



Les Cahiers d'Outre-Mer

Revue de géographie de Bordeaux

239 | Juillet-Septembre 2007

Les piémonts argentins semi-arides

Le Rio Atuel, un exemple d'aménagement en milieu naturel subaride (Andes de Mendoza, Argentine)

Jean-Noël Salomon



Édition électronique

URL : <http://journals.openedition.org/com/2439>

DOI : 10.4000/com.2439

ISSN : 1961-8603

Éditeur

Presses universitaires de Bordeaux

Édition imprimée

Date de publication : 1 juillet 2007

Pagination : 301-318

ISBN : 978-2-86781-424-2

ISSN : 0373-5834

Référence électronique

Jean-Noël Salomon, « Le Rio Atuel, un exemple d'aménagement en milieu naturel subaride (Andes de Mendoza, Argentine) », *Les Cahiers d'Outre-Mer* [En ligne], 239 | Juillet-Septembre 2007, mis en ligne le 01 juillet 2010, consulté le 07 mai 2019. URL : <http://journals.openedition.org/com/2439> ; DOI : 10.4000/com.2439



Le Rio Atuel, un exemple d'aménagement en milieu naturel subaride (Andes de Mendoza, Argentine)

Jean-Noël SALOMON ¹

Le río Atuel est une rivière tributaire du río Desaguadero, importante rivière collectrice de l'Ouest de l'Argentine. Jusqu'au Limay Mahuida (dans la province de La Pampa), son cours total développe une longueur de 600 km. La particularité de cette rivière est que son bassin versant peut être subdivisé en quatre secteurs tous profondément originaux et mis en valeur de façon très différente. L'eau apparaît à la fois comme un facteur de richesse mais aussi comme un élément risquant de poser de nombreux problèmes aux hommes soit par mauvais usage, soit par pénurie. Notre propos est de montrer la profonde originalité de ces différents aspects aux travers des différents aménagements qui jalonnent son parcours.

I – La haute vallée andine

Elle se trouve enclavée en pleine Cordillère, au sud-ouest de Mendoza. En effet le rio Atuel naît dans les Andes au Paso de Las Leñas, vers 4 130 m, au pied du volcan Overo (4 750 m). Celui-ci n'est qu'un des éléments d'une énorme caldera, celle de l'Atuel (30 km x 45 km) d'âge holocène et culminant à 5 189 m au Sosneado. Au centre de cette dernière on peut observer 15 dômes dacitiques et 25 petits strato-volcans (basalte-andésite et andésite) ainsi que des cônes de cendres (*cinder cones*). L'Overo (4 619 m) se situe sur le côté nord-est de la caldera et le Sosneado sur la partie sud-est. Le complexe de l'Overo comprend une vingtaine de centres émissifs et les coulées du Sosneado couvrent environ 200 km².

1. Professeur de Géographie, L.G.P.A. et UMR ADES (Dymset), Université Michel de Montaigne-Bordeaux 3 ; jnsalomon@yahoo.com

Le haut bassin du rio Atuel draine la caldera. Le rio est l'émissaire du lac de même nom, formé par un barrage morainique derrière lequel s'accumulent les eaux issues de la fonte des glaciers. Il s'agit de la moraine frontale de la dernière glaciation andine (eq. « *Horcones* » du rio Mendoza ; Salomon, 1969). L'Atuel franchit la moraine par une petite gorge en trait de scie et se dirige aussitôt vers le sud en parcourant une trentaine de kilomètres jusqu'au lieu dit Baños del Sosneado (thermes).

Puis l'Atuel tourne vers le sud-est en laissant sur son flanc nord le volcan Sosneado et poursuit son cours sur une soixantaine de kilomètres pour déboucher sur le piémont vers 1 630 m. Près de Malarguë, il reçoit le rio Salado, son principal affluent, avant de parcourir le piémont et d'arriver au Nihuil. Son cours andin concerne moins d'une cinquantaine de kilomètres, mais son bassin versant est très étendu.

Du point de vue géomorphologique, la vallée amont de l'Atuel est une vallée typiquement glaciaire (cirques, moraines) dont il ne reste aujourd'hui que quelques traces de glaciers, mais dont les moraines abandonnées attestent d'une progression ancienne pratiquement jusqu'au piémont. Elle est également fortement marquée par le volcanisme (coulées de lave basaltique, scories formant autant de barrages en arrière desquels les eaux forment de petits lacs qui gèlent en hiver). Certains (Laguna del Atuel, L. del Sosneado) ont donné lieu à des dépôts lacustres. Cependant le fond de la vallée est essentiellement marqué par la redistribution alluviale (anastomoses) des débris morainiques et fluvio-glaciaires laquelle s'étend en largeur jusqu'à plus d'un kilomètre. On y observe également de petites dunes (sables et scories) prises entre les monticules morainiques et des formes karstiques (présence de gypse et de calcaires). Parmi celles-ci, la Cueva del Indio (3 km avant l'hôtel des Thermes) a été habitée par les indigènes entre 300 AC et quelque temps Post JC (Lagliglia, 1977) comme en attestent les traces de maïs, Calebasse, haricot et quinoa². Sur les versants dominant d'immenses cônes d'éboulis et les coulées de solifluxion (en masse ou en lanières). Au-dessus de 4 000 m les pergélisols sont présents de même que les champs de pénitents (Overo, Blanco, Leñas).

À partir de 2 300 m la vallée en auge s'élargit considérablement. Entre 2 100 et 2 000 m, se trouve un grand complexe fluvio-glaciaire correspondant à la présence de la moraine la plus ancienne visible (drumlins, amphithéâtre morainique et lagune del Sosneado) et s'étendant sur environ 5 km jusqu'à l'arroyo Malo. Puis une grande plaine alluviale met fin à la vallée supérieure qui vers le piémont se prolonge par un vaste cône de déjection.

