux de la droite) et vers l'aval sur une aire formée de déblais accumulés (où sont les bâtiments officiels et les écoles). Le tunnel d'Envalira commencera au premier plan à gauche, sous le premier lacet de la route. Entre la route qui grimpe au Port et les crêtes dominées par le Pic d'Envalira (2.816m) on observe le premier secteur de la station de ski, avec beaucoup de remodelages des pentes et une grande densité d'aménagements.

Grau Roig. L'extension du domaine skiable. Photo. A. Lerouge, 20/07/1990.

Il s'agit des deux petites extensions de Grau Roig vers le sud. La forêt du second plan et au centre est le Bosc del Peu dels Pessons; à gauche les pistes s'engagent vers le cirque dels Colells et de Coma Estremera; à droite les pistes utilisent le gradin entre le fond d'auge du Valira (au premier plan) et le large cirque dels Pessons, jusqu'à l'Estany Primer. La station de Grau Roig s'étendait auparavant seulement sur la gauche, avec les bâtiment en pied de pistes et le parking de la discorde au premier

plan à gauche. L'accès au Cubil (le 4e secteur skiable de la station) et, au-delà, vers les Cortals d'Encamp se fait par une étroite bande où monte une sommaire route de service, entre les pistes des Pessons et le Bosc de Moretó au premier plan à droite. Ce dernier est déjà sur le *Terreny de Concòrdia*.



Compte tenu de la densité des équipements et des utilisateurs dans les zones initiales, le développement de la station ne pouvait se faire que par une extension du domaine skiable. Or c'était vers le nord, pour des raisons de risque et politiques. L'extension s'est donc faite en direction de l'ouest, vers le Cubil, et vers le territoire de Concòrdia. Devenues sociétaires des stations privées, les deux paroisses d'Encamp et de Canillo avaient imaginé une autre stratégie. Il s'agissait de rapprocher les domaines skiables des villages, par une course parallèle vers l'ouest, vers chacun des chef-lieux des paroisses-mères. Le projet des Cortals d'Encamp allait dans ce sens, comme celui d'Encampadana et del Forn pour Canillo.



Station de ski du Pas de la Casa-Grau Roig en 1993.
Le risque d'avalanches.

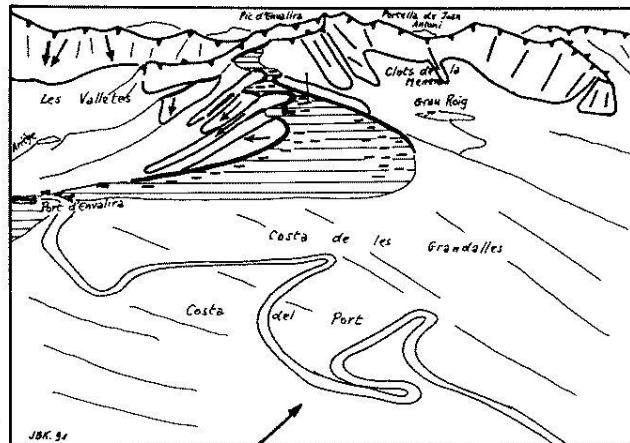
Le risque d'avalanches

Dans son extension du début des années 1990 la station double du Pas de la Casa-Grau Roig était sûre, bien équipée pour le traitement de la neige et très surveillée. Le domaine skiable ne présentait pas de dangers d'avalanches importants. Le problème essentiel et permanent de la station, était la surveillance et l'élimination des corniches qui se formaient de part et d'autre des *plans* sommitaux. Ces quelques secteurs délicats étaient contrôlés, et les corniches régulièrement purgées.

Encamp: Pas de la Casa-Grau Roig. Domaine skiable et risque d'avalanches.






Photo. A. Lerouge,
20/07/1990.

La route monte vers le Port d'Envalira par la Costa del Port et par la Font de la Gavatxa. Le Port est un léger ensellement d'une surface sommitale que l'on voit se développer au centre de la photographie, en direction du sud. À gauche, sur le versant est, la Costa Rodona et la Solana del Pas ont des zones d'avalanches dues aux corniches et aux plaques à vent, aujourd'hui très contrôlées. À droite et au second plan il y a les pistes de Grau Roig. Les pentes du premier plan sont sur le *Terreny de Concòrdia*. Dans le fond, les cirques très avalancheux de Les Valletes et des Clots de la Menera ferment l'horizon, dominés au centre par le Pic d'Envalira.



Croquis d'interprétation d'après la photographie de la page précédente. On se reportera également à la carte de zones d'avalanches qui précède.

Légende:

-  Crêtes de recouplement glaciaire.
-  Plans sommitaux.
-  Zones de déflation.
-  Corniches.
-  Risque d'avalanches.

Après les chutes de neige de printemps, un autre secteur parfois préoccupant se situait sur tout le versant nord-ouest entre le Coll Blanc et le Clot de la Menera³⁷.



L'Allau de la Gavatxa. Travaux de protection. Photo. J. Becat, 12/05/1991.

Exactement vingt ans après l'avalanche mortelle de 1971 des travaux de protection ont été entrepris dans la zone de départ potentiel. Depuis 1981 le rapport et la cartographie d'avalanches réalisés par le Centre d'Etudes Andorranes de l'Université de Perpignan signalaient la nécessité de traiter ce secteur, car les conditions n'avaient pas changé et les constructions du Pas de la Casa s'étaient étendues dans le couloir de l'avalanche. La photographie est prise depuis le dernier lacet de la route, où passa exactement l'avalanche de 1971. Sous le sommet plat se forment des corniches et des plaques, sur des rochers schisteux et sur de la *gespa* glissante. Les ouvrages de protection sont constitués par cinq lignes de filets destinés à fixer la neige et à freiner sa reptation et par une rangée de râteliers paravalanches afin de fixer le manteau neigeux dans la zone de départ. En dessous des éperons maçonnés fractionneront l'avalanche. Hors de la photographie, sur le versant immédiatement inférieur la chaussée a été dédoublée, si bien que la route initiale, interdite à la circulation, constitue une banquette, donc une zone de freinage et de stockage de l'avalanche éventuelle. L'objectif n'est donc pas de faire disparaître l'avalanche, mais de la contrôler et d'en diminuer la masse, la longueur et les effets.

En dehors de ces secteurs très surveillés, si le domaine skiable est sans dangers, il n'en va pas de même pour les environs immédiats de la station, en particulier pour tous les espaces accessibles sans grands efforts à partir des plus hautes remontées mécaniques: le Clot de les Valletes, le Clot de la Menera et, au-

³⁷ - Une avalanche y avait emporté un pylône d'un télési.

delà du Coll dels Isards et de la Portella de Joan Antoni, toute la *comarca* d'Engaït, ainsi que la haute vallée de la Llosa et la vallée du Campcardos, après la fameuse Portella Blanca d'Andorra. Ce sont des randonnées sportives classiques, mais dans des secteurs très avalancheux qui peuvent surprendre les skieurs peu avertis ou inconscients.

Au nord, tous les versants est à partir du Port d'Envalira sont dangereux, en particulier El Bullidor et les versants raides de la Pleta dels Moltons et de les Canals del Maià. Au Port lui-même, les corniches et les plaques qui se forment au-dessus du dernier lacet de la route se sont révélées dangereuses³⁸. Bien que menaçant la route et le Pas de la Casa, comme elles étaient hors du domaine skiable, elles n'étaient jamais purgées. Jusqu'à l'installation de systèmes de protection sur le versant en 1990 seulement (claies et râteliers), elles constituaient une épée de Damoclès suspendue au-dessus de l'agglomération du Pas de la Casa.

La station du Pas de la Casa-Grau Roig a bénéficié d'une des trois premières cartes d'avalanches réalisées en Andorre par le Centre d'Etudes Andorranes de l'Université de Perpignan, en 1983, avec la collaboration active des CRS de montagne en poste au Pas de la Casa et du responsable de la station de ski.

Station de Soldeu-el Tarter

Le développement de la station

La station de Soldeu a été créée en 1962 par la société privée ENSISA (Esports de Neu de Soldeu-Incles, Societat Anònima), dirigée par Martí Salvans et initialement à capitaux andorrans. Son démarrage réel se fit à partir de 1964. Une large concession de terrains communaux lui est généreusement accordée par le *comú* de Canillo, alléché par l'expérience réussie par Encamp au Pas de la Casa. Elle va des crêtes au Riu Valira d'Orient et, d'est en ouest, de l'Obac d'Envalira à l'Obac de Canillo.

C'était l'époque du boom du ski dans les Alpes et dans les Pyrénées françaises, en particulier en Catalogne Nord. Il y avait toujours un esprit d'aventure, mais déjà davantage de spéculation. La station offre l'avantage d'être plus facilement accessible à partir d'Andorra la Vella et de la frontière hispano-andorrane. Mais il lui

³⁸ - L'avalanche du 21 février 1971, déjà évoquée, arriva au coeur du Pas de la Casa et fit une victime.

a toujours manqué une vie propre et de l'espace disponible dans le village, pour les parkings comme pour les loisirs, les uns et les autres faisant cruellement défaut pendant la saison de ski. C'est au contraire cette carte que l'on s'efforce de jouer au Tarter grâce à des équipements appropriés à un usage en toutes saisons, l'essentiel de la rentabilisation se faisant bien sûr en hiver.

Soldeu-El Tarter est l'éternelle rivale du Pas de la Casa-Grau Roig. Ses champs de neige sont différents, car il n'y a pas à Soldeu de longs versants supraforestiers par nature bien adaptés à la pratique du ski. Il faut aller les chercher plus à l'intérieur, avec des dénivelés moindres et un plus grand risque d'avalanches. Mais elle bénéficie de pistes en forêt, aux Obacs de Soldeu et del Tarter, et d'un paysage plus varié.

En décembre 1987 le *comú* de Canillo acquiert 32,8 % de la société ENSISA. Cet apport permet d'améliorer l'équipement de la station: neige artificielle, construction d'un second centre d'accueil à Riba Escorjada (dès l'origine le premier avait été installé sur le replat des Espiolets, à mi-station), mais sans que cela ne résolve les problèmes financiers dont souffrait la station.

De cette situation délicate dérive le projet d'agrandissement de la station vers Canillo, c'est-à-dire vers El Forn. C'est la condition qui semble avoir été mise par le *Comú* pour la relance. C'est une des solutions classiques des stations de ski alpines ou pyrénéennes en difficulté: avec l'impossibilité du retour en arrière et la fermeture toujours écartée, et devant le fait que l'immobilisme ne résoudra rien et aura pour conséquence certaine l'augmentation du déficit d'exploitation, on choisit d'aller en avant. Le plus souvent, comme c'est le cas ici, il s'agit de faire de nouveaux et importants investissements, d'ouvrir de nouvelles pistes dans de nouvelles zones pour faire peau neuve, pour rendre la station plus importante et, suppose-t-on, plus attractive pour la clientèle des sports d'hiver, réputée versatile. L'implication d'une paroisse dans cette stratégie est évidemment une sécurité, tant en ce qui concerne la solvabilité (pour diverses raisons une faillite est peu envisageable) que la mobilisation de l'argent public de l'État ou de la paroisse. En juin 1993, le *Comú* devint l'actionnaire majoritaire.

Parallèlement à ces projets, des négociations s'ouvrent en 1988 entre les *comuns* de Canillo et d'Encamp en vue d'une gestion commune des champs de neige du Terreny de Concòrdia, soit par une répartition des domaines skiables entre les stations déjà existantes, soit par une administration et un financement conjoints de ces espaces stérilisés par la mésen-tente à propos de leur statut. Aucun accord

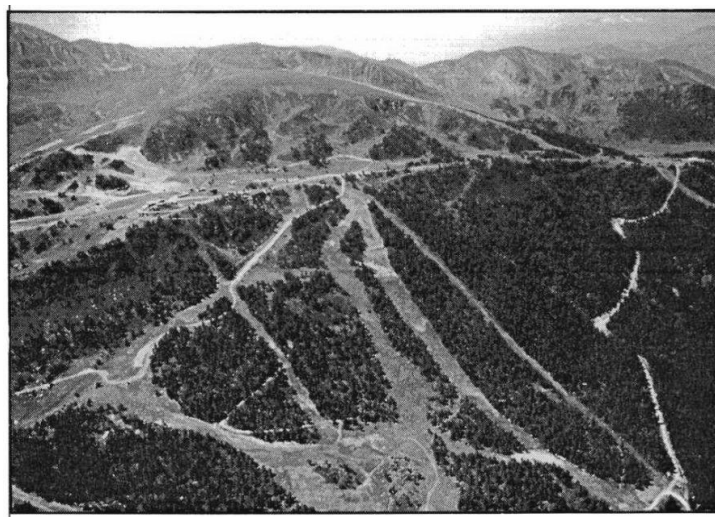
hautes surfaces à forte déflation de la neige, le risque d'avalanche est grand et, le 5 février 1972, il y eut un accident mortel dans le domaine skiable³⁹.



Canillo. La station de Soldeu en 1980. Photo. A. Lerouge, 17/07/1980.

Sur cette vue on a l'ensemble du premier domaine skiable de Soldeu, avec des pistes et des remontées tracées dans la

forêt dense qui couvre le versant d'auge, en exposition *obac* et, au second plan à droite, les installations d'accueil et le second groupe de pistes sur le replat des Espiolets. On remarquera les formes mûres et très arrondies des sommets, si favorables à la formation de corniches sur leur pourtour. Au premier plan on aperçoit le village de Soldeu, qui connaissait déjà une fièvre constructive et, en amont, le Riberal d'Envalira.



Canillo. Station de Soldeu-Ei Tarter: Els Espiolets. Photo. A. Lerouge, 20/07/1990.

Vue générale de la première partie de la station dix ans après. Au premier plan le versant d'auge très boisé de l'Obac de Soldeu est strié de pistes et de remontées mécaniques. Les pistes ont été améliorées et gazonnées. Au-dessus et au second plan le replat des Espiolets est aux environs de

2.250m d'altitude, avec ses installations d'accueil sur la droite. Au fond, à 2.450m, la Tosa dels Espiolets, une haute surface d'érosion qui domine des pentes de faible dénivelé mais assez abruptes: tout ce secteur est avalancheux et très surveillé, les coulées allant jusqu'à la limite inférieure du *pla*. Au fond et à gauche la Solana del Forn est sur le *Terreny de Concòrdia*. Toujours au second plan, mais à droite, apparaît en partie le cirque plus ample de Riba Escorjada. À droite et dans la forêt une piste pour jeeps relie les deux parties de la station; elle sert de piste en hiver.

³⁹ - Henri Péjouan, *Neige et avalanches*, p.82 et, p.119, fiche signalétique de l'avalanche mortelle.

À partir de ce moment là la partie haute de la station sera remodelée et la vigilance accrue, avec les nécessaires interventions de déclenchement préventif après chaque grande chute de neige ou après les jours de fort vent qui voient la formation de congères et de corniches.

Une modeste extension vers la Solana del Forn étant effectuée (au-delà cela dépendait d'un hypothétique accord avec Encamp), il ne restait plus qu'à étendre la station vers l'ouest. Cela fut fait à partir de 1984, sur trois ans, avec un dédoublement de la station vers El Tarter et Riba Escorjada. Cette extension fut conçue exactement sur le même modèle que la première station de Soldeu. Dans la vallée on installe un pied de piste près du Riu Valira, avec un parking et un pont sur la rivière. On installe un télésiège sur le flanc d'auge pour atteindre l'épaule quatre cent mètres plus haut, avec des pistes à travers la forêt entre ces deux points, plus une piste latérale de jonction avec Soldeu.

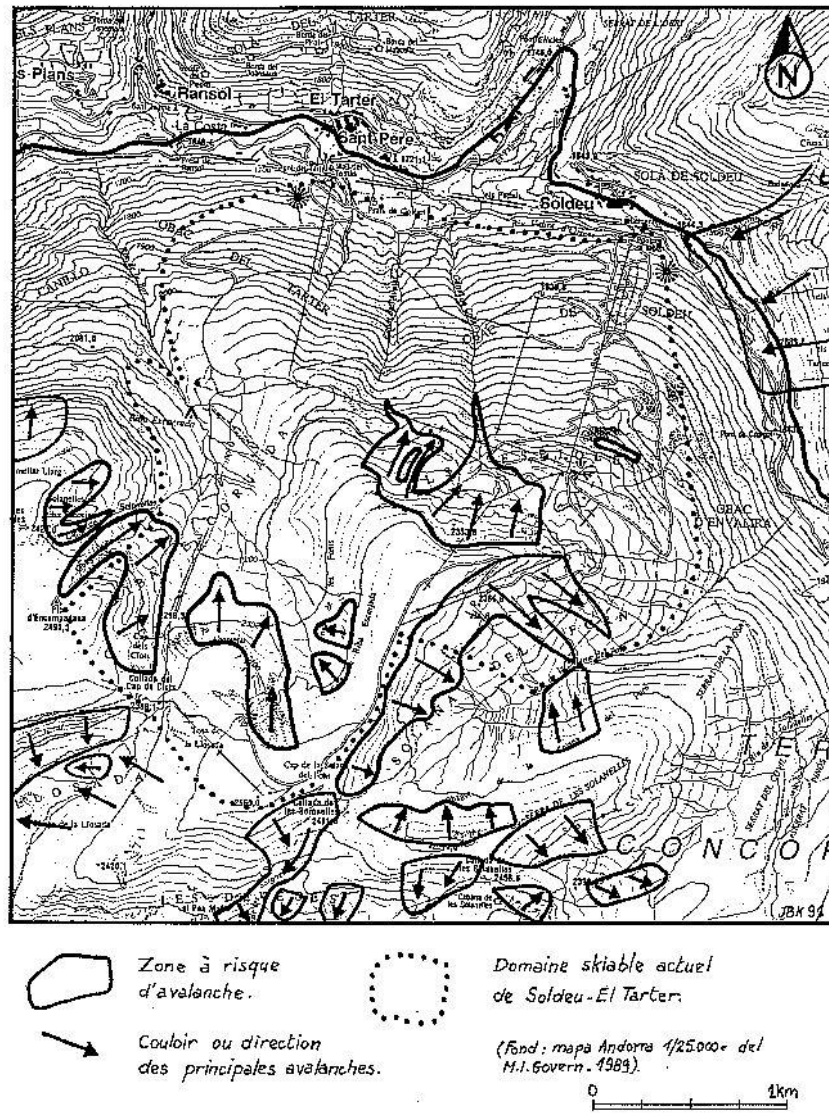
Dans le large fond de cirque de Riba Escorjada, donc à mi-station, on place les installations d'accueil, au pied des remonte-pentes qui partent vers les *plans* sommitaux voisins: la Tosa de Riba Escorjada et la Tosa de la Llosada. Les pistes qu'ils desservent sont plus longues que celles des Espiolets, car le cirque est de plus grandes dimensions. Deux autres remontées assurent la liaison avec la première partie de la station, l'une sur le replat à mi-versant, l'autre sur les crêtes en direction de la Tosa dels Espiolets. Au total un schéma simple et répétitif. Il semble qu'il y ait l'intention de reproduire une nouvelle fois ce modèle, plus à l'ouest, à Encampadana et El Forn, avec les adaptations nécessaires.

Le risque d'avalanches

La station de Soldeu-El Tarter est confrontée en permanence au risque d'avalanches à cause des modelés mûrs de sa zone supraforestière. Les *plans* des sommets forment de parfaites surfaces de réception de la neige, poussée par les vents du nord/nord-ouest ou du sud/sud-est vers les pentes sous le vent, où se forment des corniches et des plaques à vent.

Tous les hauts versants de Soldeu-El Tarter présentent un risque d'avalanches certain, dont les effets sont observés très souvent et préoccupent les responsables de la station. La cause principale réside dans la formation de corniches sous le vent à la limite des *plans*, et de plaques à vent sur les versants. Il

peut donc se produire des avalanches de plaques, des avalanches dues à la rupture des corniches qui mettent en mouvement la neige du versant, ou encore des avalanches dues aux deux facteurs successivement.



Station de ski de Soldeu-el Tarter en 1993
Le risque d'avalanches.

Les *plans* du Pic d'Encampadana et des Toses de la Llosada, de Riba Escorjada et dels Espiolets en sont les responsables, car ils constituent de larges surfaces de réception de neige, qui est ensuite soufflée par le vent. Les situations les plus dangereuses se produisent par vents de nord et nord-ouest, les plus fréquents et les plus violents en hiver, mais aussi et surtout en fin de saison par vent de sud et de sud-est qui accompagnent les *nevades* de neige lourde de printemps.



Canillo: Soldeu-El Tarter. Le risque d'avalanches dans le secteur dels Espiolets. Photo. A. Lerouge, 20/07/1990.

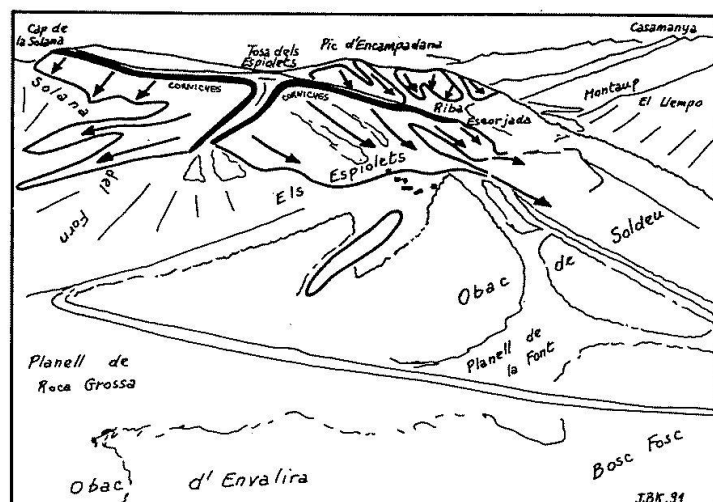
Cette photographie, prise en direction de l'ouest, couvre le secteur dels Espiolets (au centre) et son extension vers la Solana del Forn (à gauche). À droite on a les pentes boisées de l'Obac de Soldeu où s'inscrivent les premières pistes; plus

loin apparaissent les ouvertures des pistes del Tarter et on devine au fond le cirque de Riba Escorjada, toujours dans le domaine skiable. Au premier plan la piste de service passe par les Planells de la Font et de Roca Grossa, au-dessus des forêts de pins de l'Obac d'Envalira. Les pistes les plus récentes, comme celle de la Solana et les aménagements dels Espiolets (la retenue d'eau) ne sont pas cicatrisés. Les autres pistes et les ouvertures dans les landes comme dans la forêt sont bien gazonnées.

Croquis d'interprétation.

À gauche, toute la zone en contrebas de la crête douce et du *pla* sommital qui va de la Tosa dels Espiolets au Cap de la Solana est avalancheuse après les *nevades* accompagnées de vents du nord et nord-ouest. Le petit cirque très ouvert dels Espiolets est aussi avalancheux, après les fortes chutes de neige, en particulier par vents de sud-est (dépressions méditerranéennes). Les coulées peuvent s'étaler sur le replat jusqu'aux bâtiments et localement emprunter deux petits ravins dans le versant inférieur. Dans ce secteur

quatre skieurs ont trouvé la mort en février 1972. Depuis, toute la zone est très surveillée. Une autre avalanche importante s'est produite en décembre 1981, qui a emprunté la Canal de Collart. Les mêmes problèmes se posent pour Riba Escorjada.



Sur les pentes dels Espiolets et de la Solana del Forn les remodelages des pentes et des profils ont été importants, pour améliorer les pistes, pour avoir une réserve d'eau pour les canons à neige, mais surtout pour atténuer le risque

d'avalanche. Ces corniches et ces plaques sont très surveillées. Elles sont purgées dès leur formation ou dès leur engraissement, c'est-à-dire après chaque chute de neige ou après chaque jour de vent, les pistes n'étant ouvertes qu'après les interventions.

Le domaine skiable fait l'objet d'une surveillance constante. La station bénéficia d'un PIDA, plan d'intervention et de déclenchement des avalanches, le premier en Andorre. C'est un document qui décrit et qui cartographie les quinze zones d'avalanches potentielles de la station, les zones affectées, les conditions météorologiques qui favorisent la formation des avalanches, les points d'arrachement ou de départ, les mesures à prendre, ainsi que les cheminements à suivre par les artificiers et les points de tir ou de déclenchement artificiel de l'avalanche. Bref, un document complet, sérieux et strict, élaboré en 1987 par Marc Aleix, alors responsable technique de la station et chef de pistes.

Station d'Arinsal

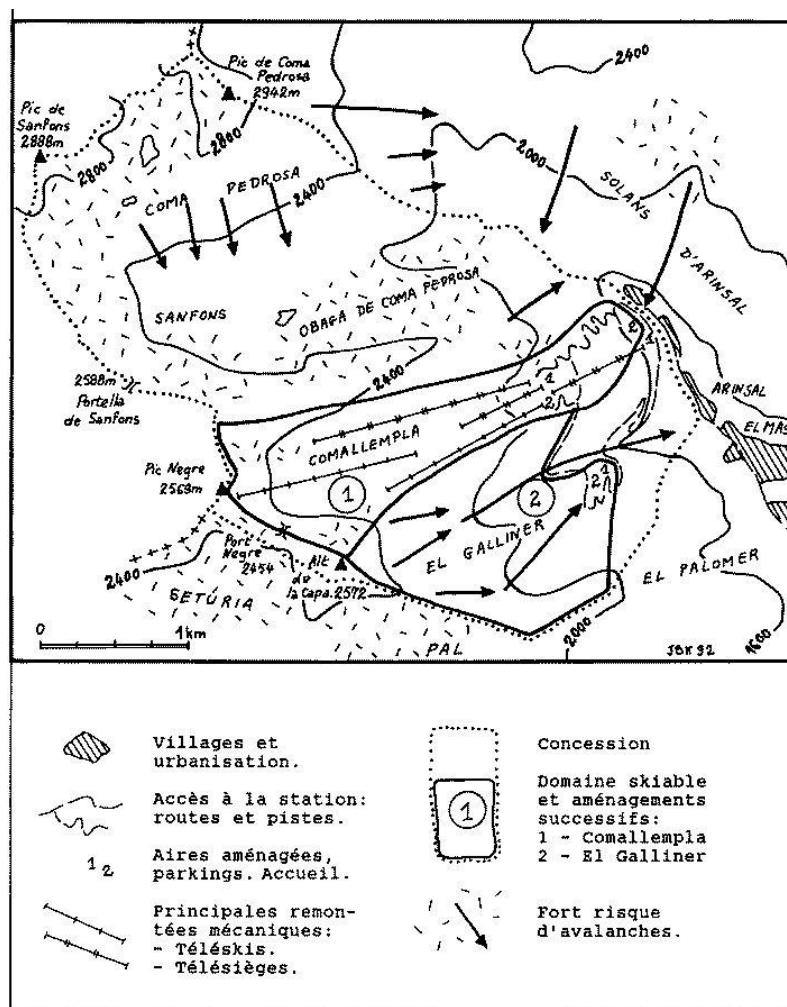
Le développement de la station

La station d'Arinsal a été créée en 1972-1973 par une société privée, ETEASA, *Estació Turística i Esportiva d'Arinsal, Societat Anònima*. La concession d'un large territoire de montagne fut accordée pour 99 ans par le *comú* de La Massana. Elle fut signée devant notaire en décembre 1972 entre les Cònsols Major et Menor de la paroisse et Josep Serra, le promoteur et directeur de la station. À la différence des concessions du Pas de la Casa et de Soldeu, où seul le *Comú* agissait, pour la Massana un accord préalable a été nécessaire entre le *Comú* de la paroisse et le *Quart* d'Arinsal. Il fut signé en 1972. Il était nécessaire car les terrains publics concédés étaient répartis entre ces deux collectivités territoriales. Cette concession englobait tout le territoire entre le village d'Arinsal et la crête qui lui faisait front à l'*obac*. En amont il s'étendait jusqu'au Pic de Coma Pedrosa inclus et jusqu'à la frontière avec l'État espagnol. Au total c'étaient plus de mille hectares, dont 360 environ étaient aménagées en domaine skiable au début des années 1990.

En 1973 une première remontée mécanique était installée et une route sinueuse - une piste en terre - permet d'accéder au vallon perché de Comallempa. Là furent localisées pour longtemps l'ensemble des installations de ski et presque

toutes les pistes. Un plan général est défini en 1974.

La station couvre un *obac*; elle bénéficie en général d'un bon enneigement. Elle est réputée pour ses pistes techniques et difficiles, destinées aux skieurs chevronnés. C'était la station andorrane qui possédait le plus de pistes rouges et noires. Elle partageait avec le Pas de la Casa le privilège d'avoir une piste de slalom homologuée par la FIS. Elle tarda à s'équiper en canons à neige car son enneigement était bon, mais des années peu neigeuses ont vu se modifier bien des stratégies.

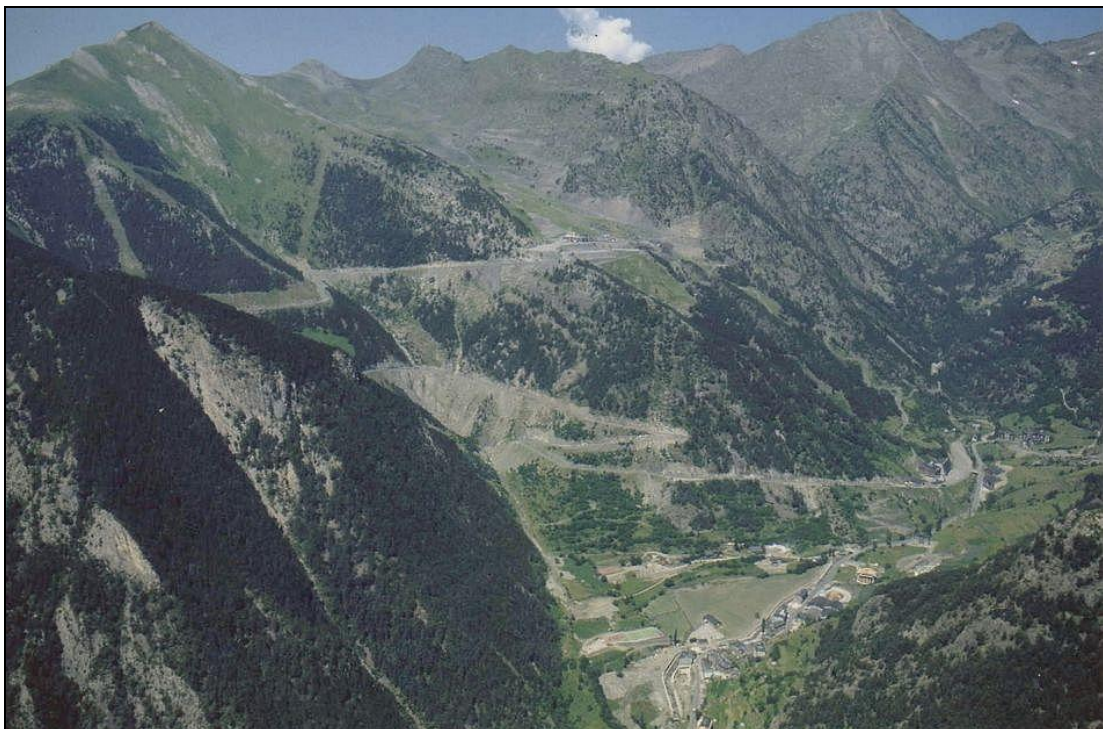


**Station de ski d'Arinsal en 1993.
L'extension du domaine skiable.**

La première zone aménagée, et la seule utilisée entre 1972 et 1990, est donc la haute vallée perchée de Comallempia et sa retombée sur la vallée principale du Riu d'Arinsal. Il s'agit d'un vallon d'origine glaciaire, assez pentu, mais aux formes assez douces et régulières. Il est suspendu à trois cents mètres au-dessus de l'auge

principale. Il y a quelque risque d'avalanche en amont, en particulier à la Canal del Port Vell, mais toute cette zone initiale de la station est bien contrôlée; elle offre beaucoup de sécurité dans le domaine skiable. Il n'en est pas de même pour les accès et pour ses environs.

Pendant les années quatre-vingts, Arinsal eut des problèmes de croissance car, de part et d'autre du domaine alors skiable, c'est-à-dire vers le Galliner ou vers la vallée de Coma Pedrosa, les deux secteurs d'extension possibles inclus dans les limites de la concession étaient -et sont toujours- parmi les plus dangereux d'Andorre à cause du fort risque d'avalanches.



La Massana. Arinsal : ensemble du domaine skiable. Photo. A. Lerouge, 26/10/1982.

Le domaine skiable est localisé dans la vallée suspendue de Comallempa, au centre de la photographie. L'accès se faisait par une piste sinueuse en partie visible à droite. Une nouvelle route était en cours d'ouverture dans l'ensemble torrentiel du Galliner, à gauche, sous le pic Alt de la Capa. Le versant boisé disparaît sous les déblais. La route recoupe le trajet très visible suivi par les importantes avalanches du couloir du Riu del Cubil. Dans la partie haute la route n'est pas terminée, mais déjà le déboisement du tracé est réalisé. En bas le village ancien d'Arinsal et une partie de son extension.

Par ailleurs toute la vallée d'Arinsal augmentait sa capacité d'accueil. Sous l'impulsion de quelques promoteurs andorrans, dont certains avaient occupé des mandats d'élus locaux, elle connaissait depuis 1980 une véritable fièvre de construction, autant à Arinsal qu'en amont, en pied de pistes, et en aval aux alentours du Mas de Ribafeta et du Puïol del Piu. Dans ce contexte euphorique, il était évident

que la station devait s'étendre pour suivre et pour justifier cette offre immobilière. La réputation de la station et son image sportive impliquaient également un développement du domaine skiable avec de nouvelles pistes longues et techniques. De plus, la desserte des installations de Comallempla par la piste initiale n'était pas satisfaisante et limitait l'urbanisation sur le *pla* des Bordes de Comallempla, faute d'une route d'accès normale.



Photo. A. Lerouge,
20/07/1990.

Le bassin torrentiel du Galliner occupe toute la photographie. Il est formé de deux bassins de réception, celui del Cubil, dénudé, sous le Pic Alt de la Capa, et l'autre boisé, à gauche, sous le Coll del Turer. Les couloirs canalisent des avalanches de neige fraîche ou de neige lourde jusqu'au cône et aux premières maisons du village d'Arinsal, en bas et à gauche. La station d'Arinsal est à droite dans la vallée perchée de Comallempla, et la nouvelle route d'accès a amené une profonde modification du paysage et une altération du milieu : Les nouvelles pistes utilisent la zone de départ de ces deux zones d'avalanches et leurs couloirs, ainsi que de nouvelles ouvertures dans la forêt. Leur création était une gageure téméraire. Cette zone de ski sera abandonnée par la suite.

Arinsal. La nouvelle route et les extensions du Galliner.