2. Le quinoa est une céréale typique des hauts plateaux andins. Elle était très cultivée par les Incas et par tous les cultivateurs andins en général.

La rigueur du climat (-30°C en minimum absolu) est en grande partie liée à l'altitude si bien que seule une végétation rase herbacée de fétuques, la *jarilla* (*Senecio gilliesi*, *Adesmia obovata*, *Malesherbia mendocina*) se développe, du moins en dessous de 3 500 m car au-dessus toute végétation disparaît. Les rares ranchos sont faits de pisé et d'enclos de *jarilla*. Ils sont souvent accompagnés de tamaris (jusqu'à 8 m de haut). La faune est constituée pour l'essentiel de *tinamous*, de nandous (oiseaux sud-américains), de hérons cendrés, de rapaces, de vautours, et de couleuvres.

L'altitude ne permet aucune activité agricole mais la vallée comprise entre 1 800 et 2 250 m sert d'estive (« *rial* ») pour de nombreux troupeaux de chèvres (vêlage des cabris), moutons, chevaux et bovins. Dans ce segment de vallée les gardiens (*puesteros*) ont ainsi édifié des abris sommaires (orientés pour résister au vent et au froid) pour suivre leur troupeaux. La contrebande avec le Chili a longtemps existé, les troupeaux étant acheminés par la vallée de l'arroyo Las Lagrimas, un affluent de l'Atuel (Photo 1).

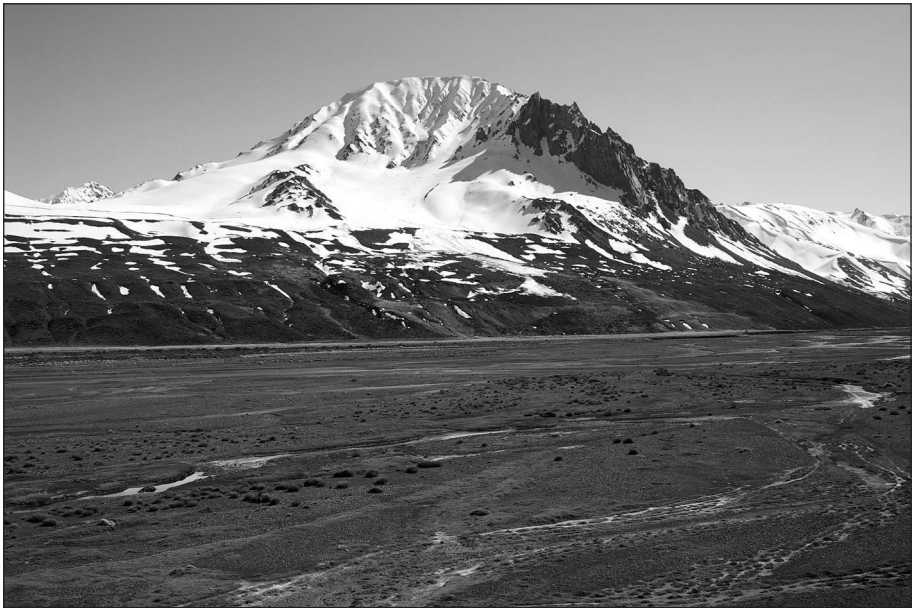


Photo 1. – La haute vallée glaciaire de l'Atuel : l'ampleur est remarquable (plusieurs kilomètres) et le haut sommet culmine à 5 000 m.

Autrefois les mines ont fourni une certaine activité : sel, argent, étain, et ... pétrole (gisement « El Buitre »). Le soufre a longtemps été exploité par la *Sociedad Mineria Argentina* (SOMINAR), à ciel ouvert, et ce jusqu'à 4 200 m au pied du volcan Overo (4 800 m). Recueilli de décembre à mars,

il était descendu par mules et employait, dans des conditions épouvantables (froid, altitude), des centaines de mineurs. La mine est aujourd'hui abandonnée. De même une carrière (carbonate de chaux) a été délaissée (terrils).

L'avenir concerne surtout le tourisme récréatif (ascensions, randonnées, pêche) et écologique (faune aviaire) car le développement des loisirs est réel en Argentine et la beauté grandiose des paysages un atout certain.

À 2 750 m, l'Hôtel des Thermes d'El Sosneado fut un hôtel de luxe, inauguré en 1938, né de la volonté d'un Landais obstiné, Capdeville, et pour lequel on traça une piste (route provinciale n° 220). Fondé sur l'utilisation de sources hydrothermales radioactives et sulfureuses, l'hôtel réunissait régulièrement des personnages fortunés venant passer quelque temps en cure. Bénéficiant de la construction du chemin de fer San Rafaël - Malarguë, l'hôtel a fonctionné jusqu'en 1953, mais il souffrait de ses difficultés d'accès et de l'altitude (vers 2 180 m) induisant des conditions climatiques sévères. Il est aujourd'hui abandonné après avoir été pillé (Photo 2).



Photo 2. – Piscine attenante à l'hôtel des Thermes, toujours alimentée en eaux sulfureuses.

C'est dans ces parages qu'est advenu le 13 juin 1930 l'accident de l'aviateur Guillaumet, lequel après une marche épuisante finit par être sauvé. « Terre des Hommes » de Saint-Exupéry a immortalisé l'aventure.

On retiendra que l'intérêt principal de cette haute vallée réside dans son rôle de collecteur des eaux d'un immense bassin versant, relativement bien alimenté (P = de 500 à 1 000 mm, sous forme de neige). Ces eaux se révèlent extrêmement précieuses pour l'aménagement du piémont extra andin.

II – La vallée piémontaise ou dépression de Los Huarpes

Comme les autres rios de la province de Mendoza, l'Atuel a un régime essentiellement nivo-glaciaire : ses crues sont causées par la fonte des neiges andines d'octobre à décembre. À la station hydrologique de la Angostura (sur 90 ans) le débit moyen annuel est de 34,7 m³/s, ce qui n'est pas du tout négligeable d'autant que son cours inférieur, situé en zone aride ou semi-aride, est largement utilisé pour l'irrigation. Il existe une grande variabilité des débits annuels (fig. 1). La période de hautes eaux (jusqu'à 90 m³/s) se situe en été austral (novembre à mars) et l'étiage en juillet-août-septembre (< 10 m³/s).

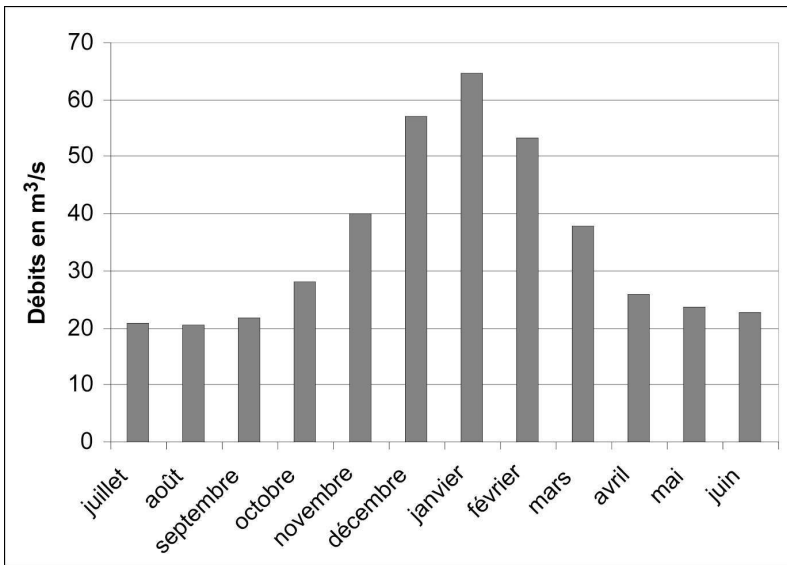


Figure 1. – Débits moyens mensuels du rio Atuel à la station La Angostura (en m³/s ; période de 1906-1991). Le débit moyen annuel est de 90,88 m³/s.

(Source : DGI, division hydrologie).

Au débouché sur le piémont, la pente du lit de l'Atuel diminue fortement (elle passe à 1,2 %) si bien que le rio étale ses eaux, lesquelles sont disponibles pour l'irrigation. Puis il s'oriente vers le sud-est, et ce jusqu'à la zone de Los Juntos où il conflue avec les eaux du « collecteur » Salado-Chadileuvú sur

un front d'environ 300 km, au travers d'une quantité de bras et de canaux moins importants. Au passage il alimente en partie la réserve faunistique de Llancanelo (nombreux oiseaux), puis après Los Juntos, il se subdivise en bras et infléchit son cours d'abord vers l'Est, puis vers le Nord (La Angostura) jusqu'au Nihuil. Au total son bassin versant atteint environ 13 000 km² (fig. 2).

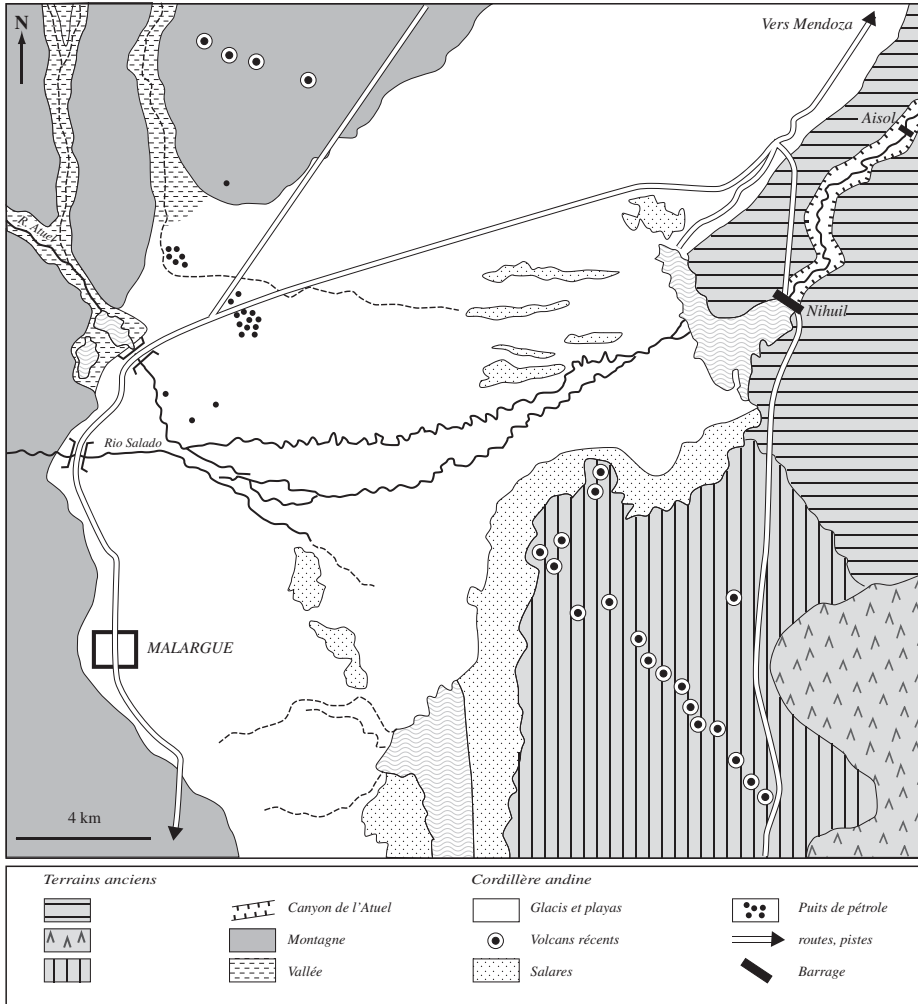


Figure 2. – Le piémont de l'Atuel au débouché des Andes jusqu'à l'entrée du canyon (Nihuil).