Le pas a été franchi au début des années quatre-vingts et, dès 1982, une nouvelle route progressait sur les flancs de la Solana de la Roca de la Sabina, puis franchissait par deux fois le grand couloir d'avalanches du Cubil - l'un des plus importants et des plus impressionnants d'Andorre - et par quatre fois le couloir du Galliner, plus modeste mais tout aussi actif. Achevée six ans après, elle permettait enfin un accès plus facile à Comallempla, dont le remodelage des pentes et des

pistes avait considérablement modifié l'aspect initial, tout en améliorant aussi la qualité du ski. Déjà une première piste s'aventurait sur les pentes latérales de la Costa de l'Alt de la Capa, fleurant avec la zone de départ des avalanches.

Le pari était fait. Il ne restait plus qu'à ouvrir des pistes dans tout le secteur du Galliner et à essayer de contrôler au mieux les risques, puisque la route et ces pistes se trouvaient dominées par des pentes avalancheuses.

À la fin de années quatre-vingts la société ETEASA connut des difficultés de trésorerie et limita ses investissements. Que ce soit à cause de ces problèmes de gestion, à cause du retard pris dans l'extension de la station et du coût de ces travaux, ou à la concurrence des nouvelles stations de Pal et d'Arcalís, la société ne put ouvrir pour la saison 1990-1991 qu'avec l'aide d'un prêt du *Comú* de La Massana, tous ses biens étant saisis⁴⁰. De plus, en 1992, après vingt ans de fonctionnement, la part des recettes des remontées versées à la paroisse devait passer de 1% à 15%. Au cours de cette même année, après une négociation afin de racheter à ETEASA pour 1.600 millions de *pessetes* la concession, les installations de la station, les terrains privés et les bâtiments, le *Comú* de La Massana consulta la population le 7 novembre 1992. Avec 86% de oui et une participation de 48% des électeurs, l'achat de la station d'Arinsal fut approuvé. Le financement fut prévu à base d'emprunts. Les deux stations de Pal et d'Arinsal devenaient gérées par une entité autonome dont le conseil d'administration était désigné par le *Comú*. À terme, une liaison entre les deux domaines skiables était envisagée par Setúria, où des études d'enneigement avaient été déjà entreprises.

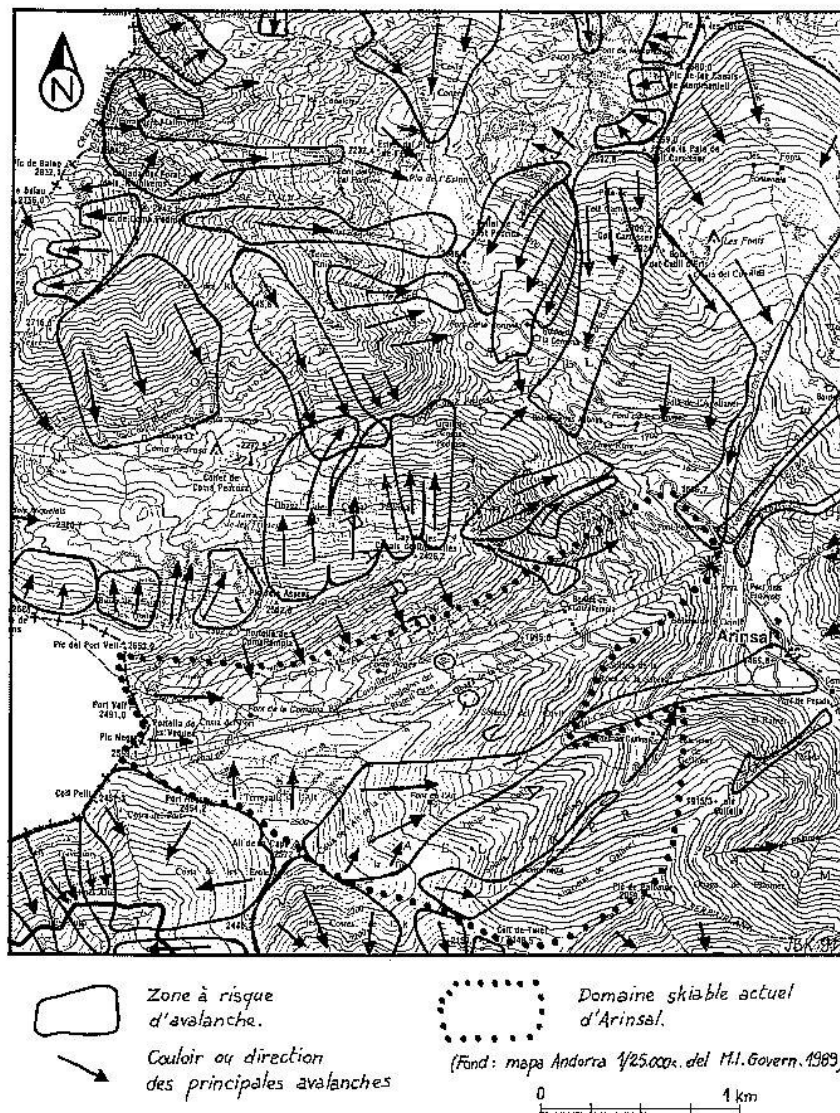
Le risque d'avalanches

À Arinsal le risque naturel à prendre en compte c'est essentiellement le risque d'avalanches. Le risque d'inondation est localisé au fond de l'auge principale. Quelques petits glissements de terrain ou coulées se sont produits pendant *l'aiguat* de 1.982 dans les forêts et les bas versants de l'Obac del Galliner (Abarsetar del Galliner et El Ramer). En 1982 également, le cône de déjection du Riu del Cubil a été fonctionnel.

Hors de la station, mais toujours dans le périmètre de la concession et dans une zone fréquentée par les randonneurs et par les skieurs hors piste, le risque d'avalanches est très présent dans la vallée de Coma Pedrosa, surtout dans les

⁴⁰ - Selon le *Diari d'Andorra*, du 5 au 8 novembre 1992.

secteurs de la Portella de Sanfons et à l'Obaga de Coma Pedrosa. Sous la Portella de Sanfons, en exposition nord face au vent, se forment de grandes plaques à vent peu stables. Or c'est sur le trajet des randonneurs venant de la station d'Arinsal ou de Setúria. En mars 1980, un skieur français d'un groupe de randonneurs y a laissé la vie, car leur passage a provoqué la rupture d'une plaque à vent de deux cents mètres de large. Il y avait eu la veille la chute de cinquante centimètres de neige fraîche avec un fort vent.



**Station de ski d'Arinsal en 1993.
Le risque d'avalanches.**

Les versants nord qui dominent l'Estany de les Truites et surtout l'Obac de Coma Pedrosa, très raides et souvent rocheux ou couverts d'éboulis, sont très dangereux, avec des avalanches de tous types: poudreuse et neige fraîche, ruptures

de corniches qui entraînent la neige du versant, neige lourde de printemps. Or c'est un des deux trajets des randonneurs dans les hautes vallées d'Arinsal, ou un chemin de retour lorsque l'on fait un circuit par le haut de la station d'Arinsal et la boucle de retour par la vallée voisine. C'est aussi, après le Galliner, la seule extension possible de la station.

L'autre secteur préoccupant est le fond d'auge en amont du village, menacé par les avalanches du Solà, qui se manifesteront le 8 février 1996, comme nous le verrons dans la troisième partie.

Le troisième secteur dangereux est à *l'obac*. C'est le secteur du Riu del Cubil et del Galliner, où la station d'Arinsal s'étendait. C'est une des zones d'avalanches parmi les plus spectaculaires et les plus connues d'Andorre. Elle peut fonctionner en avalanches de printemps, qui s'arrêtent alors dans le couloir ou, tout au plus, qui s'étalent sur le cône de déjection torrentiel dans la vallée. Mais elle peut aussi héberger des avalanches de poudreuses qui sont arrivées dans le passé jusqu'au village d'Arinsal (1960)⁴¹.

Station du Bosc de Pal

Le développement de la station

La volonté de créer une seconde station de ski sur la paroisse de La Massana se manifesta dès les années soixante-dix. Le 3 mai 1976 le *Consell General* accepta la demande de la paroisse de créer une station communale, ce qui impliquait évidemment sa participation financière. Elle se concrétisa au début de la décennie suivante, le *Comú* mettant à profit les nouvelles dispositions approuvées par le *Consell General* et la mise en place d'un premier gouvernement.

La station fut créée sur la double initiative du *Comú* de la Massana et du *Quart* de Pal. Elle fut la première station de sports d'hiver andorrane sous la responsabilité directe d'une paroisse dès sa création. La station de Pal, officiellement baptisée Stade de neige du Bosc de Pal, est gérée directement par le *Comú* de la Massana à travers une commission municipale, mais les comptes sont séparés de ceux de la collectivité territoriale. Le financement des travaux de la

⁴¹ - Selon Henri Péjouan, *Neige et avalanches*, pp. 87, 194 et 196, elle est peu fréquente, de l'ordre de 20 à 40 ans, mais peut mobiliser plus de 30.000 m³ de neige.

station fut effectué sur fonds publics, votés par le *Consell General* des Vallées. C'est donc effectivement la première station (ou la première grande infrastructure d'Andorre) qui ne soit pas créée sur la base d'un bail emphytéotique accordé à une entreprise privée, avec de larges concessions dans le domaine territorial comme dans celui de la capacité d'aménagement.

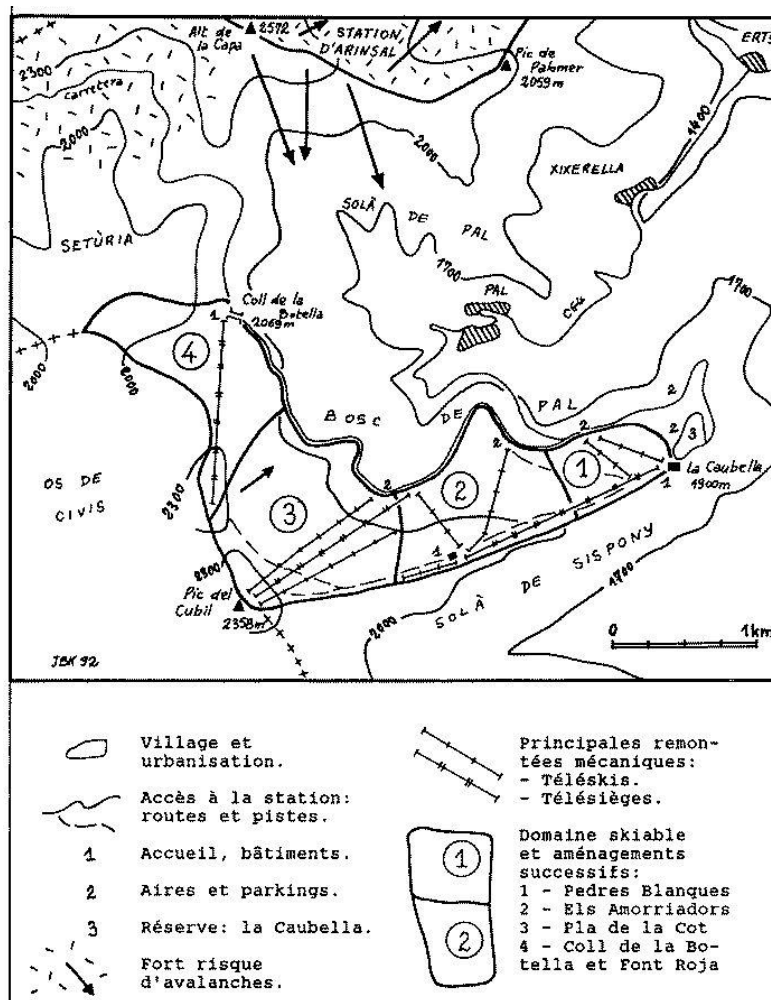
La station d'Arinsal était du domaine privé. Sa concession bloquait un vaste espace de haute montagne, en fait tous les *obacs* d'Arinsal et de Coma Pedrosa. Un seul emplacement était utilisable sur La Massana, l'*obac* de Pal. En effet le troisième *obac*, celui de Sispony, était techniquement difficile à utiliser et très dangereux à cause du risque d'avalanches.

Indépendamment de la fierté de posséder sa propre station de ski et de l'objectif toujours invoqué du développement économique local (attitude très à la mode en Andorre à cette époque, qu'il s'agisse de ski, de permis de construire ou d'équipements collectifs), il y avait derrière cette initiative le désir de diversifier et de multiplier l'offre en matière de sports d'hiver. Arinsal était une station d'altitude aux pistes techniques, souvent difficiles, pour un public de skieurs chevronnés ou sportifs; bref, elle offrait donc l'image d'une station alpine. Pal pouvait être la station moins difficile, entièrement dans la forêt, donc un étage au-dessous, avec une atmosphère différente pour un public moins expert, pour les familles et pour les scolaires. En somme Pal pouvait amener sur La Massana un nouveau public; elle participait à l'ouverture du ski vers de nouvelles tranches de skieurs potentiels.

Elle permettait aussi d'augmenter la fréquentation hivernale des hôtels et des commerces de la paroisse, jugée alors très insuffisante. Il faut savoir qu'au début des années quatre-vingts la fréquentation hivernale de la paroisse était si faible, en dehors du village d'Arinsal, que la plupart des hôtels étaient fermés tout l'hiver à partir d'octobre. Beaucoup n'étaient même pas équipés pour accueillir des clients en saison froide. Depuis, la plupart ont entrepris des travaux de réforme ou d'agrandissement et, sauf exception, ils sont tous ouverts toute l'année. Une seconde saison s'est donc développée à La Massana même. Sans être le seul élément, la création du Camp de neu del Bosc de Pal y a contribué.

Il s'agissait visiblement d'une opération destinée à développer le tourisme et la construction dans toute la paroisse. La nouvelle formule choisie pour les équipements du domaine skiable, le stade de neige, coïncidait parfaitement avec la volonté politique, puisqu'elle reportait la demande potentielle de constructions sur les terrains privés de toute la paroisse au lieu de les concentrer dans - ou près de - la

station. Avec quelques années de recul on peut constater que le village de Pal n'en a pas réellement bénéficié, car on n'y note aucune croissance spectaculaire de la construction. Par contre le chef-lieu de paroisse et ses environs immédiats se caractérisent par un extraordinaire boom de l'urbanisation.



La station de Pal possède un domaine skiable de moyenne altitude, le point le plus bas se situant à 1.780 mètres, au parking dels Amorriadors, et le point le plus élevé sous le Pic del Cubil, à 2.350 mètres. Elle s'étend entre la route d'accès et la route du Coll de la Botella d'une part, et la ligne de crête entre Pal et Sispony d'autre part. Mais ces crêtes sont en fait des *plans* sommitaux; elles sont ventées, surtout le Planell de la Tosa, et elles manquent le plus souvent de neige. L'espace le plus utile

se situe sur les versants *obacs* du Bosc de Pal⁴².



La Massana, Bosc de Pal: les premiers travaux. Photo. A. Lerouge, 26/10/1982.

Sur cette vue apparaissent les premiers travaux de mise en place de la station de Pal. La route d'accès par le Bosc de Pedres Blanques a sa première plateforme réalisée, ainsi que sa boucle terminale (où se loge aujourd'hui une réserve) et l'espace de dégagement du Pla de la Caubella. Sur ce Pla les bâtiments d'accueil sont en chantier. À droite, par la Serra del Solà de Sispony, la piste de crête est ouverte, ainsi que la piste de travail qui rejoint la route principale au Bosc dels Amorriadors, vers le bas et à droite. Les pistes de ski du secteur des Pedres Blanques sont déboisées, ainsi que les trajets des futures remontées mécaniques, dont les ancrages sont en cours de réalisation. On peut apprécier la densité et la régularité de la forêt de conifères et de sapins. Les tâches claires indiquent la présence de bouleaux; leur plus grande densité souligne les anciennes coupes ou la progression de la forêt.

En dehors du Clot de la Comellada, un couloir auparavant régulièrement nettoyé par les avalanches, toutes les pistes ont été ouvertes à l'intérieur de la forêt de pins à crochets et de sapins. C'était une forêt saine et dense. Il est encore trop tôt pour dire si l'ouverture de multiples pistes et le fractionnement de la masse forestière en îlots et lanières ne portera pas préjudice à sa régénération par suite du passage des personnes, de l'effet de lisière, des modifications de l'écosystème (insolation, humidité, drainage, autoprotection...). Un effort est fait pour gazonner les pistes. Le

⁴² - Le nom de Bosc de Pal englobe l'ensemble du secteur (en Andorre: la *comarca*). Localement d'autres toponymes sont utilisés ; d'est en ouest le Bosc de Pedres Blanques, le Bosc dels Amorriadors, le Serrat de Corpallanca, le Bosc del Prat del Bosc, le Bosc del Pla de la Cot et le Bosc dels Coms, le Serrat de l'Ascladella et le Clot de la Comellada, de les Feixes et de la Font del Bisbe et, dans la *comarca* de Setúria, le Bosc de les Poselletes et le Bosc de la Font Roja.

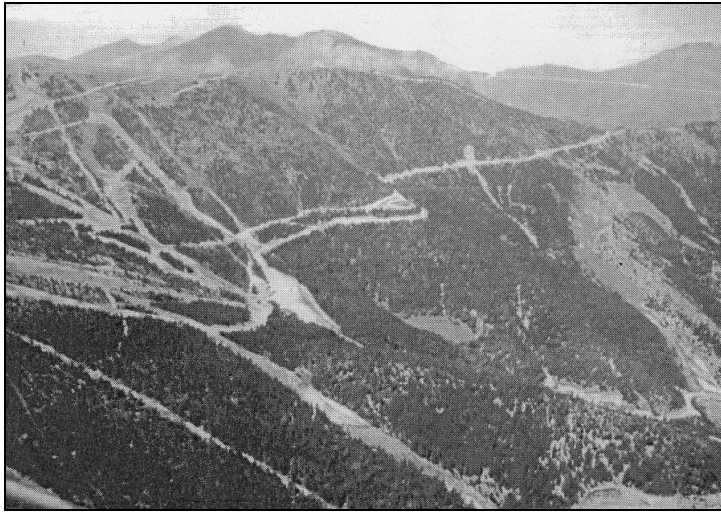
cadre boisé donne un cachet spécifique à la station, utilisé dans l'image publicitaire.

La croissance de la station s'est faite en quatre étapes, entre 1982, année où s'effectuèrent les premiers travaux (avec anticipation du *Comú* sur les financements et sur les décisions du *Consell General*), et 1988 où un dernier secteur, celui de Font Roja, à Setúria, fut intégré dans le domaine skiable.

Dans la première tranche furent construites une nouvelle route d'accès qui allait des Amoriadors à l'est du Bosc de Pal et les installations de la Caubella, à 1.900 mètres, c'est-à-dire au sommet des premières pistes, avec parking, restaurant et bâtiment de services. Les premières pistes et les téléskis ouvrirent le Bosc de Pedres Blanques. La seconde tranche suivit aussitôt dans le Bosc dels Amoriadors, les deux ensembles étant reliés par une piste de service tracée en biais dans la forêt et par une remontée mécanique qui suivait la crête. C'est alors que fut votée par le *Consell General* la loi de juillet 1984 approuvant le financement de cette station: 127 millions de *pessetes* pour la première tranche, soit 6,6 millions de francs.

La troisième tranche, qui concentre le plus de pistes et de remontées, utilise la route du Coll de la Botella comme accès, avec un parking aux Fontanals. Au-delà la route servait de piste de ski de fond. Les remontées convergent vers le Pic del Cubil et le *pla* voisin. Le dernier secteur aménagé - et la seule extension possible de la station sur le territoire andorran - concerne les abords du Coll de la Botella et le revers nord-ouest de la crête. Au total, l'endettement de la paroisse de La Massana auprès du *Consell General* pour la station du Bosc de Pal était de 1.472 millions de *pessetes* en 1991 (environ 80 millions de francs).

Au début des années 1990 l'ensemble du domaine skiable potentiel sur le versant du Bosc de Pal était utilisé. Il paraissait difficile d'étendre davantage la station, à moins d'aller sur la vallée voisine de Setúria ou sur le territoire de la commune de Catalogne enclavée en Andorre, Os de Civis. Avec l'achat de la station d'Arinsal par le *Comú* de La Massana, décidé en novembre 1992, et sa fusion avec la station du Bosc de Pal dans un même organisme parapublic, les deux domaines skiables seront reliés par un télécabyle franchissant le cirque de Setúria. Cependant la tentation restera grande de réunir les deux domaines skiables par un troisième, à travers la partie orientale du cirque de Setúria, par La Vaquerissa, par La Costa de la Devesa, la Costa de les Eroles et la Costa del Port. L'enneigement n'est pas aussi favorable qu'en *obac*, la neige évolue très vite sur ces *solans* et le risque d'avalanche y est présent. Si cette liaison se fait, elle demanderait un traitement particulier et une grande surveillance, comme pour Soldeu.



La Massana: Bosc de Pal; les secteurs ouest. Photo. A. Lerouge, 20/07/1990.

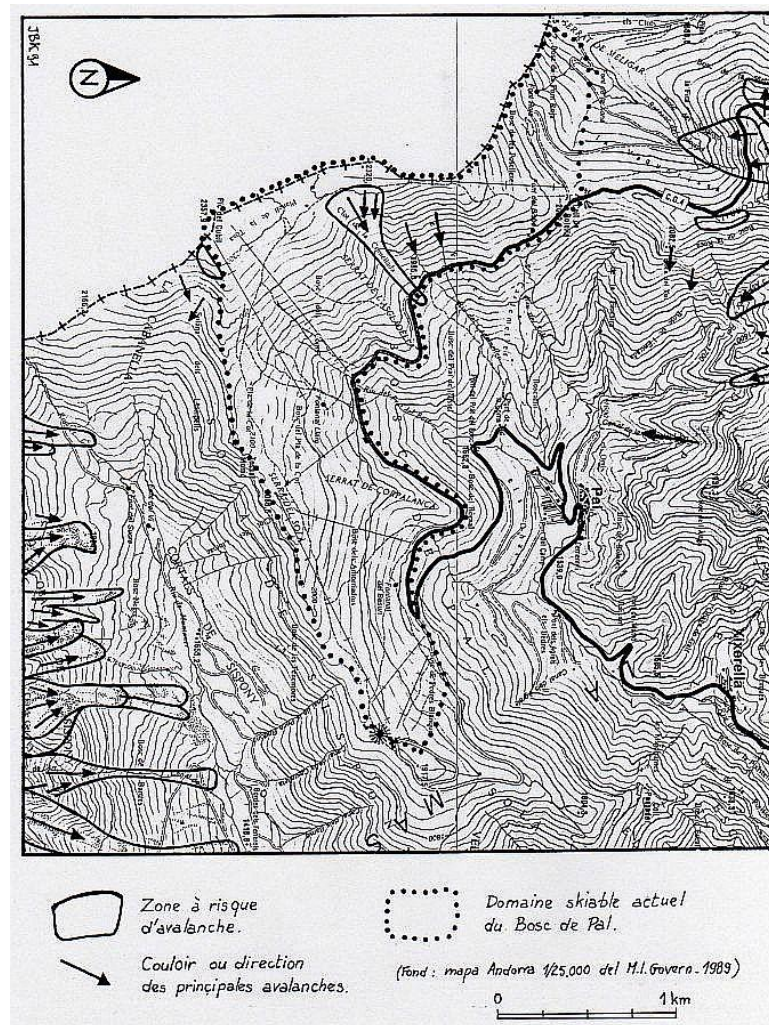
Il s'agit de la troisième extension de la station de Pal, entre les crêtes et la route du Coll de la Botella située à mi-versant. Le

Coll de la Botella est au dernier plan à droite et le Planell de la Tosa à gauche. Toujours sur la gauche, les pistes se sont multipliées dans le second secteur du Bosc del Pla de la Cot, entièrement aménagé avec de nouvelles remontées et un parking en pied de pistes. Au second plan et au centre, le petit cirque perché du Clot de la Comellada est utilisé comme piste. L'aiguat de 1982 a laissé des cicatrices encore visibles sur les versants à droite, avec les coulées boueuses et les érosions superficielles de Les Feixes et du Cardameller.

Le risque d'avalanches

Le Bosc de Pal est une station sûre, sans danger d'avalanches, en dehors du Clot de la Comellada, où les aménagements de pistes et l'utilisation régulière contribuent à corriger le risque. La contrepartie de cette grande sécurité, ce sont des pistes en général peu difficiles et un caractère de station tranquille. Compte tenu de ces limitations dues au manque d'espace comme aux caractéristiques des pentes, l'effort d'amélioration ne pouvait porter que sur l'ouverture de quelques pistes supplémentaires dans le domaine déjà utilisé, par exemple à Les Feixes ou à Font Roja, et surtout sur les infrastructures. C'est d'ailleurs ce que l'on a pu observer, avec la mise en place de deux télésièges à quatre places, parmi les premiers en Andorre, afin d'éviter les queues au pied des remontées, et l'équipement en canons à neige. Dès la saison 1987 les équipements pour produire la neige artificielle ont été installés, avec une extension en 1988. Les pistes du Bosc de Pedres Blanques et du Bosc del Pla de la Cot furent d'abord équipées, c'est-à-dire les deux premiers secteurs, afin de pouvoir ouvrir la saison dès que possible.

Le Bosc de Pal est une station sans problème, sans risques d'avalanches sérieux dans son extension au début des années 1990. Cette situation exceptionnellement sûre pour une station de sports d'hiver est unique en Andorre.



**Station de ski du Bosc de Pal en 1993.
Le risque d'avalanches.**

Le Clot de la Comellada est un petit cirque glaciaire isolé (c'est une niche plus qu'un cirque) dominé par un *pla* très venté, le Planell de la Tosa, où la déflation soulève la neige pour l'accumuler dans le cirque et former des corniches juste sous la rupture de pente supérieure. La chute des corniches provoque des avalanches qui mobilisent la neige d'un court versant, raide et couvert de *gespa*. Elles peuvent arriver jusqu'à la route de Setúria. Avant le nettoyage et le débroussaillage du cirque pour y établir la seule piste noire de la station, on pouvait y observer que tous les jeunes pins étaient ébranchés ou étêtés par les avalanches de neige fraîche ou de printemps.

Ces corniches sont surveillées et la neige y est constamment travaillée. De plus, l'installation des pistes sur la crête et l'aménagement des pistes et remontées du Coll de la Botella impliquaient un effort de fixation de la neige sur le *pla* sommital qui, sans cela, serait le plus souvent dénudé, ce qui ne pouvait que limiter les

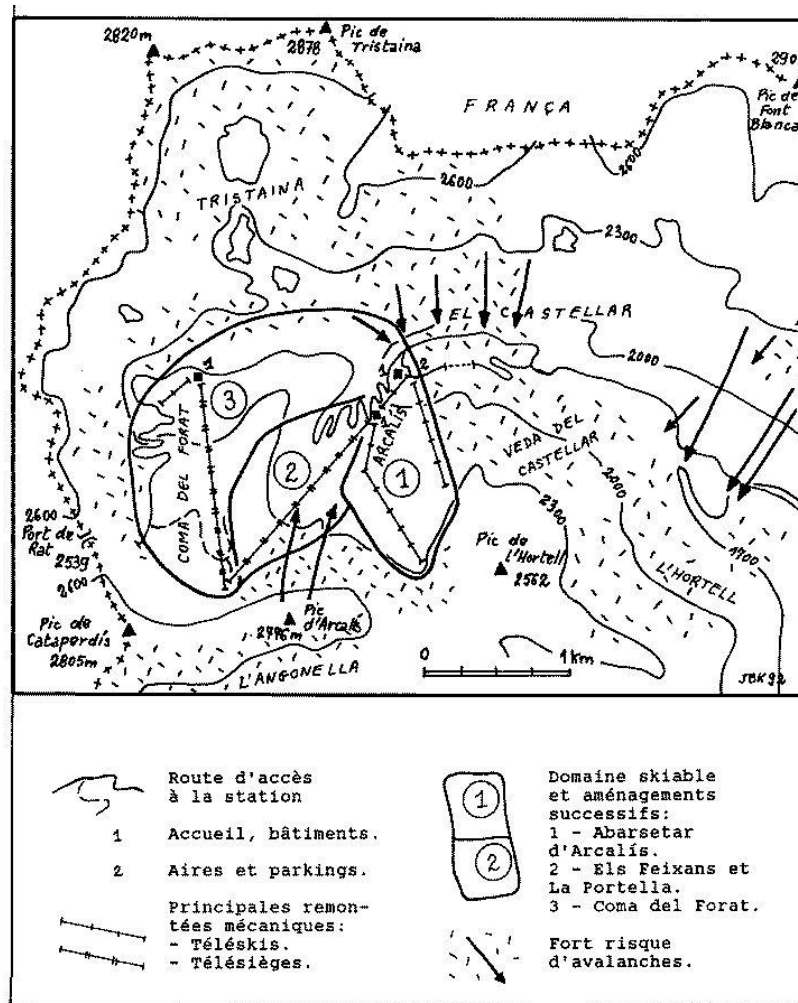
accumulations sous le vent. Au total, le Bosc de Pal mérite sa réputation de station familiale, sans danger d'avalanches, mais aussi sans excès et sans pistes vraiment difficiles.

Station d'Ordino-Arcalís

Le développement de la station

C'est la seconde création des années quatre-vingts, après la loi de 1982. Elle a bénéficié à 100 % des subventions du *Consell General* pour le financement des travaux de mise en forme du terrain et pour les équipements. Comme pour le Bosc de Pal c'est une station communale, gérée par une commission désignée par le *Comú* d'Ordino, avec gestion directe, mais avec des comptes séparés du budget communal. Malgré les importantes subventions des Vallées, Ordino semble avoir eu beaucoup de peine à financer la part qui lui revenait et à bien gérer la station pendant les premières années. Que ce soit pour les travaux d'entretien des installations et des pistes pendant l'été, ou pour les services, quelques réserves ont été faites - y compris administratives. Cela tenait semble-t-il à un manque d'expérience et à une mise en fonctionnement probablement trop précipitée. La station a ouvert dès la réalisation des premières pistes et des remontées à l'Abarsetar d'Arcalís en 1985-1987, sans attendre que soient terminés ou assurés les accès et tous les travaux et les équipements d'accueil nécessaires.

Assez vite et sur la base de subventions, la station fut complétée et nettement améliorée. Dans les années qui suivirent, la nouvelle route d'accès en *obac* fut terminée et les premières installations d'accueil et de service fonctionnèrent régulièrement à Arcalís en pied de piste. Des installations complémentaires furent mises en construction en 1990 dans le vallon voisin, à la Coma del Forat, également en pied de pistes. À partir de 1988 un effort notable fut fait pour améliorer les pistes, qui furent gazonnées. Au total, la dette communale auprès du *Consell General* pour le *Camp de Neu* d'Ordino-Arcalís s'élevait à 1436 millions de pessetes en 1991, soit environ 76 millions de francs. Avec le transfert d'une partie des recettes de l'État aux paroisses prévu dans l'accord de 1992, le *Comú* d'Ordino assumait l'ensemble du coût financier et de la gestion.



Station de ski d'Ordino-Arcalís en 1993.
L'extension du domaine skiable.

Arcalís est un stade de neige (*camp de neu*) sans lotissement ni urbanisation liés à la station. Les constructions y sont limitées au strict nécessaire: snack-bar et accueil. C'est un avantage pour la vallée d'Ordino qui voit progresser la construction d'hôtels, d'immeubles à vendre par appartements (en parcelles cubiques) et de *pletes* à Ordino même. Mais c'est aussi un inconvénient pour la station qui a vu son démarrage ralenti, car elle est la plus éloignée d'Andorra la Vella et des deux entrées en Andorre, par Sant Julià de Lòria ou par le Pas de la Casa. Mais son enneigement lui a valu de bonnes saisons en 1991 et 1992.



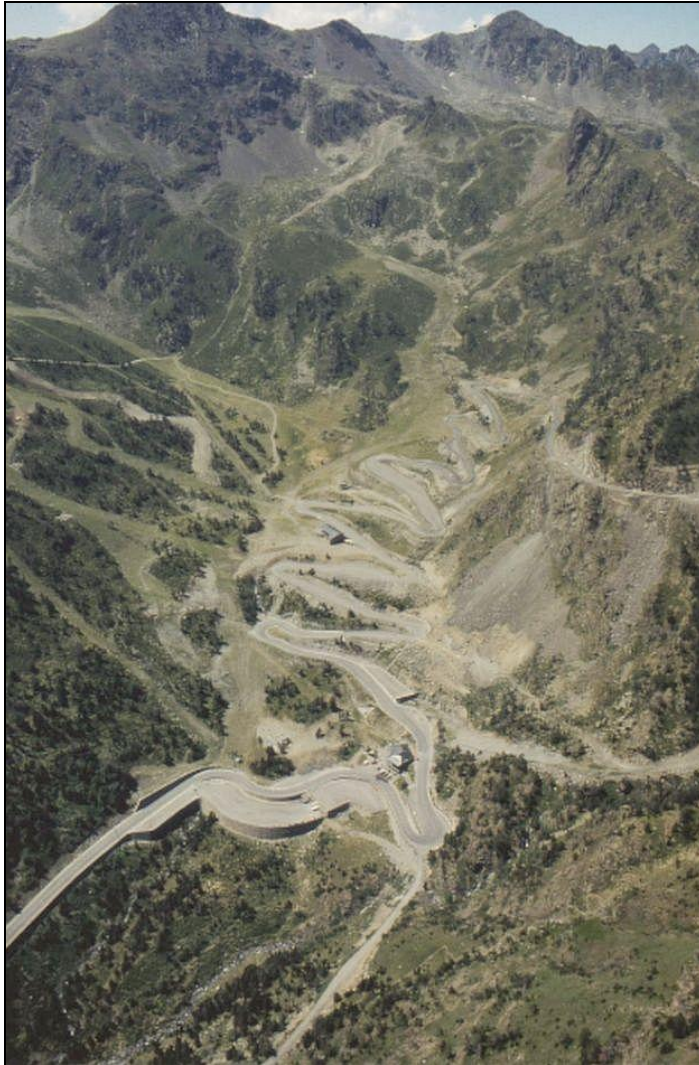
Ordino: Le site d'Arcalís avant la station. Photo. A. Lerouge, 25/09/1980.

Vue générale du cirque glaciaire d'Arcalís avant la création de la station. Il est fermé au sud par une crête de recoupement glaciaire, la Serra d'Arcalís (2.600m environ), et dominé par le Pic d'Arcalís (2.776 m), dont on aperçoit le versant nord et les couloirs d'avalanches sur la droite. Au premier plan et à gauche, dans le fond de cirque et sur le gradin de sa retombée sur l'auge du Riu de Tristaina, les moraines sont tapissées d'une dense rodhoraië: c'est l'Abarsetar d'Arcalís. La station ne devait démarrer qu'en 1985, mais dès 1980 une piste avait été ouverte (au second plan à gauche) qui aboutissait à un replat aménagé au bull-dozer: là, juste dans la zone d'étalement d'un petit couloir d'avalanches sous la crête arrondie au second plan, devait arriver le premier remonte-pente, dont les premières pistes passeraient sous les couloirs d'avalanche du Pic d'Arcalís. À l'horizon, à gauche, on aperçoit les montagnes de Sorteny, l'autre emplacement envisagé pour la station.

La station d'Arcalís est à l'extrême nord de la Principauté, au fond d'une longue vallée en cul-de-sac. En effet, le tunnel sous le Port de Rat et la route de liaison par la vallée de Vic de Sòç, promis par le Coprinç De Gaulle, n'ont jamais été réalisés. La partie andorrane, c'est-à-dire la route et la moitié du tunnel, fut ouverte dès les années soixante-dix. Si cela n'a pas permis le désenclavement de la vallée d'Ordino, du moins cela a facilité la création de la station d'Arcalís. Malgré tout, l'éloignement et l'insuffisance de l'accueil dans la vallée (logements, loisirs, com-merces et services) étaient des handicaps qui pénalisaient la station.

Au départ deux emplacements étaient prévus pour la création d'une station de ski sur Ordino, Arcalís et Sorteny. Le premier offrait de meilleures qualités pour le ski alpin et une meilleure situation dans l'éventualité d'une ouverture de la route transfrontalière. Le second possédait un espace plus important et un meilleur accès à partir del Serrat. Davantage sur des raisons stratégiques et d'intérêts des éleveurs

que pour des motifs écologiques, le choix s'est porté sur Arcalís. C'est heureux, car les hautes vallées de Sorteny, avec les secteurs voisins du Casamanya, de la Vall del Riu et de la haute Coma de Ransol, sont un des rares espaces où l'Andorre pouvait créer un parc naturel (le second étant la vallée du Riu Madriu, incluse dans un projet de super-station de ski à Claror avec liaison vers Grau-Roig).



Ordino-Arcalís: Le secteur d'Arcalís en 1990.

Photo. A. Lerouge, 20/07/1990.

En bas à gauche arrive la nouvelle route en *obac*, qui dessert le parking et les bâtiments d'accueil. Au premier plan et au centre il y a encore l'ancienne route qui passait en *solana*, sous des pentes très avalancheuses. Au second plan une route en lacets monte par les Feixans d'Arcalís. La station s'étend vers la gauche, dans l'Abarsetar et au fond, vers la Portella d'Arcalís. Au-delà de la Portella on aperçoit la partie haute de la Coma del Forat, le troisième secteur de la station.

La conception de la station d'Arcalís est très classique elle pourrait être prise comme modèle d'école tellement elle est typée. Tout se passe comme si ses promoteurs avaient fait leurs classes dans les Alpes à la belle époque des stations de haute montagne et, en bons élèves, ils en avaient appliqué la recette en Andorre, cherchant l'emplacement le plus approprié. C'est un cirque assez excavé, orienté vers le nord, dominé par une crête de recoupement glaciaire, la Serra et le Pic d'Arcalís (2.776 m). Des versants rocheux et des éboulis forment un arrière-plan de

haute montagne. Les pentes s'adoucissent ensuite et le fond est tapissé de dépôts morainiques couverts d'une grande rhodoraie (l'Abarsetar), de pâturages et d'une forêt claire de pins à crochets. Là s'installent les remontées mécaniques et les pistes. En fond de cirque et au pied du versant le plus ensoleillé, où convergent les pistes et où arrive la route, on installe les parkings, les bâtiments et l'accueil; c'est le point de rencontre obligé au bas de la station, au fond de l'oeuf.



Ordino-Arcalís. Le secteur de la Coma del Forat en 1990.

Photo. A. Lerouge, 20/07/1990.

Le vallon glaciaire de la Coma del Forat (2.400-2.200m d'altitude) est le dernier secteur du domaine skiable d'Ordino-

Arcalís. Le remodelage systématique du fond d'auge permet de localiser les pistes. Les formes sont plus douces qu'à Arcalís et, en dehors du pied des versants, le danger d'avalanche est moins présent. Cependant la piste de droite et les bâtiments en construction sont sous des pentes avalancheuses de la *solana*. À l'horizon, de gauche à droite, les Pics d'Arcalís (2.776m), de Cataperdís (2.804m) et de Coma Pedrosa (2.942m), le point culminant d'Andorre.

Cet espace skiable a été aménagé en deux étapes: d'abord l'Abarsetar d'Arcalís, puis les versants dels Feixans et de la Portella d'Arcalís, plus délicats à cause du risque d'avalanches. Après quelques travaux de remodelage et surtout après un début de lutte contre le risque d'avalanches (abandon d'une piste noire et installation de pare-avalanches sur la *p/a* qui domine les Feixans) cette partie de la station était opérationnelle.

La troisième étape était pratiquement terminée au début des années 1990. Elle a commencé en 1988 et elle s'est développée surtout en 1989 et 1990. Elle concerne la Coma del Forat: remodelage du terrain, installation d'un télésiège à quatre places et dessin de deux longues pistes principales dans le fond d'un haut vallon glaciaire en forme d'auge régulière, suspendu au dessus d'Arcalís. Dans ce secteur le projet initial de remontées et de pistes a été abandonné et simplifié, du moins à ce stade de l'aménagement.

Bien qu'Arcalís n'avait pas alors besoin de croître par l'extension de son domaine skiable, mais plutôt de consolider la station et d'améliorer les équipements,

ses possibilités de développement étaient limitées, à cause du relief escarpé et des importants risques d'avalanches dans les secteurs qui l'entourent: la Veda del Castellar et l'Hortell à l'est, l'Angonella au sud, Tristaina et el Castellar au nord. Si l'extension devait se faire malgré tout, il faudrait que les responsables prennent le risque conscient d'aménager malgré tout un de ces secteurs avalancheux, comme Arinsal l'a fait avec les nouvelles pistes del Galliner.

C'est pourtant ce que laissait entendre la présentation de la station qui, sans nuances excessives, affichait un grand optimisme pour l'avenir: "*Enclavada en altes terres, les possibilitats d'equipament d'aquesta muntanya són tan grans que Ordino Arcalís podria esdevenir una de les estacions més importants dels Pirineus*". Elle concluait par un "*Aixo és Ordino Arcalís: l'aventura*" plein d'humour involontaire⁴³.

La station est bien enneigée, car elle est la plus proche des crêtes de la frontière du nord : elle bénéficie davantage des perturbations atlantiques. Elle est à une altitude élevée: son point le plus bas est à 1940 mètres, en exposition nord, et elle est au coeur d'une haute montagne réputée froide. Pendant les hivers peu neigeux 1988-1989 et 1989-1990, malgré l'absence de canons à neige, Arcalís a été une des rares stations andorranes et catalanes à avoir assez de neige pour ouvrir beaucoup de pistes pendant toute la saison.

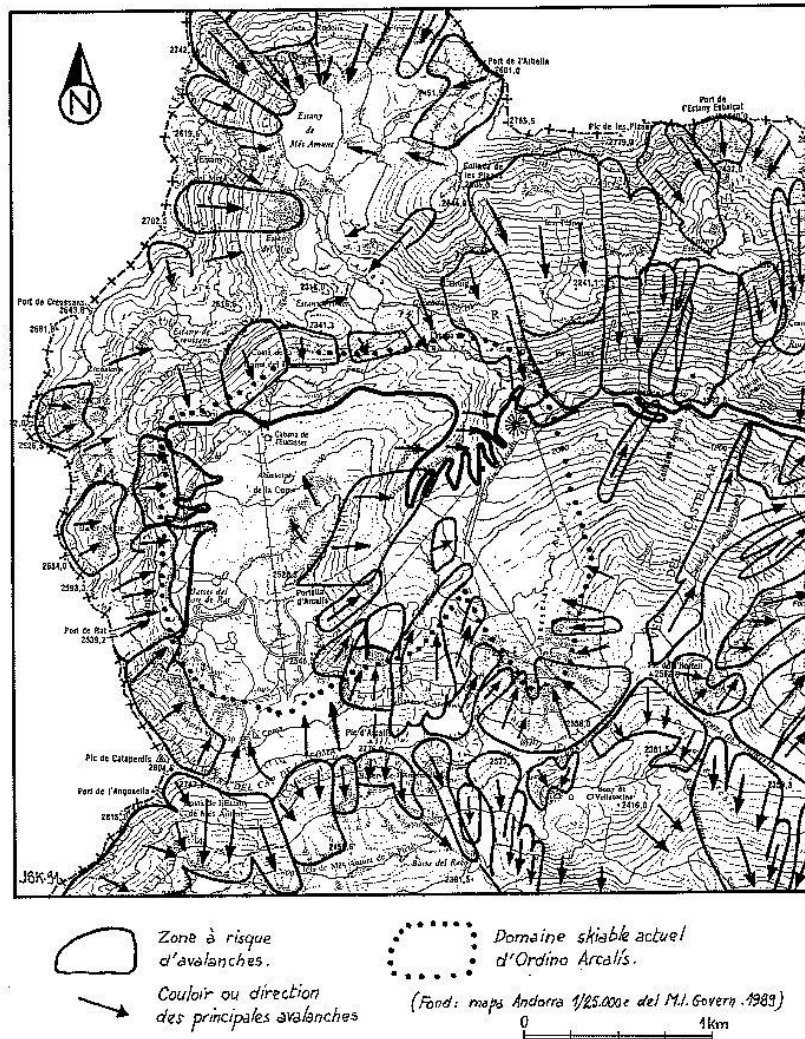
Toujours sur la base d'un financement public et par des enchères publiées au Journal Officiel de la Principauté, le *Comú* d'Ordino a décidé en juin 1990 de doter le *Camp de neu* d'Ordino-Arcalís d'un équipement pour la production de neige artificielle. Ces installations seront certainement très efficaces car l'altitude et le climat local assurent de bonnes conditions de fonctionnement dès fin novembre ou début décembre. Avec le bon enneigement naturel, cela revenait à assurer à Arcalís une saison complète de neige pour les skieurs exigeants et sportifs. C'est la carte que semblait vouloir jouer la station auprès de la clientèle catalane, par contraste avec bien des stations de Catalogne et même d'Andorre, où la neige faisait défaut en début d'hiver.

Le risque d'avalanches

Précisément, ce bon enneigement et ces conditions de haute montagne sont aussi le problème majeur de la station d'Ordino-Arcalís, encore mal résolu au début des années 1990. En effet le risque d'avalanche est partout présent, y compris dans

⁴³ - Le souligné est dans le texte original.

la station⁴⁴. Il semble qu'il y ait eu beaucoup de la légèreté ou de témérité au départ. La confrontation avec la réalité d'une part et, avant l'autorisation d'ouverture, des blocages administratifs afin de clarifier au préalable la question de la sécurité d'autre part, ont contribué à améliorer une situation qui restait cependant délicate.



**Station de ski d'Ordino-Arcalís en 1993.
Le risque d'avalanches.**

L'accès à la station est dangereux et, malgré les travaux entrepris, il reste délicat. Après El Serrat, la route a un tracé en *solana*; elle est traversée par plusieurs couloirs d'avalanches à Encodina (couloirs de Les Allaus et de Laverdú) et, dans son premier tracé, elle entrait dans une zone avalancheuse continue entre la Pleta del Castellar et Arcalís. Dans ce secteur la route initiale passait en *solana*: sur deux

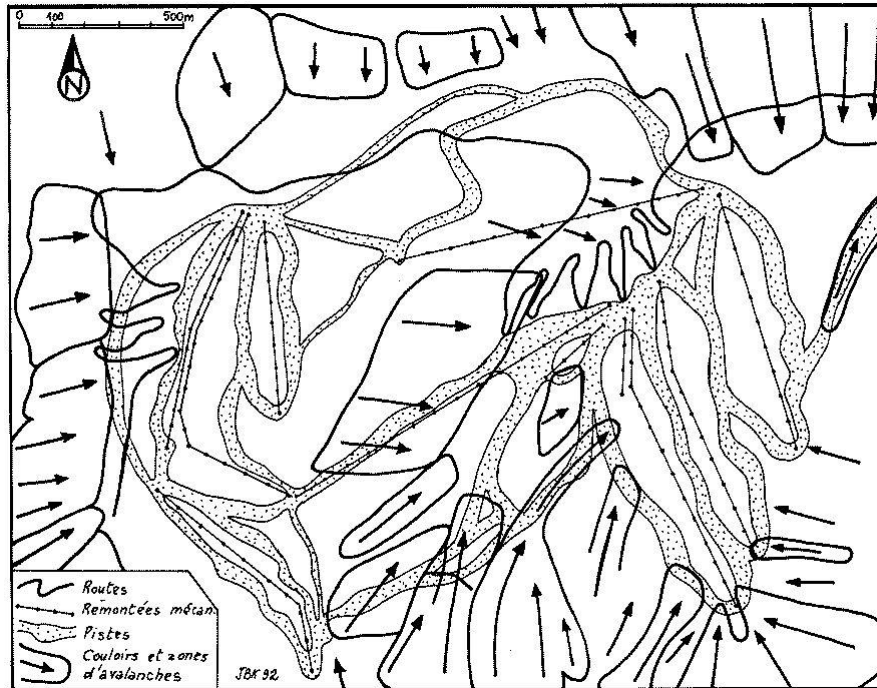
⁴⁴ - Une avalanche mortelle s'est produite le 30 janvier 1990 au pied des pentes voisines du Port de Rat, à la Coma del Forat, tuant un moniteur de la station qui faisait du hors-piste avec des amis.

kilomètres elle traversait le versant de Les Planes et dels Salzes, domaine exclusif des avalanches de printemps et des avalanches provoquées par les surcharges après les fortes chutes de neige. Elles allaient des hauts versants jusqu'à la rivière. Ce tronçon de route a été fermé à la circulation car il aurait dû être protégé par un tunnel pare-avalanches continu. Une autre solution a été préférée bien qu'également coûteuse. Quelques années seulement après l'ouverture de la première route au *solà*, une seconde route a été ouverte à *l'obac*, avec un tunnel de 150 mètres pour franchir un éperon difficile et atteindre la station. Elle présente moins de dangers que la première, mais elle n'est pas à l'abri des risques puisque trois couloirs d'avalanches la traversent. Il est vrai qu'ils sont moins actifs et moins importants que ceux de la *solana*, mais ils sont aussi moins prévisibles, comme c'est souvent le cas en versant nord.

La route, comme la station, demandait donc une grande vigilance. Dans ce contexte, le PIDA mis en place par le département d'industrie du gouvernement andorran était très utile, à condition bien entendu qu'une rigoureuse cartographie de risque soit établie pour toute la zone, ce qui n'était pas le cas alors. En effet, la station d'Ordino-Arcalís (avec Arinsal une des deux stations andorranes de sports d'hiver qui présente le plus de risques) était la seule à ne pas bénéficier d'une cartographie PZEA, publiée ou en cours d'étude.

Cela semblait être une ligne de conduite constante puisque, dès le début, l'étude préalable comme l'étude de protection et de risques a échappé aux services du gouvernement. Elles ont été confiées par le *Comú* d'Ordino à une entreprise privée. Celle-ci a mobilisé, hors service semble-t-il, des fonctionnaires français grenoblois spécialistes de la neige, probablement autant par souci de sécurité que pour s'assurer une couverture: peut-être y avait-il l'appréhension de voir le projet refusé ou bloqué pour des raisons techniques ou pour des questions politiques qui, comme on le sait, aiment bien s'abriter derrière des critères techniques.

Malgré les références de ces spécialistes, les documents consultables semblaient pêcher par légèreté et par optimisme. Ils se basaient sur trois années d'observation de la neige, que le hasard a voulu peu problématiques, et non sur l'observation du terrain et des traces évidentes laissées par les avalanches, ainsi que sur le recensement des facteurs favorables et sur les témoignages. Une cartographie classique d'avalanches, si elle existe, n'a jamais été publiée ni mise à la disposition de l'autorité de tutelle ou des consultants éventuels.



Station de ski d'Ordino-Arcalís: avant-projet et risques d'avalanches.

L'avant-projet de pistes et de remontées mécaniques, réalisé par Protop en 1983, a été reporté sur le fond des risques d'avalanches de la carte précédente.

Or, sur le projet d'aménagement de la station comme dans l'emplacement des remontées et des premières pistes il y avait quelques points noirs. En particulier l'arrivée des deux premiers téléskis de l'Abarsetar d'Arcalís et le départ des pistes qu'ils desservait étaient exactement dans la zone d'étalement de deux petits couloirs d'avalanches. La piste qui passait sous les éboulis du cirque d'Arcalís était dominée par des pentes avalancheuses avec des purges ponctuelles, et les Feixans présentaient des risques connus de tous. Surtout les pistes rouges et noire, sous le Pic et sous les Basers d'Arcalís, empruntaient des couloirs d'avalanches difficiles [en réalité quasi impossibles] à traiter par les mesures habituelles de protection ou de déclenchement préventif. Tout cela explique que la décision d'ouverture de la station se soit heurtée à des réticences de la part des services gouvernementaux de tutelle à cause des risques naturels. Un rapport interne fut alors rédigé qui précisait les conditions d'ouverture et d'exploitation.

Depuis, nous avons vu que quelques mesures avaient été prises et qu'une piste avait été abandonnée. Mais malgré cela, au début des années 1990 la station d'Ordino-Arcalís aurait dû faire l'objet d'une étude précise du risque d'avalanches et d'un PIDA très strict, afin de la rendre plus sûre et, dans son propre intérêt, de pouvoir développer sans témérité ni risques inutiles son rôle de station sportive de

haute montagne.

Bilan : le risque dans les stations de ski en 1993

D'une manière ou d'une autre, au bout du compte, toutes les stations de ski d'Andorre et leurs environs avaient une cartographie de risque d'avalanches, ce qui était loin d'être le cas dans les Pyrénées françaises ou catalanes, où les cartographies d'avalanches dans les stations de ski étaient exceptionnelles.

Les tableaux comparatifs qui suivent apprécient d'une part le risque d'avalanches dans les stations de ski andorranes, c'est-à-dire dans les domaines skiables en 1993 comme dans leurs extensions possibles et, d'autre part, dans l'environnement de chacune des stations: accès, équipements d'accueil, espaces habituellement empruntés par les skieurs hors piste.

LE RISQUE D'AVALANCHES DANS LE DOMAINE SKIABLE.

Dans le domaine skiable: Risque d'avalanche fort moyen faible				Accidents sans mor- vict. tels	Dans ses extensions: Risque d'avalanche fort moyen faible			
Pas de la Casa	o	o	X	X	o	X	o	o
Grau Roig.....	o	o	X	X	o	X	o	o
Soldeu-Tarter.	o	X	o	X	X	o	X	o
Arinsal.....	o	X	o	X	o	X	o	o
Bosc de Pal...	o	o	X	o	o	o	X	o
Arcalís.....	X	o	o	?	o	X	o	o
Claror.....	X	X	o	o	o	X	o	o
	(1)	(1)				(2)		

X Risque ou accident.

o Pas de risque ou d'accident.

(1) Selon l'implantation des pistes.

(2) Vall del Madriu.

LE RISQUE D'AVALANCHES DANS LA STATION ET DANS SES ENVIRONS.

	Pas de la Casa	Grau Roig	Soldeu El Tarter	Arinsal	Ordino Arcalís Pal	Claror
ACCÈS À LA STATION:						
- Risque d'avalanche.....	X	X	.	X	.	X
- Sans risque.....	.	.	X	.	X	(1)
ZONE URBAINE OU ÉQUI- PEMENTS D'ACCUEIL:						
- Pas de zone urbaine....	.	X	.	.	X	X
- Risque d'avalanche.....	X	.	.	X	.	(2)
- Sans risque.....	.	X	X	.	X	(2)
DOMAINE HORS PISTE:						
- Fort risque d'avalanche	X	.	.	X	.	X
- Risque moyen.....	.	X	X	.	.	.
- Risque faible.....	X	.
- Accidents sans victimes	X	X	?	X	.	X
- Victimes mortelles.....	X	X	.	X	.	X

(1) Routes par la Vall del Madriu ou par Prat Primer.

(2) Emplacement non connu.

Bordes et risque d'avalanche

Lorsqu'il y a danger d'avalanche ou, plus souvent, de glissements locaux du manteau neigeux, la *borda* est encore plus que de coutume soigneusement appuyée à la pente, sans ouverture ni espace libre à l'arrière. Le chargement du foin se fait par une porte latérale, toujours au niveau du premier étage, et le toit prolonge la pente, facilitant ainsi le glissement de la neige. Parfois même une étrave en pierres rapportées protège l'arrière de la *borda*, comme nous l'avons observé à Montaup pour la Borda del Jarca ou à la Vall d'Incles.

La plupart des *bordes* sont installées malgré tout sur des emplacements sans

danger, à l'abri d'un *bony* rocheux ou d'un bois de pins, à la fois hors du passage des avalanches et des inondations. Beaucoup d'auteurs ont loué cette prudence, et l'ont mise en relation avec la capacité ancestrale des montagnards à observer les faits de la nature et à les prendre en compte. C'est encore aujourd'hui un motif d'orgueil pour les habitants, et l'on oppose volontiers cette sagesse à l'irresponsabilité de certains aménagements actuels construits en zones à risques.

Sans rejeter cette interprétation, qui est certainement fondée dans bien des cas, je me permettrai d'en douter et de la nuancer. En Andorre même il y a de nombreux exemples de *bordes* emportées par des avalanches car construites dans des couloirs très évidents, puis reconstruites plus loin. C'est le cas à la Coruvilla (La Massana), ou pour la Borda Nova de Percanella (La Massana, Arinsal), à Montaup (Ordino).

Si d'autres *bordes* se trouvent aujourd'hui protégées par des forêts, ce n'est pas parce qu'elles avaient été construite sous leur abri, mais parce que leurs propriétaires avaient demandé la mise en défens des versants qui les dominaient, précisément à cause du risque d'avalanches. Les franges de forêts protectrices sont donc postérieures à la construction de la *borda*. C'est le cas à Montaup ou à la Vall del Riu, où les archives du Comú de Canillo conservent ces demandes de mise en défens, qui datent de la fin du XIXe siècle.

On voit donc qu'au départ, dans plusieurs cas, il y avait méconnaissance des risques naturels, puis un réajustement progressif de la localisation des *bordes*, marqué par des destructions et par des repentirs.





La Massana, Arinsal : la Burna et la Borda dels Prats Nous. Photo. A. Lerouge, 26/10/1982.

A 2000m d'altitude, les prés enclos et les bâtiments des deux Bordes dels Prats Nous sont parmi les plus élevés d'Andorre. Leur nom indique clairement l'origine récente de ces défrichements. Plus à droite on voit les ruines d'une *borda* antérieure emportée par une avalanche, et reconstruite à son emplacement actuel au début du XXe siècle. Le cirque de la Burna a des avalanches de printemps qui restent dans les moraines. Mais à droite sous le Pic de Percanela, les Canals de la Burna connaissent aussi des avalanches de neige fraîche ou de poudreuse. À leur pied, le vallon de la Plana del Gral n'a que des arbres brisés ou des troncs transportés, jusqu'aux *bordes*. Le 2 février 1954, une chute d'un mètre de neige froide, sans adhérence sur la neige ancienne, provoqua une avalanche de poudreuse qui, mobilisant la neige des Prats Nous, ouvrit la forêt du versant inférieur et arriva jusqu'au fond de la vallée d'Arinsal.

2.3.- La cartographie CLPA d'Andorre, 1981-1994

La cartographie CLPA réalisée en Andorre

Avalanches et zones d'avalanches

Comme pour toute cartographie de localisation probable d'avalanches, il est essentiel de faire la différence entre la zone d'avalanche que l'on délimite sur le terrain ou sur la carte et les avalanches qui s'y produisent. Chaque avalanche est unique; elle possède des caractères particuliers et dépend des conditions qui l'ont favorisée et déclanchée.

Dans un même couloir, deux avalanches du même type peuvent avoir des limites et des comportements différents. De plus, il n'est pas dit que toute la largeur de la zone cartographiée soit régulièrement parcourue par l'avalanche, chaque fois qu'elle se produit. Elle peut affecter une partie du couloir, parfois une autre, ou parfois sa totalité. De même, comme pour un cône de déjection torrentiel, la zone d'étalement à la base d'un couloir peut être parcourue partiellement et de forme aléatoire par une avalanche de neige de printemps ou de neige fraîche. La cartographie indique les limites extrêmes plus que le trajet. Ce n'est que ponctuellement, lorsqu'il est possible de le déterminer, que notre cartographie indique les trajets les plus habituels suivis par les avalanches, par des flèches en surcharge sur les couleurs rouge ou bleue.

Dans une même zone à risque, il faut tenir compte également que, selon les périodes et les conditions climatiques de l'hiver, ou selon les années, des avalanches de type différent peuvent se produire. Il est courant qu'un couloir soit parcouru pendant un même hiver par une avalanche de neige fraîche ou de poudreuse, puis par une avalanche de fonte (ce fut le cas en 1991 pour les Canals del Castellà et d'Aigua Vella dans la Coma de Ransol), ou bien qu'il connaisse habituellement des avalanches de neige fraîche ou des purges dans sa partie amont et, certaines années, des avalanches de poudreuse qui atteignent le fond de vallée.

Il est également habituel qu'une avalanche change de type pendant son trajet. Au départ, on aura par exemple une chute de corniche qui provoquera ensuite

une rupture de plaque sur le versant. Ou bien une avalanche ou une purge de neige fraîche déstabilisera en aval un manteau neigeux déjà évolué, sur un replat ou sur un épaulement, et se convertira en une puissante avalanche de fond qui, le long d'un versant d'auge glaciaire, ramonera un couloir inutilisé depuis quelques décennies; c'est le scénario qui se produit tout les vingt ans dans les couloirs qui traversent la route entre El Serrat et la station d'Ordino-Arcalís, ou encore au Solà d'Arinsal, en février 1996.

Comment lire la cartographie CLPA d'Andorre ?

Malgré la précision de la cartographie CLPA et des commentaires qui l'accompagnent, il y eut des interprétations tendancieuses qui, négligeant le texte et la légende, se basaient uniquement sur le dessin de la carte. Elles rendirent nécessaire la rédaction d'une page d'explications et de mise au point qui, depuis 1989, précède tous les dossiers d'enquête publique ainsi que leurs versions définitives. En effet, dans certains cas, les services administratifs chargés d'attribuer les permis de construire ou les propriétaires des terrains à urbaniser faisaient une interprétation volontairement limitative, en particulier dans le cas des flèches et des zones bleues. La flèche indique un couloir ou une zone d'avalanche fonctionnels, mais dont on n'a pu délimiter la largeur ni la zone d'étalement. Dans la pratique, tous les espaces qui n'étaient pas exactement sur la flèche étaient considérés par ces personnes comme hors de risque, ce qui était évidemment excessif. Quant à la zone bleue, il était possible qu'elle ne fut pas considérée par certains comme zone à risque.

Voici le texte de cette note explicative:

1- ADVERTIMENT:

Aquest quadern de descripcions de cada u dels sectors amb risc d'allaus, amb comentaris i explicacions sobre els factors favorables, acompanya tres mapes: un mapa de geomorfologia, un mapa de formacions forestals i un mapa de localització probable de les zones amb risc d'allau. Els quatre documents són indissociables.

Aquests mapes i quadern inclouen estudis, observacions, enquestes i proves anteriors al ... (data de realització de la cartografia). En el marc de la C.L.P.A. es van presentar a l'enquesta pública per l'edict de Govern d'Andorra del ... (data de l'edict), i posteriorment aprovar.

2- NOTA EXPLICATIVA SOBRE LA CARTOGRAFIA DE RISC D'ALLAU.

Per aquest mapa, com per tota cartografia d'allaus ja realitzada, els mapes integren uns determinats elements, explicats a continuació. Sobre els plànols

observarem les zones d'allaus de colors vermells i blaus amb contorns ben definits; també s'observen corredors o localitzacions linears marcats per fletxes de colors vermell o blau. Tenen el significat següent:

2.1- Colors.

- *Color vermell: són zones d'allaus on s'han pogut recollir testimoniatges (terreny, persones, arxius).*
- *Color blau: són zones d'allaus on no s'han pogut recollir testimoniatges, però on els elements favorables a les allaus estan reunits.*
- *Color taronja: s'han recollit testimoniatges d'allaus en el passat, però l'existència actual de bosc impedeix avui dia el desprendiment d'allaus.*

2.2- Fletxes.

- *Dins una zona amb contorns definits, indiquen els corredors més freqüents.*
- *Les fletxes soles indiquen l'eix d'una zona d'allaus, però amb els elements recollits no s'han pogut definir amb exactitud els límits laterals i inferiors.*

3- LIMITACIONS D'AQUESTA CARTOGRAFIA.

Són degudes, en part, a les mancances o a la retenció de la informació durant les enquestes; doncs es poden millorar. Però sobretot es poden produir modificacions de la situació actual, positives (progressió del bosc) i negatives (desaparició del bosc, acció humana).

No consten en la cartografia les esllavissades locals o reptacions de neu que es produeixen cada vegada que hi ha pendents de 30% i més, i un terreny favorable, per tant petit que sigui, com: prats, matolls, tarteres fines i pedruscalls, roques llises. No s'han integrat perquè són elements de sentit comú, coneguts i habituals a qualsevol muntanya amb mantell nival important, i que cal tenir en compte per les construccions i vies de comunicació.

Le bilan

Un bilan très positif. En effet, en 1991 60% des 468 km² que compte le territoire andorran étaient couverts par une cartographie d'avalanches. Sur ce total, 36% entraient dans la cartographie CLPA, donc dans le cadre de la loi, avec opposition aux tiers des documents passés par l'enquête publique. Pour les 40% restant la plus grande partie était alors en projet ou en commande. Restaient 12% environ qui n'étaient pas programmés, essentiellement sur les paroisses d'Andorra la Vella et Sant Julià de Lòria, dans des secteurs sans risque d'avalanche. L'ensemble du territoire soumis au risque devenait couvert. C'était un bilan d'autant plus remarquable que l'ensemble du processus depuis de la première prise de décision ponctuelle, à propos du cas del Serrat, s'est fait en l'espace d'une dizaine d'année seulement.

Restaient à gérer les situations à risques dans les zones urbaines ou

urbanisables et le long des voies de communications. Les zones les plus préoccupantes ont été localisées sur une carte dans la première partie de cet ouvrage. Si certaines ont déjà été prises en compte par le biais d'un zonage ou de travaux de protection, par exemple à La Cortinada et à Les Salines (Ordino), ou au Pas de la Casa (Encamp), d'autres couloirs menacent toujours des constructions, à Arinsal (La Massana) et à Canillo, ou des routes fréquentées à El Serrat et à Arcalís (Ordino), à Soldeu (Canillo) et à Meritxell (Canillo et Encamp). En particulier, quelles mesures seraient-elles à prendre dans les zones menacées et déjà édifiées ?

Comme ailleurs, en France ou en Catalogne, il faut souligner la difficulté de l'action publique, qui se heurte souvent à l'opposition des propriétaires ou des sociétés civiles ou anonymes affectées et, d'autre part, aux tentatives de blocage de certaines corporations locales. Le procès des Salines pour le premier cas, l'opposition du quart d'Arinsal à la carte CLPA pour le second en sont des exemples parfaits.

L'affaire des Salines est liée à un lotissement approuvé par le *Comú* d'Ordino et par les services du *Consell General*. Sur près de cinq cent mètres de longueur il couvre le pied d'un versant d'auge parcouru par trois couloirs d'avalanches. Entre les couloirs il y avait déjà un groupe de *bordes*, et il restait assez d'espace pour des constructions nouvelles car les avalanches suivaient des trajets toujours identiques et bien délimités. Le promoteur parcella tout l'espace disponible, couloirs d'avalanches inclus, et vendit les lots. Le problème se posa lorsque le nouveau *Comú* d'Ordino arrêta la construction de deux chalets situés dans un des couloirs d'avalanches. Malgré le risque évident et notoirement connu, la décision fut contestée et portée en justice. Pour se protéger, une étude de tout le secteur avait été demandée par le *Comú* et par le *Consell General* au Centre d'Etudes Andorranes de l'Université de Perpignan. Le promoteur et la banque andorrane qui le soutenait demandèrent une contre-étude à un ingénieur espagnol⁴⁵ et présentèrent un *recurs en queixa* devant les Coprinces. Retenant les conclusions que nous présentâmes et validant de ce fait la première cartographie de risque d'avalanches réalisée en Andorre (c'est la carte del Serrat reproduite en document annexe), les autorités tranchèrent en faveur du *Comú* d'Ordino.

⁴⁵ - Cette contre-étude n'indiquait que deux couloirs d'avalanches sur trois, qu'elle qualifiait de "*flujos de nieve*" (flux de neige) et non "*d'aludes*" (avalanches) comme cela aurait été normal. Elle recommandait une protection par un reboisement de la zone de réception (située dans une zone rocheuse supraforestière où pas un seul arbre ne pouvait pousser !) et concluait bien sûr à la possibilité de construire dans les zones en litige. Indépendamment des problèmes moraux et déontologiques qui ne semblaient pas s'être posés à cet expert, cela mettait en évidence l'absence de cadre légal ou réglementaire concernant les urbanisations et les infrastructures en zones à risques.

Dans le cas d'Arinsal la situation fut plus dure encore, puisque lors de l'enquête publique, en 1987, le *Quart* d'Arinsal rejeta la totalité de l'étude présentée. Les arguments furent variés, plus ou moins de bonne foi, l'objectif essentiel étant probablement d'empêcher la publication de la carte de risque d'avalanche, au moins le temps nécessaire pour que les constructions situées dans les zones litigieuses fussent construites ou engagées⁴⁶. On demandait pourquoi il était procédé à une étude de La Massana alors que d'autres paroisses avaient des zones plus dangereuses. La cartographie était qualifiée de peu fiable et d'une imprécision considérable. Après un échenillage du texte du rapport, les conclusions du *Quart* étaient claires:

- pourquoi le *Consell General* ne faisait-il pas l'étude de la zone d'Aina (Canillo: avalanches) et du Solà d'Enclar (Andorra la Vella: chute de pierres)?
- des avalanches importantes n'étaient pas indiquées⁴⁷;
- des avalanches indiquées n'existaient pas et d'autres avaient un parcours insuffisant sur la carte⁴⁸;
- la réalisation de l'étude était "*sense coneixement de causa, poc professional, absolutament imprecís, creant molts dubtes i poca fiabilitat*"⁴⁹.

On ne pouvait être plus dur. On invoquait aussi les conséquences graves d'une telle cartographie, qui pouvait affecter le prestige touristique de l'Andorre. Bref, si nous mettons de côté les attaques personnelles contre les auteurs, il s'agissait d'un mélange d'allégations peu fondées et de considérations sur l'opportunité de la cartographie. Grâce à la fermeté du *Conseller d'Indústria i Comerç* la carte fut approuvée. Fort heureusement, car les avalanches du 8 février 1966 confirmèrent la cartographie, et les prévisions qui s'y appuyaient permirent de faire évacuer les zones menacées. Il est possible que cet affrontement soit à l'origine du décret de juin 1989 qui instaura l'obligation de la cartographie CLPA et qui précisa le "*règim jurídic de l'ocupació, la utilització i la construcció de terrenys afectats per les allaus*".