C'est sur ce piémont, au débouché des grandes vallées fluvioglacières, que se situent les premières traces de colonisation de la région par l'homme. Là se trouvent les meilleures terres d'élevage et de bons pâturages (sols plus

sableux et organiques) et l'eau autorise quelques cultures irriguées. Dès 1824 des habitants venus de Mendoza, s'y installèrent, mais c'est au début du XX^e siècle que les progrès de l'hydraulique ont permis (surtout à partir des années 1920) l'essor des périmètres irrigués soulignés par l'omniprésence de saules. Dès 1924, sont construits les canaux Matriz Perrone (localité de Las Malvinas), puis de Matriz Izal.

Les implantations humaines sont restées très modestes ne regroupant que quelques milliers d'habitants, essentiellement dans de petits villages comme La Juntas (350 habitants). Pourtant, cette région a déjà connu une certaine prospérité au début du XX^e siècle avec la présence de grandes *estancias* comme celle de Capdeville³. Ce Français d'origine achète en 1910 une immense propriété de 330 000 ha dans le département de San Rafaël qu'il baptise « El Sosneado ». Il y consacre 1 600 ha à des cultures diverses, 10 ha à des vergers et des cultures maraîchères mais surtout développe des élevages ovin et caprin (plus de 8 000 têtes) et d'animaux de trait. Son domaine employait des centaines de *peones*. De nos jours ceci a périclité, concurrencé par d'autres régions, mais l'élevage caprin garde une bonne réputation.

À partir des années 1970, la confirmation de traces d'hydrocarbures dans la dépression de Los Huarpes (le gisement « Los Buitres » avait déjà été repéré par Capdeville !) et sur le piémont proprement dit (Photo 3) aboutit à une véritable ruée générée par les emplois offerts par la mise en valeur. La proche localité de Malargüe a vu sa population multipliée : elle a atteint 25 000 habitants en 2006.

Il faut noter sur ce piémont la présence du Centre d'Observation des Rayons Cosmiques Pierre Auger qui est régulièrement fréquenté par 250 scientifiques internationaux de 20 pays différents. Six cents cuves et 2 télescopes de fluorescence (de 6 détecteurs chacun) sont déjà installés. La pureté de l'atmosphère en cette région des Andes explique la présence de cet observatoire de rayons cosmiques de très haute énergie. Cet apport économique est très important pour la région car ce personnel dispose d'un pouvoir d'achat élevé.

3. Alphonse Capdeville, né le 6 octobre 1854 à Classun (Landes) est une figure exceptionnelle. Il émigre à 23 ans en Argentine où son talent et son esprit d'initiative font merveille. Dès 1882 il gère 30 000 ha (élevage de bovins) ; il amène la première voiture (une Panhard Levassor) à El Sosneado et participe à l'arrivée du chemin de fer au pied des Andes. En 1910 il s'est constitué une immense *estancia* de 330 000 ha. Il est le premier à envisager l'équipement hydraulique du rio Atuel et fait venir pour cela des turbines d'Allemagne. Il meurt le 26 janvier 1920 en laissant une empreinte indélébile sur toute cette région des Andes.



**Photo 3. – Un aspect original du piémont aux horizons plans :
un salar situé dans un point bas.**

III – Le canyon de l'Atuel dans le bloc de San Rafaël

À partir du Nihuil, l'Atuel est confronté à la traversée du bloc de San Rafaël, illustré par la Sierra Pintada. Les assises de ce bloc sont constituées de roches précambriennes ultérieurement recouvertes par des sédiments dévoniens, carbonifères et permien (de 400 à 250 Ma) auxquels il faut ajouter des apports effusifs volcaniques (basaltes) triasiques et quaternaires. Il traverse l'ensemble en gorges épigéniques (Photo 4a) avec un dénivelé de 580 m sur 45 km ! Cette situation exceptionnelle (déjà pressentie et projetée par Capdeville qui avait, en son temps, fait venir des turbines d'Allemagne...) a été mise à profit par un harnachement hydroélectrique unique en Argentine. Une succession d'ouvrages (Photo 4b ; fig. 3) a vu le jour avec d'amont en aval : El Nihuil, Aisol, Tierras Blancas, le compensateur Valle Grande et les centrales hydro-électriques de Nihuil, Nihuil I, Nihuil II, Nihuil III et Nihuil IV (Photo 5).



Photos 4a et b – (a) Le Canyon de l'Atuel. Ses gorges se prêtent aux aménagements hydro-électriques (b : barrage Nihuil I), comme au tourisme récréatif.



Photo 5. – La centrale de Nihuil IV dans les gorges de l'Atuel.

Le système hydraulique de l'Atuel se justifie par les objectifs suivants :

- la maîtrise des crues résultant des fontes massives venues des Andes et pour lesquelles on a équipé le lit du cours d'eau de barrages successifs ;
- la production d'hydro-électricité ;
- l'utilisation des eaux aux fins d'irrigation et d'approvisionnement pour la population ;
- enfin, plus récemment, un usage touristique et récréatif (rafting, voile, résidences secondaires, etc.).