⁴⁶ - On se reportera à la troisième partie de cet ouvrage où l'on présente la situation antérieure et l'avalanche du 8 février 1996.

⁴⁷ - Elles n'étaient pas indiquées, et pour cause, puisque lors des entrevues de terrain qui suivirent ce réquisitoire elles ne purent être désignées ou constatées.

⁴⁸ - Les précisions n'étaient pas données. Dans la seconde partie de l'enquête publique des retouches de détail furent apportées, mais aucune zone d'avalanche ne fut infirmée ni supprimée.

⁴⁹ - Cela n'empêcha pas la *Conselleria* concernée et le Gouvernement d'approuver la cartographie et de la publier, ni de confier à la même équipe de nouvelles cartographies de risque d'avalanches.

Malgré ces ombres, il faut insister sur une évidence: l'Andorre bénéficiait au début des années 1990 d'une gestion et d'un niveau d'études avancés, qui en faisaient une des régions pyrénéennes où le risque d'avalanche était le mieux connu et en voie d'être le mieux contrôlé. Sur cette base, avec des actions de protection ou des plans d'évacuation appropriés pour les points noirs, avec la poursuite de l'effort de gestion et, surtout, avec une information auprès du public et des professionnels concernés, l'Andorre était en passe de devenir une région de montagne modèle quant à la gestion de la neige et du risque d'avalanches.

Exemples de secteurs CLPA

Pour quelques exemples, il s'agit de présenter brièvement les principaux caractères des vallées étudiées et des zones d'avalanches inventoriées, avec la reproduction en couleurs d'un extrait de chacune des cartes CLPA. Chaque secteur comporte des situations caractéristiques des vallées andorranes. Pour une information plus exhaustive, on se reportera aux onze documents annexes, qui reproduisent les cartes de localisation probable d'avalanches, les cartes d'accompagnement de géomorphologie et de végétation, ainsi que les fascicules rédigés pour l'enquête publique. Ils couvrent 15.650 ha, soit le tiers de la superficie de l'Andorre.

LA VALL DEL RIU (carte CLPA n° 02)

Caractères du secteur

C'est une vallée glaciaire suspendue, dont l'auge est bien dessinée mais souvent sans limite supérieure marquée. Elle commence à l'Orri Amagat, où le glacier rassemblait les apports des cirques d'amont et elle s'achève au bout de deux kilomètres, par une gorge de raccordement vive et profonde qui dévale vers la Valira. Les prés des *bordes* utilisent les dépôts morainiques du maximum glaciaire, qui couvrent le fond d'auge et les épaulements. Au-dessus s'étendent des versants

supraglaciaires réguliers, tous favorables à la naissance d'avalanches, comme Les Canals, la Costa Gran et surtout La Costa del Bony Roig.

Quatre cirques perchés entourent la vallée. À l'ouest le cirque de la Borda de Llècsia est peu profond, en entonnoir, dominé par de hautes superficies planes ou arrondies très favorables à la formation de congères et de corniches. Dans la haute vallée trois cirques bien excavés sont dominés par des crêtes qui culminent entre 2.600 et 2.900 mètres. Face au sud, les deux petits cirques jumeaux de la Comarqueta d'Incles et de Les Fonts sont en forme de demi-bol. Leurs versants très pentus sont couverts d'éboulis fins très favorables au départ des avalanches et de *tarteres* issus de la gélifraction des pentes supérieures. Les crêtes sont formées par recoupement de versants supraglaciaires, avec des formations de corniches par vent du nord-ouest. Le cirque des Estanys est ample, avec un fond régulier et de courts versants abrupts où se localisent les seuls secteurs à risques.

Le Solà de l'Aldosa et dels Plans appartient à l'auge du Valira d'Orient, avec un fond étroit, suivi par un versant d'auge pentu et accidenté. Sa limite supérieure est marquée par un épaulement net avec, au-dessus, le versant supraglaciaire de la Pala de Torradella, couvert de terrassettes et de guirlandes de *gespa* favorables aux départs d'avalanches de fond.

Principales zones d'avalanches

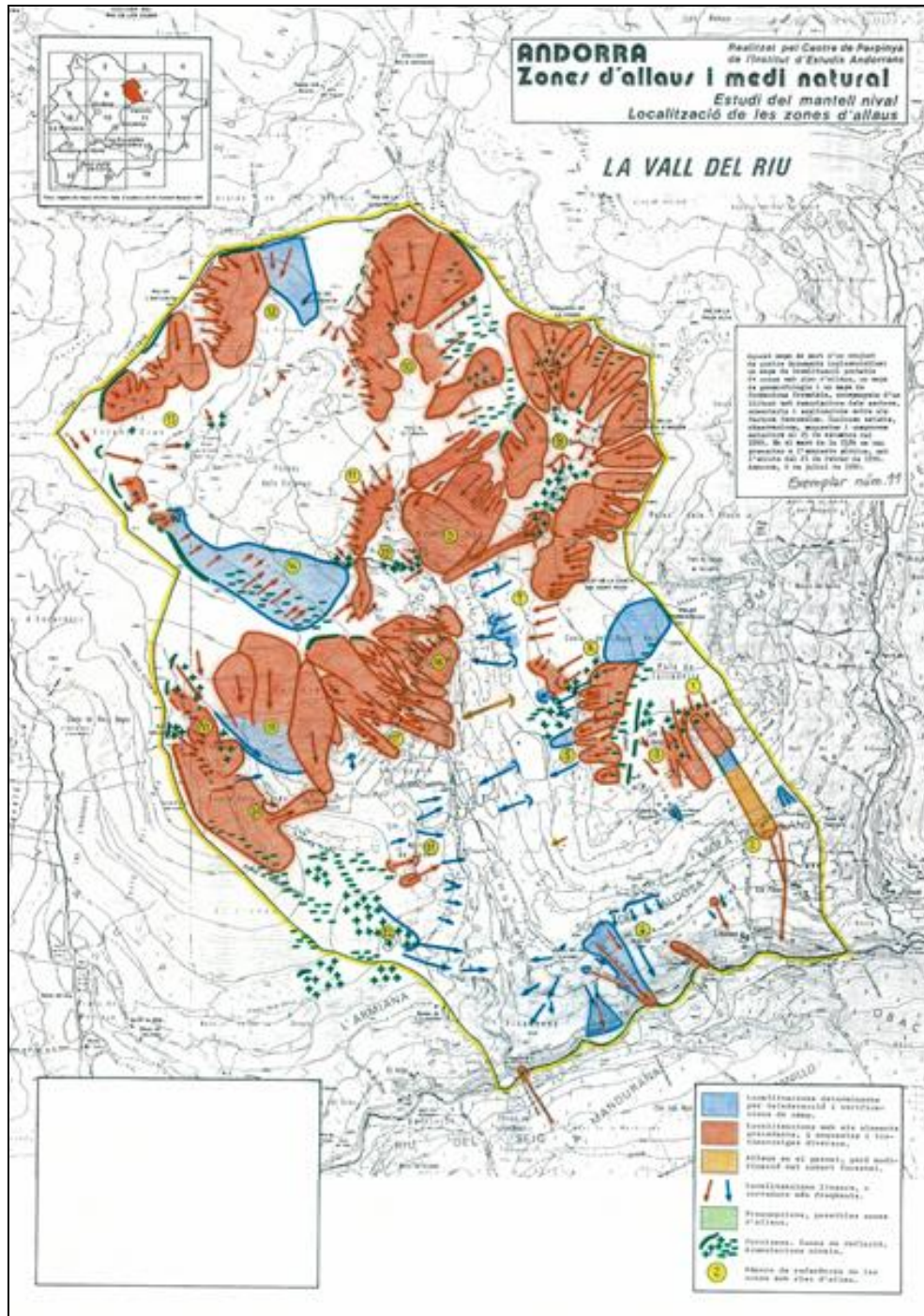
- **Les Solans de l'Aldosa et dels Plans** ont connu dans le passé des avalanches importantes, qui arrivèrent jusqu'au Valira (zone 2). Aujourd'hui les avalanches affectent essentiellement la partie supraforestière (zones 1 et 3). Mais la fragilité et la minceur de la frange de forêt, les landes de genêts qui progressent constituent des facteurs préoccupants. En effet il y a un grave risque d'incendie qui pourrait faire disparaître cette forêt de protection, d'ailleurs vieillie et en mauvais état. Dans le bas versant on observe de temps en temps des coulées et de petites avalanches dans les prés, entre les rochers, dans les couloirs des *bonys* ou dans les *canals*, près de l'Aldosa ou à La Trava, dont certaines concernent de nouveaux lotissements et la route nationale (zone 4).
- **L'auge de la Vall del Riu** présente quatre secteurs avalancheux très dissemblables. La Costa del Bony Roig est très ventée, donc peu enneigée. Mais, par fortes chutes de neige avec vents de sud-est, sur les pentes herbeuses du haut versant se produisent des coulées qui s'arrêtent avant le

replat. Au-dessous la forêt de pins à crochets s'est densifiée et les anciens couloirs ne fonctionnent plus (zones 5 et 6). En face, les versants de L'Artic de Capell et de Les Flamies ont la protection de la forêt, avec seulement quelques petits couloirs dans les rochers, qui se purgent en cas de surcharges (zone 21). Mais les avalanches de printemps des pentes de *gespa* de l'Orri, certes peu fréquentes, peuvent affecter les Canals de Les Flamies (zone 22). Les Canals de la Vall del Riu (zones 16 et 17) strient un versant rocheux dominé par des pales de *gespa* sous le vent et par une crête arrondie. Cet ensemble de conditions en font le secteur le plus avalancheux de la vallée⁵⁰: fréquentes purges et avalanches de neige fraîche après les chutes de neige et surtout avalanches de neige lourde ou de printemps. Des avalanches de poudreuse sont possibles dans les plus grands couloirs. En fond d'auge, en exposition sud, la Costa Gran connaît régulièrement le passage des avalanches de neige fraîche à partir des rochers et de neige lourde à partir de n'importe quel point du versant. En bas, les arbres portent la marque de leur passage continu (zone 9).

- **Les cirques de la Comarqueta d'Incles et de Les Fonts** ont les mêmes types de situations. Tous leurs versants sont avalancheux, selon les types de neige et l'orientation des vents, avec des secteurs à déflation, des formations de corniches et d'importantes accumulations locales. Il y a des avalanches de neige fraîche et, lorsque la neige a évolué, des avalanches de fond, qui s'arrêtent toutes dans les cordons morainiques des cirques (zones 7, 8 et 10). Malgré les pentes modestes, dans le fond même de la Comarqueta, une avalanche se détache quand les accumulations deviennent trop importantes, mettant à profit d'autres facteurs favorables: verrou rocheux lisse, *gespa* et formes convexes.
- **Le cirque dels Estanys** n'est avalancheux que sur son pourtour, avec des couloirs actifs après les *nevades* et des pentes raides dont les avalanches s'arrêtent au pied du versant (zones 12, 13 et 14). Le cirque lui-même est sûr, avec seulement des purges et de petits couloirs fonctionnels dans le fond d'auge de L'Orri Amagat (zones 11 et 15).
- **Le cirque de la Borda de Llècsia** possède deux secteurs avalancheux. En solà, Les Colleroles sont un long versant à gradins de fétuques et des

⁵⁰ - Voir aux pages 100 et 101 les photographies de l'ensemble de ce secteur, avec leurs croquis d'interprétation.

affleurements rocheux ou des éboulis schisteux, donc avec des conditions favorables à l'évolution rapide du manteau neigeux et à son instabilité (zone 18). En exposition nord-est, la Costa dels Isards connaît des glissements locaux. Une avalanche de neige lourde emporte de temps en temps des troncs jusqu'aux prés de la *borda* (zones 19 et 20).



Canillo. La Vall del Riu (carte CLPA n° 02)

MONTAUP-MEREIG (carte CLPA n° 01)

Caractères du secteur

Ce sont les versants sud et est du massif du Casamanya, des crêtes au Valira d'Orient. Les couches géologiques sont disposées transversalement par rapport aux vallées glaciaires de Montaup et de Mereig, qui les traversent avec indifférence: les adaptations à la lithologie sont toujours locales. Les formes de relief dérivent des modelés glaciaires, avec des formes torrentielles sur les versants du Valira.

En amont on observe un ensemble de cirques étagés aux formes variées. Ils ont des verrous rocheux résiduels, des roches apparentes, des éboulis abondants parmi les pelouses alpines et des formes périglaciaires abondantes, donc de nombreux éléments favorables au risque d'avalanches. On rencontre des *plans* sommitaux étendus et spectaculaires: l'Alt de Montaup s'étend sur 700 mètres de longueur à plus de 2.700 mètres d'altitude, le Pla de Ferreroles couvre 50 hectares et des *plans* plus étroits ou des crêtes arrondies séparent Montaup de la Vall del Riu. Toutes ces formes ont une très forte incidence sur la répartition du manteau neigeux et favorisent le phénomène avalancheux.

Dans la partie moyenne deux vallées glaciaires, plus étroites dans les calcaires, plus ouvertes ensuite, sont suspendues 400 mètres au-dessus de l'auge principale du Valira. À leur débouché elles possèdent des replats bien marqués qui constituent le terroir des *bordes*. Les gorges de raccordement sont très vives, avec des phénomènes de ravinement et des instabilités dans les matériaux meubles.

Principales zones d'avalanches

- **Les versants d'auge du Valira** ont une seule avalanche très préoccupante, la fameuse "*allau d'Aina*", du nom de la colonie de vacances qu'elle menace (zone 2)⁵¹. En dehors de ce cas, il n'y a que des avalanches modestes et des purges dans les couloirs rocheux ou dans les chenaux torrentiels (zones 1,

⁵¹ - Voir à la page 109 les photographies de l'ensemble de ce secteur et leur analyse.

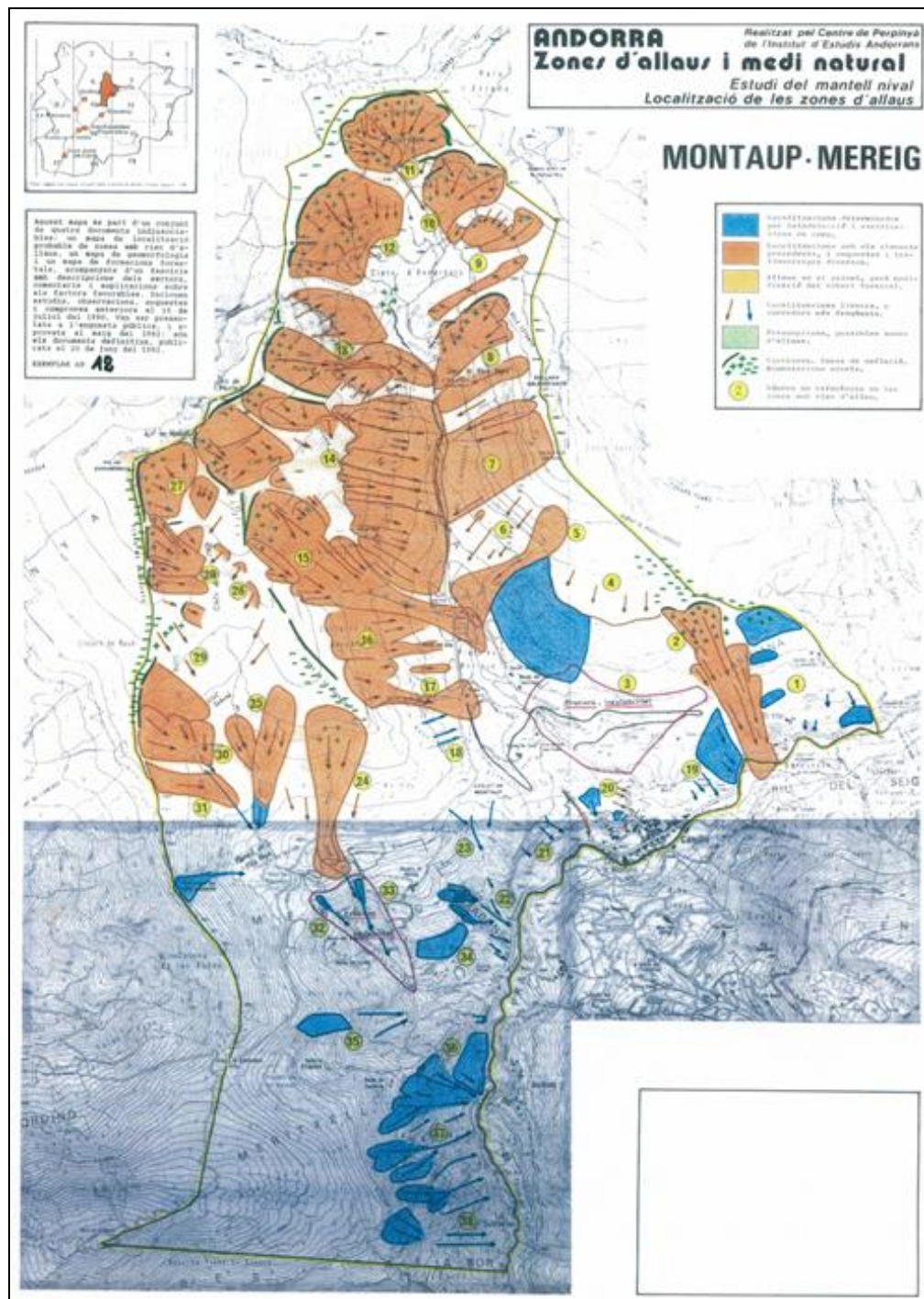
19 à 22, 33 à 38)⁵², seulement en cas de très fortes chutes de neige.

- **Les bordes de Montaup** ont des zones d'avalanches bien localisées, qui peuvent devenir dangereuses si l'on ouvre la nouvelle route Canillo-Ordino en hiver. L'avalanche du Prat d'en Patxeta (zone 5) fonctionne souvent⁵³, avec des départs dans les *pales de gespa* à mi-versant et dans des affleurements calcaires lisses. Elle arrive jusqu'à la rivière, en s'étalant dans les prés. Ce couloir et celui du Clot d'Aixades, encore plus connu et préoccupant, ont amené un changement dans le tracé de la route, initialement prévu en fond de vallée, desservant toutes les *bordes* et propriétés. L'ensemble du Clot d'Aixades (zone 15) est formé d'un cirque en entonnoir, pentu, avec des alternances de secteurs à longues fétuques et de rochers lisses avec des couloirs⁵⁴. Sous la crête douce se forment des congères et des corniches, et l'exposition sud favorise l'évolution rapide de la neige. Tout est favorable à de fortes avalanches de neige lourde ou de printemps, qui traversent la rivière et renversent les murs des prés. Autrefois, elle emportait souvent le ponton. Le couloir du Barranc de la Font del Rauca a moins d'ampleur. On construisit autrefois contre la partie amont de la Borda del Jarca, pour la protéger, un éperon formé d'une accumulation de pierres sèches. Actuellement le large coude de la route servira de zone d'étalement. Les autres secteurs avalancheux (zones 4, 6, 16 et 18) sont moins actifs ou limités par une mince forêt de protection, mise en défens en 1893.
- **La vallée moyenne de Montaup**, aux versants d'auge très abrupts, où alternent des éboulis, des roches apparentes et des pelouses, est constamment parcourue par des avalanches (zones 7, 8 et 14). Des incisions torrentielles les canalisent à Les Canals. C'est un passage très dangereux en hiver. Le Clot Roig, avec de très importantes corniches en limite du *pla* de l'Alt de Montaup, connaît de fréquentes avalanches qui ne vont pas au-delà du fond de ce cirque perché.

⁵² - Secteurs 22-23, Bordes de Mereig et Racons : voir à la page 75 la photographie de ce secteur et ses commentaires.

⁵³ - Secteur 5, Prat del Patxeta : voir à la page 86 la photographie de ce secteur, avec son croquis d'interprétation.

⁵⁴ - Secteur 15, Clots d'Aixades : voir à la page 90 la photographie de l'ensemble de ce secteur, avec son croquis d'interprétation.



Canillo. Montaup-Mereig (carte CLPA n° 01)

- **Les cirques d'amont**, entre 2.300 et 2.800 m d'altitude ont les zones d'avalanches habituelles dans les couloirs et sur les versants couverts

d'éboulis fins schisteux ou de *gespa* (zones 9 à 13)⁵⁵. Mais il faut noter la forte suralimentation neigeuse et la formation d'importantes congères et corniches à partir des grands *plans* qui les entourent, responsables des avalanches d'hiver (poudreuse et neige fraîche) et de printemps (à cause de l'exposition sud et des mauvais ancrages). La haute vallée de Montaup est réputée pour avoir toujours beaucoup de neige et d'avalanches.

- **La vallée de Mereig** a trois secteurs différents. En amont, sous le Pic du Casamanya (zones 26 à 28), les cirques ont des versants à *gespa* (*Festuca durissima*) et des éboulis fins très propices aux décrochements du manteau neigeux. Les crêtes douces et les *plans* provoquent des corniches et une suralimentation neigeuse sous le vent. Plus bas, en limite de forêt, avec des pentes il y a peu surpâturées, la Costa del Lloser de Naudí est favorable à la reptation généralisée du manteau neigeux et à des avalanches locales, jusqu'au bas du versant (zones 25 et 29 à 31). Les Planells de Mereig ne connaissent qu'une avalanche gênante, toujours citée à Canillo, dans le Bosc et le Barranc de Mereig (zone 24). C'est une avalanche de printemps, qui décroche sous une crête douce, en limite supérieure de forêt, et qui utilise un bassin de réception torrentiel. Elle traverse la route actuelle jusqu'aux prés des *bordes*, dont elle renverse les murs tous les dix ou quinze ans.

COMA PEDROSA (carte CLPA n° 25)

Caractères du secteur

Il s'agit du massif du Coma Pedrosa proprement dit, ou du moins de sa partie andorrane, car les vallées et versants occidentaux sont en Catalogne, dans le Pallars. Le Pic de Coma Pedrosa (2.942m) est plus haut sommet d'Andorre; c'est une pyramide massive avec, du côté nord, le cirque glaciaire bien dessiné du Forat de Malhiverns et, du côté sud, la Pala del Ruf, un long versant rocheux de sept cent mètres de dénivelé, coupé de ressauts rocheux et de pentes à *gespa*.

Deux courtes vallées glaciaires enveloppent le massif pour former par leur confluence la vallée d'Arinsal, après Aigües Junes.

⁵⁵ - Secteur 13, la Pala Mala : voir à la page 104 la photographie de l'ensemble de ce secteur, avec son

Au sud la vallée du Riu de Coma Pedrosa prend naissance dans un large fond d'auge entouré de petits cirques ou d'amorces de cirques perchés: l'Estany Negre, les Canyorkes, la Costa de la Font dels Miquelets, la Portella de Sanfons, tous très propices aux avalanches. Au niveau de l'Estany de les Truites, logé derrière un verrou qui barre la vallée, ce premier secteur (en fait une vallée-cirque) est suspendu au-dessus de la seconde partie qui plonge vers le confluent. C'est la zone la plus avalancheuse, en particulier tout le grand versant nord de l'Obaga de Coma Pedrosa.

À l'est, la vallée du Pla de l'Estany naît dans un fond d'auge profond, dominé et menacé par la Canal de l'Alt, un chenal torrentiel et d'avalanches qui descend directement du Pic de Coma Pedrosa avec neuf cent mètres de dénivelée. Tout autour il y a des cirques perchés de dimensions diverses, tous bien dessinés: le cirque de Malhiverns déjà cité, le cirque dels Estanys Forcats, le petit cirque du Port Dret et le cirque plus ample de Montmantell. Ils sont dominés par des crêtes aiguës de recoupement glaciaire, situées entre 2.650m pour les cols les plus bas et plus de 2.900m pour les sommets. Bref un ensemble de modelés glaciaires classiques de la haute montagne pyrénéenne.

Principales zones d'avalanches

- **Les cirques de Montmantell et du Pla de l'Estany**, en exposition sud-est, sud ou sud-ouest, ont les types d'avalanche habituels de la haute montagne aux modelés glaciaires, localisés sur les hauts versants et strictement dans les cirques (zones 1 à 4)⁵⁶. En dehors des corniches qui se forment sous les Collades de Montmantell⁵⁷ et dels Estanys Forcats, il s'agit de purges et d'avalanches de neige fraîche qui suivent les couloirs des parois de cirque et qui sont bloquées dans les cordons morainiques ou dans les étangs⁵⁸. En exposition sud, elles ne se prolongent au-delà que sous le Roc de Montmantell et surtout au Bancal Vedeller et à la Costa del Congost (zone 2), où tout le secteur est avalancheux (poudreuse, neige fraîche et plaques). Des accidents mortels s'y sont produits, le dernier en 1984. Suivant les incisions

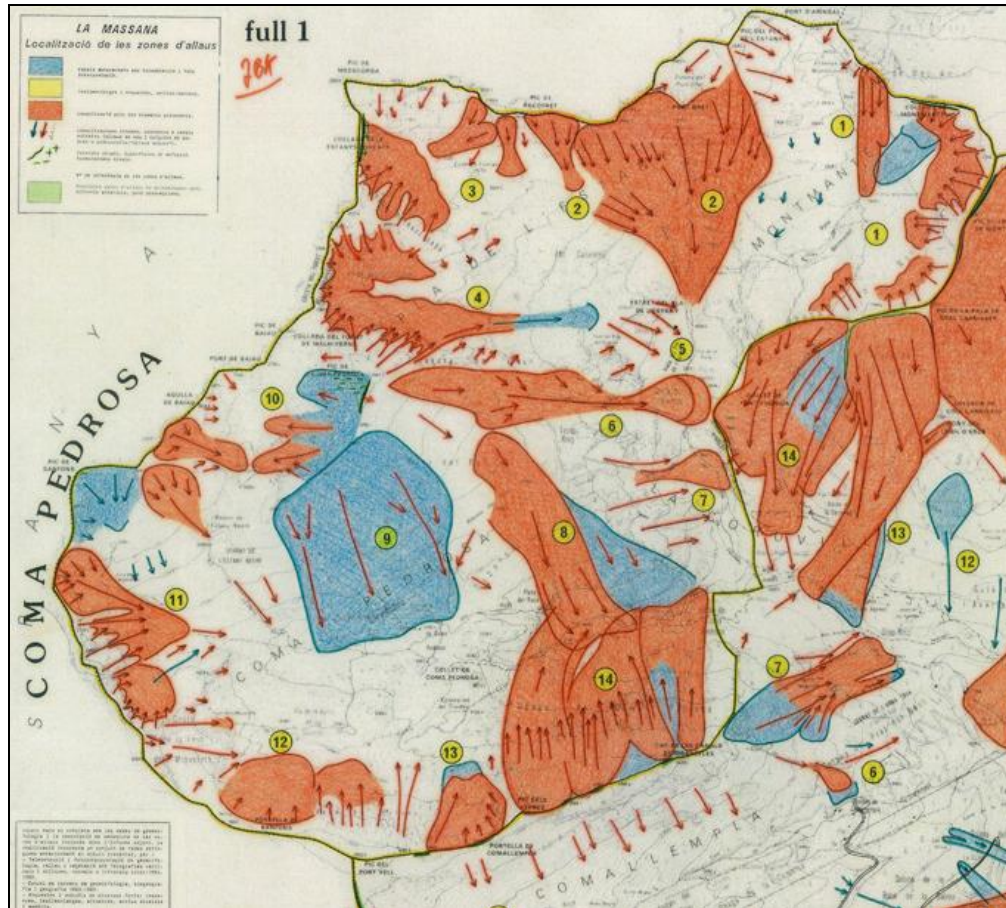
croquis d'interprétation.

⁵⁶ - Pour la vue d'ensemble de ces secteurs voir à la page 72 la photographie du Coma Pedrosa et du Pla de l'Estany.

⁵⁷ - Secteur 2, Montmantell : voir à la page 114 la photographie de ce secteur et ses commentaires.

⁵⁸ - Secteurs 3 et 4, Estanys Forcats et Forat dels Malhiverns : voir à la page 111 la photographie de ce secteur, avec son croquis d'interprétation.

dans le verrou de l'Estret del Pla de l'Estany (zone 5), après les fortes chutes de neige, se produisent des purges et des avalanches de poudreuse dont une endommagea en 1987 le refuge, particulièrement mal situé.



La Massana. Coma Pedrosa (carte CLPA n° 25)

- **La Canal de l'Alt et les Canals Males** strient le versant est du Pic de Coma Pedrosa. La Canal de l'Alt est la plus dangereuse⁵⁹, par son ampleur et parce qu'elle menace directement la vallée (zone 6). Elle est aussi sur le trajet des skieurs de randonnée qui traversent le massif. Très fréquente (neige poudreuse ou neige fraîche, plaques à vent), cette avalanche a tué un skieur en février 1984. Le versant rocheux des Canals Males et de la Canal del Terror Roig est plus court et strié de chenaux torrentiels qu'empruntent des avalanches de neige fraîche ou des avalanches de fond, jusqu'à la rivière et

⁵⁹ - Secteur 6, Canal de l'Alt : voir à la page 103 la photographie de cete zone d'avalanches, avec son croquis d'interprétation.

au pied du versant opposé (zone 7)⁶⁰.

- **Les cirques amont et les haut versants de Coma Pedrosa** ont des secteurs avalancheux nombreux, mais strictement limités aux versants, laissant le fond d'auge hors de danger (zones 10 à 13). Les secteurs les plus préoccupants sont les pentes sous les Portelles de Sanfons et de Comallempla (zones 12 et 13), où se forment d'importantes plaques à vent, que le passage des skieurs met en mouvement. C'est ce qui se produisit en mars 1980, lorsqu'une plaque se détacha sur 200 mètres de largeur sous la Portella de Sanfons et ensevelit des randonneurs, dont un mourut. Ces cols sont sur les trajets de randonnée classiques, accessibles à partir des remontées de la station d'Arinsal.
- **L'Obaga de Coma Pedrosa** est un passage très dangereux pendant tout l'hiver car sur ce large versant des avalanches de différents types peuvent se produire n'importe où: avalanches de neige fraîche et de poudreuse au coeur de l'hiver après chaque chute de neige, ruptures de corniches après les *nevades* venant du sud-est, avalanches de fond lorsque évolue la neige des haut versants supraforestiers (zone 14)⁶¹. Le fond de vallée reçoit aussi l'impact des avalanches venant du *solà*, du Sudornar et des Basses del Ruf (zone 8). C'est ce qui explique que les trajets habituels des randonneurs évitent ce secteur et traversent les flancs du Pic de Coma Pedrosa... et la Canal de l'Alt.

L'ANGONELLA-LA CORTINADA (cartes CLPA n° 21-22)

Caractères du secteur

L'Angonella est une vallée glaciaire orientée vers l'est, suspendue au-dessus de l'auge du Valira del Nord. La partie supérieure, sous le Pic de Cataperdís (2.804m) est un grand cirque, formé lui-même de cirques élémentaires coalescents ou étagés, où se logent trois *estanys* dans des cuvettes de surcreusement. La partie

⁶⁰ - Secteur 7, Canals Males : voir à la page 79 la photographie de ce secteur et ses commentaires.

⁶¹ - Secteur 14, Obac de Coma Pedrosa : voir à la page 121 la photographie de l'ensemble de ce secteur, avec son croquis d'interprétation.

moyenne est une auge glaciaire, avec une forte opposition entre *l'obac* et la *solana*, tant pour les formes de modelé que pour la végétation ou les avalanches. La partie inférieure est une gorge de raccordement d'un kilomètre de longueur pour trois cents mètres de dénivelé entre les Bordes de la Mollera et la Valira, près du village de Llorts.

Le secteur de Sobre els Camps de La Cortinada est tout simplement une partie du versant droit de l'auge du Valira, avec des versants supraglaciaires et les torrents qui s'y inscrivent. En amont le commandement est de 1.200m au droit du village d'Arans, et des ensembles torrentiels importants deviennent en hiver des couloirs d'avalanches toujours menaçants pour la vallée. En aval l'altitude des crêtes décroît rapidement, le dénivelé est moindre (400 à 600m), les bassins torrentiels sont plus modestes, réduits souvent à des incisions sur le versant d'auge.

Principales zones d'avalanches

- **L'obac de l'Angonella** a trois zones successives très différentes. La Canal del Castell est un petit bassin torrentiel dont la forêt se densifie, aujourd'hui sans danger (zone 1). La vallée de l'Avier est une vallée-cirque assez profonde, aux hautes pentes rocheuses ou à *gespa* glissante, entourées de crêtes douces et de *plans* favorables à la formation de congères. Des avalanches de neige fraîche ou de printemps parcourent toute la vallée, arrivant exceptionnellement jusqu'au Riu de l'Angonella (zone 2). Le versant supraglaciaire dels Obacs (zones 3, 4 et 5) est parcouru souvent par des avalanches de neige fraîche ou de poudreuse⁶². Les avalanches de fond traversent la rivière et continuent leur course sur deux cents mètres au pied de l'autre versant.
- **Les cirques qui enveloppent les Estanys de l'Angonella** ont des zones avalancheuses habituelles sur les versants, jusqu'aux replats ou aux cordons morainiques (zones 6, 7 et 8). Le *solà* voit les avalanches arriver plus bas car les facteurs sont plus favorables: corniches et suralimentation neigeuse en hiver, pentes raides avec des alternances d'éboulis schisteux, de rochers et de guirlandes de *gespa* où l'adhérence du manteau neigeux est mauvaise

⁶² - Secteurs 3, 4 et 5, Obacs de l'Angonella : voir à la page 119 la photographie de l'ensemble de ce secteur, avec son croquis d'interprétation.

(zones 9, 10 et 11). Les Basers de l'Angonella⁶³ ont des purges fréquentes dans les abrupts rocheux, mais un ensemble de moraines datant du dernier épisode glaciaire les bloque au pied du versant (zone 12). Mais, à la Bassa del Racó, les avalanches sont plus amples car le versant rocheux est prolongé par des pentes gazonnées, puis par un petit replat et par de nouveaux couloirs jusqu'à la rivière (zone 13). Le fond de cirque lui-même est peu avalancheux, en dehors de quelques purges ou petites coulées dans les incisions des verrous rocheux (zones 14 et 15).

- **Le solà de l'Angonella** possède sous la Serra d'Arcalís deux petits cirques avec des zones avalancheuses limitées (zones 17 et 18). Les longues pentes à *gespa* du cirque en entonnoir d'Aiguarebre⁶⁴, en exposition sud, surmontées de crêtes arrondies sous le vent, avec des formations de corniches et de plaques, sont favorables aux avalanches qui aboutissent au Planell d'Aiguarebre (zones 19 et 20). Le versant d'auge, assez boisé, n'a que de petits couloirs qui suivent des incisions torrentielles; la plupart ne sont pas fonctionnels (zones 16, 21 et 22).
- **La Canal del Cresp⁶⁵ et la Canal del Tabanell** sont deux couloirs fonctionnels dont les avalanches atteignent la vallée, jusqu'à la route nationale (zones 4 et 6). Les départs ont lieu dans la zone supraforestière, où l'exposition sud-est, les fortes pentes à *gespa* et les *plans* sommitaux sont autant de facteurs favorables. Les avalanches de neige fraîche, de poudreuse ou de fond s'arrêtent en général à mi-versant ou sous la Plana del Grau. Mais, tous les dix à vingt ans, des avalanches de printemps arrivent dans la vallée et s'étalent sur les cônes de déjection. En cas d'avalanche de poudreuse dans la Canal del Cresp, un nouveau lotissement construit au droit du couloir pourrait être menacé. Un petit cirque perché, le Clot del Cavall a des purges sur les versants et des avalanches limitées au cirque lui-même (zone 5).