Le barrage El Nihuil, situé à 75 km de San Rafaël, constitue l'œuvre maîtresse du Système d'Approvisionnement Hydroélectrique du Rio Atuel (S.A.H.R.A.). Commencé en 1941, il fut inauguré en 1948. Il réunit les écoulements d'un bassin versant de 3 800 km² : le module moyen de l'Atuel au niveau de la station Aforo La Angostura (40 km en amont du barrage) est de 35 m³/s. Le barrage proprement dit est une construction en béton de type poids, de forme incurvée longue de 325 m et d'une hauteur de 26 m. Il se prolonge, en rive droite, par un déversoir latéral de 600 m³/s de capacité (Photo 4b). Les prises pour l'irrigation sont, sur la rive opposée, constituées

par 4 conduits de 1,80 m de diamètre. Toujours en rive gauche se situent les conduites forcées amenant l'eau à la centrale hydro-électrique sise à 7 km en aval du barrage (4 turbines d'une puissance totale de 18,45 MW) et qui fonctionne depuis 1957.

Haut de 40 m, le barrage d'Aisol (ou Nihuil II) se rencontre immédiatement en aval de l'ouvrage précédent. Construit entre 1963 et 1968, il s'agit d'une construction en béton de type poids, de forme rectiligne, longue de 85 m, avec un déversoir incorporé, mais sans prises pour la régularisation des crues. La conduite forcée est en fait un tunnel creusé dans la roche, long de 10 km et d'un diamètre de 4,6 m. L'usine possède des caractéristiques proches de la précédente : elle possède 16 turbines pour une puissance installée de près de 140 000 KW.

Le barrage Tierras Blancas (Nihuil III) est également en béton, de type poids, d'axe droit long de 122 m et d'une hauteur de 38 m. Construit entre 1969 et 1972, il retient les eaux restituées par la centrale de Nihuil II (capacité de rétention de 0,855 hm³). Dans son corps est logé un déchargeur de sédiment avec deux portes hydrauliques. Des prises ont été élaborées en rive droite pour acheminer les eaux vers deux turbines de 26 MW de puissance chacune et qui fonctionnent depuis 1971.

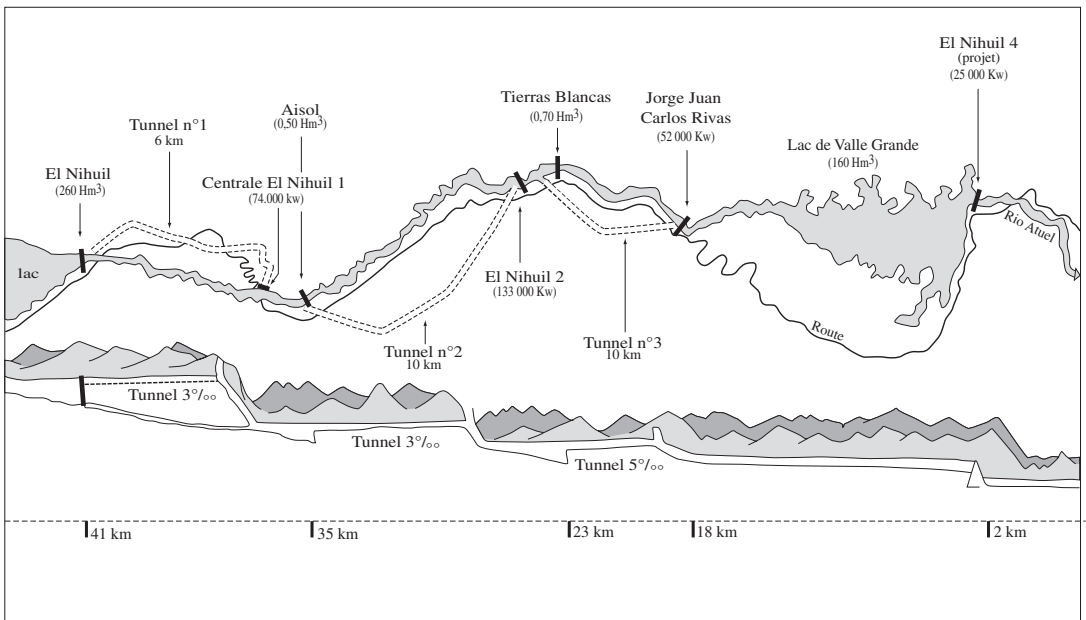


Figure 3. – L'aménagement hydro-électrique du canyon de l'Atuel.

C'est en aval que se trouve le grand barrage Compensador Valle Grande. Celui-ci est un ouvrage de structure allégée, en béton, long de 300 m et haut de 115 m. Sa construction a débuté en 1958 et il a été inauguré en 1964. Le lac de retenue couvre 508 ha pour une capacité de 160 hm³ (Photo 6). Sa capacité d'évacuation est de 600 m³/s. Il possède un système de prises de fond et de vannes pour l'irrigation, mais aussi pour alimenter une turbine de 25 MW de puissance. Il faut signaler d'une part, qu'il doit régulièrement arbitrer entre les besoins énergétiques et de l'irrigation en dépit d'une capacité de rétention totale d'environ 164 hm³, et d'autre part qu'il a tendance à être colmaté par des sédiments fins.



Photo 6. – L'immense lac de retenue offre des possibilités nouvelles pour le tourisme telle la pratique de la voile.

Première source d'énergie renouvelable et énergie propre (16 % dans le monde et 90 % des énergies renouvelables), l'hydraulique du Nihuil et du Diamante (respectivement 270 et 390 MW) représente plus de 50 % de la production de la Province de Mendoza. Il s'agit là d'un atout considérable pour celle-ci d'autant que l'eau sert aussi à des fins d'irrigation.