⁶³ - Secteur 12, Basers de l'Angonella : voir à la page 88 la photographie de l'ensemble de ce secteur, avec son croquis d'interprétation.

⁶⁴ - Secteur 19, Aiguarebre : voir à la page 117 la photographie de l'ensemble de ce secteur, avec son croquis d'interprétation.

⁶⁵ - Secteur 6, Canal del Cresp : voir à la page 23 la photographie de la zone d'étalement et à la page 96 l'ensemble de la zone d'avalanche, avec son croquis d'interprétation.



Ordino. L'Angonella-La Cortinada (cartes CLPA n° 21 et 22)

- **Le versant d'auge entre La Cortinada et Sornàs** ne présente aujourd'hui aucun risque d'avalanches car la forêt assure une protection. Mais les *canals*

qui le strient⁶⁶ furent avalancheuses au siècle dernier (zones 1 à 3), avant que l'on ne prit la décision de mettre tout le versant en défens. Nous avons recueilli des témoignages d'avalanches de neige fraîche ou de poudreuse empruntant les Canals de Coma Pregona et del Barrer jusqu'au maisons du village, sur le versant opposé (zone 2).

EL SERRAT (carte CLPA n° 20)

Caractères du secteur

L'auge glaciaire du Valira del Nord est formée par la confluence, à El Serrat, des langues glaciaires de la vallée du Riu de Tristaina et de l'ensemble Rialb-Sortený. Le secteur étudié englobe ces trois auges dans un rayon de trois kilomètres autour del Serrat, avec leurs versants jusqu'aux crêtes. Au nord del Serrat les versant d'auge sont réguliers, boisés et peu incisés par les torrents. Ils sont surmontés d'un replat bien marqué, le Pla de Besalí, puis par les pentes à *gespa* ou rocheuses des Basers de Besalí. À l'obac, les versants de l'Hortell sont plus continus, avec un replat modeste, El Planellet, et des conditions très favorables aux avalanches. En aval del Serrat quelques ensembles torrentiels s'inscrivent dans les flancs d'auge; ils sont autant de zones d'avalanches actives.

Principales zones d'avalanches

- **La zone del Brossós-Les Salines**⁶⁷ possède quatre couloirs d'avalanche actifs qui aboutissent dans un lotissement. Nous avons vu que c'est ce problème qui amena la réalisation de la première cartographie d'avalanche d'Andorre. Les départs se font dans les rochers et dans les couloirs herbeux près de la crête, en limite de forêt, où la moindre surcharge sur des pentes fortes provoque l'avalanche car le manteau neigeux n'a pas de bonne adhérence. De plus la crête douce du Cap del Brossós et du Planell de la Guàrdia favorise la formation d'accumulations sous le vent. La Canal del Seig (zone 1) voit souvent des coulées et des avalanches de neige fraîche qui

⁶⁶ - Secteur 2, Obac de la Cortinada : voir aux pages 129 et 130 les photographies, la carte et les croquis d'interprétation de cette zone.

arrivent jusqu'au cône de déjection et aux maisons dont la construction fut arrêtée. Dans le Bosc de les Salines il y a un couloir très net dans le versant, ouvert par des avalanches de poudreuse qui décrochent d'une masse de rochers abrupts, après de très fortes *nevades* (zone 2). Elle est peu fréquente, mais elle est parfois arrivée jusqu'au Valira. L'avalanche principale est celle de Les Salines (zones 3 et 4). Au sommet elle utilise les couloirs d'un bassin de réception torrentiel. Avec une fréquence quasi annuelle des avalanches de neige fraîche arrivent jusqu'au sommet du cône. Avec une fréquence de dix à vingt ans, d'importantes avalanches de printemps s'étalent sur ce cône et atteignent le Valira et les prés sur l'autre rive.

- **L'Hortell** est un grand *obac* de huit cents mètres de dénivelée, parcouru chaque hiver par des avalanches de neige fraîche ou de fond (zones 5 à 9). Les décrochements se produisent dans la forêt claire ou dans des pelouses et des éboulis su-praforestiers, puis mobilisent la neige du versant. Ces avalanches sont très fréquentes sur tout le versant et, avec une fréquence décennale, certaines arrivent jusqu'au Riu de Tristaina. Fort heureusement ce versant est hors des itinéraires de randonnée et peu accessible.
- **Sous le Pic et la Portella de Besalí** s'inscrivent quatre zones avalancheuses de grande ampleur et quelques secteurs moins dangereux (zones 10 à 15). Les couloirs d'avalanche de Laverdú et de Les Allaus (zones 10 et 11) ont la même structure. Les départs se font dans de larges pentes inclinées à plus de 45°, face au sud, couvertes de terrassettes de *gespa* et de *sudorn* glissants, au-dessus de la forêt. Tout est réuni pour que l'instabilité soit forte et pour que le manteau neigeux évolue vite. Un replat arrête les avalanches au niveau du Roc de Bruna Roja mais, environ tous les dix ans, elles dévalent jusqu'à la route qui mène à la station d'Arcalís et au-delà jusqu'à la rivière, suivant d'anciens chenaux torrentiels. Le couvert forestier est ouvert par de larges couloirs sans qu'il puisse bloquer ces avalanches de neige fraîche ou de neige de printemps. Les deux zones de Puntal, 14 et 15, sont différentes. Si les conditions de départ sont semblables, le Pla de Besali est suffisant pour les stocker. Peu souvent les avalanches débordent et, mobilisant la neige du versant inférieur, arrivent jusqu'à la route actuelle et aux Bordes de Puntal.

⁶⁷ - Secteurs 1 à 4, Les Salines : voir aux pages 20 et 21 les photographies de deux de ces secteurs.

- **Le versant de Les Tallades⁶⁸ et de La Beçosa** présente deux situations différentes. À Les Tallades, un ensemble torrentiel de huit cents mètres de dénivelé s'inscrit sous le *pla* incliné de la Pala de Coma Obaga (zone 20). Les conditions sont très favorables aux avalanches de neige fraîche ou de neige de printemps, qui s'étalent sur le cône de déjection, mobilisant au passage la neige du versant voisin. Exceptionnellement elles atteignent la route et le parking de l'Hôtel del Serrat. À La Beçosa et au Bosc de Vilar, une mauvaise gestion de la forêt a amené la création de zones avalancheuses sur des versants autrefois boisés (zones 21, 22, 23 et 26): de fortes coupes dans les années quarante, suivies d'incendies ponctuels, ont déboisé le haut versant où la forêt n'a pu se reconstituer. Une mince frange de forêt empêche jusqu'à présent les coulées d'atteindre la base du versant. Au Bosc de Vilar il s'agit d'une coupe à blanc qui fut pratiquée en 1979.
- **La Solana de Coma Obaga** a des zones avalancheuses actives qui empruntent des vallons glaciaires pentus. Des accumulations importantes et des plaques se forment en amont, sous les *plans* et les crêtes arrondies. Les avalanches de neige fraîche, de plaques ou de neige de printemps arrivent au maximum à La Passera, six cents mètres avant la vallée principale (zones 24 et 25).

LA VALL DEL MADRIU (carte CLPA n° 28)

Caractères du secteur

La vallée moyenne et inférieure du Madriu est une vallée glaciaire relativement étroite, en forme d'auge caractéristique, dont les versants sont très pentus. Son orientation est-ouest amène une grande opposition entre le versant au *solà*, peu boisé, strié d'appareils torrentiels dont les bassins de réception, couvert de *gespa* et d'éboulis, sont de zones où le manteau neigeux évolue vite et adhère mal, et *l'obac*, aujourd'hui très boisé, où les phénomènes avalancheux sont limités à quelques cirques et couloirs. Situés entre 2.400 et 2.600 mètres d'altitude, des *plans*

⁶⁸ - Secteurs 1 à 4, Les Tallades : voir aux pages 43 et 44 les photographies de détails de la forêt du couloir inférieur, et à la page 94 une vue d'ensemble de la zone torrentielle et d'avalanches qui le domine.

sommitaux continus dominant les deux versants.

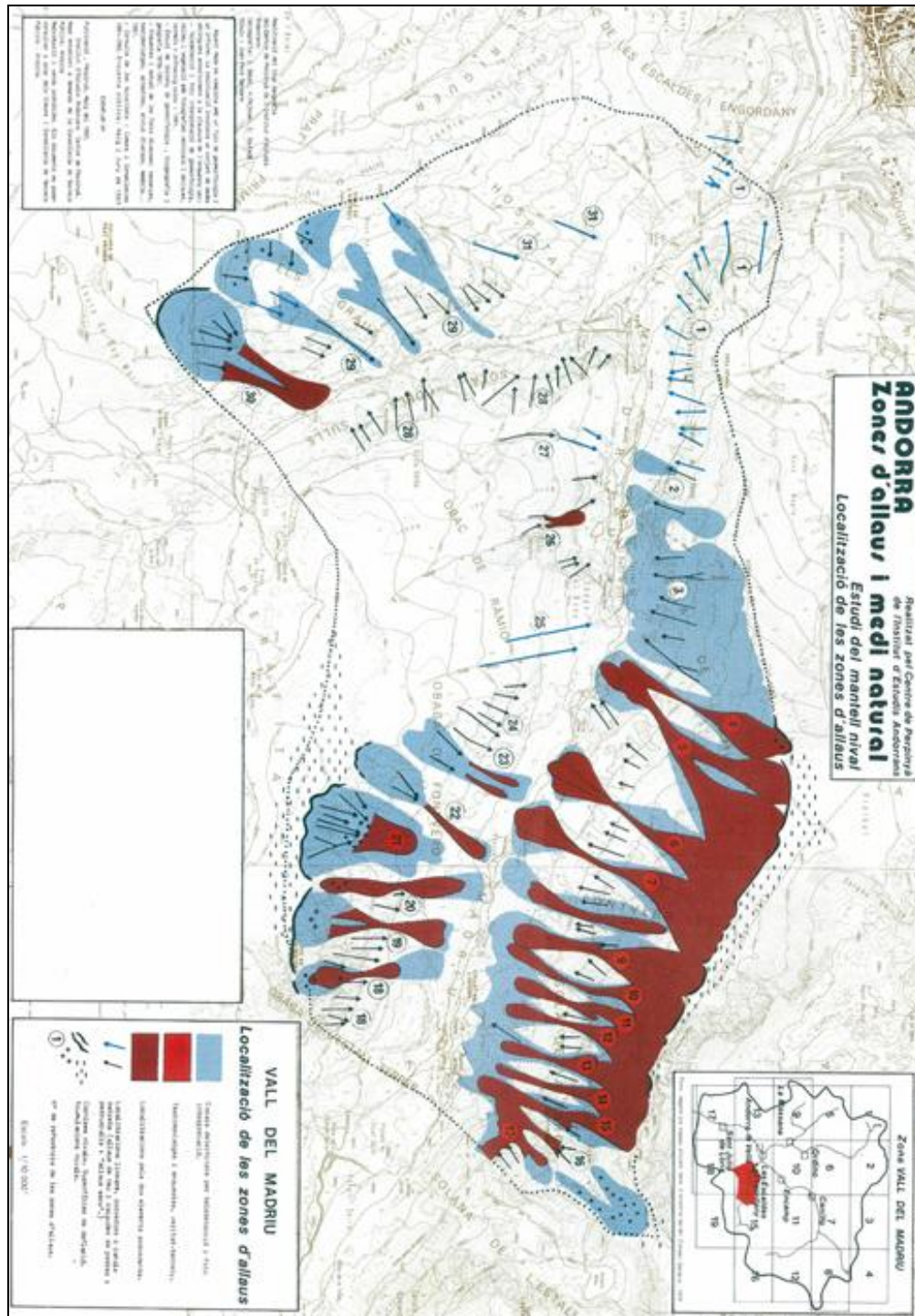
À Entremesaigües la vallée du Riu de Claror rejoint celle du Madriu. C'est une auge plus étroite et plus pentue, avec des abrupts rocheux à mi-pente et des éboulis continus au pied des versants. Les hauts versants en rive gauche ont quelques amorces de cirques à Els Graus et les modelés torrentiels l'emportent dans la *comarca* de l'Hospital.

Principales zones d'avalanches

- **Le Solà d'Entremesaigües et le Solanet de Ràmio**, dans la vallée inférieure du Madriu, sont très rocheux, avec des incisions dans le versant, des couloirs qui alimentèrent des cônes d'éboulis. L'altitude est modeste (1.700-2.000m pour les crêtes), ce qui explique que cette zone ne connaisse que des coulées de neige et des purges dans les couloirs jusqu'au pied des éboulis après les fortes *nevades* (zones 1 et 2).
- **Les Solans de Ràmio, de Fontverd et de la Farga**⁶⁹ ont une succession continue de couloirs d'avalanches (zones 3 à 17), dont les zones d'alimentation coïncident avec chacun des bassins torrentiels et dont la zone d'étalement recouvre les cônes et passe parfois la rivière. Ils connaissent des avalanches de neige fraîche, mais surtout des avalanches de fond ou de neige lourde qui peuvent se produire même en hiver, car l'exposition sud et les mauvais ancrages les favorisent. Le *pla* de la Tosa del Braibal, de près de deux kilomètres de longueur, permet la suralimentation neigeuse des zones de départ et la formation d'importantes corniches. Les avalanches sont très fréquentes et, à l'Estall, à Fontverd et à la Farga, elles ont construit des cônes superposés aux cônes torrentiels.
- **L'Obaga de Fontverd** est dominée par le large *pla* de la Rasa de Perafita. Elle possède trois petits cirques glaciaires logés sous le *pla*, avec des départs dans les rochers et les couloirs dès qu'il y a surcharge, et la formation de corniches au printemps, lors des chutes de neige avec vents du sud-est. Il y a des purges dans les hauts versants rocheux, qui sont vite bloquées par des cordons morainiques. Les avalanches de neige fraîche s'arrêtent le plus souvent dans les fonds de cirque ou sont bloquées par la forêt. Cependant deux couloirs voient les avalanches arriver jusqu'au fond

⁶⁹ - Pour ces *solans*, voir les photographies d'ensemble, pages 76 et 97, ainsi que le dessin page 60.

d'auge, à Fontverd (zones 18 à 22). En aval de Fontverd, le versant *obac* a moins d'ampleur. Il a quelques modestes formes torrentielles et des incisions dans des rochers, qui sont autant de couloirs d'avalanches (zones 23 et 24). Mais ils n'ont rien de comparable avec les précédents ou avec ceux du *solà*.



Les Escaldes. La Vall del Madriu (carte CLPA n° 28)

- **L'Obac de Ràmio** est un versant plus long et moins pentu. Autrefois malmenée par une forte exploitation, la forêt a reconquis tout cet *obac* jusqu'à la crête. Il n'y a pas de risque d'avalanche en dehors de quelques coulées limitées aux chenaux torrentiels, qui ne semblent pas devoir atteindre la vallée (zones 25 à 27).
- **La vallée du Riu de Claror i Perafita** présente trois secteurs différents. Dans les rochers du Solà dels Sulls on observe toute une série de petits couloirs qui se purgent après chaque chute de neige (zone 28). Dans le versant opposé, à Els Graus, quelques chenaux d'avalanches suivent les couloirs torrentiels et des purges se produisent dans les Basers de Coll Pa (zone 29). En fait il n'y a qu'un couloir important, de 650 mètres de dénivelé, la Canal de l'Astrell (zone 30), qui va du cirque, avec des corniches et des pentes à *gespa* sans adhérence, jusqu'au-delà de la rivière, à la Pleta dels Graus. Il fonctionne régulièrement, surtout en avalanches de neige fraîche ou de poudreuse, plus rarement en avalanches de printemps. À l'Hospital et dans la basse vallée le risque d'avalanche disparaît, en dehors d'éventuelles coulées dans les Canals.

SISPONY (carte CLPA n° 27)

Caractères du secteur

Orientée ouest-est, la vallée des Cortals de Sispony est affluente du Valira del Nord. C'est une petite vallée fluviale creusée dans des schistes, entourée de sommets qui n'atteignent pas 2.400 mètres *d'altitude*. Le *solà* est strié par une série de petits ravins torrentiels, et la partie inférieure du versant est matelassée de dépôts colluviaux qui sont le terroir des *bordes* et des *cortals* du village voisin de Sispony. En amont, sous le Pic del Cubil, la partie haute de la Solana dels Llampells peut être interprétée comme une encoche glaciaire.

Les versant *obac* est très différent et original⁷⁰. Sous la crête, armée dans des granits, se logent cinq cirques glaciaires de dimensions modestes, mais bien modelés, aux versants abrupts (de là leur nom de Clots), dont le plancher est à

⁷⁰ - Voir l'ensemble de ce versant sur la photographie de la page 106.

seulement 1.900 mètres d'altitude. Ils ont alimenté des langues morainiques abondantes, formées de matériaux presque exclusivement rocheux, qui arrivent jusqu'au fond de la vallée. Chacun des cirques est une zone parcourue par de fréquentes avalanches, que les bourrelets morainiques arrivent en général à bloquer, alors que le reste du versant est protégé par une forêt dense. Une seule incision torrentielle, la Canal de l'Alt située sous le Pic de Carroi, est aussi un couloir d'avalanches.

Principales zones d'avalanches

- **Le Solà de Sispony** n'a pas de risque d'avalanches. Cependant les *plans* du Pic del Cubil et du Planell de la Tossa sont des surfaces à déflation de la neige, qui alimentent des congères sous la crête de la haute Solana dels Llampells. La niche d'érosion glaciaire peut connaître des coulées limitées jusqu'en lisière de forêt (zone 1).



La Massana. Sispony (carte CLPA n° 27)

- **Sous le Pic d'Enclar**, de part et d'autre de la frontière andorrane, un versant régulier et de pente moyenne, sans arbres, constitue une zone d'accumulation en versant nord, entre 2.380 et 2.200m. Il s'y produit des décrochements et des coulées locales jusqu'à 2.100 mètres d'altitude (zone 2). La forêt, assez claire et formée d'arbres âgés, joue encore un rôle de protection.
- **Les trois cirques** d'amont présentent une situation proche (zones 3, 4 et 5). Le Clot de la Coma del Prat (zone 3) et le Clot de la Coma del Pou (zone 4) sont des ensembles simples formés d'une surface de réception avec des pelouses et des rhodoraies, sous une crête arrondie, suivies d'un cirque bien marqué et incisé de couloirs, puis d'un fond de cirque allongé où s'arrêtent la plupart des avalanches, derrière des moraines en arc de cercle. Une crête douce et de hauts versants doux amènent une suralimentation neigeuse par vents du sud-est. Le Clot de la Coma de la Sella (zone 5) est en forme de demi-bol avec des avalanches qui se limitent au fond du cirque⁷¹. À partir de couloirs et d'incisions dans les versants contigus, des avalanches pénètrent la forêt.
- **Le Clot del Gel et le Clot de la Rectoria** sont les ensembles les plus importants (zones 6 et 8). La raideur des pentes des cirques rocheux, les éboulis qui couvrent la base des parois et qui prolongent les couloirs, et, certaines années, un fort enneigement sont des éléments favorables aux purges, aux avalanches de neige fraîche ou, grâce à la bonne conservation du manteau neigeux jusqu'au printemps, aux avalanches de neige lourde qui débordent sur les moraines du versant. Le Clot del Gel (zone 6) a une forme de demi-bol avec des pentes de cirque d'un dénivelé de 350 mètres, striées de couloirs qui sont tous fonctionnels. Les éboulis lui donnent une forme d'entonnoir; ils sont souvent colonisés par la *gespa*, ce qui facilite les glissements. Les premiers bourrelets morainiques ne peuvent freiner les avalanches de neige fraîche qui débordent dans la blocaille des moraines rocheuses, où les pins sont souvent brisés. Le Clot de la Rectoria (zone 8) est l'ensemble le plus important, avec deux zones de départ différentes, l'une dans les parois du cirque et l'autre dans des ravinements sur le versant voisin. Le profil général (versants de cirque, éboulis, fond de cirque peu marqué, moraines sur le versant inférieur) est très tendu. Les avalanches de

neige fraîche arrivent à mi-versant, au niveau des premiers arcs morainiques, mais, exceptionnellement, elles atteignent le fond de la vallée.

- **La Canal de l'Alt** est un ensemble torrentiel de 850 mètres de dénivelé sur à peine plus d'un kilomètre de distance, très rectiligne (zone 7). Le petit bassin de réception a des accumulations de neige instable en hiver, et génère des avalanches de neige fraîche et de poudreuse qui suivent le couloir déboisé jusqu'au Riu Montaner. Le reste du versant, protégé par une forêt qui s'est densifiée, n'a pas de risque d'avalanche, si ce n'est un risque potentiel dans les chenaux torrentiels du Bosc de les Carboneres, si le couvert forestier venait à disparaître (zone 9).

⁷¹ - Secteurs 5 et 6, Clot del Gel et Clot de la Coma de la Sella : voir la photographie de la page 107, et son croquis d'interprétation.

Troisième partie

L'épisode avalancheux du 8 février 1996

3.1.- La situation antérieure à Arinsal

La carte CLPA d'Arinsal

L'évidence du risque et le débat de 1987

3.2.- La situation dramatique d'Arinsal le 8 février 1996

3.3.- Les autres secteurs affectés le 8 février 1996 en Andorre

Les avalanches du Casamanya (Ordino)

La vallée de la Valira del Nord (Ordino)

La vallée du Madriu (les Escaldes)

Les vallées du nord (Canillo)

3.4.- Les réactions et les conséquences

La presse et l'opinion publique

Les travaux postérieurs

Les moments dramatiques vécus à Arinsal le 8 février 1996 et les larges échos qu'en firent les médias dans les semaines qui suivirent, ainsi que l'ampleur des dommages et la prise de conscience a posteriori de l'ampleur d'un drame évité de justesse, qui aurait pu être un des épisodes d'avalanches mortelles les plus considérables en Europe à ce jour, tout mit en évidence la réalité des risques, les fondements des prévisions de la cartographie CLPA du Gouvernement andorran ainsi que le sérieux du système de surveillance du risque, que nous avons décrit, et la compétence des personnels responsables des alertes et des mesures d'évacuation.

Il s'y rajoutait l'énorme coût des dommages à réparer, des indemnisations par les assurances et des travaux de protection à entreprendre. On prenait aussi la mesure d'un autre coût énorme, celui que devraient supporter pendant des années les finances publiques pour assumer et limiter les conséquences de situations héritées d'un passé spéculatif sans contrôle de l'État.

L'aspect positif de ces événements traumatisants c'est que l'opinion publique andorrane était désormais convaincue du bien-fondé des politiques de connaissance du risque et des systèmes de surveillance et de contrôle qui en dérivait, qui avaient pourtant été très souvent mises en cause dans la décennie antérieure. Les responsables politiques locaux ou nationaux pouvaient également mesurer le poids et l'ampleur de leurs responsabilités lorsqu'il y avait des aménagements et des constructions dans des zones à risques.

De fait, nous pouvons constater que plus jamais ne s'est reproduit un débat comme celui qui avait eu lieu en 1987, à propos de la carte de risque d'avalanche d'Arinsal, et que nous avons déjà évoqué. Une surprenante coïncidence a voulu que l'énorme avalanche destructrice d'Arinsal en 1996 soit précisément celle qui avait été l'objet de cette controverse aigre et moralement condamnable, puisque le Quart d'Arinsal, protégeant des promoteurs de la paroisse et élus de surcroît - dont les immeubles en construction étaient dans la zone d'impact de cette avalanche -, rejetait une cartographie dont tout le monde savait localement qu'elle représentait la réalité et que l'on construisait effectivement dans une zone à risque.

3.1.- La situation antérieure à Arinsal

À cause précisément de la construction d'immeubles dans la zone des Prats Sobirans, menacée par les avalanches qui empruntent régulièrement le Torrent Ribal et qui sont parmi les plus considérables d'Andorre, le Département d'Industrie du Gouvernement d'Andorre demanda la réalisation d'une cartographie de risque d'avalanche. En effet, qu'il s'agisse de la vallée d'Arinsal ou des projets d'extension de la station de ski en montagne, le risque existait. Il était connu de notoriété publique, mais il n'était pas un frein à des projets immobiliers téméraires. La zone urbaine en amont d'Arinsal posait le problème des relations entre le risque d'avalanche et l'urbanisation. Elle peut paraître protégée localement par les forêts du versant d'auge, mais elle est cependant menacée par quatre zones d'avalanches qui avaient toutes fonctionné à une époque récente. Il était de bonne gestion de connaître la localisation du risque, qu'il s'agisse de soustraire les espaces menacés de l'espace constructible, ou de libérer les espaces sans danger et ceux où une protection pouvait limiter le risque.

La carte CLPA d'Arinsal (Carte CLPA n° 24)

Caractères du secteur:

La carte CLPA d'Arinsal couvre la vallée glaciaire du Riu d'Arinsal en amont d'Erts, c'est-à-dire de son confluent avec le Riu de Pal, ainsi que les cirques et vallons glaciaires latéraux, suspendus au-dessus de l'auge principale, au *solà* comme à *l'obac*. Au cours des années 1980 et 1990 cette portion de vallée s'est urbanisée rapidement car elle accueillait la station de ski d'Arinsal. Or elle concentrait quatre des plus importantes zones d'avalanches d'Andorre, dont trois menacent directement les routes ou les zones urbaines.

En amont la vallée est étroite, avec des versants d'auge pentus striés de chenaux torrentiels qui sont autant de couloirs d'avalanches. Au Solà, la forêt arrive à protéger, sauf lorsque les départs se produisent sur les versants supra-glaciaires situés au-dessus de la limite de la forêt, comme à la Pala de Coll Carnisser.

Dans la partie moyenne, où furent construits le village d'Arinsal et les urbanisations nouvelles, l'auge principale est plus ouverte, avec des versants assez abrupts couverts de forêts et incisés par quelques chenaux torrentiels. Trois à quatre cents mètres plus haut, au-dessus d'un épaulement bien marqué utilisé par tout un

étage de *bordes*, s'étendent des cirques et des vallons glaciaires supraforestiers assez amples, avec des pelouses alpines et, au Solà, de longs versants à *gespa* glissante, très enneigés en hiver.

Entre Arinsal et Erts, les flancs de l'auge sont modelés par des appareils torrentiels, dont les plus importants, le Riu del Cubil et le Riu del Galliner, sont aussi des couloirs d'avalanches importantes.

Principales zones d'avalanches:

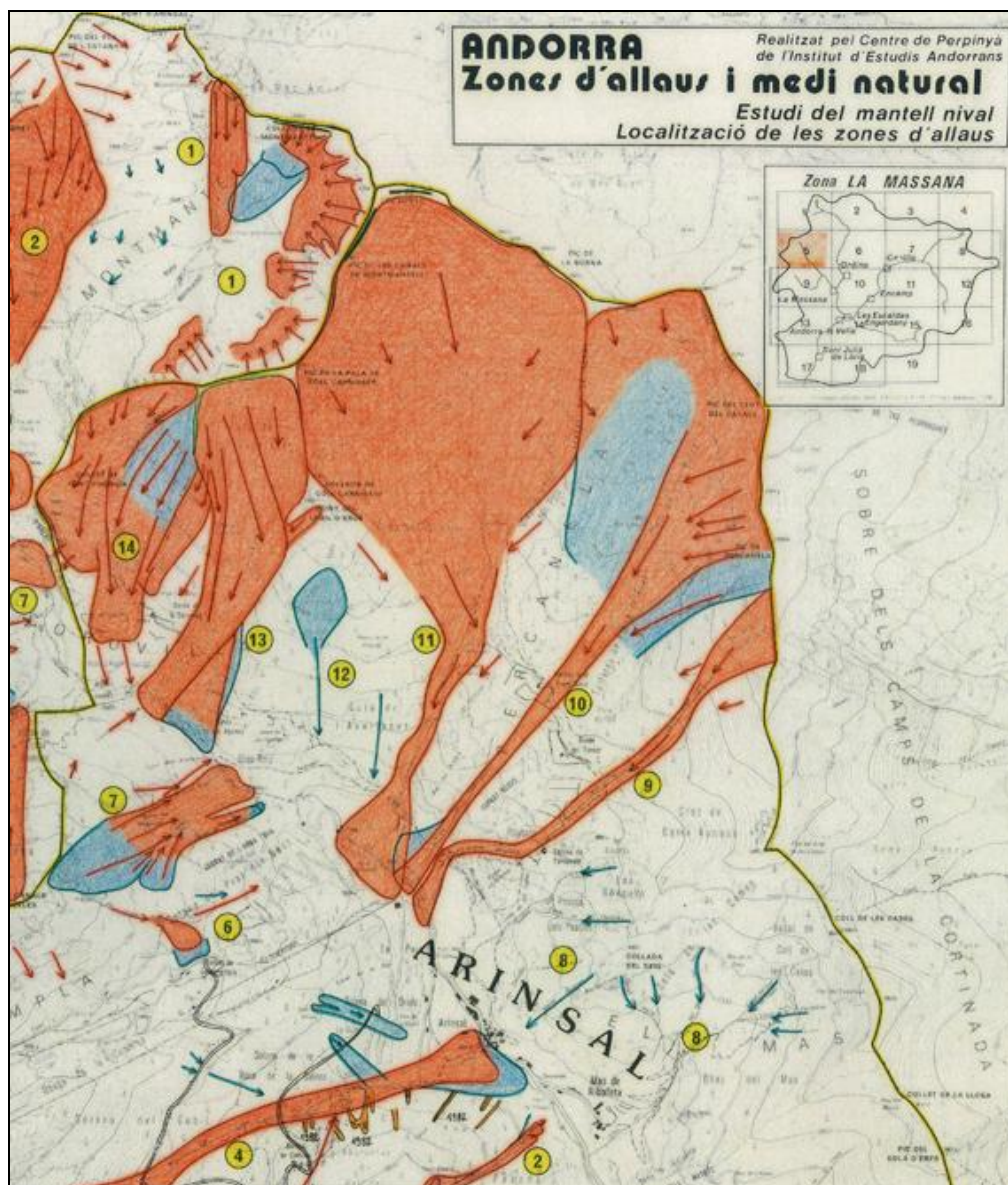
- **La vallée en amont de la zone urbaine** possède trois secteurs avalancheux principaux. À *l'obac*, à **la Canal Gran**⁷², le flanc d'auge est parcouru par des avalanches qui décrochent des rochers et qui suivent une batterie d'incisions torrentielles et d'anciens couloirs d'éboulis, chaque fois qu'il y a des surcharges (zone 7). Au *solà*, le versant qui domine les Bordes de la Coruvilla est parcouru par des avalanches de neige fraîche et, moins souvent, par des avalanches de fond qui peuvent parfois glisser au-delà du replat vers la rivière (zone 14). Mais le couloir le plus important est celui du **Bosc del Barrer d'Areny**⁷³ et de la Pala de Coll Carnisser, connu en Andorre comme l'un des secteurs les plus riches en avalanches de plaques (zone 13). Les hautes pentes, très régulières, ont de la *gespa*, sous une crête douce où se forment de grandes corniches. Tous les cinq à dix ans de grandes plaques s'y détachent, parfois sur les deux-tiers de la Pala, soit plus de trois cents mètres, et ouvrent dans la forêt du versant un couloir de la même largeur, traversant la piste jeepable, jusqu'à la rivière.
- **Le Solà d'Arinsal** possède trois autres secteurs avalancheux très préoccupants, qui posèrent des problèmes avec la Quart d'Arinsal lors de la confection de la carte CLPA (zones 9, 10 et 11) et que nous avons évoqué. La moins importante, celle qui pourrait être contrôlée, l'avalanche de la Canal de l'Avier arrive jusqu'au *pla* des Bordes de Percanela. Mais le chenal du **Torrent de Ribassols** porte la marque de passages anciens et peut refonctionner à tout moment (zone 9). La zone 10, dite dels Prats Nous⁷⁴ voit

⁷² - Secteur 7, la Canal Gran : voir la photographie à la page 80 et son croquis d'interprétation.

⁷³ - Secteur 13, Pala de Coll Carnisser et Bosc del Barrer d'Areny : voir la photographie à la page 74 et son croquis d'interprétation.

⁷⁴ - Secteur 10, La Burna et els Prats Nous : pour la zone de départ des avalanches, voir la photographie à la page 169 et son commentaire.

de grandes avalanches de neige fraîche ou de neige de printemps, plus rarement de poudreuse, arriver jusqu'au replat des *bordes*. Mais l'une d'elles, en 1954, emporta une *borda* et, par le **Torrent del Ruider**, arriva jusqu'aux prés d'Arinsal, aujourd'hui urbanisés. La zone 11 est la plus préoccupante. Le cirque de **Les Fonts** voit des avalanches de neige fraîche ou poudreuse et, souvent, des avalanches de plaques ou de printemps qui, environ tous les vingt ans, arrivent par le **Torrent Ribal** dans la vallée aujourd'hui urbanisée.



La Massana. Arinsal (carte CLPA n° 24)

- **La station de ski d'Arinsal** occupe aujourd'hui deux espaces très différents à tous points de vue. La vallée perchée de Comallempa accueille les

premières installations et ne présente guère de dangers (zones 5 et 6). Les avalanches qui se produisaient en amont, sous le Port Vell et sous le Pic Nègre sont contrôlées. Par contre, l'extension nouvelle, au Galliner et au **Riu del Cubil**, englobe les zones de réception et les couloirs de deux zones avalancheuses spectaculaires, de 1.100 m de dénivelé, que leur utilisation rendra peut-être moins dangereuses (zones 3 et 4). Les avalanches de neige poudreuse ou fraîche sont parfois arrivées jusqu'aux maisons du village, l'une d'elles, à la fin des années soixante, recouvrant une *borda* utilisée aujourd'hui comme discothèque. Avec une fréquence pluridécennale, il s'y produit des avalanches de plaques ou de neige de printemps qui s'étalent sur le cône de déjection du Riu del Cubil.

- **En aval d'Arinsal**, les bassins torrentiels du Palomer, du Solà d'Erts et du Mas de Ribafeta sont entièrement boisés, et tout risque d'avalanche a disparu, du moins tant que le couvert forestier sera maintenu en bon état (zones 1 et 8). Il n'y a que quelques modestes couloirs potentiels dans les chenaux, et un couloir actif à La Pesada (zone 2 : voir page 85).