IV – Les oasis de San Rafaël et de General Alvear

Au sortir du Blocage de San Rafaël, l'Atuel coule dans la plaine de San Rafaël qui présente deux parties différenciées : la partie occidentale, typiquement fluviale (sables, graviers et galets), et la partie orientale (inférieure), avec une alternance des bancs de limon et de sables fins, mise à profit par l'irrigation à partir des eaux des rios Diamante et Atuel. À son arrivée dans les oasis, le débit moyen de l'Atuel (grossi par le rio Diamante) est de l'ordre de 50 m³/s, mais les pertes par évaporation sont très importantes (vent, température). Au total, les prospères oasis de San Rafaël et de General Alvear regroupent 110 000 ha de terres irriguées (respectivement 70 000 et 40 000 ha).

Le système comprend 15 prises d'eau et 16 canaux d'importance : deux seulement se situent en amont du barrage de El Nihuil et irriguent avec 3 canaux (El Sosneado, Cohiuco et La Junta) quelques périmètres (5 245 ha) ; les 13 autres prises d'eau et canaux (Boers et Kraft, Arroyo, Correas, Perrone, Babacci, Regueira, Concesión Las Arabias, Izuel, Real del Padre, Jauregui, Atuel Sud, Nuevo Alvear et San Pedro) s'amorcent en aval de El Nihuil permettant l'irrigation de quelque 114 000 ha. Finalement, avec 376 km de canaux principaux et secondaires dont la majorité d'entre eux ont une prise directe sur le rio Atuel, ce réseau de distribution est très étendu et permet un bon développement agricole (fig. 4).

En 1998, San Rafaël possédait 9 300 exploitations agricoles et/ou d'élevage tandis que General Alvear en avait 4 300. Parmi ces dernières, le vignoble occupait 15 000 ha, les vergers 14 200 ha et le maraîchage (tomates, oignons, aulx et pommes de terre) 1 800 ha. Enfin, les « boisements » d'origine anthropique (peupliers, eucalyptus et saules) couvraient 3 200 ha.

Le bassin de San Rafaël constitue également un bassin hydro-géologique alimenté principalement par les pertes des rios Atuel et Diamante. Celles-ci se produisent surtout au niveau des éventails alluviaux du piémont (qui ont une bonne transmissivité hydraulique), puis dans la plaine. Plus de 2 000 forages exploitent cette ressource souterraine (aquifère de subsurface) qu'on estime à environ 120 hm³ d'extraction moyenne annuelle (max : 326 hm³). L'utilisation de cette ressource supplémentaire est très variable selon les années (forte en cas de sécheresse : jusqu'à 30 %, comme en 1978 ; plus faible en année normale avec 15 %). La gestion en est confiée au tout puissant *Departamento General de Irrigación*. Bien sûr cette eau est payante, mais en pratique le recouvrement des taxes est très faible (à peine plus de 10 %), ce qui pose à terme un problème de gestion et de gaspillage d'une ressource qui s'épuise peut-être plus vite qu'elle ne se renouvelle.