L'évidence du risque et le débat de 1987

Nous avons évoqué dans cet ouvrage, lors de la présentation de la cartographie CLPA d'Andorre (voir page 174), les deux oppositions frontales à cette cartographie. L'une fut celle d'un promoteur privé qui contestait la première cartographie réalisée, c'est l'affaire de les Salines, au Serrat, qui a fini en justice. L'autre est plus grave car elle émanait d'une collectivité territoriale, le Quart d'Arinsal qui, en fait, couvrait des promoteurs privés affectés originaires du Quart. Le débat dura deux ans, le temps qu'il finisse ses immeubles en construction, qui sont précisément ceux qui ont été affectés et en partie emportés par l'avalanche de 1996, qui dévala le Torrent Ribal.

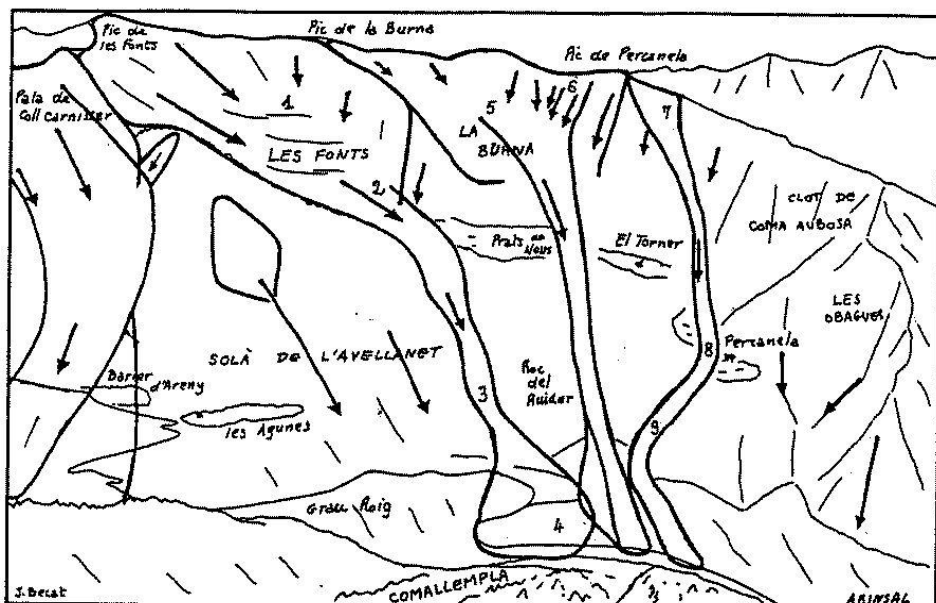
Or le risque était connu de tous, et il était d'une grande évidence pour tous les couloirs d'avalanche de la vallée. La carte présentée en enquête publique en 1985 et finalement approuvée en 1987. Voici les illustrations du dossier d'enquête publique et leurs croquis d'interprétation, qui reportaient sur ces photographies les limites des zones d'avalanche de la carte, afin de les rendre plus concrètes et vérifiables par les habitants et les responsables politiques.

Les trois zones d'avalanches des Solans d'Arinsal

(Cette photographie et son interprétation sont tirées du document d'enquête publique)



La Massana: Solans d'Arinsal. Le risque d'avalanches. Photo. A. Lerouge, 17/07/1980. Panorama de la plus grande partie des Solans d'Arinsal, avec en bas le fond d'auge et les terrassements de la route et des emplacements des futurs immeubles, sous le couloir du Torrent Ribal. Au-dessus, le versant d'auge boisé (avec au centre la marque d'une forte coupe au Solà de l'Avellaner), incisé par quelques torrents qui canalisent les avalanches. Plus haut, il y a les replats occupés par des *bordes* (Percanella, El Torner, Prats Nous) et des vallons ou des cirques suspendus: le Clot de la Burna à gauche, Les Fonts plus à gauche, d'où partent les plus grandes avalanches. À l'extrême gauche, on a le haut versant de la Pala Carnissera et la spectaculaire trouée faite dans la forêt par l'avalanche du Bosc del Barrer d'Areny.



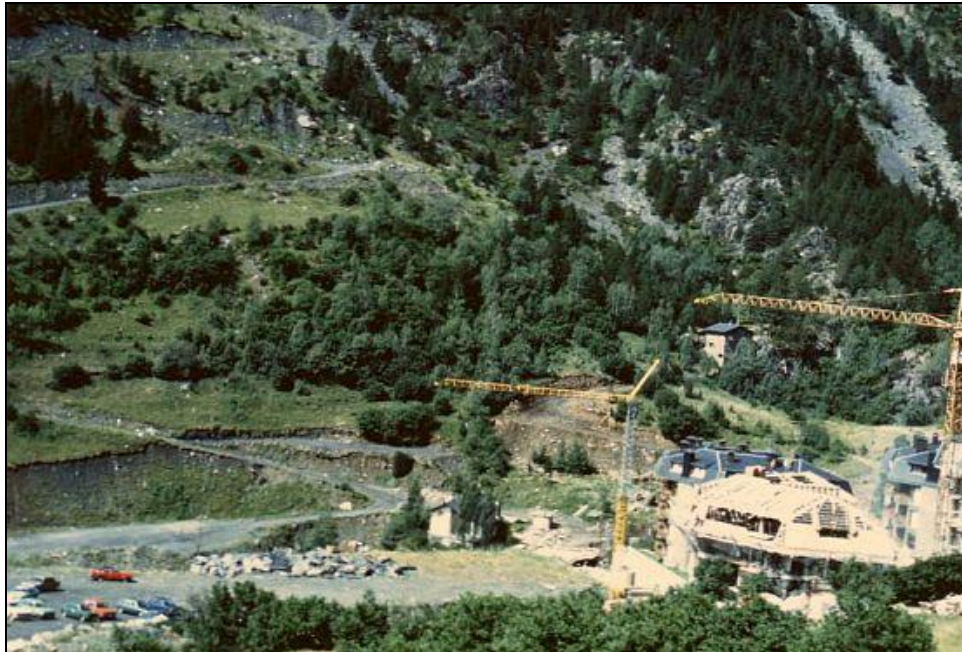
Croquis d'interprétation. La zone d'avalanches de Les Fonts-Torrent Ribal est la plus dangereuse. Le large cirque de les Fonts (1), dont les pentes couvertes

de *gespa* sont très enneigées en hiver, a une neige qui évolue très vite; il voit la formation de grandes plaques à vent sur la gauche. L'avalanche s'arrête le plus souvent en 2, mais parfois elle emprunte le Torrent Ribal (3): la courbure des limites montre qu'il s'agit de puissantes avalanches de neige lourde avec, en 4, leur zone d'étalement. Dans le cirque de la Burna (5) les avalanches affectent tous les versants; elles arrivent de temps en temps jusqu'au *pla dels Prats* Nous, surtout lorsque les départs se produisent sous les crêtes de Percanela (6). Une avalanche de poudreuse est descendue au-delà en 1954. Le Ras de la Costa de l'Avier (7) voit des avalanches descendre jusqu'à Percanela (8) et parfois déborder par le Torrent de Ribassols (9), ce qui se produisit le 8 février 1996.

Avalanche de Les Fonts-Torrent Ribal : la zone de départ



Le cirque de Les Fonts et l'aspect d'une forêt dans une zone d'avalanches de plaques ou d'avalanches de printemps. Photo. Jaume Riba, juillet 1982. La vue est prise dans la partie inférieure du cirque de les Fonts (en 2 du croquis précédent). Les avalanches de fonte peuvent se produire sur tous les versants, facilitées par l'exposition sud et par les terrassettes à grandes fêtuques. Pendant l'hiver, les grandes avalanches de plaques dévalent du secteur ouest, sur la gauche de la photographie, et couchent les arbres ou les brisent à environ un mètre et demi de hauteur, car leur base est prise dans la couche de neige inférieure. Cette formation est assez dense et basse, constituée d'arbres adultes dont les nombreuses branches qui se redressent ensuite font penser, de loin, à une progression forestière. Les personnages sont Francesc Areny, responsable des études d'avalanches du Département d'Industrie du Gouvernement andorran, et l'auteur. Ces avalanches s'arrêtent le plus souvent ici, mais tous les 20 à 30 ans elles empruntent le couloir du Torrent Ribal, jusqu'au parking d'Arinsal, comme ce fut le cas en février 1996.

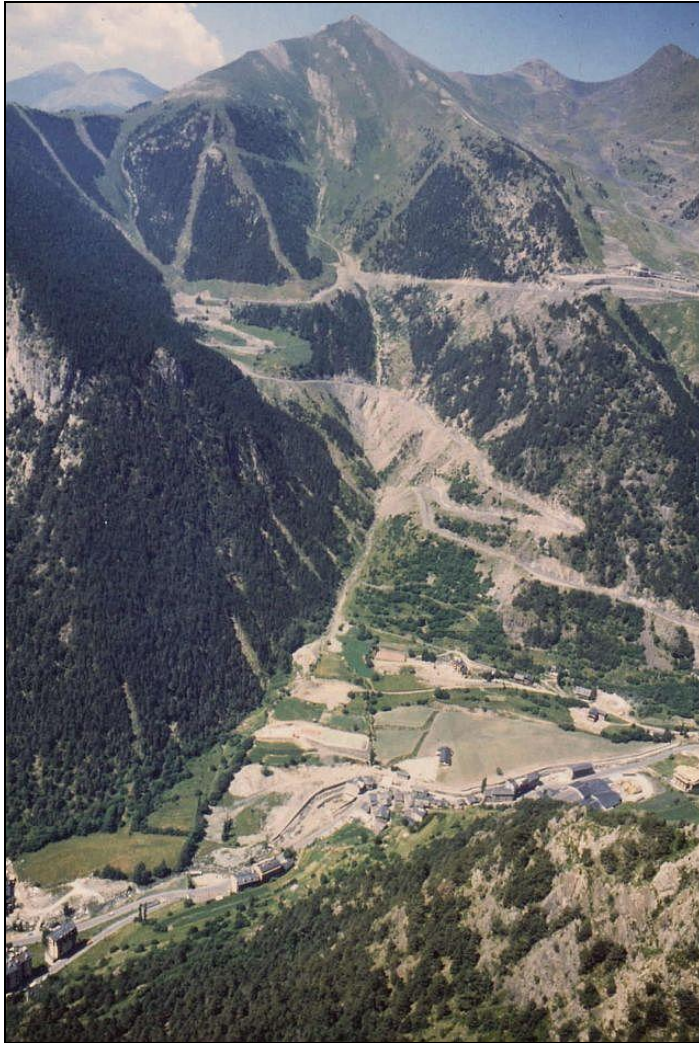
Avalanche de Les Fonts-Torrent Ribal : la zone d'arrivée

La Massana, Arinsal: zone d'étalement de l'avalanche du Torrent Ribal.
Photo. Joan Becat, 14/08/1984.

Une zone conflictive à Arinsal, avec une menace sur le parking de la station de ski et sur une partie d'une zone urbanisée. L'avalanche, une des plus puissantes d'Andorre selon Henri Péjouan, vient du cirque de Les Fonts et emprunte le Torrent Ribal. Elle aboutit de temps en temps dans la vallée et remonte sur le versant opposé, à l'emplacement du parking. Nous sommes au sommet du cône de déjection, au débouché du couloir. À droite, les édifices les plus menacés, en limite et dans la zone d'étalement, ont été construits pendant la réalisation de l'étude et l'enquête publique. Les responsables de la société promotrice sont de la vallée et ne pouvaient ignorer une situation de notoriété publique. Le *quart* d'Arinsal s'est violemment opposé aux résultats de l'étude préalable lors de l'enquête publique mais, avec quelques retouches de détail qui ne concernaient pas ce secteur, la carte CLPA a été finalement approuvée. L'avalanche du 8 février 1996 affecta ce secteur, emportant l'angle des immeubles alors en construction.

Cette photographie de la zone d'arrivée de l'avalanche est à comparer avec celle qui fut prise au même endroit et sous le même angle aussitôt après l'avalanche du 8 février 1996, que nous présentons à la page 220.

La zone d'avalanches du Riu del Cubil - El Galliner

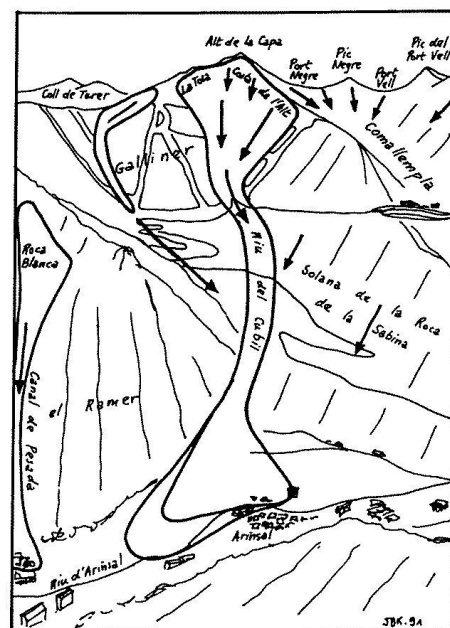


Arinsal : le Riu del Cubil et El Galliner.

Photo. A. Lerouge, 20/07/1990.

L'ensemble torrentiel du Galliner est formé de deux bassins de réception, l'un dénudé, sous le Pic Alt de la Capa, l'autre boisé, sous le Coll del Turer. Les chenaux d'écoulement canalisent aussi des avalanches jusqu'au cône et aux premières maisons du village. Arinsal est en bas et au centre, au solà, face à une ouverture de la vallée, un site classique qui permet un meilleur ensoleillement d'hiver.

Croquis d'interprétation. Les limites des zones d'avalanches de la cartographie CLPA approuvée en 1987 sont en surcharge. Les nouvelles pistes utilisent la zone de départ des avalanches, à la Costa de l'Alt de la Capa et à La Tosa. À l'extrême gauche, on notera le petit couloir d'avalanche de la Pesada avec une *pleta* (urbanisation compacte) à son débouché.



3.2.- La situation dramatique d'Arinsal le 8 février 1996

a) Les circonstances et les avalanches

Il y avait eu la veille d'importantes chutes de neige dans les Pyrénées et le risque était évalué à son degré maximum. Tous les dispositifs et les personnels de surveillance (personnels du Département, spécialistes privés sous contrat et *banders* : gardes forestiers ou agents ruraux) furent mis en alerte par le Département d'Industrie du Gouvernement d'Andorre sur une dizaine de points sensibles, dont la zone d'Arinsal. À Les Fonts, dans la zone de départ de l'avalanche du Torrent Ribal, il y avait une couche récente de 1,15 m. d'épaisseur, dont une couche superficielle de 35 cm de neige ventée (plaques à vent).

Le 8 février 1996 beaucoup d'avalanches se déclanchèrent dans toute l'Andorre. Cet épisode avalancheux majeur affecta tous les massifs du nord-ouest de la Principauté, dont la vallée de la Valira del Nord et la vallée d'Arinsal, ainsi que la vallée du Madriu, où tous les chenaux fonctionnèrent, le massif du Cadamanya sur son versant d'Ordino, où les couloirs anciens fonctionnèrent et où de nouveaux couloirs furent ouverts dans la forêt, les vallées d'Incles, de Ransol, de la Vall del Riu et la vallée de Montaup. Cependant, malgré le caractère très spectaculaire de certaines avalanches, comme celles du Casamanya et du Madriu, c'est Arinsal qui créa l'événement, avec des répercussions médiatiques et un débat citoyen pendant des années.

En pleine saison touristique d'hiver et à la veille d'un week end, au coeur de la zone résidentielle d'une station de ski (immeubles de logement, parking de la station, pubs, départ des télécabines pour accéder aux pistes), dès la mise en état d'alerte, fallait-il évacuer ou non à Arinsal le secteur menacé prévu dans la cartographie de risque ? Antérieurement des évacuations préventives avaient été ordonnées (par exemple à Arans), sans que rien ne se produisit ensuite.

Fort heureusement il y eut une alerte qui n'amena aucun dommage matériel important ni aucune victime : une première avalanche se déclancha à Percanella. Elle se divisa au niveau des *bordes* et une langue secondaire déborda en direction du village, sans y arriver. La langue principale descendit par son couloir habituel du Torrent de Ribassols jusqu'à la vallée. Le Gouvernement et le *Comú* de La Massana

1,10 m de neige lourde, mouillée, avec des grains ronds : c'était la typique neige de printemps qui provoque les avalanches de fond. Nous avons indiqué que dans les *solans* des Pyrénées l'évolution du manteau neigeux peut être rapide si l'hiver a des redoux et des périodes ensoleillées. Cette évolution était encore plus accentuée dans le fond du cirque, à une altitude inférieure. Au-dessus de cette couche, il y avait 80cm de neige fraîche, très légère et froide (de -5 à -9°C), sans cohérence, avec une couche superficielle plus dense de 35 cm liée à la suralimentation et aux plaques dues au vent du nord. Entre ces deux ensembles, chacun d'épaisseur métrique, il y avait dix centimètres de neige très dure et glacée, donc sans capacité d'adhérence. On ne peut trouver de conditions plus favorables à de grandes avalanches sur un *solà*, sur un versant sud.

La masse énorme de l'avalanche dévala dans le couloir, qu'elle élargit, emportant les arbres, la terre et les roches. Au débouché du couloir, elle prit de plein fouet deux immeubles, elle en recouvrit plusieurs autres qui étaient situés contre la pente, et elle remonta comme prévu sur le versant opposé jusqu'à son niveau habituel (la photographie de la page 207 montre la base du versant *obac* avec des feuillus et, plus haut, une frange de pins dont la limite inférieure indiquait le niveau atteint par la dernière grande avalanche). L'avalanche prit de front un autre immeuble au pied de *l'obac*, ensevelissant sa base, le couvrant de neige de bas en haut et plantant des troncs de pins jusqu'au quatrième étage. Se tournant vers l'aval, elle emporta et écrasa tous les véhicules du parking, un pub-restaurant habituellement bondé le soir, et les installations de la station. Elle laissa dans ce fond de vallée une couche de cinq à dix mètres de neige compacte mélangée de terre, de brachages et de troncs brisés.

L'avalanche provoqua un aérosol dont l'onde affecta toute la vallée, déplaçant les voitures garées dans les rues et les parkings, et crépissant d'une neige mélangée de boue tous les édifices sur plus d'un kilomètre.

L'évacuation de tout le secteur quelques heures auparavant avait évité une tragédie.

b) Le Solà d'Arinsal et la vallée après les avalanches



Vue générale de la paroisse de La Massana.

Photo. Dep. d'Indústria, 09/02/1996.

La crête au premier plan domine Les Escaldes-Engordany puis, derrière elle il y a le bassin de La Massana. Dans l'axe de la photographie, nous avons la vallée d'Arinsal : on y distingue la tache marron qui marque les dépôts de l'avalanche du Torrent Ribal. Au-dessus et dans l'angle droit, sous le Pic de les Fonts (2748m), on distingue aussi le cirque évasé de Les Fonts dont la zone grise de sa partie haute matérialise le secteur qui a apporté la masse de neige initiale à l'avalanche. Au centre et à l'arrière-plan, le massif du Coma Pedrosa.

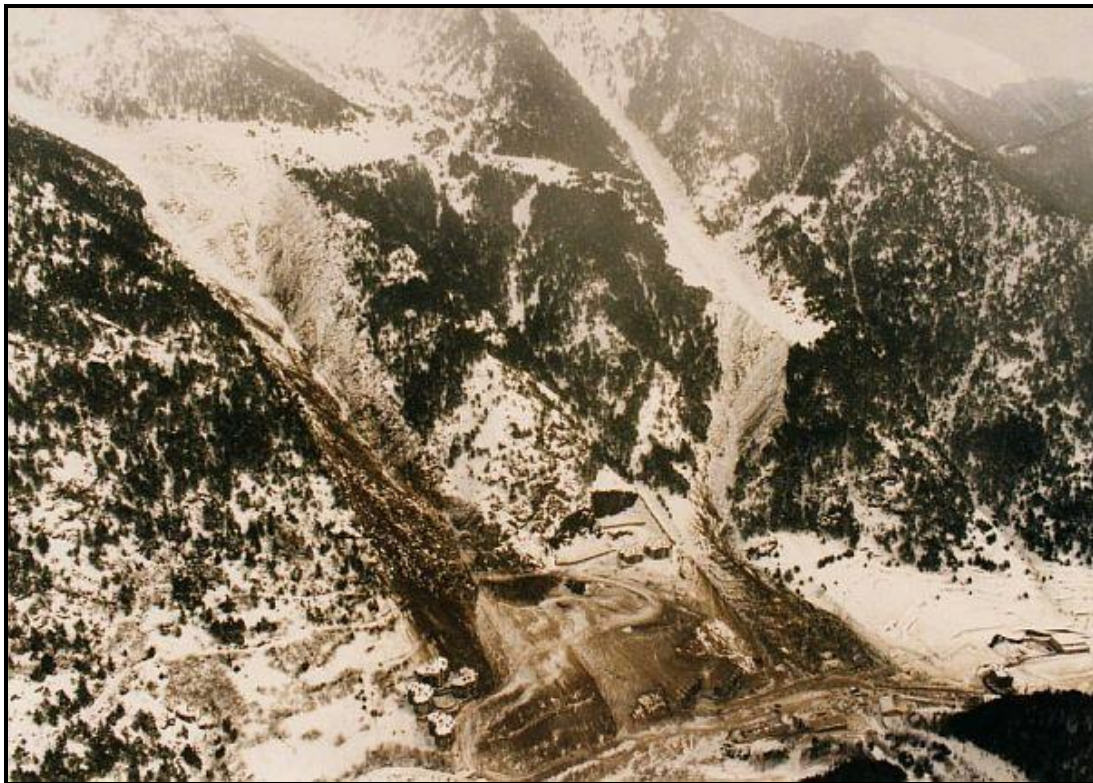
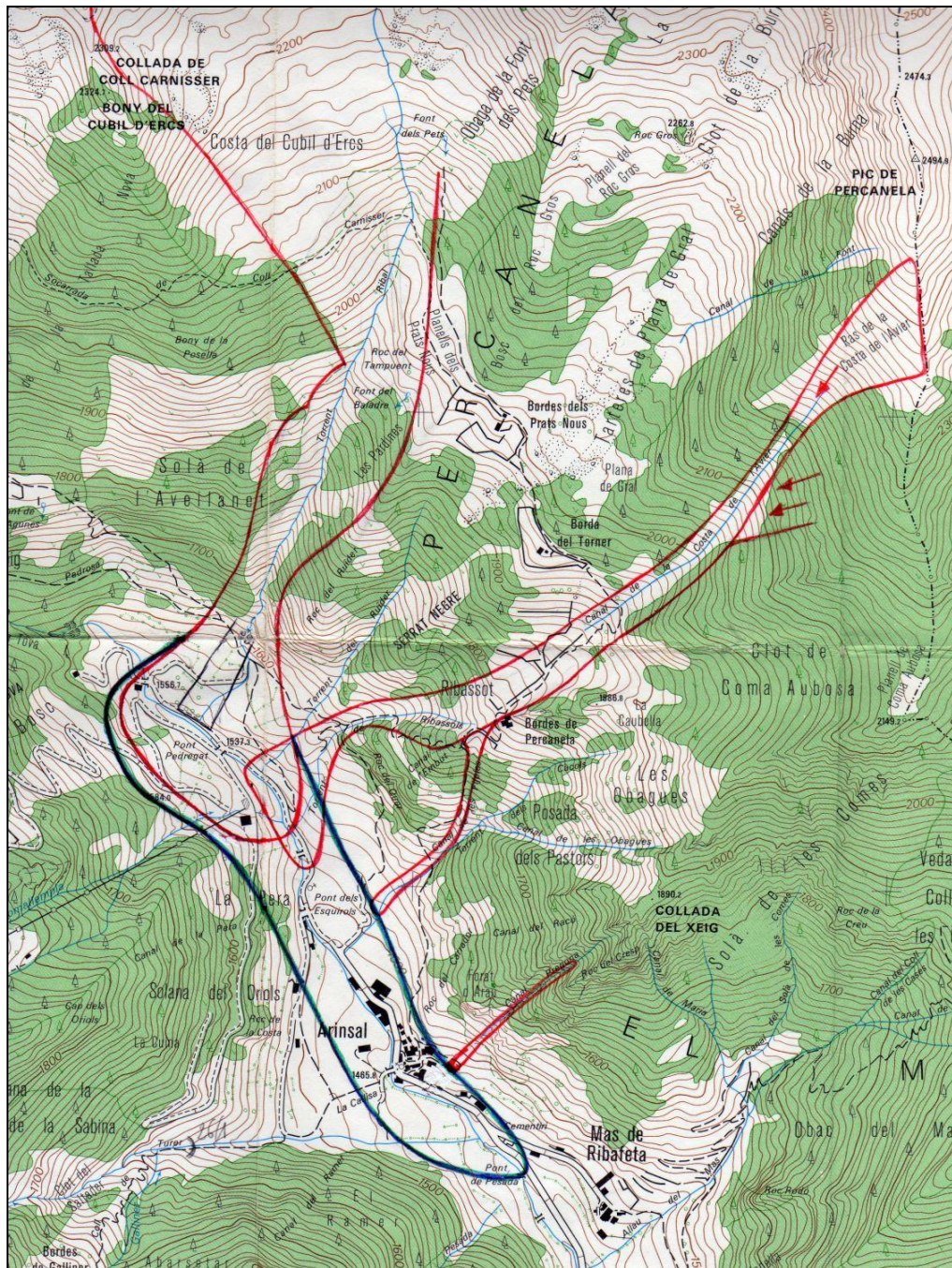
**Les avalanches des Solans d'Arinsal, 08/02/1996.**

Photo. Dep. d'Indústria, 09/02/1996.

Le 9 février au matin voici l'aspect des Solans d'Arinsal. Les avalanches descendirent par Percanela et le Torrent de Ribassols (à droite) et par le Torrent Ribal (à gauche). La zone centrale, des Prats Nous et du Torrent del Riuder, n'a pas fonctionné. En amont, la neige restante fait apparaître nettement les couloirs. La neige souligne également les replats des *bordes* en altitude. À l'inverse, la descente de tout le manteau neigeux par une avalanche de fond ainsi que la terre et les branchages transportés et déposés par l'avalanche font apparaître la partie inférieure des couloirs et la zone d'étalement dans la vallée en marron ou en noir sur la photographie.

Ces limites sont à comparer avec le croquis d'interprétation de la page 205 et avec la cartographie CLPA de la page 203 : on constate dans la vallée la coïncidence des limites latérales et externes de la zone directement affectée, que l'on peut repérer grâce au tracé de la route, aux bâtiments et au parking.



Arinsal. Cartographie des avalanches du 8 février 1996.

Carte originale de Joan Becat, 27/02/1996.

Les limites en rouge sont celles des couloirs d'avalanche et des limites externes des zones principalement affectées le 8 février (destructions et dépôts). Pour l'avalanche de Les Fonts-Torrent Ribal cette zone a 350m de largeur maximale. Ces limites sont à comparer avec celles de la cartographie CLPA de la page 203.

La limite en bleu est celle de l'onde de choc et de vent fort, qui affecta toute la vallée sur 1.200 mètres de longueur.

Nous avons indiqué en surcharge noire un petit rectangle au débouché du Torrent Ribal. Il s'agit de la limite de la zone d'avalanches selon le rapport de l'ingénieur nivologue grenoblois contracté par les promoteurs. C'est sur cette expertise que se basait en 1987 l'opposition à la cartographie CLPA du Gouvernement et le dénigrement de ses auteurs, jugés incompetents et peu professionnels. Cette limite était fort surprenante, non pas parce qu'elle évitait toutes les zones construites et qu'elle libérait d'autres espaces pour la construction en zone rouge, mais par sa forme géométrique insolite, qui ne correspond à aucune cartographie alpine ou pyrénéenne existante, ni à la réalité des observations de terrain pour tous les types d'avalanches.



La zone d'impact principal dans la vallée des avalanches des Solans d'Arinsal, 08/02/1996. Photo. Dep. d'Indústria, 09/02/1996.

c) L'avalanche de Percanela et du Torrent de Ribassols

Ce couloir d'avalanches a fonctionné le 8 février 1996 exactement selon son schéma habituel, tel qu'il est décrit dans le document d'enquête publique de 1987, et dans les limites indiquées dans la cartographie. Nous présentons ici successivement quatre photographies, réalisées le lendemain de l'avalanche et qui suivent son trajet :

- la zone de départ, dans la Costa de l'Avier (voir page 205 : c'est le secteur 7) dans une forêt claire et des pelouses;
- son couloir en amont du replat des Bordes de Percanela, bien calibré par les avalanches qui se produisent plusieurs fois par décennie et qui s'étalent en général dans ce replat (p. 205, secteur 8);
- une vue générale centrée sur le couloir inférieur, le Torrent de Ribassols, emprunté moins souvent (p. 205, secteur 9), avec une fréquence pluridécennale, où une forêt caractéristique des couloirs d'avalanches a le temps de repousser ou de rejeter de souche avant d'être emportée par la grande avalanche suivante ; la zone d'étalement dans la vallée recouvre un ancien cône de déjection torrentiel.

Avalanche de Percanela, 08/02/1996. Zone de départ.

Photo. Dep. d'Indústria.

La Costa de l'Avier est très pentue, avec un piquetage de pins malmenés par les avalanches et la reptation du manteau neigeux, et de la *gespa* glissante (*festuca eskia*). La partie supérieure est le Ras de l'Avier, une zone dénudée - comme son nom l'indique - sous une crête ventée. Bref, un ensemble de conditions

favorables qui amènent des départs chaque hiver.





**Avalanche de Percanella, 08/02/1996.
Le couloir d'amont.**

Photo. Dep. d'Indústria.

Les avalanches pluriannuelles sont moins puissantes et le couloir est habituellement piqueté de jeunes arbres et de souches qui relèvent leurs branches basses. L'avalanche du 8 février a ramoné et élargi ce couloir d'amont.

**Avalanche de
Percanella, 08/02/1996.
L'ensemble du couloir.**

Photo. Dep. d'Indústria.

La couloir de la photographie précédente est en haut au dernier plan. Au centre les prés du replat de la Borda de Percanella sont soulignés par la neige. Une partie de l'avalanche a débordé vers la droite, avec une petite diffluence au-dessus du village d'Arinsal. La puissante avalanche du 8 février a dévalé par le Torrent de Ribassols, en nettoyant et en élargissant son couloir ; elle exagéra en l'accentuant sa courbure (sur sa gauche), emportant une importante frange de pins. La zone d'étalement est celle de droite. Elle est en partie recouverte par celle de l'avalanche de Les Fonts, à gauche.



d) L'avalanche de Les Fonts et du Torrent Ribal

En Andorre, c'est l'avalanche majeure de cet épisode. Nous avons déjà décrit son déroulement. Voici quatre photographies de son trajet, prises le lendemain au matin, et une vue des premiers immeubles affectés.

Avalanche de Les Fonts, 08/02/1996. Le cirque de départ.

Photo. Dep. d'Indústria.

Une perspective vertigineuse. Nous surplombons le cirque, dont on voit la forme d'entonnoir et, vers l'aval, nous avons un raccourci saisissant du chenal et de la zone d'impact dans la vallée. Les avalanches de plaques se détachent habituellement de la partie du cirque à droite, mais le 8 février c'est l'ensemble du cirque qui a fourni la masse de

neige en mouvement. La photographie suivante se situe au fond de cet entonnoir, au début du couloir.



Avalanche de Les Fonts, 08/02/1996. Le début du couloir du Torrent Ribal.

Photo. Dep. d'Indústria.

Nous sommes sur le replat au pied de la Costa del Cubil

d'Ercs, juste avant le couloir. Les souches et les arbres couchés ou sectionnés du premier plan sont ceux qui formaient la forêt de zone d'avalanches de la photographie de la page 206, prise douze ans avant. La puissance de l'avalanche et sa masse principale qui venait de la partie à droite de la photographie précédente l'ont faite remonter sur le versant opposé, au second plan et à gauche : la forêt a été emportée, ainsi que celle qui bordait le chenal, de part et d'autre.



Avalanche de Les Fonts, 08/02/1996. Le couloir et son débouché.

Photo. Dep. d'Indústria.

La partie basse et le débouché du couloir du Torrent Ribal dans la vallée, aux Prats Sobirans. L'avalanche est passée, au mètre près, dans les limites dessinées sur la cartographie de prévision de risque : sur la carte CLPA reproduite à la page 203 on observera que la limite passe au milieu des deux immeubles de la droite, qui étaient alors les premiers construits.



Avalanche de Les Fonts, 08/02/1996. Prats Sobirans, les immeubles du litige.

Photo. Joan Becat, 16/02/1996.

La photographie est prise huit jours après l'avalanche, du même endroit et sous un angle semblable à celle de la page 207, prise douze ans auparavant, au moment où ces immeubles étaient l'enjeu d'un âpre débat entre d'un côté le promoteur et le Quart d'Arinsal, qui voyaient cette localisation sans risque (le tracé rectangulaire de la limite de leur expert passait à mi-distance entre les personnages et l'immeuble, à une trentaine de mètres sur la gauche ; voir ce tracé page 214), et de l'autre le Gouvernement andorran, dont la cartographie plaçait le premier immeuble et la moitié du second en zone rouge. Ils ont hélas été affectés comme prévu. Le sol est jonché de branchages et de troncs très droits. Ils proviennent des pans de forêts rasés par l'avalanche (voir les photographies de la page 218 et leur commentaire). Trois responsables politiques et administratifs andorrans constatent les dégâts.

e) La zone d'impact principal : les urbanisations et le parking de la station



Avalanche de Les Fonts, 08/02/1996. La zone d'impact principal.

Photo. Dep. d'Indústria.

Au premier plan le débouché du couloir du Torent Ribal, avec à droite les immeubles des Prats Sobirans, en partie emportés. Les immeubles à gauche, situés sur un petit replat entre deux chenaux ont été évidemment épargnés, mais leur voie d'accès et leurs abords étaient dans le trajet de l'avalanche. Dans le fond de vallée les immeubles appuyés à la pente ont été recouverts de neige et à demi ensevelis, mais ont résisté. Un peu en aval, les immeubles au pied de l'obac et le parking de la station, au pied des remontées et des pistes, ont été pris de plein fouet. L'ensemble est recouvert d'une épaisse couche de neige et de débris.



Avalanche de Les Fonts, 08/02/1996. Les immeubles du fond de vallée.

Photo. Dep. d'Indústria et *Actual* (mensuel, La Seu d'Urgell, mars 1996)

Les immeubles ensevelis, photographiés le lendemain de l'avalanche, et les travaux de déblaiement. Le mur de neige, terre et troncs à gauche de l'accès ouvert à la pelleuse donne la mesure des accumulations dans la zone d'impact.



Avalanche de Les Fonts, 08/02/1996. L'immeuble au pied de l'obac.

Photo. Dep. d'Indústria et *Actual* (mensuel, La Seu d'Urgell, mars 1996)

L'immeuble enseveli et endommagé, le lendemain de l'avalanche, et les travaux de déblaiement du parking.