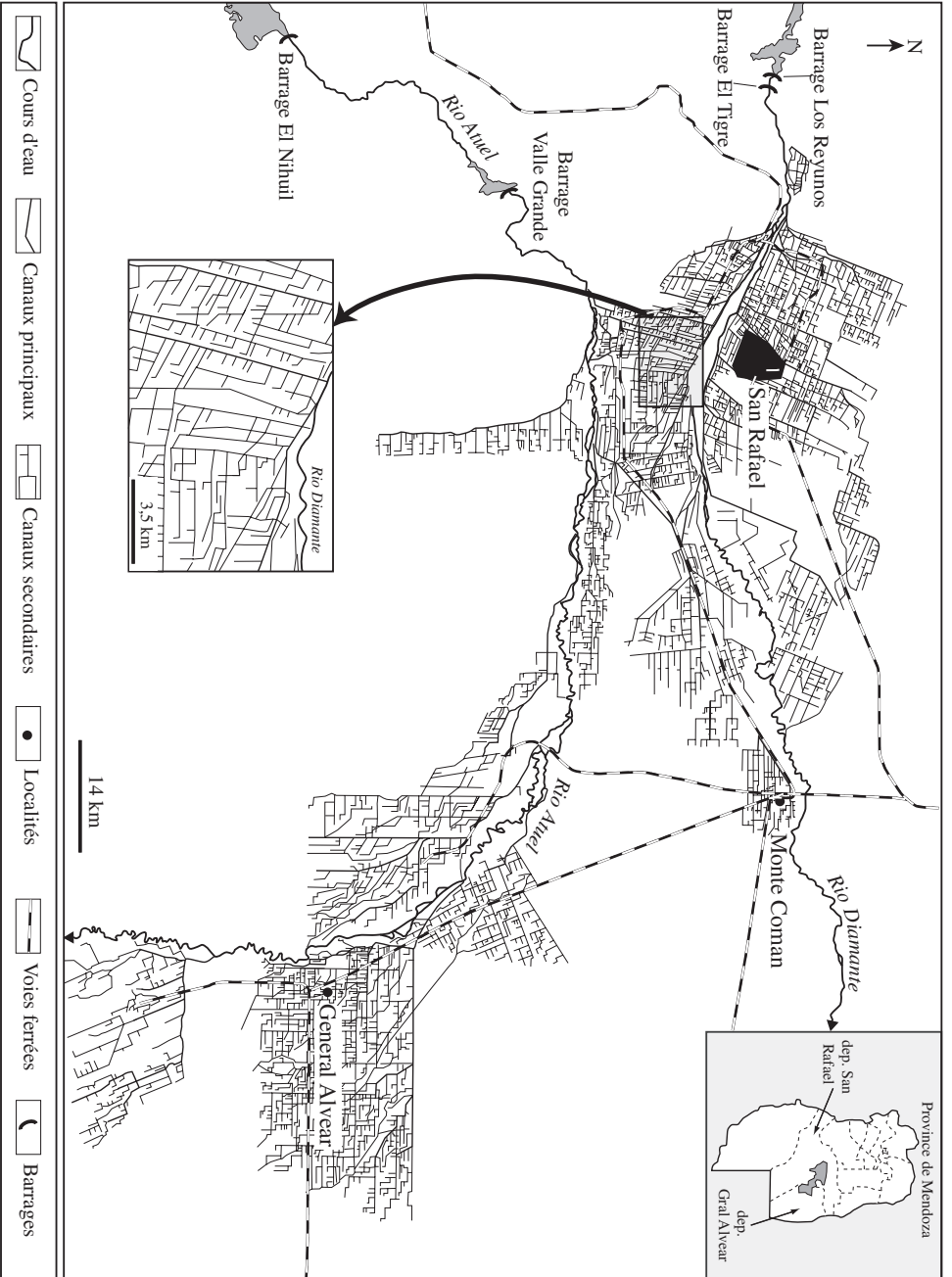


Figure 4. – Les aménagements d'irrigation des oasis de San Rafael-General Alvear : un réseau de canalisations très dense et hiérarchisé.

La ville de San Rafaël (160 000 habitants en 2006) est le chef-lieu du département de même nom. Elle montre actuellement une croissance assez importante, tant dans le domaine agricole qu'en ce qui concerne l'industrie et le tourisme. On y compte une grande quantité d'entreprises et de commerces liés au tourisme. En effet, ces dernières années ont été marquées par une forte augmentation du nombre de touristes étrangers attirés par les magnifiques paysages, notamment ceux du canyon de l'Atuel où la pratique du rafting s'est bien développée. On trouve aussi à San Rafaël quelques-unes des principales caves à vin qui ont fait la réputation de la province de Mendoza.

Mais il a fallu attendre l'édification du barrage Rincon del Indio (1950) pour que démarre la mise en valeur du périmètre irrigué de General Alvear. Modernisé en 1984, ce barrage de dérivation se situe à 15 km de la ville de General Alvear, à 495 m d'altitude. Il est à l'origine du canal Matriz Nuevo Alvear d'une capacité de 33 m³/s. Oasis en steppe sèche, General Alvear (28 000 habitants en 2006) est le chef-lieu du département de même nom. Sa croissance, appréciable (+ 11 % en 10 ans) est fondée sur une riche oasis de 45 000 ha irrigués, toujours en expansion : arbres fruitiers (15 000 ha : cerisiers, pêchers, poiriers), semences (8 000 ha), vigne (5 500 ha) et cultures maraîchères (1 800 ha). Et l'élevage y est en croissance appréciable malgré le climat sec (65 000 bovins, 14 000 caprins, 4 000 chevaux et 3 000 porcs). Le département possède 21 *bodegas* et une petite industrie alimentaire (conserves). Il faut aussi souligner la bonne situation géographique du département à l'intersection de routes nationales (188 et 143) qui permettent d'accéder facilement à différents points du pays et aussi aux marchés internationaux.

À 25 km en aval de General Alvear, le débit moyen de l'Atuel n'est plus que de 7,28 m³/s (station hydrologique de Carmensa), c'est dire l'importance des prélèvements par l'irrigation et des déperditions consécutives par évaporation. Le bras principal de l'Atuel finit par se perdre dans les *bañados* (marécages), dans la province de La Pampa. Ces derniers couvraient originellement une superficie de 9 000 km², mais le prélèvement des eaux pour les oasis a fait diminuer considérablement cette superficie qui est passée à 250 000 ha. À terme on peut craindre leur disparition en dépit des études scientifiques qui ont montré la grande importance écologique de ces zones humides : plus de 200 espèces de poissons, amphibiens, reptiles, oiseaux et mammifères y ont été recensées.

Il existe de nombreux projets de développement et de modernisation de ce vaste bassin irrigué. Par exemple, le *Departamento General de Irrigación* a mis en place sur l'ensemble du bassin versant un réseau téléométrique d'observation et de recueil de données qui permet de calculer le débit du cours

d'eau et l'eau disponible. On procède également à la mise en place d'une canalisation en rive droite, longue d'une quarantaine de kilomètres, destinée à remplacer totalement le cours naturel du rio (barrage de dérivation de 12,5 m de large, en trapèze), et on projette d'irriguer sur General Alvear 70 000 ha nouveaux ! De même on envisage de mieux canaliser (sur 134 km) les eaux qui sortent de la Cordillère afin de limiter les pertes actuelles, très importantes, du fait de l'évaporation et des infiltrations. Enfin, il existe des projets de captage des eaux du rio Grande et d'autres cours d'eau andins pour augmenter la capacité d'irrigation du bassin de San Rafaël-General Alvear.

Cependant l'ensemble des cultures sera confronté à plusieurs difficultés. La première est celle de la salinisation des terres, notamment au niveau de Puesto Ugald. Il s'agit d'un problème trop souvent négligé en zone semi-aride (Salomon, 2006) et qui risque à terme de compromettre les mises en valeur mal conçues. Surtout il existe une insuffisance de l'offre en eau par rapport à la demande, d'où conflits d'usage. Certes, il existe une Commission de l'Atuel pour régler les conflits entre les différentes unités administratives, mais le problème à terme, dans le cadre du réchauffement climatique mondial, est celui du devenir de la ressource en eau, amenée à diminuer.

L'eau de la Cordillère est à l'origine d'un bassin agricole d'importance au sein d'une région semi-aride regroupant plus de 200 000 habitants (2007) notamment dans les agglomérations de San Rafaël (100 000 habitants) et General Alvear. Elle a été également mise à profit pour doter cette région d'un équipement hydro-électrique intéressant, en utilisant les caractéristiques géomorphologiques du canyon de l'Atuel. Enfin, la beauté naturelle des paysages locaux (Cordillère, étendues du piémont, canyon et oasis verdoyantes) attire désormais une clientèle touristique en quête de loisirs. Le développement de cette région est l'un des plus accomplis en Argentine alors que bien d'autres régions sont en crise. Cependant, les perspectives de développement, autrefois fondées sur la disponibilité en terres à fort potentiel de mise en valeur par le biais de l'irrigation, atteignent aujourd'hui leurs limites car un des problèmes majeurs qui se pose est celui de la pérennité de l'approvisionnement en eau, tant pour les équipements hydro-électriques que pour le fonctionnement des oasis. En effet, dans le contexte du réchauffement climatique global il n'est pas sûr qu'à terme la Cordillère puisse fournir autant d'eau qu'aujourd'hui (fonte des glaciers, neige moins abondante ; Cobos, 1997 ; Lavie E., travaux en cours). Une diversification vers des activités autres qu'agricoles (d'ailleurs en cours) s'impose : la réussite du tourisme en est un exemple.

Bibliographie

- CAPITANELLI R., 1962 – Aspectos nivológicos, glaciológicos y morfológicos del Atuel. *Revista Geográfica*, Rio de Janeiro, t. XXXI, n° 57, p. 5-28.
- COBOS D. R., 1997 – Fluctuaciones glaciarias en la cuenca superior del Río Atuel, Mendoza, Argentina. *Nivoglacialogia*, Mendoza, p. 171-174.
- DEPARTAMENTO GENERAL DE IRRIGACIÓN, Mendoza, 1996 – *Descripción preliminar de la Cuenca del Atuel*. Mendoza, 93 p. roneo.
- LAGIGLIA H.A., 1977 – *Nuevos fechados radiocarbónicos para las agriculturas incipientes del Atuel*.
- SALOMON J-N., 1969 – El alto valle del Rio Mendoza, estudio geomorfológico. *Boletín de Estudios Geográficos*, Mendoza (Argentina), n° 62, Vol. XVI, 50 p.
- SALOMON J-N. et PRAT M.C., 2005 – *Le piémont andin argentin : environnement, risques et enjeux*. Pessac : Travaux du L.G.P.A., n° spécial, 241 p., 90 fig., 34 tabl., 59 photos.
- SALOMON J.-N., 2006 – Les dangers de l'irrigation. *in* : Responsabilité et Environnement. *Revue Annales des Mines*, Paris, n° 42, p. 20-32.

Résumé

Le rio Atuel (Andes de Mendoza, Argentine) parcourt un bassin versant dans lequel on distingue plusieurs secteurs très différents, ce qui en fait sa grande originalité. La partie andine se caractérise par l'influence de la haute montagne (glaciers, ample vallée glaciaire, moraines) et le volcanisme (cônes sommitaux, coulées de laves, hydrothermalisme). Au débouché des Andes, il parcourt un immense piémont aride couvert de steppe rase, uniquement mis en valeur par une activité agro-péculaire de type extensif, aujourd'hui en déclin, mais où l'on a découvert d'importants gisements de pétrole. Puis il incise profondément un canyon, ce qui a été mis à profit pour un harnachement hydro-électrique judicieux et un tourisme récent (loisirs, rafting, etc.). Enfin, ses eaux, jointes à celles du rio Diamante, permettent le développement d'une oasis irriguée où les cultures fruitières et maraîchères le disputent à un vignoble reconnu. Les villes de San Rafaël et General Alvear organisent cet espace en expansion.

MOTS-CLÉS : Argentine, Andes, piémont, Milieu aride, oasis, aménagement, hydro-électricité, tourisme.

Resumen

El Río Atuel, un ejemplo de ordenamiento en media natural semi-árido (Andes de Mendoza, Argentina)

El río Atuel (Andes de Mendoza, Argentina) recorre una cuenca en la que se distingue varios sectores muy diferentes, de allí su originalidad. La parte andina se caracteriza por la influencia de la alta montaña (glaciares, amplio valle glaciar, morenas) y el

volcanismo (conos, coladas de lava, hidrotermalismo). Al salir de los Andes, recorre un inmenso piedemonte árido cubierto con estepa rasa, únicamente valorizado por una actividad agropecuaria extensiva, hoy en decadencia, pero en donde fueron descubiertos importantes yacimientos de petróleo. Luego, atraviesa un profundo cañón, el cual ha sido aprovechado para un racional equipamiento hidroeléctrico y un turismo reciente (de ocio, rafting, etc.). Por último, sus aguas, junto a las del río Diamante, permiten el desarrollo de un oasis de regadío en donde los cultivos de frutales y hortalizas rivalizan con un viñedo de fama. Las ciudades de San Rafael y General Alvear organizan este espacio en expansión.

PALABRAS CLAVES : *Argentina, Andes, piedemonte, medio ambiente árido, oasis, ordenamiento del territorio, hidroelectricidad, turismo.*

| **Abstract** |

The Rio Atuel : a model of planning in a natural subarid environment (Andes of Mendoza, Argentina)

The Atuel river (Andes of Mendoza, Argentina) has his course in a catchment area in which various areas can be distinguished, that make its great originality. The andean part is characterized by the influence of the high mountain (glaciers, wide glacial valley, moraine) and volcanism (peak cones, lava flows, hydrothermalism). At the opening of the Andes, it flows on a huge arid piedmont covered by a close-cropped steppe, increased in value only by an extensive farming activity, declining nowadays, but where important oilfields have been discovered. Then, the river cut deeply a canyon that has been provided judiciously for hydroelectricity and tourism (spare-time activities, rafting). At last, the waters, added with those of Diamante river, permit the growth of compete with a renowned winery. The cities of San Rafael and General Alvear organize this growing area.

KEYWORDS : *Argentina, Andes, piedmont, arid environment, oasis, planning, hydroelectricity, tourism.*