**Avalanche de Les Fonts, 08/02/1996.
Le pub-restaurant, le parking et les
installations d'Arinsal, après
l'avalanche.**

Photo. Dep. d'Indústria.

f) Arinsal et le Mas de Ribafeta

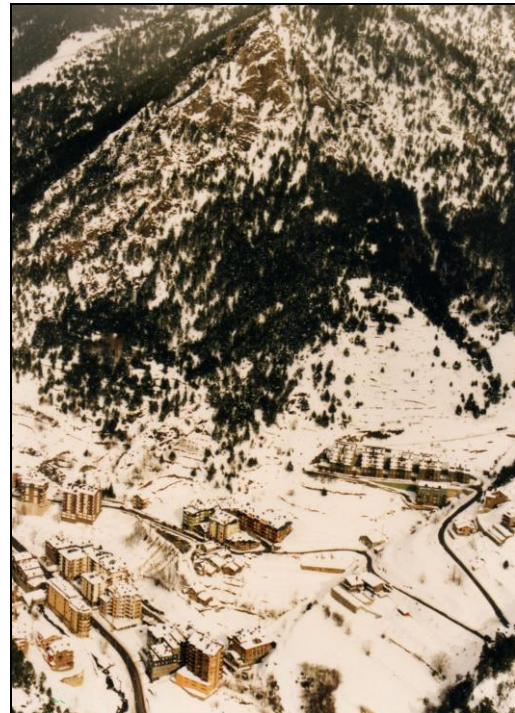


Arinsal, 08/02/1996. Photo. Dep. d'Indústria.

Le village ancien d'Arinsal et le début des urbanisations sous le Mas de Ribafeta ont subi l'onde de l'avalanche de les Fonts mais n'ont pas été affectés. Le petit couloir de la Canal Pregona ne menace pas directement le village.

Mas de Ribafeta, 08/02/1996. Photo. Dep. d'Indústria.

Le Mas de Ribafeta est protégé la forêt qui a progressé, bien que sans gestion. Certains secteurs sont encore clairs, par exemple à droite, au Solà de les Comes. Il y a dans la forêt un ensemble de couloirs torrentiels qui furent des couloirs d'avalanches dans le passé, lorsque le couvert était plus clair.



3.3.- Les autres secteurs affectés le 8 février 1996 en Andorre

Les autres secteurs affectés

Le jeudi 8 février 1996 il y eut de nombreux départs d'avalanches dans toute l'Andorre, toujours dans des secteurs connus, cartographiés et surveillés, pour ceux qui étaient situés dans des zones urbanisées ou qui affectaient des voies de communication.

Dans la vallée du Madriu (Les Escaldes) et à l'Angonella (Ordino), ces avalanches furent importantes, mais sans aller au-delà des limites et des parcours habituels et cartographiés.

Les zones menacées habituelles furent également concernées par des avalanches qui ne firent heureusement aucun dégât : deux couloirs sur trois à Les Salines (Ordino, El Serrat), le Solà de les Planes, juste au contact des installations d'Arcalís (Ordino), les couloirs de la Canal del Tabanell et la Canal del Seig (Ordino, Arans), où l'avalanche s'approcha dangereusement du lotissement et, à Canillo, les couloirs de la Coma de Ransol, des bordes de Montaup, l'avalanche d'Aina et le Solà de l'Aldosa, l'avalanche de Soldeu et les avalanches de la Vall d'Incles.

Toutes ces zones à risque ont été présentées dans cet ouvrage. On s'y reportera, ainsi qu'au document annexe 12 qui présente et analyse point par point toutes les avalanches inventoriées le 8 février 1996 grâce à un vol d'hélicoptère et au travail de terrain des *banders* (garde ruraux).

En dehors d'Arinsal, c'est la face sud du Pic de Casamanya, à Ordino, qui connut les avalanches les plus puissantes. Elles suivirent des chenaux antérieurs, qu'elles aggrandirent, mais surtout elles ouvrirent un nouveau couloir dans une forêt de pins saine et dense et, vers l'aval elles atteignirent des altitudes plus basses que d'habitude, tout en restant assez loin des zones habitées de Segudet et d'Ordino. C'est cet ensemble que nous présentons brièvement dans les pages suivantes.

Les avalanches du Casamanya (Ordino)



Avalanches du Casamanya, 08/02/1996. Vue d'ensemble. Photo. Dep. d'Indústria.

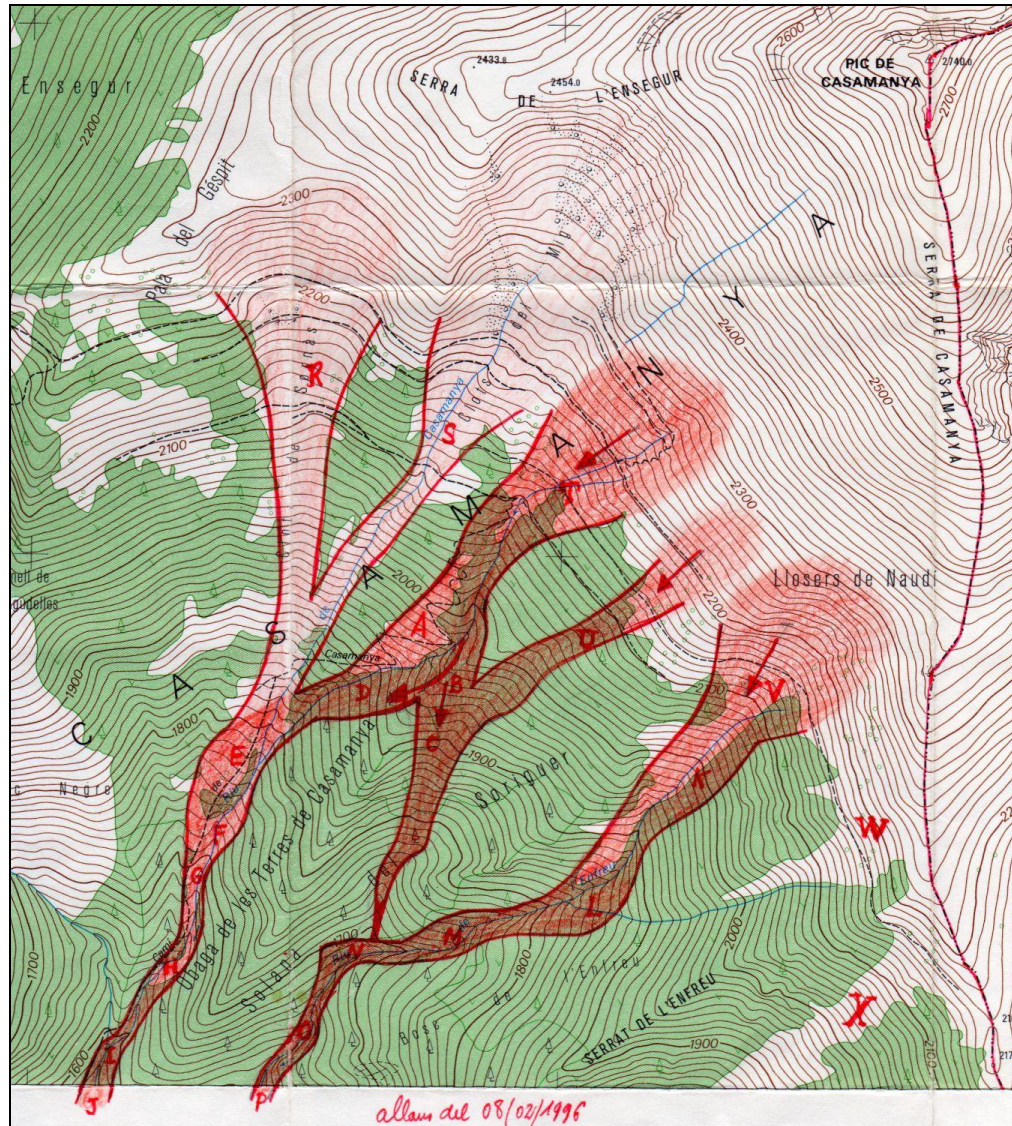
Cinq couloirs sont bien visibles. Les deux premiers, à gauche, n'ont pas fonctionné : le couloir du Clot de Sornàs (R sur la carte de la page suivante) et le couloir des Clots del Mig (S).

Les trois autres couloirs ont été actifs :

- Le couloir du Riu de Casamanya (T) a été parcouru par l'avalanche la plus puissante. Elle a difflué au niveau d'un col sur une crête secondaire (en B), au centre de la photographie. Le tracé du couloir torrentiel a amené cette avalanche de neige lourde à effectuer un méandre : elle a été déportée vers sa rive concave (en A), où elle a remonté la pente et où elle a emporté une large bande de forêt. La masse principale de l'avalanche a suivi son couloir habituel ; elle a été assez puissante pour arriver très bas, au-delà de ses limites antérieures. La masse secondaire a franchi le col et a ouvert un nouveau et large couloir sur le versant opposé (en B), couchant entièrement un pan de forêt. C'est la tache marron très visible au centre.
- Cette branche a conflué avec l'avalanche suivante (en C), qui suivait le couloir de la Solana del Soriguer (U), la moins importante des trois.
- À droite, le couloir du Riu de l'Enfreu (V) a été parcouru par une autre avalanche puissante. Elle a son départ dans les Llosers de Naudí. Dans son parcours, comme celle du Riu de Casamanya, elle a élargi son couloir et, dans chacune de ses courbures, elle a emporté de grands pans de forêt (en K et en L). Elle a également prolongé vers l'aval son couloir, laissant un grand enchevêtrement de troncs

avalants.

- Deux autres couloirs plus modestes n'ont pas été actifs. Leur extrémité apparaît sur la bordure droite de la photographie : il s'agit du couloir du Serrat de l'Enfreu (W) et du couloir du Riu de l'Astrell (X).



Ordino. Cartographie des avalanches du Casamanya, du 8 février 1996.

Carte originale de Joan Becat, 27/02/1996.

La couleur rouge souligne les couloirs fonctionnels, avec leurs limites constatées. Le rose indique la zone de départ et les couloirs antérieurs des zones d'avalanche qui n'ont pas été fonctionnelles le 8 février 1996. Les lettres reportent au commentaire et aux localisations du rapport réalisé pour les services du Département d'Industrie (voir le document annexe n° 12)..



Avalanches du Casamanya, 08/02/1996. Couloir du Riu de Casamanya. Photo. Dep. d'Indústria.

La partie amont du couloir apparaît à l'angle supérieur droit de la photographie. La difffluence et le nouveau couloir ouvert dans la forêt sont bien visibles à droite. Vers gauche, la confluence de trois couloirs, dont deux n'ont pas été fonctionnels : cet élargissement était un espace de prairies et cultures d'été, bien qu'il soit régulièrement parcouru par des avalanches. Au-delà le couloir de l'avalanche épouse le tracé sinueux et encaissé du chenal torrentiel, ce qui la freine progressivement.

**Avalanches du
Casamanya, 08/02/1996.
La difffluence du couloir
du Riu de Casamanya.**

Le point de difffluence et le début du couloir ouvert dans le versant opposé. Beaucoup d'arbres ont été simplement déracinés et couchés, d'autres emportés.





Avalanches du Casamanya, 08/02/1996. Couloir du Riu de l'Enfreu.

Photo. Dep. d'Indústria.

L'ensemble du couloir, pour une dénivelée de 900 m sur cette photographie (1.600m-2.500m). La zone de départ est un bassin de réception torrentiel à la limite supérieure de la forêt, avec des pentes couvertes de *gespa*. On distingue bien les deux bandes de forêt qui ont été emportées : la première en forme de lentille allongée (K), dans la partie supérieure, la seconde dans la grande courbure du couloir (L), au centre de la photographie.

Avalanches du Casamanya, 08/02/1996. Couloir du Riu de l'Enfreu. Photo. Dep. d'Indústria.

Une vue de détail du second secteur (L). Les pins sont couchés en position avalante pour beaucoup d'entre eux, ou emportés.



3.4.- Les réactions et les conséquences

La presse et l'opinion publique

La presse quotidienne andorrane, de Catalogne et du midi de la France, ainsi que les médias audio-visuels se firent largement l'écho de l'événement. La presse hebdomadaire et mensuelle publia des dossiers ou des numéros spéciaux, où de mêlaient le bilan et les circonstances, les témoignages photographiques et des personnes affectées, ainsi que les questions qui se posaient dans le débat public. Les titres à la une sont éloquentes : « *Arinsal, zona catastròfica per l'allau* »⁷⁵, « *Al límit de la tragèdia* »⁷⁶, ou « *L'allau d'Arinsal. Un cop de sort* »⁷⁷.

D'une manière générale il y avait, dans les articles comme dans l'opinion publique qu'ils reflétaient, le sentiment d'être passé très près d'une catastrophe encore plus grande et une grande sensibilisation au risque d'avalanche. Bien que ce risque soit constamment présent, quasi quotidien et souvent constatable, en Andorre comme dans toute région de montagne, il y avait selon les gens comme une accoutumance, un sentiment de fausse sécurité, ou une minoration du risque, voire l'ignorance, en particulier pour beaucoup de touristes ou d'acheteurs d'appartements dans les hautes vallées. La brutalité et la dimension de l'avalanche d'Arinsal provoqua comme un réveil, une prise de conscience concrète, liés aux images publiées, puis aux visites sur place de beaucoup de curieux.

Mais très vite, le choc passé, le débat public se centra sur les responsabilités, morales, politiques et pénales et sur les conséquences financières, c'est-à-dire le coût des indemnisations et de la réparation des dommages. Il y eut évidemment les polémiques sur les responsabilités administratives et politiques. Quatre jour après, le *Diari d'Andorra* titrait sur toute la une, avec une photographie impactante : « *Un informe advertia que la zona és d'alt risc d'allaus* »⁷⁸. Lorsque la presse et les propriétaires affectés cherchèrent très vite les responsables de

⁷⁵ - Trad. : Andorre, zone catastrophique à cause de l'avalanche, *Diari d'Andorra*, 11 février 1996.

⁷⁶ - Trad. : À la limite de la tragédie", supplément spécial du *Diari d'Andorra*, 18 février 1996.

⁷⁷ - Trad. : L'avalanche d'Arinsal. Un coup de chance, revue mensuelle *Actual*, La Seu d'Urgell, mars 1996.

l'imprévision d'avoir construit dans une zone à si fort risque d'avalanche, et de n'avoir pas pris les dispositions pour protéger ou détruire les immeubles affectés, toutes les autorités furent mises en cause, le Comú de La Massana, le Gouvernement et le Consell General, qui avaient pourtant fait réaliser les études et mis en place le système de surveillance qui avait sauvé la vie à tant de gens. Par contre ni les promoteurs des urbanisations, ni les responsables des contre-études ni les élus qui avaient donné les permis de construire et qui s'étaient opposés à la cartographie CLPA, tout très connus, n'ont jamais eu à répondre de leur imprévoyance téméraire. Leurs noms n'ont jamais été cités et ils n'ont jamais été mis publiquement ou juridiquement en cause.

En fin de compte les assurances et les pouvoirs publics de l'État payèrent les indemnisations et le coût énorme de la protection de la zone. Non sans débat, lui aussi à la fois précocité et durable, comme le reflète la presse : « *La catàstrofe d'Arinsal. Marc Forné diu que han de pagar les asseguradores* »⁷⁹, assure le Chef du Gouvernement cinq jours après l'événement. Cependant, comme souvent dans des événements de cette ampleur, beaucoup de cas ne sont pas réglés rapidement et il y a des laissés pour compte. Devant les difficultés à faire prendre en compte leur situation, des groupes de personnes affectées se retournèrent contre le Gouvernement, et la presse s'en fit l'écho : « *Un any després de l'allau, molts veïns no han pogut tornar a casa seva. Els afectats d'Arinsal demanen indemnitzacions al Govern* »⁸⁰,

Les travaux postérieurs

Autant pour protéger l'ensemble des immeubles déjà construits - y compris ceux qui empiétaient dans le couloir -, que pour protéger le parking et les installations et remontées dans la vallée, c'est-à-dire un des points vitaux de la station de ski que l'on ne pouvait déplacer, il fut décidé de réaliser de grands travaux de protection. Ils changèrent complètement la physionomie des lieux et leur organisation. Ils commencèrent l'année suivante et ils durèrent quatre ans, jusqu'en 2002.

⁷⁸ - Trad. : Un rapport avertissait que la zone est d'un grand risque d'avalanches, *Diari d'Andorra*, 13 février 1996.

⁷⁹ Trad. : La catastrophe d'Arinsal. Marc Forné dit que les assurances doivent payer, *Diari d'Andorra*, 14 février 1996, pages intérieures.

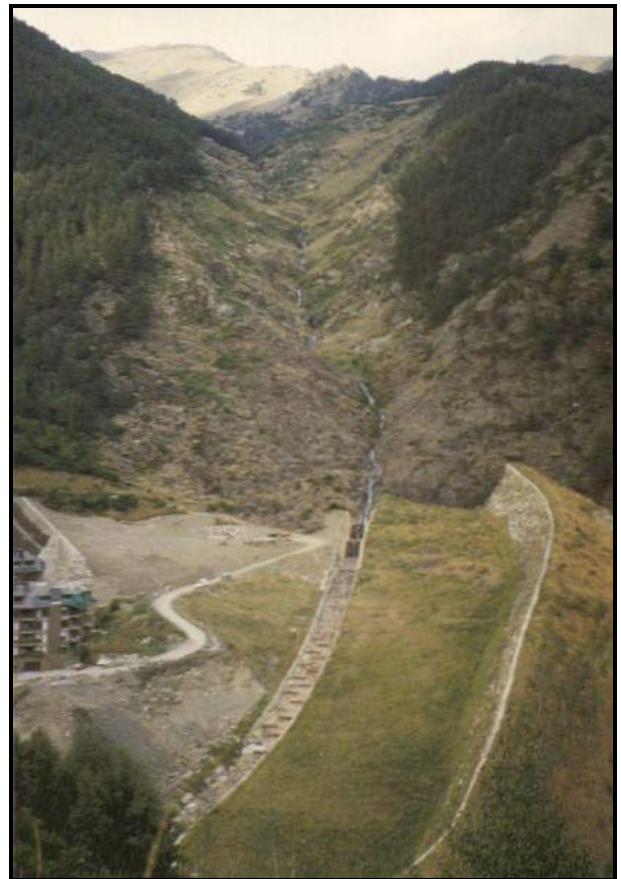
⁸⁰ - Trad. : Un an après l'avalanche, beaucoup d'habitants n'ont pu retourner chez eux. Les affectés d'Arinsal demandent des indemnisations au Gouvernement, *Diari d'Andorra*, 8 février 1997.

Dans l'axe du couloir et le long de sa limite vers l'aval, il fut construit un grand mur de contention, une digue de part en part de la vallée : elle s'appuyait sur le pied du versant au débouché du couloir et elle remontait sur le versant *obac* jusqu'aux limites atteintes par l'avalanche du 8 février. En aval, le parking et les immeubles adossés à la pente du solà ou au pied de l'obac, qui avaient été ensevelis par l'avalanche, se trouvaient à l'abri de ce mur imposant. En amont de la digue le terrain fut remodelé afin de constituer une grande zone de stockage de la neige d'une future avalanche. Le passage de la rivière ainsi que la route d'accès vers les immeubles et constructions de l'amont franchissaient la digue grâce à un tunnel.

Avalanche de Les Fonts. Les ouvrages de protection.

Photo. Joan Becat, 09/2001.

Pris sous un angle opposé, voici le même secteur que celui de la photographie de la page 220. Cinq ans après le passage de l'avalanche, le couloir est aussi net qu'au premier jour. La roche est à nu car l'avalanche du 8 février 1996 a emporté la couche végétale superficielle. La partie est du cirque de Les Fonts est visible en altitude. En bas et à gauche les immeubles affectés sont toujours là, avec à l'arrière leur digue de protection. À droite la grande digue de contention, avec son versant vers l'aval qui commence à être végétalisé. La zone d'impact a été remodelée. Le tunnel d'accès est plus en arrière, hors de la photographie.



Pour protéger les immeubles situés dans le couloir et endommagés par l'avalanche - qui furent remis en état - une plus petite digue transversale pour dévier l'avalanche vers la digue principale et la zone de stockage. Un tunnel secondaire permettait d'accéder aux immeubles construits sur une hauteur au pied du solà.

Le coût total de cette protection fut de 4,8 millions d'euros (800 millions de

pessetes) entièrement assumés par l'État. Le Gouvernement indemnisa les propriétaires qui acceptèrent un accord amiable. Pour ceux qui choisirent l'aller en justice, les tribunaux déclarèrent l'État responsable. Nous avons vu que les immeubles situés dans la zone d'avalanche n'avaient pas été détruits et que leur protection avait demandé un surcroît de dépenses publiques.

En guise de conclusion et de bilan, voici un article publié en deux parties par le *Diari d'Andorra*, d'Andorra la Vella, le 29 février et le 1er mars 1996, rédigé par l'auteur de cet ouvrage.

***Andorra pot ser modèlica en la previsió i la gestió del risc d'allaus.*⁸¹**

Andorra, i la pobra gent que hi podia deixar la vida, han tingut molta sort el propassat 8 de febrer, quan va baixar la gran i devastadora allau d'Arinsal. Hi cal veure la mà de la Providència, fent baixar primer la més modesta -encara que perillosíssima per la carretera- allau de Percanella en una zona que no tenia construccions.

També cal apreciar i agrair la decisió de les autoritats i diversos serveis d'evacuar totalment la vall per damunt del poble d'Arinsal. Els felicito car van entendre el què estava passant i van saber prendre la decisió que calia, sense pensar a les pèrdues de diners, evacuant hotels, parkings, discoteques i pisos, o a la por que podien suscitar dins la població i els turistes. No hi va haver cap mort ni ferit, només danys materials que no són res en front de les possibles pèrdues de vides humanes.

Però cal tenir consciència que, de molt poc, Andorra podia haver passat a la dramàtica història de la muntanya i dels riscos naturals com l'Estat que ostentava el trist rècord de ser el país del món -i de totes les èpoques- amb més morts provocats per una sola allau de neu. Fa fredor quan es pensa a la gent confiada que hi podia morir.

Suposo que també fa fredor als responsables polítics i administratius del país d'imaginar el que podia ser l'envestida, la "ruée" dels mitjans de comunicació d'Europa i de tot el món sobre el Principat, amb, com a cost suplementari, la mala imatge que durant moltes dècades arrossegaria el país. Un quart de segle després, encara es parla arreu de l'allau de Val d'Isère, que va ser a França l'element impulsor dels estudis oficials d'allaus i de la legislació en la matèria (construcció i urbanisme, ordenació del territori i plans d'exposició als riscos, responsabilitats, assurances, etc).

⁸¹ -Trad. : L'Andorre peut devenir un modèle pour la prévision et la gestion du risque d'avalanches.

No vul entrar en el tema de les responsabilitats ni en el debat públic i polític que ja es perfila a Andorra, entre altres coses perquè, al marge del que penso com a persona i al marge de les actuacions ciutadanes que puc tenir a casa meua en casos semblants, tinc molt clar que això és un debat que pertany als andorrans i als residents a Andorra. Si hi ha demanda de responsabilitats civils o penals, ho diran els tribunals corresponents. Si hi ha debat polític, ho diran els ciutadans, els mitjans de comunicació i els elegits, i em consta que molts d'ells són conscients i valents, com ho vaig poder comprovar en el passat.

Tampoc no vull entrar en el debat sobre la previsió de la catàstrofe, sobre el seu tamany o sobre les infraestructures i edificacions de la zona. Només vull fer constar unes quantes certituds, totes elles públiques i comprovables. Aquestes zones amenaçades per allaus eren conegudes? Doncs si, per la gent del poble, de la parròquia i per molta altra gent d'Andorra, de la mateixa manera que coneix les allaus de les Salines, de la Gavatxa, de Soldeu, d'Incles o de la Coma de Ransol.

També és cert que el conjunt de les construccions i instal·lacions principalment afectades es trobaven dins la zona vermella de la cartografia oficial. Aquests mapes i documents van passar a enquesta pública i qualsevol ciutadà o resident els podia i els pot sempre consultar. El tipus d'allau que es va produir estava previst i, tot i remarcant el seu caràcter excepcional, es diu que l'allau presenta "un perill real".

Altres estudis, privats en aquest cas -i per tant suposo no vinculants- i pel que sembla demanats per empreses constructores o immobiliàries, no parlen d'allaus de neu pols i minoren el risc i la zona possiblement afectada, vull creure que sobre bases científiques i comprovacions acurades.

Ara bé, a l'oposat i també sense valor oficial, altres treballs insistien sobre el gran perill en la zona, per exemple els del Sr Enric Pégouan o una publicació meua de l'any 1993 on, en referència al risc d'allau a les estacions d'esquí, i potser per a alliberar-me, escrivia sobre Arinsal el que tothom sabia i que havia comprovat sobre el terreny, al cortó de les Fonts com a la vall: "El corredor del Torrent Ribal és certament el més preocupant car és actualment funcional fins a baix, cada deu o vint anys. L'allau travessa regularment el riu i puja al peu del vessant oposat, és a dir sobre el conjunt de l'actual parking. A més a més, la pròxima -i ineluctable- allau trobarà sobre el seu recorregut dos immobles construïts des de l'última manifestació del risc." (Mutacions d'una economia muntanyenca; el cas d'Andorra, vol. 3, consultable a la Biblioteca Nacional d'Andorra).

Voldria sobretot insistir en els aspectes positius que pot provocar l'esdeveniment en el futur i, pel que fa al passat, sobre actuacions clarividents i valentes de diverses autoritats andorranes, que la polèmica actual pot fer descuidar, en l'afany de buscar responsabilitats.

En el mateix treball observava que l'any 1995 el conjunt del territori sotmés al risc d'allau seria cobert per una cartografia oficial CLPA, cosa remarcable si es pensa que s'ha fet en uns deu anys. Deia: "Cal insistir sobre una evidència: Andorra beneficia d'una gestió i d'un nivell d'estudis avançats, que en fan ja a hores d'ara una de les regions on el risc d'allaus és el més conegut, en via de ser el més controlat. Si les accions de protecció i els plans d'evacuació apropiats són decidits pels punts negres, si l'esforç de gestió continua i sobretot si la informació passa a prop del públic i dels professionals concernits, Andorra pot ser molt aviat una regió de muntanya modèlica per a la gestió de la neu i del risc d'allaus." (vol.4, riscos naturals). No he canviat de parer. Clar que cal decidir igualment què es fa de les construccions afectades pel risc, moltes d'elles anteriors als mapes de risc.

Però cal saber que Andorra ja té el 90% del territori amb cartografia de risc i un fitxer informàtic molt original i efectiu on entrar tots els elements sobre el tema. Ja avui dia, tant per la informació disponible com pel seu caràcter sistemàtic, Andorra es situa dins els països o regions de punta, com les millors dels Alps i més avançada que qualsevol regió pirinenca, francesa, catalana o espanyola. Amb la sensibilització que pot propiciar la catàstrofe d'Arinsal, es pot pensar que els mitjans materials vindran - que per altra banda són infinitament inferiors al cost material de l'allau del 8 de febrer- i que la legislació seguirà, com va passar a França fa uns vint anys.

Tot això es va aconseguir dins un context difícil, que en diu molt sobre la capacitat d'anticipar i sobre el sentit cívic i moral de molts responsables. Em consta que la primera iniciativa la va prendre el Comú d'Ordino, prohibint una construcció dins un dels tres corredors d'allaus de les Salines. El Conseller Major de la Parròquia, Simó Duró, ho va portar al Consell General, que el va seguir, i va ser a l'origen, els anys 1980 i 1981, de les primeres mesures sobre la interdicció de construcció en zones d'allaus i dels primers mapes de risc d'allaus, El Serrat, Pas de la Casa-Grau Roig i Vall del Madriu.

El Govern creat l'any 1981 va continuar la tasca, fins avui dia, mitjançant els Ministres d'Agricultura, Comerç, Indústria o de Serveis Públics i de Finances, segons els casos. Pels primers mapes, la consulta d'autoritats es va fer al 1982 i l'enquesta

pública al juny del 1983. Mentres tant el Conseller Josep Vidal va encarregar les cartografies de risc de la Massana, l'any 1983, entregades l'any 1985. Després de la consulta d'autoritats (1986-1987), de l'enquesta pública i de treballs complementaris, els exemplars definitius van ser aprovats al setembre del 1987 pel Conseller Lluís Molné. El mateix ministre havia encarregat nous estudis sobre la vall del Valira del Nord, sobre les valls del nord de la Parròquia de Canillo i sobre el centre d'Andorra, a les Parròquies de Canillo i d'Encamp.

L'any 1989 es va aprovar la legislació sobre la cartografia de risc d'allaus (CLPA). Després vindran els encàrrecs de mapes sobre el que quedava de territori d'Ordino, de la Massana i sobre una part d'Encamp i Escaldes-Engordany. Els resultats foren lliurats entre 1990 i 1996, sent Ministres i fent aprovat els resultats després de les enquestes públiques els Senyors Jaume Bartumeu, Modest Baró, Jaume Serra i Joan Tomàs.

Es veu que hi ha una gran constància fins a arribar a la cobertura màxima. No hi ha hagut la por de conèixer el risc, com passa a moltes contrades veïnes o més llunyanes. Ans el contrari. Els polítics preocupats i els serveis d'indústria veïen clar que només un bon coneixement del risc permetia una més bona gestió, planificació i protecció. A Andorra com als altres Estats - he citat abans França -, cal sovint una catàstrofe natural per a sensibilitzar l'opinió pública i permetre als responsables més capdavaners i a tots els altres de ser recolzats per una opinió pública que accepti les conseqüències financeres i territorials de l'acció de previsió, de protecció i de gestió dels riscos.

Si anem més enllà del necessari i oportú debat públic sobre el cas d'Arinsal, que per sort no ha estat tragèdia, crec que el moment és molt adient per a fer un pas més cap a una més gran seguretat, cap a una situació on es podrà dir que a Andorra hi ha risc, com a qualsevol altra regió d'alta muntanya, però que hi és conegut i controlat i que, per tant, s'hi pot viure i fer turisme en tota confiança. Guanyar aquesta imatge de país alhora acollidor i segur sembla un repte aconseguible en pocs anys, ja que, a Andorra mateix, les bases existeixen, materials, tècniques, polítiques i humanes.

Le risque d'avalanche en Andorre

Études 1971-1996

Bibliographie⁸²

Quelques ouvrages généraux sur l'Andorre

ADELLACH BARÓ, Bonaventura i GANYET SOLÉ, Ramon. *Valls d'Andorra. Geografia i diccionari geogràfic*. M.I. Consell General, Andorra la Vella, editorial Casal i Vall, 1977, 286p., 22cm. 1 mapa topogràfic a escala 1/50.000.

ADELLACH BARÓ, Bonaventura i GANYET SOLÉ, Ramon. *Estadístiques de les Valls d'Andorra*. M.I. Consell General, Andorra la Vella, 1977. 376p., 22cm. 1 mapa 1/50.000.

ARMENGOL, Lúdia, BATLLE, Mònica i GUAL, Ramon. *Materials per una bibliografia d'Andorra*. Institut d'Estudis Andorrans, Centre de Perpinyà, edicions Terra Nostra, Arles, 1978, 10 p., 2 cm.

BRICALL, Josep Maria, i altres. *Estructura i perspectives de l'economia andorrana*. Edicions 62, Barcelona, 1975, 503p., 21cm. *Estructura i perspectives de l'economia andorrana. Annexos documentals*. Edicions 62, Barcelona, 1975, 620p. >>> Una obra bàsica i de referència obligada, que recull materials inèdits o elaborats pels autors, i presenta el primer estudi exhaustiu i estructurat de l'economia andorrana.

TAILLEFER, François. *L'Ariège et l'Andorre, pays pyrénéens*. Edicions Privat, Tolosa, 1985, 203p., 24cm.

Neige et avalanches

AGUERRA, Jean Marie. *Les avalanches en haute Alemany (Pyrénées-Orientales). Réserves naturelles de Py et de Mantet*. Universitat de París X, Nanterre, 1985, 259p., 29,7cm. --> Maîtrise de geografia.

A.N.E.N.A. *Neige et Avalanches*. Revista de l'A.N.E.N.A, Association Nationale pour l'étude de la neige et des avalanches, Grenoble, des de 1971. --> La consultació d'aquesta revista francesa és indispensable pel que fa als estudis de la dinàmica de la neu i de les allaus, i a les obres de protecció. Veure entre altres el números: / - 4, 1973: Génie paravalanche. / - 8, 1974: Localisation du risque d'avalanches et aménagement de la montagne. / - 9, 1974: Déclanchement préventif des avalanches. / - 14, 1977: article sobre els efectes de les allaus sobre els arbres. Veure N. A. Ouroumbaev. / - 28, 1982: article sobre la dinàmica de les allaus

⁸² - Il s'agit de la bibliographie antérieure à 1996.

de neu pols. Veure P. Béghin.

ARENY, Francesc, CAMIADE, Martina i RIBA, Jaume. *Els Solans d'Arinsal. Estudi per una localització de les zones d'allaus*. Memòria del Diploma Riscs naturals i Tecnològics, Universitat de Perpinyà, 1984, 29,7cm. Mecanografiat.

BECAT, Joan (dir.). *Riscs d'allaus. Solans d'Arinsal, primer informe*. Centre d'Estudis Andorrans, Universitat de Perpinyà, 1983, 12 p., 29,7cm. Multicopiat.

BECAT, Joan (dir.). *Riscs d'allaus. Arinsal, Prats Sobirans. Primer informe*. Centre d'Estudis Andorrans, Universitat de Perpinyà, 1984, 15 p., 29,7cm. Multicopiat.

BECAT RAJAUT, Joan. "Riscs naturals a Andorra. Reconeixement, cartografia i tipologia dels riscs." *II Simposio sobre taludes y laderas inestables. Volumen de comunicaciones*. Barcelona, Edicions i Creacions Gràfiques, 1988, 101-114, 30cm.

BEGHIN, P., i BRUGNOT, G. "Contribution des résultats expérimentaux et théoriques à la dynamique des avalanches de neige poudreuse." *Neige et Avalanches*, Revue de l'ANENA, nº 28, Grenoble, 1982, 17p.

BOSCH i MARTÍ, Xavier i VILAPLANA i FERNÁNDEZ, Joan Manuel. "Evolución del manto nival y riesgo de aludes en el Pirineo Catalán." *II Simposio sobre taludes y laderas inestables. Volumen de comunicaciones*. Barcelona, Edicions i Creacions Gràfiques, 1988, 30 cm, 13-29.

BRAVARD, Yves. *Catastrophes naturelles en Savoie*. Col·lecció Trésors de la Savoie, Impremta Arc-Isère, Montmélian, 1983, 96p., 21,5cm. / --> Molt interessant relat de les principals catàstrofes naturals a Savoia, actuals i històriques, amb fotografies i comentaris dels mecanismes i dels efectes.

BRAVARD, Yves. "Les avalanches de Chamonix (Haute-Savoie, France)." *Revue de Géographie Alpine: Catastrophes naturelles récentes dans les Alpes*. Volum 78, 1-3, número especial, Grenoble, 1990, 125-143, 24cm.

CHARDON, Michel. "Quelques réflexions sur les catastrophes naturelles." *Revue de Géographie Alpine*, volum 78, 1-3, número especial: *Catastrophes naturelles récentes dans les Alpes*, Grenoble, 1990, 193-213, 24cm.

CHARLIER, Claude. "Aménagement de la haute montagne et risques d'avalanches face au développement de l'urbanisation: le Plan des Zones Exposées aux Avalanches." *Montagne et aménagement. Colloque de Chamonix (21-25 octobre 1981)*. Institut de Géographie Alpine, Grenoble, 1982, 25-30, 24cm.

CRÉCY, Louis de. "La politique de prévention des risques naturels en montagne depuis 150 ans." 108e Congrès National des Sociétés Savantes, Grenoble 1983, París, 1984.

D.D.A.F.-R.T.M.-D.D.E. Des risques naturels dans le Département des Pyrénées-Orientales. Direction Départementale de l'Agriculture et des Forêts, Perpinyà, 1988. Informe multicopiat.

DELEGATION AUX RISQUES MAJEURS. *Procerisq. Procédures et réglementations applicables aux risques technologiques et naturels*. Secrétariat d'Etat chargé de l'Environnement et de la Prévention des Risques technologiques et naturels majeurs, D.E.P.P.R. i D.R.M., París, 1989, 113p., 29,7cm.

DOCUMENTATION FRANÇAISE, LA. *Mesures de prévention. Avalanche*. Ministère de l'Environnement, Délégation aux Risques Majeurs, col·lecció Plans d'Exposition aux Risques, París, 1988, 196p., 29,5cm.

DOCUMENTATION FRANÇAISE, LA. *Les études préliminaires à la cartographie réglementaire des risques naturels majeurs*. Secrétariat d'Etat chargé de l'Environnement et de la Prévention des Risques technologiques et naturels majeurs, París, 1990, 143p., 29,7cm, 4 dossiers annexos. / --> Un treball bàsic sobre la metodologia de l'estudi dels riscs naturals i, sobretot, sobre l'evaluació de la vulnerabilitat. Però, tant en l'estudi com en els exemples, només tracta dels moviments de terrenys i de les inundacions.

D.R.M.-S.T.U. *Guide méthodologique cartographique des Plans d'exposition aux risques*. Ministère de l'Environnement, Délégation aux Risques Majeurs, i Ministère de l'Équipement et

du Logement, Service Technique de l'Urbanisme, Paris, 1985.

EVIN, Miçlèle. "Les risques naturels dans un espace montagnard: la haute Ubaye." *Revue de Géographie Alpine: Catastrophes naturelles récentes dans les Alpes*. Volum 78, 1-3, número especial, Grenoble, 1990, 175-192, 24cm.

FRITSCH, Anne, MILHOMME, Olivier i SOUTADÉ, Gérard. Risques naturels en Andorre. Riscs naturals a Andorra. Étude du secteur Canillo-El Forn. Estudi del sector Canillo-El Forn. Centre de Perpinyà de l'Institut d'Estudis Andorrans., Perpinyà, 1989, 128p., 29,7cm. Mecanografiat. 10 mapes adjunts. / --> Un estudi global dels riscs naturals, realitzat pel grup Geografia del CEA de la Universitat de Perpinyà a demanda del Comú de Canillo. Els treballs van ser matèria de tesines de llicenciatura a la Universitat de París X. La memòria és realitzada pels estudiants i el seu director.

GARRY, Gérald, i DECAILLLOT, P. "La représentation cartographique des risques naturels." *Bulletin de liaison des laboratoires des Ponts et Chaussées*, Paris, nº 150-151, 1987.

GASC, M. *Génie paravalanche, défense passive*. C.E.M.A.G.R.E.F. Nivologie, Grenoble, 1976, 110p., 2 annexos.

GUIGO, Maryse i altres. *Gestion de l'environnement et études d'impact*. Edicions Masson, col·lecció Géographie, Paris, 1991, 231p., 24cm.

LANUSSE, Marianna. "Risques et aménagements à Barèges (Hautes Pyrénées)." *Revue Géographique des Pyrénées et du Sud-Ouest*, t. 59, nº especial: *Montagnes fragiles*, Tolosa, 1988, 59-71, 24cm.

LE BAIL-VOISIN, Frédéric. Le Vall d'Incles (Principauté d'Andorre). Etude du phénomène avalancheux. Tesina de geografia física, Universitat de París X-Nanterre, 1989, 165p., 29,7cm. Multicopiat. Director G. SOUTADÉ. / --> Treball realitzat en el marc del Centre d'Estudis Andorrans de Perpinyà, presentat com a tesina.

MAÑÀ I REIXACH, Fructuós, i altres. *Accions climàtiques directes de neu. Accions sobre els edificis*. Govern d'Andorra, Conselleria de Serveis Públics i Institut de Tecnologia de la Construcció de Catalunya, Andorra la Vella, 1988, 19p., 29,5cm. 1 mapa 1/50000. / --> Recomanacions, sense obligacions, als arquitectes treballant al Principat per prendre en compte la neu en la construcció dels edificis.

MARIE, Robert. "Les risques naturels: le principe de cartographie du C.E.M.A.G.R.E.F." *Montagne et aménagement. Colloque de Chamonix (21-25 octobre 1981)*. Institut de Géographie Alpine, Grenoble, 1982, 175-177, 24cm.

MEFFRE, Jean François. *Valls d'Andorra. Projet de route en rive gauche de l'Ariège entre le Pas de la Casa et l'Hospitalet. Étude des risques d'avalanches et des possibilités de protection*. A.S.I., Anyós, 1987, 43p., annexos i 3 mapes, 29,7cm.

MEFFRE, Joan Francesc. *Coneixement de la neu: les allaus*. Societat andorrana de ciències 1985. Impremta Principat 2, Les Escaldes, 1987, 53-81, 31cm.

MEYZENC, Claude i VIVIAN, Robert. "Peut-on aménager la montagne sans connaître les contraintes du milieu naturel?" *Montagnes et montagnards. Mélanges Paul Veyret. Revue de Géographie Alpine*, Grenoble, 1980, 263-269, 24cm.

PÉGUY, C. *La neige*. Edicions Presses Universitaires de France, col·lecció Que Sais-Je?, nº 538, Paris, 1952, 130p. Reedicions.

PÉJOUAN, Henri. *Enquête sur les avalanches en France (et Andorre). Bilan sur dix années*. s.d., 52p., 29,5cm. Multicopiat / --> Balanç entre 1969-70 i 1980-81.

PÉJOUAN, Henri. *Avalanches, Département des Pyrénées-Orientales et limites de l'Ariège et de l'Andorre. Inventaire des zones d'avalanches*. Editor H. Péjouan, Toluges, 1980, 160p., 31,5cm.

PÉJOUAN, Henri. *La neige et les avalanches. Contribution à l'étude du climat montagnard, Pyrénées-Orientales, Andorre, Aude, limites de l'Ariège. Ski de randonnée*. Editor H. Péjouan, impremta Sofreix, Perpinyà, 1983, 462p., 31,5cm. --> Una obra molt completa i concreta, amb

exemples sistemàtics, de consulta necessària per aquest sector del Pirineu.

PÉJOUAN, Henri. *La neige et les avalanches. Pyrénées-Orientales, Andorre, Aude, limites de l'Ariège. Ski de randonnée. Mise à jour 86/87*. Editor H. Péjouan, impremta Enrich, Perpinyà, 1987, 138p., 30cm.

Préfecture des Pyrénées-Orientales. *Plan d'Exposition aux risques naturels prévisibles. Commune de Porté-Puymorens*. Règlement. Perpinyà, 1987, 41p. + annexos, 29,7cm., 4 mapes.

RE.S.ALP. Centre de documentació sobre la muntanya, C.N.R.S.: Laboratoire associé de la Montagne Alpine, Universitat de Grenoble.

Revue de Géographie Alpine: Catastrophes naturelles récentes dans les Alpes. Volum 78, 1-3, número especial, Grenoble, 1990, 1-283, 24cm.

Revue Géographique des Pyrénées et du Sud-Ouest, t. 58, 1, número especial: *Catastrophes*, Tolosa, 1987, 118p., 24cm.

Revue Géographique des Pyrénées et du Sud-Ouest, t. 59, 1, número especial: *Montagnes fragiles*, Tolosa, 1988, 144p., 24cm.

STEINBERG, Jean i HUSSER, Jacques. *Cartographie dynamique applicable à l'aménagement*. Edicions SEDES, París, 1988, 132p., 21,5cm.

TRONCHON, Pierre. *Risques majeurs, environnement et collectivités locales*. Edicions Berger-Levrault, París, 1991, 196p., 21cm.

VALLA, François. "Les accidents d'avalanches dans les Alpes." *Revue de Géographie Alpine: Catastrophes naturelles récentes dans les Alpes*. Volum 78, 1-3, número especial, Grenoble, 1990, 145-155, 24cm.

VIÉ LE SAGE, Renaud, Délégué aux risques majeurs. *Rapport au Président de la République*. Edita Journal Officiel de la République Française, París, 1985, 45p., 29,7cm. / --> El balanç dels quatre primers anys de la delegació als riscos majors del govern francès, amb la problemàtica dels plans d'exposició als riscos i les perspectives. Sobre aquest tema hom pot veure a Perpinyà, Direcció Departamental de l'Equipament, i Restauració dels Terrenys a Muntanya, els PER de Portè-Pimorent i de Vernet.

Brève cartographie d'Andorre

ANDORRA, Consell General. *Mapes Valls d'Andorra 1:10.000*. Treballs públics del M. I. Consell General, preparat pel gabinet Rollin-Gallot, Marsella, impremta Paul Dupont, París, 1976. 19 mapes topogràfics a escala 1/10.000, 59x97cm. --> Preparades pel gabinet Rollin-Gallot de Marsella i revisades per l'Institut Geogràfic de Suïssa, són els primers mapes a gran escala d'Andorra, molt detallats i precisos, amb una toponímia andorrana comprovada. Van ser pensats com a instruments d'ordenació del territori i per a implantar estacions d'esquí i carreteres.

ANDORRA, Consell General. *Mapa Valls d'Andorra 1:50.000*. Treballs públics del M. I. Consell General, preparat pel gabinet Rollin-Gallot, Marsella, impremta OFLIM. LLeimotges, 1977. 1 mapa topogràfic a escala 1/50.000, 59x97cm. --> També preparat pel gabinet Rollin-Gallot de Marsella, és un mapa de més bona qualitat que els mapes espanyol i francès (Fontargente) aleshores vigents. Com que hi ha conflictes de fronteres amb els dos estats veïns, el mapa andorrà no va poder beneficiar de reciprocitat i es para a la frontera, sense cap part de territori francès ni espanyol, però inclou els espais litigiosos.

ANDORRA, Govern, Conselleria de Finances, Comerç i Indústria. *Mapes CLPA* (cartografia de localització probable d'allaus): *El Serrat, Vall del Madriu, Pas de la Casa/Grau Roig, La Massana, Vall del Riu, L'Angonella/La Cortinada, Montaup/Mereig, Soldeu/El Tarter, Cortals d'Encamp, El Forn*. Departament d'Indústria, realitzades pel Centre d'Estudis Andorrans de la Universitat de Perpinyà, 1983-1990, direcció Joan Becat. 27 mapes de risc d'allaus, de geomorfologia i de boscos a 1/10.000, amb fascicles de comentaris. --> En el marc de la

legislació sobre protecció contra el risc d'allaus, els dos terços de la coberta sistemàtica d'Andorra.

ANDORRA, Govern, Conselleria de Serveis Publics. *Andorra. Mapa topogràfic 1:50.000*. Edicions del M. I. Govern, preparat per RHEA, Madrid, revisat per IGA, impremta Cayfosa, Barcelona, 1990. 1 mapa topogràfic a escala 1/50.000, 59x96cm. --> Mapa especial per a la Conselleria d'Agricultura i Patrimoni Natural, amb estacions d'esquí, refugis i senders de gran recorregut.

BECAT, Joan i GENSANE, Joan Pere. *Andorra. Repoblació i ordenació de la massa forestal. Espècies dominants*. Govern d'Andorra, Centre de Perpinyà de l'Institut d'Estudis Andorrans, 1984-1988, 19 mapes en colors 75x55cm a escala 1/10.000. --> La cobertura sistemàtica d'Andorra: boscos, matolls i landes. Concepció i direcció: Joan Becat; terreny i dibuix: Joan Becat i Joan Pere Gensane. Consultable al Govern d'Andorra, Agricultura.

FOLCH I GUILLÈN, Ramon i FARRÀS I DE BLAS, Antoni. Mapa *Vegetació de les Valls d'Andorra*. Edicions Ketres, Barcelona, 1979. Mapa a escala 1/50.000, 62x94cm., annex del llibre *El patrimoni natural d'Andorra*, Ramon FOLCH.

GAUSSEN, Henri. *Carte de la végétation de la France. 1/200.000*. Edita Service de la Carte de la Végétation, Tolosa, 73x103cm. - Feuille n° 78. *Perpignan*. 1948 (1a edició), 1972 (2ª edició) - Feuille n° 77. *Foix*. 1948 (1a edició), 1964 (2ª edició).

Le risque d'avalanche en Andorre

Études 1971-1996

Table des illustrations

8	L'Alt de la Capa (La Massana, Pal). Dessin.
17	Les principaux risques naturels recensés en Andorre en 1992. Carte.
19	Les routes, les infrastructures et les constructions menacées par les avalanches en Andorre en 1992. Carte.
20	La réalité du risque: le couloir du Bosc de les Salines (Ordino, el Serrat). Photo.
21	La réalité du risque: le lotissement des Salines (Ordino, el Serrat). Photo.
22	L'avalanche de Soldeu (Canillo). Photo.
23	La Canal del Cresp et la Pleta de les Bordes d'Arans (Ordino). Photo.
24	Les études du risque d'avalanches en Andorre. Situation en 1992. Carte.
27	Le Pas de la Casa et le Port d'Envalira en 1981 (Encamp). Photo et croquis d'interprétation.
31	L'avalanche de Soldeu (Canillo). Photo et carte de localisation.
41	Pins dans un couloir d'avalanches de printemps, à la Rabassa d'Ordino. Dessin.
42	Pins des couloirs d'avalanches, dans la Costa de Font Freda, à la Rabassa de Rialb (Ordino). Photo.
43	Tronc avalant dans le couloir principal de la zone d'avalanche de Les Tallades (Ordino, El Serrat). Photo.
44	Zone d'avalanche de Les Tallades (Ordino, El Serrat). Photo et croquis de terrain.
46	Bilan récapitulatif des études de risque d'avalanche réalisés par le CEA de Perpignan. Tableau.
47	Les cartes CLPA de risque d'avalanche. Carte.
48	Les autres cartographies de risque d'avalanche. Carte.
52	Décret sur le régime juridique de l'occupation, l'utilisation et la construction de terrains affectés par les avalanches. 08/06/1989. Texte.

- 54 Schéma d'organisation du réseau de gestion du risque d'avalanche en Andorre.
- 56 Localisation des secteurs d'étude CLPA. Carte.
- 59 Bilan des premiers secteurs entrés dans le fichier informatisé andorran des risques d'avalanche.
- 60 Fontverd i la Canal de la Colilla. Dessin.
- 61 La Pleta de la Rabassa. Rialb (Ordino). Dessin.
- 72 Coma Pedrosa et Pla de l'Estany: purges, avalanches de neige fraîche et de poudreuse (La Massana). Photo.
- 73 Coll Blanc-Pic d'Envalira: corniches (Encamp). Photo.
- 73 Clot de les Valletes-Pic d'Envalira: corniches, purges et avalanches de printemps (Encamp). Photo.
- 74 Pala de Coll Carnisser et Bosc del Barrer d'Areny: avalanches de plaques. Avalanches et forêts (La Massana). Photo et croquis d'interprétation.
- 75 Pic de l'Estanyó et Clots de la Serrera: couloirs (Ordino). Photo.
- 75 Solà de Mereig et Els Racons: purges et avalanches de neige fraîche, couloirs (Canillo). Photo.
- 76 Solà de la Farga: avalanches de printemps (Les Escaldes). Photo.
- 76 Clots de la Menara: avalanches de neige fraîche, purges, avalanches de printemps (Encamp). Photo.
- 77 Portella de Joan Antoni: coulées, avalanches de printemps (Encamp). Photo.
- 77 Costa Rodona-Canals del Maià: purges, avalanches de redoux (Canillo). Photo.
- 79 Canals Males-Obac de la Coruvilla: couloirs et formes torrentielles (La Massana). Photo.
- 80 Canal Gran: couloirs et incisions torrentielles (La Massana). Photo et croquis d'interprétation.
- 81 Canal Gran del Bony de la Pica d'Enclar: couloirs et incisions torrentielles (Andorra la Vella). Photo.
- 82 Bassins torrentiels et zones d'avalanches: avalanches del Brossós et de Les Salines (Ordino, El Serrat). Cartes.
- 82 Chenaux et cônes d'avalanches inscrits sur des cônes torrentiels à Vall del Madriu, au Solà de Fontverd (Les Escaldes). Cartes.
- 84 Abarsetar d'Arcalís: formes convexes (Ordino). Photo.
- 84 Replats et profils convexes. Croquis.
- 85 La Pesada: rochers et risque d'avalanches (La Massana, Arinsal). Photo.
- 85 La Rabassa de Rialb: versants d'auge (Ordino). Photo.
- 86 Allau del Prat del Patxeta: rochers, *gespa*, croupe convexe (Canillo, Montaup). Photo et croquis d'interprétation.
- 88 Basers et Pleta de l'Angonella: versants irréguliers (Ordino). Photo et croquis d'interprétation.
- 89 Costa Gran: hautes *solanes* (Canillo). Photo.

- 90 Clots d'Aixades: corniches, rochers, *gespa*, versants irréguliers (Canillo). Photo et croquis d'interprétation.
- 92 Canal de la Font del Condal: y a-t-il des facteurs favorables? (Canillo). Photo.
- 94 Les Tallades: ensembles torrentiels (Ordino). Photo.
- 96 La Canal del Cresp. Risque d'avalanche et urbanisation (Ordino, Arans). Photo et croquis d'interprétation.
- 97 Solà de Ràmio: avalanches de printemps (Les Escaldes). Photo.
- 98 Canal de la Pleta dels Llacs: grands couloirs composites (Canillo). Photo et croquis d'interprétation.
- 100-101 Canals de la Vall del Riu: versants d'auge du sommet de l'étage subalpin (Canillo). Photo et croquis d'interprétation.
- 103 Pic de Coma Pedrosa et Canal de l'Alt: couloirs. Risque d'avalanche et ski de randonnée (La Massana, Arinsal). Photo et croquis d'interprétation.
- 104 Pala Mala et Alt de Montaup: avalanches de neige fraîche, plaques et corniches (Canillo). Photo et croquis d'interprétation.
- 105 Le Pic de Font Blanca et la Canal Carnissera (Ordino, Rialb). Dessin.
- 106 Obac de Sispony: versant nord (La Massana). Photo et croquis d'interprétation.
- 107 Clot del Gel et Clot de la Coma de la Sella: cirques en versant nord (La Massana, Sispony). Photo et croquis d'interprétation.
- 108 Riu de Cabana Sorda et Escobar d'Incles: versants irréguliers, *gespa*, landes (Canillo). Photo.
- 109 L'Armiana: circulation et urbanisation (Canillo). Photo.
- 111 Les Estanys Forcats et le Forat dels Malhivern: cirques glaciaires (La Massana, Arinsal). Photo et croquis d'interprétation.
- 113 Les Fonts: cirques de l'étage alpin en exposition sud (Canillo). Photo et croquis d'interprétation.
- 114 Montmantell: cirques de l'étage alpin en exposition sud (La Massana, Arinsal). Photo.
- 115 Clots de la Raconada de la Maiana: cirques glaciaires (Les Escaldes). Photo.
- 117 Aiguarebre: *pales de gespa* (Ordino, Llorts). Photo et croquis d'interprétation.
- 118 Gèspit a la Coma del Forat (Ordino). Croquis de terrain.
- 119 Obacs de l'Angonella: hauts versants homogènes en exposition nord (Ordino). Photo et croquis d'interprétation.
- 120 Basers del Prat del Quart et Clots de la Llosa: hauts versants nord composites (Canillo). Photo.
- 121 Obac de Coma Pedrosa et Portella de Sanfons: grands versants nord complexes. Risque d'avalanche et ski de randonnée (La Massana). Photo et croquis d'interprétation.
- 122 Alta Vall del Madriu (Les Escaldes). Dessin.
- 123 Les Planes: versants irréguliers (Ordino). Photo.
- 123 Le Bosc del Castellar, à la base du versant de les Planes (Ordino). Photo.

- 125 Envalira et Costa de les Grandalles: effets du vent, déflation et corniches (Canillo-Encamp). Photo.
- 127 Solà de l'Aldosa: *solans* subalpins (Canillo). Photo.
- 128 Solà dels Plans : avalanche du 8 février 1996 (Canillo). Photo.
- 129 Obac de la Cortinada. *Vedat* et protection (Ordino). Photo et croquis d'interprétation.
- 130 Obac de la Cortinada (Ordino). Carte et croquis d'interprétation.
- 132 Station de ski du Pas de la Casa-Grau Roig en 1993. Extension du domaine skiable. Carte.
- 133 Le Pas de la Casa et sa station en 1990. Photo.
- 133 Grau Roig. L'extension du domaine skiable. Photo.
- 134 Station de ski du Pas de la Casa-Grau Roig en 1993. Le risque d'avalanches. Carte
- 135 Pas de la Casa-Grau Roig. Domaine skiable et risque d'avalanches (Encamp). Photo et croquis d'interprétation.
- 136 L'Allau de la Gavatxa. Travaux de protection (Encamp, Pas de la Casa). Photo.
- 139 Station de ski de Soldeu-El Tarter en 1993. Extension du domaine skiable (Canillo). Carte.
- 140 La station de Soldeu en 1980 (Canillo). Photo.
- 140 Station de Soldeu-El Tarter: Els Espiolets (Canillo). Photo.
- 142 Station de ski de Soldeu-El Tarter en 1993 en 1993. Le risque d'avalanches (Canillo). Carte
- 143 Soldeu-El Tarter. Le risque d'avalanches dans le secteur dels Espiolets (Canillo). Photo et croquis d'interprétation.
- 145 Station de ski d'Arinsal en 1993. Extension du domaine skiable (La Massana). Carte.
- 146 Arinsal : ensemble du domaine skiable (La Massana). Photo.
- 147 Arinsal: la nouvelle route et les extensions du Galliner (La Massana). Photo.
- 149 Station de ski d'Arinsal en 1993. Le risque d'avalanches (La Massana). Carte
- 152 Station de ski du Bosc de Pal en 1993. Extension du domaine skiable (La Massana). Carte.
- 153 Bosc de Pal: les premiers travaux (La Massana). Photo.
- 155 Bosc de Pal; les secteurs ouest (La Massana). Photo.
- 156 Station de ski du Bosc de Pal en 1993. Le risque d'avalanches (La Massana). Carte
- 158 Station de ski d'Ordino-Arcalís en 1993. Extension du domaine skiable. Carte.
- 159 Le site d'Arcalís avant la station (Ordino). Photo.
- 160 Ordino-Arcalís: Le secteur d'Arcalís en 1990. Photo.
- 161 Ordino-Arcalís. Le secteur de la Coma del Forat en 1990. Photo.
- 163 Station de ski d'Ordino-Arcalís en 1993. Le risque d'avalanches. Carte

- 165 Station de ski d'Ordino-Arcalís: avant-projet et risques d'avalanches. Carte.
- 166 Le risque d'avalanches dans le domaine skiable. Tableau.
- 167 Le risque d'avalanches dans la station et dans ses environs. Tableau.
- 168 Percanela. Dessin.
- 169 Arinsal : la Burna et la Borda dels Prats Nous (La Massana). Photo.
- 178 Canillo. La Vall del Riu (carte CLPA nº 02)
- 181 Canillo. Montaup-Mereig (carte CLPA nº 01)
- 184 La Massana. Coma Pedrosa (carte CLPA nº 25)
- 188 Ordino. L'Angonella-La Cortinada (cartes CLPA nº 21 et 22)
- 191 Ordino. El Serrat (carte CLPA nº 20)
- 194 Les Escaldes. La Vall del Madriu (carte CLPA nº 28)
- 196 La Massana. Sispony (carte CLPA nº 27)
- 203 La Massana. Arinsal (carte CLPA nº 24)
- 205 Solans d'Arinsal. Le risque d'avalanches (La Massana). Photo et croquis d'interprétation.
- 206 Arinsal. Le cirque de Les Fonts et l'aspect d'une forêt dans une zone d'avalanches de plaques ou d'avalanches de printemps. Photo.
- 207 Arinsal. Zone d'étalement de l'avalanche du Torrent Ribal. Photo.
- 208 Arinsal. Le Riu del Cubil et El Galliner. Photo et croquis d'interprétation.
- 210 Profil de neige, Les Fonts, 10/02/1996. Fiche.
- 212 Vue générale de la paroisse de La Massana. Photo.
- 213 Les avalanches des Solans d'Arinsal, 08/02/1996. Photo.
- 214 Arinsal. Cartographie des avalanches du 8 février 1996. Carte.
- 215 La zone d'impact principal dans la vallée des avalanches des Solans d'Arinsal, 08/02/1996. Photo.
- 216 Avalanche de Percanela, 08/02/1996. Zone de départ. Photo.
- 217 Avalanche de Percanela, 08/02/1996. Le couloir d'amont. Photo.
- 217 Avalanche de Percanela, 08/02/1996. L'ensemble du couloir. Photo.
- 218 Avalanche de Les Fonts, 08/02/1996. Le cirque de départ. Photo.
- 218 Avalanche de Les Fonts, 08/02/1996. Le début du couloir du Torrent Ribal. Photo.
- 219 Avalanche de Les Fonts, 08/02/1996. Le couloir et son débouché. Photo.
- 220 Avalanche de Les Fonts, 08/02/1996. Prats Sobirans, les immeubles du litige. Photo.
- 221 Avalanche de Les Fonts, 08/02/1996. La zone d'impact principal. Photo.
- 221 Avalanche de Les Fonts, 08/02/1996. Les immeubles du fond de vallée. Photo.
- 222 Avalanche de Les Fonts, 08/02/1996. L'immeuble au pied de l'obac. Photo.
- 222 Avalanche de Les Fonts, 08/02/1996. Le pub-restaurant, le parking et les

- installations d'Arinsal, après l'avalanche. Photo.
- 223 Arinsal, 08/02/1996. Photo.
- 223 Mas de Ribafeta, 08/02/1996. Photo.
- 225 Avalanches du Casamanya, 08/02/1996. Vue d'ensemble. Photo.
- 226 Ordino. Cartographie des avalanches du Casamanya, du 8 février 1996. Carte.
- 227 Avalanches du Casamanya, 08/02/1996. Couloir du Riu de Casamanya. Photo.
- 227 Avalanches du Casamanya, 08/02/1996. La diffluence du couloir du Riu de Casamanya. Photo.
- 228 Avalanches du Casamanya, 08/02/1996. Couloir du Riu de l'Enfreu. Photo.
- 231 Avalanche de Les Fonts. Les ouvrages de protection. Photo.

RECERC - Ouvrages de référence - 2013 - Collection Andorre n°6

Le risque d'avalanche en Andorre Études 1971-1996

Documents annexes : Les études d'avalanches (volumes séparés)

- Document annexe 1 - **EL SERRAT. Localització de zones amb risc d'allaus.** 1983, 23 pages.
- Document annexe 2 - **PAS DE LA CASA - GRAU ROIG. Localització de zones amb risc d'allaus.** 1983, 23 pages.
- Document annexe 3 - **VALL DEL MADRIU. Localització de zones amb risc d'allaus.** 1983, 26 pages.
- Document annexe 4 - **LA MASSANA. Localització de zones amb risc d'allaus.** 1987, 73 pages.
- Document annexe 5 - **SOBRE ELS CAMPS DE LA CORTINADA - L'ANGONELLA. Localització de zones amb risc d'allaus.** 1989, 79 pages.
- Document annexe 6 - **VALL DEL RIU. Localització de zones amb risc d'allaus.** 1990, 57 pages.
- Document annexe 7 - **MONTAUP - MEREIG. Localització de zones amb risc d'allaus.** 1990, 65 pages.
- Document annexe 8 - **CORTALS D'ENCAMP - LES DEVESES. Localització de zones amb risc d'allaus.** 1992, 43 pages.
- Document annexe 9 - **REP - EL FORN - ENCAMPADANA. Localització de zones amb risc d'allaus.** 1992, 45 pages.
- Document annexe 10 - **SOLDEU - EL TARTER. Localització de zones amb risc d'allaus.** 1992, 44 pages.
- Document annexe 11 - **COMA DE RANSOL. Localització de zones amb risc d'allaus.** 1994, 59 pages.
- Document annexe 12 - **Andorra. Allaus del 8 de febrer del 1996. Elements d'informe.** 1996, // pages.

RECERC - Ouvrages de référence - 2014 - Collection Andorre n°6

Table des matières

Joan Becat

Le risque d'avalanche en Andorre Études 1971-1996

Page Chapitre

4	Bref sommaire
5	Résumés en français, catalan, anglais
8	Première partie - Le risque d'avalanche en Andorre
9	1.1.- La prise de conscience du risque en Andorre
	Les initiatives administratives
	Quel était le débat autour de la notion de risque naturel ?
	Risque naturel et aléa
	L'évaluation du risque
16	1.2.- Les risques naturels en Andorre
	Les études sur les risques naturels
	La réalité du risque d'avalanche
23	1.3.- Les études du risque d'avalanche en Andorre
	Les premières études
	- L'avalanche du Pas de la Casa
	- L'avalanche de Soldeu
32	Le Centre d'Etudes Andorranes de l'Université de Perpignan
	- Les demandes et les objectifs.
	- La méthodologie
	Le souci de l'adaptation à la situation andorrane
	Les moyens utilisés
	Les observations de terrain
45	Les cartes de risque d'avalanche
	Les autres études
49	1.4.- Vers une gestion de la neige et du risque d'avalanche
	Les premiers objectifs et la levée des obstacles
	Le cadre légal
	Un système informatique pour gérer la neige et les avalanches
	L'inventaire et le fichier des zones et des départs d'avalanches
	Le premier bilan et les perspectives

61 Deuxième partie - Les types d'avalanches et les situations de risque en Andorre

- 62 2.1.- Les types d'avalanche et les facteurs favorables en Andorre
- La neige et l'évolution du manteau neigeux.
 - Qu'est-ce qu'une avalanche?
- 68 Les types d'avalanches et de zones avalancheuses
- 78 Les facteurs favorables en Andorre
- Les facteurs dûs au relief et aux modelés.
 - Les facteurs dûs à la végétation et à l'action anthropique.
- 93 Les types de situations en Andorre
- Les incisions et les ensembles torrentiels de l'étage subalpin.
 - Les ensembles torrentiels avec bassin de réception dans l'étage supraforestier.
 - Les grands couloirs composites.
 - Les versants d'auge de l'étage subalpin supérieur.
 - Les hauts versants rocheux ou ravinés, avec de grands couloirs d'avalanches.
 - Les petits cirques glaciaires de l'étage subalpin.
 - Les *solans* composites des étages subalpin et alpin.
 - Les cirques de l'étage alpin en exposition nord.
 - Les cirques de l'étage alpin en exposition sud.
 - Les cirques ouverts ou peu excavés.
 - Les *pales de gespa* et les versants supraglaciaires.
 - Les hauts versants homogènes en exposition nord.
 - Les grands versants nord composites.
 - Les grandes *solanes* de l'étage alpin.
 - Les *plans*, les crêtes douces et leur pourtour.
- 126 2.2.- Exemples de situations de risque en Andorre
- Forêts et risque d'avalanche
- 131 Ski et risque d'avalanche
- Station du Pas de la Casa-Grau Roig
 - Station de Soldeu-el Tarter
 - Station d'Arinsal
 - Station du Bosc de Pal
 - Station d'Ordino-Arcalís
- Bordes et risque d'avalanche
- 170 2.3.- La cartographie CLPA d'Andorre, 1981-1994
- La cartographie CLPA réalisée en Andorre
- Avalanches et zones d'avalanches
 - Comment lire la cartographie CLPA d'Andorre ?
 - Le bilan
 - Un bilan très positif
 - L'affaire des Salines

	Le cas d'Arinsal
175	Exemples de secteurs CLPA <ul style="list-style-type: none"> - La Vall del Riu - Montaup-Mareig - Coma Pedrosa - L'Angonella-La Cortinada - El Serrat - La Vall del Madriu - Sispony
199	Troisième partie - L'épisode avalancheux du 8 février 1996
	3.1.- La situation antérieure à Arinsal <ul style="list-style-type: none"> La carte CLPA d'Arinsal L'évidence du risque et le débat de 1987
209	3.2.- La situation dramatique d'Arinsal le 8 février 1996 <ul style="list-style-type: none"> Les circonstances et les avalanches Le Solà d'Arinsal et la vallée après les avalanches L'avalanche de Percanela et du Torrent de Ribassols L'avalanche de Les Fonts et du Torrent Ribal La zone d'impact principal : les urbanisations et le parking de la station Arinsal et le Mas de Ribafeta
224	3.3.- Les autres secteurs affectés le 8 février 1996 en Andorre <ul style="list-style-type: none"> Les autres secteurs affectés Les avalanches du Casamanya (Ordino)
229	3.4.- Les réactions et les conséquences <ul style="list-style-type: none"> La presse et l'opinion publique Les travaux postérieurs
236	Bibliographie
241	Table des illustrations
247	Documents annexes - Les études d'avalanches (volumes séparés) <ul style="list-style-type: none"> Annexe 1 - <i>El Serrat</i>. 1983, 23 p.. Annexe 2 - <i>Pas de la Casa - Grau Roig</i>. 1983, 23 p. Annexe 3 - <i>Vall del Madriu</i>. 1983, 26 p. Annexe 4 - <i>La Massana</i>. 1987, 73 p. Annexe 5 - <i>Sobre els Camps de la Cortinada - L'Angonella</i>. 1989, 79 p. Annexe 6 - <i>Vall del Riu</i>. 1990, 57 p. Annexe 7 - <i>Montaup - Mereig</i>. 1990, 65 p. Annexe 8 - <i>Cortals d'Encamp - Les Deveses</i>. 1992, 43 p. Annexe 9 - <i>Rep - El Forn - Encampadana</i>. 1992, 45 p.

Annexe 10 - *Soldeu -El Tarter*. 1992, 44 p.

Annexe 11 - *Coma de Ransol*. 1994, 59 p.

Annexe 12 - *Andorra. Allaus del 8 de febrer del 1996*.

Elements d'informe. 1996, 143 p.

248 **Table des matières**